

## Contributo para o estudo da dinâmica actual e riscos naturais na depressão de Ota e colinas de Alenquer-Merceana \*

Carlos Bateira

### INTRODUÇÃO

O objectivo deste trabalho consiste na apresentação dos resultados da investigação sobre a dinâmica actual numa pequena área de contacto entre a Orla Ocidental e a Bacia Terciária do Tejo (fig.1). O contacto faz-se, em grande parte, por flexura e só a N de Ota se faz por falha. Ao longo desse contacto desenvolve-se a depressão de Ota, na Bacia Terciária.

A ocidente localizam-se as colinas de Alenquer-Merceana, talhadas em grande parte nos materiais da orla sedimentar Meso-Cenozóica. Estas colinas são drenadas por dois cursos de água que convergem para a referida depressão. O rio Ota drena a área de Abrigada (a S da serra de Montejunto). A sua passagem para a depressão faz-se por uma garganta em calcários muito compactos. O rio Alenquer drena as colinas entre Alenquer e Merceana em vales abertos, frequentemente de fundo plano. Atinge a depressão, por uma garganta, com meandros largos e amplos, nos calcários corálicos de Amaral, nos complexos areníticos e calcários do Jurássico superior e Paleogénico. Embora os calcários sejam muito compactos, os complexos areníticos, em geral, são pouco resistentes. A sul, o rio Grande da Pipa, converge na depressão de Ota, junto ao Carregado, por um estrangulamento de vale talhado na faixa estreita de calcários corálicos de Amaral, drenando a depressão de Arruda dos Vinhos (fig. 2 e 5).

Neste trabalho, a preocupação fundamental incide sobre o estudo dos processos geomorfológicos actuais que se revelaram importantes na interpretação da dinâmica de vertentes <sup>2</sup>. O levantamento pormenorizado de

---

<sup>1</sup> Adaptado do texto da Prova de Capacidade Científica prevista no Estatuto da carreira docente universitária, apresentada à Faculdade de Letras da Universidade do Porto, em 1990.

<sup>2</sup> O estudo detalhado da evolução geomorfológica foi feito no texto que serviu de base a este trabalho (ver nota 1).

Dinâmica actual e riscos naturais na depressão de Ota e colinas de Alenquer-Merceana

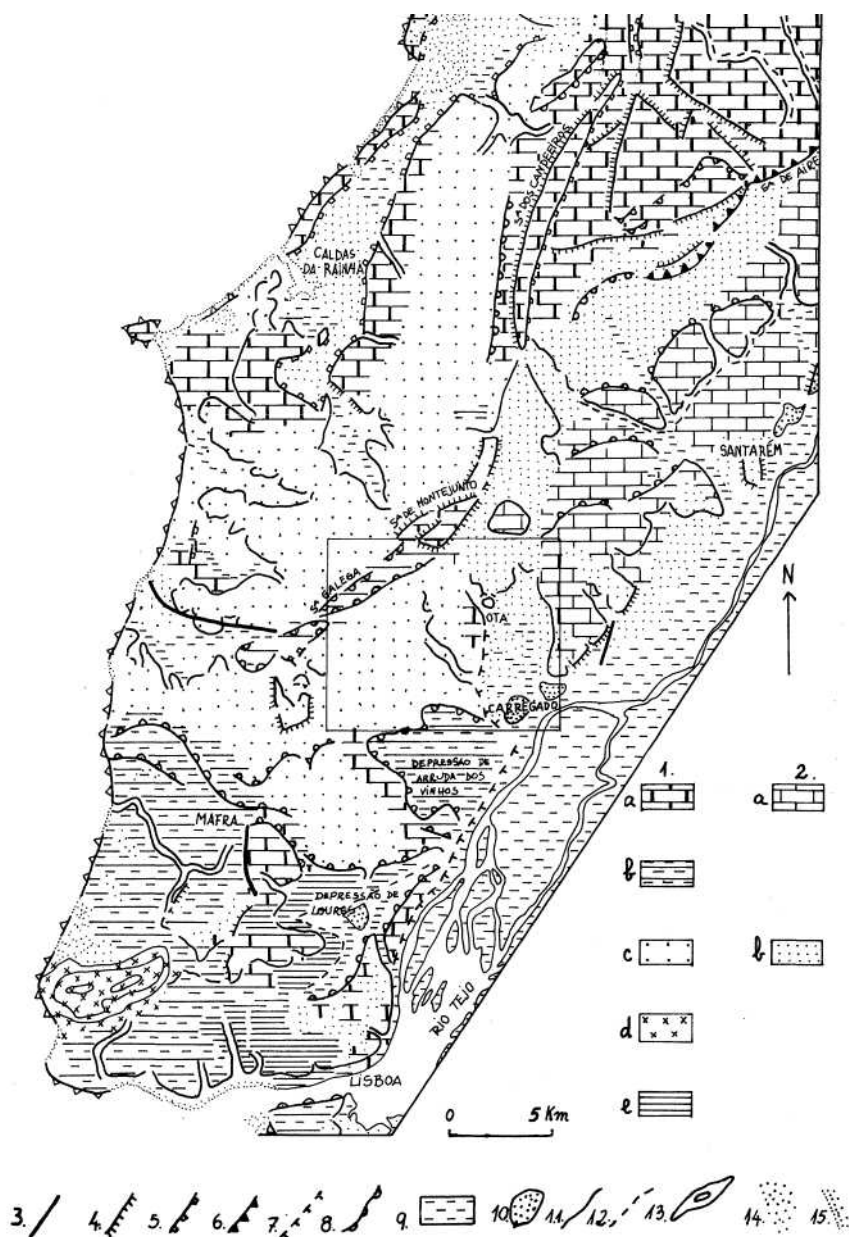


Fig. 1 — Esboço geomorfológico da Estremadura. Adaptado do Mapa geomorfológico de Portugal, D. B. Ferreira, 1981.

1. Rochas secundárias: a- calcários, b- rochas predominantemente margosas, por vezes com intercalações detríticas, c- rochas predominantemente detríticas, d- maciços subvulcânicos (granitos, sienitos, gabros), e- complexo basáltico (derrames lávicos e piroclásticos).
  2. Rochas terciárias e quaternárias; a- calcários, b- rochas predominantemente detríticas.
  3. Falha.
  4. Escarpa de falha.
  5. Rebordo de vale tífónico.
  6. Rebordo de cavalgamento.
  7. Rebordo de flexura.
  8. Cornija de relevo monoclinal.
  9. Fundo aluvial.
  10. Terraço.
  11. Rebordo de erosão.
  12. Base de vertente.
  13. Relevo residual em rocha resistente.
  14. Praia.
  15. Dunas e areias eólicas recentes.
- O rectângulo delimita, aproximadamente, a área em estudo.

campo contribuiu para a selecção dos factores responsáveis pela evolução actual das vertentes e permitiu esboçar áreas de sensibilidade aos riscos naturais.

O limite N e NW da área em estudo é constituído pelo alinhamento montanhoso de Montejunto-Serra Galega e a NE e E pelo planalto de Cartaxo-Santarém. A S confina com o vale do Tejo e a depressão de Arruda dos Vinhos. A W estabeleceu-se como limite o interflúvio que separa as bacias hidrográficas dos rios Alenquer e Sizandro.

## 1. ASPECTOS GERAIS DA ESTRUTURA.

O estudo da litologia e da tectónica da área é feito com base na *Carta Geológica de Portugal* na escala de 1:50000, folhas 30-B e 30-D, assim como nos estudos de Galopim de Carvalho (1968) sobre a Bacia Terciária do Tejo e em observações de campo. Tendo como base estes elementos, foi elaborado um mapa lito-estrutural (fig.2).

### 1.1. A litologia

#### 1.1.1. A litologia das colinas de Alenquer-Mercearia

Os materiais que constituem as colinas de Alenquer-Mercearia são do Jurássico superior. Podem ser divididos em dois grandes conjuntos: os calcários corálícos de Amaral e de Ota e o complexo arenítico do Jurássico Superior (do Kimeridgiano e Portlandiano).

Os calcários corálícos de Amaral sobrepõem-se ao complexo margoso de Abadia, que aflora a sul, na depressão de Arruda dos Vinhos, e numa pequena faixa ao longo do vale do rio Alenquer. A espessura desses calcários é variável. Junto ao vértice geodésico de Amaral têm espessura de cerca de 10 metros, mas podem atingir espessuras superiores a 100 metros. A característica principal destes calcários, do ponto de vista geomorfológico, é a sua dureza.

O complexo arenítico do Jurássico Superior é constituído, essencialmente, por arenito fino argiloso de fraca consolidação e por intercalações de bancadas delgadas, quer de arenitos, quer de calcários, de grande dureza. Estas intercalações atingem, por vezes, 10 metros de espessura.

Dispostos em discordância sobre este complexo, existem ainda, dois afloramentos de arenitos grosseiros a médios, do Cretácico (Albiano), também de fraca consolidação.

Por fim, convém considerar os afloramentos de basalto de Coteina e Santa Catarina, junto a Olhalvo, e de Montijo e Céu, próximo de Sobral de Monte Agraço.

### 1.1.2. A litologia da Bacia Terciária na depressão de Ota e planalto Cartaxo-Santarém

A área da Bacia Terciária do Tejo abrangida pelo estudo é constituída, no essencial, por arenitos médios a grosseiros, com intercalações de calcário margoso e margas.

Estes materiais podem ser divididos em dois conjuntos distintos. O mais antigo é do Paleogénico, e dispõe-se ao longo do rebordo ocidental da depressão de Ota. É constituído pela alternância de arenitos grosseiros a médios, margas e calcários margosos. De uma forma geral, estes materiais são muito fáceis de erodir.

O outro conjunto é constituído por arenitos grosseiros, alternando com arenitos médios a finos, leitos de calhaus de quartzo e quartzito e intercalações de bancadas delgadas de calcário margoso. Estes arenitos são pouco consolidados e de fraca resistência. Galopim de Carvalho (1968) distingue duas fácies, uma pseudo-siderolítica e outra francamente arcósica, mas cujos limites são difíceis de estabelecer no campo. Estes materiais constituem, respectivamente, o Miocénico da depressão de Ota e da vertente oriental.

O substrato rochoso do planalto de Cartaxo-Santarém é, em grande parte, semelhante ao da depressão de Ota. É constituído pelos arenitos médios a grosseiros com intercalações de leitos de calhaus angulosos a subangulosos de quartzo e quartzito. Este arenito é designado por Galopim de Carvalho de "arenito arcósico" (*Ob.cit.* 1968). No entanto, o substrato rochoso deste planalto diferencia-se do da depressão porque apresenta uma cobertura detrítica de calhaus de quartzo e quartzito subangulosos a subrolados com matriz arenosa grosseira. Esta cobertura é atribuída ao Pliocénico (Zbyszewski, 1965).

## 1.2. Atectónica

### 1.2.1. A tectónica das colinas de Alenquer-Merceana

Os materiais que constituem o substrato rochoso das colinas de Alenquer-Merceana estão dobrados em anticlinais e sinclinais de grande raio de curvatura. Em Olhalvo-Surraipas, desenvolve-se um sinclinal onde afloram o complexo arenítico argiloso do Jurássico superior (Portlandiano) e arenitos grosseiros do Cretácico inferior (Albiano) ao passo que em Arruda dos Vinhos existe um anticlinal esvaziado onde a erosão dos calcários corálícos de Amaral permitiu o afloramento do complexo margoso de Abadia. A W de Ota desenvolve-se, com direcção N-S, um anticlinal constituído, quer pelos calcários de Ota, quer pelo complexo arenítico

**Legenda**

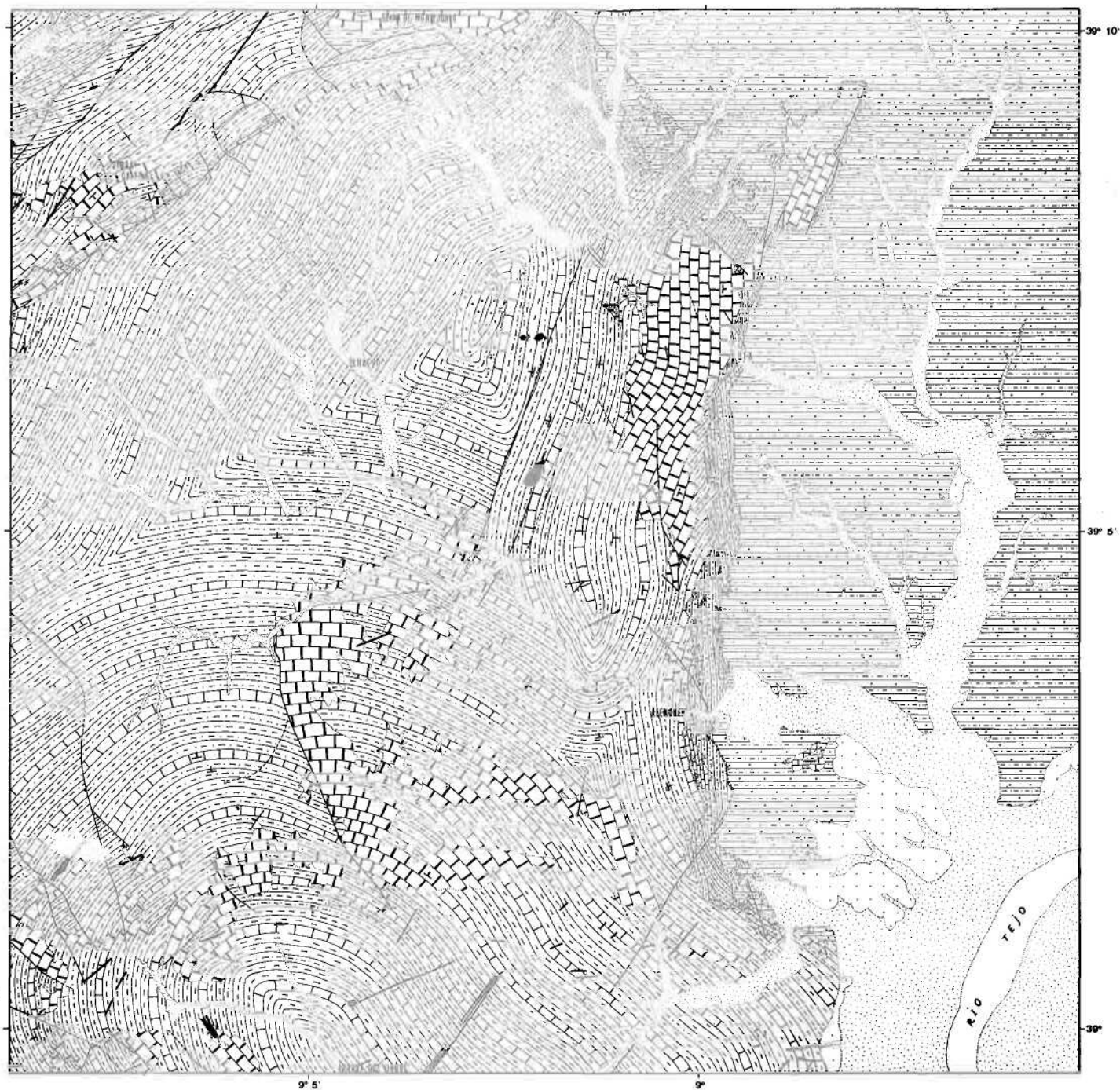
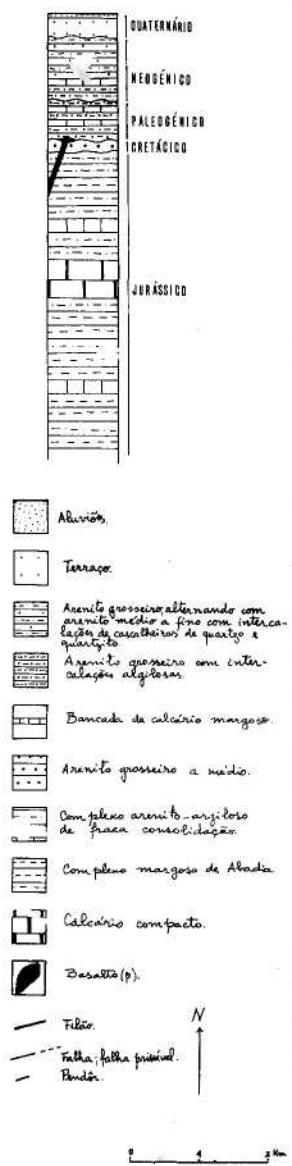


Fig. 2 — Esboço lito-estrutural.

argiloso (fig.3B). Este anticlinal tem pendores muito fracos no sector ocidental o que contrasta com o sector oriental. O contacto dos arenitos argilosos deste anticlinal com o sinclinal de Olhalvo faz-se por falha que tem direcção NNE-SSW. Entre o anticlinal de Ota e o de Arruda dos Vinhos desenvolve-se uma goteira sinclinal onde está instalado o vale do rio Alenquer (fig.3A).

Os materiais da Orla Ocidental estão fortemente inclinados para E junto à depressão de Ota. Trata-se de um contacto por flexura. O sector do Monte Redondo é o único que corresponde ao contacto por falha, entre a Orla Ocidental e a Bacia Terciária, no âmbito da referida depressão.

### 1.2.2. *A tectónica da depressão de Ota e do planalto de Cartaxo-Santarém*

Os arenitos e cascalheiras do Miocénico e Pliocénico na depressão de Ota e no planalto de Cartaxo-Santarém têm uma disposição horizontal ou sub-horizontal. O mesmo sucede com as bancadas de calcário margoso do Miocénico inferior (em Pombas e Abridada). No entanto, estes materiais têm forte inclinação próximo do contacto com a Orla Ocidental. Junto ao rebordo ocidental estão discordantes sobre os arenitos, calcários e margas do Paleogénico que têm forte inclinação para E (fig.4).

Do conjunto de observações feitas a propósito da estrutura da área de estudo há que salientar o vivo contraste, quer litológico quer no que se refere à disposição dos materiais, entre as colinas de Alenquer-Merceana e a depressão da Ota. Enquanto que na depressão de Ota e rebordo oriental dominam os arenitos grosseiros de fraca consolidação e com disposição horizontal ou subhorizontal, nas colinas de Alenquer-Merceana dominam os afloramentos de margas e arenitos argilosos de fraca consolidação com pendores variados e em vários sentidos.

Como veremos (ponto 4), estes aspectos são determinantes no que se refere ao tipo de evolução de vertentes.

## 2. CARACTERÍSTICAS GERAIS DO RELEVO

### 2.1. Superfícies e retalhos planos

A reconstituição dos retalhos planos da área em estudo tem por base fundamental a cartografia disponível na escala de 1:25000, a fotografia aérea na escala 1:25000 e 1:15000 e as observações de campo.

A ocidente da depressão de Ota desenvolve-se um relevo de colinas (Alenquer-Merceana) e vales de encaixe vigoroso. Neste sector, a conservação das superfícies mais elevadas é muito deficiente sendo comum a existência de interflúvios estreitos e alongados (fig.5).

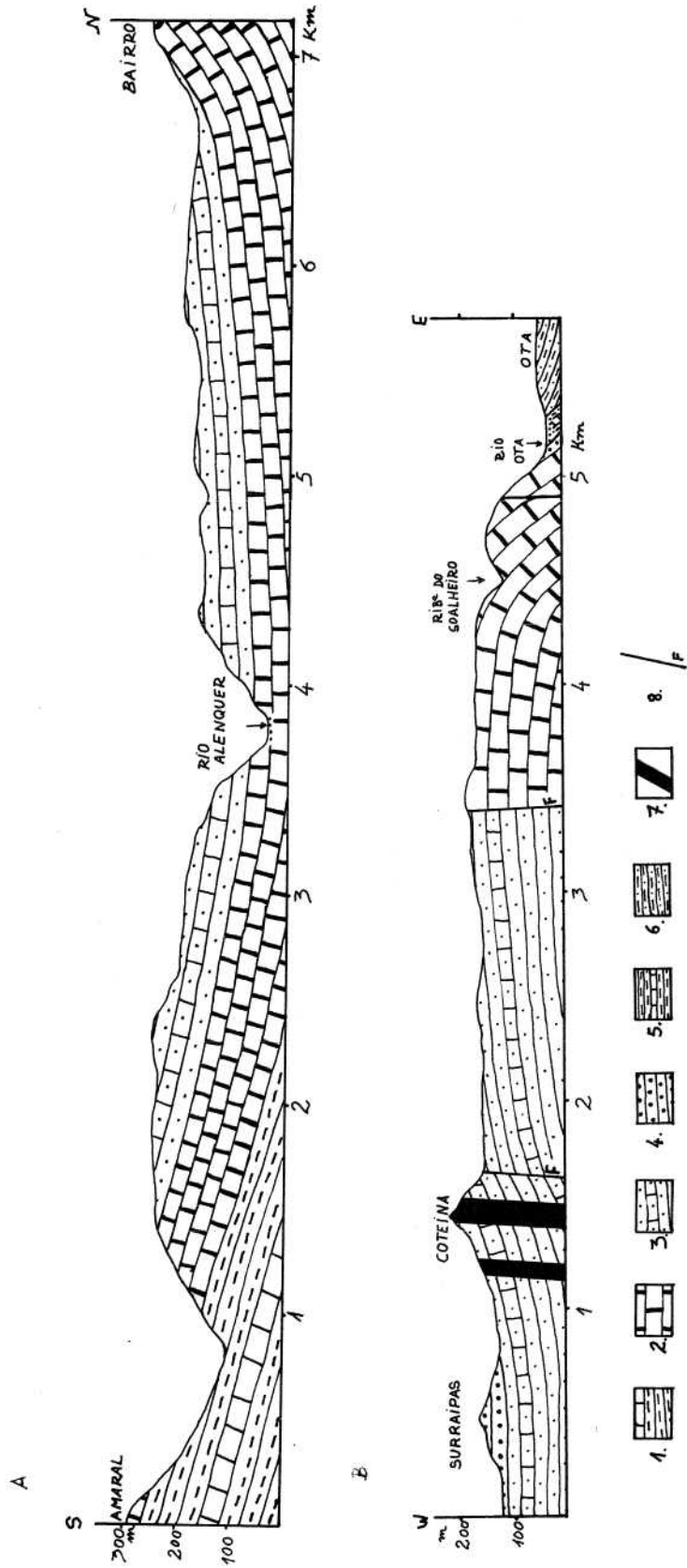
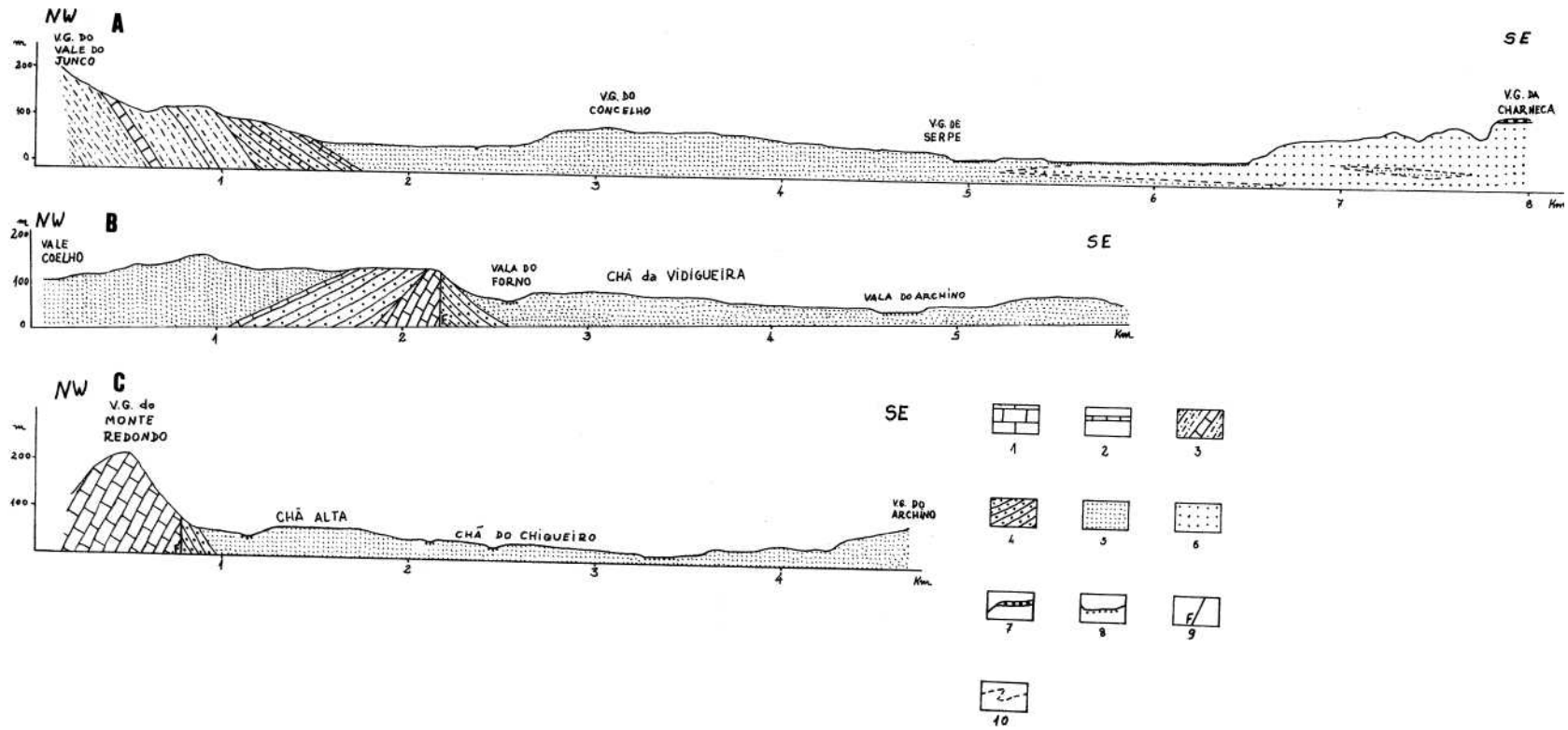


Fig. 3 — Cortes geológicos nas colinas de Alenquer-Merceana.

Fig. 4 — Cortes esquemáticos na depressão de Ota e rebordo ocidental





Os retalhos planos mais elevados estão melhor conservados na Serra Galega, nos calcários corácicos de Amaral, a 350 m. Entre Sobral de Monte Agraço (a sul) e o alinhamento montanhoso de Montejunto - Serra Galega as altitudes variam entre os 320 m e os 150 m, não havendo superfícies planas bem conservadas. Só entre Ota e Alenquer estão melhor conservados os retalhos planos com cerca de 250 m.

O nível dos 80-110 m é o melhor conservado em toda a área de trabalho, sendo de realçar os retalhos planos de Olhaivo e Labrujeira. Superfícies planas com 80-110 m também estão bem conservadas a oriente da depressão de Ota, sobretudo no sector N do planalto de Cartaxo--Santarém.

Na depressão de Ota dominam as superfícies planas com altitudes de 50-70 m, ocupando o centro da depressão e alguns patamares dos rebordos ocidental e oriental.

Existem ainda algumas superfícies planas cuja altitude ronda os 25-30 m e correspondem às rechãs ao longo do rebordo E (no sector N), no vale do rib<sup>o</sup> de Alvarinho e no Carregado.

A planície aluvial do Tejo é a superfície plana mais baixa cujas altitudes variam entre os 10 m, a Sul, e os 30 m, a N. Penetra pelos vales dos rios Alenquer e Ota, formando largas faixas ao longo da depressão.

## 2.2. Os declives

A variedade litológica e estrutural referida é, certamente, um dos factores de grande variedade de declives que se observa na área estudada. Tendo por base os mapas topográficos na escala 1:25000 tentou-se cartografar essa variação utilizando as seguintes classes: 0-2°; 2-5°; 5-10°; 10-15°; 15-20°; 20-25°; 25-30° e mais de 30° (fig.6).

O estudo dos declives, que poderá constituir um contributo para a explicação da dinâmica actual das vertentes, permite uma melhor caracterização dos principais conjuntos morfológicos da área de estudo.

### 2.2.1. Os declives nas colinas de Alenquer-Merceana

A característica fundamental dos declives nesta área é a existência de sectores muito restritos onde são muito fracos (inferiores a 5°) e o predomínio de sectores onde são médios (entre 10 e 20°). Em geral, os declives fortes (superiores a 20°) correspondem aos sectores dos vales encaixados em rocha dura. É o que ocorre com as gargantas dos rios Alenquer, Ota e seus afluentes, quando se encaixam, respectivamente, nos

calcários corálicos de Amaral e de Ota. Igualmente fortes são os declives do horst do Monte Redondo, da escarpa a N deste monte e da chaminé vulcânica de Santa Quitéria.

No restante sector das colinas de Alenquer-Merceana, que corresponde aos complexos arenítico-argilosos do Jurássico superior, a variação dos declives está ligada à alternância de rochas de resistência diferente. Os declives superiores a 25° correspondem a abruptos rochosos constituídas por bancadas de arenitos ou calcários muito duros. Os declives entre 10° e 20° correspondem a vertentes (ou sectores de vertente) constituídos por arenito fino argiloso, muito pouco consolidado, com intercalações de bancadas delgadas de arenito ou calcário muito consolidado. A fraca resistência destes complexos areníticos, reflecte-se em declives que nunca são muito fortes.

Os declives inferiores a 10° correspondem a fundos de vales ou a interflúvios. Quanto aos fundos dos vales, há que distinguir os vales dos cursos de água mais importantes, dos vales dos seus afluentes. O fundo dos vales dos rios Alenquer, Espiçandeira, Aldeia Gavinha e Grande da Pipa é constituído por uma planície aluvial, o que origina declives entre os 0 e 2°. Para os cursos de água de dimensão média, os fundos dos vales sofrem maior influência dos materiais oriundos das vertentes, daí que, por vezes, as bases das vertentes tenham a forma côncava. Nesse caso, o declive varia entre os 5° e os 10°. É o caso dos afluentes da margem esquerda do rio de Aldeia Gavinha e o sector da ribeira de Santana da Carnota, a montante de Refugidos.

De uma forma geral, e devido à enorme dissecção, nos interflúvios não há declives inferiores a 2°. Só nos sectores onde a conservação dos retalhos planos é melhor, os declives são inferiores, embora, se aproximem dos 2°. É o caso do nível dos 80-110 metros, que aparece melhor conservado a N do Monte Redondo. Os interflúvios que permitem a reconstituição do nível de aplanamento dos 250-330 metros, entre a ribeira de Santana da Carnota e Espiçandeira, tem alguns sectores onde os declives variam entre os 2° e os 5°. Os interflúvios estreitos que rondam 150-160 metros, que se supõe terem resultado da degradação do nível de aplanamento, apresentam declives geralmente superiores a 5°.

Nestas colinas, a ausência de extensas áreas com declives inferiores a 2° evidencia a importante acção erosiva.

### *2.2.2. Os declives na depressão de Ota*

Nesta depressão, são dominantes os declives entre os 0 e os 5°. As superfícies das chãs que estão melhor conservadas têm declives inferiores a 2°, enquanto que as degradadas têm declives superiores a 2°, variando entre

os 0 e os 5°. A importância dos declives fracos deve-se ainda à extensão da planície aluvial, onde são praticamente nulos. Por outro lado, é possível verificar a existência de alguns sectores, embora restritos, com declives extremamente acentuados chegando a atingir valores superiores a 25°. Correspondem aos rebordos das chãs que ocupam a depressão e são, frequentemente, abruptos. É o caso dos rebordos da chã da Base Aérea nº 2 e da chã Alta, onde a existência destas vertentes parece estar directamente relacionada com a natureza dos arenitos do Miocénico. Estes são muito permeáveis, só permitindo escoamento superficial concentrado em barrancos, nos quais a erosão é muito intensa, embora nos restantes sectores se mantenha o declive fraco. É o que ocorre em Serpe (a S da Base Aérea nº 2).

### 2.2.3. Os declives no planalto de Cartaxo-Santarém

A parte do planalto de Cartaxo-Santarém abrangido pela cartografia elaborada resume-se a uma pequena faixa oriental. Neste sector, a superfície do planalto está mal conservada e, em geral, tem declives entre os 2° e os 5°. São raros os sectores em que os declives são inferiores a 2°.

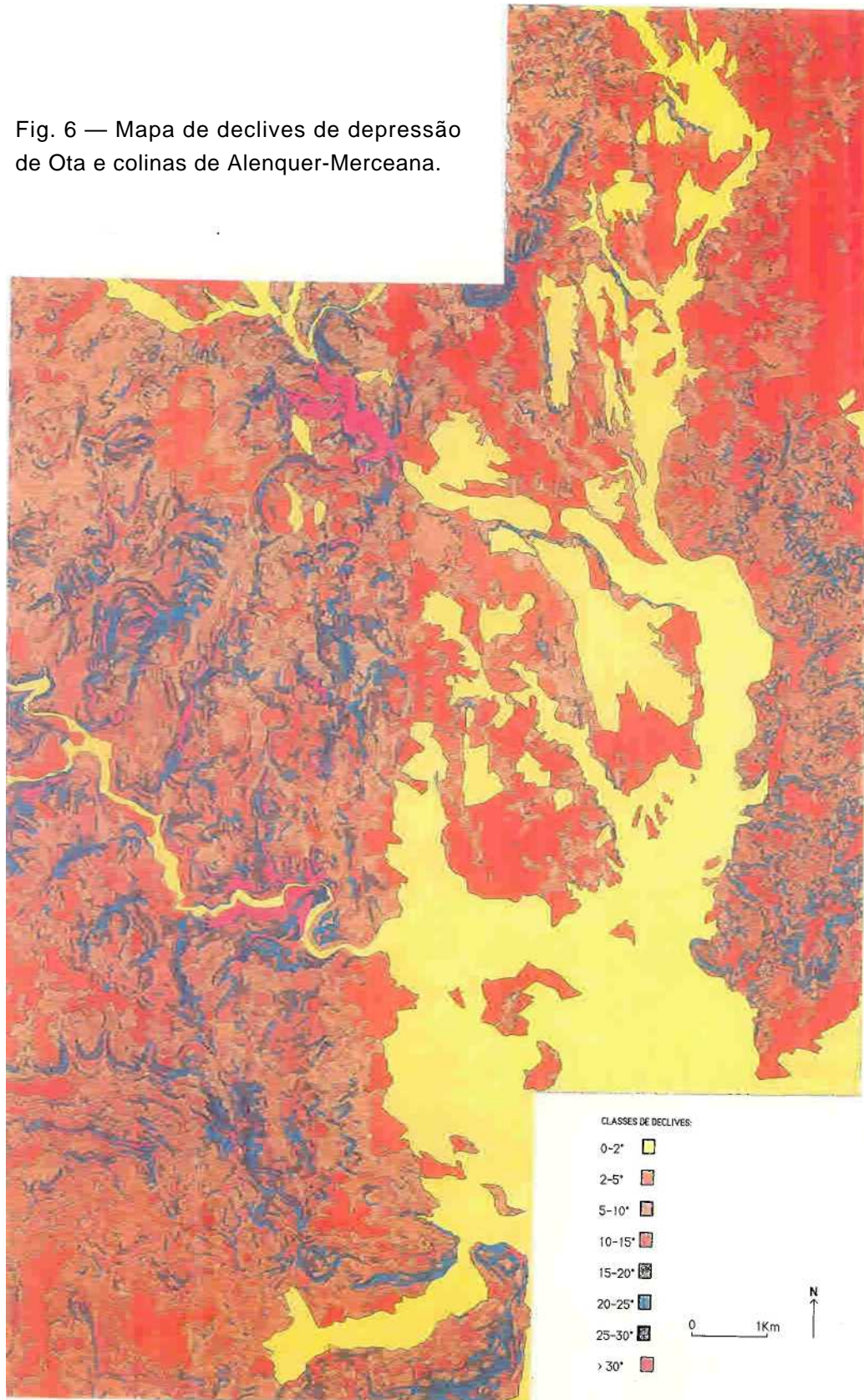
A S, o encaixe da rede hidrográfica tornou os interflúvios demasiado estreitos onde os declives, por vezes, são superiores a 5°. Os valeiros e vales encaixados neste planalto têm vertentes declivosas que, frequentemente, atingem os 25-30°. Os arenitos e leitos de calhaus que ocupam a superfície do planalto são facilmente entalhados pela rede hidrográfica, dando origem a vertentes com declives acentuados. Por outro lado, a capacidade de retenção da água por parte dos arenitos médios a grosseiros é fraca, o que não permite que os materiais percam a estabilidade, contribuindo para a manutenção do vigor das paredes dos barrancos. Daí que elas se mantenham abruptas, conservando o declive acentuado.

O estudo dos declives põe em evidência duas áreas distintas: a depressão de Ota e o sector N do planalto de Cartaxo-Santarém, por um lado, e as colinas de Alenquer-Merceana e o sector S do referido planalto, por outro.

Na primeira área dominam, em geral, declives fracos e de pequena variação mas, em contrapartida, as vertentes são muito declivosas. Esta área corresponde aos arenitos e cascalheiras do Miocénico e Pliocénico, respectivamente, da depressão de Ota e do planalto de Cartaxo-Santarém.

A segunda área tem declives superiores e com variação muito acentuada. Sucodem-se, com frequência, declives fortes e fracos, ao longo

Fig. 6 — Mapa de declives de depressão de Ota e colinas de Alenquer-Merceana.



dos vales. É nas colinas de Alenquer-Merceana que se verifica a alternância de diferentes tipos de rocha de dureza desigual. Além disso, a estrutura do substrato rochoso origina variações nos pendores das camadas sedimentares, o que se repercute na morfologia, e, portanto, nos declives. É aí que se verifica a maior importância dos declives médios (10° a 20°). Em geral, a estes correspondem os arenitos argilosos, facto que parece estar relacionado com a sua fraca resistência, permitindo uma evolução de vertente mais fácil e mais rápida. Assim sendo, a distribuição dos declives na área em estudo parece estar intimamente ligada à litologia. Na depressão de Ota os arenitos grosseiros e médios e as cascalheiras quartzo-quartzíticas permitem a conservação dos níveis de aplanamento separadas por vertentes de fortes declives. No planalto de Cartaxo-Santarém esse tipo de materiais dá origem a vertentes declivosas quando entalhados pela rede hidrográfica. Por outro lado, nas colinas de Alenquer-Merceana, os declives fortes estão ligados ao encaixe da rede hidrográfica em rochas muito duras, ao passo que o complexo arenítico-argiloso origina declives médios (10-20°).

### 2.3. A rede hidrográfica

A área em estudo é drenada por dois afluentes da margem direita do rio Tejo. A bacia hidrográfica do rio Ota ocupa a secção N e NW da depressão de Ota e ainda a área de Abrigada e o rio Alenquer drena grande parte das colinas de Alenquer-Merceana (fig. 7).

#### 2.3.1. A densidade de drenagem

No que se refere à densidade de drenagem, a área tem um contraste importante: no sector S da depressão de Ota é fraca, ao passo que no planalto de Cartaxo-Santarém, no sector N da depressão de Ota e nas colinas de Alenquer-Merceana é forte.

De igual forma, as bacias hidrográficas dos rios Ota e Alenquer, junto das respectivas gargantas, têm densidades de drenagem fracas. No caso do rio Ota, este sector corresponde ao encaixe no afloramento de calcário de Ota. É natural que, nesta área, o escoamento subterrâneo ocupe papel importante na substituição da rede hidrográfica à superfície. No caso do rio Alenquer, só parte do talvegue coincide com o afloramento de calcário duro, sendo o restante constituído por arenitos argilosos de fraca consolidação, alternando com bancadas de calcários e arenitos resistentes. A fraca densidade de drenagem parece resultar da dificuldade de hierarquização que a rede hidrográfica tem junto ao rebordo da depressão de Ota (fig. 2 e 7).

No sector S da depressão de Ota, e ao longo dos vales mais importantes, a drenagem é artificial. Os grandes cursos de água confluem com o rio Tejo por intermédio de "valas", que são canais artificiais. Muitos correspondem a uma regularização do leito do curso de água, feita pelo homem, mas outros não correspondem a qualquer curso de água. Sem intervenção humana, grande parte desta área estaria ocupada por pântanos.

### **2.3.2. O traçado da rede hidrográfica**

A W de Olhaivo, o traçado da rede hidrográfica do rio Alenquer e afluentes apresenta um padrão paralelo, com direcção geral NW-SE. É uma rede francamente dissimétrica, sendo os afluentes da margem esquerda da ribeira de Aldeia Gavinha importantes e instalados em vales largos, ao passo que na margem direita apenas há barrancos e alguns valeiros de pequenas dimensões (fig. 5 e 7).

Os afluentes da margem esquerda do mesmo ribeiro atravessam o sinclinal de Olhalvo, perpendicularmente ao eixo, não havendo indícios de influência desta estrutura no encaixe da rede hidrográfica.

Em Abrigada, há convergência de drenagem que sugere a dificuldade de ultrapassar uma barreira importante, imediatamente a jusante (fig. 2 e 7). O encaixe nos calcários duros de Ota, que no conjunto apresenta a direcção NW-SE, só foi possível utilizando as fracturas de maior dimensão, tal como são testemunho os traçados rectilíneos e as mudanças bruscas de direcção ao longo da garganta, em forma de cotovelo. Por outro lado, o sector do rio Alenquer, com direcção NW-SE, sugere o aproveitamento de uma goteira sinclinal a W de Alenquer (figs. 2, 3 e 7). Com efeito, os calcários corálicos de Amaral são considerados por Zbyszewski (1965) contemporâneos dos de Ota aflorando a S do vale do rio Alenquer entre os 50 e os 150 metros, ao passo que os de Ota, a N do referido rio, afloram entre os 200 e os 260 metros. Este facto sugere que a direcção NW-SE do vale, ao longo da qual se encaixou o rio Alenquer, corresponde ao aproveitamento do eixo da referida goteira.

Neste sector do rio Alenquer, os afluentes apresentam uma hierarquia fraca, salientando-se o ribeiro da Ossa, cujo sector N contrasta fortemente com as outras ribeiras (fig. 2 e 7). Aliás, na parte W das colinas de Alenquer--Merceana, de litologia e estrutura semelhantes, o traçado da rede hidrográfica é consideravelmente menos hierarquizado.

De uma forma geral, tanto as bacias hidrográficas do rio Ota como a do rio Alenquer têm traçados que convergem para as respectivas gargantas provocando a concentração da drenagem nestes sectores. Na depressão de

Ota, os grandes vales têm direcção predominante N-S ou W-E e os vales de dimensões médias têm direcções NW-SE (ribeiros do Alvarinho e da Ameixoeira). Esta última direcção é a do rio Ota quando instalado nas colinas de Alenquer-Merceana (se analisada no conjunto) e do rio Alenquer, a jusante de Olhalvo.

#### 2.4. As gargantas de Ota, Alenquer e o estrangulamento do Carregado

No rebordo ocidental da depressão de Ota o encaixe da rede hidrográfica revela-se difícil, sendo três os cursos de água que o fazem. Tanto o rio Ota, a N, e os rios Alenquer e Grande da Pipa, a S, são cursos de água cujas bacias hidrográficas têm dimensão que variam entre 20 e 50 km<sup>2</sup>, constituindo bacias de recepção suficientemente largas para que a competência e capacidade sejam importantes (fig. 7).

Nas gargantas, os seus traçados em cotovelo e linha recta sugerem uma adaptação à rede de fracturação, o que terá facilitado o encaixe. Esta depressão tem um nível de base mais baixo, convergindo, para ela, toda a drenagem das colinas de Alenquer-Merceana aqui estudadas. Isto contrasta vivamente com o que se passa no planalto de Cartaxo-Santarém, cuja drenagem se faz para SE, apesar de ser constituído por materiais mais brandos (arenitos médios a grosseiros pouco consolidados).

Tanto as gargantas dos rios Ota e Alenquer como o estrangulamento do vale do rio Grande da Pipa constituem afunilamentos importantes nas respectivas redes hidrográficas, com conseqüente concentração da drenagem. O vigor das gargantas poderá ser atribuído à dureza das rochas onde se encaixam os cursos de água, o que, sem a utilização da rede de fracturas, não seria possível.

A garganta de Alenquer é formada por meandros amplos sempre que o encaixe se faz nos arenitos pouco resistentes do Kimeridgiano, e por sectores rectilíneos desde que o encaixe se faz nos calcários duros, à semelhança do que sucede em Ota, onde os sectores rectilíneos predominam. Por outro lado, o rio Alenquer encaixa-se em materiais de dureza diferente, tais como os calcários corálicos de Amaral, o complexo arenítico do Kimeridgiano e os arenitos e calcários do Paleogénico, ao passo que em Ota o encaixe faz-se exclusivamente nos calcários duros.

No caso do rio Grande da Pipa, o vale é aberto (uma vez que o complexo margoso de Abadia é muito pouco resistente) mas estreita-se na passagem para a depressão de Ota. O encaixe faz-se, em parte, em rocha dura (calcários corálicos de Amaral) e, por isso, é provável que coincida com uma faixa de esmagamento perpendicularmente à disposição da flexura.

O vigor dos encaixes sugere que resultam da adaptação à rede de fracturas.

## 2.5. A rede de fracturas

Para a elaboração do mapa de fracturas socorri-me da *Caria Geológica de Portugal*, na escala de 1:50000, onde estão representados os contactos anormais e os filões, e da fotografia aérea, que me permitiu distinguir, de entre os sectores rectilíneos dos cursos de água, os que correspondem a um encaixe. Assim pude representar uma rede de fracturas prováveis reveladas a partir do traçado e do encaixe da rede hidrográfica (fig. 8).

A densidade de fracturação, é superior nas colinas de Alenquer-Merceana, junto ao rebordo da depressão de Ota e ao longo do interflúvio que separa aquelas colinas da depressão de Arruda dos Vinhos. As fracturas junto ao rebordo da depressão de Ota têm direcções variadas, sendo a mais importante a de NNE-SSW que é, também, a mais próxima da direcção das falhas desta área.

Por outro lado, na área das referidas colinas, assume especial importância a direcção de fracturação NW-SE, o que contrasta com a direcção NE-SW das falhas do alinhamento montanhoso de Montejunto-Serra Galega. Aquelas fracturas estão no alinhamento de uma série de pequenas falhas perpendiculares ao referido alinhamento montanhoso, e que permitem o encaixe dos rios de Alenquer e Ota nos calcários corácicos de Amaral (figs. 2 e 5).

De salientar que a definição das fracturas na depressão de Ota apresenta uma dificuldade metodológica fundamental: os vales de maior dimensão têm a direcção N-S ou W-E, fundos largos e planos, sendo difícil definir a fracturação a partir do encaixe da rede hidrográfica. Assim, é natural que a direcção predominante seja de NW-SE e NNW-SSE, já que correspondem aos vales de dimensão média.

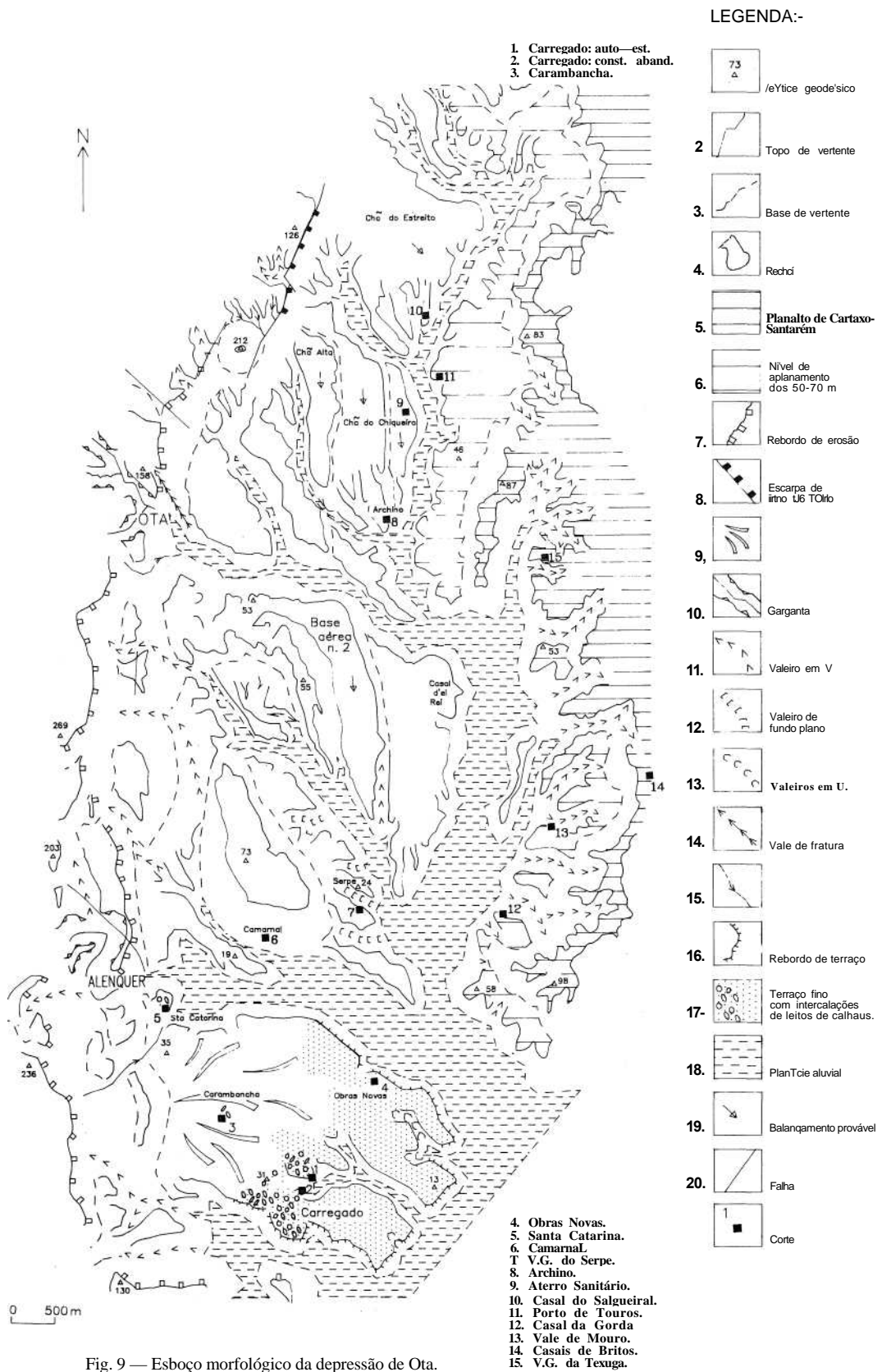
## 3. CARACTERÍSTICAS SEDIMENTARES DOS DEPÓSITOS DA DEPRESSÃO DE OTA

O levantamento de campo efectuado na depressão de Ota permitiu a identificação de três tipos de depósitos: o depósito do Carregado e Santa Catarina, depósitos arenosos em posição de vertente e leitos de calhaus envoltos em matriz arenosa grosseira que cobrem as rechãs do vale do Alvarinho (v.g. do Serpe).

### 3.1. Os depósitos de Santa Catarina e Carregado

Os depósitos do Carregado e St-. Catarina situam-se no sector S da depressão de Ota (figs. 9 e 10, cortes n<sup>o</sup> 1 a 5). O depósito do Carregado é o maior, e estende-se para NE do Carregado, na margem direita do rio Tejo, com cerca de 3 km de comprimento e 2 km de largura. A superfície do





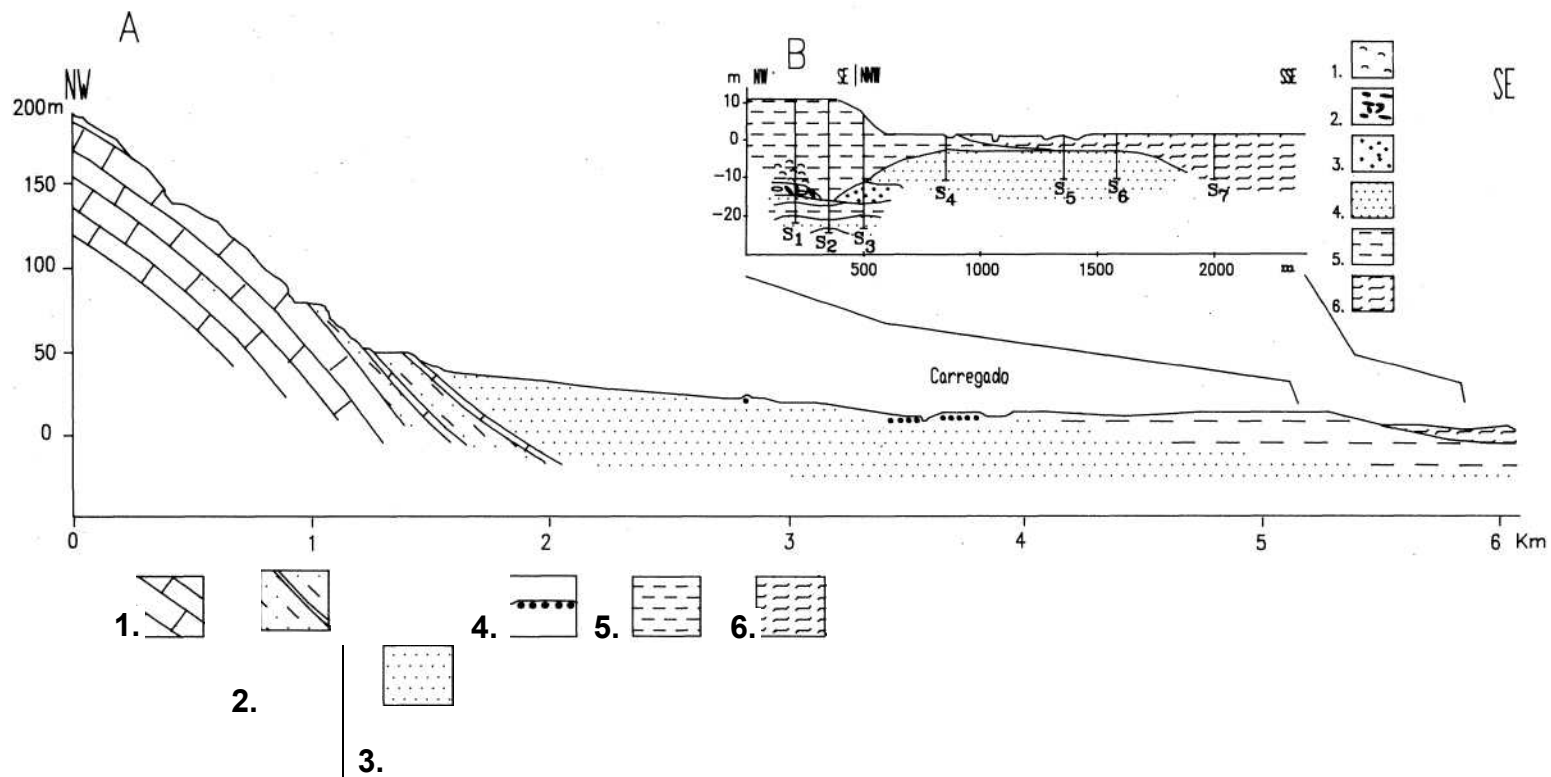


Fig. 10 — Corte na área do Carregado.

A: 1. Calcário resistente do Jurássico superior. 2. Arenitos grosseiros e calcários do Paleogénico. 3. Arenitos médios a grosseiros do Miocénico. 4. Cascalheira do depósito do Carregado. 5. Areia fina e argilas do depósito do Carregado. 6. Lodos e argilas. B: 1. Conchas. 2. Calhaus rolados. 3. Areia grosseira. 4. Areia fina. 5. Areia fina e argila. 6. Lodos e argilas. S. Sondagens (Empresa termo-eléctrica do Carregado; consulta feita por um grupo de alunos do curso de Geografia da Faculdade de Letras da Universidade de Lisboa, no âmbito da cadeira de opçab em Geomorfologia, orientada pela Prof. Doutora Suzanne Daveau, no ano de 1978).

depósito inclina suavemente para SE, com declive próximo dos 2°. Apesar de neste depósito encontrarmos valeiros de fundo côncavo, o rebordo está bem conservado, com altura próxima dos 10 metros e dominando a planície aluvial do Tejo. Para W, o contacto com o substrato Miocénico faz-se sem qualquer reflexo na topografia.

Em Carambança, a W do Carregado (fig. 9 e corte n.º 3), existe um pequeno retalho de depósito<sup>1</sup>, que se encontra a 30 metros de altitude. Em St<sup>1</sup>. Catarina, próximo da garganta do rio Alenquer, localiza-se um outro retalho de depósito, que coincide com uma pequena rechã de cerca de 20 metros de altitude. Em todos os casos referidos, os depósitos dominam directamente as planícies aluviais do Tejo ou dos seus afluentes na depressão de Ota.

A caracterização dos materiais que constituem o depósito do Carregado deparou com um obstáculo importante. A maioria dos cortes observados localizam-se próximo do Carregado, sendo difícil a obtenção de informações sobre a restante área. Socorri-me de algumas sondagens feitas aquando da construção da Central Termo-eléctrica do Carregado, que se situam no sector SE\*.

### 3.1.1. O corte do nó rodoviário da auto-estrada

Um dos cortes que mais elementos fornece ao estudo do depósito do Carregado é o do nó rodoviário da auto-estrada do Carregado, próximo da manutenção militar (corte n.º 1, fig. 9 e 11). Nele, observa-se uma formação constituída por leitos de calhaus, alternando com leitos de areia fina. A passagem de uns aos outros faz-se, lateralmente, em forma de bisel.

De uma amostragem feita, registou-se a natureza litológica, o grau de desgaste e mediu-se a dimensão do eixo maior<sup>3</sup>. O predomínio dos calcários é grande (66%), embora os arenitos sejam importantes no conjunto dos calhaus contados (32%, fig. 13 e Quadro I). Nesta amostragem só foi detectada a presença de dois calhaus de basalto.

O grau de desgaste dos calhaus do depósito é fraco, já que, 48% dos calhaus contados são subangulosos e 36% são sub-rolados (fig. 15 e quadro I). Por outro lado, os calhaus têm dimensão reduzida, sendo 30% de

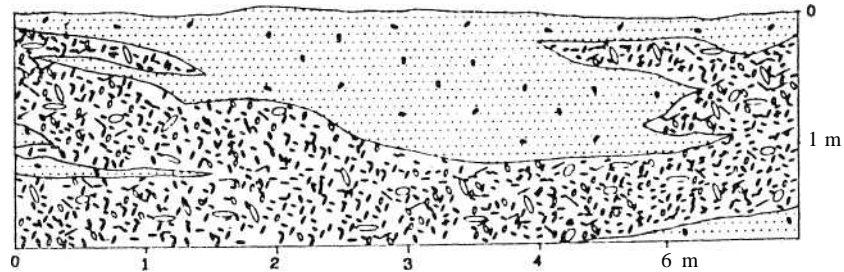
---

1 O retalho de Carambança não está cartografado na folha 30-D da *Carta Geológica de Portugal*.

2 Sondagens consultadas por um grupo de alunos do curso de Geografia da Faculdade de Letras da Universidade de Lisboa, no âmbito da cadeira de opção de Geomorfologia, orientada pela Prof. Doutora S. Daveau, no ano de 1977/78.

3 Procedeu-se à contagem de calhaus para que a caracterização dos materiais do depósito fosse mais fácil. Contaram-se cerca de 100 calhaus num sector do corte mais representativo da sua textura.

comprimento entre 1 e 3 cm e 38% entre 3 e 5 cm (fig. 12 e quadro II). Ou seja, 68% da amostra tem calhaus com comprimento inferior a 5 cm. Não existem calhaus com mais de 9 cm.



1. Cascalheira de calcário, arenito e basalto.
2. Argila siltosa com impregnações calcárias de origem pedológica.

Fig. 11 — O terraço do Carregado no acesso à auto-estrada.

Outra característica do corte n<sup>o</sup> 1 diz respeito ao grau de consolidação. Alguns sectores estão consolidados por cimento calcário<sup>1</sup>. Esta consolidação só afecta parte do corte, independentemente de se tratar de depósito fino ou grosseiro. Por fim, e ainda no corte n<sup>o</sup> 1, registe-se a presença de um polipeiro, fóssil muito comum nos calcários e margas da depressão de Arruda dos Vinhos (Zbyszewski, 1965).

QUADRO I — Natureza e arredondamento dos calhaus do terraço do Carregado (valores percentuais)

	AUTO-ESTRADA				CONST. ABAND				CARAMB ANCHA				
	Cale.	Aren.	Bas.	Qtzit.	Cale.	Aren.	Bas.	Qtzit.	Cale.	Aren.	Bas.	Qtzito	Qtzo
<b>BR</b>													
<b>R</b>		2			12				7	1			
<b>SR</b>	32	4			30	6		2	36	6		6	
<b>SA</b>	30	18			32	14	2		19	2	1	4	8
<b>A</b>	4	8	2		2								10
<b>MA</b>													
<i>Total</i>	66	32	2		76	20	2	2	62	9	1	10	18

<sup>1</sup> Foi colhida uma amostra do leito areno-argiloso do corte n<sup>o</sup> 1. Depois de destruído o carbonato de cálcio, só restou 47% do peso da amostra.

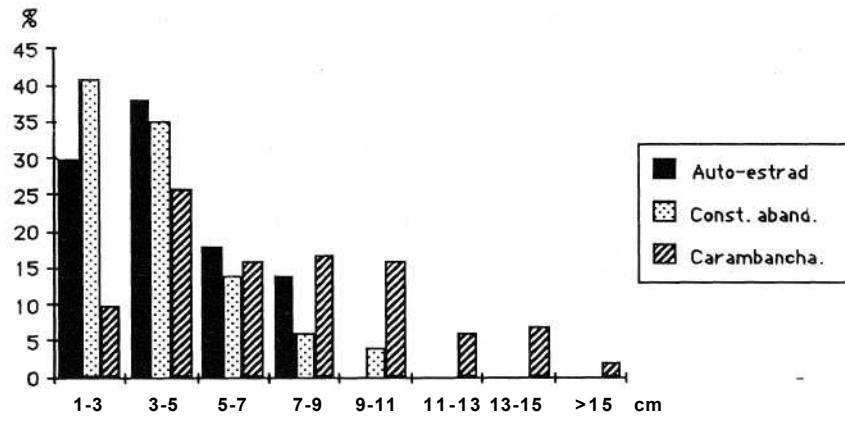


Fig. 12 — Dimensão dos calhaus do terraço do Carregado.

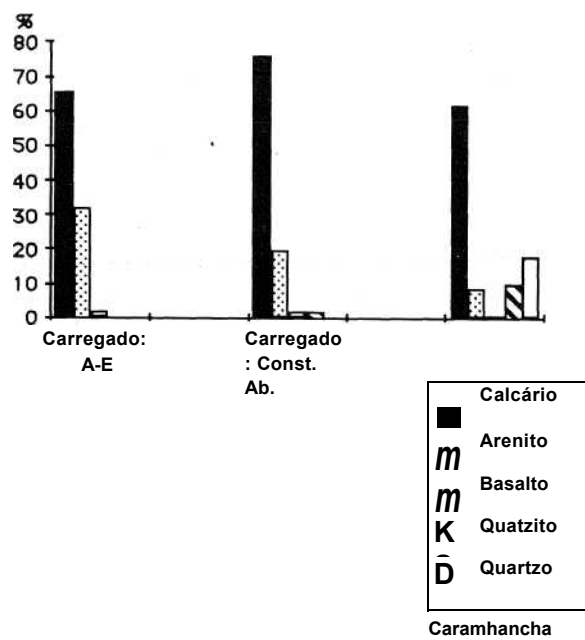


Fig. 13 — Natureza dos calhaus do terraço do Carregado.

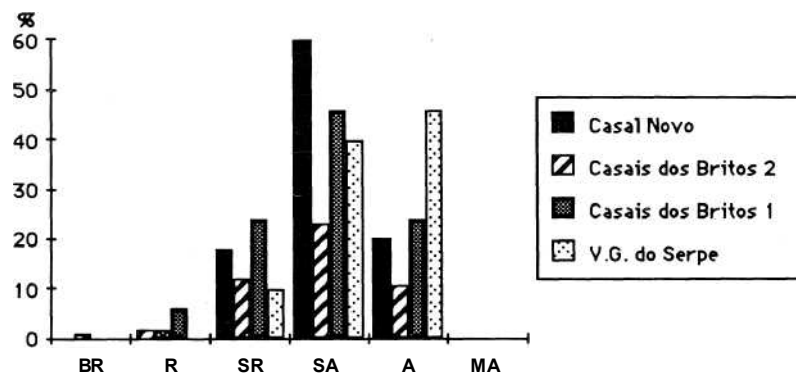


Fig. 14 — Grau de arredondamento dos calhaus do Miocénico da depressão de Ota e Rebordo oriental.

### 3.1.2. Sondagens da Central Termo-eléctrica do Carregado.

No sector SE do depósito do Carregado, na Central Termo-eléctrica, foi possível reconstituir, com base nas sondagens já referidas, a seguinte sucessão de níveis de deposição, da base para o topo (fig. 10): 1-Areia fina e argilas, 2-Areia fina, 3-Areia fina e argilas, 4-Areia fina, 5-Leitos de calhaus rolados e leitos de areia grosseira, 6-Areia fina, argilas e conchas.

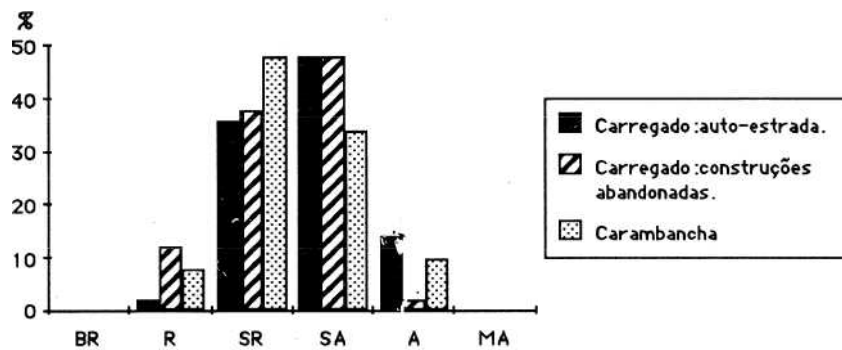


Fig. 15 — Grau de arredondamento dos calhaus do terraço do Carregado.

De notar que, nem sempre, os sedimentos observados numa sondagem têm continuação na sondagem mais próxima (fig. 10, sondagens de 1 a 4). Este facto sugere que, a passagem lateral, entre os materiais, se faz em bisel.

Embora desconhecendo a estrutura que estes materiais têm, consegue-se perceber a existência de duas fases de deposição em ambiente de fraca energia (níveis de deposição 1 a 4, 6 e 7) separadas por um nível de depósito de calhaus rolados e areia grosseira (nível de deposição 5) que se efectuou em ambiente de deposição com maior energia.

Os elementos fornecidos pelas sondagens não nos permitem distinguir os materiais que pertencem ao depósito do Carregado, e os materiais que pertencem à planície aluvial do Tejo. No entanto, podemos concluir que existem, pelo menos, 35 m de espessura do depósito do Carregado, no sector SE.

### 3.1.3. Corte das construções abandonadas (corte n-2 e quadro 1)

Este corte apresenta muitas semelhanças com o corte n<sup>o</sup>1, o que, aliás, seria de prever dada a grande proximidade entre os dois, a saber:

- 1<sup>o</sup> Tem elevada percentagem de calcários (76%), ao passo que, os arenitos rondam os 20%.

- 2<sup>o</sup> Regista-se a presença de basalto, embora em quantidade reduzida (na amostragem feita foram encontrados dois calhaus de basalto).
- 3<sup>o</sup> Grande parte dos calhaus têm o eixo maior entre 1 e 5 cm (76%). O grau de desgaste é fraco (fig. 15). No corte n<sup>o</sup> 2, 38% dos calhaus são sub-rolados e 48% são subangulosos.

No corte n<sup>o</sup> 2, verifica-se, ainda, que os calhaus maiores têm cerca de 11 cm (fig. 12) e observaram-se, na amostragem realizada, dois calhaus de quartzito sub-rolados (fig. 13). Neste corte, o depósito do Carregado tem espessura que varia entre 1,5 e 2 m, estando a 16 m de altitude. Isto permite dizer que o substrato miocénico se encontra a 2 m de profundidade, próximo do Carregado, ao passo que, junto à Central Termo-eléctrica não está registado nas sondagens com profundidade de 35 m.

QUADRO II — Dimensão dos calhaus do terraço do Carregado (valores percentuais)

cm	Auto-E.	Const. Ab.	Caramb.
1-3	30	<b>41</b>	<b>10</b>
3-5	38	35	26
5-7	18	<b>14</b>	<b>16</b>
7-9	14	6	17
9-11		<b>4</b>	<b>16</b>
11-13			6
13-15			7
>15			2

#### 3.1.4. Corte de Carambanha (corte n- 3)

O corte n<sup>o</sup> 3 revelou a existência de calhaus de quartzo e quartzito em abundância (figs. 9 e 13 e quadros I). Com efeito, os calcários representam 62% , os arenitos 9%, os quartzitos 10% e os quartzos 18% <sup>1</sup>. O grau de desgaste dos calhaus no corte n<sup>o</sup> 3 é semelhante ao dos calhaus dos cortes n<sup>o</sup> 1 e 2. A maior parte são sub-rolados (48%), sendo elevada a percentagem de subangulosos (34%) (fig. 15).

No entanto, o grau de desgaste é variável consoante a natureza dos calhaus. Os de maior grau de desgaste são os arenitos (88% dos quais são sub-rolados). Os calcários (com 53% de sub-rolados e 34% de subangulosos)

<sup>1</sup> A amostra é contituída por contagem de 100 calhaus.

e os quartzitos (com 57% de sub-rolados e 43% de subangulosos) evidenciam um grau de desgaste semelhante, apesar de, em geral, os quartzitos revelarem maior resistência ao desgaste do que os calcários. Os calhaus de quartzo evidenciam um fraco grau de desgaste, com 46% de calhaus angulosos e 54% subangulosos (quadro I).

O corte n<sup>o</sup>3 revela uma grande heterometria dos calhaus, tendo calhaus com eixo maior superior a 15 cm (quadro II). Por outro lado, 26% dos calhaus têm eixo maior compreendido entre 3 e 5 cm e as percentagens de calhaus com dimensões de 5 a 7, 7 a 9 e 9 a 11 cm são, respectivamente, de 16,17 e 16%. Cerca de 1/4 dos calhaus tem eixo maior entre 3 e 5 cm, mas os restantes dispersam-se pelas restantes classes sem que se possa falar de moda secundária (fig.12).

Também neste corte, se observou a presença de basalto.

#### 3.1.5. Corte de Obras Novas (corte n<sup>o</sup> 4)

O corte n<sup>o</sup>4 tem a particularidade de ser constituído, exclusivamente, por areias finas e argilas. Não foi observada a presença de calhaus, ao contrário do que sucedeu nos cortes 1, 2 e 3. Este corte é o mais importante do sector N do depósito do Carregado uma vez que permite a observação do depósito em cerca de 2 m de espessura. Os restantes cortes deste sector raramente ultrapassam os 0,5 m de espessura. Neles, também não se verificou a existência de calhaus.

#### 3.1.6. Análise granulométrica das areias do depósito do Carregado

Para caracterizar as areias do depósito do *CdãxzgdiàQ* socorri-me de duas amostras recolhidas nos cortes n<sup>o</sup>1 e 4. Nos restantes cortes estudados neste texto não existem leitos de areia fina e argila onde se possa fazer a recolha de amostras. Assim, optou-se por analisar, no laboratório, as referidas amostras.

Dois factos ressaltam do estudo efectuado:

1<sup>o</sup> A comparação das curvas cumulativas das areias dos dois cortes permite observar a calibragem mais elevada do sector N do depósito (corte n<sup>o</sup>4) em relação ao sector S (corte n<sup>o</sup>1) (fig.16). Com efeito, os valores dos índices de calibragem ( $Q_{d0}$  e  $S_o$  de Trask) são mais elevados no corte n<sup>o</sup>4 do que no corte n<sup>o</sup>1. Neste corte,  $S_o$  aproxima-se do valor que, em geral, é atribuído aos sedimentos pouco calibrados (2,47) e no corte n<sup>o</sup>4 ele é de 1,37, ou seja, corresponde a sedimentos bem calibrados. Quanto à



heterometria, no corte n<sup>o</sup>1, o índice de Cailleux (Hé) é igual a 0,61, ao passo que no corte n<sup>o</sup>4, Hé = 0,11.

2<sup>o</sup> A análise laboratorial detectou a presença de calcário no sector S (corte n<sup>o</sup>1), conforme referi anteriormente, ao contrário do acontecido no sector N (corte 4).

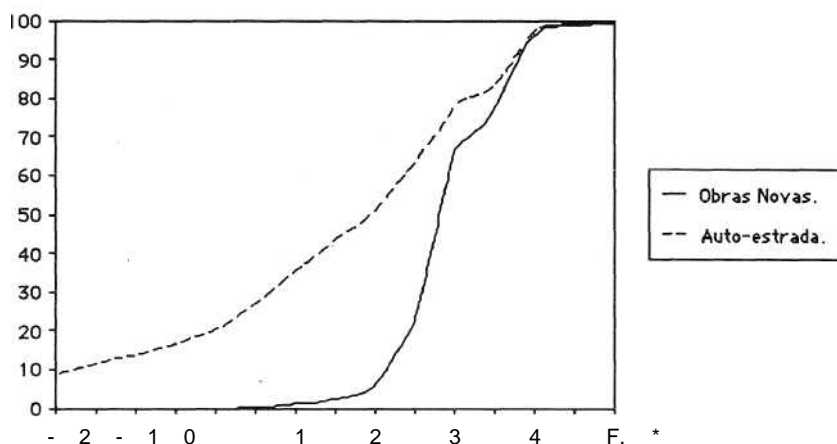


Fig. 16 — Curvas cumulativas dos grãos de areia do terraço do Carregado.

Um dos aspectos mais característicos do terraço do Carregado diz respeito à diferença entre os cortes do sector N e os cortes do Carregado. Essa diferença é visível através da natureza dos materiais que constituem o depósito. Em Obras Novas (corte n<sup>o</sup>4) não se observam calhaus, quer de calcário e arenito, quer de quartzo e quartzito, ao passo que no Carregado são abundantes, sobretudo os calcários e arenitos. Por sua vez, em Carambança (corte n<sup>o</sup>3), existem quartzos e quartzitos, o que significa que parte considerável dos materiais do depósito também têm origem nas formações do planalto de Cartaxo-Santarém, onde estes calhaus são abundantes.

Por outro lado, o facto de os cortes do Carregado (cortes n<sup>o</sup>1 e 2), terem precipitação de calcário e em Obras Novas não (corte n<sup>o</sup>4), sugere que, a influência da Orla Ocidental, no depósito, foi maior no sector S e W. É de realçar que os calhaus de quartzo e quartzito, em Carambança, têm um fraco grau de desgaste. A maioria são subangulosos (12% do total da amostra são quartzos e quartzitos subangulosos) e existe uma percentagem elevada de angulosos (10% do total da amostra são quartzos angulosos-quadro I). O mesmo acontece em duas amostragens feitas no Miocénico do rebordo oriental (quadro III). Nestas duas amostragens só existem quartzos e

quartzitos e a percentagem mais elevada é de calhaus subangulosos. A semelhança entre o grau de desgaste dos quartzos e quartzitos de Carambança e o dos calhaus do rebordo oriental da depressão de Ota (também de quartzo e quartzito), sugere que esse tipo de calhaus, em Carambança, têm origem no planalto de Cartaxo-Santarém. Por outro lado, o fraco grau de desgaste dos calcários e arenitos indica que o transporte foi curto, o que se compreende se considerarmos que são calhaus oriundos da orla sedimentar, localizada a ocidente.

O depósito do Carregado apresenta uma topografia levemente inclinada para E (2°). Aliás, a passagem dos materiais do Miocénico, a W, aos materiais do depósito, a E, faz-se sem que exista qualquer influência na topografia. De notar, ainda, que desde a rechã dos 50 m, situada no rebordo ocidental da depressão, até ao depósito do Carregado, o declive diminui progressivamente, sendo quase nulo na parte oriental do depósito. A topografia tem a forma côncava de um glacis que teria afectado, quer os materiais do Miocénico, quer o sector ocidental do depósito do Carregado (fig.9).

QUADRO HI — Grau de desgaste dos calhaus do Miocénico inferior do rebordo oriental  
(Valores em percentagem)

	Casal Novo		Casais de Britos	
	Quartzo	Quartzito	Quartzo	Quartzito
BR		<b>0</b>	<b>0</b>	2
R		<b>2</b>	<b>2</b>	2
SR	12	<b>6</b>	<b>6</b>	18
SA	40	<b>22</b>	<b>22</b>	24
A	18	<b>0</b>	<b>16</b>	6
MA	0	<b>0</b>	<b>0</b>	0

A observação do depósito de St.<sup>1</sup>. Catarina (corte n<sup>o</sup>5) fez-se através dum corte junto à estrada nacional n<sup>o</sup>1. A deficiente conservação do corte e as más condições de luminosidade impediram o registo fotográfico dos materiais que o constituem. No entanto, observei que o depósito é constituído por calhaus de calcário e arenito sem qualquer disposição em leitos. Não há matriz arenosa ou argilosa e a dimensão dos calhaus não ultrapassa os 15 cm.

### 3.2. Os depósitos arenosos da depressão de Ota e rebordo oriental

Para além dos depósitos do Carregado, St\*. Catarina e Carambança, a depressão de Ota tem, ainda, dois tipos de depósitos, embora peliculares: as areias finas em posição de vertente e leitos de calhaus envoltos em matriz arenosa grosseira.

Embora seja difícil delimitar a extensão das areias finas, consegue-se observá-las, em corte, em vários sectores da depressão de Ota e do rebordo oriental (fig.9, cortes n.º6 e n.º8 a 15). Estas áreas correspondem, de uma forma geral, a sectores onde o substrato rochoso é constituído por arenitos de fraca consolidação ou areias, o que constitui uma característica tanto da depressão como do rebordo oriental. Em geral, as areias superficiais localizam-se em vertentes de declives relativamente fracos (entre 5º e 10º), embora, nalguns casos, atingam os 20º, sobretudo no rebordo oriental (Casal da Gorda, corte n.º 12).

Na base das vertentes, as areias têm maior espessura, mas sempre inferior aos 2 m, ao passo que, no topo da vertente ela diminui, sendo, normalmente, pelicular (20 a 40 cm).

O depósito de leitos de calhaus com matriz arenosa grosseira (corte n.º7) situa-se, preferencialmente, disposto sobre as rechãs dos 25-30 m (v.g. do Serpe), no vale do rib.º do Alvarinho, entre os níveis da Base Aérea n.º e do Camarnal.

Na *Carta Geológica de Portugal* (folha 30-D) está cartografado um pequeno terraço, próximo de Casal d'El Rei, a 25 m de altitude (a E da Base Aérea n.º 2). Não foi possível encontrar um corte que possibilitasse o seu estudo. No entanto, percorrendo a área, observa-se, à superfície, uma maior concentração de calhaus de quartzo e quartzito, o que, por vezes, ocorre noutros sectores da depressão, nomeadamente nas rechãs do vale do Alvarinho (corte n.º 7).

#### **3.2.1. Depósitos de areia fina, em posição de vertente**

O local onde é mais fácil a observação destes depósitos situa-se próximo do Camarnal (corte n.º 6), entre os 20 e os 40 m de altitude, num corte de um areeiro onde se exploram, tanto as areias finas do depósito, como as areias do Miocénico (figs.9 e 18). Nele, consegue-se observar a maior espessura das areias, e na sua maior extensão. Pôr esse facto, para efeitos de descrição, foi dividido em três sectores.

##### Sector A.

Nesta parte do corte, a areia de cor branca acinzentada sobrepõe-se ao arenito do Miocénico. Está solta e tem espessura de cerca de 1,5 m. Embora

não se possa afirmar que se trata de uma areia com homometria elevada ( $Hé=0,79$ ), apresenta calibragem própria de ambientes de deposição selectivos, como se pode inferir da disposição da curva cumulativa de frequências (fig. 17). Tem, ainda, alguns grãos de areia mais grosseiros, angulosos ou subangulosos, que raramente atingem os 5 mm.

#### Sector B.

Neste sector, distinguem-se dois conjuntos. Na parte superior do corte observa-se uma espessura de cerca de 50 cm de areias muito semelhantes às do sector A. Na parte inferior do corte, com espessura de cerca de 1,5 m, há areia fina siltosa com intercalações de calhaus angulosos (67%) e subangulosos (22%) de quartzo e quartzito. Cerca de 90% destes calhaus, tem comprimento entre 1 e 3 cm. As areias têm cor castanha clara e, por vezes, observam-se concentrações irregulares de ferro que lhe dão cor vermelha. Estas concentrações de ferro coincidem, frequentemente, com sectores onde a areia é mais grosseira.

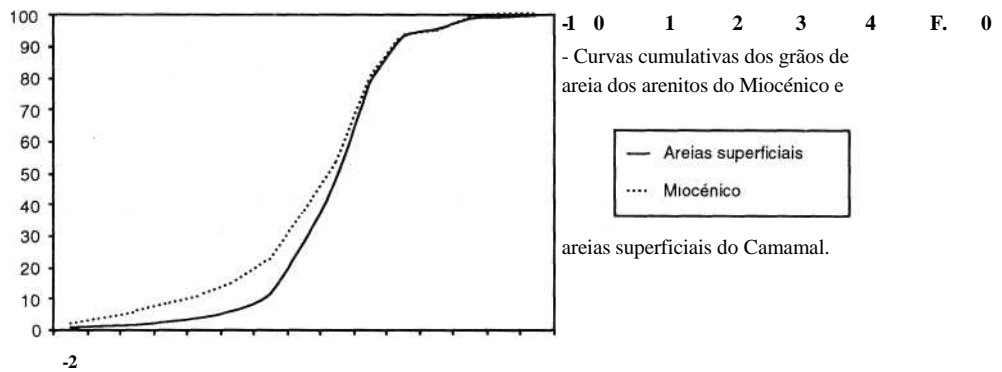


Fig. 17 -

Existe ainda, neste sector, um horizonte cinzento escuro que sugere o início de evolução pedológica, no sentido da podzolização. Neste horizonte existem pequenos fragmentos de carvão.

#### Sector C.

A característica mais importante deste sector do corte diz respeito à consolidação das areias por cimento ferruginoso. O corte apresenta lâminas de areia com impregnações de ferro alternando com outras de areia branca solta. Estas lâminas têm espessura igual ou inferior a 10 cm, que, no conjunto, atingem pouco mais de 2 m.

3.2.2. *Características granulométricas e morfoscópicas do substrato Miocénico e dos depósitos de areias finas na depressão de Ota e rebordo oriental*

Procurou-se condensar no quadro IV alguns elementos referentes às areias finas superficiais e às do substrato rochoso. Optamos por colocar os dados referentes às amostras recolhidas em cortes onde afloram, em simultâneo, as areias superficiais e o substrato.

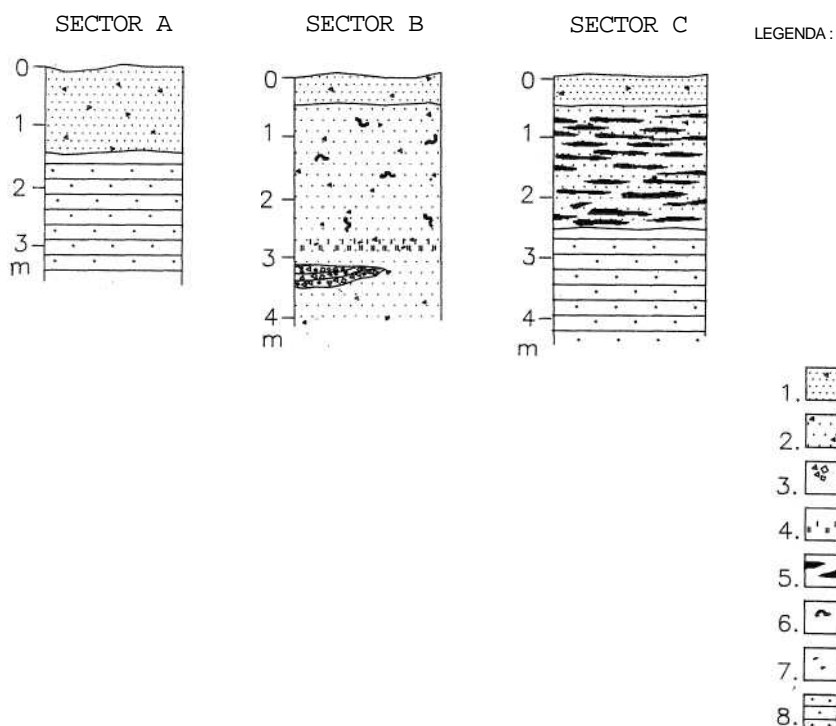


Fig. 18 — Corte esquemático do areeiro do Camarnal.

1. Areias lavadas.
2. Areia branca em tons de amarelo e castanho.
3. Calhaus de quartzo e quartzito.
4. Evolução pedagógica no sentido da podzolização.
5. Lâminas de areia consolidada por cimento ferruginoso.
6. Impregnações de ferro.
7. Carvão.
8. Arenitos e areias do Miocénico.

De uma forma geral, as amostras recolhidas têm uma percentagem de areia muito elevada (quase sempre superior a 80%), excepto no corte do Aterro Sanitário (fig. 9, n<sup>o</sup> 8 e quadro IV, amostras n<sup>o</sup>s 363-1/1 e 363-1/2) onde o substrato Miocénico é constituído, essencialmente, por argila (70%). É marcante o facto da maioria das amostras do substrato Miocénico ter percentagem de areia semelhante às amostras das areias superficiais.

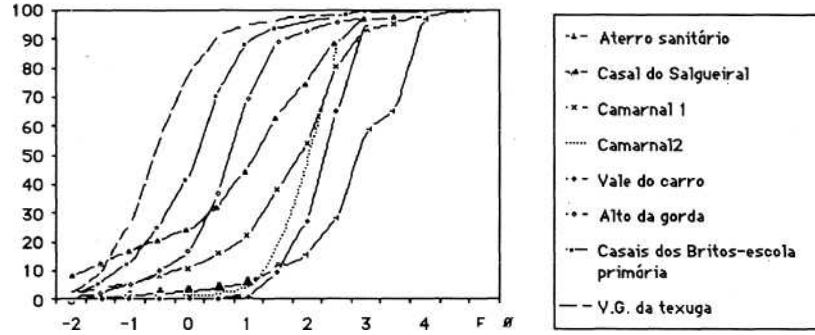
No que se refere ao desvio interquartis de Krumbein (Qd0), os valores variam entre 0,06 e 0,79, que, em geral, são identificáveis com ambientes de deposição de fraca energia (Cailleux e Tricart, 1963). Com efeito, 8 das amostras têm o valor de Qd0 igual ou inferior a 0,1 e, das restantes 10 amostras, 8 têm valor igual ou inferior a 0,5. Por outro lado, e para o índice de Trask (So), os valores oscilam entre 1,27 e 2,06, embora 13 das 18

QUADRO IV — Análise granulométrica, índices estatísticos, morfoscopia e arredondamento médio dos grãos de areia do Miocénico e areias superficiais da depressão da Ota-Carregado

	Amostras	Composição Fundamental		Granulometria das areias				Grãos de Quartzo com precipitação de Sílica% (malha 35)				Arredondamento Médio das Areias
		Areias%	Argilas%	Mediana mm		So	Hé	Brilhante B	Pouco sujos PS	Sujos S	Partidos P	
8 §	376-1/1-Cam. 1	79,2	20,8	0,28	0,14	1,53	0,76	38	43	18	1	0,27
	376-2/1-Cam. 2	98,5	1,5	0,24	0,06	1,27	0,03	22	57	21	—	0,31
	376-9/1-Alt. da Gord.	96,2	3,8	0,65	0,42	1,67	0,18	54	29	17	—	0,19
	376-10/1-C.deBrit.	92,7	7,3	0,94	0,44	1,51	0,25	42	21	37	—	0,21
	376-12/1-V.G.daTex.	89,7	10,3	1,58	0,51	1,4	0,49	43	18	39	—	0,19
	376-13/1-V.deCar.	88,1	11,9	0,21	0,05	1,26	0,04	14	61	25	1	0,23
	363-1/1-At. Sanit.	29,8	70,2	0,14	0,06	1,52	0,06	28	61	11	1	0,24
	363-4/1-Cas.doSal.	92,5	7,5	0,47	0,38	2	0,22	52	26	21	1	0,19
3 /	376-1/2-Cam. 1	92,3	7,7	0,24	0,1	1,4	0,04	23	46	28	3	0,29
	376-2/2-Cam. 2	92,7	7,3	0,24	0,1	1,4	0,04	23	54	20	3	0,31
	376-2/3-Cam. 2	96,5	3,5	0,25	0,1	1,4	0,04	35	46	17	2	0,3
	376-9/2-Alt.daGord.	92,2	7,8	0,58	0,21	1,4	0,25	51	34	25	—	0,22
	376-10/2-C.deBrit.	95,3	4,7	0,58	0,24	1,48	0,18	48	27	25	—	0,22
	376-10/3-C de Brit.	96,1	3,9	1,5	0,5	1,49	0,33	41	25	34	—	0,21
	376-12/2-V.G.daTex.	96,6	3,4	1,58	0,79	1,66	0,92	45	17	38	—	0,21
	376-13/2-V. de Car.	89,4	10,6	0,41	0,1	1,31	0,09	31	52	17	—	0,32
	363-1/2-At. Sanit.	65,6	34,4	0,18	0,09	1,58	0,05	34	38	24	4	0,24
	363-4/2-Cas.doSal.	98,6	1,4	1	0,73	2,06	0,92	38	28	34	—	0,19

amostras tenham valores inferiores a 1,6, sugerindo que, tanto o Miocénico como as areias finas se enquadram no grupo de sedimentos bem calibrados (Galopim de Carvalho, 1965). Quando comparamos os valores do índice de Trask (So) para as areias finas e para o Miocénico, verificamos que são muito semelhantes, sugerindo um grau de calibragem idêntido (fig.19).

Miocénico



Areias superficiais

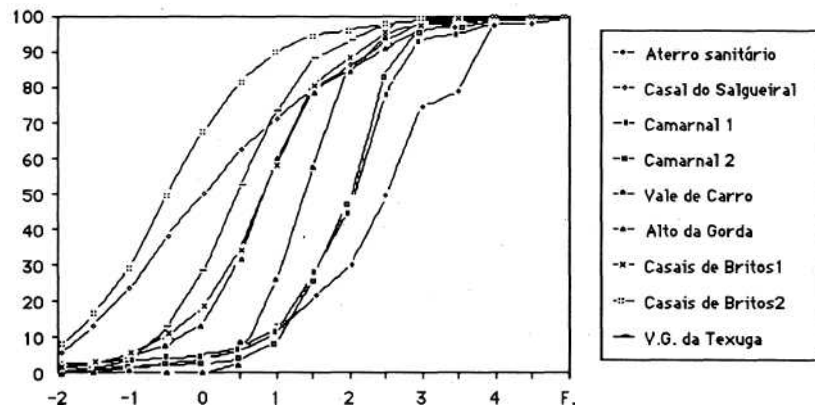


Fig. 19 — Granulometria dos grãos de areia dos arenitos e areias superficiais da depressão de Ota e rebordo oriental.

Quanto ao índice de heterometria de Cailleux (Hé) só existem valores inferiores a 1 (o maior valor é de 0,92). O valor inferior é de 0,03, e do conjunto das amostras, 6 têm valores inferiores a 0,06. São, também, valores baixos e sem grande amplitude de variação, revelando que existe uma grande

homometria, tanto nas areias do substrato Miocénico como nas areias finas, em todos os sectores da depressão e rebordo oriental.

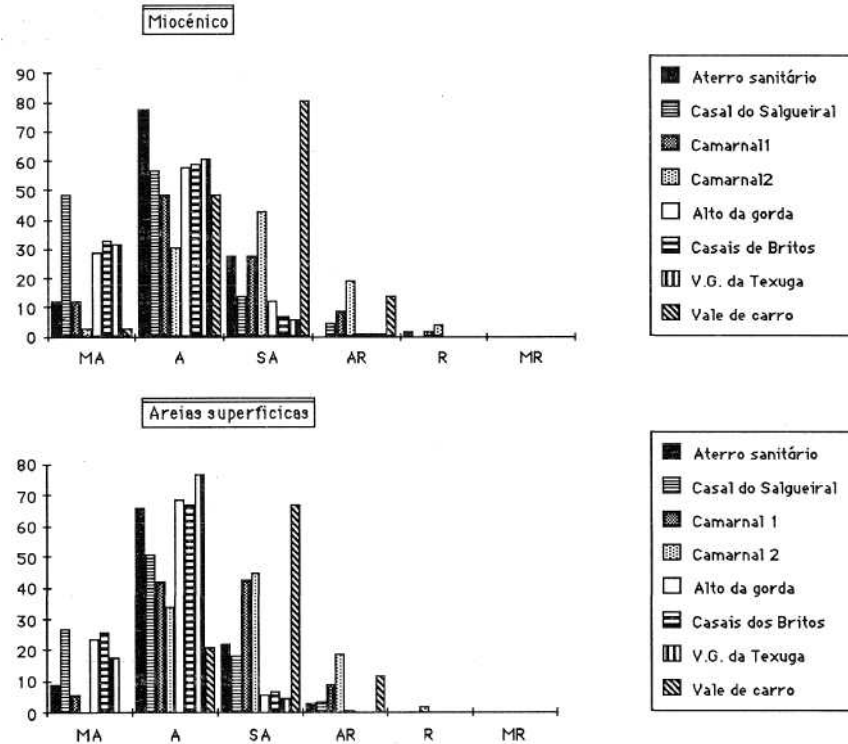


Fig. 20 — Grau de arredondamento dos grãos de quartzo da depressão de Ota e rebordo oriental. (Valores em percentagem)

A morfoscopia dos grãos de quartzo permitiu concluir que não existem marcas de choque na grande parte dos grãos, e só raramente aparece uma amostra com um grão com essas características, o que se torna irrelevante do ponto de vista da análise morfogenética. No entanto, a morfoscopia das areias permitiu identificar em todas as amostras uma percentagem elevada de grãos com precipitação de sílica (quadro III). Dada a grande semelhança entre o que se observa nas areias retidas nas malhas 60 e 35 e, sendo mais fácil a observação da malha 35, limitamo-nos à análise das areias desta malha.

Os grãos de quartzo foram divididos em três classes, em função da quantidade de sílica precipitada na superfície do grão. São considerados sujos (S) os grãos totalmente cobertos por sílica. Os grãos pouco sujos (PS) são os que têm grande parte da superfície com precipitação de sílica, embora



as arestas, sobretudo quando estão boleadas, sejam brilhantes» Os grãos brilhantes têm a superfície sem precipitação de sílica, embora, por vezes, se verifique que a sílica se conserva em pequenas cavidades. Observa-se, assim, que, em todas as amostras, a maioria dos grãos são sujos ou pouco sujos, tanto para o substrato Miocénico como para as areias finas. •

Com efeito, a percentagem dos grãos brilhantes varia entre 22% e 54% ao passo que os pouco sujos variam entre 17% e 61%. A percentagem de grãos sujos varia entre 11% e 39%. Se analisarmos os cortes individualmente observa-se que as percentagens variam significativamente. Só são aproximadas as percentagens dos grãos pouco sujos existentes no Miocénico e nas areias finas.

Por outro lado, verifica-se que o arredondamento médio dos grãos de quartzo varia entre 0,19 e os 0,32, o que representa um grau de arredondamento fraco. Verifica-se, assim, que existe uma grande semelhança destes valores entre as amostras recolhidas no substrato Miocénico e nas areias finas (fig. 20).

### 3.2.3. Depósito das rechãs do Alvarinho (v.g. do Serpe, corte n- 7)

Na margem direita do ribeiro do Alvarinho existe uma série de rechãs que rondam os 25-30 m de altitude (fig. 9). Próximo do v.g. do Serpe (24 m) há um corte, representado na fig. 21. Nele distinguem-se duas formações: na parte inferior, aflora o arenito fino, pouco consolidado e de cor vermelha, pertencente ao Miocénico inferior; na parte superior, com cerca de 1,5 m de espessura, existem leitos de calhaus de quartzo e quartzito, subangulosos a sub-rolados, envolvidos em matriz arenosa grosseira.

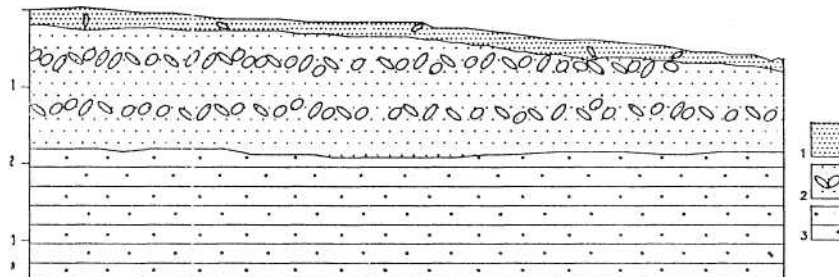


Fig. 21 — Recha do vértice geodésico do Serpe (25 m).

1. Película de areia acinzentada, com calhaus de quartzo e quartzito dispersos.
2. Depósito remexido do Miocénico.
3. Arenito fino a médio, pouco consolidado, do Miocénico.

Cerca de 76% dos calhaus são de quartzo, ao passo que os quartzitos são cerca de 20%. Estes valores são muito semelhantes aos do corte do Casal Novo, no rebordo oriental da depressão (quadro III).

Do conjunto dos calhaus observados no v.g. do Serpe, só 10% são sub-rolados, 42% são subangulosos e 48% angulosos. Da comparação com os leitos de calhaus observados no rebordo oriental, verifica-se que a percentagem de calhaus bem rolados e rolados é pequena em todos os cortes (quadro III), e as maiores percentagens de calhaus são subangulosos e angulosos.

No v.g. do Serpe, a matriz arenosa é solta e os calhaus são facilmente separáveis, ao contrário do que ocorre no Miocénico, onde a precipitação de ferro consolida, parcialmente, os materiais.

Da análise do conjunto dos depósitos estudados ao longo da depressão de Ota parece ressaltar duas conclusões fundamentais:

- 1<sup>o</sup> O depósito do Carregado parece testemunhar uma dinâmica fluvial muito importante em período em que as condições climáticas favoreciam o desenvolvimento da escorrência superficial concentrada. Este fenómeno parece ter sido mais importante próximo das gargantas dos rio de Alenquer e Grande da Pipa. Como veremos no ponto 4, é nestes locais que se verificam os maiores efeitos das cheias a quando da situação de precipitações extremas.
- 2- Os depósitos de areia fina em posição de vertente são testemunho de escorrência superficial difusa em períodos em que a cobertura vegetal parece ter sido mais esparsa que na actualidade. A sua localização ao longo da depressão de Ota parece resultar da distribuição generalizada do fenómeno. Revela, ainda, que o substrato rochoso da depressão é propício a esse processo erosivo, desde que não seja protegido por cobertura vegetal suficientemente densa.

#### 4. DINÂMICA ACTUAL

##### 4.1. Factores naturais e antrópicos

###### 4.1.1. *Depósitos de vertente e de fundo de vede*

A existência de depósitos conotados com condições climáticas próximas de um ambiente periglacial é referida por vários autores, desde meados deste século. Guilcher (1949) e S. Daveau (1973) descrevem escoadas de solifluxão e escombreliras estratificadas próximo do litoral, respectivamente, a S. do Cabo da Roca e junto à capela da S<sup>1</sup> do Ó (vale do

rio Sizandro). Mais recentemente A.B.Ferreira (1984 e 1985) e A.B. Ferreira et al (1987) estudaram vários depósitos, a N. de Lisboa, que designam de escoadas de solifluxão, depósitos de solifluxão em sentido mais lato, groizes, e escombrelas de gravidade com provável origem crioclástica . De entre estes há que salientar "os depósitos do vale da Ota" (A. B. Ferreira, 1985, p.88) designado por "talude de escombrela de gravidade", e os depósitos do vale do rio Alenquer designados por "groize".

Em 1988, José Luis Zêzere (p. 176) definiu duas gerações de depósitos de solifluxão, sendo uma provavelmente anterior ao Riss-Würm e outra contemporânea de um depósito de grèze considerado wurmiano. Este mesmo autor considera como sendo muito recentes os depósitos de solifluxão pelicular que "...aparecem praticamente em toda a região N de Lisboa." (1988, p. 176). Admite-se, inclusive, que a formação deste depósito se tenha prolongado "...no período histórico, tendo sido, provavelmente, activado pela destruição antrópica da vegetação, iniciada na idade média" (Ibid. p. 177).

**DEPÓSITOS DE SOLIFLUXÃO:** nas colinas de Alenquer-Merceana é frequente encontrarmos depósitos do tipo solifluxivo. De uma forma geral, são peliculares e atopetam as vertentes, sobretudo, quando os declives são inferiores a 20°. Para declives superiores, as espessuras dos depósitos são insignificantes sendo, por vezes, difícil de distinguir estes depósitos do simples remeximento do solo feito pela lavra dos terrenos. Na base das vertentes, eles são mais espessos, podendo atingir os 2 m.

No sector N do vale da ribeira das Águas (a N do Casal das Freiras), o depósito de solifluxão apresento cerca de 1,5 m de espessura e é constituído por uma matriz argilosa e crioclastos de calcário, dispostos ligeiramente em grinalda (fot.1 e fig. 30). Esta disposição sugere que a formação do depósito tenha sido contemporânea de um ambiente crionival, em que a fusão das neves saturava os arenitos finos e argilosos do Jurássico superior, criando boas condições à formação de depósitos de solifluxão.

No vale da Figueira, nos Casais da Marmeleira e do Casco (vale da ribeira do Porto e próximo do Carregado), os cortes permitem a observação de um depósito de solifluxão de características diferentes do depósito do vale do rib<sup>e</sup> das Águas. Em nenhum deles se verifica a existência de crioclastos achatados. Tanto no corte do Casal do Casco como no corte do casal da Marmeleira existem calhaus com dimensões inferiores a 10 cm , mas sem achatamento e sem disposição em grinalda. No casal do Casco observam-se blocos de calcário ou arenito envoltos em matriz argilosa mas, também aqui, não há presença de crioclastos.

De uma forma geral, os depósitos de solifluxão originam, na base das vertentes, formas côncavas muito semelhantes a pequenos glaciais de

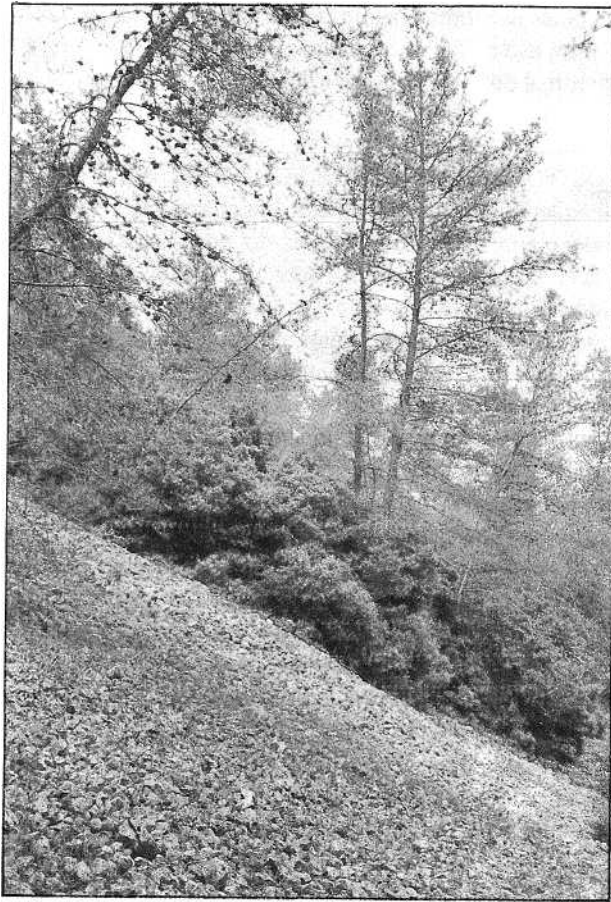
acumulação (fig. 34). O exemplo mais elucidativo corresponde ao glacis do vale da rib<sup>e</sup> da Qssa. Tanto na margem direita como na esquerda, a acumulação dos materiais dá origem a uma forma topográfica com os declives cada vez menores junto à base da vertente, resultante da mobilização dos materiais por processos solifluxivos. Actualmente, e em sectores sem cobertura vegetal, estas formas estão sujeitas à acção da escorrência superficial que inicia a sua degradação, embora de forma ténue.



Fot. 1 — Depósito de solifluxão com crioclastos de calcário. Vale do ribeiro das Águas.

**DEPÓSITOS DE ORIGEM CRIOCLÁSTICA:** na área objecto deste estudo encontramos dois locais onde se identificam escombrelas consideradas de gelifração e, portanto, formadas sob condições climáticas próprias de climas frios. São os depósitos dos vales dos rio Ota e Alenquer, nas respectivas gargantas (fot.2). Estes dois depósitos foram objecto de estudo de A.B. Ferreira (1985). No vale do rio Ota, A. B. Ferreira descreve-o como sendo uma "escombrela de gravidade, com declive de 33°. Neste talude, a cascalheira ora é dissimétrica (1-2 dm) ora centimétrica (dominando, por vezes, os elementos de 2-3 cm). Nenhum corte, porém, permite ver claramente a estrutura do depósito. Noutros taludes, nomeada-

mente na vertente virada a SW e nos valeiros afluentes, encontram-se calhaus de grandes dimensões e blocos que chegam a ultrapassar um metro. Pequenos cortes, ao longo das ribeiras, permitem ver que se trata, efectivamente, de um depósito muito heterométrico, praticamente sem matriz e sem estratificação definida", admitindo estar na presença de "crioclastos" 1985, p. 88). De notar que, na área de estudo não se observou este tipo de depósito, a não ser nas gargantas de Ota e Alenquer, o que eventualmente, pode ser atribuído ao efeito de abrigo que estas gargantas podem ter constituído, originando um microclima propício à acção mais intensa do gelo.



Fot. 2 —r Vertente N do vale do ribeiro do Soalheiro, afluente do rio Ota, na garganta. A escombreira de gelifracção regulariza a vertente cuja estabilidade é precária, tal como testemunha a inclinação de algumas árvores.

No vale do rib<sup>e</sup> do Bairro observou-se que um pequeno sector da margem esquerda, virada a E, tem um talude constituído, por calhaus de calcário com dimensão entre os 5 e os 10 cm e com matriz castanha clara, pouco abundante. Este talude tem a parte inferior fossilizada pela pequena planície coluvial que colmata o fundo do valeiro, até ao meandro que precede o encaixe em garganta.

Tanto o vale do rib<sup>o</sup> do Soalheiro como o vale do rib<sup>o</sup> do Bairro apresentam dois sectores com formações distintas. Nos sectores a montante, os vales são de fundo plano e, no caso da ribeira do Bairro, verifica-se a existência de um talude com crioclastos regularizando parte da vertente da margem esquerda. Nos sectores a jusante o vale tem a forma de garganta, em V, e apresentam escombrelas de gelificação a regularizar as vertentes. A passagem entre estes dois sectores corresponde a uma rotura de declive do perfil longitudinal dos dois cursos de água.

**DEPÓSITOS COLUVIAIS DE FUNDO DE VALEIRO:** no sector das colinas Alenquer-Merceana é frequente encontrar vales e pequenos valeiros com o fundo plano. Quer os afluentes do rio Ota (Bairro e Soalheiro), a montante das respectivas gargantas, quer os afluentes do rio Alenquer, assim como os vales dos rios Alenquer e Ota, também a montante desta garganta, têm quase todos vale de fundo plano, embora, por vezes, ele seja bastante estreito. Em muitos casos, esta pequena planície não ultrapassa um metro de altura relativamente ao leito actual do curso de água.

Seguem-se dois exemplos elucidativos de vales onde se observou este tipo de depósitos: os vales dos ribeiros do Bairro e do Soalheiro (afluentes do rio Ota), e os vales dos ribeiros da Travessa e rio Alenquer, a montante de Olhalvo.

Os fundos planos dos vales dos rib<sup>o</sup>s do Bairro e do Soalheiro têm uma planície coluvial constituída por areias finas e argilas e por calhaus de calcário, em geral angulosos, heterométricos, e dispostos em leitos. Estas acumulações são oriundas das vertentes, mas a sua disposição é dada pelo transporte longitudinal do ribeiro, apresentando um contacto em ângulo vivo com a vertente. O transporte destes materiais parece resultar de uma dinâmica de vertente que o faz atingir o fundo dos vales, sofrendo de seguida um retoque longitudinal, dando-lhe a forma de planície.

No entanto, estes ribeiros também apresentam um pequeno terraço nos sectores em garganta, composto por materiais oriundos da vertente. O corte observado apresenta a alternância de leitos de calhaus de calcário, embora pouco espessos, que, por vezes, ultrapassam os 10 cm, com leitos de areia fina e argila. Frequentemente, este terraço fossiliza blocos de calcário, que é frequente encontrar nas escombrelas de gravidade (fot. 3). Os calhaus não

apresentam qualquer grau de desgaste, o que denuncia pequeno transporte e origem na vertente próxima. Isto significa que parte do depósito é constituída a expensas das escombrelas de gelifração que regularizam quase toda a garganta do rio Ota e dos seus afluentes (Soalheiro e Bairro), e parte tem origem em materiais transportados ao longo das vertentes ou pelos cursos de água, consequência da erosão das bancadas espessas de arenitos finos argilosos do Jurássico superior. O terraço é, portanto, posterior à escombrela de gelifração, apresentando as características de um terraço de cheia.



**Fot. 3 — Coluviões que colmatam o fundo do vale do ribeiro do Soalheiro, a montante da garganta.**

Os vales do ribeiro da Travessa e do rio Alenquer, a montante de Olhalvo são amplos e com declives suaves a moderados, decrescendo progressivamente até ao canal de escoamento. A base da vertente lembra um amplo glacis resultante da solifluxão dos arenitos argilosos do Jurássico superior que a constituem. Os cortes são raros mas, nas vertentes, foi possível observar depósitos do tipo solifluxivo com uma espessura de cerca de 1,5 m. É possível que os arenitos argilosos, solifluídos, ao atingirem o fundo do vale, tenham sofrido o retoque do transporte longitudinal. Neste sector, o encaixe da rede hidrográfica parece ter estabilizado, o que pode ter contribuído para o alargamento do vale. Neste caso o fundo do vale é constituído por uma planície coluvial.

#### 4.1.2. *F/actores climáticos*

Uma das condicionantes mais importantes da dinâmica actual são as condições climáticas. No sentido de poder caracterizar climaticamente a área

em estudo procedeu-se à recolha de dados de precipitação e temperatura quer mensais quer diários das estações meteorológicas de Dois Portos e Ota/Base Aérea, assim como dos valores da precipitação do posto udométrico de Sobral de Monte Agraço.

Considerando o período de 1941/70, os valores médios anuais da precipitação são de 607.5 mm para Dois Portos, 879.9 mm para Sobral de Monte Agraço e de 559.7 mm para Ota, (quadro V e fig. 22).

QUADRO V — Precipitação. Valores médios mensais e anuais (período de 1941/70) <sup>1</sup>

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Ano
Dois Pori	86.3	71.8	75.8	51.6	36.0	19.6	7.6	4.6	25.4	55.2	95.4	83.2	607.5
S.M. Ag.	132.8	106.4	14.4	73.0	53.9	24.8	3.9 ? i	5.8	34.1	74.4	128.4	128.0	879.9
Ota/B. A.	69.8	62.7	96.8	46.1	34.6	185		4.7	26.3	53.5	93.0	51.6	559.7

Estes valores de precipitação não têm uma distribuição uniforme ao longo do ano. Com efeito, o clima desta região tem duas estações bem marcadas, podendo a estação seca prolongar-se desde Junho a Setembro (fig. 23). Na estação húmida, de Outubro a Março, sobressaem os meses de Novembro, na estação de Dois Portos com 95.4 mm, Novembro, Dezembro e Janeiro em Sobral de Monte Agraço com, respectivamente, 128.4, 128.0 e 132.8 mm, e, ainda, os meses de Novembro e Março em Ota com 93.0 e 96.8 mm, respectivamente. Assim, no que se refere às quantidades médias de precipitação no período de 1941/70, o mês de Novembro revela-se importante para as três localidades (quadro V). De Outubro a Março ocorre, em média, 70%, 78% e 76% da precipitação anual, respectivamente, em Dois Portos, Sobral de Monte Agraço e Ota/Base Aérea.

Há, no entanto, dois anos em que se torna importante a análise mais detalhada dos valores da precipitação. Trata-se dos Outonos/Invernos de 1967/68 e de 1983/84. Estes anos são importantes, na medida em que, são anos de fortes precipitações na região de Alenquer dando origem a cheias com consequências trágicas para esta povoação. Por outro lado, em Novembro de 1967 ocorreu o deslizamento de Casal da Ramolha<sup>2</sup>.

O mês de Novembro de 1967 foi um mês muito húmido, tendo-se registado 254.7 mm em Sobral de Monte Agraço (valor superior ao decil 9-fig. 23), 242.4 mm em Ota/Base Aérea (valor superior ao decil 9) e 193.1 mm

<sup>1</sup> Os valores utilizados de Ota/B. A. correspondem ao período de 1951/70.

<sup>2</sup> Informação oral recolhida junto da população local.



em Dois Portos (valor próximo ao decil 9), o que corresponde a quase o dobro do valor médio para Sobral de Monte Agraço, quase o triplo para Ota/Base Aérea e mais do dobro para Dois Portos (Quadro VI).

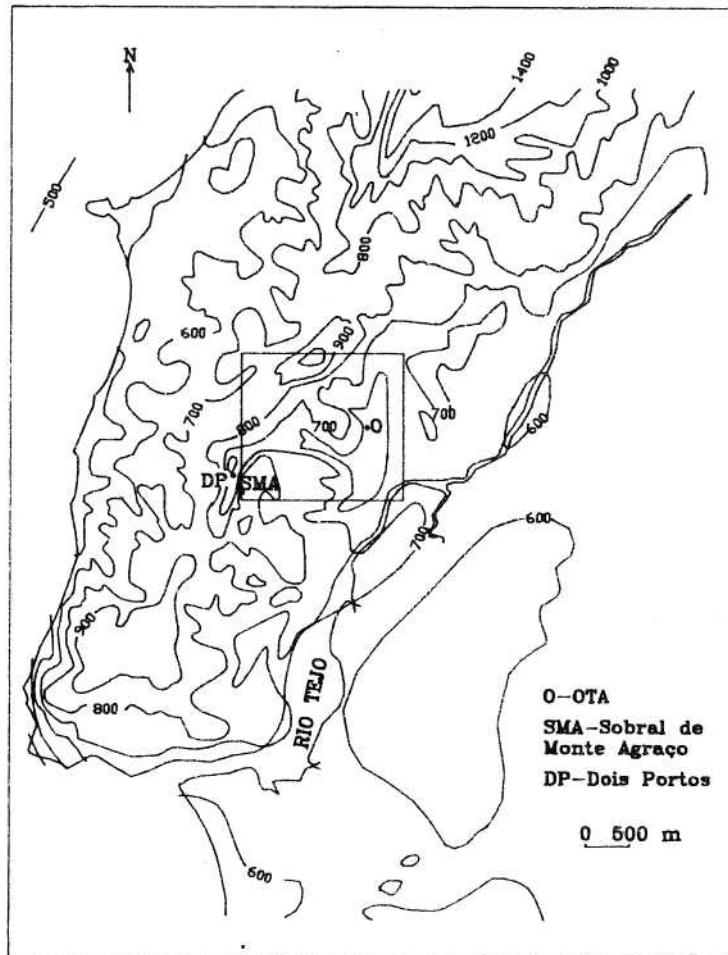


Fig. 22 — Precipitação. Valor médio no ano (mm). Extraído de Á.H. Ferreira, 1965, p. 45.

Mas, da precipitação ocorrida neste mês, grande parte caiu no dia 26 de Novembro. Embora o dia 26 seja o de maior de precipitação, o mês de Novembro, nos três locais analisados, é caracterizado por várias séries de dias consecutivos com precipitação, separados por curtos períodos secos. Em Sobral de Monte Agraço, a sequência de dias com chuva é constituída por oito dias, sendo o último, o dia 26, com 137.1 mm, ou seja, num só dia o

valor da precipitação é mais elevado que a precipitação média do mês (128.4 mm). Em Ota, no dia 26 de Novembro registaram-se 124.3 mm de precipitação (valor superior ao valor médio mensal), também precedido por vários dias consecutivos com precipitação. Só em Dois Portos a precipitação não ultrapassou o valor médio mensal (95.4), embora se aproxime.

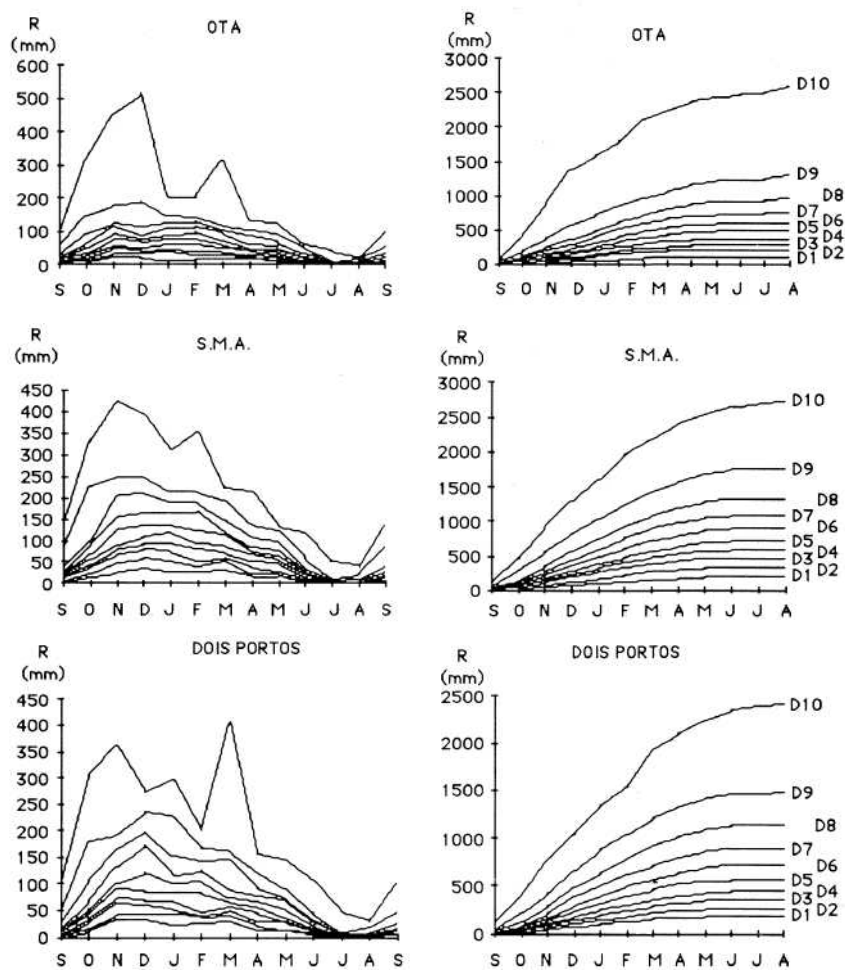


Fig. 23 — Regime provável da precipitação em Ota/Base Aérea, Sobral de Monte Agraço e Dois Portos (1941-1970). À esquerda, variação mensal dos decis; à direita, valores acumulados.

De igual forma, o mês de Novembro de 1983 foi também um mês muito húmido (Quadro VI). Com efeito, nas estações e posto udométrico analisados, os valores mensais da precipitação mais que triplicaram o valor

**QUADRO VI — Precipitação. Quadro comparativo dos valores diários, mensais e anuais.**

	Md. Ms	Nov. 67	Nov. 83	26.11.67	19.11.83	20.11.83	Ano
Dois Port.	95.4	193.1	361.5	90.8	130.0	55.2	607.5
S.M. Ag.	128.4	254.7	425.6	137.1	82.2	52.2	879.9
Oia/B. A.	93.0	242.4	455.9	124.3	163.0	93.5	559.7

médio mensal. Em todos os locais estudados o valor da precipitação mensal ultrapassa o decil nove (fig. 23). Sendo um mês particularmente húmido, há que acentuar o facto de que cerca de metade da precipitação ocorrida nesse mês, em Dois Portos (185.2 mm), se concentra em dois dias (19 e 20). Em Sobral de Monte Agraço cerca de 32% (137.4 mm) corresponde à precipitação dos dias 19 e 20, ao passo que para o caso de Ota/Base Aérea essa precipitação é de 56% (256.5 mm). Nestes dois dias, tanto em Dois Portos como Ota/Base Aérea e Sobral de Monte Agraço, choveu mais do que o valor médio mensal no período de 1941/70.

Por outro lado, à semelhança do que aconteceu em Novembro de 1967, a precipitação dos dias 19 e 20 ocorreu a seguir a uma série de dias consecutivos com chuva. Em Ota, registaram-se 15 dias com precipitação antes do dia 19, a que se seguiram mais 8 dias. Esta série tem 5 dias com precipitação superior a 20 mm, dos quais 4 são anteriores ao dia 19. Em Sobral de Monte Agraço, observou-se uma série de 4 dias com precipitação, seguido de outra com 19 dias, dos quais 9 dias têm precipitação superior a 20 mm e 6 de precipitação superior a 19 mm, antes do dia 19. Em Dois Portos registou-se uma grande série de 21 dias de precipitação, dos quais os dias 19 e 20 (com 185.2 mm) são os de maior precipitação. Verifica-se, portanto, que os dias 25 e 26 de Novembro de 1967 e os dias 19 e 20 de Novembro de 1983 correspondem a dias de precipitações intensas ocorrida a seguir a um período de precipitações abundantes.

Há, no entanto, duas diferenças importantes entre os dois episódios chuvosos. Em 1967 a saturação do solo fez-se na primeira década do mês de Novembro, ao passo que, em 1983 a saturação dos solos só ocorreu na segunda década (fig. 24).

A precipitação ocorrida nos dias a 25 e 26 de Novembro de 1967 alimentou, na totalidade, a escorrência superficial ao contrário do acontecido

em Novembro de 1983. De facto as cheias de 1967 foram mais violentas e devastadoras que as de 1983. De salientar que na bacia hidrográfica do rio Alenquer foram levadas a cabo obras de limpeza e desobstrução dos canais de escoamento o que terá permitido uma escoirência mais fácil, anulando ou reduzindo os efeitos da onda de cheia.

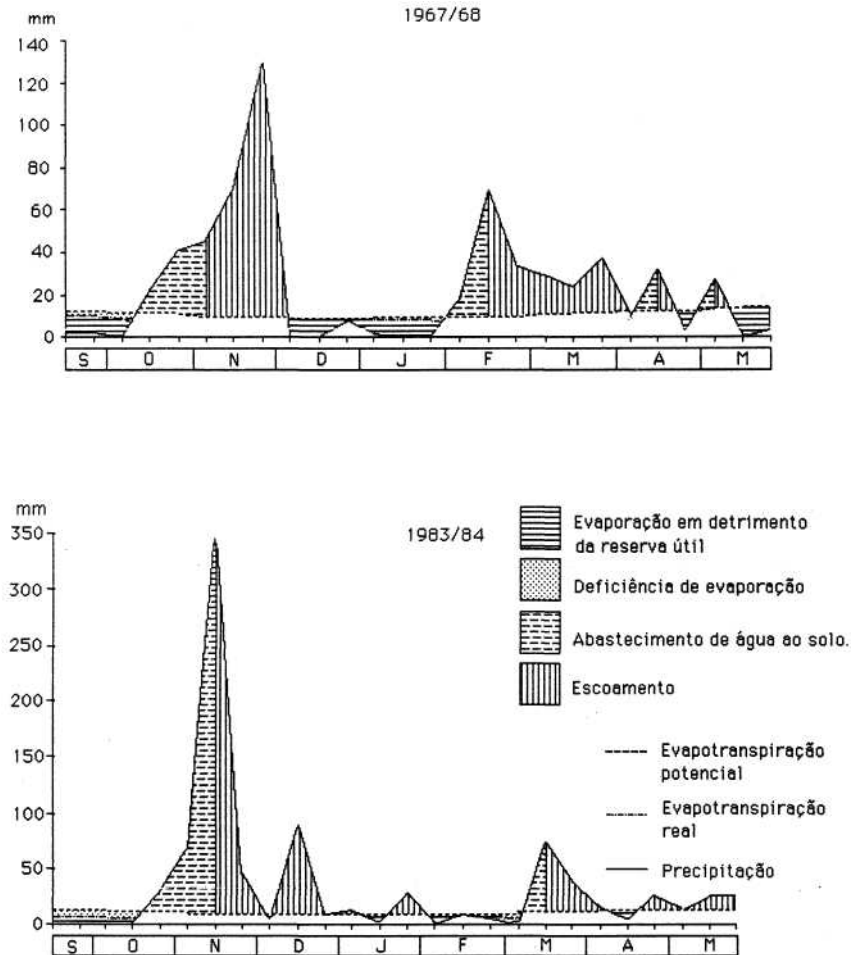


Fig. 24 — Balanço hídrico por décadas em Ota/Base Aérea, de Setembro a Maio, para os anos de 1967/68 e 1983/84. Reserva hídrica do solo de 200 mm.

Esta análise supõe que a cedência de água ao solo é automática, desde que o valor da precipitação seja superior ao da evapotranspiração potencial. Mas, segundo o modelo de escoirência de Horton (Selby, 1982), para que

isso se verifique é necessário que a intensidade de precipitação seja inferior à capacidade de infiltração, o que é provável que não suceda. Segundo Sivério Godinho, referindo-se aos dias 19 e 20 de Novembro de 1983 "...a quase totalidade da precipitação caiu em 24 horas enquanto que em 6 horas já tinha caído mais de metade correspondente a 24 horas. Essa percentagem aumenta ainda bruscamente quando se passa para as 12 horas" (1984, p. 13). Nesse caso, a intensidade de precipitação é extremamente elevada, o que permite pensar que a área marcada no balanço hídrico, que corresponde à escorrência superficial, possa ser bastante maior (fig. 24). Em 1967, e para Sobral de Monte Agraço, 80% da precipitação ocorreu durante 6 horas ao passo que, em Dois Portos, a percentagem correspondente foi de 75% (Silvedo Godinho, 1975).

Ainda para 1983, o mesmo autor afirma que, se considerarmos as intensidades diárias de precipitação para diversas estações a N de Lisboa, os tempos de retorno oscilam entre os 40 e os 100 anos, mas que, diminuindo o período para 12 horas, os tempos de retorno ultrapassam os 100 anos (Ob.cit., 1984, p.17). Se atendermos a que as precipitações têm ocorrência inferior a 12 horas, os tempos de retorno poderão ser consideravelmente superiores.

Se admitirmos a hipótese de Horton, com a ocorrência de escoamento superficial sempre que a intensidade de precipitação supera a capacidade de infiltração, é provável que a escorrência se generalize ainda antes de estar preenchida a capacidade total de reserva de água no solo. Neste caso, a quantidade de água da precipitação que alimenta a escorrência pode ser

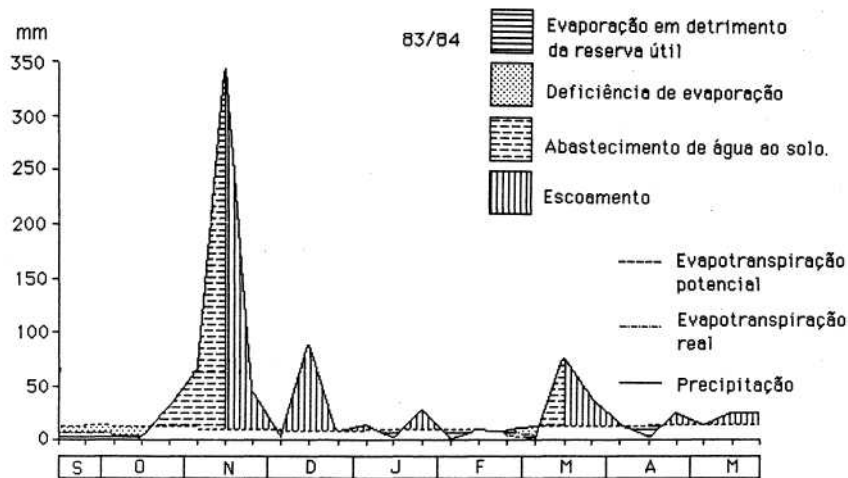


Fig. 25 — Balanço hídrico por décadas em Ota/Base Aérea, de Setembro a Maio, para os anos de 1983/84. Reserva hídrica do solo de 100 mm.

### Dinâmica actual e riscos naturais na depressão de Ota e colinas de Alenquer-Merceana

consideravelmente superior à que deixa antever o balanço hídrico, tanto para Novembro de 1967 (105.4 mm para a 3ª década) como para Novembro de 1983 (240.7 mm para a 2ª década).

Os balanços hídricos apresentados na fig. 24 supõem uma capacidade de retenção de água no solo de 200 mm. Esta opção assenta no facto de a litologia das colinas de Alenquer-Merceana (onde se instalam as redes hidrográficas dos rios Alenquer e Ota a montante das respectivas gargantas) ser constituída pelos arenitos finos argilosos de fraca consolidação do Jurássico superior. Estes arenitos têm grande capacidade de retenção da água.

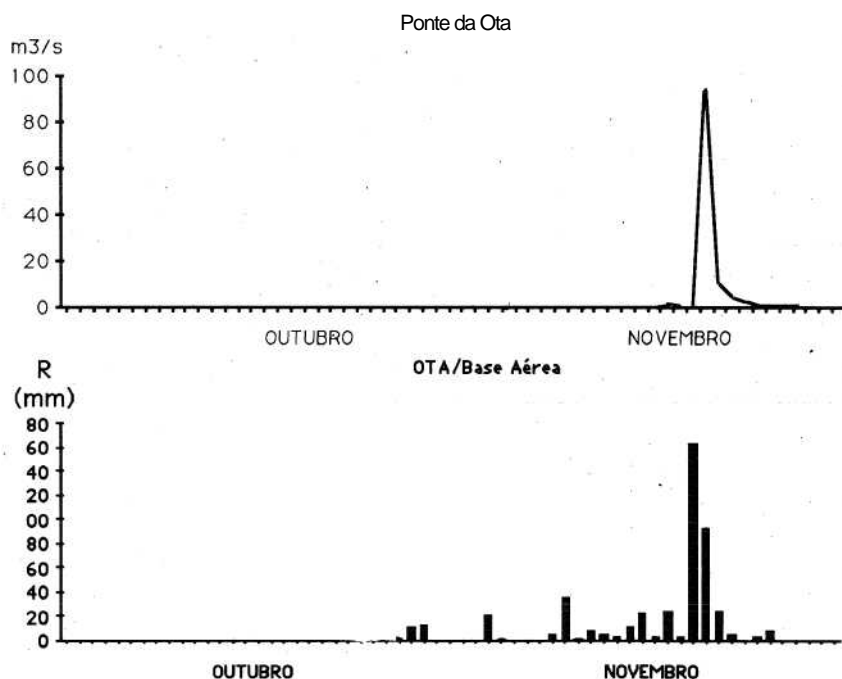


Fig. 26 — Caudais e precipitações dos meses de Outubro e Novembro de 1983 registados, respectivamente, em Ponte da Ota e Ota/Base Aérea.

O balanço hídrico de 1983/84 representado na fig. 25 é calculado com base numa reserva hídrica do solo de 100 mm. Com efeito, os arenitos da depressão de Ota são grosseiros e de fraca consolidação o que não permite grande retenção de água. Assim, a precipitação que não é retida no solo e alimenta a escorrência, na 2ª década de Novembro, é de 310.8 mm, o que não difere significativamente do que ocorre nas colinas de Alenquer-Merceana (333.8 mm).

A influência do clima na dinâmica actual é muito importante, sobretudo no que se refere ao regime hídrico dos cursos de água e à evolução de vertentes, o que torna essencial o estudo da variação da precipitação (fig.26). Um dos factores mais importante diz respeito à grande irregularidade da precipitação ao longo do ano, em especial na estação húmida. Existem largos períodos de tempo em que não ocorre precipitação logo seguidos de vários dias com precipitação. Por outro lado, a quantidade de água no solo, directamente dependente da ocorrência de precipitação, é nula ou quase nula, até meados do Outono (fig.24), o que resulta da secura estival e da variabilidade da precipitação no início da estação húmida, nunca chega a ser suficiente para reconstruir as reservas hídricas do solo, excepto quando há episódios chuvosos com quantidade e intensidade de precipitação semelhante aos que agora estudo.

Silvério Godinho considera que "o estado do tempo em Portugal continental entre os dias 18 e 21 de Novembro de 1983 foi, em larga escala,

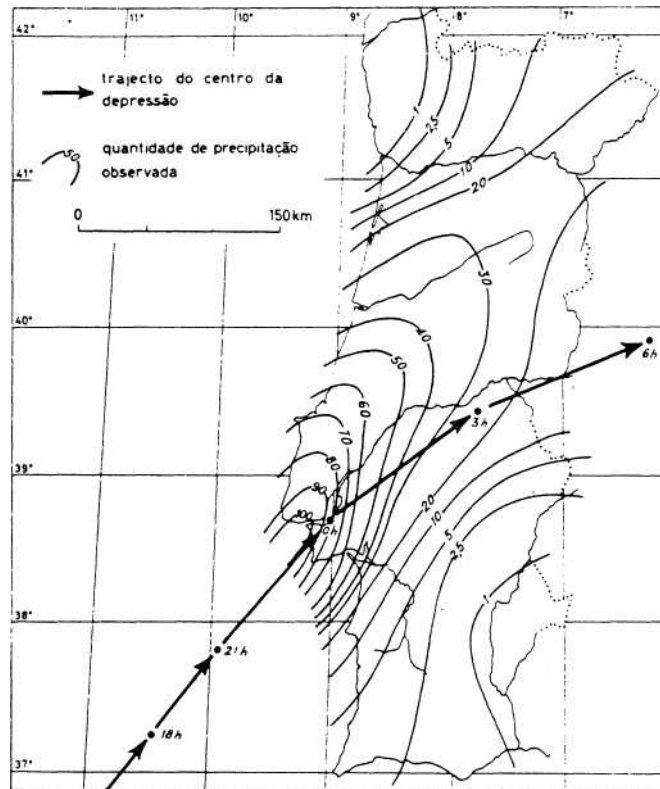


Fig. 27 — Trajecto da depressão e precipitações observadas nos dias 25 e 26 de Novembro de 1967 (extraído de I. de Amaral, 1968, p. 80).

condicionado pela aproximação e passagem de uma depressão muito extensa e cavada com um sistema frontal associado. A massa de ar transportada na corrente perturbada de SW era muito instável, tendo-se também verificado a passagem de sucessivas linhas de convergência, sem características frontais, associadas à depressão"(Ob. cit., 1984, p. 7 e 8).

D. de Brum Ferreira associa estas precipitações de grande intensidade a depressões de origem diversa mas onde intervêm activamente os processos convectivos (1985, p. 26). De igual forma, em Novembro de 1967, e segundo Ilídio Amaral, a origem da precipitação é atribuída a um "...sistema depressionário formado na região do arquipélago da Madeira e que em 24 de Novembro, se começou a deslocar para NE, em direcção a Lisboa; aos efeitos da depressão juntaram-se os de um sistema frontal que precedia uma massa de ar polar, de trajecto marítimo, transportado na circulação de um anticilone centrado a N dos Açores, deslocando-se com vento forte ou muito forte" (1968, p. 79), (fig. 27).

Idêntica trajectória deve ter tido o deslocamento da depressão de Novembro de 1983 já que a região de Ota e Alenquer foi afectada pelas mesmas condições meteorológicas (fig.28). As colinas de Alenquer-Merceana e o sistema montanhoso Montejunto-Serra Galega representam uma barreira importante à movimentação das depressões para N. Os valores

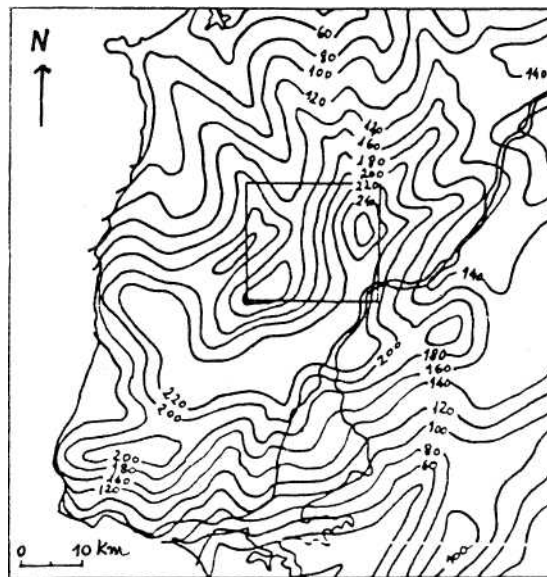


Fig. 28 — Quantidade total de precipitação registada entre as 9 horas do dia 19 e as 9 horas do dia 20 de Novembro de 1983 (extraído e adaptado de S. Godinho, 1984, p.21). O rectângulo delimita, aproximadamente, a área de estudo.



elevados da precipitação em Sobral de Monte Agraço (altitude=302 m), em detrimento de Dois Portos (altitude=30 m) e Ota/Base Aérea (altitude=50 m), com altitudes mais baixas, atesta a importância das altitudes mais elevadas, favorecendo as precipitações.

#### 4.1.3. *Factores humanos*

A ocupação humana difere consoante as vertentes. As vertentes com declives iguais ou superiores a 20° raramente são utilizadas pela agricultura. Para declives inferiores a 20° a ocupação dos solos é intensa, sendo a agricultura a actividade dominante quer nas colinas de Alenquer-Merceana quer na depressão de Ota.

De todas as culturas, a vinha é a cultura dominante, embora também existam algumas explorações agrícolas com pomares. As áreas de floresta são muito restritas nas colinas de Alenquer-Merceana. No topo de alguns cabeços, de acesso mais difícil ou de solos pouco espessos, encontramos a floresta de pinheiros. É o que ocorre na área calcária entre Ota e Bairro (a N de Alenquer).

A ocupação agrícola domina grande parte da depressão de Ota. No entanto, nesta área existem extensões consideráveis de floresta de pinheiro. É o que ocorre a N, em toda a chã Alta, em grande parte da chã do Estreito, um largo sector do rebordo oriental, assim como todo o sector a N do Monte Redondo pertencente ao rebordo ocidental.

No verão de 1987 grande parte da floresta de Ota foi queimada e no verão de 1988 iniciou-se um processo de florestação de quase todo o sector N da depressão de Ota e do rebordo oriental. Grande parte da floresta de pinheiro foi substituída por eucaliptos. O plantio desta árvore faz-se paralelamente às curvas de nível e ocupa, tanto o topo das vertentes, as vertentes, e alguns sectores da planície aluvial.

Tentando sistematizar a importância da utilização dos solos para os processos geomorfológicos, podemos dizer que, de uma forma geral, a agricultura exerce um papel pouco protector. A vinha é plantada em fiadas paralelas, separadas cerca de 1,5 m. Depois da poda, e durante um largo período da estação húmida, o solo fica sem cobertura vegetal contínua que o proteja da acção erosiva. Na depressão de Ota, com a substituição da floresta de pinheiro pela de eucalipto criaram-se grandes extensões de terras que, a curto prazo, estão totalmente desprotegidas da acção da erosão. Mesmo com a lavra paralela às curvas de nível, o que nem sempre ocorre, a erosão encontra as condições ideais para o seu desenvolvimento. Essa vulnerabilidade à acção erosiva agrava-se pelo facto de se terem lavrado os solos, o que contribui para a sua desagregação, fornecendo material em

abundância para ser transportado pela escorrência superficial. No caso das vinhas plantadas em vertentes de forte declive (entre os 15° e os 20°), a lavra com máquinas agrícolas só é possível se for feita perpendicularmente às curvas de nível, o que constitui um poderoso auxiliar à escorrência superficial. A escorrência limita-se a aprofundar os sulcos resultantes da lavra.

A acção humana também, se faz sentir na abertura de trincheiras, na construção de casas, abertura de caminhos ou mesmo no rebaixamento de terrenos e construção de socacos no sentido de diminuir os declives e facilitar a agricultura. Essa acção pode resultar em rotura de equilíbrio dos materiais que constituem as vertentes sendo particularmente importante nos arenitos finos e argilosos das colinas de Alenquer-Merceana dando origem a movimentos de massa. Este tipo de intervenção também ocorre na depressão de Ota com grande frequência mas, dada a textura grosseira dos arenitos do Miocénico, é mais fácil evitar os movimentos de massa. Essa diferença explica a razão porque nas colinas de Alenquer-Merceana é mais frequente a construção de muros de suporte que na depressão.

Nos canais de escoamento a acção humana pode conduzir à obstrução do escoamento. Isso faz-se através do despejo de detritos no leito dos cursos de água. Grande parte do ano, as ribeiras apresentam caudais fracos e, portanto, só raramente utilizam toda a extensão do canal de escoamento. Daí que as populações utilizem esses canais como local de despejo de detritos. Quando os caudais são maiores, esses detritos vão constituir obstáculos ao escoamento, provocando a concentração dos picos de cheia. De igual forma, a construção de pontes mal dimensionadas vão provocar o retardamento da escorrência e concentração do pico de cheia o que se torna desastroso. É o caso da fábrica de cartão de Alenquer, parcialmente destruída em 1967.

#### 4.2. Os processos geomorfológicos actuais: estudo de alguns casos

Uma das características morfológicas mais importantes dos vales das colinas de Alenquer-Merceana é a dissimetria de que são exemplo os vales dos ribeiros das Águas e do Porto. A dissimetria destes vales reflecte a grande variedade litológica e a alternância de bancadas sedimentares de dureza diferente (fig. 29), dando origem a uma grande variação nos declives (fig.6).

Em geral, as bancadas espessas de rochas resistentes originam os abruptos rochosos, ao passo que as convexidades correspondem a intercalações de bancadas delgadas de rochas resistentes, em arenitos argilosos pouco resistentes. Embora essa alternância litológica seja uma constante destes vales, nem sempre se faz sentir de forma directa na

morfologia das vertentes. Por vezes, as irregularidades das vertentes estão fossilizadas por depósitos de vertentes.

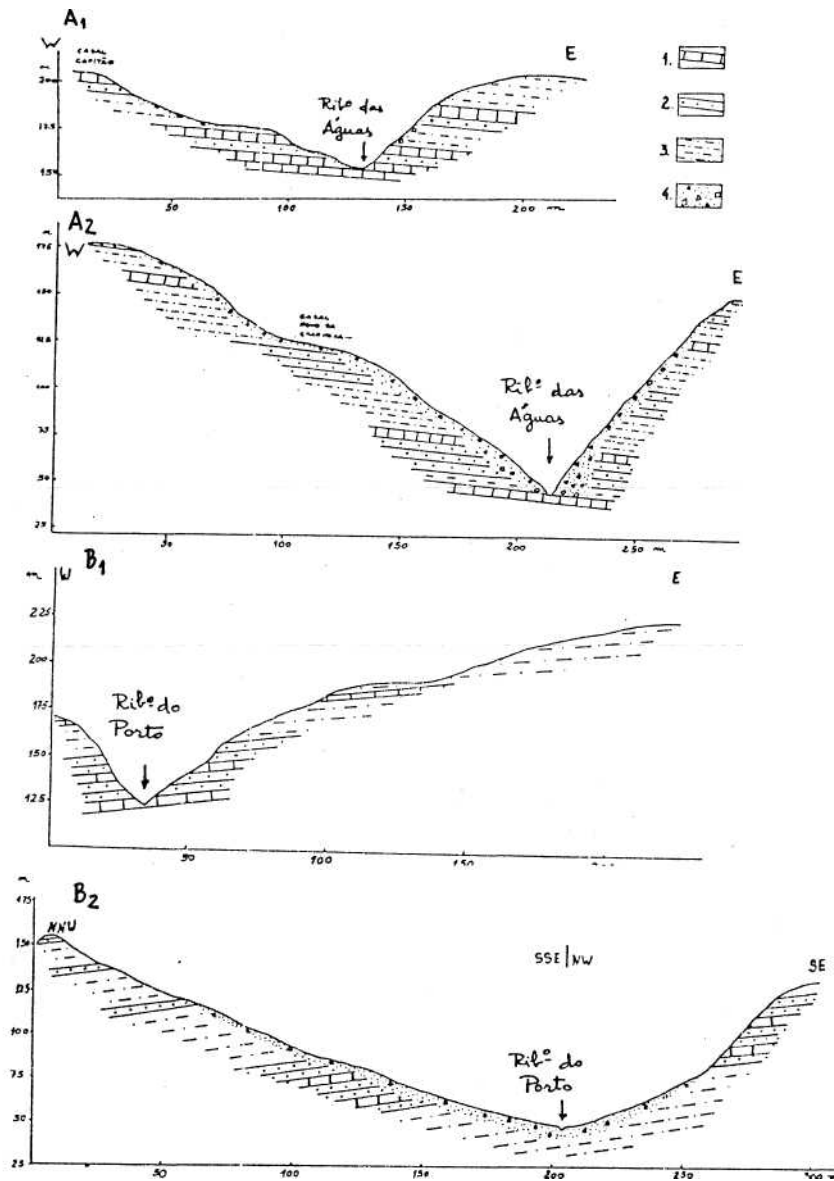


Fig. 29 — Cortes geológicos: A- Vale do ribeiro das Águas; B- Vale do ribeiro do Porto, 1. Calcário duro; 2. Arenito muito consolidado; 3. Arenito argiloso, pouco consolidado; 4. Depósito de vertente.

#### 4.2.1. Os deslizamentos

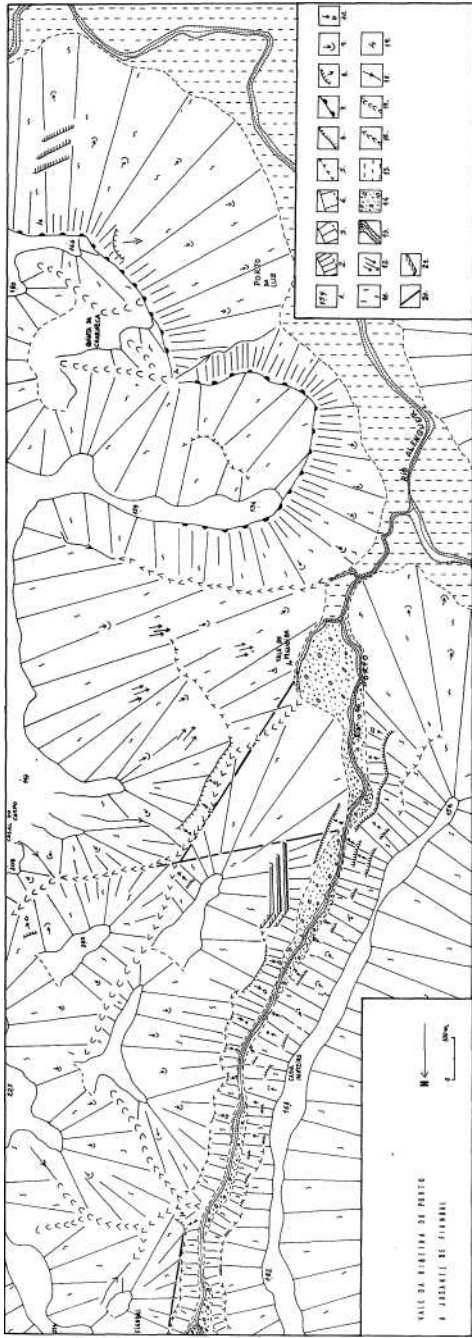
Os deslizamentos de pequena dimensão proliferam em toda a área. A intervenção humana, por pequena que seja (abertura de caminhos, abruptos e patamares), provoca instabilidade, originando-os. Os sinais de instabilidade traduzem-se em muros danificados, fendas abertas em casas e caminhos destruídos ou obstruídos. Mesmo em vertentes com declives menores ( $15^\circ$ ), e, portanto, menos propícios aos movimentos de terras, esse fenómeno existe. É o caso da vertente ocidental do vale da Ossa, com declives entre  $10^\circ$  e  $15^\circ$ . A fotografia 4 mostra uma casa deslizada nessa vertente. De referir que, ao lado desta, há outras com fendas verticais que revelam sinais de movimentação.



Fot. 4 — Casa em construção, destruída por movimento de terras na vertente W do vale do ribeiro da Ossa.

Para além dos deslizamentos de pequena dimensão, existem três de grandes dimensões que importa estudar mais em pormenor; o deslizamento do vale do rib<sup>o</sup> das Águas, o do vale do rib<sup>o</sup> de Porto da Luz e o do Casal da Ramolha, no vale do rio Alenquer.

O deslizamento do vale do rib<sup>o</sup> das Águas situa-se junto às base da vertente oriental, tem forma circular e cerca de 50 m de largura (fig. 30) Este deslizamento tem uma deslocação pequena e apresenta uma única cicatriz. Por outro lado, parece ter sido profundo e com deslocação vertical a predominar sobre a horizontal, já que as árvores conservam uma posição próxima da vertical e não foram desenraizadas. Uma vez que o deslizamento



Vale da Ribeira das Águas

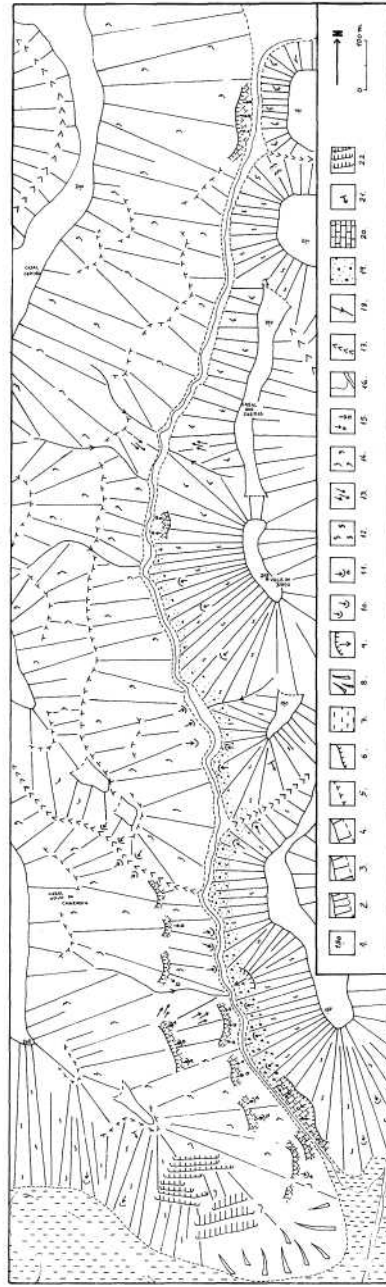


Fig. 30 — Esboços geomorfológicos dos vales das ribeiras das Águas e do Ponto.

ocupa o sopé da vertente, é provável que o trabalho de sapa do curso de água tenha tido importância no desencadear do movimento dos materiais. De notar que, um pouco mais a jusante, o trabalho de sapa é fundamental para a evolução da vertente oriental do vale (fig. 32 e fot.5).

O deslizamento do vale do n/f de Porto da Luz localiza-se na vertente de Porto da Luz, no vale do rio Alenquer, a montante da garganta (fig.30 e 31). A vertente de Porto da Luz é constituída por bancadas de arenito

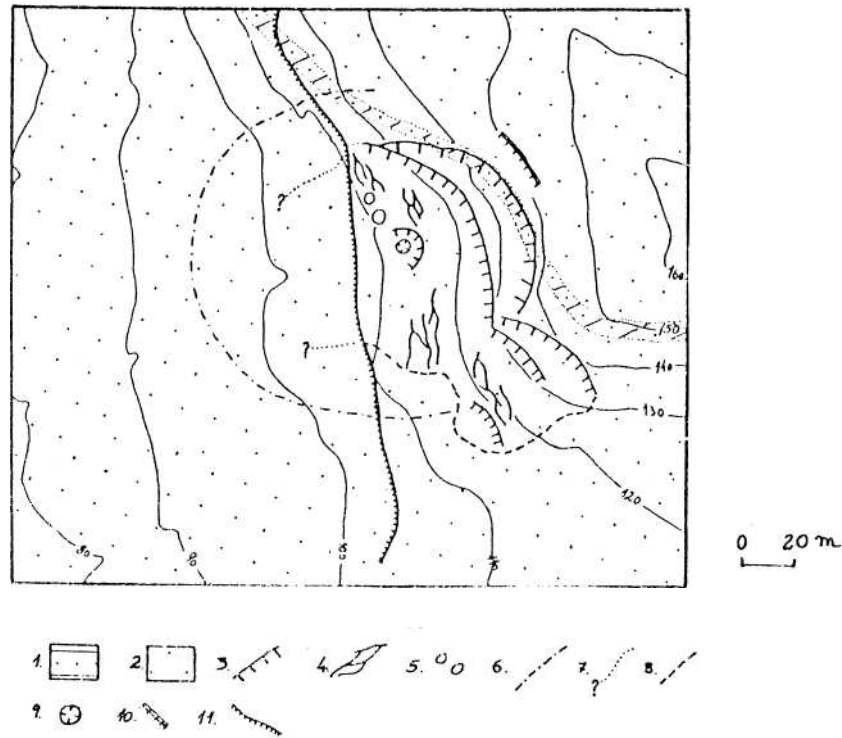
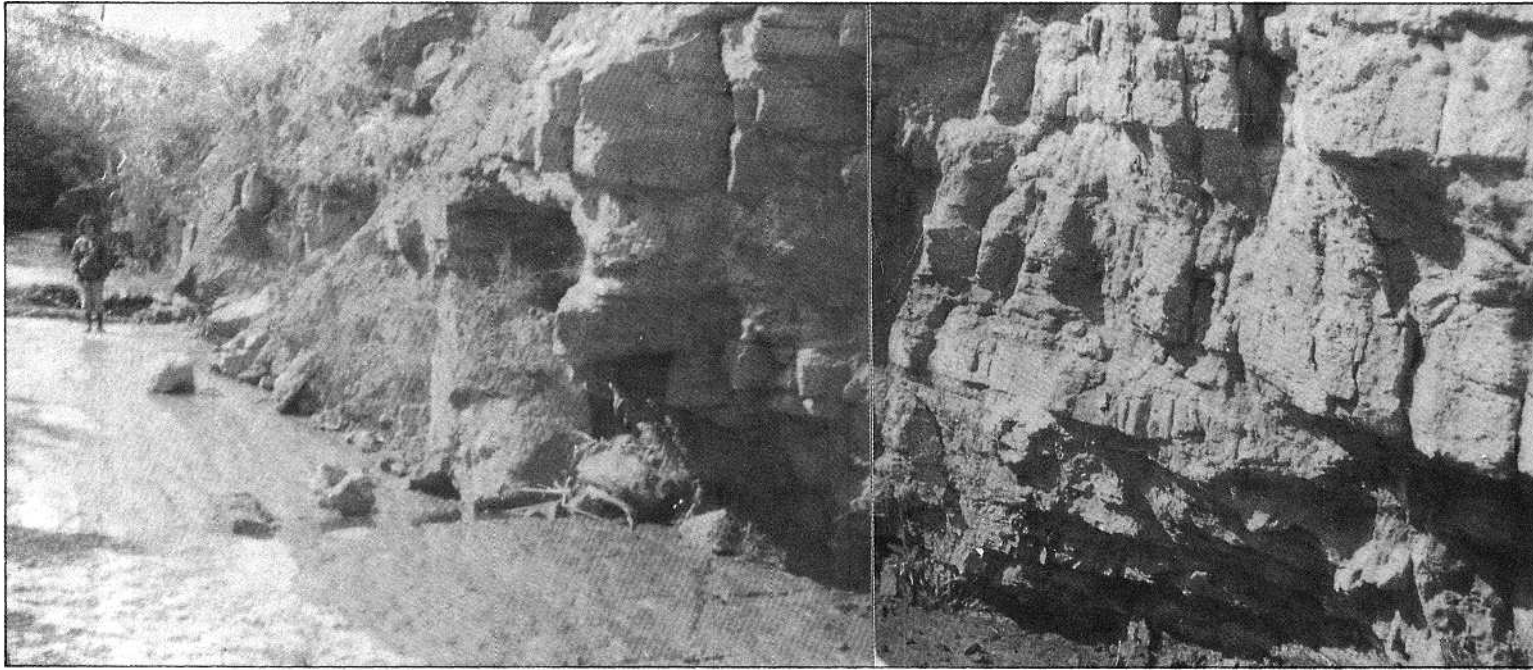


Fig. 31 — Litologia e esboço morfológico do deslizamento de Porto da Luz.

1. Arenito muito consolidado.
2. Arenito argiloso pouco consolidado.
3. Cicatriz do deslizamento.
4. Fendas.
5. Pequenas depressões resultantes do abatimento de terras.
6. Limite provável de deslizamento mais antigo.
7. Idem, mais recente.
8. Limite de deslizamento.
9. Poço.
10. Abrupto antrópico.
11. Talude de caminho.

argiloso tendo, próximo do topo, bancadas de arenito resistente. Este arenito desempenha papel importante na retenção da água infiltrada. No local onde ocorreu o deslizamento existe um poço, o que mostra que o nível freático não está muito afastado da superfície. Por outro lado, o deslizamento afectou os materiais de um deslizamento anterior cujos limites são difíceis de



Fot. 5 — Queda de blocos e trabalho de sapa.

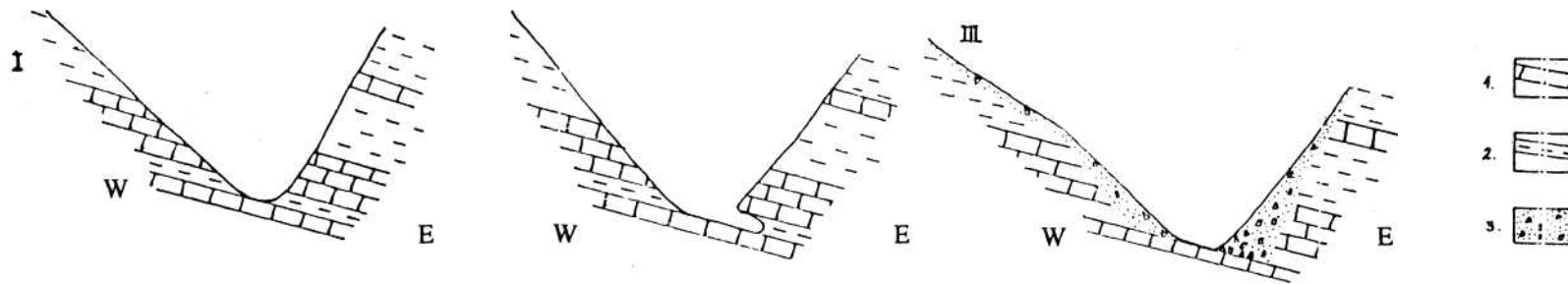


Fig. 32 — Esquema de evolução de vertente no vale do ribeiro da Águas.

- 1. Rocha muito resistente (calcário ou arenito); 2. Margas; 3. Depósito de vertente (a E desabamento e a W deslizamento).

determinar, uma vez que os trabalhos agrícolas os apagaram. Embora a definição dos limites rigorosos seja difícil, a existência de um deslizamento anterior é sugerida pela forma da vertente e confirmada por dois cortes feitos aquando da abertura do caminho. Estes cortes revelam a existência de bancadas sedimentares deslocadas da sua posição original, sendo, por vezes, difícil perceber a sua continuidade.

O facto dos arenitos argiloso<sup>^</sup> estarem deslizados aumenta consideravelmente a capacidade de infiltração da água, quer pela formação de pequenas irregularidades na vertente, impedindo a escorrência superficial, quer pela criação de espaços vazios no interior dos materiais.

Um outro factor importante, a ter em consideração, é a abertura do caminho. Este influi duplamente na alteração das condições de estabilidade da vertente. Por um lado, com a abertura do caminho, é retirado parte do suporte dos arenitos argilosos situados a montante. Por outro lado, o caminho funciona como canal de escoamento da drenagem da vertente a N de Porto da Luz. A água que escorre pelo caminho encontra, no local do deslizamento, boas condições de infiltração.

Morfologicamente, este deslizamento caracteriza-se por ter várias cicatrizes (fig. 31). Ao longo do material deslizado observam-se fendas dispostas transversalmente ao deslizamento, entre as quais existem sectores abatidos de terra. Também foi possível observar que o poço abateu, mas conservou a estrutura das paredes em tijolo, quase intactas. A jusante do caminho, as práticas agrícolas destruíram sinais eventuais de deslizamento, mas é certo que afectou o caminho, tendo sido necessário refazê-lo.

Estas características dão-nos indicações acerca do tipo de deslizamento ocorrido. O facto dos materiais não se terem movimentado muito para além do caminho, associado ao abatimento de alguns sectores limitados por fendas e, ainda, à deslocação do poço, na vertical, constituem sugestões de que se trata de um deslizamento rotativo. Infelizmente, não se sabe a data de ocorrência, o que permitia estabelecer uma relação com a precipitação registada, e, eventualmente, com as condições hídricas existentes no momento do deslizamento.

Para além dos deslizamentos já referidos, observa-se, a S W do Casal de Ramolha, um deslizamento de grandes dimensões (fig. 33 e 34 e foL 6). Na vertente do deslizamento existe a seguinte sucessão litológica: na base afloram as margas do complexo margoso de Abadia, sobrepondo-se-lhe os calcários corálicos de Amaral e sobre os calcários assenta o complexo arenítico-argiloso pouco resistente, do kimeridgiano.

Neste local, o pendor das bancadas é quase nulo, embora se possa identificar uma pequena inclinação para N. A estrutura da vertente caracteriza-se, no essencial, pela intercalação de espessa bancada de calcário compacto entre margas e arenitos argilosos de fraca consolidação (fig. 33). A



bancada de calcário corresponde, grosso modo, à parte da vertente que é rectilínea e com maior declive, superior a 20°. Na base, e coincidente com o afloramento das margas, a vertente é côncava. Na parte superior, coincidente com o complexo arenítico-argiloso, a vertente é convexa. Esta disposição estrutural é favorável à instabilidade da vertente uma vez que os calcários e os arenitos espessos exercem forte pressão sobre as margas que afloram na base da vertente.

O deslizamento ocorreu na noite de 25 para 26 de Novembro de 1967<sup>1</sup>. Nessa noite, a precipitação em toda a região N de Lisboa foi intensa. Em Dois Portos, entre as 19 h do dia 25 até à 1 h do dia 26 registaram-se 72,8 mm de precipitação (I. Amaral, 1968, p.81). Em Alenquer, a altura das águas atingiram os 3,07 m acima da planície aluvial<sup>2</sup>. As precipitações intensas, aliadas à subida das águas no fundo do vale, contribuíram para a saturação das margas do complexo margoso de Abadia, o que pode ter sido importante para o aumento da sua plasticidade e a ocorrência do deslizamento.

Neste deslizamento a intervenção humana parece ter desempenhado um papel marcante. Com efeito, antes do deslizamento existia uma nascente de água próximo do topo da vertente, nos arenitos argilosos. Essa nascente drenava grande parte da escorrência, a montante. Isto impedia a infiltração da água e a consequente saturação das margas, sob os calcários. O proprietário das terras decidiu tapar a nascente<sup>3</sup>. Assim, a água que escorria à superfície passou a infiltrar-se. Na noite de 25 para 26 de Novembro, as margas, saturadas pela água, tornam-se plásticas, originando o deslizamento.

Embora o factor mais importante tenha sido a precipitação ocorrida nessa noite, há que pôr em evidência o papel que a acção humana pode ter desempenhado. A subida das águas e inundação da planície aluvial do rio Alenquer, a obstrução da nascente do topo da vertente e as fortes precipitações, são os principais responsáveis pelo desencadear do deslizamento.

#### 4.2.2. Desmoronamentos e quedas de blocos

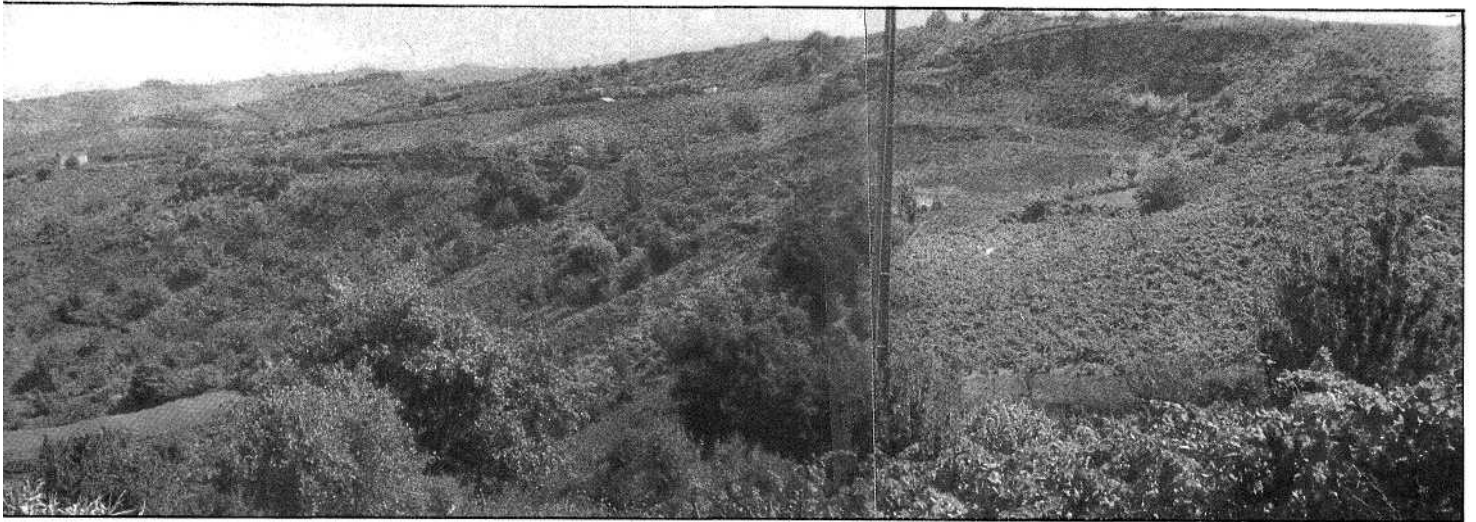
Sempre que existem abruptos rochosos, verifica-se, como é natural, a queda de blocos (fig. 30). Na vertente oriental do vale do rib<sup>Q</sup> das Águas este processo adquire um carácter espectacular, como consequência do trabalho de sapa do ribeiro. Junto à foz, onde o encaixe é mais vigoroso e as bancadas

---

<sup>1</sup> Informação oral recolhida junto da população local.

<sup>2</sup> A altura da Águas está registada numa casa da rua Triana. I. Amaral afirma que, nessa noite, o rio de «...Alenquer, assume caudais de cheia excessivamente violentos e, em inúmeros locais, os máximos anuais de subida das águas foram rapidamente ultrapassados» (*ob. cit.*, p. 81).

<sup>3</sup> Informação oral recolhida no campo.



Fot. 6 — Deslizamento do Casal da Ramolha.

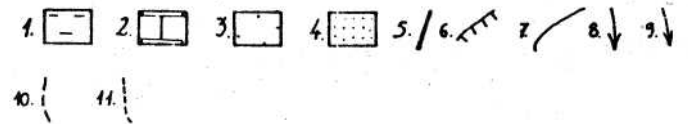
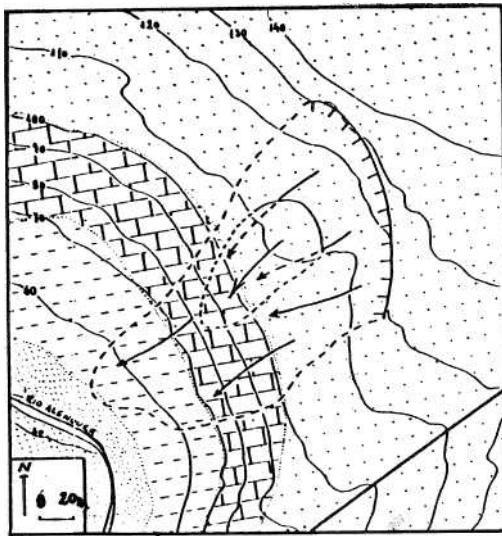
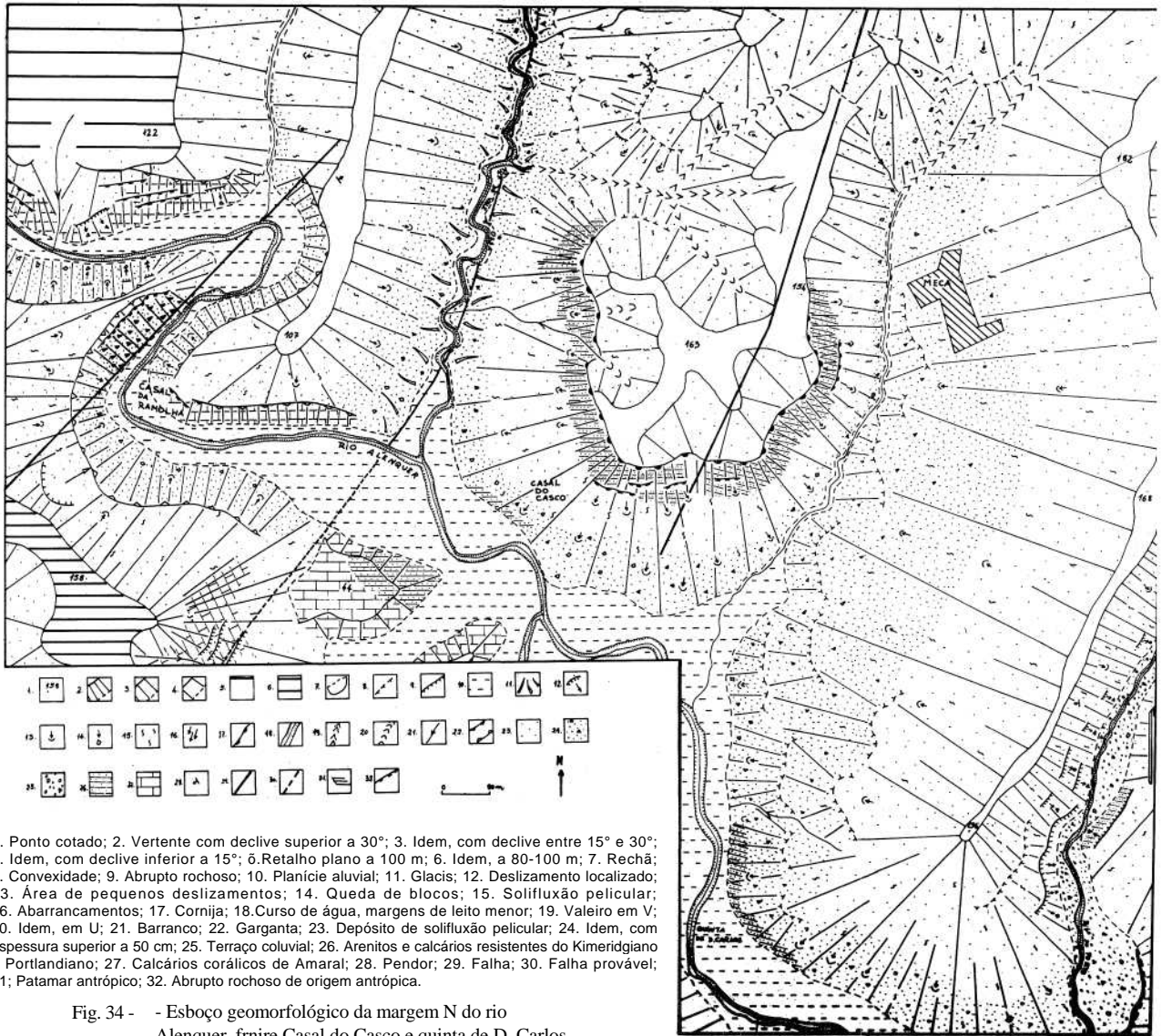


Fig. 33 — litologia e esboço morfológico do deslizamento do Casal da Ramolha.

1. Margas do complexo de Abadia;
2. Calcários Corálicos de Amaral;
3. Complexo arenítico de Kimeridgiano;
4. Aluviões;
5. Falha;
6. Cicatriz do deslizamento;
7. Fenda;
8. Direcção do deslizamento mais antigo;
9. Idem, mais recente;
10. Limite do deslizamento mais antigo;
11. Idem, mais recente.



1. Ponto cotado; 2. Vertente com declive superior a 30°; 3. Idem, com declive entre 15° e 30°;
4. Idem, com declive inferior a 15°; 6. Retalho plano a 100 m; 6. Idem, a 80-100 m; 7. Rechã;
8. Convexidade; 9. Abrupto rochoso; 10. Planície aluvial; 11. Glacis; 12. Deslizamento localizado;
13. Área de pequenos deslizamentos; 14. Queda de blocos; 15. Solifluxão pelicular;
16. Abarrancamentos; 17. Cornija; 18. Curso de água, margens de leito menor; 19. Valeiro em V;
20. Idem, em U; 21. Barranco; 22. Garganta; 23. Depósito de solifluxão pelicular; 24. Idem, com espessura superior a 50 cm;
25. Terraço coluvial; 26. Arenitos e calcários resistentes do Kimeridgiano e Portlandiano; 27. Calcários corálicos de Amaral; 28. Pendor; 29. Falha; 30. Falha provável;
31. Patamar antrópico; 32. Abrupto rochoso de origem antrópica.

Fig. 34 - - Esboço geomorfológico da margem N do rio Alenquer, fmire Casal do Casco e quinta de D. Carlos.

de calcário e arenito resistentes formam conjuntos mais espessos, existem abruptos rochosos de cerca de 20 m (fig. 32 e fot. 5).

O pendor das bancadas sedimentares faz-se para SE, e revela-se um factor importante na diferenciação do tipo de evolução de ambas as vertentes. O ribeiro tem o seu leito sobre uma bancada de calcário resistente. Sobre esta bancada existe uma bancada delgada de margas cinzentas (cerca de 40 cm), sobreposta pelos arenitos resistentes. As margas são erodidas ao longo da margem esquerda, deixando as bancadas de arenito sem suporte, acabando por cair no leito. Foi possível observar este processo ao longo de quase toda a vertente oriental. É o facto de 'as bancadas inclinarem para SE que permite o trabalho de sapa mais intenso, nesta margem. O depósito que resulta do desabamento das terras regulariza a vertente, dando-lhe o aspecto rectilíneo. Pelo contrário, na vertente ocidental o trabalho de sapa é fraco e a evolução de vertentes é menos espectacular. Quando há trabalho de sapa, deslizam blocos dos arenitos e calcários, destacados das bancadas resistentes.

#### **4.2.3. A escorrência superficial**

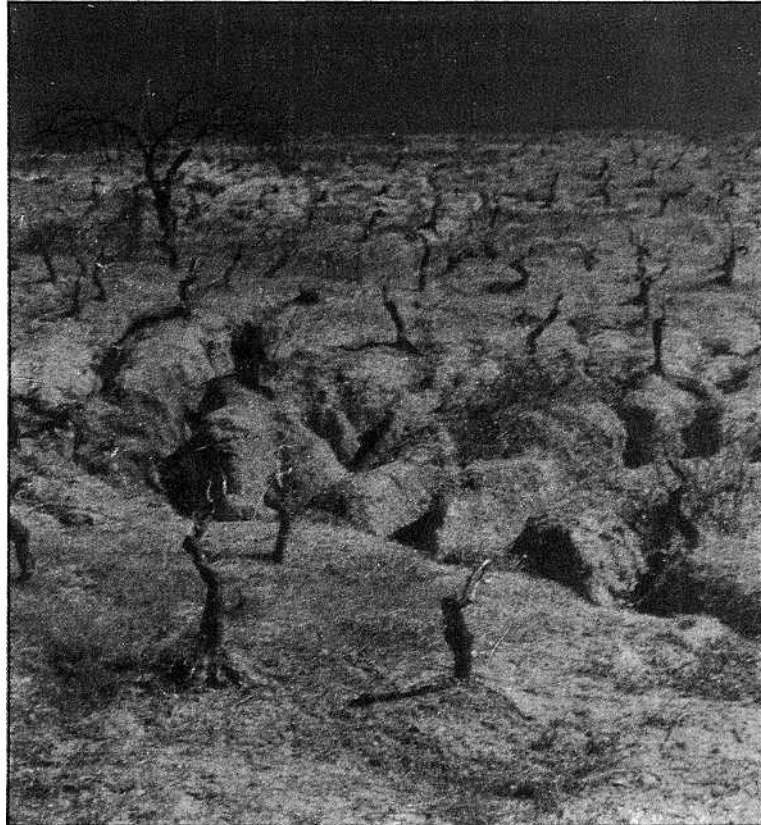
Torna-se difícil definir as áreas onde existe escorrência superficial, já que os vestígios são regularmente apagados pelas práticas agrícolas. Nos locais onde ela é concentrada e se formaram abarrancamentos, é possível verificar com facilidade os seus efeitos. Nas vertentes do Casal Novo da Charneca, Casal das Freiras (no vale do rib<sup>o</sup> das Águas), Vale de Figueira (no vale do rib<sup>o</sup> do Porto) e no vale do ribeiro do Alvarinho (dep. de Ota), a escorrência superficial concentrada adquire grande importância, provocando esses abarrancamentos (fig. 30, fot. 7).

Os abarrancamentos predominam na parte inferior das vertentes. É possível que resultem da concentração da escorrência superficial difusa, o que permite um maior poder erosivo das águas e, conseqüentemente, a abertura de sulcos. Assim sendo, é provável que a escorrência superficial difusa seja um processo importante, sobretudo na parte superior das vertentes.

No Casal das Freiras observou-se um poço, a meia vertente, cheio de água, em Março de 1986. Isto evidencia a grande capacidade de retenção da água por parte dos arenitos argilosos, conduzindo à rápida saturação dos solos. Em episódios chuvosos duradouros, é fácil generalizar-se a escorrência superficial.

Tanto em Casal das Freiras, como em Casal Novo da Charneca, verifica-se que os declives são iguais ou superiores a 15° (fig. 6). Para declives tão acentuados é necessário adoptar medidas de protecção dos solos face à erosão provocada pela escorrência superficial.

No vale do ribeiro do Alvarinho, afluente do rio Ota situado na depressão de Ota, é frequente encontrar sinais de escorrência superficial difusa. Em geral, observam-se nos sectores convexos dos topos das vertentes. São áreas onde a cobertura herbácea se torna esparsa ou ausente.

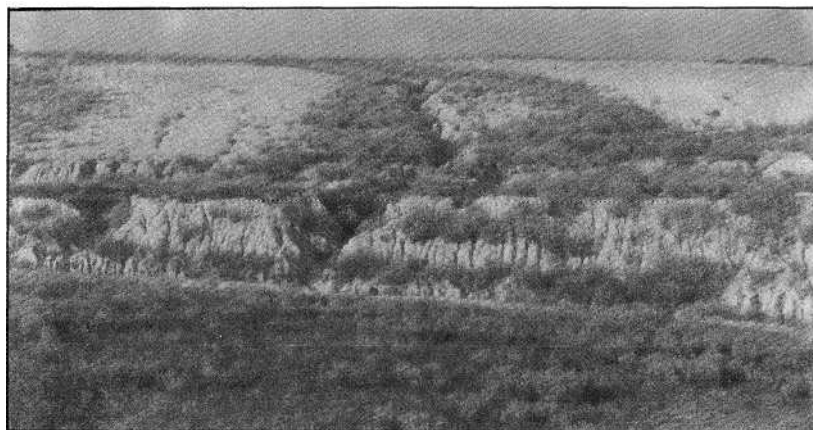


**Fot. 7 — Abarrancamentos na vertente E do vale do ribeiro das Águas. Casal das Freiras. Os abarrancamentos parecem resultar da concentração da escorrência superficial difusa do topo da vertente.**

Estes sectores correspondem a locais onde só existem areias grosseiras e quase não há areia média ou fina (fig. 35 e fot. 8). Este processo ocorre ao longo de todo o vale, sendo mais intenso junto ao v.g. do Serpe.

Por outro lado, os abarrancamentos são abundantes na margem direita do vale do ribeiro do Alvarinho. Em geral, ocorrem nas vertentes com declives acentuados (superiores a  $15^\circ$ ), e resultam da concentração da escorrência superficial do topo das rechãs (fot.8). Tanto no topo como nas

vertentes das rechãs não há cobertura vegetal, ou esta é demasiado esparsa. Grande parte dos terrenos estão ocupados pela vinha, o que os deixa particularmente vulneráveis, já que não há cobertura vegetal entre as fiadas de vinha.



Fot. 8 — Abarrancamento e escorrência superficial difusa, no vale do ribeiro do Alvarinho.

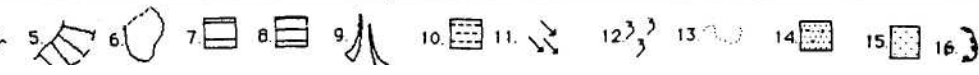
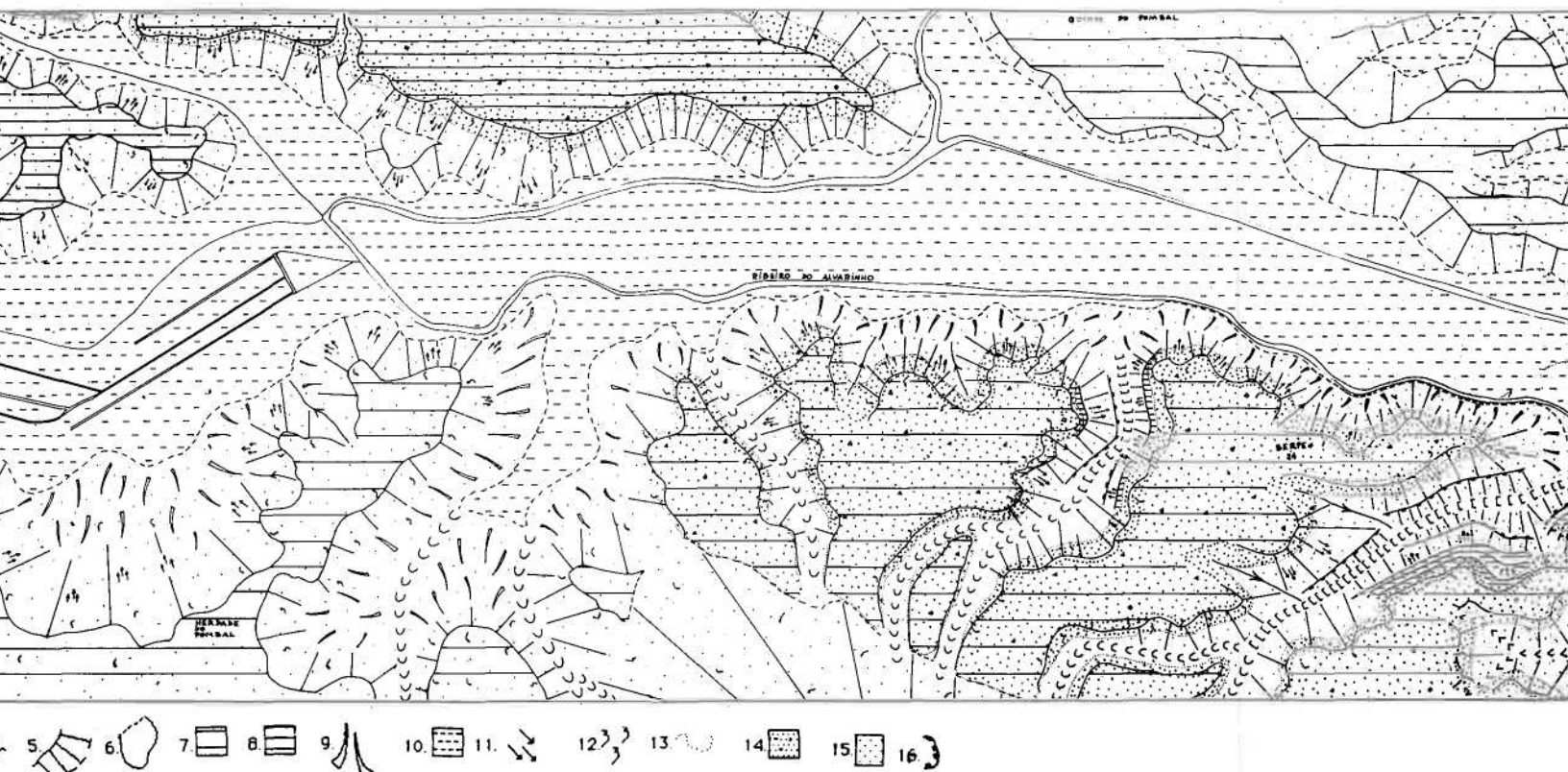
Nos valesiros onde se construíram patamares os abarrancamentos desenvolveram-se facilmente, chegando a ter cerca de 2 m de profundidade. Estes patamares não têm cobertura vegetal contínua, e os bordos estão totalmente desprotegidos. Por outro lado, os arenitos do Miocénico são muito pouco resistentes. Apesar dos arenitos grosseiros serem muito permeáveis, não há condições para que a precipitação se infiltre, desencadeando um processo de escorrência superficial violenta que só termina no fundo dos vales.

#### 4.2.4. *Ocupação dos solos e processos erosivos*

Conforme já foi referido, a ocupação dos solos é variável, e difere consoante o declive das vertentes. Em geral, as vertentes com declives iguais ou superiores a 20° raramente são utilizadas na agricultura. É o caso da vertente oriental do vale do ribeiro das Águas e a parte inferior da vertente oriental do vale do ribeiro do Porto, coberta por vegetação arbustiva. Neste último vale, só a parte superior da vertente da margem esquerda é cultivada com vinha. No vale de Figueira, a vertente foi parcialmente abandonada

1. Água; 2. Valeiro em U; 3. Valeiro de fundo plano; 4. Vertente; 5. Rechã; 6. Nível de aplanamento 25-30 m; 7. Nível de aplanamento 50-70 m; 8. Glacis; 9. Planície aluvial; 10. Corrência superficial difusa; 11. Limite geológico; 12. Areia grossa e calhaus de quartzo e quartzito; 13. Arenito grosso a médio do Miocénico; 14. Abrupto antrópico.

Fig. 35 — Esboço geomorfológico do vale do ribeiro do Alvarinho.



onde cresce uma vegetação arbustiva esparsa. Não é de estranhar que os sectores com ocupação agrícola esparsa e sem cobertura vegetal durante parte do ano, sejam sensíveis à escorrência superficial concentrada.

A intervenção humana pode acelerar ou retardar o desenvolvimento de abarrancamentos nas vertentes. Ao mantê-las sem cobertura vegetal, em grande parte do ano (estação húmida), e cultivando-as perpendicularmente às curvas de nível, criam-se condições ao desenvolvimento da concentração da escorrência superficial. Assim, acelera-se a formação de abarrancamentos que, uma vez formados, são difíceis de suster. É o que ocorre em Casal Novo da Charneca (fots. 9 e 10). Neste local, os proprietários tentam destruir os abarrancamentos lavrando os campos, mas, quando são profundos, dificilmente conseguem. No ano seguinte, a escorrência superficial toma-os maiores.



Fot. 9 — Margem W do vale do ribeiro das Aguas. Casal Novo da Charneca.  
Vinha plantada perpendicularmente ao traçado das curvas de nível.

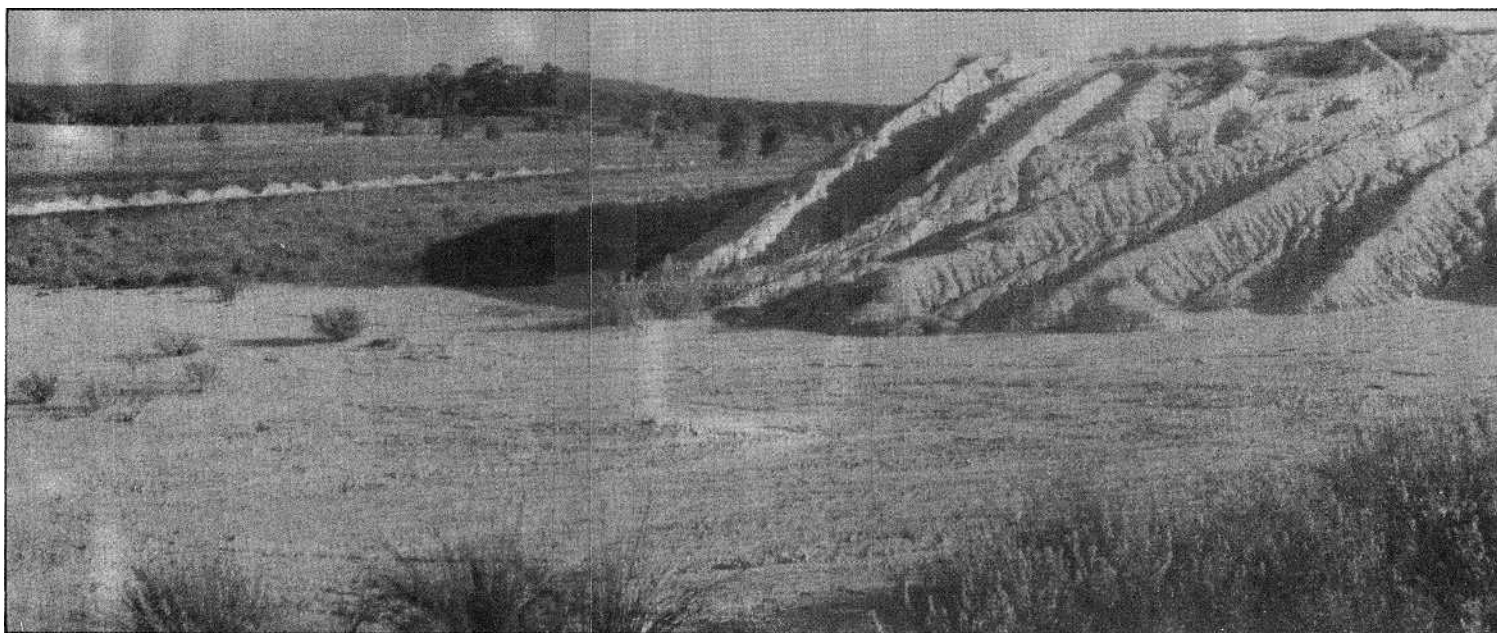


Outra atitude adoptada pelos agricultores para evitar os abarrancamentos consiste na canalização da escorrência superficial difusa. Para isso fazem-se regos nas vertentes, obliquamente ao traçado das curvas de nível, que escoam para o ribeiro. Com este dispositivo, concentra-se a drenagem para canais atapetados por pedras e com paredes construídas, no sentido de evitar o alargamento e aprofundamento. Os canais de construção mais recente são de cimento, mas a técnica e objectivos são idênticos. Este processo procura criar níveis de base artificiais, a meio da vertente, de forma que a escorrência superficial difusa não se transforme em escorrência superficial concentrada. Os agricultores utilizam o princípio de que "...a escorrência aumenta à medida que o comprimento e o declive da vertente aumentam" (MJ. Selby, 1982, p. 106).



FoL 10 — Margem W do vale do ribeiro das Águas. Casal Novo da Charneca. Vinha plantada perpendicularmente ao traçado das curvas de nível. As setas indicam localização dos abarrancamentos representados na fotografia 9.

De igual forma, a intervenção humana mostra-se importante na proteção das culturas e dos terrenos através da construção de muros que impedem o movimento dos materiais ao longo da vertente. Nos terrenos protegidos por muros, não se verificam deslizamentos com tanta frequência. Em contrapartida, proliferam os pequenos deslizamentos, sobretudo nas



**Fot. 11 — Abarrancamentos que aprofundam os sulcos da lavra dos campos. Em primeiro plano vê-se um pequeno glads activo, que cobre um sector da planície aluvial do vale do rib\* do Alvarinho.**

áreas onde existem patamares não murados, ou onde a abertura de caminhos é feita sem medidas de protecção.

Por vezes, fazem-se muros de protecção que não são bem dimensionados ou, em virtude da utilização do cimento, impede-se o escoamento da água infiltrada. A acumulação da água infiltrada intensifica o movimento das terras, o que poderia ser evitado ou atenuado pela simples abertura de orifícios, que deverão ser desobstruídos frequentemente. No caso do deslizamento do Casal da Ramolha a infiltração forçada da água da nascente parece ter tido contribuição para a ocorrência do deslizamento, conforme referi no ponto 4.2.1.

Por estes meios, o homem acaba por influir na evolução das vertentes, quer acelerando a erosão, deixando o solo sem cobertura vegetal protectora e construindo patamares sem suporte, quer evitando-a, canalizando a escorrência superficial e construindo muros de suporte.

No vale do ribeiro do Aívarinho a vinha é a cultura dominante no fundo do vale, nas vertentes e no topo das rechãs da margem ocidental. Só no extremo S da chã da Base Aérea existe uma pequena mancha de floresta de pinheiro. A planície aluvial está utilizada para pasto e algumas culturas de regadio (milho). Os valeiros da margem direita do Aívarinho foram alargados, no fundo do vale, junto à confluência, para aumentar a área plana de cultivo (fig.35). Simultaneamente, construíram-se patamares ao longo das vertentes. Estes patamares não foram murados o que era importante para a protecção dos bordos da escorrência superficial. Por fim, a lavra dos terrenos é feita sem atender ao relevo. Tanto se lavra paralelamente, como perpendicularmente às curvas de nível. Acresce que algumas vinhas estão abandonadas.

Como consequência da escorrência superficial concentrada, estão a formar-se pequenos glaciais ao longo da vertente ocidental do vale do ribeiro Aívarinho (fot. 1 i e fig. 35). A degradação das vertentes do vale do ribeiro do Aívarinho está a ser feita pela escorrência superficial, quer difusa, quer concentrada, consoante o declive da vertente. No entanto, para o desencadear deste processo tem sido importante a acção humana. A construção de patamares e a cultura da vinha deveriam ser acompanhadas por medidas preventivas. O cultivo das terras deveria permitir a existência de uma cobertura vegetal contínua, a maior parte do ano, sobretudo na estação húmida.

De notar que os glaciais que se formaram ao longo da base da vertente ocidental resultam da coalescência de pequenos leques coluviais constituídos por materiais que se depositam à saída dos abarrancamentos.

Próximo do vértice geodésico de Serpe, as areias transportadas ao longo dos abarrancamentos atingem a vala que drena a planície aluvial. Uma vez obstruída, a vala deixa de drenar e a planície aluvial toma-se pantanosa,

ficando imprópria para a agricultura. Se o processo se intensifica, corre-se o risco de *inutilizar* áreas agrícolas férteis. Por um lado, grandes sectores da planície aluvial estão a ser invadidos pela areia dos glaciais, o que diminui a qualidade das terras aráveis. Por outro lado, a obstrução dos vales impede a drenagem da planície, o que impõe obras de desaterro, com custos elevados.

#### 4.3. As cheias em Alenquer e Ota

Existem notícias de cheias na região de Alenquer desde o século passado. Em 6 de Dezembro de 1876 as águas subiram, em Alenquer, 2 m acima da planície aluvial, e, já neste século, em 23 de Dezembro de 1909 e 20 de Dezembro de 1945, as águas atingiram, respectivamente, 2,4 m e 2,2 m. Em Novembro de 1967 as águas subiram mais de 2,5 metros acima da planície aluvial. Para as cheias de 1983 não foi possível saber a altura precisa das águas. De todas as cheias que afectaram Alenquer, a de Novembro de 1967 é a que se encontra melhor documentada.

Aldo Paviani (1968) descreve os estragos provocados e a altura das águas em Alenquer, em 1967. No seu trabalho foi posto em relevo o papel de retenção da água e dos materiais por elas transportados exercido por uma ponte a montante da vila, que, acabando por ceder, agravou os estragos provocados. Por outro lado, o pavilhão da fábrica de papel, construído sobre o canal de escoamento, representou um obstáculo à escorrência, agravando a concentração do pico de cheia. O referido pavilhão acabou por ceder e algumas máquinas, com várias toneladas, foram arrastadas, sendo posteriormente encontradas na depressão de Ota, uma delas junto ao Camarnal (Ob.ciL, 1968, p. 41).

De uma forma geral, os caudais da ribeira de Ota estão directamente relacionados com o regime das precipitações. A observação da fig.26 mostra que os caudais mais importantes da ribeira de Ota (sobretudo os das cheias de Novembro de 1983) estão intimamente relacionados com as precipitações ocorridas na região, no dia 19 e 20 (ponto 4.1.2.). Por outro lado, conforme já foi referido no mesmo ponto, a escorrência desencadeou-se ainda antes de estar preenchida toda a capacidade de retenção da água pelo solo. A dificuldade de infiltração resulta da elevada intensidade de precipitação que acaba por empapar uma película superficial do solo, dando coesão às partículas, tornando o solo impermeável.

Este fenómeno é tanto mais importante quanto mais argiloso for o solo. É o que ocorre nas colinas de Alenquer-Merceana em que grande parte dos solos são constituídos a expensas dos arenitos finos e argilosos do Jurássico superior. Desta forma se compreende que a escorrência, quer interna quer superficial, tenha desempenhado um papel bem mais importante do que

sugerem os balanços hídricos calculados para o meses de Novembro de 1967 e 1983 (fig. 24).

A forma da bacia de Alenquer, convergindo para a garganta (fig.7), permite uma rápida concentração do escoamento da bacia junto a Alenquer. O mesmo efeito é provocado pela disposição paralela da rede de drenagem na parte ocidental da bacia, o que conduz à rápida concentração da drenagem do curso de água principal e, portanto, uma escorrência rápida para a garganta de Alenquer.

Por outro lado, os forte declives aceleram a escorrência à superfície e diminuem a capacidade de infiltração. Por outro lado, a ocupação do solo pela agricultura permite que este esteja a descoberto e sem qualquer proteção durante grande parte da estação húmida. Com a lavra perpendicular às curvas de nível criam-se excelentes condições ao acelerar da escorrência superficial agravando o processo de escorrência em toda a bacia, o que auxilia a concentração dos picos de cheia.

Acresce, a todos os condicionalismos naturais e antrópicos já descritos, a ocupação pelas populações, por vezes abusiva, do leito dos cursos de água. Essa ocupação consiste no derrame de detritos que os cursos de água não conseguem evacuar em períodos de caudais reduzidos, na construção de pontes com vão mal dimensionado, na construção sobre o canal de escoamento, cujo exemplo mais elucidativo é dado pela fábrica de papel que, em 1986, reconstruiu, à mesma altura, o pavilhão destruído em Novembro de 1967.

#### 4.4. Aspectos gerais da dinâmica actual

A dinâmica actual na área em estudo está condicionada por quatro tipos de factores: estruturais, morfológicos, climáticos e humanos.

De entre os factores estruturais, o mais importante é a litologia. A diferenciação litológica entre a depressão de Ota e o planalto de Cartaxo--Santarém, por um lado, e as colinas de Alenquer-Merceana, por outro, são determinantes na definição dos processos geomorfológicos mais importantes nestes sectores. Os complexos areníticos do Jurássico superior, que constituem o essencial da litologia das colinas de Alenquer-Merceana, são, em geral, muito pouco resistentes permitindo o encaixe da rede hidrográfica e a degradação rápida das superfícies planas. A facilidade de encaixe da rede hidrográfica, utilizando preferencialmente as linhas de fraqueza, dá origem à formação de vertentes muito declivosas, ao longo das quais é possível observar a grande variação de declives. Esta variação de declives resulta da variedade litológica que se observam ao longo das vertentes talhadas nos referidos complexos.

Nas colinas de Alenquer-Merceana, ocorrem deslizamentos de diversas dimensões, o que não exclui a existência de escorrência superficial em sectores sem cobertura vegetal. Na depressão de Ota e planalto de Cartaxo-Santarém, os arenitos e cascalheiras do Miocénico permitem a conservação de vertentes pouco altas, mas abruptas. Estes arenitos, médios a grosseiros, pouco resistentes, da depressão de Ota e do planalto de Cartaxo-Santarém, não permitem os movimentos de massa, mas são propícios à escorrência superficial, desde que a cobertura vegetal seja esparsa ou inexistente.

Por outro lado, conforme referi no ponto 3, parece, portanto, que a escorrência superficial difusa teve importância como processo erosivo ao longo dos períodos mais secos do Quaternário nos quais a cobertura vegetal se trona nula ou esparsa. De igual forma, parece ter sido importante o contributo de sedimentos vindos da orla ocidental na formação do terrço do Carregado, denunciando um forte escoamento convergente na depressão.

A ocupação agrícola intensa e a destruição da cobertura vegetal parecem criar condições semelhantes às ocorridas ao longo do Quaternário que permitem o desenvolvimento, na actualidade, de processos erosivos intensos.

Por outro lado, o pendor das bancadas sedimentares permite que o trabalho de sapa se faça sentir diversamente nas margens dos cursos de água, provocando desabamentos, nas vertentes directamente afectadas por este tipo de erosão como é o caso do vale do ribeiro das Águas. Desta forma, observa-se que a dissimetria dos vales está intimamente relacionada com a estrutura, na medida em que dela depende a diferente evolução de cada vertente do vale.

A fraca consolidação dos complexos areníticos, a heterogeneidade da litologia que os constitui, os declives médios a fortes (sobretudo nas colinas de Alenquer-Merceana) são os factores morfo-estruturais que mais contribuem para uma forte evolução de vertentes.

A rede hidrográfica das principais bacias de drenagem das colinas Alenquer-Merceana converge para as gargantas, através das quais passam à depressão de Ota. Esta disposição, aliada aos declives fortes e à litologia relativamente impermeável dos arenitos argilosos e à fraca hierarquia da rede hidrográfica garantem boas condições para o desenvolvimento rápido da escorrência superficial, quando a intensidade de precipitação é elevada. A concentração de drenagem nos canais de escoamento próximo das referidas gargantas (ponto 2.4.2) favorece a ocorrência de cheias e inundações nas planícies aluviais dos cursos de água.

Na depressão de Ota e planalto de Cartaxo-Santarém a escorrência superficial concentrada desencadeia-se em vertentes com declive forte mas, basta que a cobertura vegetal tenha desaparecido ou seja esparsa, para que se generalize em vertentes com declives iguais ou superiores a 5°. A diferente composição litológica deste sector em relação às colinas Alenquer-

Merceana, sobretudo em áreas de declives fortes, conduz à escorrência superficial como processo geomorfológico dominante, e à formação de abarrancamentos. Ainda na depressão de Oto, a extensa planície aluvial drenada pelo homem, está muito próxima do nível geral de base (vale do Tejo), isto torna-a particularmente vulnerável à inundação, que pode pôr em perigo culturas agrícolas. Daí a necessidade de se proceder, com frequência, à limpeza das valas que drenam estes terrenos.

Do conjunto dos dados recolhidos para o estudo da dinâmica actual importa concluir sobre o papel que pode desempenhar a acção humana sobre o meio ambiente. Tendo em conta as condições morfo-estruturais da dinâmica actual, o papel da acção humana tem sido um dos factores agravantes, sobretudo no que se refere aos deslizamentos, abarrancamentos e inundações. Com efeito, nas colinas Alenquer-Merceana, devemos juntar, à convergência da rede hidrográfica e aos fortes declives, a lavra perpendicular ao traçado das curvas de nível. Neste caso, estão criadas as condições para uma escorrência rápida nas vertentes, que permite a chegada da água ao canal de escoamento, mais rapidamente do que seria normal. Por outro lado, os canais de escoamento estão obstruídos por detritos lançados indiscriminadamente ao leito do curso de água. Acrescem, a estes factores, os estrangulamentos de canais provocados por construções várias. O escoamento é dificultado, dando origem a picos de cheias destruidoras, provocando inúmeros prejuízos. De igual forma, quando se desvia a drenagem superficial de uma vertente, pode contribuir-se para a concentração de água em sectores de fácil infiltração, provocando a instabilidade da vertente. É o caso do deslizamento de Porto da Luz (ponto 4.2.1.).

Na depressão de Oto e no planalto de Cartaxo-Santarém, verifica-se que, em áreas onde o homem destruiu a vegetação, a escorrência superficial conseguiu transportar grandes quantidades de areia, que se depositaram na planície aluvial (ponto 4.2.4.). Apesar de ser um fenómeno que afecta uma pequena área da depressão, permite pôr em evidência as consequências da acção do homem sobre o ambiente.

Em 1987 foram cortadas largas extensões de floresta de pinheiro, sobretudo no sector N da depressão e no sector S do rebordo oriental, para se proceder ao plantio do eucalipto. A lavra fez-se paralelamente ao traçado das curvas de nível, o que nem sempre é suficiente para travar a acção da escorrência superficial. Apesar do crescimento rápido do eucalipto, estes sectores vão estar expostos à acção das águas das chuvas por largos períodos de tempo, com cobertura vegetal muito esparsa. Em geral, nas explorações de eucaliptos, o corte das árvores faz-se em sectores que, por um determinado período de tempo, fica sem qualquer cobertura vegetal, até que

nova plantação vá, progressivamente, cobrindo e protegendo o solo. A introdução do eucalipto corresponde, portanto, à introdução de uma cobertura vegetal que, periodicamente, permite a exposição do solo à acção da precipitação, por períodos de tempo mais ou menos largos.

São os terrenos mais elevados que estão a ser plantados. É o caso das chãs e do rebordo oriental. Para além da erosão provocada pelo transporte do material pela escorrência superficial, há que considerar, a médio prazo, a acumulação de areias nas áreas mais baixas, podendo diminuir consideravelmente a produtividade agrícola da planície aluvial. A elaboração de mapas de riscos potenciais permitiria determinar as áreas onde a utilização dos terrenos pode estar sujeita a restrições, ou ainda, a acção humana é necessária para a conservação da produtividade dos solos.

Até ao momento, a intervenção humana tem conduzido à aceleração dos processos geomorfológicos nas vertentes e à intensificação dos picos de cheia. Com o estudo da dinâmica actual, pretende-se transformar a acção humana de forma a contribuir para a conservação de riqueza e evitar prejuízos materiais e humanos.

## 5. CONTRIBUTO PARA O ESTUDO DO RISCO NATURAL: FACTORES E CARTOGRAFIA

### 5.1. O objectivo dos mapas de áreas de sensibilidade aos riscos. Metodologia utilizada

A acção do homem provoca alterações das condições de equilíbrio natural, muitas vezes precárias. Não sendo tomadas medidas preventivas com a antecedência necessária, põe-se em risco riquezas, investimentos avultados e vidas humanas. Torna-se necessário definir, delimitar e hierarquizar as áreas cuja utilização envolve riscos. A classificação das áreas de risco é um elemento fundamental para o planeamento regional e programação das actividades humanas, numa região. A elaboração de mapas de áreas sensíveis aos riscos potenciais procura definir sectores onde existem condições mais ou menos favoráveis à ocorrência de processos geomorfológicos que podem ser nocivos às actividades e vidas humanas. Ajudar a escolher a actividade mais adequada (em função dos riscos inerentes) é um dos objectivos fundamentais da elaboração destes mapas, conjuntamente com a previsão e prevenção das catástrofes naturais.

A cartografia de riscos da área em estudo (fig. 36), foi elaborada na escala 1:25 000. Nesta escala, não é possível definir com exactidão os limites



das áreas sensíveis aos riscos. Sendo uma informação de carácter geral, deve ser utilizada, no planeamento e ordenamento, como informação sobre as condições de estabilidade de uma região. Dá-nos, ainda, indicações sobre os riscos que potencialmente existem. Quando se trata de proceder a empreendimentos importantes para a região, há que fazer um levantamento localizado e de pormenor, no sentido de definir os riscos reais, o que poderá permitir a escolha de tecnologia apropriada à sua prevenção.

A cartografia de riscos tem por base a cartografia geomorfológica de pormenor. Esta cartografia resulta do levantamento de campo, onde se procurou fazer o registo sistemático dos processos geomorfológicos que ocorrem em toda a área, assim como as condições morfo-estruturais que lhes dão origem.

Sempre que duas áreas apresentam as mesmas condições morfo-estruturais são consideradas como tendo a mesma sensibilidade aos riscos. Consoante o tipo de processo geomorfológico ocorrido, assim é definido o tipo de sensibilidade ao risco inerente à área onde foi registado. Toma-se, portanto, indispensável a definição dos factores de risco potencial, para a classificação das áreas respectivas.

## 5.2. Os factores de risco

Uma vez estudados os processos geomorfológicos de evolução de vertentes, tentaram-se definir os factores de risco que permitem delimitar as áreas de sensibilidade aos riscos. Estes factores de risco podem ser divididos em quatro grandes grupos: morfológicos, estruturais, climáticos e humanos (quadra VII).

Uma vez definidos os factores de risco, há que ressaltar que a definição das áreas de risco não se baseia somente na observação de campo dos processos geomorfológicos. Com efeito, pode ocorrer que em determinada área não haja qualquer deslizamento, o que não significa que esse sector não tenha todas as condições para ser considerado de forte risco potencial. Por vezes, basta que a abertura de uma pequena trincheira se faça sem qualquer protecção para que se destrua a estabilidade da vertente e se desencadeie um deslizamento. Por esta razão, procurou-se agrupar, em áreas de intensidade de risco semelhante, todas as que reuniam condições morfo-estruturais idênticas.

As vertentes com morfologia e estrutura geológica semelhantes às que registam a ocorrência de deslizamentos são cartografadas como tendo o mesmo risco potencial. Os vales com morfologia semelhante aos vales onde se registam cheias catastróficas, são cartografadas como tendo risco potencial semelhante.

Quadro VII: Factores e graus de risco potencial na depressão de Ota/Carregado e colinas ocidentais.

GRAUS DE RISCO	Tipo de risco	FACTORES DE RISCO POTENCIAL			
		MORFOLÓGICOS	ESTRUTURAIS	HUMANOS	CLIMÁTICOS
ÁREAS DE RISCO NULO	DE ESCOALHAMENTO DIFUSO	Declives inferiores a 2°.		Áreas com cobertura vegetal.	
	DE ABARRANCAMENTO	Declives inferiores a 5°		Áreas com cobertura vegetal.	
ÁREAS DE RISCO FRACO	DE ESCOALHAMENTO DIFUSO	Declives entre 2° e 5°.	Arenitos argilosos e arenitos médios a grosseiros, ambos de fraca consolidação. Depósitos de vertente com forte componente argiloso. Depósitos arenosos.	Cobertura vegetal esparsa ou nula. Campos agrícolas abandonados.	Precipitações intensas.
	DE ABARRANCAMENTO	Declives entre 5° e 10°.	Arenitos argilosos e arenitos médios a grosseiros, ambos de fraca consolidação. Depósitos de vertente com forte componente argiloso. Depósitos arenosos.	Ausência de cobertura vegetal. Campos abandonados pelos agricultores.	Precipitações intensas.
ÁREAS DE RISCO MÉDIO	DE DESLIZAMENTO	Declives entre 5 e 10°. Existência de movimentos de massa anteriores. Trabalho de sapa dos cursos de água.	Depósito de vertentes muito argiloso e de espessura superior a 2 metros. Arenitos argilosos dispostos em bancadas espessas. Pendores e declives inclinam no mesmo sentido.	Construção de patamares. Abertura de trincheiras. Concentração de drenagem em áreas favoráveis à infiltração.	Precipitações duradouras.
	DESAFIAMENTO	Declives entre 15° e 20°. Trabalho de sapa dos cursos de água.	Arenitos argilosos pouco consolidados e marges alternando com bancadas espessas de arenitos e calcários muito consolidados.	Construção de taludes artificiais. Abertura de trincheiras.	Precipitações duradouras.
	DE ABARRANCAMENTO	Declives superiores a 10°.	Arenitos argilosos e arenitos médios a grosseiros, ambos de fraca consolidação. Depósitos de vertente com forte componente argiloso.	Ausência de cobertura vegetal. Campos abandonados pelos agricultores. Construção de patamares com rebordo desprotegido.	Precipitações duradouras ou intensas.
ÁREAS DE RISCO FORTE A MUITO FORTE	DE DESLIZAMENTO	Declives superiores a 10°. Existência de movimentos de massa anteriores. Trabalho de sapa dos cursos de água.	Depósito de vertentes muito argiloso e de espessura superior a 2 metros. Arenitos argilosos dispostos em bancadas espessas. Pendores e declives inclinam no mesmo sentido.	Abertura de caminhos e estradas. Concentração de drenagem em áreas favoráveis à infiltração.	Precipitações duradouras.
	DESAFIAMENTO	Declives superiores a 20°. Trabalho de sapa dos cursos de água.	Arenitos argilosos pouco consolidados e marges alternando com bancadas espessas de arenitos e calcários muito consolidados. Escobreiras de gravidade instáveis.	Construção de taludes artificiais. Abertura de trincheiras.	Precipitações duradouras.
	QUEDA DE BLOCOS	Abruptos rochosos.	Afloramentos de rochas resistentes com espessuras iguais ou superiores a 5 m.	Construção de muros de proteção a patamares antrópicos.	
	DE CHEIA	Bacias hidrográficas com declives fortes. Grande densidade de drenagem. Fraca hierarquia da rede hidrográfica. Meandros encaixados.	Substrato rochoso composto por arenitos finos e margas muito pouco permeáveis. Depósitos superficiais muito argilosos pouco permeáveis.	Obstrução dos leitos dos cursos de água. Construção nos leitos de inundação. Falta de proteção das margens côncavas dos meandros. Drenagem artificial que aumenta a concentração de escorrência. Pontes. Ocupação urbana que impermeabiliza o solo.	Precipitações intensas.

Por fim, é importante chamar a atenção para o facto de a carta da fig. 36 e o quadro VII não terem a separação dos riscos segundo a probabilidade de ocorrência. Com efeito, não existem registos das ocorrências (sobretudo dos movimentos de terras) para se poderem distinguir as áreas de diferente probabilidade de ocorrência de um determinado risco.

### 5.3. Definição das áreas de sensibilidade aos riscos

#### 5.3.1. *A depressão de Ota e o planalto de Cartaxo-Santarém*

O processo geomorfológico dominante na depressão de Ota e planalto de Cartaxo-Santarém é a escorrência superficial. Os arenitos do Miocénico são favoráveis à formação de abarrancamentos, desde que a cobertura vegetal seja esparsa ou nula. Embora o risco inerente à escorrência superficial não assuma consequências catastróficas, tal como ocorre com os deslizamentos, pode provocar perda de investimentos importantes, sobretudo no sector agrícola.

Em Serpe, foi possível verificar que, para um aumento ligeiro do declive, desencadeia-se a escorrência superficial difusa, e com declives maiores, generaliza-se o abarrancamento. Mesmo em áreas com lavra paralela às curvas de nível, torna-se difícil sustentar o processo, o que põe em perigo as culturas. Desta forma, optou-se por cartografar com risco nulo todas as áreas com declives inferiores a 5°, excepto as planícies aluviais sujeitas a inundação. Tanto os planos como as formas em glacis foram cartografados como áreas de fraco risco. As vertentes de fraco declive, os bordos das rechãs e do terraço do Carregado e a superfície do planalto de Cartaxo-Santarém e os glacis actualmente activos estão cartografadas como áreas de fraco risco. São áreas onde é fácil a generalização da escorrência superficial difusa.

As áreas com declives superiores a 5° foram cartografadas como áreas de risco médio. Nestes sectores, uma vez destruída a cobertura vegetal, os abarrancamentos são profundos e difíceis de sustentar, atingindo o topo das vertentes, o que pode pôr em perigo áreas até então tidas como sendo de fraco risco ou mesmo risco nulo.

Por fim, há a considerar as planícies aluviais, cujos declives são nulos ou inferiores a 2°. Embora de declives muito fracos, estas áreas estão sujeitas a inundação, aquando de episódios chuvosos excepcionais. Em 1876, 1909, 1945, 1967 e 1983 em Alenquer, a planície aluvial ficou submersa.

De uma forma geral, os arenitos do Miocénico da depressão de Ota e planalto de Cartaxo-Santarém têm um comportamento idêntico face à acção da escorrência superficial, originando abarrancamentos. Este facto, permite que a variação dos declives seja o factor mais importante na diferenciação

das áreas de risco. Basta que o declive seja ligeiramente superior a 5° para que se formem os abarrancamentos.

No que se refere à planície aluvial, torna-se importante o facto de o nível de base (o vale do Tejo) estar muito próximo. Quando há cheias nos três rios que drenam as colinas Alenquer-Merceana e que convergem para a depressão de Ota, a planície aluvial desta depressão inunda, sobretudo se há coincidência com a maré alta no estuário do Tejo.

5.3.2. *O rebordo ocidental da depressão de Ota e as colinas de Alenquer— - Mercearia*

Na definição das áreas de sensibilidade aos riscos, neste sector, adquire importância a variação litológica. Em afloramentos de rocha resistente e sem depósitos de vertente, o risco é muito fraco, tanto em declives acentuados como fracos. Quando existem abruptos rochosos podem ocorrer desabamentos o que constitui risco forte. É o caso do extenso afloramento de calcário de Ota. No entanto, há que referir as pedreiras que existem ao longo do afloramento, onde se faz a exploração do calcário com a ajuda de explosivos. Nas proximidades, sentem-se pequenos abalos de terra que podem fazer perigar construções que eventualmente venham a ser feitas. Daí que os sectores circundantes às pedreiras foram integrados em áreas de intensidade de risco progressivamente menor, com o aumento da distância à pedreira.

Na garganta de Ota, o risco forte está ligado à instabilidade das escombrelas de gravidade que regularizam a vertente. Nas restantes áreas, onde afloram os complexos arenítico-argilosos do kimeridgiano e Portlandiano, o declive assume papel importante na definição das áreas de sensibilidade aos riscos. Estes dois complexos têm como aspecto fundamental a grande variação litológica. Essa variedade litológica, aliada à grande variação de declives e ainda à inclinação das bancadas sedimentares, em diversos sentidos, constituem factores de risco muito variados que, combinados entre si, podem originar a definição de múltiplas áreas de sensibilidade aos riscos difíceis de delimitar. A metodologia utilizada, permitiu cartografar áreas de forte risco em vertentes onde se registaram deslizamentos, quedas de blocos, desabamentos de terras, ou se observaram movimentos de terras. É o caso da vertente do Casal da Ramolha. Igualmente, são cartografadas como tal as vertentes com condições morfo-estruturais semelhantes.

Em áreas onde há inundação durante episódios chuvosos excepcionais, foi cartografado risco forte.

As áreas de risco médio são caracterizadas pela existência de pequenos deslizamentos, em consequência da intervenção humana, quer pela abertura

de caminhos, quer pela construção de patamares para a prática agrícola, ou, ainda, pela escorrência superficial que se generaliza, dada a ausência de cobertura vegetal. Em geral, são áreas com declives entre 5° e os 15°, onde afloram os complexos arenito-argilosos do Jurássico superior.

Os riscos fracos ou nulos estão associados aos retalhos planos ou a valeiros de fraco encaixe onde os declives são inferiores a 5°. Pode ocorrer que, para encaixes significativos», os complexos arenítico-argilosos do Jurássico superior sejam constituídos por bancadas espessas de arenito e calcário resistente, o que permite que as vertentes sejam mais estáveis. Só quando há depósitos de vertente (solifluxão pelicular), há risco de desenvolvimento de abarrancamentos. Neste caso, a área foi considerada como sendo de risco médio potencial.

### CONCLUSÃO

O encaixe da rede hidrográfica revelou a existência da direcção de fracturação NW-SE nas Colinas Ocidentais, confirmada pela garganta do rio Ota, pelo percurso do rio Alenquer ao longo da goteira sinclinal, entre Olhalvo e Alenquer, e ainda por alguns sectores do ribeiro de Santana da Carnota e da Castanheira, na depressão de Arruda dos Vinhos (fig. 7). Esta direcção parece ter prolongamento na depressão de Ota, no encaixe dos ribeiros do Alvarinho e Ameixoeira. Quer a disposição da flexura quer da depressão parece indicar que, neste sector da Bacia Terciária do Tejo, as linhas de fraqueza mais importantes têm a direcção N-S, ou seja, a direcção aproximada da flexura. Esta parece ter influenciado a disposição da depressão, pela criação de uma série de fracturas paralelas e com direcção N-S. São testemunhos disso os afluentes da margem N do rio Alenquer, entre Olhalvo e Alenquer.

Por outro lado, os complexos areníticos do Jurássico superior, que constituem o essencial da litologia das colinas de Alenquer-Merceana, são, em geral, muito pouco resistentes permitindo o encaixe da rede hidrográfica e a degradação rápida das superfícies planas. A facilidade de encaixe da rede hidrográfica, utilizando preferencialmente as linhas de fraqueza, dá origem à formação de vertentes muito declivosas, ao longo das quais é possível observar a grande variação de declives. Esta variação de declives resulta da variedade litológica que se observa ao longo das vertentes talhadas nos referidos complexos.

Na depressão de Ota, os arenitos e cascalheiras do Miocénico permitem a conservação de vertentes pouco altas, mas abruptas.

A fraca consolidação dos complexos areníticos, a heterogeneidade da litologia que os constitui, os declives médios a fortes (sobretudo nas colinas

de Alenquer-Merçea) são os factores morfo-estruturais que mais contribuem para uma forte evolução de vertentes. De igual forma, a grande densidade de drenagem das colinas de Alenquer-Merçea que resulta da fraca permeabilidade dos arenitos argilosos do Kimeridgiano e Portlandiano associada a uma fraca hierarquia da rede hidrográfica constituem condicionantes importantes à infiltração contribuindo para o desenvolvimento do escoamento à superfície.

O registo dos processos geomorfológicos actuais foi baseado no levantamento pormenorizado feito no campo. Isto permitiu a elaboração de um mapa de delimitação das áreas de sensibilidade aos riscos potenciais. Conforme já foi referido no ponto 5, a definição das áreas corresponde à afectação de um determinado grau de risco a sectores com características morfo-estruturais semelhantes. No entanto, o grau de generalização deveria ser menor e os graus de risco potencial podiam ser subdivididos em probabilidades de ocorrência diferentes. Uma tal subdivisão só será possível com o estudo mais pormenorizado quer dos movimentos de massa, quer dos caudais do rio Alenquer.

Este estudo, no que se refere aos movimentos de massa e à escorrência superficial, deverá ser feito com a escolha de áreas de estudo experimentais que permitiriam a comparação da morfodinâmica de sectores com características diferentes.

Por outro lado, o estudo dos caudais do rio Alenquer deveria permitir a sua estimação para que fosse possível calcular os sectores que, eventualmente, pudessem ser atingidos por inundações, assim como, prevenir eventuais obstáculos, como a construção de pontes com o vão mal dimensionado. Estas estimativas poderiam ser comparadas com os caudais do rio Ota, onde há medições, pelo menos, para as cheias de 1983, garantindo assim a fiabilidade dos procedimentos e cálculos.

O estudo da dinâmica actual, revela a existência de alguns problemas aqui sintetizados, cuja resolução necessita do alargamento da área de trabalho e da aplicação de outro tipo de metodologias com recurso a técnicas de medição e quantificação rigorosas que permitam a identificação com maior precisão dos factores responsáveis pela dinâmica actual, do qual resultaria numa definição das classes de risco mais pormenorizada.

## BIBLIOGRAFIA

- Allée, Philippe - "Lithologie, pente, exposition et dynamique des versants en Haut Vaillespir", *Rev. Géog. des Pyrénées et du Sud-Ouest*, t 52, fase. 2, Toulouse, 1981, p. 161-172. Amaral, Ilídio do - "As inundações de 25/26 de Novembro de 1967 na região de Lisboa\*\*", *Finistera*, vol. 10, n°5, Lisboa, 1968, p. 79-84. Antoine, Jean-Marc - "Un torrent oublié mais catastrophique en Haute-Ariège\*", *Rev. Géog. des Pyrénées et du Sud-Ouest*, L 59, fase. 1, Toulouse, 1988, p. 73-88. Asensio Amor, I; Gonzalez Martin, J. A. (1983) - "Estúdio geomorfológico de las terrazas fluviais Cuaternárias del valle del Tajo (sector Aranjuez-Toledo)\*\*", *Cuadernos do Laboratório Xeolóxico de Laxe*, 5, Laxe, p. 485-517. Asensio, I; Gonzalez, J. A.; López de Azcona, C. - "Formaciones eólicas cuaternárias en el valle del río Tajo", *Cuadernos do Laboratório Xeolóxico de Laxe*, 5, Laxe, 1983, p. 605-630.
- Avenar, Jean-Michel - *La solifluxion*, C.D.U., Paris, 1962, p. 164. Avias, J. - "Sur la méthodologie de prevision et de la prevention des risques lies aux mouvements de terrains d'origine principalement hidrique\*\*", *Mouvements de terrains. Colloque de Caen. Documents du B.J.G.M.*, n° 83, Paris, 1984, p. 299-307.
- Bailais, J.-L. - "Les rapports entre les terrasses et l'évolution des versants dans les Aurès (Algérie)", *Bul. de l'Association Française pour l'Étude du Quaternaire*, 1-3, Paris, 1984, p. 170-172. Begián, HL - "Vallons à fond plat et à fort pente longitudinale", *Travaux Geographiques de Liège*, LXXXIII, fase. 117, Liège, 1961, p. 286-297. Bentley, S.P.; Smalley, JJ. - "Landslips in sensitive clays\*\*", *Slope instability*, Brunson e Prior (ed), Londres, 1984, p. 457-490. Besson, L. - "Mouvements de terrain en milieu forestier et agricole dans le Trièves (Iseres-France), contextes géologique et socio-économique. *Mouvements de terrains. Colloque de Caen. Documents du B.R.G.M.*, n° 83, Paris, 1984, p. 601-608. Bocquet, F.; Charre, J.P. - "Carte intégrée du danger en montagne. Méthode d'évaluation et introduction des données naturelles et socio-économiques\*\*", *Mouvements de terrains. Colloque de Caen. Documents du B.R.G.M.*, n° 83, Paris, 1984, p. 131-140. Bourdier, F.; Munaut, A.V.; Prat, F.; Puissegur, J.J. - "Les dépôts du complexe Rissien de la Somme", *Bul. de l'Association Française pour l'Étude du Quaternaire*, vol. 3 e 4, Paris, 1974, p. 219-230. Bourdier, F.; Munaut, A.V.; Puissegur, J. J. - "Le Würm de la région d'Arrâens et le sol gris de Saint-Sauver", *Bul. de l'Association Française pour l'Étude du Quaternaire*, vol. 3 e 4, Paris, 1974, p. 231.

- Brunsdon, D. - "Mudslides", *Slope instability*, Brunsdon e Prior (ed.), Londres, 1984, p. 363-418. Cailleux, A.; Tricart, J. - *initiation à Vétude des sables et des galeis. Tome I - Texte*, C.D.U., Paris, 1963, 369 p. Calvo Cases, Adolfo; Fumanal Garcia, M<sup>l</sup> Pilar - "Morfologia y evoludón de laderas en Ia Serra Grossa (Xátiva, País Valência)\*\*", in *Comunicaciones. VIII Colóquio de Geógrafos Espanoles*, Asociación de Geógrafos Espanoles, Barcelona, 1983, p. 84-91. Carrega, P. - "Une forme dangereuse d'érosion: les chutes de pierres dans Ia basse vallé de Ia Vésubie (Alpes Maritimes). *Méditerranée*, n<sup>n</sup> 3, Aix-Marseille, 1983, p. 53-60.
- Carvalho, A. M. Galopim de - *Apontamentos de sedimentologia aplicada à geomorfologia*, Lisboa, 1965, 168 p. (polia). Carvalho, A. M. Galopim de - *As areias da Carregueira (Entroncamento)*. Serviço do Fomento Mineiro, Lisboa, 1966, 2 p (polia). Carvalho, A. M. Galopim de - *Contribuição para o conhecimento geológico da Bacia Terciária do Tejo*, Serv. GeoL de Portugal., mem. n<sup>o</sup> 15 (Nova série), Lisboa, 1968, 218 p. eXXest Carvalho, Gaspar Soares - "As areias de Gândara (Portugal). Uma formação quaternária\*\*", *Publ. do Mus. e Lab. de Min. e Geologia da Fac. de Ciências do Porto*, 4\* série, 82, Porto, 1964, p 7-32. Castex, J.M. - "L\*aménagement des pentes et des sois dans les Alpes-Maritimes et le Var", *Méditerranée*, n<sup>n</sup>1, Aix-Marseille, 1983, p. 3-15. Cazenave-Piarrot, F.; Laugenie, C; Tihay, J. P.; Bounouilh, R. - "Controle géologique et morphoclimatique des glissements de versants dans les Pyrénées occidentales\*\*", *Mouvements de terrains. Colloque de Caen. Documents du B.R.G.M.*, n<sup>o</sup> 83, Paris, 1984, p. 495-506. Charry, Jean-Claude - "La restauration des terrains en montagne, vue des Pyrénées\*\*", *Rev. Géog. des Pyrénées et du Sud-Ouest*, t 59, fase. 1, Toulouse, 1988, p. 29-34.
- Cojean, R.; Gautier, P. - "Elaboration de cartes de sensibilité aux mouvements de terrains pour rétablissement de plains d'expositions aux risques (Decazeville-Aveyron)\*\*", *Mouvements de terrains. Colloque de Caen. Documents du B.R.G.M.*, n<sup>o</sup> 83, Paris, 1984, p. 153-161. Costa, Fernando E.L. - *Os terraços do vale do Tejo entre os rios Torto e Alviela. Notas geomorfológicas*. Lisboa, 1984, 154 p., (polia). Coumantakis, J.; Angelidis, Ch. - "Mouvements de terrains en Grece. Aspects socio-économiques", *Mouvements de terrains. Colloque de Caen. Documents du B.R.G.M.*, n<sup>o</sup> 83, Paris, 1984, p. 631-638. Crescenti, U.; Dramis, F.; Gentili, B.; Pratulon, A.; - "The Bisaccia landslide: A case of deep seated gravitational movement reactivated by earthquake\*\*", *Mouvements de terrains. Colloque de Caen. Documents du B.R.G.M.*, n<sup>n</sup> 83, Paris, 1984, p. 15-21.
- Crozier, M.J. - "Field assessment of slope instability\*\*", *Slope instability*, Brunsdon e Prior (ed.), Londres, 1984, p. 103-142. Daveau, Suzanne - "La glaciation de Ia Serra da Estrela\*\*", *Finisterra*, VI, n<sup>o</sup>11, Lisboa, 1971, p. 5-40. Daveau, Suzanne - "Quelques exemples d\* évolution quaternaire des versants au Portugal\*\*", *Finisterra*, VIII, n<sup>o</sup> 15, Lisboa, 1973, p. 5-47. Daveau, Suzanne - "L\*évolution géomorphologique Quaternaire au Portugal- Principaux aspects et problèmes poses par son étude\*\*", *Supplement au Buli. de V Assoe. Francaise pour V Étude du Quaternaire*, n<sup>o</sup> 50, Paris, 1977, p. 11-21.



- Daveau, Suzanne - "Progrès récents des connaissances sur la géologie et la géomorphologie du Portugal", *Méditerranée* n°3, Aix-Marseille, 1979, p. 85-91.
- Daveau, Suzanne - "Espaço e tempo. Evolução do ambiente geográfico de Portugal ao longo dos tempos pré-históricos". *Clio*, vol. 2, Lisboa, 1980, p. 13-18.
- Daveau, Suzanne et al. - *Répartition et rythme des précipitations au Portugal*, Mem. do C.E. G., n° 3, Lisboa, 1977, 192 p.
- Daveau, Suzanne; Devy-Vareta, N. - "Gélifraction, nivation et glaciation d'abri de la serra da Cabreira (Portugal)\*". *Actas da 1- Reunião do Quaternário Ibérico*, 1º vol., Lisboa, 1985, p. 75-84.
- Daveau, Suzanne; Ramos Pereira, Ana; Zbyszewski, Georges - "Datation au C14 du site archéologique de la plage de Magoito (Portugal), scellé par une dune consolidée", *Clio*, vol. 4, Lisboa, 1982, p. 133-136.
- Delahaut, A.; Jaurant, A.; Pissart, A. - "Le remblaiement périglaciaire de fonds de vallons en Ardenne: un dépôt fluviatile compris entre deux dépôts de solifluxion", *Travaux Géographiques de Liège*, n° 152, Liège, 1967, p. 157-174.
- Dumas, B.; Guerey, P.; Lhenaff, R.; Raffy, J. - "Mouvements de terrain et risques associés: représentation d'un essai cartographique". *Mouvements de terrains. CoUoque de Caen. Documents du B.R.G.M.*, n° 83, Paris, 1984, p. 27-41.
- Embleten, C.; King, C. - *Periglacial geomorphology*, Edward Arnold Ltd, Londres, 1975, 203 p.
- Faria, J.M. Rocha; Godinho, S.; Almeida, M.J.; Machado, M.S. - "Análise estatística dos valores máximos do ano da quantidade diária de precipitação em Portugal", *O clima de Portugal*, fase. XIX, Lisboa, 1980, 92 p.
- Ferreira, A. de Brum - "Surfaces d'aplanissement et tectonique récente dans le Nord de la Beira (Portugal)", *Rev. de Géologie Dynamique et de Géographie Physique*, vol. 22, fase. 1, Paris, 1980, p. 51-62.
- Ferreira, A. de Brum - "Manifestações periglaciares de altitude na Ilha da Madeira", *Finisterra*, XVI, n° 32, Lisboa, 1981, p. 213-229.
- Ferreira, A. de Brum - "Mouvements de terrains dans la région au nord de Lisbonne. Conditions morphostratigraphiques et climatiques", *Mouvements de terrains. CoUoque de Caen. Documents du B.R.G.M.*, n° 83, Paris, 1984, p. 485-494.
- Ferreira, A. de Brum - "Influência de climas frios na morfogénese quaternária da região a norte de Lisboa", *Actas da 1- Reunião do Quaternário Ibérico*, 1º vol., Lisboa, 1985, p. 85-104.
- Ferreira, A. de Brum; Zêzere, José Luis; Rodrigues, Maria Luísa - "Instabilité des versants dans la région au nord de Lisbonne. Essai de cartographie géomorphologique", *Finisterra* XXII, 43, Lisboa, 1987, p. 227-246.
- Ferreira, D. de Brum - *Corte géomorphologique du Portugal*, Memórias do Centro de Estudos Geográficos n° 6, Lisboa, 1981, 53 p.
- Ferreira, D. de Brum - "Les depressions convectives du bassin atlantique nord subtropical oriental", *Finisterra*, XX, 39, Lisboa, 1985, p. 25-45.
- Ferreira, H. Amorim - "Região de Lisboa-Santarém", *O clima de Portugal*, fase. XVI, Lisboa, 1965, 116 p.
- Gazeile, F. - "La crue de Décembre 1981 dans le bassin de la Garonne", *Rev. Géog. des Pyrénées et du Sud-Ouest*, L 55, fase. 1, 1984, p. 5-27.
- Godinho, Silvério - *Contribuição para o estudo da cheia da região de Lisboa em 25-26 de Novembro de 1967. Curvas de máximos da 'área-quantidade-duração*, I.N.M.G., Lisboa, 1975, 9 p.

- Godinho, Silvério - *Aspectos meteorológicos das inundações de Novembro de 1983*, I.N.M.G., Lisboa, 1984, 57 p. Gonzalez Pellejero, R. - "La importancia de la estructura en los procesos de vertiente: los deslizamientos rotacionales del cañon del Rudrón (Norte de Burgos)\*\*", *Comunicaciones do VIII Colóquio Geógrafos Espanoles*, Barcelona, 1983, p. 92-99.
- Graham, J. - "Methods of instability analysis", *Slope instability*, Brunsten e Prior (ed.), Londres, 1984, p. 171-216. Guigo, M. - "Pluie et crue des 7 et 8 Octobre 1970 dans la région Génoise\*\*", *Méditerranée*, Aix-Marseille, n<sup>o</sup> 1, 1973, p. 55-78. Guigo, M. - "Le vai Parma: Essai de cartographie des potentialités d'érosion sur un bassin de l'Apennin septentrional", *Méditerranée*, Aix-Marseille, n<sup>o</sup> 3, Aix-Marseille, 1978, p. 33-43. Hansen, A. - "Landslide hazard analysis", *Slope instability*, Brunsten e Prior (ed.), Londres, 1984, p. 523-602. Hansen, Moira J. - "Strategies for classification of landslides\*\*", *Slope instability*, Brunsten e Prior (ed.), Londres, 1984, p. 1-26. Hervas Navarro, Francisca - "Observaciones sobre depósitos de vertiente en la sierra del Gigante (Almería-Murcia)", *Comunicaciones do VIII Colóquio Geógrafos Espanoles*, Asociación de Geógrafos Espanoles, Barcelona, 1983, p. 108-115. Jahn, A. (1966)- "Movements of soil mass on slopes in cultivated areas\*\*", *Symposium International de Geomorphologie*, vol.I, Union Géographique Internationale, Liège, p. 157-165. Kenney, C. - "Properties and behaviours of soils relevant to instability\*\*", *Slope instability*, Brunsten e Prior (ed.), Londres, 1984, p. 27-66.
- Lencastre, A.; Franco, F.M. - *Lições de Hidrologia*. Univ. Nova de Lisboa, Lisboa, 451 p.
- Macaire, J. J. - "Les vallées et formations alluviales Plio-Quaternaires dans le Sud-Ouest du Bassin de Paris: genèse et signification dynamique", *Buli de VAssoe. Francaise pour l'Étude du Quaternaire*, 1-3, Paris, 1984, p. 37-40. Macaire, O.; Gigot, P.; Bailais, J.L. - "Étude du glissement du Boffay (5 Aout 1981): reflexions en vue de la prévision et de la prévention", *Mouvements de terrains. CoUoque de Caen. Documents du B.R.G.M.*, n<sup>o</sup> 83, Paris, 1984, p. 29-40. Martinez y Ortigosa, Lasanta - "Aproximación al comportamiento hidromorfológico de laderas cultivadas con virias". *Comunicaciones do VIII Colóquio de Geógrafos Espanoles*, Asociación de Geógrafos Espanoles, Barcelona, 1983, p. 100-105.
- Morgan, Christopher - "The relative significance of splash, rainwash, and wash as processes of soil erosion", *Zeicht. fur Geomor.*, 30, (3), Berlin-Stuttgart, 1986, p. 329-337. Muxart, Tatiana; Cosandey, Claude; Billard, Arnelle; Vaiadas, Bernard - "Dynamique des versants et occupation humaine dans les Cévennes (Montagne du Lingas)", *Buli de VAssoe. Francaise pour l'Étude du Quaternaire*, vol. 1, 2 e 3, Paris, 1987, p. 1-4.
- Neboit - "Génese des terrasses fluviales holocènes en Sicile et en Italie méridionale\*\*", *Buli. de VAssoe. Francaise pour l'Étude du Quaternaire*, vol. 1, 2 e 3, Paris, 1984, p. 157-160. Nir, D. - *Man, a geomorphological agent. An introduction to Antropic Geomorphology*, Keter Publishing House, Jeruzalém, 1983, 165 p.

- Noverraz, F. - "Cartographie des glissements de terrains. Méthode de leve; objectif et fonction des carthes d'instabilité", *Mouvements de terrains. Colloque de Caen. Documents du B.R.G.M.*, n° 83, Paris, 1984, p. 217-223. Orengo, C; Rossi, G. - "Sur l'évolution des versants dénudé par incendie sous climat méditerranéen. Massif du Tanneron- Alpes Maritimes", *Méditerranée*, Aix-Marseille, n° 1, 1973, p. 95-104. Pailhé, Pierre - "Les glissements de terrain dans l'Entre-Deux-Gaves (Pyrénées-Atlantiques)", *Rev. Géog. des Pyrénées et du Sud-Ouest*, L 44, fase. 1, Toulouse, 1973, p. 29-43. Paviani, Aldo - "Alenquer, aspectos geográficos de uma vila portuguesa", *Finisterra*, III, 5, Lisboa, 1968, p. 32-78. Pech, P. - "La dynamique des versants dans Tôssola (Italie du Nord, Alpes centrales)", *Rev. de Géographie Alpine*, 74, 4, Grenoble, 1968, p. 355-371. Pecsí, M. - "The dynamics of slope evolution and its geomorphological representation", *Symposium International de Géomorphologie*, vol. I, Liège-Louvain, 1966, p. 187-199.
- Rachocki, Andrzej - *Alluvialfans*, John Wiley & Sons, New York, 1981, 161 p. Rebelo, F.M.S. - "A acção humana como causa de desabamentos e deslizamentos". *Biblos*, LVII, Coimbra, 1981, p. 630-644. Rebelo, F.M.S. - "Considerações metodológicas sobre o estudo dos ravinamentos" *Actas do II Colóquio Ibérico de Geografia*, Lisboa, 1982, p. 339-350. Rebelo, F.M.S. - "Contribuição para o conhecimento do modelado periglaciário de baixa altitude em Portugal", *Actas da I- Reunião do Quaternário Ibérico*, 1º vol, Lisboa, 1985, p. 141-152. Ribeiro, A. - "Néotectónica do Portugal", *Livro de Homenagem a Orlando Ribeiro*, 1º vol, Lisboa, 1984, p. 173-182. Ribeiro, A.; Antunes, M. T.; Ferreira, M. P.; Rocha, R. B.; Soares, A. F.; Zbyszewski, G.; Moitinho de Almeida, F.; Carvalho, D. de; Monteiro, J. H. - *Introduction à la Géologie Générale du Portugal*, Serv. Geol. Portugal, Lisboa, 1979, 114 p. Ritchot, Gilles - "La cartographie géomorphologique en noir et blanc", *Cahiers de Géographie de Québec*, 14º année, Institut de Géographie de l'Université de Laval, n° 33, 1970, p. 359-376. Rouse, Colin - "Flowslides", *Slope instability*, Brunson and Prior (ed.), Londres, 1984, p. 491-522. Roxo, Maria J.; Ventura, J. - "As inundações catastróficas de Novembro de 1983 na região de Lisboa-Loures", *Estudos em homenagem a Mariano Feio*, Lisboa, 1986, p. 391-405. Sala, Maria - "Los experimentos de campo en geomorfología", *Comunicaciones do VIII Colóquio Geógrafos Espanoles*, Asociación de Geógrafos Espanoles, Barcelona, 1983, p. 57. Schwing, J.F. - "Cartographie de Férosion en milieu agricole: méthodes et principaux résultats en fonction des différents substrats et pentes. Exemple du vignoble Alsacien". *Zeitschrift für Geomorphologie*, 23 (2), Berlin-Stuttgart, 1979, p. 199-214. Selby, M.J. - *Hillslope materials and processes*, Oxford University Press, Oxford, 1982, 264 p. Sirieys, P. - "Divers types de mécanismes de mouvements de terrains", *Mouvements de terrains. Colloque de Caen. Documents du B.R.G.M.*, n° 83, Paris, 1984, p. 75-80.

- Souchez, R. - "Réflexions sur l'évolution des versants sous climat froid", *Rev. de Géologie Dynamique et de Géographie Physique*, vol. VIII, fase. 4, Paris, 1966, p. 317-334. SL-Onge, Denis - "Gully erosion in the Swan Hills, Alberta", *Géographie Physique et Quaternaire*, XXXII, n<sup>o</sup> 4, 1978, p. 361-368. Teixeira, C. - "Plio-Plistocénico de Portugal", *Com. dos Serv. Geol. de Portugal*, L 65, Lisboa, 1979, p. 35-46, Varnes, David J. - *Landslide hazard zonation: a review of principles and practice*, UNESCO, Paris, 1984, 63 p. Whalley, W.B. - "Rockfalls", *Slope instability*, Brunsten e Prior (ed.), Londres, 1984, p. 217-256. Záruba, Quido; Mencl, Vojtech - *Landslides and their control*. Elsevier Scientific Publishing Company, Oxford, 1982, 324 p. Zbyszewski, G. - "Étude géologique de la région d'Alpiarça", *Com. dos Serv. Geol. de Portugal*, t XXVII, Lisboa, 1946, p. 145-267. Zbyszewski, G. - "Le quaternaire au Portugal", *Boi. da Soe. Geol. de Portugal*, XIII (1-2), Porto, 1958, p. 5-227. Zbyszewski, G. - *Notícia explicativa da Carta Geológica de Portugal, folha 30-D*, Serv. Geol. de Portugal, Lisboa, 1965, 104 p.

## RÉSUMÉ

### *Contribuição à Vétude de la dynamique actuei et des risques naturels dans la dépression de Ota et collines de Alenquer-Merceana*

Le contact du bassin Mézo-Cénozoïque Occidental Portugais avec le bassin Cénozoïque du Tejo-Sado, de Carregado jusqu'à Ota, se fait par une flexure. A l'Est, on trouve, la dépression de Ota dans le bassin Cénozoïque, et à l'Ouest les collines de Alenquer-Merceana, dans le bassin

Méso-Cénozoïque.

L'étude des conditions morpho-structurales et des processus géomorphologiques ont permis l'identification des facteurs les plus importants en ce qui concerne l'évolution actuelle des versants et des crues catastrophiques, qui ont eu lieu dans le bassin versant de l'Alenquer. On a de même étudié les facteurs des risques naturels et esquissé une cartographie des risques potentiels.

## ABSTRACT

### *Contribution to the Study of actual dynamics and natural hazards at Ota depression and Alenquer-Merceana hills*

The contact between the Western Meso-cenozoic Portuguese basin and the Tejo-Sado Tertiary basin, from Carregado to Ota is a flexure. Along this flexure lies the Ota depression, on the Tertiary basin and the Alenquer-Merceana hills on the Western-cenozoic Portuguese basin. The study of the morphostructural conditions in this area enabled the identification of the main factors of the hillslope evolution and the occurrence of the flash-floods in Alenquer, as well as the zoning of the natural hazards.