

FERNANDO REBELO

# Riscos Naturais e Acção Antrópica

## Estudos e reflexões

2<sup>a</sup> EDIÇÃO REVISTA E AUMENTADA



Coimbra • Imprensa da Universidade

(Página deixada propositadamente em branco)

FERNANDO REBELO

# Riscos Naturais e Acção Antrópica

Estudos e reflexões

2ª edição revista e aumentada



Coimbra • Imprensa da Universidade

Coordenação Editorial  
Imprensa da Universidade de Coimbra

Concepção Gráfica  
António Barros

Paginação  
António Resende

Execução Gráfica  
Imprensa de Coimbra, lda  
Largo de S. Salvador, 1  
3Q0G-372 Coimbra

**ISBN**  
972-8704-17-8

2.<sup>a</sup> EDIÇÃO  
Dezembro de 2003

Depósito Legal  
204439/03

© Imprensa da Universidade de Coimbra



OBRA PUBLICADA COM OS PATROCÍNIOS DA CAIXA GERAL DE DEPÓSITOS  
E SERVIÇO NACIONAL DE PROTECÇÃO CIVIL

## PREFÁCIO

Dois anos foram o suficiente para que se esgotasse a primeira edição de *Riscos Naturais e Acção Antrópica*. Vários factos terão sido responsáveis por isso. Em primeiro lugar, o lançamento do livro ocorreu logo após uma importante época de cheias e inundações na maior parte do território português. Este facto, associado ao facto de o Autor, além de ser Professor Catedrático de Geografia, ser, então, Reitor da Universidade de Coimbra, deu-lhe, indubitavelmente, uma projecção mediática que ultrapassou todas as expectativas. Sucederam-se as entrevistas para diversos jornais diários, para emissões radiofónicas e, até, em hora nobre, para três canais televisivos. Antes, a apresentação do livro, feita pelo Professor Doutor Ilídio do Amaral, Professor Catedrático Jubilado da Universidade de Lisboa, geógrafo que foi pioneiro nos estudos de riscos em Portugal, mas que também foi Reitor da sua Universidade e, Posteriormente, da Universidade Internacional, atraiu centenas de pessoas à Sala do Senado da Universidade de Coimbra, despertando muito a curiosidade dos interessados. Por fim, mas não menos importante, tratou-se de mais um título da responsabilidade editorial da Imprensa da Universidade de Coimbra, com o patrocínio de duas entidades relacionadas com os riscos, o Serviço Nacional de Protecção Civil e a Companhia de Seguros Fidelidade.

A segunda edição de uma obra científica tem, necessariamente, de ser actualizada. Alguns trabalhos foram entretanto publicados, quer por nós, quer por outros, no país ou no estrangeiro. Houve, portanto, que acrescentar pequenos textos e referenciar livros ou artigos mais recentes. Mas aproveitamos também para juntar um capítulo novo à terceira parte. Por isso, a presente edição de *Riscos Naturais e Acção Antrópica* tem agora de se dizer «revista e aumentada».

(Página deixada propositadamente em branco)

## PREFÁCIO DA 1ª EDIÇÃO

A 8 de Fevereiro de 1966, perante um Júri de cinco professores e uma sala cheia de colegas e amigos, defendi o meu primeiro trabalho de investigação — *Vertentes do Rio Dueça. Contribuição para o estudo da sua tipologia e evolução a jusante de Miranda do Corvo*. Ao comunicar-me o 17 que me acabava de ser atribuído, o Presidente do Júri, também Director da Faculdade de Letras da Universidade de Coimbra, Costa Pimpão, convidou-me para Assistente. Com o despacho ministerial de nomeação publicado apenas a 13 de Maio, pude terminar o ano lectivo no Externato Correia Mateus, de Leiria, onde, desde o ano anterior, leccionava todas as disciplinas de Geografia do ensino secundário.

A minha carreira universitária começou, então, com a posse como Assistente Eventual, no dia 1 de Junho de 1966. E começou com serviço de exames, por um lado, e com a organização de um ficheiro de fotografias aéreas da cobertura de 1958, que há algum tempo se encontravam empacotadas no Instituto de Estudos Geográficos.

Rapidamente me vi envolvido no serviço militar. Entre 12 de Setembro de 1966 e 1 de Dezembro de 1969, dediquei-me a actividades bem diferentes das universitárias em Mafra, Cascais e Lisboa.

Mas não em exclusivo.

Todos os minutos livres do ano que passei em Cascais, no Centro de Instrução de Artilharia Anti-aérea e de Costa, foram aproveitados em trabalhos para o Centro de Estudos Geográficos de Coimbra, nas áreas da Geografia da População e da Geografia dos Transportes, bem como na preparação do plano para uma eventual tese de doutoramento numa área bem diferente — a Geografia Física.

Mais numerosos foram os minutos livres dos dois anos de Lisboa, no Estado Maior do Exército, onde me debruçava sobre relatórios e cartas, onde atendia telefonemas e fazia informações, mas onde, acima de tudo

convivia diariamente com muitos dos melhores e mais conhecidos oficiais superiores portugueses. No entanto, tudo isso apenas de tarde, excepto à Quarta-feira, tarde que trocava pela manhã de Sábado.

Assim, a Quarta-feira à tarde depressa se transformou em tempo de trabalho no Centro de Estudos Geográficos de Lisboa, graças a Orlando Ribeiro, que me proporcionou uma bolsa para colaborar na elaboração do segundo volume da Bibliografia Geográfica de Portugal. Dos contactos com o Mestre, que um dia me considerou seu discípulo, com sua esposa, Suzanne Daveau, com Ilídio do Amaral, com os colegas da minha geração e com colegas mais novos, tive a oportunidade de completar a minha formação geográfica coimbrã, dominada pelos brilhantes raciocínios académicos e as aulas excepcionais de Alfredo Fernandes Martins, com uma visão mais aberta às novas correntes da investigação de campo e de laboratório e com a descoberta de não imaginadas espécies bibliográficas do maior interesse.

Por outro lado, as manhãs e algumas noites serviam para não perder o gosto pelo ensino — no Externato Clenardo, no Liceu Charles Lepierre e no Externato Paulo Dias, todos em Lisboa, fui dando aulas de Geografia a nível secundário, mantendo acesa a chama de uma vocação que se manifestava desde os primeiros tempos dos meus estudos no Liceu Alexandre Herculano, no Porto.

A fase lisboeta revelou-se fundamental para o início dos trabalhos sobre o terreno relacionados com a tese de doutoramento, cuja ideia de base me tinha sido proposta por Alfredo Fernandes Martins, mas cujos pormenores iam sendo discutidos também com Suzanne Daveau. E as saídas ao campo com os professores e os colegas de Lisboa foram-se sucedendo — Sintra, Arrábida, Ribatejo, Alentejo e Angola vieram complementar as saídas anteriormente feitas quase sempre para o Maciço Calcário Estremenho e para as Beiras.

6

A ligação com o Centro de Estudos Geográficos de Lisboa manteve-se bem para lá da passagem pela capital. Com Suzanne Daveau e Orlando Ribeiro ainda estive na área de Valongo, para lhes mostrar o que já tinha observado, na Lousã e no Buçaco, na Serra da Estrela, na Plataforma do Mondego e na Meseta.

Em 24 e 25 de Julho de 1975, perante um júri encabeçado pelo Presidente do Conselho Directivo da Faculdade de Letras, Jorge Alarcão,

prestei provas de doutoramento. Foi a primeira vez que alguém se doutorou em Portugal na especialidade de Geografia Física e a terceira, depois de Alfredo Fernandes Martins (1949) e de Mariano Feio (1952), que alguém apresentou uma tese nessa área. Intitulava-se *Serras de Valongo. Estudo de Geomorfologia* e foi arguida por Suzanne Daveau e Ferreira Soares; um projecto de investigação sobre processos erosivos actuais foi arguido por Alfredo Fernandes Martins. Orlando Ribeiro e Pereira de Oliveira estavam igualmente no júri e a classificação foi a mais alta («distinção e louvor») e por unanimidade.

Alfredo Fernandes Martins e Orlando Ribeiro ainda acompanharam a minha carreira universitária por mais alguns anos. Os dois integraram o júri das provas para Professor Extraordinário, em Novembro de 1978, tal como Suzanne Daveau, Ilídio do Amaral, Ferreira Soares e Mariano Feio. Os dois foram autores do parecer que me permitiu chegar a Professor Catedrático (1982).

No fim daquelas provas, disse publicamente Orlando Ribeiro que comigo terminava uma geração de geógrafos em que ele também se incluía - a dos geógrafos polivalentes.

Na realidade, por essa altura, já tinha leccionado muitas disciplinas diferentes. As duas de Geografia Humana, por exemplo, esperavam-me quando regressei do serviço militar. A sua leccionação foi esporádica (só durante quatro anos), mas assinalai-a com a publicação de dois trabalhos, um dos quais ainda hoje continua a ser citado pelos especialistas. Com as mudanças várias trazidas à Universidade pela Revolução do 25 de Abril de 1974, vi-me empurrado tanto para uma leccionação ocasional de Etnografia Portuguesa, como para a leccionação normal de uma disciplina de Geografia Rural. Naturalmente que foi na área da Geografia Física que mais trabalhei nessa época. Criei as disciplinas de Climatologia e de Geomorfologia, como disciplinas de opção especializadas, com iniciação à investigação, quando, até aí, essas matérias eram apenas afloradas de modo superficial nas duas disciplinas obrigatórias de Geografia Física. Criei a disciplina de Introdução à Geografia e, em 1978, com o aparecimento, por decreto, da Introdução aos Estudos Geográficos e da Expressão Gráfica em Geografia lá fui chamado à sua leccionação.

Para não maçar o leitor com a variedade de seminários de Mestrado que orientei, limito-me a acrescentar apenas mais algumas disciplinas da

Licenciatura em Geografia a que estive ligado. Lembro a minha passagem pela Geografia Aplicada e pela Geografia Regional, bem como, através de uma colaboração com a Faculdade de Letras da Universidade do Porto, pela de Geografia das Regiões Tropicais. Finalmente, após o falecimento (1982) do seu responsável desde há muitos anos, Alfredo Fernandes Martins, comecei a reger a disciplina de Geografia Física de Portugal, de que, ainda hoje, apesar de dispensado do serviço docente, mantenho as aulas teóricas.

No respeitante à investigação, se pensarmos nas duas teses acima referidas e no projecto que preparei para provas de doutoramento, duas linhas de investigação estavam claramente definidas a nível da Geografia Física — uma dentro da Geomorfologia estrutural, mais clássica, embora suportada por metodologias actualizadas, a da tese de doutoramento, outra, vinda já da tese de licenciatura, voltada para uma Geomorfologia dinâmica, em que a acção antrópica aparece frequentemente.

Ao longo dos últimos 25 anos, pouco publiquei nas áreas de Geografia Humana ou de Geografia Regional. No entanto, a variedade de matérias que me vi obrigado a leccionar fez-me diversificar a investigação, mas sempre me encontrei dentro da Geografia Física e, em regra, sem perder de vista o homem. Com efeito, pouco publiquei sobre temas de Geomorfologia estrutural ou de Climatologia pura. Publiquei alguns trabalhos na área da História da Geografia Física em Portugal, mas foram as dinâmicas da erosão que mais me atraíram e, muitas vezes, a erosão antrópica esteve presente. Daí que tenha sido fácil chegar aos riscos naturais. Tratava-se de apresentar a faceta aplicada da Geografia Física. O estudo dos acontecimentos catastróficos susceptíveis de modificar bruscamente as paisagens sempre atraiu os geógrafos; também me senti atraído para estudos deste género. Os incêndios florestais, que me assustaram e deslumbraram em criança, deram-me o toque para aquele que foi o primeiro estudo geográfico sobre o assunto publicado em Portugal. Os ravinamentos que eu via formar quase ao lado de minha casa ou as inundações que eu tão bem conhecia desde os tempos de menino também me chamaram ao estudo; e as publicações surgiram naturalmente.

A consciência de que estava a trabalhar na área dos riscos, todavia, só se consolidou perante o contacto com o Grupo Europeu para o Estudo dos Riscos e das Catástrofes e isso aconteceu em Paris quando, em 1991,

ao abrigo das acções de intercâmbio JNICT-CNRS, me encontrava a estagiar no Laboratório do CNRS de Meudon, então dirigido por Alain Godard. O grande Mestre da Geografia Física, particularmente conhecido pelos seus estudos sobre paisagens graníticas, apresentou-me um geógrafo que havia feito a sua tese de doutoramento na Grécia, sobre relevo calcário, mas que estava claramente a inflectir a sua carreira para outra área talvez bem mais útil para a humanidade — Lucien Faugères. A partir daí, fui conhecendo todo um grupo multidisciplinar e internacional que começava a organizar uma post-graduação centrada na Universidade de Paris I (Panthéon-Sorbonne), o *DESS Gestion des Risques et des Crises*, e que também estava interessado na minha participação. Integrado no *staff*, passei a receber em Coimbra, desde 1993, para um estágio de uma semana por ano, um grupo de estudantes, acompanhados sempre, pelo menos, por um professor, que vinha estagiar sobre a realidade dos riscos em Portugal.

O livro que agora vem a público resulta de toda uma vida de observação atenta e, sem dúvida, de 35 anos de investigação e ensino. Dos muitos trabalhos que publiquei e que considero ligados à temática dos riscos, selecionei os que melhor serviam para organizar uma sequência lógica — introdução geral aos riscos no nosso país, riscos climáticos, riscos geomorfológicos, riscos hidrológicos e conclusão teorizante sobre os riscos e a geografia. Todos foram revistos. Alguns são artigos publicados há bastante tempo; mesmo assim, salvo uma ou outra actualização no respeitante à bibliografia, preferi deixá-los como estavam em termos de conteúdo. Um ou outro foram sujeitos a pequenas adaptações, para evitar a repetição de matérias. Só um foi parcialmente reescrito passando a corresponder à fusão de dois artigos. Não se trata de um manual que pretenda esgotar a matéria. É tão só um livro de estudos e reflexões sobre a temática dos riscos ditos naturais dirigido primordialmente a estudantes e professores de Geografia, mas que, acredito, será de grande interesse para todos os profissionais das ciências da natureza e poderá ajudar muitos outros das ciências sociais e humanas.

A ideia inicial para a elaboração deste livro foi-me dada por minha mulher Maria de Lourdes Rebelo, Professora da Faculdade de Farmácia, que me tem acompanhado em muito do trabalho de campo realizado, ao longo da vida, tanto nesta, como noutras áreas do conhecimento geográfico.

Fernando Regateiro, Professor da Faculdade de Medicina e Director da Imprensa da Universidade, incentivou-me e foi incansável para a sua conclusão com a maior brevidade.

Grande amigo desde há mais de 30 anos, Ilídio do Amaral, geógrafo, antigo Reitor da Universidade de Lisboa e da Universidade Internacional, sócio efectivo da Academia das Ciências de Lisboa, leu atentamente todo o texto, fazendo sugestões preciosas para a sua melhoria.

Finalmente, os apoios do Serviço Nacional de Protecção Civil e do Conselho de Administração da Companhia de Seguros Fidelidade, para a edição desta obra, trazem consigo o reconhecimento de toda uma investigação aplicada sobre riscos naturais que vem sendo feita na Universidade de Coimbra.

Para todos, bem como para os Colegas e Funcionários que comigo colaboraram, aqui deixo o meu mais sincero agradecimento.

*Fernando Rebelo*

# INTRODUÇÃO

## OS RISCOS NATURAIS EM PORTUGAL (\*)

A ideia de risco tem acompanhado desde sempre o homem. No princípio, os riscos eram exclusivamente naturais; a pouco e pouco, além desses apareceram outros como consequência das suas próprias actividades, tendo ou não componente natural. Hoje, os riscos são já de toda a ordem, desde os naturais aos socioeconómicos ou aos tecnológicos (L. FAUGERES, 1991) e, frequentemente, é impossível analisá-los em separado, pois constituem-se em verdadeiros complexos de riscos. E até os riscos naturais, que a seguir apreciaremos, com exemplos portugueses, não podem, por vezes, analisar-se isoladamente.

### I. RISCOS TECTÓNICOS E MAGMÁTICOS

Ao começarmos por referir os riscos ligados à geodinâmica interna, temos, antes de mais, os que se relacionam com a tectónica. Os riscos sísmicos, na verdade, existem em praticamente toda a Terra, embora sejam mais agudos em certas áreas como as que se encontram perto de limites ou bordos de placas.

Assim, são particularmente sensíveis as chamadas áreas de subducção, onde uma placa, introduzindo-se por baixo de outra, vai sendo destruída em profundidade (Andes, por exemplo), ou de colisão, onde duas placas chocam uma com a outra (Apeninos, por exemplo).

11

(\*) Adaptado, revisto e actualizado a partir de: REBELO, Fernando (1991) — «Riscos Naturais». *Portugal Moderno. Geografia*, Lisboa, POMO, p. 85-93.

Portugal fica perto de uma área dita de colisão — o encontro da placa africana com a placa euroasiática. E, em Portugal, é o Algarve a região mais próxima do estreito de Gibraltar e da grande falha que, passando por aí, segue até aos Açores. O risco sísmico é grande.

Não são, todavia, menos importantes as áreas de formação da crosta, onde fenómenos vulcânicos relacionados com o funcionamento de *rifts* podem provocar sismos. No nosso país, é o caso dos Açores, onde as grandes crises vulcânicas têm sido em geral acompanhadas de fortes crises sísmicas, o que, no entanto, não quer dizer que todas as crises sísmicas se relacionem com crises vulcânicas; algumas, como o sismo de 1 de Janeiro de 1980 (J. G. F. FARRICA, 1980), que tanta destruição causou na ilha Terceira, na ilha de São Jorge e na ilha da Graciosa, tiveram origem tectónica. O risco sísmico é grande, também, nos Açores.

No caso da maior parte do território português do Continente, sabemos bem que o risco sísmico, não sendo tão grande como nos casos referidos, é suficientemente forte para ter de ser encarado.

A nossa História lembra-nos o 1º de Novembro de 1755 como o dia do grande terramoto de Lisboa; sabe-se que abalou todo o país e que foi terrível no Algarve, mas sabe-se, também, que o seu poder destruidor foi fortemente acrescentado nas cidades devido aos incêndios que originou e, nas proximidades do mar (Lisboa incluída), pelo *tsunamis* que se lhe seguiu. Pensar no terramoto de 1755 é pensar numa catástrofe que não se poderia prever a partir de um simples risco sísmico, mas apenas de um verdadeiro complexo de riscos (E. ZEBROWSKI, 1997, Y. VEYRET-MEKDJIAN, 2001).

Independentemente de se estar perto de grandes acidentes tectónicos onde se dê o encontro de placas, a proximidade de falhas activas é sempre um risco. Com efeito, há falhas que, de vez em quando, ainda se movimentam; na Região Centro, um dos casos mais conhecidos é o da falha de Alencarce, perto de Soure. Sentem-se, por vezes, pequenos abalos de terra em Coimbra cujo epicentro é nessa falha. O risco, todavia, não parece ser muito grande.

No entanto, no caso de um forte sismo, qualquer falha pode ressoar. Na sequência do de 29 de Fevereiro de 1969, várias casas, que haviam sido construídas em cima de falhas, por exemplo, na Portela (Coimbra) e na Senhora da Candosa (Serpins), ficaram parcialmente rachadas. Do

mesmo modo, caíram barreiras de estrada talhadas em escarpas de falhas bem conhecidas, como, por exemplo, junto à ponte da Ribamá (Fataunços, Vouzela) e no início da subida do Reguengo do Fetal para Fátima. Este sismo atingiu grandes proporções no Algarve, mais perto do epicentro, onde caíram partes de casas, chaminés e vários muros; chegaram a abrir-se fendas no solo e até mesmo em estradas.

Em ligação com o risco sísmico, existe o risco de *tsunamis*, *raz-de-mcrée* ou *maremoto*, isto é, o risco de ocorrência de uma onda solitária de grandes dimensões (J. S. A. CARMO, 2000). Tal pode acontecer no caso de sismos com epicentro no mar. O já referido terramoto de 1755 foi mais mortífero pelo *tsunamis* que produziu do que pelas destruições de casas que provocou. Só em Lisboa, afogou alguns milhares de pessoas que tinham fugido para o Terreiro do Paço; no Algarve, onde em certos locais terá galgado arribas de 60 m de altura, matou para cima de 2000 pessoas (M. M. FRAZÃO, 1992).

Em termos gerais, os riscos de erupções vulcânicas são mais restritos na sua distribuição. Em território português, só nos Açores eles estão presentes. A integração das ilhas na *Mid Atlantic Ridge* (Cordilheira Médio Atlântica), na área da tripla junção de placas (americana, euroasiática e africana), onde se desenvolve um *rift* que parece ser muito complexo (F. MACHADO, 1982), é um grande factor de risco tanto no respeitante à ocorrência de sismos, como no respeitante à ocorrência de fenómenos vulcânicos.

Depois de muitas erupções históricas, de que nos chegaram múltiplos relatos (M. E. MOREIRA-LOPES, 1970), a mais recente grande crise vulcânica dos Açores foi a dos Capelinhos, na ilha do Faial, que se verificou, durante cerca de treze meses, em 1957 e 1958, oferecendo todo o tipo de manifestações características, com fases explosivas, fases efusivas, emissões de gases, etc. (O. RIBEIRO e R. S. BRITO, 1958).

Sendo vários os aparelhos vulcânicos distribuídos por diferentes ilhas e que podem ser considerados activos por terem funcionado nos últimos 200 anos, com manifestações secundárias de vulcanismo em várias ilhas e com frequentes crises sísmicas em áreas muito próximas do *rift*, o risco de erupção vulcânica está, sem dúvida, presente, seja no interior de algumas ilhas, seja no mar, sob a forma de erupções submarinas; este último risco

manifestou-se recentemente (desde Dezembro de 1998, mantendo-se activo ainda em Março de 2000) com o funcionamento do vulcão oceânico da Serreta, ao largo da ilha Terceira (V. H. FORJAZ et al., 2000).

## 2. RISCOS CLIMÁTICOS

Portugal tem um clima de base claramente mediterrânea, mesmo no Noroeste, onde as influências oceânicas são maiores, ou nas montanhas mais importantes, onde o frio e a neve são frequentes no Inverno.

Uma das principais características dos climas ditos mediterrâneos é a sua variabilidade. Com efeito, dizer-se que eles têm Verões quentes e secos e Invernos suaves e pluviosos é algo que nos é transmitido empiricamente pelos mais antigos e que nos é confirmado cientificamente a partir de estudos estatísticos, mas que muitas vezes não se verifica de forma tão clara.

Sabemos que, frequentemente, o Verão se prolonga com secas por todo o Outono, ou que a seca reaparece em pleno Inverno, com anticiclones que nos trazem «bom tempo» durante semanas. A seca exagerada é, pois, um risco climático típico do domínio mediterrâneo, com a agravante de, por vezes, se poder repetir em anos seguidos (M. FEIO e V. HENRIQUES, 1986). Mas sabemos também que, às vezes, o Verão é interrompido brutalmente em Agosto ou Setembro com chuvadas intensas, que, em geral, se esperariam em Outubro ou Novembro. A ocorrência de chuvas intensas fora da época normal é, também aqui, um risco climático bem conhecido.

No respeitante às temperaturas, sabemos, igualmente, que, embora as médias nos apontem Dezembro e Janeiro como meses mais frios, em Março e Abril, já depois de se terem verificado temperaturas acima dos 20°C, podem ocorrer dias seguidos com formação de geada susceptíveis de criarem situações difíceis ao desenvolvimento de certas espécies agrícolas. Vagas de frio fora da época são riscos climáticos que os agricultores conhecem.

Muito menos frequentes serão os riscos de queda de neve nas terras baixas, a formação de fenómenos violentos do tipo tornado, as vagas de calor prolongadas fora da época normal, etc. Embora com certo grau de raridade, tudo isto tem acontecido em Portugal, pelo que terá sempre de ser equacionado numa avaliação de riscos climáticos.

Descendo ao pormenor, há riscos climáticos que podem ter uma grande importância para o homem quando pretende instalar novas culturas, novas indústrias, novos bairros residenciais ou novas estradas. Trata-se do risco de ocorrência de geada ou formação de gelo, do risco de ocorrência de nevoeiros, do risco de ocorrência de ventos locais violentos, etc.

A construção recente de itinerários principais na rede rodoviária portuguesa veio chamar a atenção para casos concretos de situações de grande risco, especialmente na passagem de montanhas; no caso da travessia da Serra do Marão, há, por vezes, tramos situados em vertentes sombrias onde o risco de formação e permanência do gelo é muito elevado no Inverno, tal como há, outras vezes, tramos desabrigados em áreas de convergência de ventos onde o risco de ocorrência de ventos locais fortes é igualmente elevado; a manifestação destes riscos já tem originado acidentes graves.

Situado na zona florestal das latitudes médias (J. TRICART, 1965), Portugal está sujeito, particularmente no Verão, a grandes incêndios florestais. O risco de deflagração do fogo florestal está relacionado com o risco climático. Ele tem sido, mesmo, objecto de estudos no sentido de se obterem índices meteorológicos que permitam passar rapidamente ao alerta de perigo que permita evitar a catástrofe (L. LOURENÇO, 1991).

Antes de mais, trata-se de uma característica climática típica do domínio mediterrâneo — quando, no Verão, as temperaturas são mais elevadas, praticamente não chove e a evaporação é forte, a secura ao nível da vegetação atinge proporções que a tornam facilmente inflamável. Se o desenvolvimento espontâneo do fogo, embora possível, é raro, o seu desencadeamento na sequência de trovoadas pode acontecer e o seu desencadeamento por acção humana, criminosa ou não, é frequente.

O risco de eclosão de fogos florestais relaciona-se essencialmente com o jogo entre a temperatura e a humidade do ar; sendo tanto maior quanto mais elevada for a temperatura e a humidade mais baixa, considerando-se a velocidade do vento muito importante, em especial se ele vier de certos quadrantes (F. REBELO, 1980; L. LOURENÇO, 1988 e 1991).

O desenvolvimento e a manutenção dos grandes incêndios florestais durante alguns dias estão quase sempre relacionados com o tipo de tempo quente e seco, particularmente quando a circulação de leste faz baixar a humidade relativa, às vezes, para menos de 20%. A humidade relativa do

ar muito baixa durante o Verão é, portanto, um factor de agravamento do risco de fogos florestais.

Outro factor de agravamento de risco é o aumento das temperaturas máximas do Verão, que se relacionará com o tão falado aquecimento global, mas, sem dúvida, no Centro de Portugal, se relaciona também com a própria incidência dos fogos e o desaparecimento progressivo das grandes manchas florestais; os novos povoamentos não atingem facilmente a densidade e a dimensão dos anteriores.

### 3. RISCOS GEOMORFOLÓGICOS

As formas do relevo estão em constante evolução devido ao comportamento dos processos erosivos em ligação com as características climáticas. Por vezes, verifica-se um certo equilíbrio entre processos e formas que dá um pouco a ilusão de estabilidade. No entanto, as condições para a aceleração do funcionamento de um determinado processo, ou mesmo para o desencadeamento de um outro que só funcione esporadicamente, podem surgir em função de um fenómeno climático, mas exigirão sempre elementos explicativos ligados às próprias formas.

#### 3.1. Riscos de ravinamento

Relacionados também com as características mediterrâneas do clima do nosso país estão os riscos de ravinamento.

16 A formação de ravinas relaciona-se, em primeiro lugar, com a ocorrência de chuvas intensas, ou seja, de chuvas abundantes em pouco tempo. Se elas não forem contrariadas pelo coberto vegetal, bastarão declives pequenos a médios (8 a 24%) e material rochoso pouco coerente (solo propriamente dito, alterite, depósitos de vertente) para que a água escorra rapidamente e se passe depressa dos canais pequenos e anastomosados, que definem a escorrência difusa, aos barrancos, que definem a escorrência concentrada (F. REBELO, 1982).

Por isso, em condições de declives suaves a médios e de materiais rochosos incoerentes ou de fraca coesão, a ausência ou a pequena

densidade do coberto vegetal acarreta, mais ou menos por todo o lado, no nosso país, um importante risco de ravinamento. Naquelas condições, a actuação do homem — eliminando a vegetação em áreas às vezes extensas, por motivos diversos, mas principalmente para preparar espaços para construção —, tal como os fogos florestais, é um importante risco acrescido ao já grande risco de ravinamento.

A escorrência pode, todavia, ser menos agressiva, não deixando de ser um risco de consequências graves no respeitante à perda de solos agrícolas. O desaparecimento da vegetação em vertentes regularizadas com declives de valores médios irá constituir um risco de escorrência difusa e laminar, conduzindo a uma erosão selectiva logo que se verifiquem chuvas, mesmo que pouco importantes. O prolongamento no tempo deste processo poderá dar passagem à concentração da escorrência e à concomitante formação de ravinas.

### 3.2. RISCOS DE MOVIMENTAÇÕES EM MASSA

As movimentações em massa nas vertentes podem revestir diferentes tipos consoante as características dos declives, da vegetação, da coesão dos materiais rochosos, etc., mas também das características dos fenómenos climáticos ou outros em presença.

#### 3.2.1. *Riscos de desabamento*

Nas vertentes rochosas, isto é, nas vertentes talhadas em materiais rochosos coerentes, com fracturas e fendas mais ou menos preenchidas com solos, existam ou não espécies vegetais, pode ser grande o risco de desabamento, sendo o perigo, por vezes, mesmo, iminente, quando o homem aí intervém com o fim de abrir ruas. Assim aconteceu em Coimbra, onde poucos anos após a abertura da Rua de Aveiro, se verificaram desabamentos localmente importantes (F. REBELO, 1981). No Porto, as vertentes graníticas do Douro são ainda hoje um belo exemplo; na Rua da Restauração, na margem direita, ou na Serra do Pilar, na margem esquerda, com declives subverticais, têm ocorrido frequentemente situações de crise, com queda de blocos e de outros elementos de diversas dimensões, que chegaram a destruir casas.

Quando o homem intervém com obras em áreas de risco de desabamento, quase sempre esse risco é muito acrescido no momento da intervenção, podendo manter-se acrescido durante muito tempo até se encontrar um melhor equilíbrio natural, que, evidentemente, nunca é definitivo. As barreiras das estradas e das linhas de caminho de ferro estão cheias desses exemplos (A. S. PEDROSA, 1994). Por isso, os técnicos têm vindo a colocar redes de arame para protecção nas mais recentes e importantes estradas, aí incluídos os chamados itinerários principais.

Problemas semelhantes se põem nas pedreiras em actividade ou, mais ainda, nas abandonadas, como se pode observar por exemplo, nas de calcário de Ançã, perto de Coimbra, ou em tantas outras espalhadas pelo país.

Os desabamentos podem acontecer em função de sismos ou em função de trabalhos de sapa na base das vertentes, mas podem também ocorrer devido à infiltração de água da chuva nas fendas da rocha, à acção mecânica devida ao crescimento de raízes ou à formação de gelo nessas mesmas fendas. Os riscos de desabamento têm, portanto, relações com riscos sísmicos e com riscos climáticos.

### 3.2.2. Riscos de deslizamento

No caso dos deslizamentos, a água terá de estar presente no interior da massa, conferindo-lhe um maior peso de modo a criar a movimentação que se fará ao longo de uma superfície de arranque, uma vez ultrapassado o limite da plasticidade. O risco de deslizamento relaciona-se, também, com as características do material rochoso da vertente, que, através de um grau de coerência menor do que no caso dos desabamentos e até da presença de argilas por todo o conjunto, e não só nas fendas, deverá permitir o embebimento de água em grandes quantidades. Em situações de trabalho de sapa na base da vertente ou da barreira em causa, pela perda do suporte de apoio poderá iniciar-se o movimento da massa enriquecida em água.

18

Em sentido restrito, os deslizamentos entendem-se como movimentações em massa de solos ou rochas pouco coerentes em que não se perdem as distâncias relativas entre os elementos movimentados.

Assim entendidos, os deslizamentos vêem-se com frequência nas barreiras de estradas constituídas sobre materiais rochosos de fraca coesão, em geral com alguma riqueza de argilas ou em aterros sobre os quais elas são construídas.

Para alguns autores, será, ainda, deslizamento a movimentação que se verifica quando, em materiais predominantemente argilosos, saturados de água, se ultrapassa o limite da liquidez. Aí, o escoamento torna-se viscoso e observa-se uma modificação das distâncias relativas entre os elementos em movimento. Chamamos solifluxão (fluimento de um solo) a este processo, que pode generalizar-se a toda uma vertente (solifluxão generalizada) ou localizar-se em parte dela (escoada de lama). Com o nosso clima, é muito raro encontrarem-se solifluxões generalizadas a toda uma vertente, embora tal possa ocorrer nos Açores em áreas muito húmidas e com uma película densa de ervas sobre materiais piroclásticos finos (F. REBELO, 1986). As escoadas de lama, bem pelo contrário, podem muitas vezes desencadear-se em tempo de chuva abundante em vertentes argilosas ou areno-argilosas, principalmente quando postas em desequilíbrio pelo homem, por exemplo, em barreiras de estrada. A separação clara entre deslizamento e solifluxão é, às vezes, difícil de estabelecer, pelo que há quem fale só de deslizamento, nele incluindo a solifluxão, enquanto há quem considere só solifluxão, nela incluindo o deslizamento (FLAGEOLLET e AVENARD, respectivamente, cit. em F. REBELO, 1991).

Preferimos separar estes dois processos, embora nos pareça que o risco de deslizamento e o risco de solifluxão andam a par; quando há risco de ocorrência do primeiro, também o há do segundo. Além disso, muitas vezes, o deslizamento apresenta, mesmo, uma frente de solifluxão.

Grandes deslizamentos e solifluxões foram detectados na área a norte de Lisboa e estudados por A. Brum FERREIRA (1984), que salientou os do Calhandriz e Adanaia (entre Bucelas e Vila Franca de Xira) ocorridos em Fevereiro de 1979. Recentemente, J. L. ZEZERE (1997) veio a alargar a área e a aprofundar o seu estudo em tese de doutoramento (F. REBELO, 1997).

De igual modo, por vezes, não é fácil separar o desabamento do deslizamento. O desabamento de grandes massas rochosas pode iniciar-se como deslizamento rotacional, com uma ou várias superfícies de arranque, como frequentemente se observa em areias dunares quando submetidas a exploração como areeiros (por exemplo, na área de São Pedro de Moei, Marinha Grande) ou quando atingidas na base pelo ataque das ondas do mar (por exemplo, em vários locais do cordão litoral a sul de Aveiro). No entanto, a natureza do material e as condições em que o

fenómeno ocorre levam à passagem imediata às características típicas dos desabamentos, com a modificação das distâncias anteriormente existentes entre os elementos postos em movimento e, em casos de grandes proporções, com a formação de um talude de escombros (F. REBELO e J. N. ANDRÉ, 1986).

### *3.2.3. Outros riscos geomorfológicos*

Muitos outros riscos geomorfológicos poderão ainda referir-se (L. FAUGÈRES, 1991).

Nas montanhas onde a neve origina grandes acumulações podem, em certos casos, desencadear-se avalanches. Tratando-se de um fenómeno quase desconhecido no nosso país, não pode deixar de se colocar como hipótese de risco em certos locais de algumas serras do Norte e Centro, especialmente na Serra da Estrela, em anos de mais intensa queda de neve.

A erosão eólica também não é particularmente importante no nosso país, mas ela existe sobre as praias do litoral ocidental e constitui um risco para certas construções desabrigadas junto a praias de grande extensão.

No passado, a construção de «palheiros» (casas de madeira assentes em estacas ou «paios»), por exemplo, nas Praias de Mira e da Tocha, permitia a passagem, por baixo da habitação da areia carregada pelo vento forte, particularmente, da nortada de Verão ou dos temporais de Inverno. Hoje, casas construídas quase sobre a praia, com técnicas modernas, têm sofrido, por vezes da noite para o dia, uma deposição de areias que quase as cobre por completo. Aí, o risco de erosão eólica é um facto e relaciona-se, igualmente, com o risco climático.

Também a erosão fluvial e a sedimentação podem constituir-se em riscos geomorfológicos. No entanto, se é grande a sua relação com riscos climáticos, eles podem associar-se profundamente com os riscos hidrológicos e é nesse âmbito que nos parece deverem ser apresentados.

20

## 4. RISCOS HIDROLÓGICOS

É, também, nas características climáticas basicamente mediterrâneas que se deve enquadrar a apresentação dos riscos hidrológicos em Portugal.

Todos os grandes rios peninsulares que desaguam em Portugal (Minho, Lima, Douro, Tejo e Guadiana), tal como outros inteiramente nossos (Mondego, Vouga, Sado, por exemplo), apresentam uma longa história de cheias com graves prejuízos ao longo das suas margens, muito especialmente em espaços urbanos. O risco hidrológico, mais concretamente o risco de inundação, foi sempre muito grande e o homem foi sendo obrigado a tomar as suas precauções.

O Douro, com as justificações da produção hidroeléctrica e da navegabilidade, está hoje bastante controlado por dez barragens desde Miranda até ao Porto (Miranda do Douro, Picote, Bemposta, Saucelle e Aldeadavilla), no troço internacional; Pocinho, Valeira, Régua, Carrapatelo e Crestuma-Lever; no troço nacional); isto não quer dizer, todavia, que o risco de inundação tenha desaparecido da Régua e de diversas povoações ribeirinhas ou que, no Porto, as cheias não aconteçam ainda em áreas habituais (E. VELHAS, 1997) e o mar não tenha agora mais facilidade para entrar a barra e inundar violentamente a área urbana junto à Foz (Passeio Alegre e Ouro).

Por sua vez, o Tejo, apesar das muitas barragens nele construídas em Portugal e Espanha, não deixa, ainda, de em certos anos mais chuvosos, inundar amplamente as lezírias e de criar problemas de circulação rodoviária na região e, mesmo, em espaços urbanos como o Rossio de Abrantes e a Ribeira de Santarém, entre outros.

Coimbra, sofreu durante muito tempo com as inundações das ruas da Baixa provocadas pelas cheias do Mondego (A. F. MARTINS, 1940). A construção de barragens (Aguieira e Raiva, no Mondego, e Fronhas, no Alva) e do açude-ponte de Coimbra parece ter resolvido o problema para a cidade, apesar de o Ceira ainda não estar controlado. No entanto, atendendo à importância que as chuvas locais podem por vezes revestir, lado a lado com a quase ausência de declives, o mesmo talvez não se dirá para parte dos campos a jusante. De facto, mantêm-se alguns riscos de inundação na área de Montemor-o-Velho, onde a urbanização avançou para o plano aluvial.

Muitas cidades portuguesas continuam a ter problemas do mesmo género todos os anos, apesar de obras importantes que vão sendo feitas para os resolver. Por exemplo, a simples construção de diques e de pequenos açudes não resolveu problemas de inundações no Nabão, em Tomar, raras, é certo, mas geralmente bruscas.

Bruscas também e destruidoras foram, em 2 de Setembro de 1986, as inundações da Povoação e do Faial da Terra, na ilha de São Miguel (Açores), provocadas por chuvas muito intensas e pela resposta quase imediata de duas bacias hidrográficas pequenas, mas praticamente circulares e com fortes declives nos perfis longitudinais dos seus canais (F. REBELO e A. G. B. RAPOSO, 1988).

Os riscos de inundação relacionam-se, portanto, com os riscos climáticos, mas implicam a consideração de vários elementos naturais (declives, permeabilidade ou impermeabilidade do substrato rochoso, dimensão e forma da bacia hidrográfica, características do coberto vegetal, etc.) e humanas (barragens, diques, modo de ocupação do solo, etc.).

No entanto, os riscos de inundação relacionam-se, igualmente, com riscos de erosão fluvial ou marinha e com riscos de sedimentação.

Ao invadir campos ou ruas de cidades, as águas podem destruir margens naturais ou obras humanas; do mesmo modo, no fim do processo de inundação, ao retomarem o seu leito, as águas podem ser ainda mais agressivas — o risco de erosão fluvial é então acrescido.

O mesmo se passa com a entrada das águas do mar, seja na parte vestibular de rios, seja em praias, campos próximos mal protegidos ou ruas e avenidas marginais — o risco de erosão litoral será maior ou menor quanto menor ou maior for a sua protecção, quanto mais violento ou menos violento for o temporal que lhe estiver na origem.

Algumas cidades portuguesas com frente marítima têm sofrido destruições de casas e de obras de protecção. Espinho é o caso mais notável de destruições nos finais do século XIX, princípios do século XX. As grandes obras de defesa feitas na marginal nos anos 50, não resultaram em pleno; espera-se que as obras dos anos 80 tragam finalmente uma defesa eficaz.

22

Outros casos merecem referência no litoral e relacionam-se com a eventualidade de ocorrência de fortes temporais que, fazendo avançar as águas marinhas facilmente sobre litoral de areia, as levam a inundar espaços urbanos deficientemente protegidos, como foi o caso da Costa Nova, em Fevereiro de 1978 (F. REBELO, 1978) ou a atacar arribas fragilizadas pela natureza e pelo homem, como no caso da Praia do Carvoeiro em Fevereiro de 1990 (F. REBELO, 1990).

Reflectindo sobre estes casos, terá de concluir-se que o risco de inundação marinha, risco hidrológico, sem dúvida, tem de ser associado também ao risco de erosão marinha.

Associando-se, igualmente, a riscos hidrológicos, os riscos de sedimentação relacionam-se tanto com os riscos de erosão fluvial como com os riscos de erosão marinha, já que, nos dois casos, a água transporta sempre quantidades variáveis de materiais que, ao perder velocidade, deposita. A título de exemplo, de 25 para 26 de Novembro de 1967, na região de Lisboa, cheias rápidas, mas catastróficas (*flash floods*) de ribeiras e de pequenos rios, como o Trancão e o Jamor, depositaram toneladas de lama, calhaus, blocos e materiais orgânicos ao desembocarem dos seus estreitos vales (I. AMARAL, 1968), tal como, de 25 para 26 de Fevereiro de 1978, as águas do mar depositaram toneladas de areia na maior parte das vilas do litoral centro-ocidental do país (F. REBELO, 1978).

AMARAL, Ilídio do (1968) — «As inundações de 25/26 de Novembro de 1967 na região de Lisboa». *Finisterra*, Lisboa, 3 (5), p. 79-84.

AVENARD, Jean-Michel (1962) — *La Solifluxion*. Paris, SEDES, 164 p.

CARMO, José S. Antunes do (2000) — «Tsunamis: geração e riscos». *Territorium*, Coimbra, 7, p. 15-24.

FAUGÈRES, Lucien (1991) — «La géo-cindynique, géoscience du risque». *Bulletin de l'Association de Géographes Français*, Paris, 3, p. 179-193.

FARRICA, José Guilherme Fernandes (1980) — «O sismo de 1 de Janeiro de 1980 nos Açores». *Finisterra*, Lisboa, 15 (30), p. 247-261.

FEIO, Mariano e HENRIQUES, Virginia (1986) — *As secas de 1980-81 e de 1982-83 e as principais secas anteriores: intensidade e distribuição regional*. Lisboa, CEG, Memórias, 10, 113 p.

FERREIRA, António de Brum (1984) — «Mouvements de terrain dans la région au nord de Lisbonne. Conditions morphostructurales et climatiques». *Communications du Colloque Mouvements de Terrain, Caen 22-23-24 mars 1984. Documents du BRCM*, 83, p. 485-494.

FLAGEOLLET, Jean-Claude (1989) — *Les Mouvements de Terrain et Leur Prévention*. Paris, Masson, 224 p.

- FORJAZ, Victor Hugo et al. (2000) — *Vulcão Oceânico da Serreta*. Ponta Delgada, Observatório Vulcanológico e Geotérmico dos Açores, 40 p.
- FRAZÃO, Mário de Mendonça (1992) — «O megassismo de 1755 no Algarve». *Comunicações, VII Congresso do Algarve, 19-22 de Março de 1992*, Vilamoura, Racal Clube, p. 31-44.
- LOURENÇO, Luciano (1988) — «Tipos de tempo correspondentes aos grandes incêndios florestais ocorridos em 1986 no Centro de Portugal». *Finisterra*, Lisboa, 23 (46), p. 251-270.
- LOURENÇO, Luciano (1991) — «Uma fórmula expedita para determinar o índice meteorológico de risco de eclosão de fogos florestais em Portugal continental». *Cadernos Científicos sobre Incêndios Florestais*, Coimbra, 2, p. 3-63.
- MACHADO, Frederico (1982) — «Interprétation of ground deformation in the Azores». *Arquipélago. Revista da Universidade dos Açores, Série Ciências da Natureza*, Ponta Delgada, 3, p. 95-112.
- MARTINS, Alfredo Fernandes (1940) — *O Esforço do Homem na Bacia do Mondego*. Coimbra, Ed. Autor, 299 p.
- MOREIRA-LOPES, Maria Eugénia S. A. (1970) — «A Ilha de São Jorge do Arquipélago dos Açores. Contribuição para o estudo da sua morfologia e actividade vulcânica». *Revista de Ciências do Homem da Universidade de Lourenço Marques*, 3, Série A, 107 p.
- PEDROSA, António de Sousa (1994) — «As actividades humanas e os processos morfo-genéticos - o exemplo da Serra do Marão». *Territorium*, Coimbra, I, p. 23-34.
- REBELO, Fernando (1978) — «Os temporais de 25/26 de Fevereiro de 1978 no Centro de Portugal», in «Os temporais de Fevereiro/Março de 1978» (coord. S. DAVEAU), *Finisterra*, Lisboa, 13 (26), p. 244-253.
- REBELO, Fernando (1980) — «Condições de tempo favoráveis à ocorrência de incêndios florestais. Análise de dados referentes a Julho e Agosto de 1975 na área de Coimbra». *Biblos*, Coimbra, 57, p. 629-644.
- REBELO, Fernando (1981) — «A acção humana como causa de desabamentos e deslizamentos - análise de um caso concreto». *Biblos*, Coimbra, 57, p. 629-644.
- REBELO, Fernando (1982) — «Considerações metodológicas sobre o estudo dos ravinamentos». *Comunicações, II Colóquio Ibérico de Geografia, Lisboa, 1980, Vol.I*, Lisboa, CEG, p. 339-350.
- REBELO, Fernando (1986) — «Identificação de processos erosivos actuais na parte ocidental da ilha de São Miguel (Açores)». *Cadernos de Geografia*, Coimbra, 4, p. 121-139.
- REBELO, Fernando (1990) — «Geografia Física e Ambiente. Temas e problemas. Alguns casos concretos escolhidos em Portugal». *Cadernos de Geografia*, Coimbra, 9, p. 85-95.

- REBELO, Fernando (1991) — «Geografia Física e Riscos Naturais. Alguns exemplos de riscos geomorfológicos em vertentes e arribas no domínio mediterrâneo». *Biblos*, Coimbra, 67, p. 353-371.
- REBELO, Fernando (1997) — «Riscos geomorfológicos na área a Norte de Lisboa». *Cadernos de Geografia*, Coimbra, 16, p. 125-129.
- REBELO, Fernando e ANDRÉ, José Nunes (1986) — «Sobre a evolução actual das dunas na área de S. Pedro de Moei (Distrito de Leiria)». *Actas, IV Colóquio Ibérico de Geografia*, Coimbra, p. 883-893.
- REBELO, Fernando e RAPOSO, António Guilherme B. (1988) — «As inundações de 2 de Setembro de 1986 na Povoação e no Faial da Terra (São Miguel, Açores)». *Cadernos de Geografia*, Coimbra, 7, p. 169-179.
- RIBEIRO, Orlando e BRITO, Raquel Soeiro de (1958) — «Primeira notícia da erupção dos Capelinhos na ilha do Faial». *Naturalia*, Lisboa, 7 (1-4), 33 p.
- TRICART, Jean et CAILLEUX, André (1965) — *Introduction à la Géomorphologie Climatique*. Paris, SEDES, 306 p.
- VELHAS, Edite (1997) — «As cheias na área urbana do Porto. Risco, percepção e ajustamentos». *Territorium*, Coimbra, 4, p. 49-62.
- VEYRET-MEKDJIAN, Yvette (2001) — *Géographie des Risques Naturels*. Paris, La Documentation Française, 64 p.
- ZEBROWSKI, Ernest (1997) — *Périls of a Restless Planet. Scientific Perspectives on Natural Disasters*. Cambridge, Cambridge University Press, 306 p.
- ZÊZERE, José Luis (1997) — *Movimentos de Vertente e Perigosidade Geomorfológica na Região a Norte de Lisboa*. Lisboa, Faculdade de Letras, 575 p. + 3 mapas geomorfológicos de pormenor fora do texto.

(Página deixada propositadamente em branco)

## Iª PARTE

### RISCOS CLIMÁTICOS. INCÊNDIOS FLORESTAIS

#### I

#### UM CASO CONCRETO DE MANIFESTAÇÃO DE RISCO CLIMÁTICO — OS TEMPORAIS DE 25/26 DE FEVEREIRO DE 1978 NO CENTRO LITORAL PORTUGUÊS (\*)

«Uma depressão complexa e quase estacionária, com núcleos a sul da Islândia e a norte dos Açores e com um sistema frontal associado, provocava na Europa Ocidental e na Europa do Norte céu muito nublado, chuva e aguaceiros». Assim, segundo o *Boletim Meteorológico* do Instituto Nacional de Meteorologia e Geofísica (INMG), se caracterizava a situação geral às zero horas do dia 25 de Fevereiro de 1978. Vivia-se, então, um período de passagens sucessivas de ondulações frontais que se havia iniciado já na noite de 14 para 15 e que embora não tivesse sido responsável por um total exagerado de precipitações, originara ventos, por vezes, fortes, e, logicamente, uma agitação marinha importante. Entre o dia 14 e o dia 24 foi registada, em Coimbra, uma precipitação de 142,8 mm.

Na tarde de 25 de Fevereiro, as condições favoráveis à ocorrência de ventos fortes acentuaram-se com a aproximação e a passagem de mais uma frente fria (Fig. I); em vários locais foram anunciados ventos com velocidades acima dos 90 Km/h e as vagas, que se previam entre os 5 e

27

(\*) REBELO, Fernando (1978) — «Os temporais de 25/26 de Fevereiro de 1978 no Centro de Portugal». Finisterro, Lisboa, I 3 (26), p. 244-253 (com ligeiras adaptações).

os 7 m, segundo testemunhos fidedignos, terão ultrapassado os 10 m quando, na madrugada de 26, se verificou a preia-mar. As consequências desta violência foram muitas e só por pouco não chegaram a ser catastróficas.

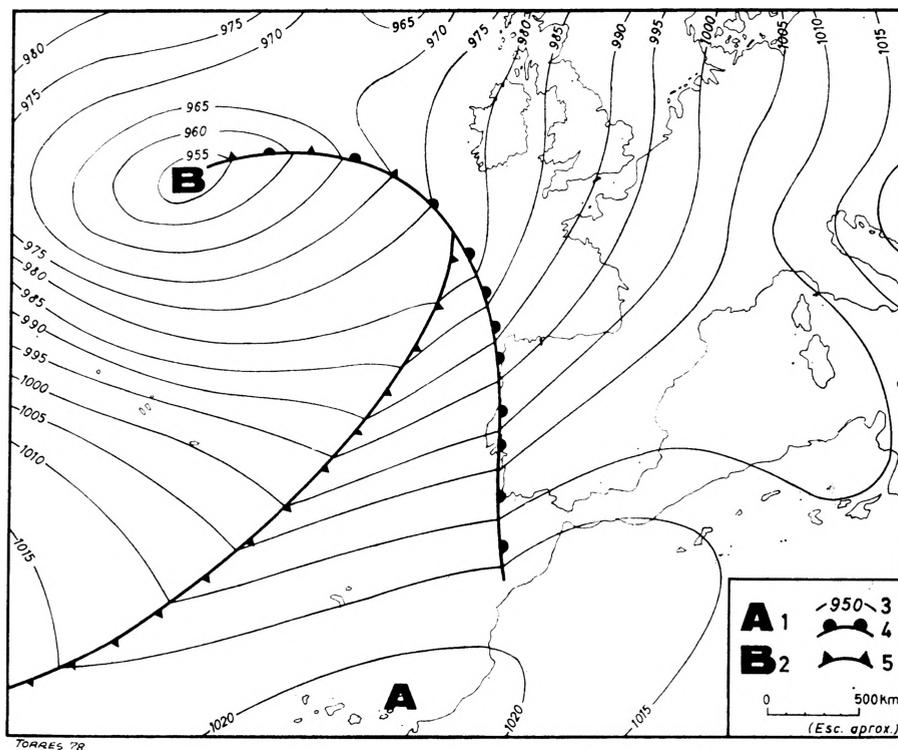


Fig. 1 – Situação geral à superfície às 0 h TMG de 25 de Fevereiro de 1978.

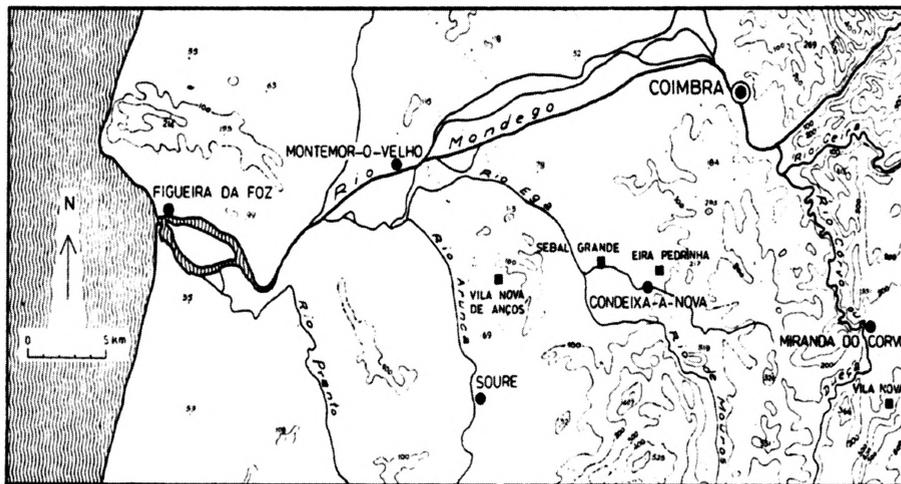
1 – Centro de altas pressões; 2 – centro de baixas pressões; 3 – isóbaras, em milibares; 4 – frente quente que estava a atravessar o território; 5 – frente fria que veio a atingir a região de Coimbra ao fim da tarde de 25.

Fonte: *Boletim Meteorológico*. INMG.

## I. PREJUÍZOS DEVIDOS AO VENTO

No respeitante aos ventos, poderá dizer-se que, durante a segunda metade do mês de Fevereiro e os primeiros dias de Março, por todo o litoral do Centro houve prejuízos. O caso mais notável, porém, aconteceu com a passagem da frente fria do dia 25 de Fevereiro quando, cerca das 20 h, foram dobradas, partidas ou arrancadas árvores de características tão

diversas como oliveiras, sobreiros, nogueiras, pinheiros, acácias e eucaliptos em áreas muito bem definidas e próximas entre si, nos arredores de Coimbra (Fig. 2) —Vila Nova de Anços (Soure), Sebal Grande (Condeixa-a-Nova), Eira Pedrinha (Condeixa-a-Nova) e Vila Nova (Miranda do Corvo).



**Fig. 2 - Localização das áreas afectadas por mecanismos convectivos, do tipo tornado, associados à passagem da frente fria de 25 de Fevereiro de 1978. Notar que essas áreas (assinaladas por pequenos quadrados negros) se dispõem quase em linha, com o natural desvio para a direita.**

Em Vila Nova de Anços, por exemplo, onde um dos proprietários afectados afirmava ter perdido 700 mil escudos de pinheiros, podia isolar-se, uns três quilómetros para leste da povoação, de um lado e de outro da estrada que conduz a Condeixa-a-Nova, um núcleo central de 500 a 600 m de comprimento por cerca de 100 m de largura onde a destruição foi quase total (Fot. 1 e 2). No conjunto, a área atingida foi mais vasta — cerca de 2 Km de comprimento por 150 a 200 m de largura. Neste espaço, havia milhares de árvores danificadas, predominando os pinheiros partidos ou arrancados pela raiz, caídos sem qualquer orientação, no núcleo central, e os pinheiros ou eucaliptos, na área marginal, quando observados de oeste para leste, primeiro, dobrados para ESE, depois, dobrados para NE. Precisamente nesta área marginal, algumas casas ficaram destelhadas e uma delas perdeu a chaminé; por felicidade, no núcleo central não existiam casas.



**Fot. 1 - Área afectada por mecanismos convectivos do tipo tornado, perto de Vila Nova de Anços (extremidade ocidental).**



**Fot. 2 - Idem (extremidade oriental).**

Um pouco adiante, para leste, junto à povoação de Sebal Grande, aconteceu praticamente o mesmo, embora com menores proporções — um pinhal foi atingido com brutalidade igual à do espaço central da área próxima de Vila Nova de Anços, mas numa superfície menor (cerca de 100 m de comprimento por 30 de largura). Também aqui se pode falar de uma área marginal; todavia, o número de árvores destruídas não foi tão elevado, nem o espaço tão bem delimitado como o anterior; houve, porém, casos espectaculares — oliveiras arrancadas pela raiz e atiradas pelo ar, enormes eucaliptos rachados a meio, caminhos totalmente impraticáveis devido à queda de árvores ou de grandes ramos, muros caídos, etc.

A semelhança entre estes dois casos, bem como entre eles e os dois assinalados mais para leste (Eira Pedrinha e Vila Nova), faz pensar em mecanismos fortemente convectivos, muito localizados, do tipo tornado. Aliás, as informações então recolhidas nos diferentes locais atingidos mostravam bem que uma coisa era o vento forte que se fazia sentir e outra o fenómeno extremamente violento e rápido (terá demorado entre um e dois minutos), acompanhado por, pelo menos, um trovão ensurdecedor e queda de granizo, que, de repente, se abateu sobre aquelas áreas; e se o vento forte já estava a arrancar algumas oliveiras nos solos mais empapados pela chuva (caso de Sebal Grande), o que se seguiu veio espalhar a destruição e aumentar em muito os prejuízos. Por outro lado, não pode deixar de notar-se uma certa perda de importância do fenómeno à medida do avanço da frente fria para o interior; aliás, em Coimbra, à mesma hora, nada de anormal se passou no respeitante a ventos — a passagem da frente foi, todavia, bem marcada por chuva intensa e abaixamento de temperatura. Segundo os registos do Instituto Geofísico da Universidade de Coimbra, a passagem da frente fria verificou-se entre as 18 e as 21 h, sem ventos fortes, nem alteração do rumo, mas com queda de granizo e trovoadas.

31

## 2. PREJUÍZOS NO LITORAL

Mais do que o vento, no entanto, foram as ondas alterosas da praia-mar da madrugada do dia 26 de Fevereiro as grandes causadoras dos principais estragos ao longo do litoral do Centro do País (Fig. 3).

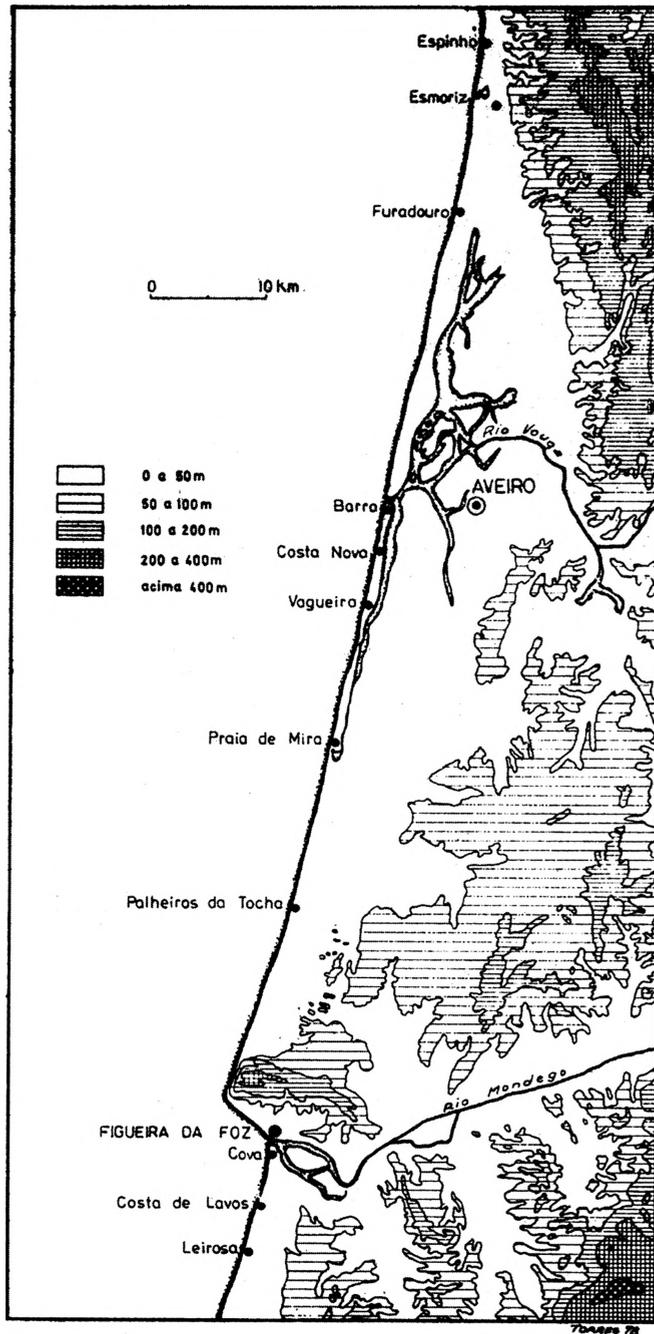


Fig. 3 - Localização das praias mais afectadas pelos temporais de 25/26 de Fevereiro de 1978 no Centro Litoral português.

## 2.1. Costa Nova

Atendendo à importância dos prejuízos, salientam-se os estragos na área da Costa Nova do Prado (arredores de Aveiro) — estimavam-se em 5 mil contos as despesas a fazer para a reabertura da estrada entre a Costa Nova e a Vagueira, que havia sido cortada em três sítios, como se estimavam em vários milhares de contos os prejuízos com as culturas (só um agricultor-criador de gado teria perdido mais de mil contos) e os recheios das habitações destruídos pela água do mar.

Com efeito, na Costa Nova, cerca de 4 Km a sul do Farol da Barra, entre as 4 e as 5 h do dia 26, com ondas calculadas entre os 10 e os 20 m de altura, o mar abriu uma larga e profunda enseada, precisamente a partir da extremidade da muralha de protecção, em pedra solta, que servia de estrada paralela à praia (Fot. 3 e 4). Pela acção momentânea das vagas e pelas acções que se sucederam, esta muralha foi destruída em aproximadamente 100 m de extensão e as suas pedras deslocadas dezenas de metros. Todavia, mesmo onde a destruição não foi total, toda a muralha acabou por ser galgada pelas águas que semearam o areal de pequenas pedras dela retiradas e criaram uma autêntica lagoa à frente das casas situadas sobre a duna, casas de implantação antiga. O drama, naturalmente, verificou-se para sul da duna, numa área baixa onde se vinham a construir muitas casas clandestinas — aí, a água do mar seguiu o declive suave até à laguna (vulgarmente, mas impropriamente, chamada Ria de Aveiro — A. GIRÃO, 1922, p. 53, e A. F. MARTINS, 1946, p. 187), só não a atingindo nesse local porque a estrada funcionou como um dique. O escoamento da água processava-se com lentidão através de manilhas colocadas por baixo da estrada (a referida estrada entre a Costa Nova e a Vagueira) para a passagem das águas das valas de drenagem. Por isso, a água do mar se foi acumulando e inundando ruas situadas a um nível mais baixo do que a estrada até ao momento em que se fez, com uma escavadora, um corte transversal no asfalto, que permitiu o rápido escoamento de toda a água para a laguna — a quantidade de água represada era tanta que a corrente, formada por mecanismos fluviais, aprofundou e alargou depressa a chanfradura que lhe havia sido oferecida.

Um pouco mais para sul da Costa Nova, nem foi necessária a actuação humana para o corte da estrada — em dois locais onde também a água



Fot. 3 - Ataque das vagas na área da Costa Nova. Vista panorâmica tomada do Farol da Barra. Para S, a quebra das ondas acontece cada vez mais próximo da praia, explicando, assim, a violência manifestada na Costa Nova. (Fotografia gentilmente cedida pelo Prof. Doutor José Manuel Pereira de Oliveira).

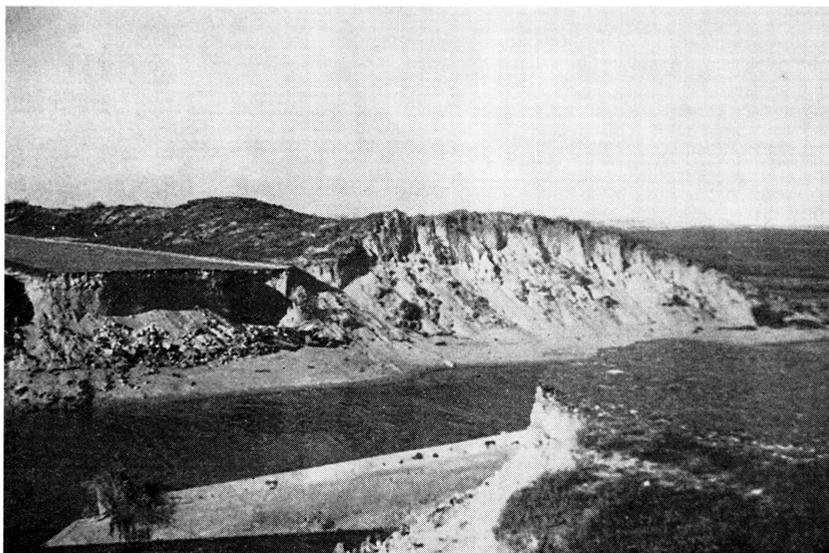


Fot. 4 - Destruição da extremidade S da muralha de protecção da praia da Costa Nova e abertura da enseada que permitiu a posterior passagem da água do mar para a laguna. (Fotografia gentilmente cedida pela Dra. Maria Elisabeth Souto).

do mar se tinha concentrado, aproveitando valas de drenagem, a estrada não resistiu ao ataque erosivo de sapa (Fot. 5 e 6), aliás muito fácil, dado que o piso assentava em banquetas de areia. Num e noutro caso, caído o asfalto sobreposto às manilhas, foi muito rápido o processo de alargamento e aprofundamento da passagem. Nesta área, porém, a movimentação das águas era maior por se tratar de um local onde, como no caso da própria Costa Nova, o mar se aproximava mais da laguna a favor da enseada aberta e de um outro onde o mar avançava com relativa facilidade a favor de várias pequenas aberturas na duna (Fig. 4); além disso, não se pode negligenciar, nos três casos, o papel exercido pelas águas da laguna que, ao subirem de nível, como sempre, na preia-mar, mas desta vez mais do que o habitual devido à entrada, pela Barra, de uma quantidade anormal de água do mar, também fizeram um certo trabalho de sapa.

Em resumo, e analisando tudo o que nos foi dado observar, nas proximidades da Costa Nova distinguiram-se vários tipos de prejuízos. Em primeiro lugar, os prejuízos directamente ligados ao ataque das vagas (destruição da estrada-paredão, paralela à praia, na sua extremidade sul); depois, os prejuízos ligados à passagem da água do mar em movimento relativamente rápido após a quebra da onda, movimento tanto mais rápido quanto, em função do declive para leste, não se podia verificar a corrente de retorno (destruição de covas onde já estavam plantadas batatas, onde já se desenvolviam ervilhas e favas ou onde se exploravam pastagens); depois, ainda, os prejuízos ligados à permanência da água do mar (destruição de culturas e de pastagens, aumento da percentagem de sal admissível para a agricultura, impedindo o seu regresso por muito tempo, e deterioração de habitações e seu recheio); finalmente, os prejuízos ligados ao escoamento, após um percurso maior ou menor; consoante se estivesse mais para norte ou mais para sul, para a laguna, único escoamento subaéreo possível de uma quantidade de água verdadeiramente excepcional, entretanto represada, quer pela duna da povoação, quer pela estrada Costa Nova-Vagueira (os três importantes cortes de estrada).

No entanto, em áreas vizinhas, para sul e para leste, houve ainda prejuízos indirectamente ligados aos temporais — com a subida do nível das águas na laguna, subiu também o nível freático e, em alguns locais, tanto, que a água da chuva, não podendo infiltrar-se, inundou covas onde, por conseguinte, se perderam as culturas; nestes casos, evidentemente, foi



**Fot. 5 - Corte da estrada Costa Nova-Vagueira. Aspecto de pormenor do corte natural da estrada mais próximo da Vagueira.**



**Fot. 6 - Alargamento das valas de drenagem existentes no local do corte da estrada depois da passagem da água do mar para a laguna.**

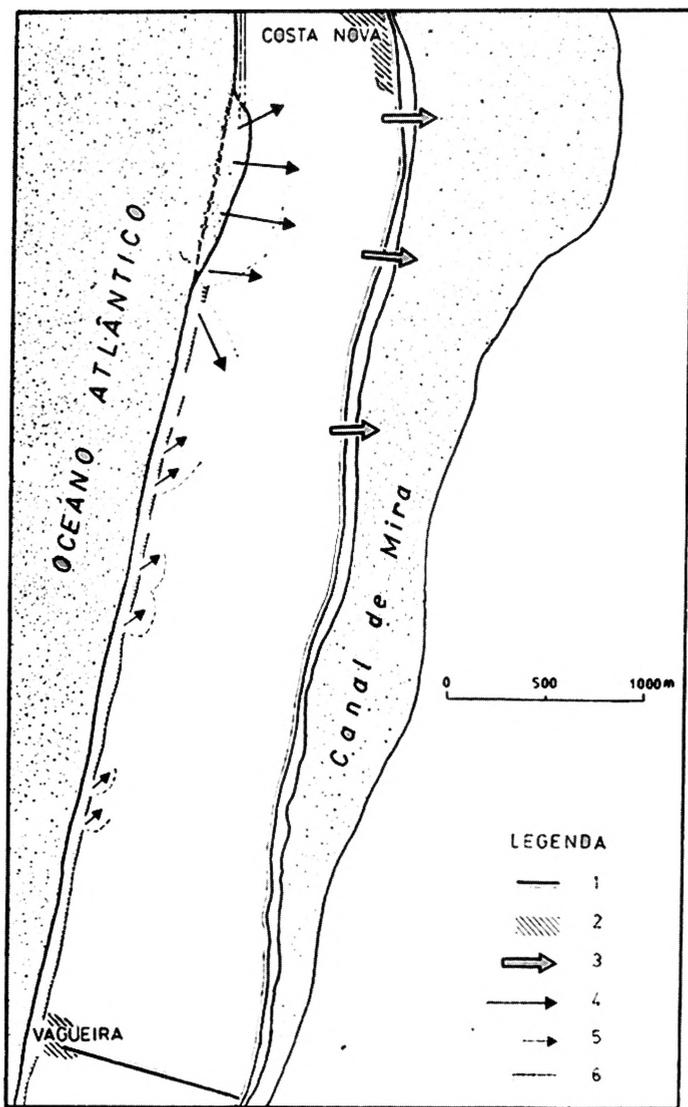


Fig. 4 - Comunicação entre o mar e a laguna (Canal de Mira) na área da Costa Nova, estabelecida na sequência dos temporais de 25/26 de Fevereiro de 1978. 1 - Estrada Costa Nova-Vagueira; 2 - povoações (no caso da Costa Nova apenas se localizou a extremidade sul, isto é, o bairro dos pescadores e a área das casas clandestinas); 3 - cortes na estrada; 4 - principais pontos de passagem da água do mar; 5 - exploração de aberturas na duna com entrada do mar em pequenas quantidades; 6 - limite ocidental das dunas que sublinham o cordão litoral.

possível refazê-las, isto é, semear de novo, ao contrário dos casos em que a água do mar passou (destruindo covas) ou permaneceu (destruindo as culturas e salgando os solos).

## 2.2. Cova-Gala

Situação de características semelhantes ocorreu a cerca de 2 km para sul da foz do Mondego. Com efeito, a povoação da Cova esteve muito perto de uma inundação idêntica   da Costa Nova quando, na madrugada do mesmo dia 26, as vagas criaram, imediatamente a seguir   extremidade sul do enrocamento de protec o ao Hospital da Figueira da Foz, na Gala, uma pequena enseada no interior da duna de quase 10 m de altura que abrigava as casas.

Continuando a sofrer, após essa data, um certo trabalho de sapa, mais intenso em maré alta, a areia foi desabando, tendo ficado a primeira casa da povoa o apenas a uns escassos 20 m do mar — a situa o de pânico que se estabelecia quando da preia-mar esteve na origem da decisão que levou a Engenharia Militar, poucos dias depois, a prolongar para sul do Hospital o referido enrocamento, bem como a entulhar com areia e pedra a enseada aberta (Fot. 7). Assim, o prejuízo ligado   actua o das vagas limitou-se, na Cova,   perda de um pátio e das fossas de uma casa (Fot. 8), que, segundo se dizia, teria sido construída há cerca de 40 anos a mais de 100 m de distância do mar, mas que se encontrava agora isolada sobre a duna; por isso, com o temporal, sofreu um trabalho de sapa que, só por pouco, não lhe causou a derrocada completa.

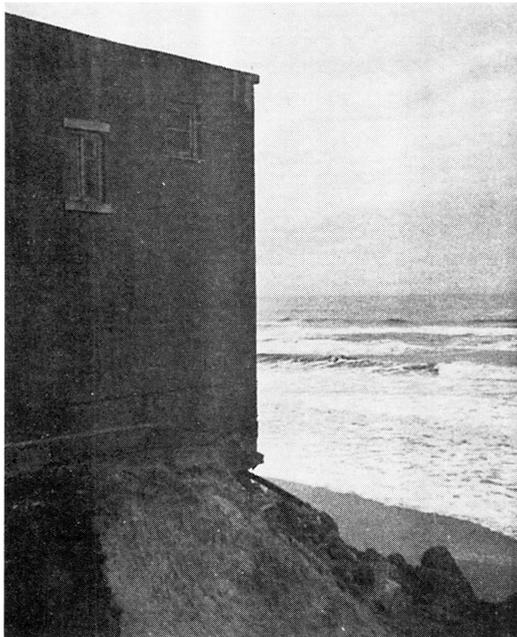
## 2.3. Outros casos

O efeito das vagas alterosas da madrugada de 26 de Fevereiro, continuado ou até ampliado pelo das da tarde desse mesmo dia, para além dos estragos e sustos causados na Costa Nova e na Cova-Gala, foi igualmente importante noutros locais.

Em Espinho, por exemplo, um muro de granito da avenida marginal foi parcialmente destruído tal como muitas pedras do enrocamento de defesa foram deslocadas e algumas lançadas para a faixa de rodagem da mesma avenida, faixa que sofreu têm o levantamento do piso em três



**Fot. 7 - Obras de entulhamento da enseada que ameaçava a povoação da Cova.**



**Fot. 8 - Ataque das vagas na área da Cova. Casa em risco de desmoronamento após os temporais de 25/26 de Fevereiro de 1978.**

pontos; várias casas foram invadidas pelas águas do mar e houve muitos vidros partidos.

Em Esmoriz, toneladas de areia foram depositadas na avenida marginal e em ruas perpendiculares à praia onde as águas do mar penetraram até cerca de 100 m; várias casas foram invadidas; a entrada da «Barrinha» foi bastante alargada e recuada, pondo em perigo várias moradias.

No Furadouro, o muro da esplanada foi destruído na sua extremidade norte, várias pedras do enrocamento de defesa foram deslocadas e atiradas para a avenida marginal, tal como toneladas de areia se depositaram na mesma avenida e nas ruas perpendiculares à praia, onde, também à semelhança de Esmoriz, em algumas as águas penetraram até cerca de 100 m de distância.

Na Praia de Mira, toneladas de areia foram depositadas na parte sul da avenida marginal.

Na Figueira da Foz, todo o imenso areal foi coberto pela água do mar oferecendo, inicialmente, a panorâmica de uma grande baía (quase como há 40 anos atrás), terminando contra a esplanada, e, depois, durante alguns dias, uma extensa lagoa.

Na Costa de Lavos, verificou-se a abertura de duas enseadas, a norte e a sul dos enrocamentos de protecção, e o deslocamento de pedras da parte norte desses enrocamentos.

Finalmente, na Feirosa, houve deslocamento de pedras da parte norte dos enrocamentos de protecção, abertura de uma enseada e penetração das águas do mar por duas valas até cerca de 500 m de distância da praia, com destruição de culturas (couves e batatas) e alagamento de uma casa.

#### 2.4. Conclusões

40 A análise dos factos observados e dos inquéritos a que procedemos levaram-nos à conclusão de que se verificou, primeiro, um temporal de **WNW** ou **NW** durante a madrugada de 26, relacionado, sem dúvida, com a passagem da já referida frente fria ao princípio da noite e que, como vimos, foi acompanhada por ventos, localmente fortíssimos. Depois, passou-se a um temporal de **SW**, talvez ainda mais importante do que o anterior para norte da Barra de Aveiro (em Esmoriz e Espinho, indubitavelmente), durante a tarde do mesmo dia 26, em especial ao

coincidir com a preia-mar. Este temporal relacionou-se com a passagem de uma frente quente, também acompanhada de ventos fortes (no Porto, foi registada às 16h 22 m, uma rajada de 99 Km/h).

No entanto, os efeitos verificados não deverão ser exclusivamente atribuídos à violência do mar — em Espinho, mesmo nos últimos anos, tinham-se verificado casos piores (com grandes estragos na piscina, por exemplo); na Costa Nova havia quem se lembrasse de se ter estabelecido a ligação natural entre o mar e a laguna noutras ocasiões (muitos recordavam a data relativamente próxima de 24 de Fevereiro de 1964). O que efectivamente aconteceu não pode desligar-se de todo um somatório de condicionalismos locais — dimensão, forma e localização talvez pouco conveniente dos paredões, enrocamentos de calcários por vezes muito frágeis, construções em sítios impróprios, agricultura sobre areia em covas demasiado vulneráveis, etc.

### 3. CHEIAS

Em consequência das chuvas, que também se fizeram sentir nos dias 25 e 26 de Fevereiro (em Coimbra, por exemplo, das 6 às 18 h do dia 26, a precipitação foi de 12 mm) e das que se vinham a verificar desde há semanas, especialmente desde o dia 20 (igualmente em Coimbra, entre 20 e 28 de Fevereiro foram registados 122 mm de precipitação, o que é bem mais do que a normal para todo o mês — 95,4 mm), o nível dos rios e ribeiras do Centro do país subiu de modo notável a partir de Domingo, dia 26. O Mondego atingiu o máximo apenas na Quarta e na Quinta-feira, dias 1 e 2 de Março, embora tenha estado longe das maiores cheias registadas em Coimbra — nem sequer transbordou a montante do Parque da Cidade; a barragem da Aguieira, em construção, reteve uma boa parte das águas, tendo originado uma albufeira que cobriu a ponte da Foz do Dão. O caudal que passava então pelo túnel de desvio da barragem era ainda suficientemente grande para, com as águas do Alva, do Ceira e de tantas ribeiras transbordantes na área de Coimbra, originar uma importante inundação nos «campos» do Baixo Mondego, onde já se sentiam dificuldades (a povoação da Ereira estava isolada desde 18 ou 19 de Fevereiro).

Pode, todavia, considerar-se o estado do mar o verdadeiro responsável pela grande inundação que se verificou na semana de 26 de Fevereiro a 4 de Março — nível quase a transbordar na margem esquerda junto   ponte de Santa Clara (Coimbra), inundação nas ruas de Montemor-o-Velho e na velha estrada-dique entre Montemor-o-Velho e Quinhendros (estrada Coimbra-Figueira da Foz, pois ainda não tinha sido aberta a actual variante que evita Montemor), cobertura ocasional da estrada-dique das pontes de Maiorca (também antiga estrada de Coimbra-Figueira da Foz) e permanência da água a cerca de um palmo da faixa de rodagem, neste local, durante os dois dias do máximo atingido, tudo num crescendo nítido a partir de Coimbra, sem dúvida mais ligado com o que se passou na área litoral do que com o que se passou no interior.

Algo de semelhante se passou na laguna de Aveiro — o seu nível subiu mais do que o habitual, tanto pela entrada de muita água do mar (bastante mais do que o costume em maré alta), como pelo maior achego de água dos rios e das ribeiras que nela desaguam. O Vouga, que também teve a sua cheia, terá sido responsável em certos locais; no entanto, dada a relativa independência da laguna (mesmo com uma importante cheia do Vouga, a laguna praticamente s  reage com a oscilação das marés), as ruas de Aveiro, que, no Domingo, dia 26, haviam sido inundadas ( rea do Rossio e da Praça do Peixe), rapidamente regressaram ao normal. Todavia, durante a semana, mantiveram-se inundadas vastas áreas vizinhas da laguna — nas Gafanhas, por exemplo, como atrás referimos, muitas covas ou simples campos estiveram com  guas da chuva devido   subida do nível freático, não se tratando, portanto, nem de inundação da laguna, nem de invasão de água do mar.

#### 4. MOVIMENTOS DE TERRAS

Os temporais de 25/26 de Fevereiro de 1978 originaram, ainda, aqui e ali, outro tipo de problemas. Verificaram-se, por exemplo, diversas quedas de taludes em estradas dos arredores de Coimbra, embora apenas nos pareça verdadeiramente importante o desabamento, na variante de Cernache da Estrada Nacional I (Porto-Lisboa), de enormes blocos de calcário, muitas margas e argilas que interromperam o trânsito em metade

da faixa de rodagem. Assinalámos, também, um deslizamento para o Mondego, afectando parte da faixa de rodagem da estrada Coimbra-Penacova, pequenas solifluxões nas barreiras da Rua de Aveiro, em Coimbra, e alguns muros caídos devido à infiltração de água. Tanto nestes casos como noutros semelhantes detectados, não houve, porém, uma ligação única e directa com os temporais.

#### Referências Bibliográficas

***Boletins Meteorológicos* diários. Lisboa, INMG.**

**GIRÃO, Aristides de Amorim (1922) — *Bacia do Vouga. Estudo geográfico*. Coimbra, Imprensa da Universidade, 190 p.**

**MARTINS, Fernandes (1948) — «A configuração do litoral português no último quartel do século XIV. Apostila a um mapa». *Biblos*, Coimbra, 22, p. 163-197.**

#### Agradecimento

Agradecemos ao desenhador Victor Torres, a quem se devem todas as figuras deste trabalho, uma das quais preparada em trabalho de campo conjunto.

(Página deixada propositadamente em branco)

## II

### RISCO CLIMÁTICO NA ECLOSÃO E DESENVOLVIMENTO DE INCÊNDIOS FLORESTAIS — O CASO DA ÁREA DE COIMBRA NO VERÃO DE 1975 (\*)

No Verão de 1979 (quase como no de 2003), os fogos na floresta estiveram na ordem do dia dos noticiários portugueses — nos jornais, na rádio, na televisão, foram frequentemente referidos casos mais ou menos importantes, dispersos por todo o país. Nas estradas, todavia, além dos grandes incêndios, era vulgar observarem-se, aqui e ali, pequenos focos que, apagados a tempo, não chegavam a constituir notícia. Problema sério, com implicações graves, merecendo estudo sob os pontos de vista sociológico, económico, político, ecológico, os incêndios florestais são, também, indubitavelmente, um bom tema de estudo geográfico e, em primeiro lugar, no que respeita às suas ligações com o clima.

Na verdade, a localização deste tipo de incêndios está relacionada com certas características climáticas. Embora conhecidos noutras regiões, no que nos toca mais de perto, os fogos de floresta atingem, por vezes, dimensões impressionantes em espaço ocupado e permanência temporal no sul da Espanha, da França e da Itália; mais longe, acontece o mesmo, por exemplo, na Califórnia. À sua fúria nem as ilhas escapam, como se tem verificado com os grandes incêndios da Córsega. A *secura estival*, típica dos climas mediterrâneos, é a primeira explicação para estes casos; o homem, porém, através de descuidos ou de acções deliberadas, funciona, quase sempre, como detonador.

45

(\*) REBELO, Fernando (1980) — «Condições de tempo favoráveis à ocorrência de incêndios florestais - análise de dados referentes a Julho e Agosto de 1975 na área de Coimbra». *Biblos*, Coimbra, 56, p. 653-673 (com ligeiras adaptações).

Portugal não é, portanto, e de modo algum, caso único. Todavia, a frequência com que se verificam os incêndios nas nossas florestas, especialmente nas do Centro do país, criou-nos o interesse de fazer uma análise aprofundada das condições naturais que os podem desencadear, ajudar a desencadear ou, apenas, facilitar o seu desenvolvimento. Para tal, iniciámos em 1976 uma série de pequenos trabalhos sobre a localização dos fogos nas proximidades de Coimbra, suas possíveis causas e condições de tempo que lhes correspondiam. O presente estudo teve o seu ponto de partida em quatro trabalhos elaborados, sob a nossa direcção, no âmbito das aulas práticas de Climatologia, então disciplina do elenco de opções para os 4º e 5º anos da Licenciatura em Geografia da Faculdade de Letras da Universidade de Coimbra, no ano lectivo de 1975/76.

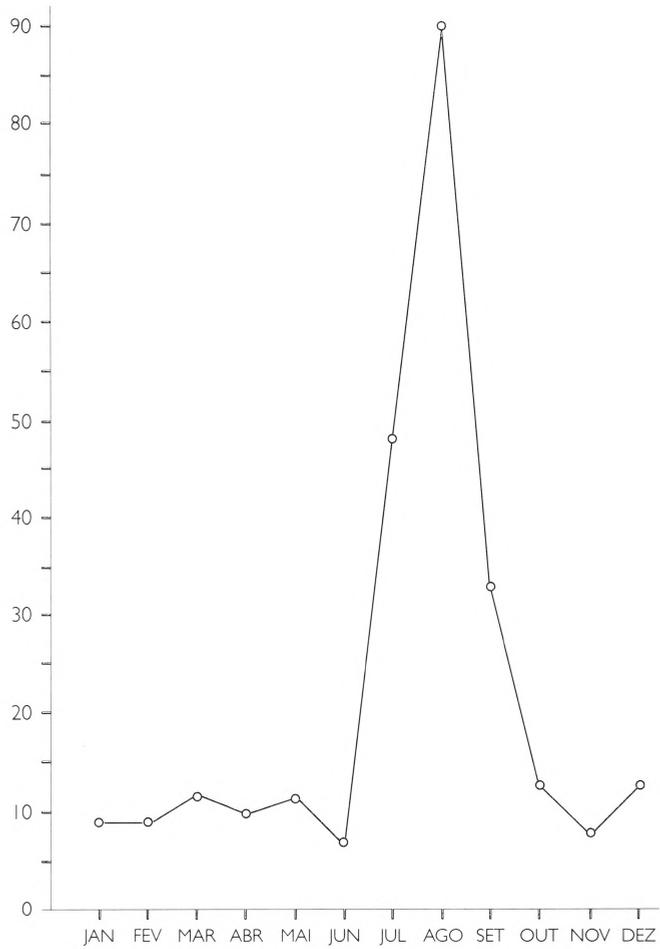
## I. A IMPORTÂNCIA DAS TEMPERATURAS ELEVADAS

Um dos Verões com mais incêndios na nossa área foi o de 1975. A análise do diagrama da frequência de incêndios no concelho de Coimbra durante esse ano (Fig. 5), diagrama elaborado segundo os registos feitos pelos Bombeiros Municipais, mostra bem a importância dos meses de Julho, Agosto e Setembro. A maior parte das saídas dos Bombeiros nestes três meses relacionaram-se, logicamente, com fogos em matas e, não constando, embora, desse diagrama, além dos que ocorreram no concelho, muitos foram os que, então, eclodiram nos concelhos vizinhos e necessitaram, também, da sua presença em colaboração com outras corporações.

46 A amostragem para um estudo das relações entre fogos florestais e condições de tempo não poderia deixar de recair sobre esses meses. Escolhemos julho e Agosto. Porquê? Primeiramente, Julho e Agosto são os meses mais quentes do ano, o que é essencial num estudo deste género. No entanto, para além disso, em 1975, Julho e Agosto, em Coimbra (Instituto Geofísico, 140 m de altitude), foram meses em que a temperatura máxima diária nunca veio abaixo dos 23°C, tendo, por vinte vezes, atingido ou ultrapassado os 30 (duas vezes atingiu, mesmo, 38°C), enquanto a precipitação, praticamente, não existiu — 0,9 mm em Julho e 0,3 mm em Agosto (cfr *Boletins Meteorológicos* diários), isto é, valores abaixo dos valores considerados normais para a época (12,5 e 18 mm, respectivamente, no

## CONCELHO DE COIMBRA

NÚMERO DE  
INCÊNDIOS



1975

**Fig. 5 - Frequência de incêndios no concelho de Coimbra durante o ano de 1975 (dados gentilmente fornecidos pelos Bombeiros Municipais de Coimbra).**

período de 1931/1960, como se pode ver nas *Normais Climatológicas do Continente, Açores e Madeira correspondentes a 1931/60*.

Não escolhemos Setembro, apesar de apresentar, ainda, um número razoável de incêndios, devido à irregularidade de condições de tempo e ao facto de as precipitações verificadas somarem já 74,3 mm, valor que ultrapassou, francamente, o valor normal (48,4 mm). A escolha de Junho estava fora de causa: apesar de Junho ter sido um mês quente (por seis vezes a temperatura máxima diária atingiu ou ultrapassou os 30°C, tendo só uma vez ficado aquém dos 20) e ter registado a fraca precipitação habitual (39,4 mm, quando a normal é de 37,7), não houve grande número de incêndios — com efeito, vegetação e solos guardavam, ainda, uma boa quantidade de água, o que, sem dúvida, não era favorável ao seu desenvolvimento.

Na realidade, durante os dois meses escolhidos, deflagraram no concelho de Coimbra e nos concelhos vizinhos, muitos incêndios em florestas. O seu número exacto é difícil de conhecer. Não poderíamos, portanto, ter a pretensão de apresentar um estudo em que os incluíssemos todos. Fizemos uma pesquisa do número de fogos noticiados pelos jornais diários e completámo-la com elementos fornecidos pelos Bombeiros Municipais de Coimbra; seleccionámos, apenas, os incêndios de certa importância, sem atendermos à sua verdadeira extensão e, por cada um, mesmo que se tivesse reacendido durante o dia, contámos somente um caso; em incêndios que se prolongaram bastante, mantendo-se dois dias, contámos dois casos. Quanto à área estudada, ficámos pelos limites do distrito de Coimbra (Fig. 6).

Mais do que a distribuição espacial, porém, interessava-nos a distribuição do número de fogos florestais pelos 59 dias de Julho e Agosto de que tínhamos registos meteorológicos publicados nos *Boletins Meteorológicos* diários. Encontrámos, nesses dias, 62 casos — 22 em Julho (8 entre os dias 1 e 15, 14 entre os dias 16 e 31) e 40 em Agosto (22 entre os dias 1 e 15, 18 entre os dias 16 e 31). Em dois dos três dias de que não tínhamos registos publicados ocorreram 3 casos (em 17 e 27 de Julho, 2 e 1 incêndios, respectivamente).

A maior parte dos casos recaiu, pois, em Agosto, exactamente o mês em que os valores das temperaturas máximas diárias foram mais elevados. Este facto levou-nos a uma primeira tentativa de relação entre as temperaturas máximas diárias e o número de fogos florestais na área atrás definida.

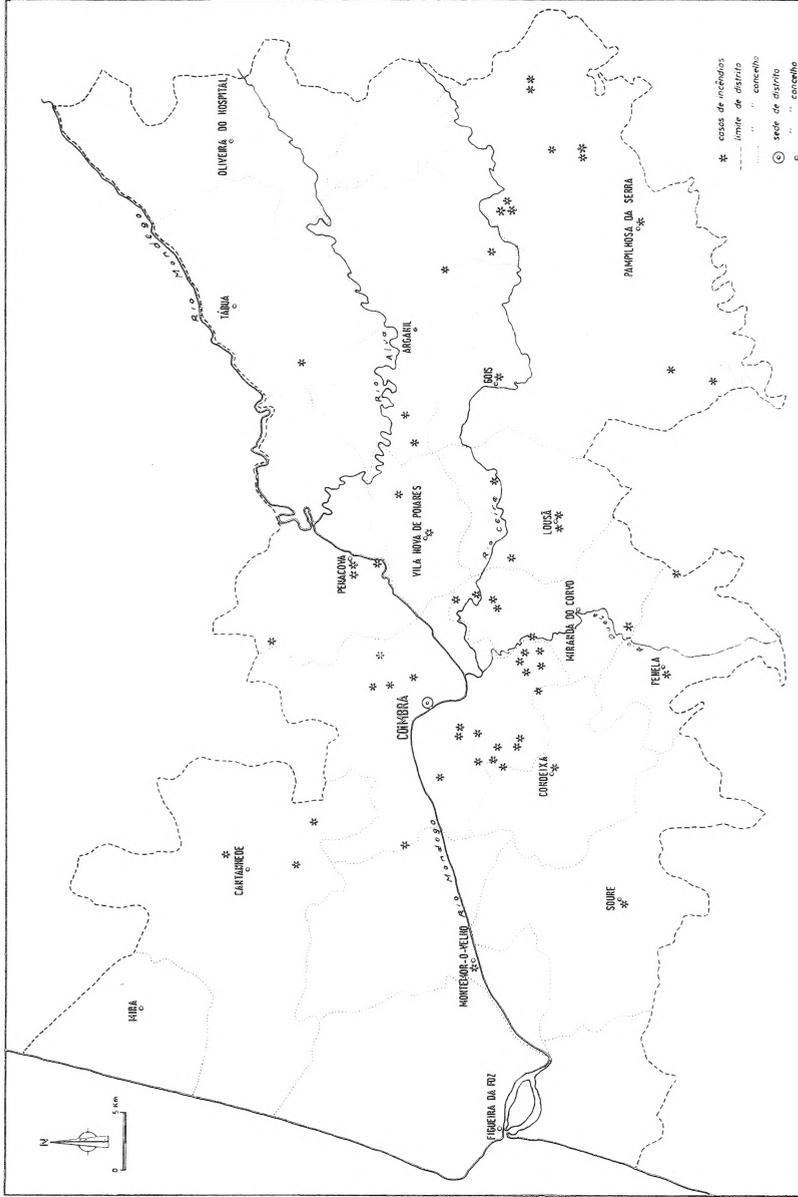
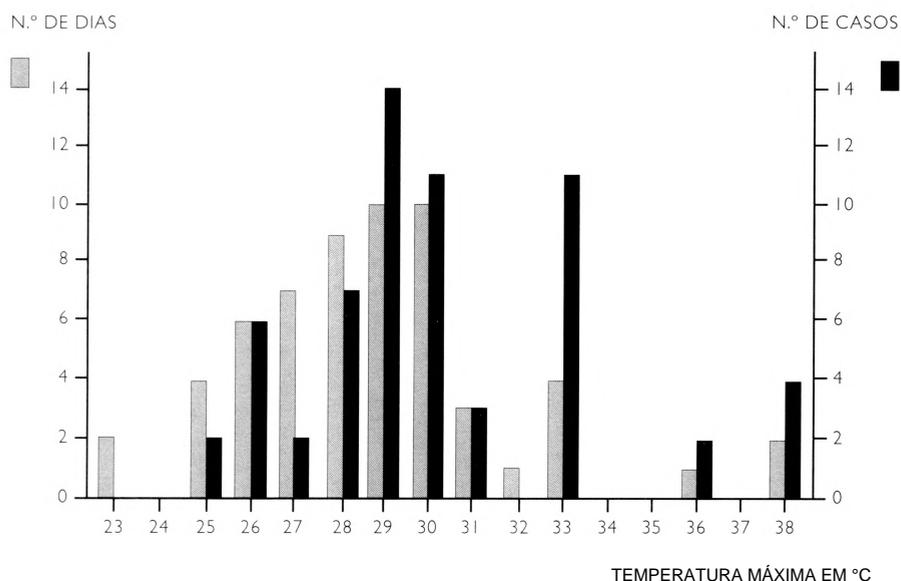


Fig. 6 - Distribuição espacial dos casos de incêndios florestais considerados.

Postos lado a lado, em histograma, o número de dias de determinado valor máximo atingido pela temperatura e o número de fogos detectados nos dias em que se registaram esses valores máximos (Fig. 7), confirmámos, antes de mais, o que a simples distribuição dos 62 casos pelos dois meses já havia demonstrado: a nítida relação entre dias de temperaturas máximas elevadas e ocorrência de incêndios na floresta — só com temperaturas máximas diárias iguais ou superiores a 25°C houve casos detectados.



**Fig. 7 - Histograma de frequência dos dias de Julho e Agosto de 1975 com temperaturas máximas entre 23 e 38°C e dos casos de incêndios detectados nos dias em que se registaram esses valores máximos.**

A análise pormenorizada do histograma autoriza, porém, a ir mais longe nesta confirmação. Verifica-se, por exemplo, que, com temperaturas máximas entre 25 e 27°C, houve 19 dias com um total de, apenas, 9 casos, isto é, em média, menos de um caso em cada dois dias; com temperaturas máximas entre 28 e 32°C, houve 33 dias com 36 casos, o que, em média já dá ligeiramente mais de um caso por dia; no entanto, com temperaturas máximas iguais ou superiores a 33°C, houve 7 dias com 17 casos, portanto,

uma média de mais de dois casos por dia. A separação em três classes de temperaturas máximas diárias salienta-se da leitura do histograma — há, nitidamente, uma diminuição do número de casos de incêndios florestais nos dias de temperaturas máximas de 27°C, como há o seu desaparecimento naquele em que se chegou aos 32°C.

Se, para a mesma amostragem, em vez do número de casos, como consta do histograma, preferirmos o número de dias em que se detectaram incêndios na comparação com o número de dias em que se atingiram aqueles valores de temperatura máxima, a confirmação referida aparece, ainda, com mais vigor (Quadro I). Os 62 casos detectados corresponderam, apenas, a 33 dos 59 dias que considerámos, mas a sua distribuição pelas classes de temperaturas máximas diárias também não foi equitativa. Com efeito, só se registaram casos em 6 dos 19 dias com temperaturas máximas compreendidas entre 23 e 27°C, o que significa uma percentagem de 31,6% desses dias. Já se registaram casos em 21 dos 33 dias com aquelas temperaturas entre 28 e 32°C, logo, uma percentagem de 63,6%. Finalmente, registaram-se casos (os 17 atrás citados) em 6 dos 7 dias com temperaturas máximas iguais ou superiores a 33°C, atingindo, assim, a percentagem de 85,7%.

QUADRO I

Julho-Agosto/1975 - Incêndios florestais e temperaturas máximas diárias em Coimbra.

Classes de temp. máx. diárias	NÚMERO DE DIAS		$\frac{d}{D} \times 100$
	em que se atingiram as temp. máx. (D)	em que se verificaram incêndios (d)	
23 a 27°C	19	6	31,6
28 a 32°C	33	21	63,6
$\geq$ 33°C	7	6	85,7

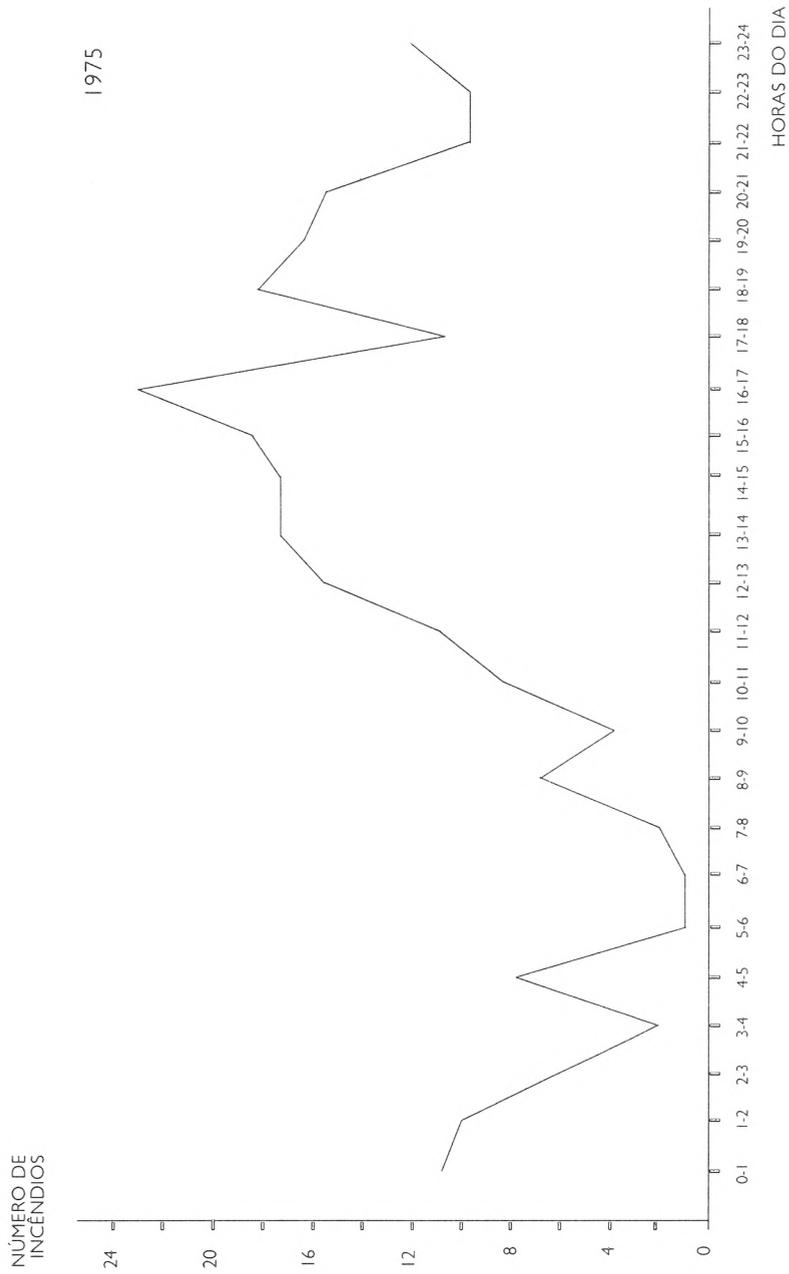
A observação do histograma mostra, no entanto, que não se pode estabelecer uma proporção pura e simples entre temperaturas máximas diárias e número de fogos florestais. Vê-se, inclusivamente, como um dia com temperatura máxima elevada (32°C) não teve quaisquer casos.

Na verdade, o estudo aprofundado da distribuição destes incêndios pelos dias de temperaturas máximas iguais ou superiores a 33°C revela-nos, por exemplo, que o máximo de casos detectados (5) corresponde a um dia em que a temperatura se ficou, precisamente, pelos 33°C; além disso, revela-nos, também, que dos dois dias que tiveram 38°C, só um teve casos registados (4). Sem dúvida que os dez dias que tiveram 3, 4 ou 5 casos sofreram temperaturas elevadas (uma média de 30,4°C), mas todas estas variações, que surgem quando passamos da média para o caso concreto, levaram-nos a procurar outras explicações para lá das temperaturas máximas diárias.

## 2. A IMPORTÂNCIA DA HUMIDADE RELATIVA, DO VENTO E DA NEBULOSIDADE

Na busca de outros elementos importantes para a interpretação, fizemos uma análise dos valores da humidade relativa, do vento e da nebulosidade nos dias em que se detectaram casos de incêndios florestais e, depois, por contraprova, nos dias em que eles não se detectaram.

Também aqui, não nos interessaram valores médios diários. Na verdade, embora certas condições de tempo facilitem o desenvolvimento de fogos a outras horas do dia, a simples leitura do gráfico da incidência horária dos incêndios (Fig. 8) mostra como, correspondendo às horas a que, geralmente, se verificam as temperaturas máximas diárias, é entre as 13 e as 17 h que eles se manifestam. Não se encontrando publicados os valores dos registos a essas horas, debruçámo-nos, apenas, sobre os valores registados às 18 h. A diminuição da temperatura a esta hora do dia é, já, um facto. O valor da humidade relativa será, portanto, um pouco superior ao que, antes, teria correspondido à temperatura máxima atingida; apesar disso, pareceu-nos, ainda, bastante significativo o seu valor, dada a proximidade horária existente. Por outro lado, na área considerada, nesta época do ano, o vento e a nebulosidade só em condições muito especiais



**Fig. 8 - Incidência horária dos incêndios florestais ocorridos no concelho de Coimbra durante o ano de 1975 (dados gentilmente cedidos pelos Bombeiros Municipais de Coimbra).**

se alterariam de modo notável entre o momento de registo da temperatura máxima e as 18 h.

Para a análise dos valores destes três elementos mantivemos a atrás referida separação em classes de temperatura máxima.

Assim, como vimos, só se detectaram casos de fogos florestais em 6 dos 19 dias com temperaturas máximas entre 23 e 27°C. Conforme consta dos *Boletins Meteorológicos* diários do, então, Serviço Meteorológico Nacional, nesses dias, às 18 h, a humidade relativa apresentou valores dispersos entre os 50 e os 66%, oferecendo uma média de 56,2%, enquanto o vento, do quadrante habitual nestes meses (rumo de NW ou de NNW), atingiu velocidade entre 7 e 13 nós, tendo sido de 10,3 nós a sua média. Salientemos que um nó é uma milha marítima por hora; corresponde, portanto, a 1,8532 Km/h. Quanto à nebulosidade, verifica-se que o céu esteve completamente limpo em 4 dos 6 dias, mas que nos outros 2, às 18 h, as nuvens eram muito poucas.

Como contraprova, fomos ver o que se passou com os 13 dias desta mesma classe de temperaturas em que não se detectaram casos. Encontrámos valores mais elevados nas humidades, atirando a média para 58,5% e valores mais baixos na velocidade do vento, reduzindo-se a média para 8,2 nós. Só 2 desses 13 dias apresentaram o céu completamente limpo; nos restantes, o céu esteve nublado, duas vezes, mesmo, bastante nublado («seis oitavos de céu coberto», segundo as designações dos *Boletins Meteorológicos*).

Analisando, um por um, todos estes 13 dias, vê-se, antes de mais, que houve, apenas, um dia (4 de Julho) em que a humidade relativa, à hora citada, apresentou um valor abaixo do mínimo encontrado nos dias com incêndios — 43%. Nesse dia e a essa hora, com o céu completamente limpo, o vento atingiu os 13 nós. A ser verdadeira a informação de que, na área em causa, não tinha havido qualquer fogo na floresta, estamos, efectivamente, perante uma excepção — talvez, porém, o facto de se tratar do início do mês de Julho ajude a compreendê-la.

Houve, no entanto, outro dia com céu completamente limpo e que, do mesmo modo, teve como temperatura máxima 27°C (23 de Julho); compreende-se que não tenham sido detectados incêndios nesse dia — o vento ficou-se pelos 5 nós e a humidade relativa subiu até aos 75% (18 h). Igualmente se compreende que não tenham sido detectados nos dois dias

com vento de certo modo importante quanto à velocidade — 8 de Julho (12 nós) e 13 de Agosto (11 nós); num e noutro caso havia nuvens e a humidade relativa, à mesma hora, era de 55 e 70%, respectivamente.

No respeitante aos 21 dos 33 dias com temperaturas máximas entre 28 e 32°C em que se registaram fogos, e segundo os mesmos critérios, encontramos valores de humidade relativa mais variáveis, dispersos entre 37 e 66%, com uma média, logicamente, mais baixa — 53,2%. Quanto ao vento, também se verificaram valores mais baixos na velocidade, apesar de se manterem os rumos habituais — oscilava entre 6 e 12 nós, muitas vezes quedando-se pelos 8, com uma média de 8,2. A nebulosidade, entretanto, torna-se menos influente — 12 dias com céu completamente limpo aparecem, agora, lado a lado com 9 dias de céu nublado, 2 deles, mesmo, com muitas nuvens.

A contraprova fornecida pela análise dos dias em que não houve casos fez salientar a perda de importância dos três elementos considerados, em especial da humidade relativa que se vê baixar para uma média de 46,7%, quando se esperaria encontrá-la com valores bem mais elevados — evidentemente, num dia em que se chegou aos 69% às 18 h (4 de Agosto) não se registaram incêndios, mas a verdade é que eles também não se verificaram em dias com valores tão baixos como 25, 35 ou 36% (respectivamente, 28, 24 e 30 de Agosto). De igual modo, seria lógico encontrarem-se, aqui, dias nebulosos — no entanto, dos 12 dias em causa, 8 tiveram céu limpo, enquanto 3 tiveram algumas nuvens e só um esteve bastante nebuloso. Apenas o vento nos aparece com algum interesse — o seu valor médio baixa para 7,3 nós; a dispersão dos valores registados é, todavia, maior (entre 3 e 13 nós).

Se fosse legítimo falar em «regra», as «excepções» seriam várias. Por exemplo, houve incêndios em dias de vento de 6 nós, com céu limpo e humidades relativas de 62, 58 e 43% (1, 22 e 28 de Julho, respectivamente), quando, do mesmo modo, com vento de 6 nós, céu limpo e humidade relativa de 48% (13 de Julho) já não houve. Mero acaso? Deficiência de informação? Por outro lado, com céu limpo e humidade de 57%, um vento de 12 nós, compreensivelmente, é condição favorável ao desenvolvimento de fogos florestais (16 de Agosto — um caso registado); mas qual o motivo, então, porque com vento de 13 nós, também com céu limpo e e humidade relativa de 42% (23 de Agosto) não se detectaram incêndios

na área? Com ventos de 11 nós, podíamos juntar mais duas «excepções» para cada lado...

Um facto, porém, pode salientar-se — diminuindo a velocidade do vento para valores muito baixos (3 nós, por exemplo), mesmo com humidades relativas fracas (45 e, até, 25%), nesta classe de temperaturas máximas diárias, não se verificaram incêndios.

Quanto aos 6 dos 7 dias com temperaturas máximas iguais ou superiores a 33°C em que se registaram fogos nas florestas da região tudo parece, de novo, mais lógico. Nesses dias, às 18 h, os valores da humidade relativa oscilaram entre 24 e 42% e os do vento entre 3 e 13 nós; como seria de esperar, a média destes valores, para os 6 dias, foi baixa — 32,6% e 6 nós, respectivamente. O céu esteve limpo em 3 dias, mas houve nuvens nos outros 3.

O único dos 7 dias em que não se verificou qualquer fogo (30 de Julho) forneceu uma boa contraprova — com uma temperatura máxima de 38°C, a humidade relativa foi mais alta (45%) e o céu apresentou-se mais nebuloso do que em qualquer dos outros dias. No entanto, o vento atingiu 11 nós, o que, juntamente com o facto de nos 6 dias com incêndios haver tão grandes variações de velocidade, poderá significar que a humidade relativa é mais importante do que o vento quando as temperaturas máximas diárias são elevadas.

A amostragem em causa (somente 2 meses e 62 casos de incêndios na floresta) não é demasiado significativa, como também a escolha das classes de temperaturas máximas, embora consequência da análise do histograma apresentado (Fig. 7), não pode deixar de considerar-se um tanto aleatória. Apesar disso, terá de reconhecer-se que o jogo das médias e das percentagens encontradas (Quadro II) se revela de uma lógica impressionante. Não é legítimo concluir-se que estamos perante limiares a partir dos quais poderá surgir fogo espontâneo — numa área onde o fogo posto é uma triste realidade, torna-se, praticamente, impossível investigar esses limiares. Todavia, salienta-se bem como certos valores de alguns elementos climáticos, conjugando-se, podem começar a ser perigosos, oferecendo condições para uma maior probabilidade de incêndios florestais.

O que já foi exposto, tal como a observação do Quadro II, mostra que, com temperaturas muito elevadas, a que corresponderão, em regra, humidades relativas baixas, nem o vento, nem a nebulosidade são

importantes para aquela probabilidade. Em contrapartida, vê-se, também, que o vento com certa velocidade, conjugado com o céu limpo, mesmo com temperaturas mais baixas e humidades relativas mais altas, se torna francamente perigoso.

QUADRO II

Julho-Agosto/1975 - Incêndios florestais e registos meteorológicos

DE SUPERFÍCIE EM COIMBRA.

Classes de temp. máx. diárias	N.º de dias em que se verificaram incêndios (d)	VALORES ÀS 18 HORAS dos dias em que se verificaram incêndios					
		HUMIDADE RELATIVA (em %)		VENTO (Velocidade em nós)		NEBULOSIDADE	
		valores extremos registados	média de todos os valores	valores extremos registados	média de todos os valores	n.º de dias com céu limpo (l)	$\frac{l}{d} \times 100$
23 a 27°C	6	50-66	56,2	7-13	10,3	4	66,6
28 a 32°C	21	37-66	53,2	6-12	8,2	12	57,1
≥ 33°C	6	24-42	32,6	3-13	6	3	50

Fontes: Inquéritos e Boletins Meteorológicos diários do SMN.

### 3. TIPOS DE TEMPO MAIS IMPORTANTES

A distribuição diária do número de incêndios verificados nas florestas das proximidades de Coimbra durante os meses de Julho e Agosto de 1975 (Fig. 9) revelou-nos, por outro lado, que havia uma tendência para a formação de séries sequenciais. Efectivamente, depois de 4 dias isolados (com vários casos), seguem-se uma sequência de 2 dias e outra de 3 (ambas com 4 casos), um dia isolado (1 caso), três sequências, uma de 4 dias (8 casos), outra de 3 (7 casos) e outra de 8 (15 casos), mais um dia isolado (1 caso), duas novas sequências, uma de 5 dias (9 casos) e outra de 3 (7 casos) e, finalmente, outro dia isolado (1 caso).

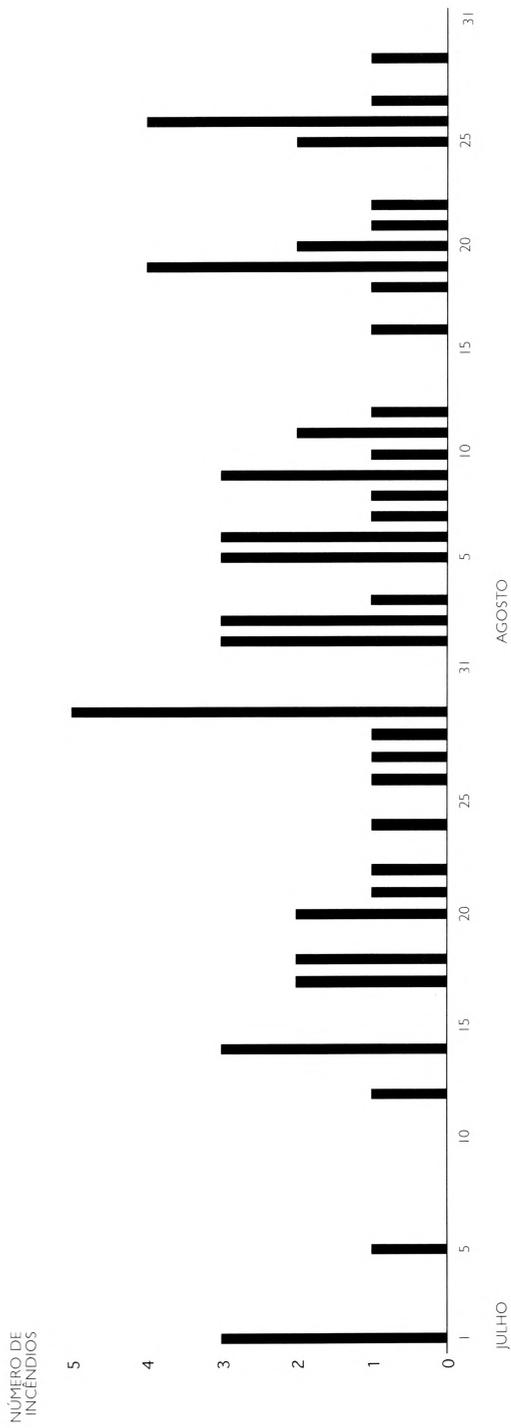
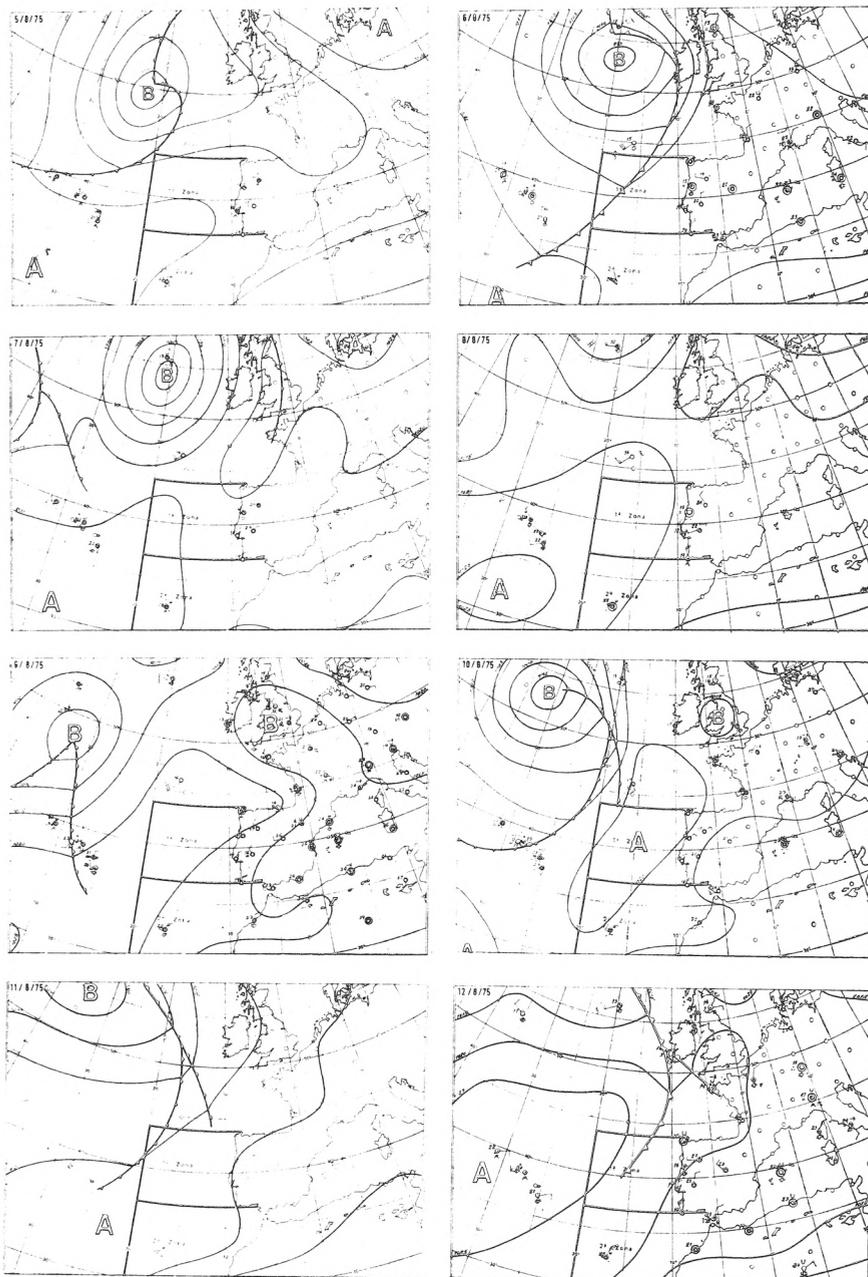


Fig. 9 – Distribuição diária dos casos de incêndios florestais considerados.

Para a melhor compreensão dos factos, pareceu-nos essencial analisar, comparativamente, as sequências de dias com incêndios e as situações de tempo correspondentes, consoante a sua representação nos *Boletins Meteorológicos* diários do SMN. Neste sentido, debruçámo-nos, em especial, sobre as sequências de 5 a 12 de Agosto (15 casos), de 18 a 22 de Agosto (9 casos) e de 26 a 29 de Julho (8 casos), as mais longas e as que mais casos registaram.

No primeiro exemplo (Fig. 10), vê-se que, no dia 5, às 0 h, a pressão atmosférica era relativamente forte, mas em função do «anticiclone centrado no sul da Suécia» e da «depressão localizada a sul da Irlanda» (colocamos entre aspas as citações feitas dos *Boletins Meteorológicos* utilizados), havia introdução de ar seco, continental, na área em causa. No dia 6, a pressão continuava alta, no entanto, começava a aproximar-se uma ondulação frontal, que, dissipada, entretanto, sem consequências no respeitante a precipitação, no dia 7, originou algumas nuvens. Apesar das temperaturas máximas se manterem próximas (29°C, nos dias 5 e 6; 30°C, no dia 7), o número de incêndios registados baixou (3-3-1). O ar marítimo continuou a penetrar amplamente em função do núcleo de altas pressões centrado a sul dos Açores e apenas um caso voltou a ser registado no dia seguinte. No dia 9, às 0 h, o desenho das isobáricas mostra como estava facilitada a introdução de ar proveniente do interior da Península; curiosamente, nesse dia, apesar da temperatura máxima se ter ficado pelos 26°C, já se detectaram 3 incêndios — às 18 h, o vento atingiu 13 nós e a humidade relativa era de 54%, o que, como vimos, é importante. No dia 10, porém, o problema não se agravou — mais bem definido, o «anticiclone centrado a noroeste do Cabo Finisterra» era responsável pela introdução de ar com certo trajecto continental, mas que ainda não se havia tornado excessivamente seco; como a temperatura subiu (máxima de 30°C), a humidade relativa baixou (45% às 18 h), mas na área só se registou um incêndio. No dia 11, o anticiclone desenvolveu-se bastante — às 0 h estendia-se «da Península Escandinava até sul dos Açores»; o ar tornava-se, logicamente, mais seco (às 18 h, a humidade relativa era de 37%) e, para os mesmos 30°C de temperatura máxima, as condições passaram a ser mais favoráveis a incêndios — registaram-se 2 casos. Por fim, no dia 12, com o anticiclone centrado, fortemente, nos Açores, o ar marítimo voltou a ser introduzido na área (às 18 h registavam-se 66% de



**Fig. 10 - Situação geral à superfície, às 0 h, nos dias 5 a 12 de Agosto de 1975.**

**Fontes: Boletins Meteorológicos diários do SMN.**

humidade relativa e «seis oitavos do céu coberto»); mesmo com a temperatura máxima de 30°C, que voltou a acontecer, é quase estranho o facto de se ter ainda verificado um incêndio (cfr. Quadro II).

No segundo exemplo escolhido (Fig. I I), salienta-se, desde logo, no dia 18 de Agosto, a extensão do anticiclone dos Açores e o desenho das isobáricas favorável a uma circulação com trajecto continental afectando a área que nos interessa — em Coimbra, a temperatura máxima foi de 30°C e a humidade relativa ficou-se pelos 51% (verificou-se um caso de

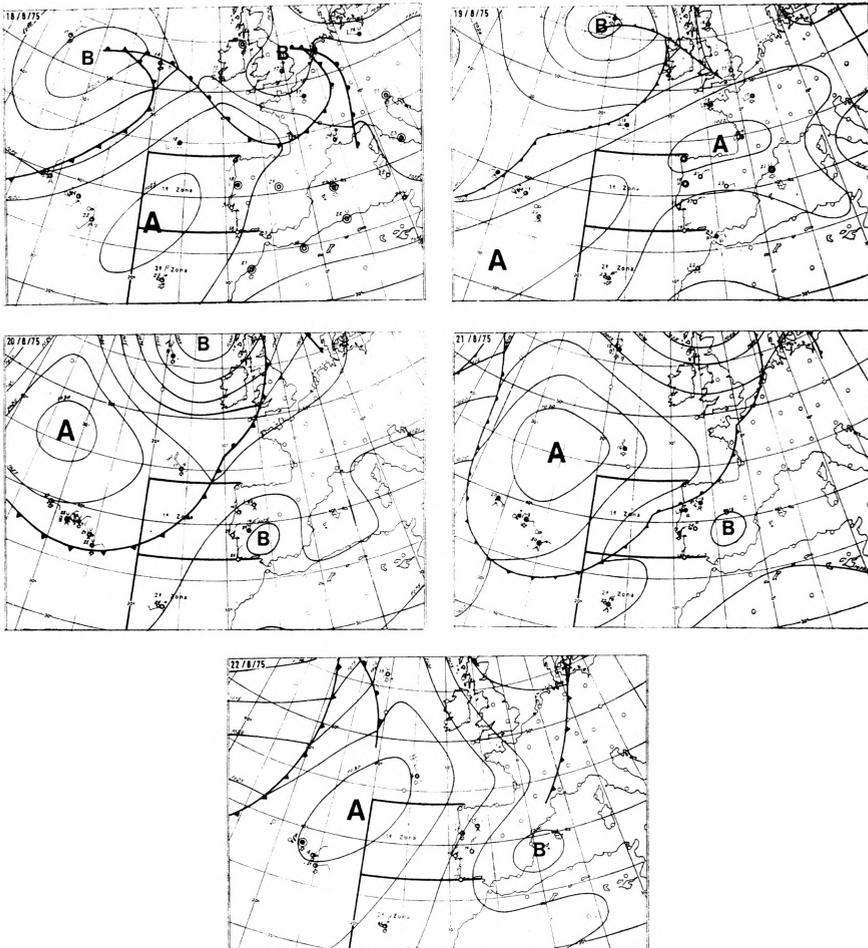
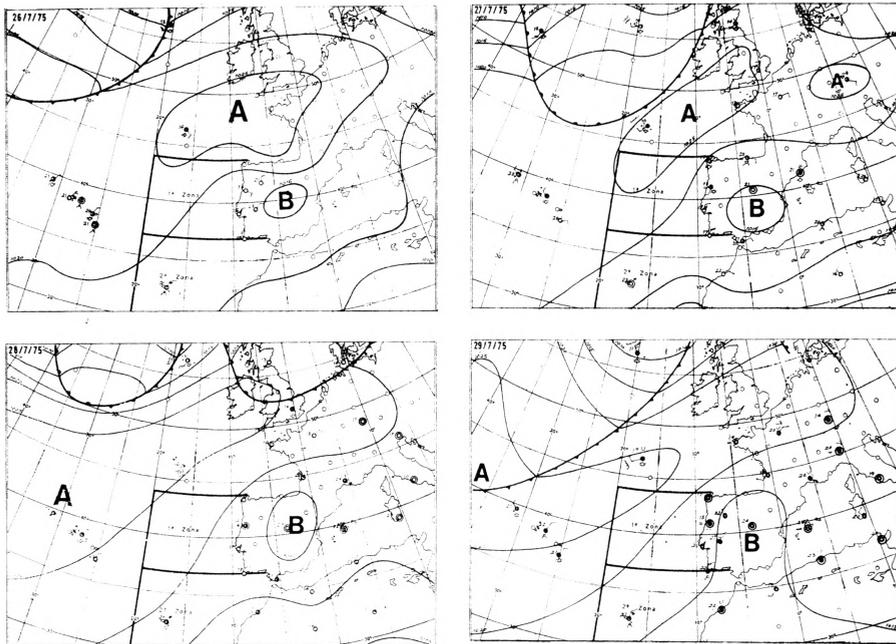


Fig. I I - Situação geral à superfície, às 0 h, nos dias 18 a 22 de Agosto de 1975.

Fontes: Boletins Meteorológicos diários do SMN.

incêndio florestal). No dia seguinte, as condições agravaram-se — o anticiclone, ao desenvolver-se, dividiu-se em dois núcleos separados por um vale depressionário junto ao litoral português do norte e centro e a circulação geral à superfície foi francamente de leste; a temperatura máxima atingiu os 38°C e houve 4 casos de incêndios florestais. No dia 20, às 0 h, encontrava-se já bem definido um núcleo de baixas pressões no centro-sul da Península Ibérica — a circulação de leste mantinha-se e, embora ao longo do dia, a temperatura não tivesse subido tanto como na véspera (máxima de 31°C), ainda se registaram 2 incêndios. No dia 21, o centro depressionário perdera já um pouco da sua importância e deslocara-se mais para leste; por outro lado, a circulação geral na nossa área começava a ser afectada pela aproximação de uma ondulação frontal; a humidade relativa às 18 h era, todavia, apenas de 50%, o que, para a temperatura máxima atingida (somente 25°C), ajuda a compreender o único caso de incêndio verificado. Por fim, no dia 22, a frente tinha-se já dissipado, mas a circulação, embora afectada por ar marítimo, tinha um certo trajecto continental — a temperatura máxima ficou-se, de novo, pelos 25°C, a humidade relativa pouco subiu (às 18 h, era de 53% e volta a compreender-se que ainda se tenha verificado um caso de incêndio.

No terceiro exemplo (Fig. 12), «um anticiclone centrado a sul da Irlanda» e uma depressão bem definida no centro da Península Ibérica caracterizavam a situação geral às 0 h do dia 26 de Julho. No dia seguinte, o anticiclone localizava-se «a noroeste da Corunha» e «estendia-se em cristã para a Europa Central e para oeste dos Açores», enquanto, na Península Ibérica, a depressão se deslocara um pouco mais para sueste. No dia 28, o «anticiclone localizado a oeste dos Açores estendia-se em cristã para o Mar do Norte» e a depressão alargara-se a toda a metade oriental da Península. Durante estes três dias, portanto, a circulação geral, na área que nos interessa, envolvia ar marítimo com certo trajecto continental; as condições de secura iam-se agravando — no terceiro dia, em Coimbra, às 18 h, a humidade relativa era de 43%. Verificou-se um caso de incêndio florestal em cada um destes três dias. No dia 29, a depressão alargara-se à grande maior parte da Península — o vento era fraco, havia, inclusivamente, algumas nuvens, mas, à superfície, também às 18 h, a humidade relativa descera (36%) e a temperatura, que, no dia anterior se ficara pelos 30°C, atingiu um máximo de 33°C; houve cinco casos de incêndio.



**Fig. 12 - Situação geral à superfície, às 0 h, nos dias 26 a 29 de Julho de 1975.**

**Fontes: Boletins Meteorológicos diários do SMN.**

Nos três exemplos apresentados, sobressai, pois, com grande nitidez, uma ligação entre ar com circulação continental e incêndios florestais. A introdução de ar marítimo, mesmo que com curto trajecto continental, coincide, em regra, com o número mínimo de casos.

Se nos debruçarmos sobre o período das grandes sequências de dias com incêndios e repararmos como se separam umas das outras, verificamos que a maior série de dias sem casos é a de 13, 14 e 15 de Agosto. A análise da situação geral à superfície nestes três dias (Fig. I 3) serve, precisamente, de contraprova ao que ficou dito. No dia 12, ainda tinha sido registado um caso, apesar da importante introdução de ar marítimo. No dia 13, o anticiclone situava-se já um pouco para norte dos Açores, «prolongando-se em cristã sobre o canal da Mancha» — o ar circulava em função desta cristã e duma depressão centrada na Península Ibérica; continuando a ver o que se passou em Coimbra, concluímos que houve vestígios de chuva (0,2 mm de precipitação) e, às 18 h, embora o

céu estivesse pouco nublado («dois oitavos de céu coberto»), a humidade relativa era de 70%; a temperatura máxima foi, ainda, de 27°C. No dia 14, a depressão deslocara-se ligeiramente para leste e o anticiclone, muito bem definido a sudoeste dos Açores, estendia-se em cristã «até à Península da Escandinávia» — o ar marítimo entrava na nossa área com pequeníssimo trajecto continental; «chovia nas regiões do noroeste» e, mesmo em Coimbra, houve vestígios de precipitação (0,1 mm); a temperatura máxima quedou-se pelos 25°C; às 18 h, o céu estava muito nublado («seis oitavos de céu coberto») e a humidade relativa era de 73%. No dia 15, não se podia falar, propriamente, na cristã anticiclónica, mas os valores altos da pressão atmosférica tinham-se instalado no território português mantendo uma certa continuidade até ao anticiclone centrado a sudoeste dos Açores; a introdução de ar marítimo estava, portanto, muito reduzida e a secura aumentava a ponto de, às 18 h, a humidade se ficar pelos 38%. As condições de tempo voltaram a ser favoráveis à ocorrência de incêndios — no dia seguinte já se verificou 1 caso na área considerada.

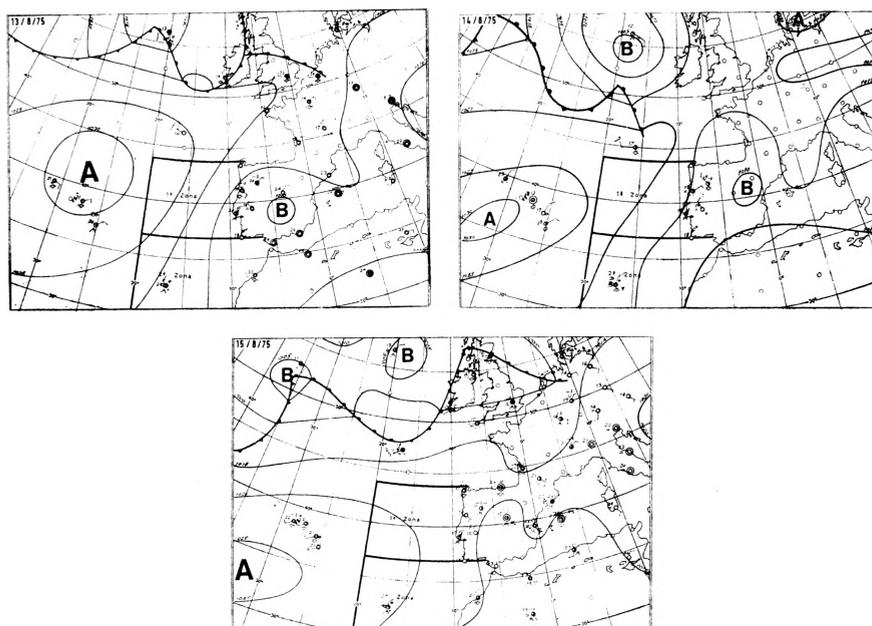


Fig. 13 - Situação geral à superfície, às 0 h, nos dias 13 a 15 de Agosto de 1975.

Fontes: Boletins Meteorológicos diários do SMN.

#### 4. SÍNTESE E CONCLUSÕES

A relação das características climáticas com a ocorrência de fogos nas florestas, só nas suas linhas gerais poderá considerar-se tarefa simples. Os tipos de tempo que, no nosso país, se sucedem no período estival, podem, como vimos, dar ou não condições favoráveis a incêndios deste género. Por isso, logo na caracterização da amostra (escolha dos meses, critério de aceitação de casos de incêndio e definição da área) salientámos a importância das temperaturas máximas diárias; depois, pudemos concluir que elas não eram as únicas responsáveis — a humidade relativa, o vento e a nebulosidade são elementos essenciais a tomar em conta. Os valores da temperatura máxima diária e da humidade relativa às 18 h, porém, conjugados, parecem sobrepor-se aos outros na maior parte dos casos; a partir de certas temperaturas, o vento e a nebulosidade podem variar quase sem repercussões, além de que, o vento pode, ainda variar bastante de sítio para sítio não tendo, portanto, grande significado regional o conhecimento da sua velocidade em determinado momento num qualquer posto meteorológico da região.

A importância que reconhecemos à temperatura e à humidade exige o estudo das cartas sinóticas — só no estudo da situação geral se poderá encontrar a explicação para as suas frequentes variações. Ao tratar da influência da continentalidade sobre o ritmo térmico em Portugal, S. DAVEAU (1975) mostrou bem a importância desta metodologia. Para o caso concreto do Verão, começou, mesmo, por afirmar que «às ligeiras modificações na posição relativa e nas características no solo» do anticiclone dos Açores e da depressão afectando as baixas camadas que muitas vezes ocupa o centro da Península Ibérica, «corresponde uma transformação profunda da orientação das correntes aéreas que interessam a fachada ocidental da Península, o que basta para acarretar oscilações térmicas consideráveis, tanto sobre o litoral, como no interior» (S. DAVEAU, 1975, p. 32-33).

No nosso caso, com efeito, os valores exactos dos elementos considerados interessarão pouco, já que, como atrás dissemos, a pesquisa dos limiares para ocorrência de incêndios nas florestas, na área e no momento actual, é praticamente impossível. No entanto, se os valores encontrados nesta amostragem permitem uma certa aproximação às

condições favoráveis ao desencadear e ao desenvolver de fogos florestais, o estudo das cartas sinópticas nas sequências de dias com incêndios permite uma aproximação ainda superior — o ar em circulação continental, isto é, o ar proveniente do interior da Península Ibérica, dá o maior número de *good fire days* (M. PHILIPPONNEAU, 1960, p. 109); não é sequer necessária uma circulação de ar vindo do Norte de África.

Em suma, com a área que escolhemos, com o pequeno conjunto de fogos florestais que utilizámos, com o curto período de tempo de registos meteorológicos que analisámos, pudemos, mesmo assim, encontrar relações lógicas entre os fenómenos. Impõe-se, agora, ir mais longe, passar às conclusões gerais, às conclusões com interesse prático.

#### Referências Bibliográficas

***Boletins Meteorológicos* diários. Lisboa, Serviço Meteorológico Nacional. Julho e Agosto de 1975.**

DAVEAU, Suzanne (1975) — «Influence de la continentalité sur le rythme thermique au Portugal». *Finisterra*, Lisboa, 10 (19), p. 5-12.

***Normais Climatológicas do Continente, Açores e Madeira correspondentes a 1931/60. O Clima de Portugal*, 13, Lisboa, Serviço Meteorológico Nacional, 1965, 207 p.**

PHILIPPONNEAU, Michel (1960) — *Géographie et Action. Introduction à la Géographie Appliquée*. Paris, A. Colin, 227 p.

#### Agradecimentos

66

Agradecemos aos então alunos da disciplina de Climatologia, no ano lectivo de 1975/76, que trabalharam na recolha de informações sobre incêndios florestais — Berta Matos, Helena Pires, Isabel Almeida, Isabel Fernandes, Lina Silva, Maria Acácia Ferreira, Maria Adosinda Melo, Maria Conceição Jesus, Maria Olivia Antunes, Maria Sara Pontes, Marília Silva e Rui Jacinto. Agradecemos, igualmente aos desenhadores Victor Torres, que desenhou as cinco primeiras figuras, e Fernando Coroado, que, com ele, preparou as outras quatro para zincogravura. Os nossos agradecimentos também ao Instituto Geofísico da Universidade de Coimbra e aos Bombeiros Municipais de Coimbra por todas as informações então fornecidas.

### III

#### RISCO DE INCÊNDIO FLORESTAL E ZONALIDADE (\*)

Para poder estudar as condições climatológicas eventualmente favoráveis à ocorrência e ao desenvolvimento de incêndios florestais, o investigador deverá recorrer, em primeiro lugar, à cartografia das áreas ardidas. Uma grande escala cartográfica, como, por exemplo, a de 1:25 000, dar-lhe-á a possibilidade de explorar casos de microclimas mais ou menos favoráveis aos incêndios. Uma pequena escala, como, por exemplo, a de 1:100 000, permitir-lhe-á pensar em variedades climáticas regionais de maior ou menor importância para os mesmos. A escala geral ou global, ou seja, a escala do planisfério, levá-lo-á a considerações de carácter zonal.

Com efeito, a localização dos grandes fogos florestais a nível mundial autorizará a conclusão de que, consoante o grau de risco climatológico, há zonas onde eles podem ocorrer com mais frequência e zonas onde eles são mais esporádicos, isto é, há zonas potencialmente mais susceptíveis e zonas potencialmente menos susceptíveis de sofrerem com o seu aparecimento.

#### I. OS INCÊNDIOS FLORESTAIS NA ZONA INTERTROPICAL

Na zona intertropical, os incêndios florestais foram sempre assinalados pelos geógrafos como responsáveis pelo recuo das florestas perante o avanço das savanas. Embora estas possam, muitas vezes, considerar-se climáticas e, portanto, primárias, a verdade é que o fenómeno da

(\*) REBELO, Fernando (1996) — «Florestas e grandes incêndios florestais no mundo». *Territorium*, Coimbra, 3, p. 5-10 (com ligeiras adaptações).

savanização, como lhe chamava J. DEMANGEOT (1976, p. 68), existe e encontram-se savanas secundárias resultantes de grandes arroteamentos feitos pelo homem.

No caso de pequenos arroteamentos, como os das «bocas» do Orenoco, na Venezuela (idem, ibidem, est. 18), uma vez interrompido o uso agrícola, primeiro aparece a savana e só depois se irá reconstituindo a floresta.

O processo de savanização poderá, todavia, ser praticamente irreversível. A irreversibilidade será tanto mais provável quanto mais longo for o tempo do uso agrícola particularmente se baseado em repetidas queimadas. A perda da qualidade do solo levará ao seu abandono pelo homem e a savana instalar-se-á por muitos e muitos anos.

Facilmente incendiáveis durante a época dita seca (época mais fresca e sem chuvas significativas), as florestas tropicais mais sacrificadas têm sido as mesófilas ou mistas, isto é, florestas em que se misturam árvores «sempre verdes» com árvores de folha caduca. Nas florestas mistas, em especial nas que se encontram em áreas afectadas por monções, devido à existência de uma massa lenhosa importante e de uma época seca bem definida, a perda de controle de uma queimada, feita em área de clareira com vegetação de savana, pode conduzir a incêndios de grandes proporções, que, com repetição frequente, originarão o avanço da savanização. No entanto, mesmo com uma dominância quase total de árvores «sempre verdes», que não ardem facilmente, o homem tem aberto grandes clareiras em florestas do tipo ombrófilo (*rain forest*), não se coibindo mesmo de as regar com petróleo quando se revelaram mais renitentes. P. GOUROU (1966, p. 41), citando um trabalho de P. DEFFONTAINES, refere-se a um caso destes no Brasil dos anos 30. Factos semelhantes, com petróleo e seus derivados, ou mesmo com *napalm*, são hoje cada vez mais noticiados pelos órgãos de comunicação social a propósito da Amazônia, da Malásia, do Bornéu ou da Nova Guiné, não se sabendo já o que é pior em termos ambientais, se, a longo prazo, o desaparecimento desses pulmões da humanidade que são as extensas manchas verdes equatoriais, se, no curto prazo, a ocorrência dos grandes incêndios florestais, com a libertação de enormes quantidades de dióxido de carbono responsáveis pelo agravamento do efeito de estufa à superfície do planeta.

Em savanas arbóreas e arbustivas também se podem registrar fogos importantes. Em regra, eles começam em queimadas feitas quase no fim da chamada época seca, a pensar numa agricultura sobre cinzas ou a pensar na pastorícia, com o despontar quase imediato de pequenas ervas para o gado (Fot. 9). Quando existem, as florestas relíquia ou mesmo as florestas galeria e as florestas ripícolas podem, então, ser atingidas e parcialmente destruídas.

Na maior parte dos casos, sem dúvida, os grandes incêndios da zona intertropical ligam-se à presença do homem, seja por virtude da economia moderna para fazer plantações de árvores consideradas de grande rendimento ou pastagens para a criação intensiva de gado, seja por virtude de um modo de vida tradicional em pequenas e médias comunidades.

Em certos casos verificados em regiões tropicais, as causas podem ser de ordem natural. J. DEMANGEOT (1976, p. 70) afirma que os incêndios provocados por raios ou por combustão espontânea existem, embora sejam raros. Na verdade, quanto aos primeiros, as longas trovoadas nas frentes de alíseo, verificando-se, portanto, em plena estação não pluviosa, podem provocar faíscas eficazes sobre o capim seco das savanas, que



**Fot. 9 - Queimada em Angola - proximidades da Quibala (1969).**

funcionará como autêntico rastilho; outras vezes, as faíscas atingirão espécies arbóreas igualmente secas que irão desencadear fogos.

## 2. OS INCÊNDIOS FLORESTAIS NA ZONA FRIA E NO DOMÍNIO CONTINENTAL DA ZONA TEMPERADA

Em climas frios, com baixas temperaturas médias e abundância de neve durante grande parte do ano, tudo pareceria conjugar-se para que os incêndios florestais não existissem. Não é assim, todavia.

Na Suécia e na Finlândia, com enormes extensões de resinosas (Fot. 10), por vezes alternando, outras vezes misturando-se com bétulas, tomam-se importantes precauções contra incêndios florestais. E é normal que assim seja, até porque se sabe como, em 1988 arderam cerca de 880 000 ha de floresta no Alasca (D. JEFFERY 1989), apesar do seu clima ser boreal (TREWARTFA e FHORN, 1980, mapa extratexto) ou Dfc (subártico continental, segundo a classificação de Köppen-Geiger — A. N. STRAFHLER, 1979, mapa extratexto), exactamente como o da maior parte desses países.



Fot. 10 - Floresta na Finlândia - Kuopio (1990).

Com Invernos igualmente muito frios, mas com Verões muito quentes e, do mesmo modo, com algumas chuvas, em climas temperados continentais, mais ou menos marcados pela altitude, as florestas existem e também sofrem, às vezes, o flagelo dos incêndios.

Ficaram tristemente célebres os grandes incêndios do Verão do mesmo ano de 1988, originados na sua maior parte por trovoadas ocorridas quando da passagem de frentes frias, quase sem precipitação, culminando vários meses de secura, no *Yellowstone National Park* (Estados Unidos da América). Este conhecido Parque está situado em plenas Montanhas Rochosas, numa região com altitude média de 2500 m, mas rodeada por uma extensa área de clima seco (BSk, segundo G. TREWARTHA e L. H. F-IORN, 1980, p. 297-298 e mapa extratexto) devido à barreira montanhosa concordante que a separa das regiões costeiras do Pacífico, ainda relativamente húmidas à mesma latitude.

No conjunto desse Verão, de acordo com D. JEFFERY (1989), num total de 49 fogos detectados nas áreas interior e envolvente do Parque, 44 foram atribuídos a faíscas e só 5 a causas humanas. Nestes incêndios, os dados publicados mostram uma área ardida de um milhão de acres (cerca de 400 000 ha), ou seja, metade da área total do Parque. Embora nesse mesmo ano, devido à enorme seca verificada na América do Norte, o Alasca tenha sido, como vimos, profundamente abalado pelos fogos, com mais do dobro da devastação (os referidos 880 000 ha de floresta), a catástrofe foi bastante salientada em *Yellowstone* por se tratar de um Parque Nacional muito conhecido, com árvores, por vezes, tricentenárias, onde quase se ia perdendo a velha e famosa Estalagem de *Old Faithful*, na vizinhança da qual se perderam 24 edifícios (D. JEFFERY, 1989).

A verdade, porém, é que, mesmo nas regiões onde a humidade de Verão é, em geral, elevada e onde chove com mais frequência ou com mais intensidade do que no resto do ano, podem ocorrer incêndios florestais. Se a floresta existe e o ano se apresenta mais seco do que a média, os incêndios podem aparecer especialmente quando, na época mais quente, as chuvas se atrasam ou são menos significativas do que habitualmente. Por isso, países como a Suíça e a Áustria preocupam-se com o ordenamento das suas florestas. Na Suíça, por exemplo, pudemos verificar que, numa área densamente arborizada e muito procurada pelos turistas

(as gargantas do Aar), se chega ao pormenor de, em avisos escritos em várias línguas, se dizer que é proibido fumar ao ar livre em tempo de *fohen*; com efeito, tratando-se de um vento quente (o chamado «comilão das neves»), quando sopra, aumenta perigosamente o risco meteorológico de incêndio florestal.

Também nos países da Europa Central, há recordações de grandes incêndios florestais. Em 1972, por exemplo, o satélite meteorológico ESSA 8 registou extensos incêndios em áreas a norte de Moscovo, bem como a névum de fumo com cerca de 2000 km de extensão que eles criavam — estamos aí no domínio continental do clima temperado com chuvas repartidas por todo o ano, inclusivamente no Verão (Dcb, segundo G. TREWARTHA e L. H. HORN, 1980, p. 297 e mapa extratexto, ou, talvez melhor, Dfb na classificação de Köppen-Geiger, como consta do mapa extratexto de A. N. STRAHLER, 1979).

Com um clima muito semelhante, o Quebeque (Canadá) tem tido anos de enormes calamidades, com destaque para 1941, ano em que perdeu 624 000 ha de floresta; não admira, pois, que o Canadá tenha desenvolvido muito as técnicas de prevenção e de combate de fogos florestais (R LANGLEY-DANYSZ, 1991).

Ainda com características climáticas semelhantes, embora com chuvas predominantemente no Verão (Dwb, na classificação de Köppen-Geiger, segundo o citado mapa de A. N. STRAHLER, 1979), o nordeste da China (Heilungkiang, a sul do Amur) teve, entre 6 de Maio e 2 de Junho de 1987, o maior dos grandes incêndios florestais assinalados nos últimos tempos, com 870 000 ha de floresta queimada. Daí que também a República Popular da China muito se preocupe com a prevenção dos incêndios florestais (R LANGLEY-DANYSZ, 1991).

### 3. OS INCÊNDIOS FLORESTAIS NO DOMÍNIO MEDITERRÂNEO

Ainda na zona temperada, mas em áreas onde o Inverno é fresco e chuvoso e o Verão quente e seco, isto é, nas regiões mediterrâneas, por vezes densamente povoadas, os incêndios florestais assumem características de tragicidade que os fazem mais conhecidos do que os anteriores, apesar de não atingirem tão grandes extensões como alguns deles.

A coincidência do período mais quente do ano com o período mais seco (Csa ou Csb na referida classificação de Köppen-Geiger) cria as condições climaticamente favoráveis, ou seja, oferece um risco climatológico elevado; a eventual existência de grandes manchas de pinhais ou de eucaliptais vem agravar o risco de incêndio florestal.

Por outro lado, a pressão demográfica é, geralmente, maior; por isso, as causas humanas são mais frequentes. Por exemplo, «na Austrália, considera-se que, pelo menos, 90% dos fogos de floresta são provocados por imprudências humanas durante as estações de alto risco» (P. LANGLEY-DANYSZ, 1991, p. 934). Também no nosso país, o homem tem sido considerado, directa ou indirectamente, o responsável pela maioria dos fogos; às vezes, todavia, é-o de modo muito indirecto, como no caso das faíscas provocadas pelo vento forte em cabos transportadores de energia eléctrica, o que terá acontecido em dois dos três fogos ocorridos na área de Aljezur em Julho de 1993, o de Alfombras e o de Santa Susana (L. LOURENÇO, A. NUNES e F. REBELO, 1994, p. 55).

A pressão demográfica nas regiões mediterrâneas relaciona-se não só com as causas dos incêndios, mas também com as suas consequências, que, além de tudo, são mais acompanhadas pelos meios de comunicação social.

As áreas ardidas nunca são tão extensas como nos casos acima apresentados. Um grande incêndio florestal como o das Dunas de Mira, Tocha e Quiaios, de 19 a 24 de Julho de 1993, estendeu-se a 6802 ha (L. LOURENÇO, A. NUNES e F. REBELO, 1994). No entanto, o somatório de todas as áreas ardidas dá, por vezes, valores importantes. O total da área ardida no pior dos anos de que havia registos em meados da década de 90 em Portugal (1991) foi de 161 817 ha (F. MARTINS, 1994). Segundo informações da Direcção Geral das Florestas, vindas a público em finais de Agosto, em 2003, e só até essa data, já teriam ardido 330 000 ha, valor demasiado elevado para um país de 90 000 km<sup>2</sup> de superfície. Tratou-se de uma verdadeira catástrofe nacional.

Se pensarmos nos dois grandes incêndios florestais que, em Dezembro de 1993 e em Janeiro de 1994, devastaram extensas áreas arborizadas, respectivamente, da Califórnia e da Austrália, lembramo-nos que ambos foram declarados catástrofes nacionais, não só pela extensão de floresta afectada, mas principalmente pelas casas e outras estruturas construídas que se perderam. Algo de semelhante se passou em Agosto de 1987 no

Maciço do Esterel (Fot. II), na Côte d'Azur (sul de França), onde as chamas, para além das árvores, destruíram casas e criaram problemas aos turistas que se encontravam nas praias próximas de Cannes; em Agosto de 2003, a situação repetiu-se com dramatismo semelhante.

Em Julho de 1993, nas Dunas de Mira, Tocha e Quiaios, bem como na Serra da Boa Viagem também houve grande devastação. E apesar da área ardida ser muito menor do que nos casos referidos, a palavra catástrofe foi bastante utilizada; no entanto, ela esteve sempre mais presente no incêndio da Serra (1173, 5 ha) do que nas Dunas, não só pela riqueza florística do Parque Alberto Rei, que acabou por ser quase toda destruída, mas também pela proximidade da cidade da Figueira da Foz, que sofreu os efeitos de espessas nuvens de fumo, com a consequente queda de cinzas, e principalmente pela perda de algumas casas, uma das quais um restaurante (L. LOURENÇO, A. NUNES e F. REBELO, 1994).

Pelo clima e pela pressão demográfica, em certos locais agravada com a pressão turística, temos de concordar que, nestas regiões, onde se encontram, por exemplo, Portugal, grande parte de Espanha, França, Itália, Croácia e Grécia, mas também a Califórnia, a parte sueste da Austrália e a parte central do Chile, a potencialidade de incêndio é grande. Com efeito, o risco climatológico existe e o risco meteorológico pode ser, às vezes, muito elevado. A acção humana torna-se, então, a causa mais

74



**Fot. II - Maciço do Esterel, dias antes do grande incêndio de 1987.**

frequente de deflagração devendo, portanto, considerar-se como parte integrante do risco de incêndio.

No caso concreto de Portugal, ao contrário do que, por vezes, se pensa, o clima tem características mediterrâneas. Mesmo nas serras do centro e do noroeste onde, devido à altitude, as chuvas de Outono, Inverno e Primavera são mais abundantes do que no resto do território nacional, salientando a influência do Atlântico, no Verão não há dúvidas — como escreveu O. RIBEIRO (1986, p. 43), referindo-se ao conjunto do país, «no Verão, o clima mediterrâneo reina por toda a parte».

Se uma longa época de chuvas se faz acompanhar de temperaturas que raramente são baixas, as florestas compreendem-se bem. As de carvalhos têm vindo a desaparecer desde há alguns séculos dando lugar aos pinhais. Estes, à medida que ardem, vão sendo substituídos, em muitas áreas, por plantações de eucaliptos. Por vezes, pinheiros e eucaliptos misturam-se, ordenadamente ou não. Todos, porém, ficam sujeitos aos condicionalismos de um Verão mediterrâneo — dois, três ou mesmo quatro meses de seca. E quando, nesta época, há a conjugação de mais altas temperaturas com mais baixas humidades relativas e fortes ventos de leste, o risco meteorológico atinge os seus valores máximos. Então as nossas florestas ardem e, quase sempre, ardem bem. Frequentemente, ardem durante vários dias podendo falar-se, embora à nossa escala, de grandes incêndios florestais.

#### 4. SÍNTESE E CONCLUSÕES

Claro que, embora potencialmente incendiáveis, muitas das florestas referidas terão poucas probabilidades de arder.

Em primeiro lugar, será, por exemplo, muito difícil ver incendiar-se uma floresta ombrófila, a chamada *rain forest* ou *tropical evergreen forest*; a maior parte dos casos corresponderá a áreas restritas e só com muito esforço o homem a fará arder em grandes extensões.

Quanto às outras, a probabilidade maior ou menor de ocorrer um grande incêndio florestal ficará, em certos casos, dependente do risco climatológico que é a ocorrência de um ano excepcionalmente seco (climas temperados continentais, marítimos ou de transição); noutros casos, quando

os totais anuais de precipitação são baixos e há uma estação sem chuvas com temperaturas apenas ligeiramente mais baixas do que as da estação das chuvas (climas tropicais contrastados) ou o Verão é sempre quente e seco (climas temperados mediterrâneos), a probabilidade maior ou menor de ocorrência de grandes incêndios ficará, como vimos, muito mais na mão dos homens que, conhecedores das características climatológicas, deverão, em cada momento da época seca, conhecer bem as condições meteorológicas favoráveis (F. REBELO, 1980 — cfr. capítulo anterior), ou seja, o risco meteorológico (L. LOURENÇO, 1991).

#### Referências Bibliográficas

- DEMANGEOT, Jean (1976) — *Les Espaces Naturels Tropicaux*. Paris, Masson, 190 p.
- GOUROU, Pierre (1966) — *Les Pays Tropicaux*. Paris, PUF, 4ª ed. réfundue, 271 p.
- JEFFERY, David (1989) — «Yellowstone. The great fires of 1988». *National Géographie*, Washington, 175 (2), p. 255-273.
- LANGLEY-DANYSZ, Pernette (1991) — «Un tour du monde des grands incendies». *La Recherche*, Paris, 234 (Juillet-Aout), p. 932-935.
- LOURENÇO, Luciano (1991) — «Uma formula expedita para determinar o Indice Meteorológico de risco de eclosão de fogos florestais em Portugal Continental». *Cadernos Científicos sobre Incêndios Florestais*, Coimbra, 2, p. 3-63.
- LOURENÇO, Luciano, NUNES, Adélia e REBELO, Fernando (1994) — «Os grandes incêndios florestais registados em 1993 na fachada costeira ocidental de Portugal Continental». *Territorium*, Coimbra, I, p. 43-61.
- MARTINS, Francisco (1994) — «A prevenção como factor primordial na defesa do património florestal». *Actas*, II EPRIF, Coimbra, 21 a 23 de Fevereiro de 1994, p. 231-237.
- 76 REBELO, Fernando (1980) — «Condições de tempo favoráveis à ocorrência de incêndios florestais. Análise de dados referentes a Julho e Agosto de 1975 na área de Coimbra». *Biblos*, Coimbra, 56, p. 653-673.
- RIBEIRO, Orlando (1986) — *Portugal, o Mediterrâneo e o Atlântico*. Lisboa, Livraria Sá da Costa Editora, 189 p. (4ª edição).
- STRAHLER, Arthur N. (1979) — *Geografia Física*. Barcelona, Omega, 767 p.
- TREWARTF-IA, Glenn e F-IORN, Lyle H. (1980) — *An Introduction to Climate*. Tokyo, Mc Graw Hill, 5th ed., 416 p.

## IV

### TEORIA DO RISCO E INCÊNDIOS FLORESTAIS (\*)

Foi sob o patrocínio da UNESCO e da Universidade da Picardia (França) que se realizou, de 2 a 7 de Outubro de 1989, o encontro de Saint-Valéry-sur Somme sobre «Riscos naturais, riscos tecnológicos. Gestão dos riscos, gestão das crises», cujos trabalhos foram recolhidos no livro intitulado *Le Risque et la Crise*, publicado em Malta, em 1990, pela Fundação para os Estudos Internacionais da Universidade de Malta e pelo Centro Europeu de Coordenação da Investigação e Documentação em Ciências Sociais (Centro de Viena). Nesse livro se encontra, entre tantas outras, a comunicação do Professor Lucien Faugères, da Universidade de Paris I (Sorbonne-Panthéon), sobre a Teoria do Risco.

Quando nos debruçamos sobre a Teoria do Risco, tal como ela tem sido desenvolvida nos últimos anos por diversos cientistas, entre os quais os do Grupo Europeu para o Estudo dos Riscos e das Catástrofes (GEERC), alguns dos quais estiveram presentes naquele encontro, verificamos, desde logo, que ela se organiza em torno da sequência de três conceitos: risco, perigo e crise (L. FAUGÈRES, 1990).

Ao trabalhar-se em análise de risco, fala-se, frequentemente, em complexidade, potencialidade e probabilidade, mas também em pressões e custos, bem como em limiares. No que respeita aos grandes incêndios florestais, na verdade, eles têm origens complexas, podem ocorrer numas áreas mais do que noutras e tornam-se prováveis em determinadas condições. Para conhecer tudo isto é preciso «pressionar» para obter fundos e outras bases materiais para uma investigação de qualidade.

77

**Adaptado, revisto e actualizado a partir de: REBELO, Fernando (1995) — «Os conceitos de risco, perigo e crise e a sua aplicação ao estudo dos grandes incêndios florestais». *Biblos*, Coimbra, 71, p. 51 1-527.**

Quando, a partir de uma situação de risco, se ultrapassam limiares de perigo, as palavras mais utilizadas serão, por exemplo, alerta, alarme ou insegurança. Em certas condições de tempo, que, só por si, tivessem levado já à situação de alerta, uma pequena queimada (ou uma lixeira em combustão) poderá ditar a situação de alarme e conduzir, mesmo, a uma certa insegurança no local.

Infelizmente, por vezes, franqueiam-se outros limiares e passa-se à crise. Fala-se, então, de devastação, catástrofe, drama, pânico, urgência e socorro. Em fins de 1993, princípios de 1994, como atrás referimos, grandes incêndios devastaram extensas áreas arborizadas da Califórnia e da Austrália — foram declarados catástrofes nacionais, originaram imensos dramas familiares, criaram situações de pânico individual e até colectivo, tornaram urgentes todos os meios de apoio e exigiram a consideração de socorro, não só de imediato, mas igualmente em termos de futuro, para a reconstrução dos bens materiais danificados e a reorganização da vida.

## I. ANÁLISE DE RISCO

Seja qual for o risco, a sua análise implica um estudo reflexivo que passará, por exemplo, pela observação, acompanhada pela cartografia, mas também pela modelização e pela simulação, servindo-se de uma linguagem muito característica na qual se destacarão, entre outras, palavras chave como complexidade, potencialidade e probabilidade, do mesmo modo que pressões, custos e limiares (L. FAUGERES, 1990).

### I. I. A FASE DE OBSERVAÇÃO

78

Se pretendermos analisar o risco de incêndio florestal, temos, efectivamente, de considerar um primeiro momento de *observação*.

Mas que tipo de observação?

Antes de mais, é necessário verificar se na área em estudo existe algo para arder. O fogo exige combustível; se há floresta, há risco de incêndio florestal. Todavia, ele será maior ou menor consoante as características dos elementos em presença.

A observação é, portanto, fundamental e precisa de *cartografia*. Por exemplo, a identificação e a caracterização das espécies, deverá completar-se com a sua verificação na cartografia de base existente, que poderá, mesmo, ser enriquecida com elementos novos, quando nela se verifique alguma desactualização. Aliás, a desactualização é frequente nos mapas topográficos e corográficos, inclusivamente na Carta Militar de Portugal (1:25 000), o que não admira. Por um lado, foi o desenvolvimento dos pinhais, a partir dos anos 50, e, em muitos casos, a sua substituição por eucaliptais, em especial, nas décadas de 80 e 90 (C. FERREIRA, 1997). Por outro lado, tem-se intensificado o fenómeno da periurbanização e, até, às vezes, o de uma certa industrialização em meio rural.

A observação, porém, não se pode confinar apenas às áreas florestais susceptíveis de virem a sofrer incêndios.

Um dos trabalhos clássicos dos geógrafos físicos tem sido o estudo das catástrofes durante a sua ocorrência, quando lentas, ou imediatamente após, quando rápidas. E para falar só de alguns geógrafos portugueses que já o fizeram, lembremos O. RIBEIRO e R. S. BRITO (1958), que acompanharam parte da longa erupção dos Capelinhos, ou I. AMARAL (1968) que analisou as causas e as consequências das trágicas inundações de 25/26 de Novembro de 1967, na região de Lisboa, ou, ainda, F. REBELO e A. G. B. RAPOSO (1988), que estudaram os efeitos das inundações de 2 de Setembro de 1986 na Povoação e no Faial da Terra, em S. Miguel (Açores); no que respeita a fogos florestais, lembremos a colaboração de L. LOURENÇO na equipa dirigida pelo Prof. Xavier Viegas, da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra (FCTUC), não só acompanhando alguns incêndios, como os de Mira-Vagos e de Arganil-Oliveira do Hospital, no Verão de 1987 (X. VIEGAS et al., 1987 a e b), mas também, logo depois da extinção ou até quase um ano depois, como no caso da Sorgaçosa (Arganil), estudando as suas consequências (L. LOURENÇO, 1988).

Este tipo de observação (sobre o acontecimento ou posterior a ele) completa o outro tipo de observação (prévia) podendo, conjuntamente, estar na origem de estudos científicos importantes.

Os dois tipos de observação deverão recorrer à cartografia, tal como a outros documentos revestindo, assim, a forma da «observação analítica», tal como a definia R GEORGE (1970). Esta é, sem dúvida, fundamental para

passar à fase seguinte, aquela a que o mesmo Autor chamava «detecção de correlações». A *modelização* e a *simulação*, referidas por L. FAUGERES (1990), enquadram-se bem nesta fase e os computadores aparecem então como instrumentos a utilizar; os Sistemas de Informação Geográfica (SIG) podem mostrar aí alguma da sua importância. Não esqueçamos, porém, que um simples mapa temático construído por processos tradicionais, digamos, artesanais, pode perfeitamente considerar-se um modelo.

## 1.2. AS PALAVRAS MAIS UTILIZADAS EM ANÁLISE DE RISCO

Quanto à linguagem característica da análise do risco, os trabalhos já realizados sobre grandes incêndios florestais demonstram-nos que, à semelhança do que acontece nos estudos de risco relacionados com tantos outros tipos de catástrofes, há palavras sistematicamente utilizadas.

No que diz respeito ao risco de incêndio florestal, salientemos, antes de mais, as palavras chave complexidade, potencialidade e probabilidade.

### 1.2.1. *Complexidade*

Com alguma frequência, as principais causas dos fogos florestais são bem conhecidas — humanas (descuidos, acções criminosas) e naturais (faíscas) — mas são de grande complexidade os seus primeiros momentos, as suas verdadeiras origens.

80 O típico descuido do motorista (ou do seu acompanhante), que lança a ponta de cigarro pela janela da viatura, a fazer lembrar o tempo dos comboios com máquinas a vapor; que lançavam faúlhas, e o não menos típico descuido do jardineiro (ou do agricultor), que faz a sua fogueira (ou a sua queimada) sob controle, mas que a abandona quando já não vê chamas... nem sempre originam incêndios, mesmo quando se processam em áreas florestais, em pleno Verão. Também as acções criminosas são, muitas vezes, resolvidas por pessoas que logo acorrem ou pelos bombeiros mais próximos. Por seu lado, as faíscas, quando atingem as árvores, em regra, cortam-nas de cima a baixo, deixam-lhes marcas de queimadura, mas só excepcionalmente, em climas como o nosso, parecem originar incêndios florestais.

Constata-se, todavia, a existência de áreas florestais ardidas ao lado das estradas e autoestradas, tal como, no passado, que, por exemplo, no

vale do Vouga, não é muito longínquo (anda pelos anos 80), se viam ao lado das linhas férreas; as pontas de cigarro, do mesmo modo que, no passado, as faúlhas das máquinas a vapor, podem estar na origem de incêndios a qualquer hora do dia ou da noite. Também, às vezes, a altas horas da noite, desencadeiam-se incêndios florestais em áreas próximas de sítios onde, de dia, quase sempre ao fim da tarde, se fizeram pequenas fogueiras ou queimadas. Iguamente durante uma ou outra trovoadade pode acontecer que surjam focos de incêndio.

Será, pois, necessária a conjugação de várias condições favoráveis para que se desencadeiem incêndios florestais. A pesquisa dessas condições passa pelo estudo da própria floresta, sua composição florística, «estado de saúde» e limpeza, como passa pelo estudo dos climas e das condições de tempo, de alguns aspectos culturais, sociais, económicos e, até, políticos da região em análise.

As origens dos grandes fogos florestais são, sem dúvida, complexas. A complexidade é, portanto, a palavra chave nesta fase do trabalho.

#### 1.2.2. *Potencialidade*

Para poder estudar as condições que se tenham eventualmente revelado favoráveis para o desenvolvimento de um qualquer incêndio florestal, o investigador cartografará, antes de mais, a extensão que lhe correspondeu. E fará essa representação cartográfica a várias escalas, uma vez que a investigação científica lhe exige a comparação com outros casos.

A localização dos grandes fogos florestais a nível mundial levará a concluir que há zonas onde eles podem ocorrer com mais frequência e zonas onde eles são mais esporádicos, isto é, zonas potencialmente mais susceptíveis e zonas potencialmente menos susceptíveis de sofrerem com o seu aparecimento.

Na maior parte dos casos verificados na zona intertropical, onde têm sido responsabilizados pelo recuo das florestas perante o avanço das savanas (J. DEMANGEOT, 1976, p. 68), os grandes incêndios florestais relacionam-se, quase sempre, com a acção humana. Em Agosto de 1969, pudemos observar uma das muitas queimadas que todos os anos se fazem nas savanas do centro-litoral de Angola, já perto do fim da época seca, tendo por finalidade a procura de erva tenra para alimentar o gado (Fot. 9).

Muitos anos depois, no Brasil, em Agosto de 1996, entre Recife e Brasília, pudemos, numa deslocação por via aérea, observar em áreas de mato um conjunto de queimadas certamente do mesmo tipo. Em ambas as situações só pequenas florestas relíquias ou alguma floresta galeria ou ripícola poderiam ser afectadas. As associações vegetais da zona tropical, sejam elas savanas, mais ou menos arbustivas, ou florestas mistas são potencialmente incendiáveis pelo homem ou por faíscas.

Mas também no Brasil, nas proximidades de Manaus, tivemos a oportunidade de ver uma enorme coluna de fumo de um incêndio provocado em plena floresta certamente para conseguir uma clareira no meio da floresta, objectivo que na realidade não é fácil de conseguir como explicou R GOUROU (1966, p. 41); estivemos em diversas clareiras que foram obtidas através do abate de árvores, em alguns casos facto bem visível e até em execução. A floresta equatorial, ombrófila, sempre verde, não potência incêndios.

Na zona temperada, há áreas florestais muito extensas onde as chuvas de Verão não facilitam a origem e a propagação do fogo, mas há outras, com pouca pluviosidade, potencialmente mais incendiáveis — como referimos no capítulo anterior, há notícias de grandes incêndios florestais tanto no Alasca como no Quebeque, tanto nas Montanhas Rochosas como no nordeste da China. Países como a Suíça, a Suécia e a Finlândia, com muitas florestas de resinosas, tomam precauções para evitar grandes incêndios.

Na mesma zona temperada, o domínio mediterrâneo apresenta fortes potencialidades de oferecer grandes incêndios florestais. Quase todos os anos, pelo Verão, os países mediterrâneos são atingidos por essa verdadeira praga das suas belas florestas. Em todo este domínio os exemplos têm sido muitos e a acção humana na sua origem é unanimemente aceite — as estatísticas dão-nos, por vezes, mais de 90% de incêndios com causas humanas.

Claro que, embora potencialmente incendiáveis, muitas das florestas das áreas referidas terão poucas probabilidades de arder

Efectivamente, a probabilidade maior ou menor de ocorrer um grande incêndio florestal ficará, em certos casos, dependente do risco climatológico que é a ocorrência de um ano excepcionalmente seco (climas temperados

continentais, marítimos ou de transição); noutros casos, quando os totais anuais de precipitação são baixos e o Verão é sempre quente e seco (climas temperados mediterrâneos) ou há uma estação sem chuvas com temperaturas apenas ligeiramente mais baixas do que as da estação das chuvas (climas tropicais contrastados), a probabilidade maior ou menor de ocorrência de grandes incêndios ficará muito mais na mão dos homens.

#### 1.2.4. Pressões e custos

A necessidade de se analisar o risco de incêndio florestal nasce, muitas vezes, de pressões exercidas pelas populações que já sofreram a experiência terrível de um fogo desse tipo; e se as vidas que se perdem não têm preço, as perdas em bens materiais têm de ser contabilizadas para pressionar os poderes públicos no sentido de obter verbas para prevenção e combate. Os custos da prevenção revelar-se-ão ganhos enormes em relação aos custos das perdas somados aos do combate.

Grande parte dos custos da prevenção liga-se ao conhecimento do risco. Por isso, é preciso também pressionar a vários níveis de decisão para obter ou simplesmente libertar fundos e outras bases materiais para uma investigação de qualidade.

Na análise de risco, tal como escrevia L. FAUGÈRES (1990), palavras como pressões e custos são utilizadas com frequência. No que respeita a incêndios florestais isso também acontece.

#### 1.2.5. Limiar

Podemo-nos questionar, antes de mais, sobre a legitimidade de uma classificação dicotómica de risco — risco pequeno ou grande, risco potencial ou real. No que respeita a incêndios florestais, podemo-nos igualmente questionar sobre a legitimidade de riscos em escalas de 1 a 3, como a de Angstrom, ou de 1 a 5, como a que foi proposta por L. LOURENÇO (1991 a); a utilidade destas classificações é, no entanto, em termos práticos, inquestionável. Se, todavia, nos restringíssemos apenas a essas classificações, ficar-nos-ia sempre a dúvida acerca do posicionamento daquilo que é a antecâmara da crise, daquilo que, no caso dos incêndios, fará avançar os bombeiros com todas as suas tecnologias.

A Teoria do Risco fala-nos em limiar. Quando numa situação de risco máximo, pelas características da vegetação e pelas condições de tempo, se detecta uma coluna de fumo na floresta, franqueia-se um limiar e o perigo instala-se.

## 2. AVALIAÇÃO DO PERIGO

### 2.1. A PASSAGEM DO RISCO AO PERIGO

A avaliação do perigo inicia-se no momento em que se ultrapassa o seu limiar. Muitas vezes, erradamente, *já* se fala de perigo e ainda nada aconteceu. Algo de visível terá de acontecer para se considerar ultrapassado o limiar; no caso dos incêndios florestais talvez este possa corresponder à existência de um primeiro foco.

Entre as palavras mais utilizadas numa situação de perigo estarão, por exemplo, segundo L. FAUGÈRES (1990), alerta, alarme ou insegurança.

Parece-nos, todavia, que a palavra alerta já deverá estar presente no vocabulário ligado à análise do risco, quando o risco é elevado. Ou seja, em certas condições de tempo, que, só por si, numa determinada área florestal particularmente crítica, tivessem já levado à conclusão de que o risco era máximo, deveria passar-se a uma situação de alerta.

A partir daí, uma pequena fogueira ou queimada, ou uma lixeira em combustão, mesmo que só no seu interior, poderão criar um foco de incêndio levando a uma certa insegurança no local e ditando a situação de alarme que conduzirá à intervenção pontual dos bombeiros.

### 2.2. A LINGUAGEM DAS SITUAÇÕES DE PERIGO

84

#### 2.2.1. *Alerta e alarme*

Em teoria, parece-nos, portanto, dever separar-se a situação de alerta da situação de alarme. As pessoas receiam que possa verificar-se uma ocorrência grave; conhecem o risco que correm, estão preparadas para a possibilidade de se desencadear um processo de incêndio florestal. Estão atentas; encontram-se em alerta. Mas não se ultrapassou, ainda, o limiar.

Quando se detecta o primeiro indício de fogo, a situação é já claramente de perigo e é dado o alarme para que uma intervenção rápida consiga evitar a crise, ou seja, consiga evitar o grande incêndio florestal. Os bombeiros chegam e intervêm, mas se o risco é muito elevado todos deverão continuar em alerta para a eventualidade de um regresso da situação de perigo. Se pensarmos no que se passou naqueles que vieram a chamar-se os incêndios das Dunas de Mira, Tocha e Quiaios e da Serra da Boa Viagem, em Julho de 1993, verificamos que ambos tiveram uma primeira fase relativamente pouco importante e tanto um como o outro chegaram a ser declarados extintos. O perigo tinha passado. No entanto, mantendo-se elevado o risco, a situação de alerta deveria ter continuado sob a forma de uma presença de alguns bombeiros ou outros técnicos no local. Uma vez que o alerta não continuou quando, em função de um agravamento das condições de risco, o fogo se reacendeu, do perigo passou-se rapidamente à crise tornando-se incontrolláveis esses que vieram a ser dois dos maiores incêndios florestais verificados em Portugal até meados dos anos 90 (L. LOURENÇO, A. NUNES e F. REBELO, 1994).

Alerta é, então, uma palavra chave na fase de perigo, como diz L. FAUGÈRES (1990), mas deverá também ser uma palavra chave na fase de risco, quando se atingem graus já muito elevados.

### 2.2.2. Ameaça e pânico

Outras palavras são utilizadas na fase de avaliação do perigo. Ameaça e pânico estão entre elas e parecem-nos importantes merecendo alguma reflexão.

Constituem ameaças, por exemplo, as lixeiras em combustão (como foi o caso da de Mira, que tem sido responsabilizada pelo grande incêndio acima referido) ou as queimadas feitas nos chamados *good fire days* (dias de risco muito elevado). Perguntar-se-á se uma lixeira em combustão é sempre uma ameaça. Desde que a combustão seja visível e não existam paredes suficientemente altas para impedir a propagação, cremos que sim; trata-se já de uma situação de perigo. Se a combustão é apenas interna, estamos perante uma situação de risco que talvez não possa chamar-se ainda uma ameaça.

Pânico generalizado é que não nos parece que possa ocorrer só com isso. Admitimos, no entanto, que noutras situações de perigo o pânico possa irromper a partir de algumas pessoas.

Pessoalmente, tivemos a ocasião de assistir a uma situação de perigo relacionada com a queda de uma botija de gás pelas escadas de um café-restaurant em que quase metade dos presentes (cerca de dez pessoas) entrou em pânico correndo precipitadamente para a única saída — a porta da rua. Felizmente, graças ao sangue frio de dois dos presentes mais próximos da botija, não chegou a verificar-se a explosão (passagem a crise). O pânico, como nesse momento pudemos entender, é algo de automaticamente contagiante, mas que felizmente não contagia todos — há quem seja mais susceptível, há quem o seja menos e há quem se controle, como então tivemos a possibilidade de observar.

No caso dos incêndios, há, sem dúvida, quem entre em pânico na situação de perigo. Num caso de início de incêndio urbano, que acompanhámos de perto, verificámos, por inquérito logo realizado, que, de quatro jovens presentes, mas que nada tinham a ver com ele, um fugiu, apavorado, em pânico, outro, assustado, foi chamar os bombeiros e dois tentaram apagar o fogo, o que conseguiram. Transpondo para o que já temos visto em pequenos incêndios florestais, felizmente, a maior parte das pessoas enfrenta a situação nascente e ajuda os bombeiros tentando evitar a manifestação da crise. Infelizmente, algumas pessoas sentem mesmo uma forte atracção pelos incêndios florestais e não só não entram em pânico, como se aproximam demasiado do fogo pondo em risco a sua própria vida e criando problemas aos trabalhos de combate organizados pelos bombeiros.

De qualquer modo, ameaça é palavra normalmente ligada às situações de perigo; pânico sê-lo-á menos, parecendo mais ligada já à própria crise uma vez instalada.

### 3. MANIFESTAÇÃO DA CRISE

86

#### 3.1. A DIFICULDADE EM DEFINIR O LIMAR DA CRISE

A manifestação de crise, segundo L. FAUGÈRES (1990), corresponde «ao franqueamento dos limiares normais, à incapacidade de agir sobre os processos».

A noção de limiar reaparece e a dificuldade em a definir não é menor do que no caso da avaliação do perigo.

Teoricamente é fácil. Por exemplo, quando o homem não consegue resolver uma situação de perigo, ou porque não se apercebeu dela, ou porque chega tarde demais, e o grande incêndio florestal acontece, manifesta-se a crise.

No entanto, a noção de limiar é, à partida, muito relativa nestes casos. Se o homem perde o controle da sua fogueira ou da sua queimada ou se o fogo nasce da lixeira e se propaga à floresta podemos ter aí o limiar da crise. Quando os bombeiros chegam, podem circunscrever o foco de incêndio e controlá-lo — o perigo passou. Mas ao chegarem, os bombeiros podem já constatar a «incerteza absoluta sobre o desenvolvimento da crise e dos seus impactos» — é a manifestação da crise, conforme nos ensina aquele Autor; dir-se-á, neste caso, que o fogo está incontrolável.

### 3.2. AS PALAVRAS CHAVE DA CRISE

Desde que se ultrapasse o limiar da crise, as palavras mais utilizadas serão devastação, catástrofe, drama, pânico, urgência e socorro.

Na realidade, se pensarmos nos dois grandes incêndios atrás referidos que, na Califórnia e na Austrália, em Dezembro de 1993 e em Janeiro de 1994, respectivamente, devastaram extensas áreas arborizadas, devorando casas e viaturas, matando muitos animais e algumas pessoas, lembramo-nos que ambos foram declarados oficialmente catástrofes nacionais. Tal como nos foi dado acompanhar pelos meios de comunicação social, ambos originaram imensos dramas familiares, ambos criaram inúmeras situações de pânico individual e até colectivo, ambos tornaram urgentes todos os meios terrestres e aéreos de ataque ao fogo e de socorro às populações. Quanto ao socorro, todavia, para além daquele que foi observado, por ter sido imediato, não poderá esquecer-se o que veio depois, uma vez que nessas situações há que fazer a reconstrução dos bens materiais danificados e reorganizar a vida das pessoas mais afectadas.

87

#### 3.2.1. *Devastação e catástrofe*

Nos grandes incêndios do *Yellowstone National Park*, em 1988, como dissemos no capítulo anterior, os dados publicados demonstram uma devastação de cerca de 400 000 ha, ou seja praticamente metade do

Parque (D. JEFFERY, 1989). Como também dissemos, embora nesse mesmo ano, devido à seca verificada em toda a América do Norte, o Alasca tenha sido duramente atingido pelos fogos florestais, com mais do dobro de devastação (880 000 ha de floresta ardida), a noção de catástrofe foi repetidamente salientada em *Yellowstone*, por se tratar de um Parque Nacional muito conhecido e procurado por turistas, onde se perderam 24 edifícios.

Em Portugal, no mês de Julho de 1993, nas Dunas de Mira, Tocha e Quiaios, bem como na Serra da Boa Viagem, também houve, à escala do nosso país, uma grande devastação. Apesar da área ardida ter sido, como vimos, muito menor do que naqueles incêndios (apenas 6802 e 1 173,5 ha, respectivamente), a palavra catástrofe, sempre muito utilizada no nosso país em casos semelhantes, esteve, todavia, mais presente no incêndio da Serra do que no das Dunas, antes de mais pela proximidade da Figueira da Foz, que chegou a ver pairar sobre si uma enorme nuvem de fumo, mas também pela perda de grande parte da riqueza florística do Parque Alberto Rei e pela perda de algumas casas, inclusivamente de um restaurante panorâmico (L. LOURENÇO, A. NUNES e F. REBELO, 1994).

Há, sem dúvida, uma dimensão humana a considerar no conceito de catástrofe.

### 3.2.2. *Drama e tragédia*

Desde que se percam casas de habitação, os dramas familiares aparecem; por maioria de razão, quando se perdem vidas, os dramas passam a tragédias.

88

Quase todos os anos há mortos nos nossos incêndios florestais — habitantes das aldeias atingidas, bombeiros e outras pessoas envolvidas no combate, viajantes ou curiosos atraídos pelo «espectáculo» das chamas. Entre os casos trágicos mais lembrados em Portugal (L. LOURENÇO, 1991 b), está, em primeiro lugar, um incêndio na Serra de Sintra, onde faleceram 25 soldados do Regimento de Artilharia Antiaérea Fixa (RAAF), de Queluz, que, sem qualquer preparação para o combate aos fogos, tinham sido enviados para apoiar os bombeiros (7 de Setembro de 1966). Mas tivemos, ainda, um incêndio em Armamar, onde morreram 14 bombeiros dessa vila

duriense (8 de Setembro de 1985) e um outro na vertente ocidental da Serra do Caramulo, onde perderam a vida 15 pessoas — 8 bombeiros de Águeda, 4 bombeiros de Anadia e 3 civis (14 de Junho de 1986). Na sua totalidade, os fogos do Verão de 2003, que se verificaram um pouco por todo o país, mas com maior incidência no centro e no sul, segundo dados da comunicação social, até ao início de Setembro, teriam causado 18 mortos.

Nunca se saberá ao certo se o pânico esteve presente nos casos de Sintra, Armamar e Caramulo, embora, na época, se tenha admitido que sim. Sabe-se, todavia, que as populações, ao verem os incêndios florestais, podem reagir pela estupefacção, mas, ao sentirem os seus efeitos, frequentemente, entram em pânico. Pudemos assistir pela televisão a casos de pânico nos referidos incêndios florestais da Califórnia e da Austrália, como soubemos de casos de pânico em praias, parques de campismo e até no interior de povoações quando dos incêndios das Dunas (especialmente ao atingirem a área vizinha da Praia da Tocha) e da Serra da Boa Viagem, em Julho de 1993. Dez anos depois, vimos, pela televisão, diversas cenas de pânico em incêndios do Verão de 2003, tanto em Portugal, como em França.

### 3.2.3. *Urgência e socorro*

Durante a manifestação da crise é preciso actuar rapidamente. Urgência é, portanto, outra palavra chave muito utilizada nestes momentos. O tempo de espera pelos meios de ataque aos fogos, por pequeno que seja, é quase sempre considerado «uma eternidade», porque é urgente evitar a progressão do incêndio e defender a população.

Tudo deverá estar preparado para gerir a crise, isto é, para actuar sobre a situação difícil que é o avanço, quantas vezes extremamente rápido, das chamas, a favor dos ventos fortes de carácter regional que as «conduzem» segundo direcções previsíveis ou a favor de ventos locais fortíssimos, gerados no seu interior, que as lançam para direcções não previsíveis.

Há já alguns anos, tivemos ocasião de observar o avanço rápido de um incêndio florestal no limite oriental da cidade de Coimbra, com restos vegetais incandescentes a serem lançados para centenas de metros de

distância segundo uma direcção muito próxima da do vento. As árvores, pinheiros na sua maior parte, mas também eucaliptos, ardiam com chamas mais altas do que o edifício de quatro andares que estava ao lado (Seminário dos Combonianos, no Areeiro) e o vento, de leste, com velocidades próximas dos 80 km/h lançava o fogo para a estrada da Beira (Alto de S. João) e mesmo para perto do Pinhal de Marrocos; mais a norte, dos pinhais que ardiam no Alto do Chão do Bispo «voavam» restos incandescentes que originavam focos de incêndio em quintais situados desde esse local até às, então, garagens da Rodoviária Nacional.

De igual modo, pudemos observar, também há já alguns anos, um incêndio, com origem na vertente sueste da Serra da Boa Viagem, com chamas enormes junto à velha estrada Coimbra-Figueira da Foz, perto da povoação de Carritos, no qual um vento muito forte lançava restos de folhas de eucalipto e de agulhas de pinheiro incandescentes em todas as direcções.

Num e noutro caso os pedidos de socorro eram constantes. Para obviar a situações destas, os meios de ataque imediato deverão estar bem equipados para poderem chegar depressa e terem êxito no trabalho. Além disso, os reforços eventualmente utilizáveis terão de ser preparados com antecedência.

A noção de socorro exige estudos prévios de certa profundidade conduzindo à organização de esquemas que permitam uma actuação rápida e eficaz na gestão da crise quando ela acontece. O exemplo do referido incêndio da Serra da Boa Viagem em 1993 serviu para mostrar que, neste aspecto, «eliminando algumas arestas» (L. LOURENÇO, A. NUNES e F. REBELO, 1994), o nosso país, apesar de certas dúvidas levantadas, que se explicavam pela violência e progressão rápida do fogo, estava no bom caminho.

90

Mais complexo é o socorro em termos de resolução dos problemas criados pela manifestação da crise. Naturalmente que as populações deslocadas pelos grandes incêndios florestais precisarão de fundos e de muitos outros apoios para recomeçar a sua vida. Seguros especiais em áreas de risco poderiam ajudar a resolver alguns problemas; muitas vezes, porém, os prejuízos são de tal monta que só uma actuação dos governos através de gabinetes de crise, que continuem a funcionar para além dela, poderão apoiar eficazmente as populações.

#### 4. INCÊNDIOS FLORESTAIS E CINDÍNICA

A Ciência do Risco, logo baptizada com o nome de Cindínica, nasceu em Paris, sob o patrocínio da UNESCO, em Dezembro de 1987, na Conferência Internacional sobre o Domínio dos Riscos Tecnológicos (L. FAUGÈRES, 1990, p. 43).

Nascida a Ciência, a teorização começou por se basear nos chamados «riscos maiores» melhor conhecidos — as catástrofes naturais, que, no mundo, quase fizeram um milhão e meio de mortos entre 1970 e 1985, e os riscos tecnológicos, que, apesar de, no mesmo período e também para o conjunto do globo, terem originado apenas uns 50 000 mortos, criaram imensos problemas económicos e sociais nos países mais desenvolvidos.

Os incêndios florestais parecem não ter sido muito considerados nos primeiros estudos; no conjunto das 200 páginas publicadas dos trabalhos apresentados no histórico encontro internacional sobre riscos efectuado em Saint-Valery-sur-Somme (1989), encontra-se apenas uma página sobre fogos (E. M. MOUSTAFA, 1990, p. 176).

No entanto, aplicar a Teoria do Risco às causas, origens, desenvolvimento e consequências dos grandes incêndios florestais é um exercício que leva, quanto a nós, à conclusão de que a jovem Ciência tem já uma estrutura e um «thesaurus» bastante sólidos, apesar da diversidade dos seus objectos de estudo. Esta diversidade é a razão de ser da interdisciplinaridade e da multidisciplinaridade que a caracterizam.

A Geografia Física é apenas uma das muitas disciplinas chamadas a intervir na Ciência do Risco. Fundamental no que diz respeito a alguns riscos ditos naturais, como movimentos de terras e inundações (F. REBELO, 1991), é também importante noutros, como os incêndios florestais. A sua importância é tanta que levou mesmo um geógrafo a propor a designação de Geo-cindínica «a fim de facilitar a tomada em conta dos riscos naturais desde as primeiras etapas do desenvolvimento da Cindínica» (L. FAUGÈRES, 1991, p. 179).

Para o que nos interessa de momento, o caso dos incêndios florestais, temos indubitavelmente um bom exemplo de objecto de estudo desta Ciência do Risco ou Cindínica em que a Geografia Física, antes de mais através da Climatologia, tem grande relevância, mas onde são necessários os conhecimentos provenientes de várias outras ciências (F. REBELO, 1980).

- AMARAL, Ilídio do (1968) — «As inundações de 25/26 de Novembro de 1967 na região de Lisboa». *Finisterra*, Lisboa, 3 (5), p. 79-84.
- DEMANGEOT, Jean (1976) — *Les Espaces Naturels Tropicaux*. Paris, Masson, 190 p.
- FAUGERES, Lucien (1990) — «La dimension des faits et la théorie du risque». *Le Risque et la Crise*, Malta, Foundation for International Studies, 218 p., p.31-60.
- FAUGERES, Lucien (1991) — «La Géo-cindinique, géo-science du risque. *Bulletin de l'Association de Géographes Français*, Paris, p. 179-193.
- FERREIRA, Carmen Gonçalves (1997) — «O eucalipto e a cindínica ecológica: 'culpado' ou 'inocente'?». *Territorium*, Coimbra, 4, p. 133-141.
- GEORGE, Pierre (1970) — *Les Méthodes de la Géographie*. Coll. Que Sais-Je? 1398, Paris, PUF, 126 p.
- GOUROU, Pierre (1966) — *Les Pays Tropicaux*. Paris, PUF, 4e éd. refondue, 271 p.
- JEFFERY, David (1989) — «Yellowstone. The great fires of 1988». *National Géographie*, Washington 173 (2), p. 255-273.
- LOURENÇO, Luciano (1988) — «Efeitos do temporal de 23 de Junho de 1988 na intensificação da erosão das vertentes afectadas pelo incêndio florestal de Arganil/Oliveira do Hospital». *Comunicações e Conclusões*, Seminário Técnico sobre Parques e Conservação da Natureza nos Países do Sul da Europa. Faro, 24-28 de Outubro, 1988, p. 43-77. Editado em separata: 3ª Semana de Geografia Física, Coimbra, IEG, 1990.
- LOURENÇO, Luciano (1991 a) — «Uma fórmula expedita para determinar o Índice Meteorológico de risco de eclosão de fogos florestais em Portugal Continental». *Cadernos Científicos sobre Incêndios Florestais*, Coimbra, 2, p. 3-63.
- LOURENÇO, Luciano (1991 b) — «Aspectos sócio-económicos dos incêndios florestais em Portugal». *Biblos*, Coimbra, 67, p. 373-385.
- LOURENÇO, Luciano, NUNES, Adélia e REBELO, Fernando (1994) — «Os grandes incêndios florestais registados em 1993 na fachada costeira ocidental de Portugal Continental». *Territorium*, Coimbra, I, 1994, p. 43-61.
- MOUSTAFA, Ehab Mohamed (1990) — «Entre risque et crise. Une nouvelle approche du domaine de la gestion des risques et des crises». *Le Risque et la Crise*, Malta, Foundation for International Studies, 218 p., p. 171-184.
- REBELO, Fernando (1980) — «Condições de tempo favoráveis à ocorrência de incêndios florestais. Análise de dados referentes a Julho e Agosto de 1975 na área de Coimbra». *Biblos*, Coimbra, 56, p. 653-673.

- REBELO, Fernando (1991) — «Geografia e Riscos Naturais. Alguns exemplos de riscos geomorfológicos em vertentes e arribas no domínio mediterrâneo». *Biblos*, Coimbra, 67, p. 353-371.
- REBELO, Fernando e RAPOSO, António Guilherme B. (1988) — «As inundações de 2 de Setembro de 1986 na Povoação e no Faial da Terra (S. Miguel, Açores)». *Cadernos de Geografia*, Coimbra, 7, p. 169-179.
- RIBEIRO, Orlando e BRITO, Raquel Soeiro de (1965) — «Primeira notícia da erupção dos Capelinhos na ilha do Faial». *Naturalia*, Lisboa, 7 (1-4), 33 p.
- VIEGAS, X., LOURENÇO, L, NETO, L, PAIS, T, REIS, J. e FERREIRA, A. (1987 a) — *Análise do incêndio forestal ocorrido em Vagos/Mira, de 27 a 29 de Julho de 1987*. Relatório Técnico CMF-IF-8703, Coimbra, Centro de Mecânica dos Fluidos, 46 p. + 1 mapa.
- VIEGAS, X., LOURENÇO, L, NETO, L, PAIS, T, MONTEIRO, J., FERREIRA, A. e GOULÃO, M. (1987 b) — *Análise do incêndio forestal ocorrido em Arganil/Oliveira do Hospital, de 13 a 20 de Setembro de 1987*. Relatório Técnico CMF-IF-8801, Coimbra, Centro de Mecânica dos Fluidos, 102 p.

(Página deixada propositadamente em branco)

## 2ª PARTE

### RISCOS GEOMORFOLÓGICOS

#### I

#### RISCOS DE RAVINAMENTO — REFLEXÕES SOBRE TRÊS CASOS ESTUDADOS EM COIMBRA E ARREDORES (\*)

O estudo da evolução das vertentes do Rio Dueça, a jusante de Miranda do Corvo (F. REBELO, 1967), pôs-nos, pela primeira vez, em contacto com o problema das movimentações em massa. Passados quase dez anos desde essa interessante experiência, propusemo-nos, alargando significativamente o âmbito do tema, estudar de um modo sistemático os processos erosivos actuais em toda a região litoral do norte e do centro de Portugal (F. REBELO, 1975). Dificuldades de toda a ordem vieram atrasar o normal desenvolvimento dos trabalhos; todavia, algo foi feito no respeitante à identificação de formas ligadas tanto a movimentações em massa, como a movimentações individuais nas vertentes de uma das «áreas-amostra» que nos pareceram servir para as pesquisas iniciais (F. REBELO, 1976 a) e, para comparação, em vertentes próximas, igualmente situadas na área de Coimbra.

Apesar da frequência e espectacularidade com que se verificam nesta área do país, em taludes de estradas e de vias férreas, as movimentações

95

(\*) REBELO, Fernando (1982) — «Considerações metodológicas sobre o estudo dos ravinamentos». Comunicações, II Colóquio Ibérico de Geografia, Lisboa, 1980, Volume I, p. 339-350 (com ligeiras adaptações e acrescentos).

em massa originam quase sempre pequenas formas, rapidamente transformadas pela natureza ou pelo homem (F. REBELO, 1977). A inexistência de grandes formas ligadas às movimentações em massa, levou-nos, por isso, a dar prioridade às formas ligadas a movimentações individuais, muito em especial às ravinas, sem dúvida, formas mais nítidas pela sua extensão e pelo seu grau de permanência temporal, mas também pelas implicações que o seu estudo tem no conhecimento global da evolução do relevo da área.

## I.A QUESTÃO DO MATERIAL ROCHOSO

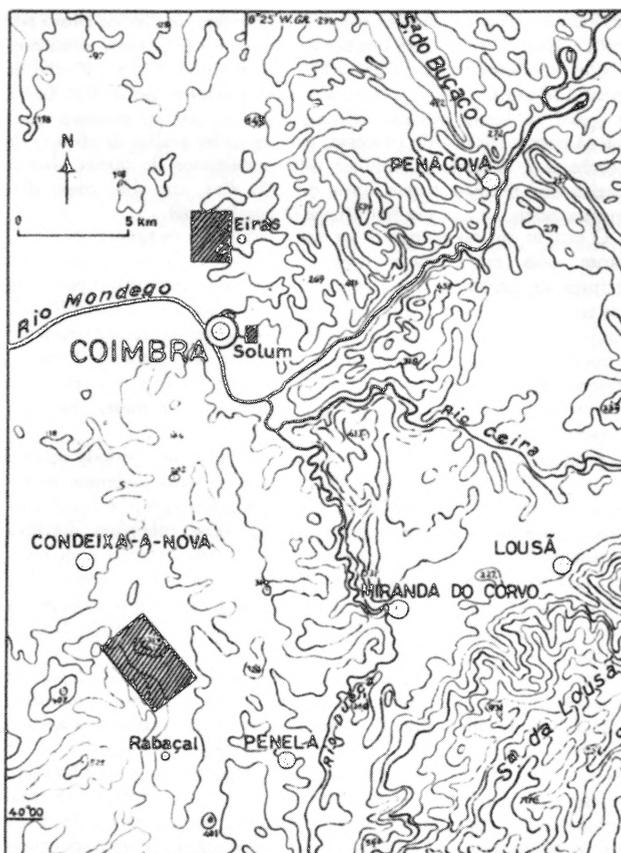
Entendido como forma de erosão do solo (J. POUQUET, 1967) ou como fenómeno de escavamento sobre materiais móveis (R GEORGE, 1974), o ravinamento encontra-se vivo e com certa importância dentro da que chamámos a «área-amostra de Condeixa» (folha 25 I da Carta Militar de Portugal, na escala de 1:25 000), a uns 15 km para SSW de Coimbra (Fig. 14), quase que exclusivamente sobre os calcários margosos do liásico médio (domeriano) e superior (toarciano). Aí começámos por estudar uma reduzida área (cerca de 8 km<sup>2</sup>) onde se podem ver ravinas de todas as dimensões, portanto, em fases diversas de instalação, progredindo mais ou menos visivelmente em cada chuva forte.

Calcários do mesmo tipo são atacados da mesma maneira imediatamente a norte dos limites da cidade de Coimbra (Eiras — Santa Apolónia), mas ravinas semelhantes podem encontrar-se, também, noutras rochas da área, como sejam grés e conglomerados de fraca coesão do Triásico ou depósitos superficiais com eles relacionados: deste modo, cedo se revelou necessária a comparação entre as várias formas detectadas.

À partida, os calcários margosos não são rochas móveis. Como entender, então, a instalação de pequenas ravinas sobre esse material? A ausência de vegetação parece ser o primeiro ponto a considerar. Com efeito, e para o caso da «área-amostra de Condeixa» no sector que nos interessa (proximidades do Rabaçal), das extensas matas que se sabe aí terem existido em plena Idade Média (S. D. ARNAUT, 1961), nada resta. A *Corta Agrícola e Florestal de Portugal*, na escala de 1:25 000 (folha 251, actualizada em 1974), mostra bem o contraste entre a reduzida extensão

do espaço agrícola de culturas arvenses de sequeiro, mesmo acrescentado ao da vinha, e a enorme extensão dos chamados incultos; a observação no local revela-nos que estes apresentam uma vegetação rasteira e arbustiva de tipo mediterrâneo, pouco importante, por vezes, mesmo, com clareiras. Se, por acaso, estas clareiras coincidem com os calcários margosos liásicos, a presença das ravinas é imediatamente assinalada.

Com frequência, nota-se bem a causa imediata da sua formação. Após o desaparecimento da cobertura vegetal (seja por arranque, hoje pouco frequente, salvo para a plantação de uma ou outra vinha, seja por incêndio ocasional, seja, ainda, pela acção de rebanhos, em especial de cabras), as



**Fig. 14 - Mapa de localização dos ravinamentos estudados em Coimbra e arredores. A trama indica a situação das três áreas referidas no texto.**

chuvas fortes originam a escorrência que vai explorar as diáclases e os sulcos abertos pelo homem, bastando para tal que ofereçam um certo declive, mesmo que oblíquo ao declive geral da vertente.

Diáclases e sulcos existem, também, em clareiras situadas noutros calcários da área sem, todavia, se verificar uma semelhante instalação de ravinas. Há, pois, necessidade de entrar em linha de conta com as características próprias desses calcários margosos liásicos. A localização das pequenas ravinas relaciona-se, indubitavelmente, com as elevadas percentagens de argila que esses calcários apresentam, bem como com a reduzida espessura (às vezes, 3 a 5 cm) das suas camadas (R. MOUTERDE, Ch. RUGET e F. M. ALMEIDA, 1965). Estas características, associadas à densidade do diaclasamento, compreensível dada a complexidade da tectónica regional (J. ROSSET, R. MOUTERDE e R. B. ROCHA, 1975; F. REBELO, L. CUNHA e A. M. R. CORDEIRO, 1986; L. CUNHA, 1990), estão na base do fácil estilhaçamento superficial em calhaus de dimensões variadas.

Não se tratando, portanto, de rochas móveis, os calcários margosos liásicos acabam por fornecer um manto de cascalheira, de alguns centímetros de profundidade, ideal para a instalação das ravinas. Este manto de cascalheiras não pode, no entanto, confundir-se com os depósitos de vertente que também existem na mesma área, com profundidades variando entre alguns centímetros e mais de um metro. Durante muito tempo cobertos por solos argilosos que os protegiam, esses depósitos, alguns dos quais apresentando características periglaciares (F. REBELO, 1986), estão, agora, em certos locais, a ser rapidamente desmantelados por ravinas de carácter diferente das anteriores, ravinas que se instalaram a favor da linha de maior declive das vertentes onde a vegetação desapareceu. Curiosamente, algumas destas ravinas instalaram-se em cascalheiras que parecem corresponder ao entulhamento de anteriores grandes ravinas.

98

As dificuldades postas à compreensão do ravinamento pelas características litológicas não podem, portanto, ser inteiramente solucionadas com o estudo da bibliografia e, muito menos, até, com o estudo da cartografia geológica. O recurso à *Corto Agrícola* e *Floresto!* teve algum interesse e a observação cuidadosa sobre o terreno foi indispensável. O inquérito junto das populações permitiu, ainda, confirmar observações feitas, embora não tenha permitido obter informações rigorosas, como, aliás, seria de esperar

numa área de agricultura pobre, de fraca densidade populacional e sujeita a forte aração urbana. Observação e inquérito, conjugados, ajudaram, sem dúvida, a compreender melhor a rapidez do estilçamento do calcário margoso, bem como a sua evolução para solo sempre que se verificam certas condições de estabilidade natural e de actuação humana. Vimos, por exemplo, como, na área a norte da cidade de Coimbra, sobre calcários margosos liásicos, o homem chega a plantar vinha em vertentes, no meio de grandes blocos deste material (30 a 60 cm de espessura), deslocados propositadamente para o local escolhido, sabendo que, o mais tardar dois anos depois, aí disporá de um bom solo; assim, consegue evitar a instalação de ravinas, primeiro, através dos próprios blocos, pelo obstáculo que significam para a escorrência quando do desaparecimento da cobertura vegetal contínua, e, depois, através da própria vinha, da vegetação herbácea, rasteira, que entretanto aparecerá, e, até, de cuidados diversos com o controle da água.

## 2. DIFICULDADES RELATIVAS AOS AGENTES EROSIVOS

Ravinamento implica chuvas fortes. A precipitação é, portanto, o principal elemento climático envolvido neste processo erosivo, o que nos leva, de imediato, a pensar nos quantitativos gerais verificados na área em causa. Que interessará, todavia, para avaliar da eficácia da escorrência, saber que, em média, segundo as *Normais Climatológicas* para o período de 1931 a 1960, foram registados, no Instituto Geofísico da Universidade de Coimbra (141 m de altitude), 961,6 mm de precipitação anual? Por uma questão de localização, a análise dos mapas de distribuição das precipitações anuais e do número de dias de chuva por ano (S. DAVEAU, 1977) tem um certo interesse — coloca-nos numa área em que os valores anuais oscilam entre 1000 e 1200 mm e 10 e 130 dias de chuva (138 em Coimbra). No entanto, estes valores não se distribuem por igual ao longo do ano, o que, aliás, só por si, também nada adianta para a eficácia do processo; para se poder avaliar da eficácia da escorrência é necessário conhecer valores máximos de queda pluviométrica em tempos curtos (dois ou três dias, um dia, meio dia, algumas horas...) e a sua frequência (mensal, anual...)

O estudo dos ravinamentos na sua ligação com os agentes erosivos levanta, pois, em primeiro lugar; o problema da variabilidade da precipitação, problema que terá de ser entendido quer sob o ponto de vista espacial, quer sob o ponto de vista temporal. Ora, a variabilidade espacial, na área de Coimbra, poderá considerar-se verdadeiramente ocasional, logo, sem significado; a variabilidade temporal, todavia, apresenta características comuns à maior parte do país, não podendo esquecer-se que, nesta parte do globo, há anos, há meses, há dias, excepcionalmente pluviosos (S. DAVEAU, 1972). A título exemplificativo, debruçámo-nos sobre um período curto (Junho de 1979 a Junho de 1980) durante o qual pudemos acompanhar a formação e a instalação de ravinas sobre «grés» e conglomerados triásicos, alterados, pouco coesos, sobre cobertura detrítica cascalhenta e sobre aterros do mesmo material, em vertentes onde eram praticamente desconhecidas até ao momento em que o homem desbastou a totalidade da vegetação e começou a preparar o terreno para a construção de um bairro residencial (área de S. Sebastião à Solum, dentro do perímetro urbano de Coimbra).

Os primeiros indícios de ravinamento apareceram pouco depois da interrupção das obras, quando, no dia I de Julho se registou uma queda de 23,2 mm de chuva (Fig. 15). Ravinas elementares existiam já após os 24,5 mm (dos quais I 1,3 durante apenas uma hora) do dia I I do mesmo mês e aos 12 mm do dia seguinte. A partir daí, e até Outubro, praticamente não choveu — Agosto registou 2,8 mm («normal»: I 8 mm) e Setembro 2,2 («normal»: 48,4). Em Outubro, porém, depois da chuva no dia 4 (cerca de 30 mm em 24 h) verificou-se uma sequência de dias chuvosos (de 6 a 16), seis dos quais com mais de 10 mm, dois deles com mais de 50! O total mensal ultrapassou largamente o valor dito «normal» — 287,5 mm («normal»: 86,8), mas por meados do mês havia já muitas ravinas instaladas. Em Novembro, aconteceu, somente, uma sequência significativa de dias de chuva (6), na qual se distinguiram dois com mais de 10 mm; o total mensal (74,3 mm) foi inferior ao valor «normal» (104,8). Pelo contrário, Dezembro registou 136 mm, portanto, quase o valor «normal» (142,3), mas, dos quinze dias pelos quais aquele valor se distribuiu, apenas dois tiveram mais de 10 mm (o dia 24 teve cerca de 60 mm e o dia 25 um pouco menos de 30). Nestes dois dias foi notável a quantidade de argila, areia e cascalho transportada através das ravinas para as ruas próximas.

Nada mais de semelhante aconteceu durante o primeiro semestre de 1980. Janeiro (com um total de apenas 69,6 mm) teve três dias com mais de 10 mm. Fevereiro (54,6), Março (96,7) e Abril (48,9) tiveram apenas dois dias cada com mais de 10 mm. Só Maio veio a apresentar um total de pluviosidade superior ao valor «normal» (97,6 mm, para uma «normal» de 76,2), mas distribuído por quinze dias, cinco deles com mais de 10 mm. O desenvolvimento das ravinas já instaladas, pelo que se deduzia observando o material movimentado, dava-se naturalmente e, em Junho, quando as obras estavam quase a recomeçar, concluíam-se que doze meses, graças em especial a dois deles, haviam bastado para se formarem, em material solto, de aterro, barrancos com 2 a 3 m de largura e 3 a 4 de profundidade, e, em material gresoso e conglomerático, pouco coeso, por vezes, móvel, pequenas ravinas com 15 a 20 cm de largura e 20 a 30 de profundidade, em média.

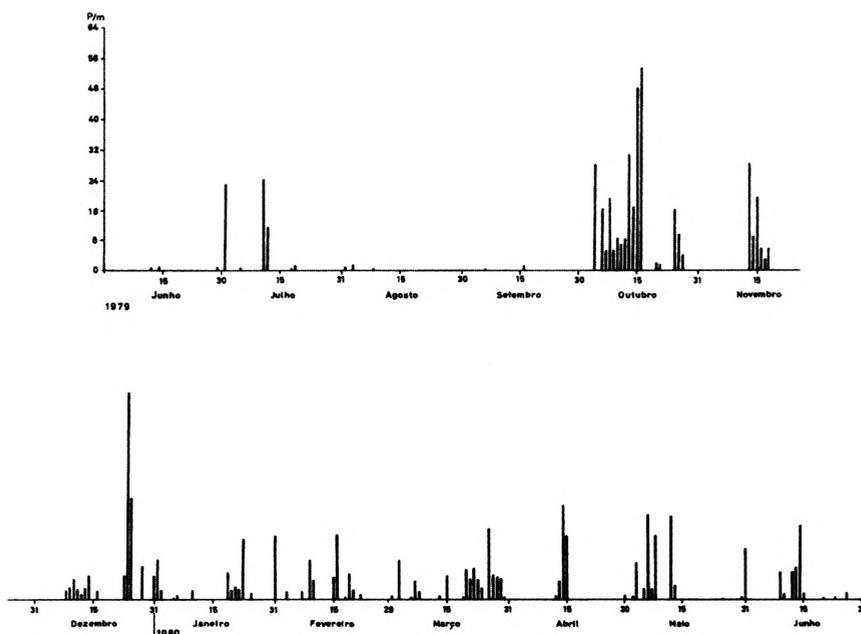


Fig. 15 - Precipitação diária em Coimbra entre 1 de Junho de 1979 e 30 de Junho de 1980. Em ordenadas: precipitação em mm. Em abcissas: dias.

Durante o mesmo período de tempo, nas ravinas instaladas na «área-amostra de Condeixa», sobre os calcários margosos liásicos, a evolução não terá sido tão rápida, salvo num ou noutro caso muito localizado. Com efeito, a evolução dos ravinamentos está intimamente ligada aos processos de preparação anteriores às chuvas intensas, processos que se tornam muito importantes quando a mobilidade do material é fraca ou, até, inexistente. Aparecem, então, com grande relevância, a amplitude térmica diurna ao nível do solo, a água existente nos interstícios das rochas, a humidade do ar nas mais baixas camadas, os ventos fortes predominantes, a violência da queda das gotas de chuva, etc.

A conjugação de alguns destes elementos manifesta-se particularmente activa sob certas exposições das vertentes. Na área de Condeixa, por exemplo, as maiores densidades de ravinas aparecem em vertentes voltadas para SE; entre elas encontram-se algumas das mais profundas (2 a 3 m de profundidade). Parecem seguir-se, quanto à densidade das ravinas, as vertentes voltadas para E e NE. Menores são as densidades em vertentes voltadas para S e SW, embora aí se encontrem as mais extensas (500 a 600 m), e, mais raras, ainda, as das vertentes voltadas para NW e N, onde é fácil descobrirem-se várias ravinas em vias de fixação graças ao regresso da cobertura vegetal.

Na área de Eiras-Santa Apolónia, com o mesmo material calcário, pôde, praticamente, confirmar-se esse tipo de distribuição de densidades. Pelo contrário, a área de S. Sebastião-Solum ofereceu-nos uma instalação de ravinas com carácter um pouco diferente — a maior mobilidade do material da vertente voltada para W deverá ter estado na origem da instalação da grande densidade de pequenas ravinas, enquanto a maior coesão dos grés e conglomerados triásicos das vertentes voltadas a E e SE levou a uma maior concentração da escorrência, portanto, a uma menor densidade de ravinas, embora ainda grande quando comparada com a «área-amostra de Condeixa», e a profundidades maiores (máximo atingido: 80 cm), profundidades que, por terem sido atingidas em tão curto período de tempo, podem considerar-se notáveis.

Neste aspecto, também a observação, mesmo sem estar ligada a meios sofisticados de avaliação quantitativa, mas enriquecida pelo inquérito no local e pela análise de dados meteorológicos, publicados ou inéditos, foi essencial. A importância dos meses mais quentes, por exemplo, salientou-se

notoriamente através das consequências das chuvas fortes de Outubro de 1979, na área que acompanhamos mais de perto. Os elementos recolhidos nas *Normais Climatológicas*, para o período de 1931-1960, parecem fornecer a confirmação: as maiores amplitudes térmicas mensais registam-se em Julho e Agosto (14 e 14,3°C, respectivamente, para uma média anual de 11,2°C), tal como os máximos de insolação (323,7 e 305,8 h, o que, somado, representa 24,1% do total anual médio, que é de 2604,6 h), os máximos de evaporação (216,1 e 215,6 mm, 27,4% do total anual médio, 1572,2 mm) e o maior número de dias por mês com nevoeiro (8 e 10, 24,3% do total anual, 74).

No caso particular das vertentes voltadas para E e SE, verifica-se que, além de sofrerem mais os contrastes térmicos de Verão, sofrem os ventos mais fortes ao longo do ano (11,9 e 11,2 km/h de média anual, respectivamente, para o rumo E e para o rumo SE, enquanto a média anual para todos os rumos é de 9 km/h).

### 3. A PROBLEMÁTICA DOS DECLIVES

As ravinas apresentam-se com uma ligação muito nítida aos declives. Pode dizer-se que a capacidade da escorrência «aumenta na razão directa do ângulo da vertente», embora, apenas até certo ponto, pois que o seu efeito erosivo será menor «à medida que este ângulo se aproxima da vertical» (A. N. STRAHLER, 1979, p. 453).

Localizar em mapas de curvas de nível as ravinas cartografáveis foi, portanto, a tarefa inicial para se avaliar da relação com os declives. A visão rápida e pçecisa dos valores não era, todavia, possível. Daí a sobreposição desses mapas de localização a mapas de declives desenhados segundo um método de quadriculagem (R. BRUNET, 1963). A rapidez da execução, a relativa segurança dos resultados e a facilidade de exploração estatística que o método já nos havia demonstrado na aplicação a escalas cartográficas grandes (F. REBELO, 1967 e 1976 b), estiveram na origem da escolha.

Assim, a elaboração de pequenos mapas de declives sobre a *Carta Militar de Portugal*, na escala de 1:25 000, mostrou que, no sector em estudo da «área-amostra de Condeixa», se verifica o predomínio dos fracos declives (35,1% do total cartografado inclui-se na classe de 0 a 8%) sendo,

ainda, representativos os declives médios e fortes (20,1% na classe de 8,1 a 16% e 17,1% na classe de 16,1 a 24%, 9,7% na de 24,1 a 32% e 13,4% na de 32,1 a 40%). A partir desta classe, a extensão ocupada pelos declives muito fortes não tem significado (2,3% para a classe de 40,1 a 48%, 1,8 para a de 48,1 a 56% e 0,5% para a de declives superiores a 56%).

Porque, teoricamente, não seria já de esperar encontrar ravinas em declives muito fortes, mas também porque, na realidade, eles quase não existem no espaço em causa, ganham grande interesse para a relação pretendida os declives médios e fracos. A sobreposição dos mapas mostrou-nos que as maiores densidades de ravinas se encontram sobre as classes de declives de 24,1 a 32% e de 32,1 a 40%, classes em regra já consideradas de declives fortes (j. POUQUET (1966), coincidindo com a exposição a SE. São menores as densidades nas classes de 8,1 a 16% e de 16,1 a 24%, havendo muito poucas ravinas nos declives mais fracos. Nestes, encontram-se, por vezes, mas em número francamente reduzido, barrancos onde se concentra a escorrência das múltiplas ravinas que lhes ficam a montante.

A comparação deste sector com o outro semelhante, no mesmo tipo de calcários margosos, a norte de Coimbra, oferece uma diferença sensível no respeitante à extensão das várias classes de declives, faltando os grandes declives. 95,6% da área ravinada apresenta declives até 24%, enquanto os restantes 4,4% correspondem apenas a mais duas classes (24,1 a 32% e 32,1 a 40%). As ravinas encontram-se quase todas entre os 8,1 e os 24%, e, do mesmo modo, só alguns, poucos, barrancos se encaixam em secções de declive inferior a 8%.

Os ravinamentos cuja formação acompanhamos na área de S. Sebastião-Solum (Coimbra) vieram-nos trazer elementos importantes para a relação com os declives. O facto de se tratar de uma área muito reduzida (16,7 ha), começou por tornar impossível a utilização da Carta Militar na escala de 1:25 000. Tentámos, ainda assim, a aplicação do mesmo método de quadriculagem, uma vez que dispúnhamos de um mapa topográfico na escala de 1:2000, com a equidistância de 1 m. Para tal, optámos por uma quadrícula maior (1 cm<sup>2</sup>, logo, 400 m<sup>2</sup> no terreno) e por um escalonamento de classes de declives diferentes (0 a 5%, 5,1 a 10%, 10,1 a 15%, etc.). Verificámos, então, que, no espaço sem cobertura vegetal onde as ravinas se começaram a esboçar em Julho de 1979, quase não havia declives muito fortes (99,8% do espaço com declives até 40%),

destacando-se as classes de 10,1 a 15% e de 20,1 a 25% (16,9% cada). A sobreposição do mapa de localização das ravinas e do mapa de declives mostrou que elas se haviam instalado de preferência sobre os declives entre os 20 e os 35% numa semelhança muito flagrante com o que se verifica no sector estudado da «área-amostra de Condeixa».

A metodologia utilizada tem, portanto, como principal vantagem a possibilidade de uma exploração estatística rápida, que será tanto mais precisa quanto mais precisa for a base topográfica disponível e a localização das ravinas sobre ela feita. Aqui reside a maior dificuldade. Quando se desce ao pormenor das grandes escalas, a observação de campo, por muito cuidada que seja e por bem completada que esteja pela fotografia aérea, não basta; torna-se necessário acompanhá-la com as técnicas rigorosas da cartografia. Por outro lado, os mapas de declives têm as suas próprias limitações que só poderão ser ultrapassadas com um intenso trabalho de campo em que os valores dos «ângulos de vertente» sejam levantados directamente. A lentidão do método de leitura dos declives através do clisímetro, porém, não aconselha a sua utilização, a não ser em casos muito especiais, muito localizados. Nestes casos, poderá, eventualmente, ser indispensável ir além do vulgar clisímetro de mão e recorrer a processos topográficos mais complexos.

#### 4. DEFINIÇÃO DE RAVINAMENTO

Material rochoso, agentes erosivos e declives são, como vimos, as grandes bases naturais da explicação dos ravinamentos. Por sua vez, o homem, em especial pelas suas acções de desbaste da vegetação (A. YOUNG, 1972, p. 73), não pode deixar de ser considerado. Os estudos realizados nos ravinamentos da área de Coimbra comprovaram-no uma vez mais e mostraram como o físico e o humano se conjugam justificando a necessidade de uma ligação profunda entre Geografia Física e Geografia Humana. Mas o aprofundar da análise mostra-nos, também, como um trabalho, inequivocamente, do âmbito da Geografia Física precisa de dados geológicos, agronómicos, meteorológicos e topográficos.

Um estudo deste tipo coloca-nos, por outro lado, perante o problema da definição de ravinamento. Ravinamento, ravina e barranco serão,

efectivamente, noções diferentes? Ravinamento é, antes de mais, o fenómeno — dizemos «o» ravinamento; mas parece, também, poder significar o conjunto das ravinas de uma vertente — dizemos «um» ravinamento. A ravina será, portanto, a forma isolada, já bem definida, «um leito escavado pela água e cujo volume é tal que a passagem das alfaias agrícolas habituais não pode apagar» (I. NAHAL, 1975, p. 78). No entanto, distinguem-se ravinas elementares e ravinas instaladas (J. POUQUET, 1967); variando as regueiras de chuvada para chuvada, as ravinas elementares dificilmente se aceitam como autênticas ravinas, embora seja quase impossível distingui-las das ravinas instaladas dada a passagem progressiva, praticamente imperceptível, de umas para outras. Instalando-se, as ravinas aprofundam-se, ganham, às vezes, dimensões notáveis e parece legítimo chamar-lhes barrancos; não será, todavia, preferível utilizar o termo barranco sempre que a ravina se instale?

Em toda esta questão terminológica está subjacente o problema do limiar. A partir de quando há uma ravina elementar, uma ravina instalada, um barranco? A partir de que valores se desencadeia o fenómeno do ravinamento? A pesquisa destes limiares e, na medida do possível, da velocidade do fenómeno, exigirá, sem dúvida, a continuação destes estudos e o lançamento de investigações semelhantes noutras áreas próximas, especialmente onde se verificarem acções humanas destrutivas nas vertentes.

#### Referências Bibliográficas

ARNAUT, Salvador Dias (1961) — *A Regido do Raboçal — a Terra e o Homem*. Penela, Câmara Municipal de Penela.

*Boletins Meteorológicos* diários. Lisboa, Serviço Meteorológico Nacional. Junho de 1979 a Junho de 1980.

BRUNET, Roger (1963) — «Les cartes de pentes». *Revue Géographique des Pyrénées et du Sud-Ouest*, Toulouse, 34 (4), p. 317-334.

*Carta Agrícola e Florestal de Portugal*. Escala de 1:25 000, Folha 25 I. Lisboa, Serviço de Reconhecimento e Ordenamento Agrário, 1974 (actualização).

*Carta Militar de Portugal*. Escala de 1:25 000, Folhas 230, 241 e 151. Lisboa, Serviço Cartográfico do Exército.

- CUNHA, Lúcio (1990) — *As Serras Calcárias de Condeixa-Sicó-Alvaiázere. Estudo de Geomorfologia*. Coimbra, INIC, 329 p. + 2 mapas.
- DAVEAU, Suzanne (1972) — «Répartition géographique des pluies exceptionnellement fortes au Portugal». *Finisterra*, Lisboa, 7 (13), p. 3-28.
- DAVEAU, Suzanne (1977) — *Répartition et Rhythme des Précipitations au Portugal*. Lisboa, CEG, 192 p.
- GEORGE, Pierre (1974) — *Dictionnaire de la Géographie*. Paris, PUF, 451 p. (2e. éd.).
- MOUTERDE, R., RUGET, Ch. e ALMEIDA, F. Moitinho de (1965) — «Coupe du Lias au Sud de Condeixa». *Comunicações dos Serviços Geológicos de Portugal*, Lisboa, 48, p. 61-91.
- NAHAL, Ibrahim (1975) — *Principes de Conservation du Sol*. Paris, Masson, 143 p.
- Normais Climatológicas do Continente, Açores e Madeira correspondentes a 1931-60. *O Clima de Portugal*, 13, Lisboa, Serviço Meteorológico de Portugal, 1965. 207 p.
- POUQUET, Jean (1966) — *Les Sols et la Géographie. Initiation géopédologique*. Paris, SEDES, 267 p.
- POUQUET, Jean (1967) — *L'érosion des sols*. Paris, PUF, 126 p. (3e. édition).
- REBELO, Fernando (1967) — «Vertentes do Dueça». *Boletim do Centro de Estudos Geográficos*, Coimbra, 3 (22 e 23), p. 155-237.
- REBELO, Fernando (1975) — *Os processos erosivos actuais no litoral norte e centro de Portugal (Projecto de Investigação)*, Coimbra, 64 p. (policopiado).
- REBELO, Fernando (1976 a) — *Os processos erosivos actuais no litoral norte e centro de Portugal (Projecto de Investigação) — Relatório*, Coimbra, 31 p. (policopiado).  
Também: F. REBELO (1981) — «Introdução ao estudo dos processos erosivos actuais na região litoral do norte e centro de Portugal». *Revista da Universidade de Coimbra*, 29, p. I 95-248.
- REBELO, Fernando (1976 b) — «Mapas de declives. Análise de alguns exemplos portugueses». *Finisterra*, Lisboa, II (22), p. 267-283.
- REBELO, Fernando (1977) — «A acção humana como causa de desabamentos e deslizamentos — análise de uma caso concreto». *Os processos erosivos actuais no litoral norte e centro de Portugal. Estudos*, 2, Coimbra (policopiado). Também: Fernando REBELO (1981), «A acção humana como causa de desabamentos e deslizamentos — análise de um caso concreto». *Biblos*, Coimbra, 57, p. 629-644.
- REBELO, Fernando (1986) — «Modelado periglacial de baixa altitude em Portugal». *Cadernos de Geografia*, Coimbra, 127-137.
- REBELO, Fernando, CUNHA, Lúcio e CORDEIRO, A. M. Rochette (1986) — «Sobre a origem e a evolução actual dos ravinamentos em calcários margosos na área de Condeixa». *Actas, IV Colóquio Ibérico de Geografia*, Coimbra, p. 875-882.

ROSSET, J., MOUTERDE, R. e ROCHA, Rogério B. (1975) — «Structure du Jurassique sur les feuilles de Coimbra Sud et de Figueiró dos Vinhos au 50 000 ème depuis Cernache jusqu'à Serra de Mouro». *Boletim da Sociedade Geológica de Portugal*, Porto, 19, p. 103-115.

STRAHLER, Arthur N. (1979) — *Geografia Física*. Barcelona, Omega, 767 p.

YOUNG, A. (1972) — *Slopes*. Edinburgh, Oliver and Boyd, 288 p.

## II

### RISCOS DE MOVIMENTAÇÕES EM MASSA — REFLEXÕES SOBRE UM CASO OCORRIDO NA CIDADE DE COIMBRA (\*)

As chuvas abundantes verificadas nos últimos meses de 1976 e nos primeiros de 1977 (Fig. I 6) tiveram importantes consequências na rede rodoviária portuguesa. Na área de Coimbra, como na maior parte do país, para além dos tão falados «buracos», que se multiplicaram por todo o lado, quer no asfalto, quer no «macadame», desabaram numerosos taludes prejudicando grandemente a circulação em muitas estradas. Algumas delas chegaram, mesmo, a ficar interrompidas ao trânsito durante certo tempo, como foi o caso da EN 110, entre Coimbra e Penacova, onde a quantidade de barreiras caídas se pode considerar notável.

O que serão, na realidade, essas quedas de barreiras?

Apresentadas pelos órgãos de comunicação social como desabamentos ou deslizamentos, sem que a tais designações corresponda, o que, aliás, se compreende, a sua verdadeira dimensão científica, essas quedas têm-nos merecido, desde há anos, uma razoável atenção. Por isso, e depois de breves referências que lhes fizemos desde um primeiro trabalho (F. REBELO, 1975), procuraremos, agora, analisar um pouco melhor as suas características, seja através da reflexão sobre espécies bibliográficas bem conhecidas, seja através da observação pessoal, relacionada, sempre que possível, com elementos explicativos de vária ordem que conseguimos seleccionar.

109

(\*) REBELO, Fernando (1981) — «A acção humana como causa de desabamentos e deslizamentos - análise de um caso concreto». *Biblos*, Coimbra, 57, p. 629-644 (com ligeiras adaptações e acrescentos).

## I. PROBLEMAS DE DEFINIÇÃO

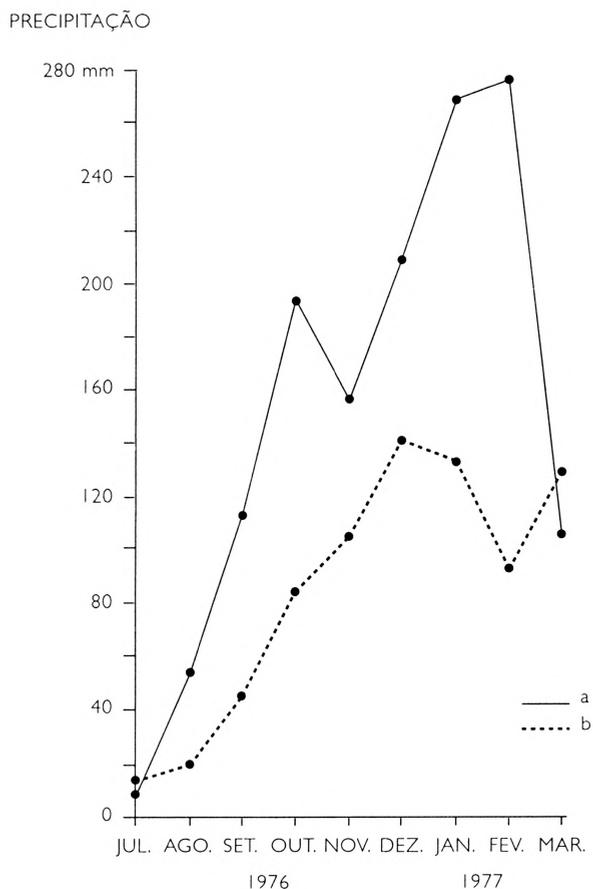
A primeira questão a colocar é, sem dúvida, a da definição correcta dos processos erosivos que podem originar quedas de taludes. Para tal, consideremos os três grandes tipos do que será legítimo tomar como movimentações em massa — desabamentos, deslizamentos e solifluxões.

Designado na literatura geomorfológica francesa por *éboulement* (M. DERRUAU, 1967, p. 52) ou, mais precisamente, por *éboulement catastrophique* (R. GEORGE, 1974, p. 440), o desabamento ou desmoronamento corresponde à queda brutal de parte duma vertente. Ao que parece, para vincar bem a diferença entre este movimento brusco, muito rápido, e a formação bloco a bloco, lenta, de escombreyras de gravidade, M. DERRUAU (1967, p. 52) não adjectivava o *éboulement*; preferia chamar *formation d'éboulis* ao processo a que outros, adjectivando, chamam *éboulement continu* (R. GEORGE, 1974, p. 440), aliás, dentro de uma linha tradicional — já E. MARTONNE (1953, p. 488) o fazia. R. COQUE (1977, p. 104-105) distinguiu, também, a *chute de pierres*, destacamento de fragmentos ou de blocos de pequena dimensão, do *éboulement* ou *écroulement*, queda de uma massa importante de materiais de grande calibre.

Seguindo numa linha de separação entre desabamento e formação de escombreyras, formação esta, afinal, o resultado de numerosos pequenos desabamentos, consideramos que estes «só se verificam em condições de fortes declives, quando de pequenas ou grandes rupturas de equilíbrio tais como trabalhos de sapa, naturais, ou trabalhos de engenharia (abertura de estradas ou de vias férreas); são bruscos e dependem exclusivamente da gravidade» (F. REBELO, 1975, p. 45).

Desabamentos ou desmoronamentos podem, todavia, verificar-se em rochas muito coesas ou, mesmo, não consolidadas. Na literatura geomorfológica inglesa faz-se a separação entre *rock fall* e *soil fall* (R. U. COOKE e J. C. DOORNKAMR 1974, p. 142-143, citando VARNES, 1958), sendo, este último, um processo típico de situações de trabalho de sapa em margens côncavas de meandros. Estas designações parecem-nos bastante discutíveis na medida em que não correspondem a diferenças suficientemente grandes de características que as justifiquem, tanto mais que a noção de solo utilizada é demasiado ampla.

O que desencadeia o processo é, sem dúvida, a perda da base de apoio. Não podemos, porém, negligenciar o facto de, por vezes, a infiltração da água ao longo das diáclases (mesmo, em certos casos, a sua congelação) levar a um aumento da pressão nas mais importantes que, conjugado com o aumento de peso do conjunto em desequilíbrio, seja tão essencial como o trabalho de sapa para originar desabamentos. Não podemos, igualmente, negligenciar a importância dos sismos; R. COQUE (1977) lembra as



**Fig. 16 - A precipitação em Coimbra entre Julho de 1976 e Março de 1977: evolução dos quantitativos mensais (a) em comparação com a dos valores médios correspondentes no período de 1931-1960 (b).**

**Fonte: Boletins Meteorológicos diários e Normais Climatológicas.**

consequências do sismo de Huascarán, no Perú, em 1970 (20 000 mortos na destruição da cidade de Yungay provocada por «desabamentos espectaculares») — todavia, neste caso, além dos desabamentos, houve um complexo processo de avalanche englobando gelo, neve, solos e blocos das mais variadas dimensões (N. CALDER, 1972; *The Story of the Earth*, 1973; J.-C. FLAGEOLET, 1989).

Como também já escrevemos (F. REBELO, 1975, p. 46), «a infiltração da água pode ter consequências — encontrando um nível rochoso impermeável, a água pode lubrificá-lo e, em certas condições de declive (das vertentes) e de pendor (das camadas), originar um deslizamento de terras».

Com efeito, deslizamentos ou escorregamentos, apesar de se assemelharem, por vezes, a desabamentos, tanto por serem ainda movimentos bruscos, embora um pouco menos do que eles, como por se poderem também desencadear na sequência de rupturas de equilíbrio naturais ou artificiais, exigem quase sempre a presença da água. No entanto, e uma vez mais como os desabamentos, podem verificar-se, igualmente, deslizamentos secos (M. DERRUAU, 1967) na sequência, por exemplo, de um trabalho de sapa em formações não compactas.

Entre desabamento e deslizamento há, sem dúvida, uma diferença (cair é uma coisa, deslizar é outra...), mas ela tem mais a ver com as características litológicas e estruturais do que com declives ou com o modo como se desencadeiam.

Os deslizamentos, todavia, não são todos iguais. R. U. COOKE e J. C. DOORNKAMP (1974), citando HUTCHINSON (1968), dividem-nos em dois tipos — translacionais (*translational slides*) e rotacionais (*rotational slips*). Como a própria designação indica, os deslizamentos tradicionais correspondem a movimentos de translação, na maior parte dos casos, seguindo uma superfície plana, bem lubrificada, mais ou menos inclinada (deslizamentos planares). Por sua vez, os rotacionais verificam-se segundo uma ou várias superfícies de deslizamento (as impropriamente chamadas falhas panamianas — P GEORGE, 1974, R. COQUE, 1977), curvas, côncavas para o céu, facto que justifica a expressão francesa de *glissement circulaire*. Nuns e noutros, porém, e aí está, precisamente, a diferença entre os deslizamentos e os outros processos de movimentação em massa, todo o conjunto escorrega ao longo dessas superfícies sem se alterar a posição relativa dos elementos constituintes.

É quase insensível a passagem de certos deslizamentos a solifluxões localizadas, pouco extensas, do tipo «correntes de lama» (*coulées boueuses* da literatura geomorfológica francesa). Como também já escrevemos (F. REBELO, 1975, p. 47), «a proximidade destes processos, pelo menos em climas temperados de feição mediterrânea, é tal que os italianos têm para os dois a mesma designação (*frana*) e só falam em solifluxão quando ela se generaliza a toda uma vertente (*soliflusso generalizzato* — M. PANIZZA, 1972, p. 231-232)».

Na verdade, consideramos a solifluxão no seu sentido mais amplo «para descrever o fluimento viscoso do solo sob condições saturadas» (A. F. PITTY, 1971, p. 218), entendendo, portanto, como J. TRICART (1963, p. I 15-1 17), que as «correntes de lama» são formas de solifluxão e, como R. COQUE (1977, p. 107-108), que há solifluxões generalizadas e solifluxões localizadas. Nesta perspectiva, quando observamos certos deslizamentos rotacionais, em material pouco consolidado e com relativa abundância de água, originarem pequenos fluimentos na sua secção mais avançada, estamos perante a transição de um para o outro processo. Esta proximidade entre deslizamentos e correntes de lama, proximidade tanto no que respeita à génese, como no que respeita às formas originadas, é responsável por muitas confusões — antes de se debruçar sobre as noções de plasticidade e de liquidade, tão necessárias para o estudo da solifluxão, M. DERRUAU (1967, p. 53) frisa que «se lhe chama, por vezes, sem razão, deslizamento de terreno». E o que virá a fazer anos mais tarde J.-C. FLAGEOLET (1988) ao não considerar a solifluxão, nunca utilizando este termo e falando apenas de deslizamentos; curiosamente, muito antes, J.-M. AVENARD (1962, particularmente, p. 120-122) considerava os deslizamentos como um dos vários tipos de solifluxão. Claro que não concordamos, nem com um, nem com outro.

A grande diferença entre a solifluxão e os outros movimentos de massa também não se encontra na velocidade com que se verifica — em regra, uma corrente de lama, não sendo tão brutal quanto um desabamento, nem tão rápida quanto alguns deslizamentos de rochas do tipo translacional, pode, apesar de tudo, atingir velocidades iguais ou até superiores a muitos deslizamentos (R. U. COOKE e J. C. DOORNKAMR 1974). A grande diferença encontra-se, então, na necessidade absoluta da presença de água, bem como na existência obrigatória de materiais não

consolidados — como a definiu M. DERRUAU (1967, p. 53), «a solifluxão dum formação é a sua descida sob forma lamacenta».

Os diversos tipos de movimentos em massa sobre as vertentes, e que, sem dúvida, a uma escala muito mais reduzida se podem, igualmente, estudar em barreiras de estrada ou de vias férreas, são apresentados por diferentes Autores de modo bastante variado, não só nas classificações como nas caracterizações, o que vai, por vezes, bem mais longe do que atrás demos a entender

O *éboulement*, que traduzimos por desabamento ou desmoronamento é, por exemplo, em R BIROT (1959), caracterizado, também, como fenómeno brutal em vertente abrupta (superior a 30°), mas restrito a solos espessos e a rochas limonosas ou argilosas. Não se trata, assim, de um verdadeiro desabamento no sentido do *éboulement catastrophique* referido. Trata-se mais de um deslizamento ou escorregamento na medida em que R BIROT, no mesmo texto, dá importância básica à saturação pela água da massa a destacar e ao plano de corte côncavo para o céu resultante da descontinuidade entre ela e o seu substracto. Além disso, afirma R BIROT que «a natureza do material argiloso intervém ao mesmo tempo que o declive para decidir se haverá solifluxão ou *éboulement* (p. 148), dando, portanto, ao fenómeno em causa uma proximidade com a solifluxão que o verdadeiro desabamento não apresenta.

Há, todavia, algo de comum em todos os tipos de movimentações em massa — a presença, possível ou, mesmo, obrigatória, da água. Vimos que ela pode estar presente nos desabamentos, quer como parte do processo de arranque, quer em trabalhos de sapa; vimos que ela pode, também, estar presente nos deslizamentos, embora, por vezes, apenas em trabalhos de sapa; vimos, por fim, como ela está obrigatoriamente presente nas solifluxões. Conclui-se, deste modo, que o estudo de qualquer destes movimentos em massa não pode ser separado de um estudo da queda pluviométrica na área por eles afectada; no caso de certos tipos de solifluxões seria, mesmo, necessário estudar a queda de neve ou, simplesmente a formação da geada, bem como as condições de degelo.

No entanto, os efeitos da água nos taludes variam muito com o tipo de material rochoso que os constitui. Tanto no que diz respeito à preparação do material, como no que concerne à sua movimentação,

encontram-se importantes relações com o grau de consolidação, a porosidade e o diaclasamento das rochas. Um longo período de estiagem pode preparar bem um material rochoso pouco consolidado, ao mesmo tempo que quase nada ocasionará a uma rocha compacta, consolidada, não porosa e com poucas diáclases. É certo que se trata de opor duas situações muito diferentes, mas o modo de preparação é básico para o desencadear de um ou de outro tipo de movimentação em massa. Efectivamente, perante as mesmas chuvadas podem observar-se, em barreiras próximas, tipos diversos de movimentação.

## 2. AS CHUVAS E AS SUAS CONSEQUÊNCIAS NA ÁREA DE COIMBRA

EM 1976/77

Como referimos, o final do ano de 1976 e o início do ano de 1977 foram muito pluviosos. Com os dados de Coimbra (Instituto Geofísico da Universidade de Coimbra) salientámos o facto através da Fig. I 6. E isso aconteceu após um longo período de poucas chuvas. O total acumulado da precipitação em Junho de 1976 era apenas de 288,1 mm, «isto é, 262,9 mm abaixo do valor normal»; o ano anterior, com 829,2 mm de precipitação, podia considerar-se seco (S. PARREIRA, 1976). O mês de Julho de 1976 ficou-se, praticamente, por metade (6,7 mm) do total médio de precipitação indicado nas *Normais Climatológicas* para o período de 1931-1960 (12,5 mm). Após vinte dias secos do mês de Agosto, as chuvas regressaram com intensidade notável. Nos últimos dias de Agosto choveu mais do que o triplo (58,7 mm) da média para todo o mês (18 mm).

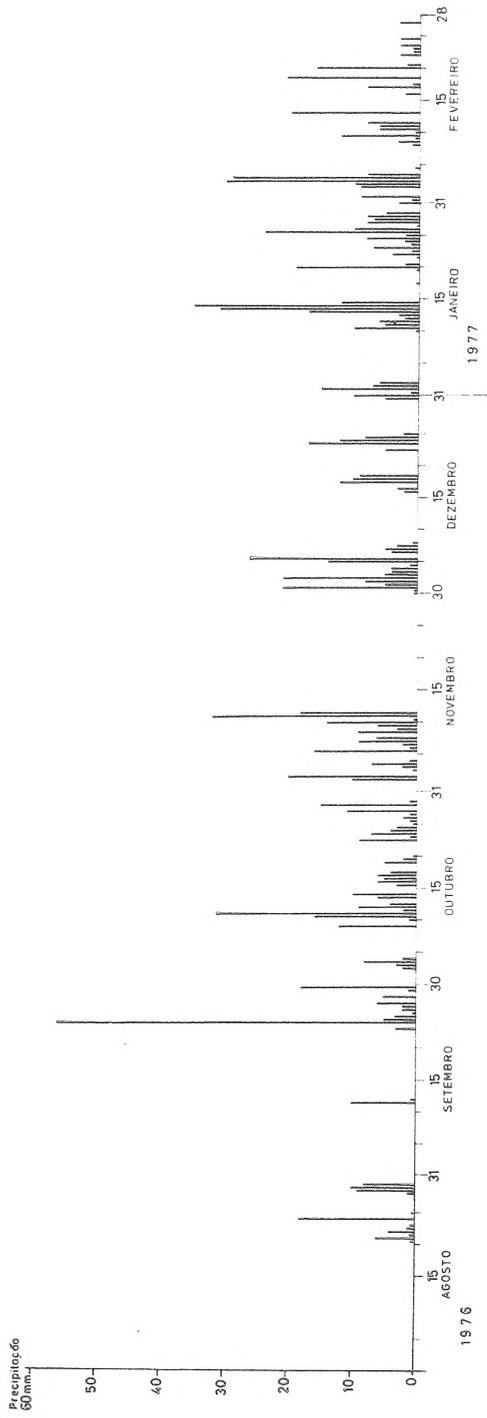
I 15

d) Em trabalho recente, porque convictos da necessidade de clarificar e simplificar a temática, voltamos a apresentar a maior parte deste texto de discussão crítica baseado na nossa experiência e em escritos de Autores já considerados clássicos (F. REBELO, 2001). Parece-nos, todavia, de referir que num dos mais importantes trabalhos realizados em Portugal sobre movimentações em massa (J. L. ZÊZERE, 1997, cfr. F. REBELO, 1997) se encontra uma profunda reflexão sobre a enorme variedade que elas oferecem. Também J. G. SANTOS (1997) se debruçou sobre o tema, preocupando-se, particularmente, com as relações existentes entre quantidades de precipitação e desencadeamento dos processos.

Por pouco, também, não atingiu o triplo a precipitação registada em Setembro (111,8 para 48,4 mm), apenas num total de nove dias de chuva. Outubro, Novembro e Dezembro de 1976, tal como Janeiro e Fevereiro de 1977, apresentaram sempre valores de precipitação acima dos valores normais.

Descendo ao pormenor (Fig. 17) verifica-se bem a intensidade das chuvas. Em Agosto, por exemplo, como se pode ver nas *Normais Climatológicas* (1931-1960), ocorrem, em Coimbra, em média, cinco dias de chuva sendo três de mais de 1 mm, mas nenhum acima de 10 mm — ora, em Agosto de 1976, só entre as 6 e as 18 h do dia 24 registaram-se 18 mm tendo voltado a atingir-se razoável intensidade perto do fim do mês, quando entre as 18 h do dia 28 e as 6 do dia 30 (período de 36 h) se registaram 27 mm. No entanto, o máximo atingido foi em Setembro — entre as 6 e as 18 h do dia 24 registaram-se 56 mm, mais do que o total médio de todo o mês (48,4 mm). E já se tinham registado 10 mm entre as 18 h do dia 11 e as 6 do dia 12, como se vieram a registar 18 mm entre as 18 h do dia 29 e as 6 do dia 30. Nos meses seguintes, até Março, embora não mais se chegasse a valor tão alto como os 56 mm em 12 h, de 24 de Setembro, repetiram-se situações de fortes chuvadas concentradas, alternando com situações de pouca ou nenhuma chuva.

As consequências destas chuvas, por vezes violentas, no conjunto, copiosas, foram sentidas profundamente por todos os que circulam nas nossas estradas. Sem falar já nas inundações que se verificaram nos locais do costume ou noutras, desabamentos, deslizamentos, solifluxões restritas ou generalizadas, material carreado pela escorrência, criaram dificuldades ao trânsito por todo o lado onde as barreiras não se encontravam em condições de equilibrar a acção das águas em excesso. Com efeito, sem vegetação ou com vegetação instalada em condições precárias, os taludes das estradas e das vias férreas, funcionando como vertentes de grande declive, sofreram os efeitos habituais da abundante queda pluviométrica, muito especialmente quando ela se manifestou mais brutal, tal como foi o caso no dia 24 de Setembro (1976), com os 56 mm já citados, nos dias 13 e 14 de Janeiro (1977), com 66 mm em 24 h (das 18 de 13 às 18 de 14) ou nos dias 2 e 3 de Fevereiro (1977), com os 59 mm em 24 h (das 18 de 2 às 18 de 3).



**Fig. 17 - A precipitação em Coimbra entre Agosto de 1976 e Fevereiro de 1977: intensidade em 12 h (valores registados às 6 e às 18).  
Fonte: Boletins Meteorológicos diários.**

### 3. COMPORTAMENTO DAS BARREIRAS NA RUA DE AVEIRO (COIMBRA) EM 1971/72

Todos estes factos nos fizeram recordar situações semelhantes que observámos ao longo de 1972 em plena cidade de Coimbra — as movimentações em massa e individuais que então se verificaram nas barreiras da Rua de Aveiro.

Depois de um mês de Junho (1971) anormalmente pluvioso (segundo os *Boletins Meteorológicos* diários, 107,5 mm, bastante mais do que a média de 30 anos — 37,7 mm no período 1931-1960), seguiram-se condições de secura um tanto paralelas às referidas para 1976. Efectivamente, Julho, Agosto e Setembro, embora no total tenham apresentado valores (82,9 mm) que podem ser considerados médios (F. REBELO, 1976), no pormenor corresponderam a uma descida progressiva 'que, no mês de Setembro, atingiu o seu mínimo, aliás muito baixo para a época (3,3 mm, quando o valor médio é de 48,4); no entanto, Outubro, apesar de, graças a 3 dias de chuva, ter sido mais pluvioso, ficou, ainda, aquém do normal (21,3 para 86,8 mm de média).

Dentro das condições de secura verificadas, ganhou, todavia, certa importância uma forte chuvada logo no início de Novembro — 11 mm de precipitação entre as 18 h do dia 5 e as 6 do dia 6 (Fig. 18). As barreiras da Rua de Aveiro sofreram-lhe o efeito. A partir daí, com apoio fotográfico, acompanhámos, durante pouco mais de um ano, a evolução de um dos casos mais interessantes sucedidos nesta rua.

Na realidade, nessas barreiras verificaram-se diversos casos de movimentação em massa e de movimentação individual que criaram problemas ao trânsito — desabamentos de blocos calcários de grandes dimensões que, após queda livre, se subdividiram em blocos de diferentes tamanhos, movimentações que originaram acumulações de materiais onde pareciam ter dominado processos de deslizamento e formação de um pequeno cone de dejeção.

Os desabamentos ou desmoronamentos observados, com as proporções diminutas que lhes correspondem sempre à escala de uma barreira de estrada, mesmo quando esta possa atingir como na maior parte da rua em causa, quatro ou cinco metros de altura, já não eram os primeiros e ameaçavam repetir-se, o que, aliás, veio a acontecer.



(Página deixada propositadamente em branco)

O cone de dejectão, com cerca de um metro na sua maior espessura, cone de que, também, anteriormente já havia um esboço, continuou a evoluir com a lentidão que era de esperar dada a pequenez da bacia de recepção da mini-torrente (nascida da organização da escorrência em torno de uma brecha aberta no muro de protecção) que lhe dera origem.

O caso escolhido (Fig. 19.1), porém, foi um dos dois em que, por ser nítido um esboço de «cicatriz de arranque», era de aceitar a hipótese de movimentações do tipo deslizamento ou escorregamento afectando depósitos de vertente superiores aos calcários da barreira, constituídos por *terra rossa* e por material arenoso e cascalhento resultante do desmantelamento de um terraço fluvial, tudo misturado com pequenos e médios calhaus, não rolados, de calcário, com fracas espessuras (cerca de 50 cm) no conjunto, embora ocasionalmente mais espessos (cerca de 2 m, no máximo).

Em Novembro (Fig. 18), choveu pouco, mas voltou a acontecer uma situação semelhante de chuva intensa (12 mm entre as 18 h do dia 29 e as 6 do dia 30) que acentuou o que já parecia ser um deslizamento.

Dezembro foi um mês pouco pluvioso e a máxima intensidade de precipitação que apresentou limitou-se a 18 mm em 24 h. Pelo contrário, Janeiro iniciou-se com 17 mm em 12 h (das 6 às 18 h do dia 1) e numa importante sequência de dias de chuva (de 11 a 18), atingiu várias vezes mais de 10 mm em 12 h (máximo, 20 mm em 12 h — das 6 às 18 do dia 15). O deslizamento alargou-se e a cicatriz de arranque ficou mais vincada. Era maior a diferença entre um bloco de terra mais ou menos consolidada, com vegetação herbácea, que deslizava, mantendo as suas características posicionais, e o tramo da vertente acima da barreira donde provinha (Fig. 19.2).

Todavia, as últimas chuvas tinham saturado de água a massa terrosa em deslizamento e tornara-se nítida, também, uma movimentação lamacenta sobre a parte terminal, avançada, da forma. Mas seria esta, mesmo, parte de um deslizamento? A necessidade de manter limpa a faixa de rodagem tinha já levado o pessoal camarário encarregado de tais serviços a cortar uma boa quantidade do material escorregado. Tal correspondeu ao traçado de nova, embora muito pequena, barreira, isto é, à formação de outra ruptura de equilíbrio e, logicamente, ao desencadear da necessária regularização através de processos variados tais como

desabamentos e formação de escombrelras de minúsculas dimensões, *creep* e escorrência, independentes do deslizamento geral que, lentamente, parecia continuar a desenvolver-se.

Fevereiro foi um mês bastante pluvioso; por duas vezes, chuvas intensas (24 mm em 12 h) se salientaram numa longa sequência de dias de chuva. Março, porém, apesar de, no total, ter ficado aquém de Fevereiro, apresentou um máximo de intensidade notável — 50 mm em 12 h (das 18 do dia 4 às 6 do dia 5). Nada de comparável se voltou a verificar no ano de 1972. As consequências nas barreiras foram brutais — houve novos desabamentos de blocos calcários, houve a formação de pequenas correntes de lama, acentuou-se o deslizamento dos blocos terrosos de certa coesão, mas parece ter sido a escorrência a principal responsável pelos materiais descidos à faixa de rodagem (Fig. 19. 3) que levaram os serviços camarários a intervir para outra limpeza da base da forma.

Passado Março, os meses seguintes foram pouco pluviosos. Em Agosto poderia considerar-se em equilíbrio o material constituinte daquilo a que inicialmente chamámos um deslizamento — plano inclinado, rígido, em que se encontrava, então, o material essencialmente argiloso, apenas com alguns, poucos e pequenos, calhaus vindos de cima, fazia lembrar muito mais o resultado de uma movimentação individual do tipo *creep* (sobrepondo-se a algo que, antes, havia sofrido solifluxões) do que a qualquer deslizamento de conjunto. O deslizamento rotacional, a princípio detectado, parecia, pois, substituído por outros movimentos, de massa e individuais; de deslizamento só se poderia aceitar um restrito deslizamento planar, o respeitante aos blocos terrosos acima citados.

Setembro foi um mês perfeitamente «normal» — o total de precipitação (44,3 mm) esteve muito próximo do valor «normal» (48,4) e não se verificou qualquer máximo notável (8 mm em 12 h foi a maior intensidade registada nos *Boletins Meteorológicos* diários). Pelo contrário, Outubro atingiu, praticamente, o dobro da média de 1931-1960 (172,9 mm contra 86,8 mm), tendo, por várias vezes, apresentado intensidades razoáveis. 26 mm em 12 h (das 18 do dia 4 às 6 do dia 5), depois de quatro meses sem nada de semelhante, pode considerar-se, pelas suas consequências, uma forte intensidade.

Dizia R BIROT (1968, p. 42) que «somente as variações simultâneas de temperatura e humidade conduzem a uma desagregação relativamente

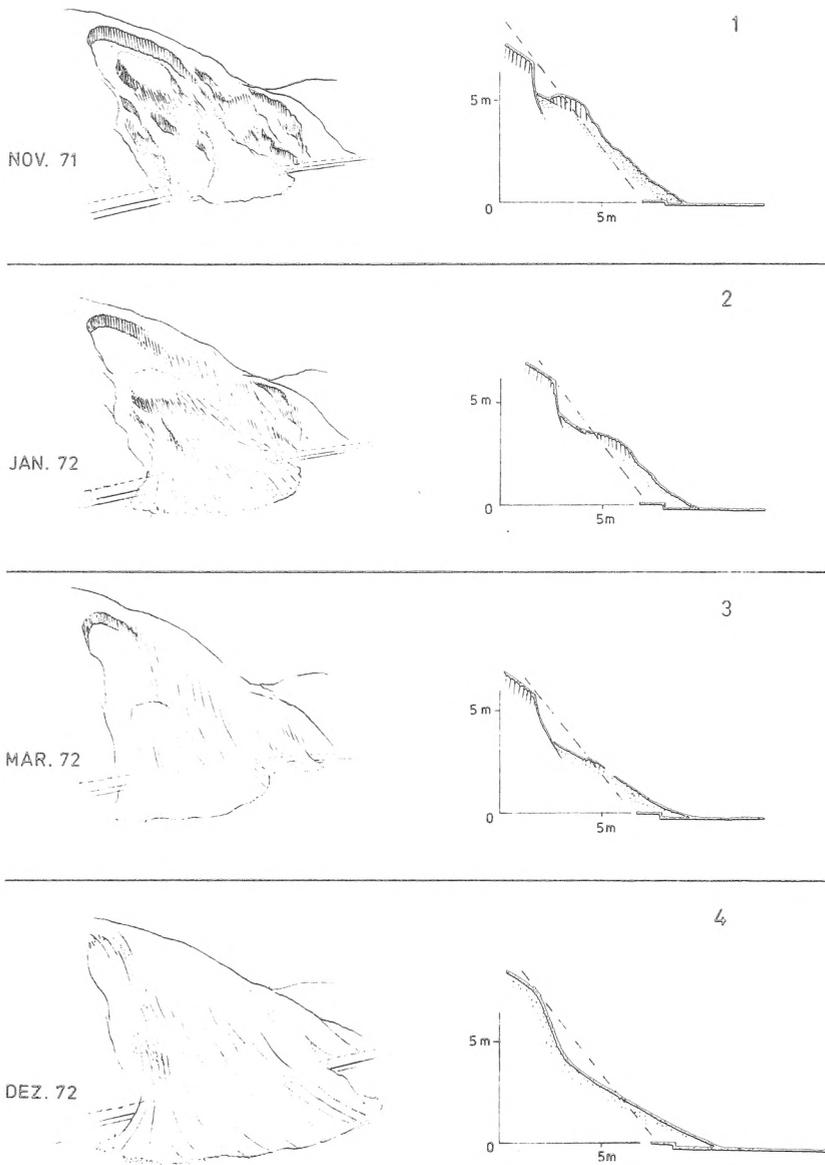


Fig 19 - A evolução do deslizamento da Rua de Aveiro (Coimbra) esquemas extraídos de fotografias tiradas periodicamente entre Novembro de 1971 e Dezembro de 1972.

rápida de não importa que rocha». Ora, no caso em estudo, verifica-se que essas variações foram importantes em Julho, Agosto e Setembro. A subida média da humidade relativa entre as 18 h de um dia e as 6 do dia seguinte foi de 29% em Julho, mês em que se registou uma amplitude térmica média de 11,7°C. Em Agosto, estes valores atingiram o máximo — 33,3% e 13,5°C. Apesar da nítida diminuição, as variações ainda foram razoáveis em Setembro — 19,4% e 10,3°C.

É certo que se trata de valores respeitantes a elementos climáticos (humidade e temperatura do ar); no entanto, é fácil admitir que, ao nível do solo, estas variações simultâneas de humidade e temperatura sejam ainda maiores e, evidentemente, se dêem no mesmo sentido. Acreditamos, portanto, que, no tipo de material rochoso em presença, a desagregação tenha sido rápida e eficaz. Na realidade, com a forte chuvada do início de Outubro, o material da barreira em causa foi muito simplesmente carregado pela escorrência, salvo os calhaus maiores, alguns dos quais apenas sofreram ligeira deslocação. Na parte superior da barreira, a movimentação individual do material pela escorrência laminar levou ao atenuar de formas angulares — o esboço de «cicatriz de arranque», por exemplo, quase desapareceu. Na parte inferior da barreira, aquela movimentação originou um acréscimo considerável de argilas e areias finas, pouco depois retiradas pelos serviços camarários. O conjunto, todavia, não sofreu grandes modificações.

As várias chuvadas que se seguiram ao longo do mês de Outubro não tiveram grandes consequências, salvo no relativo à acção da escorrência, na maior parte das vezes escorrência difusa, simplesmente — alguns calhaus, antes envolvidos por matriz essencialmente argilosa, foram aparecendo mais isolados, quase a precipitarem-se pela barreira abaixo por falta de apoio. Na verdade, a escorrência difusa acarreta a fracção mais fina do depósito, mas não os calhaus, mesmo os mais pequenos.

124

Nos finais de Outubro, verificou-se um máximo muito importantè — 32 mm em 12 h (das 18 de 26 às 6 de 27) — seguido de um outro, menos importante — 17 mm em 12 h (das 18 de 31 às 6 de 1 de Novembro) —, mas numa sequência de 60 h em que se registaram 44 mm. As consequências na barreira foram, de novo, as ligadas à escorrência, ocasionalmente laminar, e um pouco à solifluxão. O deslizamento planar que vinha a movimentar o bloco terroso atrás referido praticamente não funcionou. Com efeito, como poderia ele funcionar neste tipo de material

não consolidado onde a movimentação individual já predominava sobre a movimentação colectiva? Para o deslizamento continuar teria sido necessária a lubrificação da superfície entre o bloco e o material sobre o qual assentava, o que de modo algum seria possível em função da permeabilidade da base. A existência de uma solifluxão lenta, que desse a ilusão de um deslizamento, também não era possível — os cortes sucessivos feitos pelos serviços de limpeza criavam condições favoráveis à movimentação superficial de tipo individual.

Novembro apresentou, ainda, algumas intensidades de precipitação razoáveis, mas foi em Dezembro, entre as 18 h do dia 6 e as 6 h do dia 7, que se veio a verificar a máxima da época (38 mm), aliás, pouco tempo depois de um máximo, também importante, de 22 mm em 12 h (das 6 às 18 do dia 2). Solifluxões, embora superficiais, resultantes de uma saturação em água que se fazia já sentir, apesar do forte declive da forma (cerca de 45°), tal como movimentações provocadas pela escorrência laminar, tiveram como resultado final a alteração quase completa do aspecto da barreira. O bloco terroso, que parecia já não deslizar, acabou por ser envolvido por material solifluído e, parcialmente, deslocado (Fig. 19.4). As consequências para a circulação foram, uma vez mais, graves; os serviços camarários intervieram limpando a faixa de rodagem, mas também desbastando vegetação e retirando material do cimo da barreira; as condições alteraram-se de tal modo que já não era legítimo continuar as observações.

#### 4. IMPORTÂNCIA DA ACÇÃO HUMANA

Desabamentos e deslizamentos podem, portanto, ser desencadeados por acção humana. Quando, por exemplo, para a abertura de uma estrada, o homem corta uma vertente criando taludes ou barreiras, faz, bem mais depressa do que um rio, um trabalho de sapa de consequências facilmente previsíveis. Se não forem tomados os devidos cuidados, abandonadas às acções erosivas, as novas rupturas de declive poderão originar movimentações em massa ou movimentações individuais, por vezes importantes, inicialmente na própria barreira, depois no conjunto da vertente que lhe é superior.

O estudo que apresentámos, embora ligado, em especial, a desabamentos e deslizamentos, mostra que é difícil isolar qualquer tipo de movimentação. O homem cria a ruptura — os declives (tanto os já existentes, como os novos), as características da rocha e da cobertura de vertente e as condições climáticas determinam um primeiro tipo de movimentação. Alterando-se parte destas variáveis, a movimentação poderá evoluir para outro ou outros tipos.

A sucessão dos diferentes tipos de tempo ao longo do ano, por exemplo, pode alterar, significativamente, essa evolução. Assim, após um período de estiagem, as primeiras chuvadas fortes desencadeiam, antes de mais, processos de escorrência que podem, em certos casos, levar a uma falta da base de apoio que origine desabamentos de blocos rochosos ou a simples deslocação individual de pequenos calhaus; poderão verificar-se deslizamentos muito restritos, embora estes, tal como pequenas soifluxões, surjam, em regra, ou se agravem, decisivamente, apenas quando as chuvas fortes venham já na sequência de um período razoavelmente pluvioso. Aliás, nestes períodos, uma chuvada excepcionalmente violenta provocará escorrência laminar muito importante, mais ou menos relacionada com soifluxões superficiais; poderão, então, desencadear-se novos desabamentos e, mesmo, novos deslizamentos.

No entanto, vimos, ainda, como, para além da dificuldade de caracterização do processo, não só no seu início, mas também na sua evolução, o homem actuava, com frequência, executando novos pequenos cortes que correspondiam a novas rupturas de declive e, logicamente, do equilíbrio que, por vezes, começava a instalar-se. O homem cortava a parte avançada da forma como um rio corta, em trabalho de sapa, quase contínuo, a vertente de uma margem côncava de meandro — as barreiras de estrada podem, deste modo, e em condições semelhantes às do caso apresentado, servir, praticamente, como modelo para o estudo do desenvolvimento de movimentações em massa sofrendo este tipo de erosão fluvial.

- AVENARD, Jean-Michel (1962) — *La solifluxion*. Paris, SEDES, 164 p.
- BIROT, Pierre (1959) — *Précis de Géographie Physique Générale*. Paris, A. Colin.
- BIROT, Pierre (1968) — *Contribution à l'étude de la désagrégation des roches*. Paris, CDU, 232 p.
- Boletins Meteorológicos* diários. Lisboa, Serviço Meteorológico Nacional.
- CALDER, Nigel (1972) — *Restless Earth. A report on the new geology*. London, BBC, 152 p.
- COOKE, R. U. e DOORNKAMR.J. C. (1974) — *Geomorphology in Environmental Management — an introduction*. Oxford, Clarendon Press; 2nd édition — (1990) — *Geomorphology in Environmental Management — a new introduction*. Oxford, Clarendon Press, 410p.
- COQUE, Roger (1977) — *Géomorphologie*. Paris, A. Colin, 430 p.
- DERRUAU, Max (1967) — *Précis de Géomorphologie*. Paris, Masson, 415 p., (5e. éd.).
- FLAGEOLET, Jean-Claude (1988) — *Les mouvements de terrain et leur prévention*. Paris, Masson, 224 p.
- GEORGE, Pierre (1974) — *Dictionnaire de la Géographie*. Paris, PUF, 451 p. (2e. éd.)
- HUTCHINSON, J. N. (1968) — «Mass movement». *Encyclopaedia of Geomorphology*, New York, Rheinhold, p. 688-695.
- MARTONNE, Emmanuel de (1953) — *Traité de Géographie Physique*. Tradução portuguesa: *Panorama da Geografia*, tomo I, Lisboa, Cosmos, 979 p.
- Normais Climatológicas do Continente, Açores e Madeira correspondentes a 1931-1960, O Clima de Portugal*, I 3. Lisboa, Serviço Meteorológico de Portugal, 207 p.
- PANIZZA, M. (1972) — «Scheme di legenda per carte geomorfologiche di dettaglio». *Boll. Soc. Geol. It.*, Roma, 9 I, p. 207-237.
- PARREIRA, Sérgio Augusto Neves (1976) — *Classificação dos anos quanto à quantidade de precipitação no Instituto Geofísico da Universidade de Coimbra no período 1931-1975*. Coimbra.
- PITTY, Alistair F. (1971) — *Introduction to Geomorphology*. London, Methuen, 526 p.
- REBELO, Fernando (1975) — *Os processos erosivos actuais no litoral norte e centro de Portugal (Projecto de Investigação)*, Coimbra, 64 p. (policopiado).
- REBELO, Fernando (1976 a) — *Os processos erosivos actuais no litoral norte e centro de Portugal (Projecto de Investigação) — Relatório*, Coimbra, 31 p. (policopiado).
- Também: F. REBELO (1981) — «Introdução ao estudo dos processos erosivos actuais na região litoral do norte e centro de Portugal». *Revista da Universidade de Coimbra*, 29, p. I 95-248.

- REBELO, Fernando (1997) — «Riscos geomorfológicos na área a Norte de Lisboa». *Cadernos de Geografia*. Coimbra, 16, p. 125-129.
- REBELO, Fernando (2001) — «Os movimentos em massa na perspectiva da Teoria do Risco». *Revista Técnica e Formativa ENB*, Sintra, Escola Nacional de Bombeiros, 5 (17), p. 7-15.
- SANTOS, J. Gomes (1997) — «Instabilidade de vertentes e riscos de movimentos de terreno. O exemplo da área Vila Seca-Lamas (a Sul de Coimbra)». *Territorium*, Coimbra, 4, p. 79-98.
- The Story of the Earth* (1973) — London, Geological Muséum, 36 p.
- TRICART, Jean (1963) — *Géomorphologie des Régions Froides*. Paris, Orbis, PUF, 289 p.
- VARNES, D. J. (1958) — «Landslide types and processes». *Landslides and Engineering Practice*, Science Report 29, Washington, Highway Research Board.
- ZEZERE, José Luis (1997) — *Movimentos de Vertente e Perigosidade Geomorfológica na Região a Norte de Lisboa*. Tese de doutoramento em Geografia Física apresentada à Faculdade de Letras da Universidade de Lisboa. 575 p. (policopiadas) + 3 mapas geomorfológicos de pormenor fora do texto.

#### Agradecimentos

As figuras apresentadas neste trabalho foram desenhadas por Fernando Coroado; aqui lhe expressamos o nosso agradecimento. Para a elaboração das três primeiras tivemos de recorrer ao Instituto Geofísico da Universidade de Coimbra, dado que nos faltavam alguns elementos; ao Dr. Sérgio Parreira e ao Engº João Branco, que tão gentilmente nos ajudaram, agradecemos também.

III

RISCOS DE FORMAÇÃO DE DUNAS E DE AVANÇO DUNAR (\*)

Situadas no «coração» do Pinhal de Leiria (Fig. 20), pinhal em grande parte mandado semear pelo Rei D. Dinis (ou por seu pai, D. Afonso III), nos finais de séc. XIII, para suster o avanço das areias que já então provocava graves prejuízos à agricultura, as dunas estudadas são, geralmente, aceites como fixas. A sua «fixação», porém, não foi tarefa fácil. Durante todo o séc. XIX se trabalhou para isso, mas terá sido só na segunda metade desse século, após a construção de sebes, depois substituídas por estacaria de madeira («ripado»), e a formação de uma pequena duna artificial

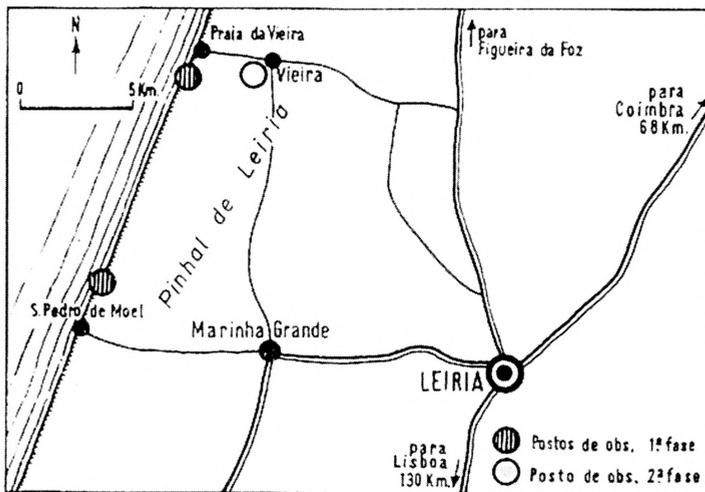


Fig. 20 - Localização da área das dunas de Vieira de Leiria e S. Pedro de Moei.

(\*) REBELO, Fernando e ANDRÉ, José Nunes (1986) — «Sobre a evolução actual das dunas na área de S. Pedro de Moei (Distrito de Leiria)». *Actas, IV Colóquio Ibérico de Geografia, Coimbra*, p. 883-893 (com ligeiras alterações e bibliografia complementar).

praticamente paralela à linha de costa, que se tornou possível avançar na arborização que veio a ser dada por concluída em 1909 (Fot. 12 e 13).



**Fot. 12 - Vestígios de estacaria de madeira colocada nas dunas de S. Pedro de Moei pelos finais do séc. XIX.**



**Fot. 13 - A importância do vento - pinheiros rastejantes na área de S. Pedro de Moei, perto do Farol.**

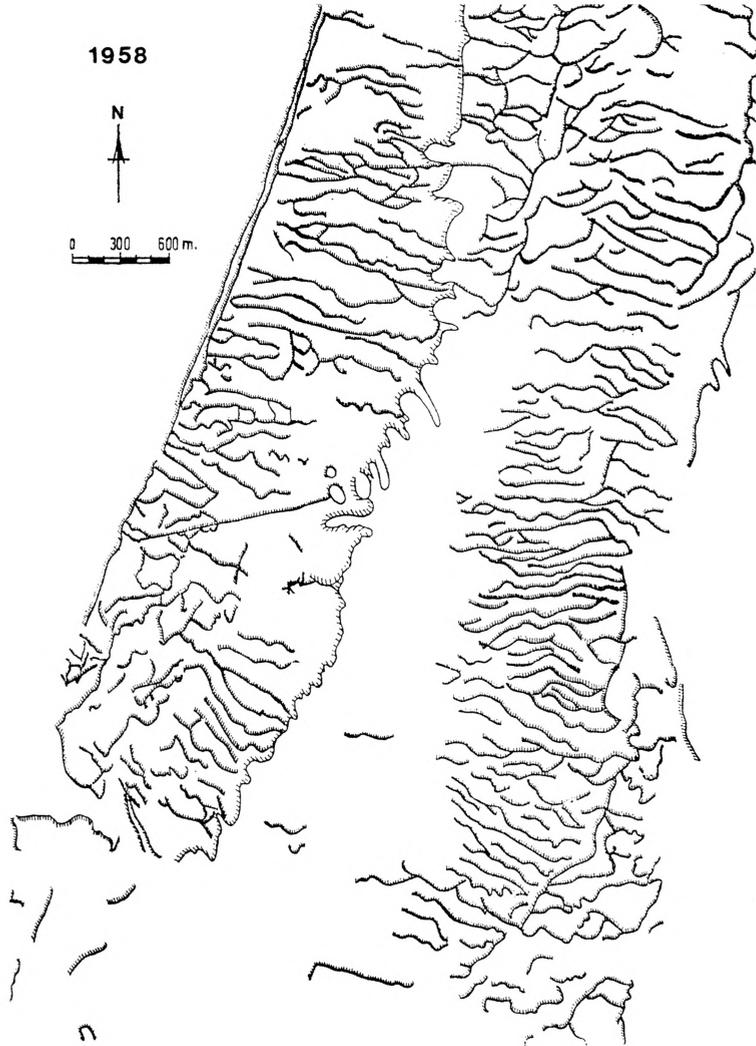
## I. OS VENTOS PREDOMINANTES E AS DUNAS NA ÁREA DE S. PEDRO DE MOEL

O conhecimento do conjunto da área leva a admitir que a eficácia da vegetação na travagem dos processos eólicos não seja a mesma em toda a extensão do pinhal. Além disso, desde que a sua ausência se verifique, existem, forçosamente, condições favoráveis à actuação dos ventos sobre as areias.

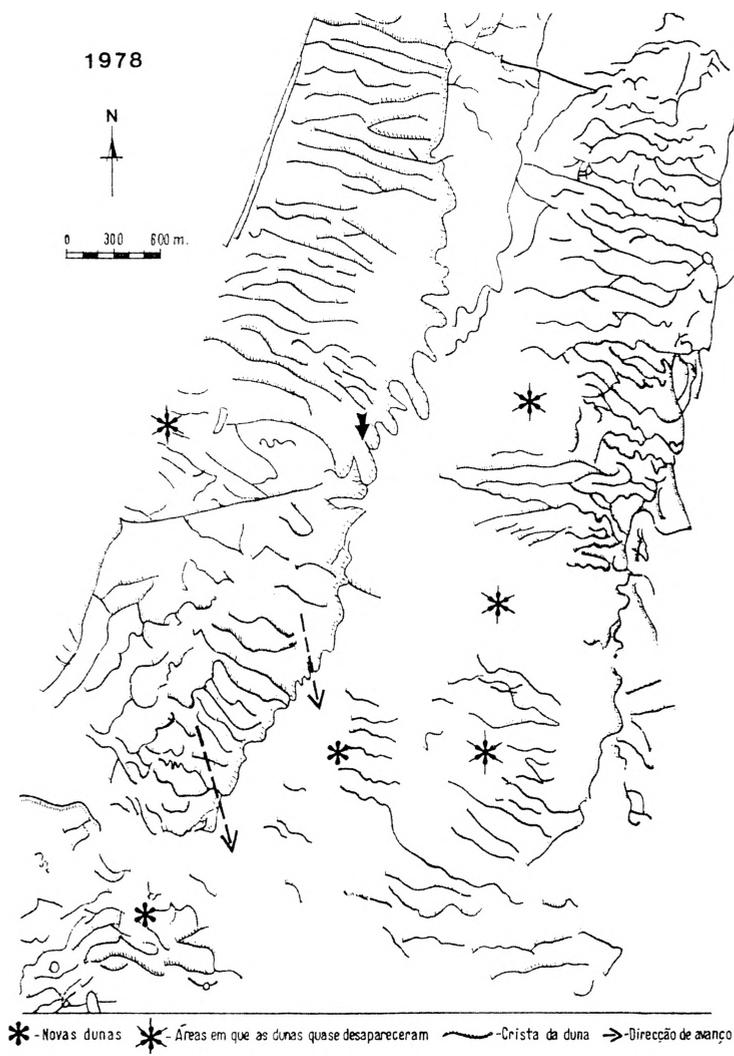
Na tentativa de avaliar até que ponto os processos eólicos se manifestam importantes na área, isto é, até que ponto se verifica a mobilidade das areias, recorremos à comparação entre as fotografias aéreas verticais de 1958 e as de 1978. Tomadas as necessárias precauções no respeitante a referências, uma vez que as escalas não são as mesmas, concluiu-se que a localização de muitas cristãs dunares se tinha modificado, como se concluiu, também, que algumas tinham quase desaparecido, enquanto outras se tinham entretanto formado. A total imobilidade apareceu como facto raro nas dunas mais próximas do mar; mesmo nas mais distantes, destacaram-se diferenças que provam a mobilidade (Figs. 21 e 22).

A importância dos processos eólicos, porém, relaciona-se, igualmente, com as formas apresentadas pelas dunas. A grande variedade de formas existentes reflecte, desde logo, a ausência de um rumo exclusivo ou, até, francamente predominante. Os dados publicados para o posto meteorológico da Marinha Grande salientam o predomínio dos ventos de N (24,8% das observações anuais) e de NW (21,4%), mas também mostram que, apesar de pouco significarem no conjunto (7,7%), os ventos de S apresentam velocidades médias elevadas em Fevereiro (15,5 km/h) e em Março (16,2 km/h), valores só superados pelos dos ventos de N nos meses de Abril a Agosto (respectivamente, 16,5 — 17,4 — 16 — 18,4 — 16,1).

Muito perto da área estudada, o posto meteorológico da Base Aérea de Monte Real registou sempre o predomínio dos ventos de NW entre 1966 e 1975. No posto meteorológico de S. Pedro de Moel foi possível obter registos diários recentes, com faltas abundantes, que não autorizam a generalização, isto é, a elaboração de médias, mas que permitem concluir a favor de uma grande variedade de rumos, pelo menos em certos meses do ano, em paralelo com o que se passa na Marinha Grande (Fig. 23).



**Fig. 2I - As dunas da área de S. Pedro de Moei - cristãs identificadas nas fotografias aéreas de 1958.**



**Fig. 22 - As dunas da área de S. Pedro de Moei - cristas identificadas nas fotografias aéreas de 1978 e modificações verificadas desde 1958.**

MARINHA GRANDE

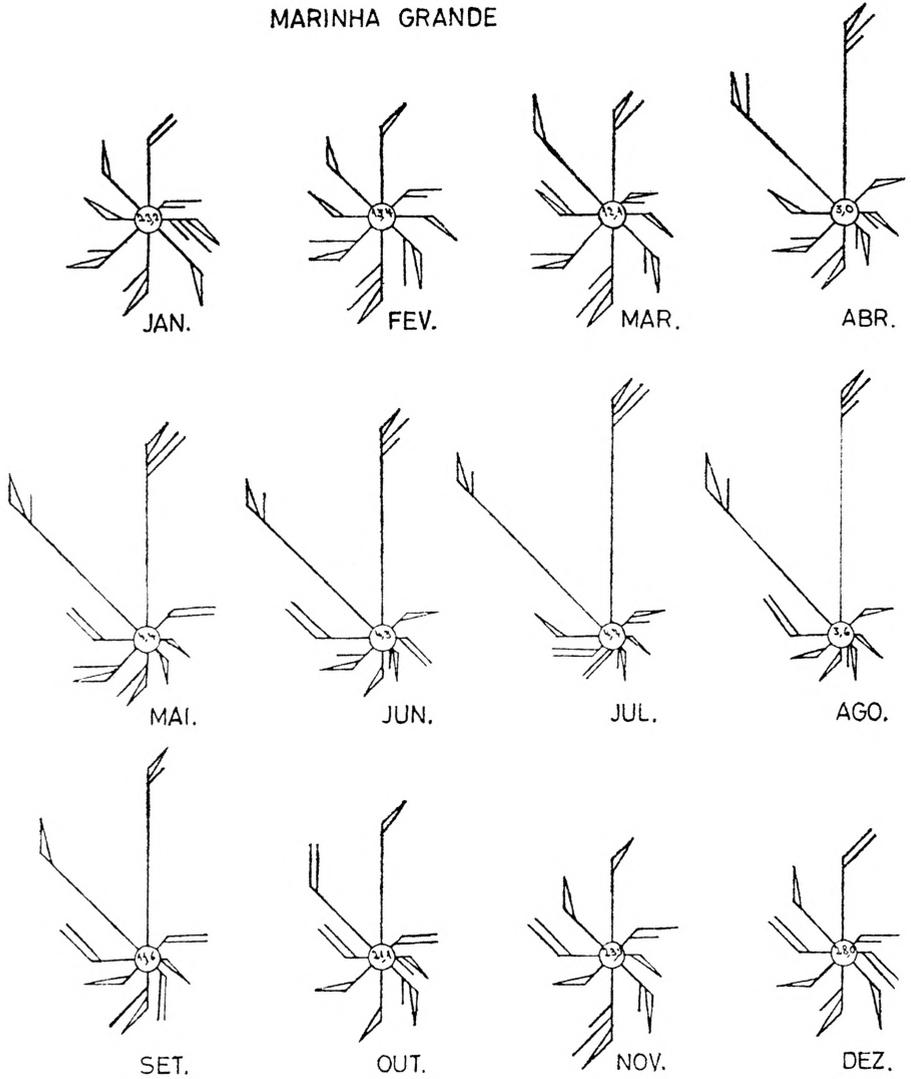


Fig. 23 - Rosas de ventos mensais - Marinha Grande (1931-1960).

Descendo ao pormenor, a importância dos ventos de N e de NW parece, desde logo, contrabalançada pela ocorrência de ventos, por vezes, fortes, embora menos frequentes de outros quadrantes. A mudança de direcção dos ventos pode, mesmo, ser brusca em caso de tempestade (na sequência da passagem de uma frente fria, por exemplo). Os ventos poderão, nesses momentos, ter efeitos menores ou maiores sobre as areias consoante sejam ou não acompanhados por chuvas. Acontece, muitas vezes, que rajadas muito fortes antecedem o início das chuvadas intensas — não estando ainda molhadas, as areias poderão movimentar-se com mais facilidade pela acção eólica.

Não é só por isto, todavia, que as formas se apresentam irregulares. Os pinheiros bravos, que constituem a quase totalidade das árvores da área, representam, indubitavelmente, um obstáculo ao efeito do vento. Por isso, podem ser responsabilizados pela acumulação de partículas que deixam de poder ser transportadas devido à perda de velocidade do vento. Pelo contrário, a sua falta em extensões razoáveis, quer devido ao abate periódico (aparentemente sem consequências), quer devido a incêndios florestais (felizmente pouco frequentes nesta região), quer devido à exploração de areias dunares com fins industriais (Fot. 14), facilita a deflação. A irregularidade da distribuição dessas manchas poderá ser, também, uma das causas da irregularidade das formas das dunas nesta área.

O estudo das fotografias aéreas foi, portanto, fundamental para a análise morfológica e para a constatação das modificações maiores havidas durante os vinte anos que medearam entre as duas coberturas.

## 2. RESULTADOS DE UMA PRIMEIRA FASE DE OBSERVAÇÕES

Aprofundar o estudo das modificações implicava, entre outras coisas, o desenvolvimento de técnicas de quantificação. Conscientes de que só nos iríamos deter sobre parte do problema, demos prioridade à recolha de material deslocado pelo vento. Para isso, foram construídos dois postos de observação, cada um composto por seis sacos com uma abertura circular de 15 cm de diâmetro, quatro dos quais voltados para os pontos cardeais e colaterais correspondentes aos ventos que pareciam ser os mais

importantes na explicação da dinâmica dunar (N, NW.W e SW), colocados a 20 cm de altura; os restantes dois sacos ficaram na vertical (abertura para cima), um deles também a 20 cm, o outro ao nível do solo.

Numa primeira fase de observações, um dos postos ficou situado ligeiramente a S da Praia da Vieira, a 9 km de distância do outro, situado imediatamente a N da Praia de S. Pedro de Moei, ambos sobre dunas avançadas do cordão litoral. Desde 12 de Novembro até 31 de Dezembro de 1980, todos os dias à mesma hora (14 h) foram vistos os sacos e recolhidas, para pesagem, as areias que, porventura, contivessem. Fazia-se, depois, a comparação com os dados fornecidos pelo posto meteorológico de S. Pedro de Moei relativos a ventos e precipitações.

Como vimos, o período não era favorável ao predomínio absoluto de ventos dos quadrantes de N ou de W; as recolhas feitas, mesmo assim, permitiram confirmar de modo muito claro a sua eficácia sobre as areias desprovidas de protecção vegetal.

As mais significativas quantidades de areia recolhida corresponderam a dias com pouca chuva, certamente a favor da mobilidade provocada por ventos que antecederam o desencadear da precipitação. A título de exemplo, nos sacos colocados no posto da Praia da Vieira, a 20 cm de altura, voltados para N e para NW, foram recolhidos, respectivamente, 1574 e 1548 g de areia num dia em que se registaram 2 mm de chuva (27 de Novembro); o vento, de N, apresentara uma velocidade de 46 km/h, às 18 h do dia anterior (de manhã, às 9 h, ficava-se, ainda, pelos 13 km/h, mas de NE). Numa outra recolha também importante (28 de Dezembro), no mesmo posto e nos mesmos sacos, obtiveram-se, respectivamente, 1455 e 640 g de areia, na sequência de ventos, de N, com velocidade de 41 km/h, às 18 h do dia anterior (13 km/h, às 9 da manhã, mas de E); nesse dia, a precipitação foi, apenas de 1 mm. Quantidades menos significativas de areia foram recolhidas em dias com 5,7 e com 4,2 mm de chuva, tal como em dias em que não choveu.

Pelo contrário, no único dia do período considerado em que choveu bastante (23 mm de precipitação registada em S. Pedro de Moei — 21 de Novembro) não houve recolha de areias. Na véspera, o vento, com a velocidade de 10 km/h, num rumo de E, não chegou, sequer, para movimentar areias ainda secas ao nível do solo; de manhã, havia «calma».

É evidente que as areias molhadas dificilmente serão objecto de grande transporte. Por exemplo, após os 23 mm de chuva do dia 21, ventos de SE, com a velocidade de 14 km/h, registada às 9 da manhã do dia seguinte, levaram apenas ao aparecimento de vestígios de material muito fino nos sacos colocados a 20 cm de altura e a 43 e 40 g de areia, respectivamente, nos postos das Praias da Vieira e de S. Pedro, nos sacos colocados ao nível do solo. No entanto, depois de quatro dias sem chuva, ventos de SW, também com a velocidade de 14 km/h, às 18 h, tendo rodado para NE, com 10 km/h, às 9 do dia seguinte, movimentaram uma grande quantidade de areias, com um máximo notável nos sacos colocados ao nível do solo (1350 e 474 g) e ainda com valores significativos nos sacos voltados a NW (572 e 269 g) — dia 26 de Novembro. Ter-se-ão verificado rajadas fortes durante a noite de que não conseguimos localmente o registo? Tudo indica que sim, já que, ventos de NE, de que foi registada a velocidade de 22 km/h, às 9 h, sobre areia seca, pelo menos num caso, não chegaram para mobilizar areia, em qualquer dos postos, nem sequer ao nível do solo (9 de Dezembro).

As diferenças entre os quantitativos recolhidos nos dois pontos de observação podem atingir valores razoáveis. Há exemplos de dias em que, como vimos, as diferenças quase não existiram, mas, na maior parte dos dias, verificaram-se grandes afastamentos entre os totais encontrados. Num caso, para ventos de 16 km/h, de SE, encontraram-se 100 g de areia na Praia da Vieira e apenas vestígios na de S. Pedro, em ambos os postos nos sacos dispostos ao nível do solo. Todavia, noutro caso, para ventos de 23 km/h diminuindo para 15, de E, foram recolhidos 345 g no posto da Praia da Vieira e 565 no de S. Pedro, ambos também ao nível do solo. Um dos casos mais estranhos verificou-se em 16 de Dezembro, com areias molhadas, quando os ventos de 37 km/h, de NW, da véspera, diminuíram só para 34 km/h de N; recolheram-se, então, 2 l 9 g de areia no conjunto dos sacos do posto da Praia da Vieira, contra 6 l 17 no de S. Pedro! Como explicar as discrepâncias? A situação e o enquadramento topográfico de pormenor dos postos não explicam diferenças tão grandes. Uma vez mais nos parece importante pensar nos ventos com rajadas fortes, muito localizadas. As velocidades registadas em S. Pedro nunca se poderiam ter registado a uma dezena de quilómetros a N, na Praia da Vieira.



Fot. 14 - Exploração de areias dunares entre Vieira de Leiria e S. Pedro de Moel.



138

Fot. 15- Posto de observação da Praia da Vieira (segunda fase de observações)  
- vista parcial.

### 3. RESULTADOS DA SEGUNDA FASE DE OBSERVAÇÕES

Numa segunda fase de observações (de 5 de Janeiro a 31 de Março de 1984) manteve-se o posto da Praia da Vieira (Fot. 15) e estabeleceu-se um novo posto mais para o interior a 2,8 km do mar, quase à mesma altitude (o primeiro a 20, este a 28 m de altitude) e praticamente à mesma latitude (o primeiro a 39° 50' 40" N, este a 39° 51' 25" N). O posto da Praia da Vieira passou a ter mais 4 sacos de recolha de areias (a 20 cm de altura, voltados a S, SE, E e NE) e ainda uma régua na vertical. O novo posto ficou exactamente com as mesmas características.

Três meses de observações vieram confirmar o que se sabia quanto ao litoral desprotegido no respeitante à correspondência entre mobilização mais fácil das areias secas e mais difícil, mas não impossível, das areias molhadas.

No entanto, foi muito interessante verificar que o novo posto de observação só uma vez, durante esses três meses, apresentou quantidade significativa de areia para pesagem. Resultado da eficácia da cobertura vegetal em termos actuais, mas também a prova de que alguma coisa acontece e pode ter consequências, ligeiras, embora, em termos históricos. Com efeito, no dia 2 de Fevereiro de 1984, encontraram-se vestígios de material muito fino nos sacos colocados a 20 cm de altura, voltados a NW, W e SW, e 40 g de areia no saco colocado ao nível do solo. Infelizmente, tal aconteceu num dia em que não se conseguiram os registos relativos à velocidade média do vento no posto meteorológico de S. Pedro de Moei; a velocidade do vento chegou, certamente, a ser bastante elevada já que os sacos colocados a 20 cm de altura, na Praia da Vieira, voltados a N, NW e W, apresentaram, respectivamente, 8520, 8200 e 5255 g de areia, enquanto o saco colocado ao nível do solo ficou completamente cheio (5080 g), admitindo-se que pudesse ter recolhido mais areia se fosse de maiores dimensões. A movimentação das areias foi tão forte que a base do posto de observação da Praia da Vieira «viu» partir 6 cm de altura de areia.

Só num outro dia (6 de Fevereiro) se recolheu ainda alguma areia no saco colocado ao nível do solo no posto do interior — 2 g. Nesse dia, na Praia da Vieira quase encheu outra vez o saco da base (4380 g), mas ficou-se muito aquém nos sacos colocados a 20 cm de altura, com um máximo de 557 g no voltado a N. Infelizmente, também não conseguimos os registos para a velocidade do vento.

A constatação da importância de ventos fortes muito localizados voltou a surgir na comparação entre estes dois postos.

No dia 22 de Março, por exemplo, foram recolhidas quantidades notáveis de areia na Praia da Vieira. O saco colocado ao nível do solo, apesar de já preparado para receber muito material, revelou-se insuficiente para comportar toda a areia movimentada; encheu com 8100 g. Todos os outros sacos apresentaram areia, mas o máximo (3022) estava no saco voltado a N, colocado a 20 cm de altura. No dia seguinte, todos os sacos voltaram a ter areia, embora menos; o saco da base ainda apresentou 5128 g. Apesar disso, nem no primeiro dia, nem no segundo, foram recolhidas areias no posto situado mais para o interior.

#### 4. CONCLUSÕES

A comparação dos resultados obtidos nas observações da primeira fase com os que vieram a ser obtidos na segunda mostrou, antes de mais, a importância que o vento pode ter como agente erosivo quando ocasionalmente atinge grandes velocidades sobre áreas dunares do nosso centro litoral desprovidas de vegetação. A cobertura vegetal contraria o seu efeito, mas, como vimos, não o anula completamente.

Além disto, a comparação dos resultados demonstrou muito claramente, também, que a resultante da movimentação das areias leva a um avanço para S e para SE. Tal só não vai acontecer na área do Ribeiro de S. Pedro, onde a topografia impõe um nítido desvio para E. Mas a movimentação faz-se sentir em todos os quadrantes — a irregularidade da direcção das rajadas de vento, bem como a sua distribuição espacial, leva a pequenos avanços irregulares responsáveis pelas formas, por vezes, muito complexas das dunas estudadas.

- ALMEIDA, A. Campar de (1991) — «A morfologia das dunas de Quiaios». *Cadernos de Geografia*, Coimbra, 10, p. 233-251.
- ALMEIDA, A. Campar de (1997) — *Dunas de Quiaios, Gândara e Serra da Boa Viagem. Uma abordagem ecológica da paisagem*. Lisboa, Fundação Calouste Gulbenkian e JNICT, 321 p.
- ANDRÉ, J. Nunes (1996) — *Morfologia litoral da área compreendida entre o Cabo Mondego e S. Pedro de Moei*. Coimbra, Dissertação de Mestrado apresentada à Faculdade de Letras da Universidade de Coimbra (policopiada), 164 p + 5 anexos.
- ANDRÉ, J. Nunes (1996) — «Breve nota sobre o recuo da linha de costa e a intervenção humana a sul da Figueira da Foz». *Territorium*, Coimbra, 3, p. 57-58.
- ANDRÉ, J. Nunes e CORDEIRO, M. Fátima (1998) — «A importância do 'Pinhal do Rei' na fixação das areias eólicas». *Seminário Dunas da Zona Costeira de Portugal*, Porto, EUROCOAST-Portugal, p. 3-27.
- ANDRÉ, J. Nunes e CORDEIRO, M. Fátima (1999) — *Percurso ambiental-geobotânico da Lagoa da Ervedeira a S. Pedro de Moei (Matas Nacionais do Pedrógão e de Leiria)*. Leiria, Câmara Municipal de Leiria, 64 p.
- ANDRÉ, J. Nunes e REBELO, Fernando (1992) — «A evolução actual das dunas na área compreendida entre Vieira de Leiria e S. Pedro de Moei». *Actas, VI Colóquio Ibérico de Geografia*, Porto, p. 1045-1051.
- ANDRÉ, J. Nunes, REBELO, Fernando e CUNHA, R Proença (1997) — «Evolução da morfologia dunar entre o Rio Mondego e S. Pedro de Moei». *Colectânea de Ideias sobre a Zona Costeira de Portugal*, Porto, EUROCOAST-Portugal, p. 503-523.
- ANDRÉ, J. Nunes, REBELO, Fernando e CUNHA, P Proença (2001) — «Morfologia dunar e movimentação de areias entre a lagoa da Ervedeira e o limite sul da Mata Nacional de Leiria». *Territorium*, Coimbra, 8, p. 51-68.
- CORDEIRO, Maria de Fátima Neves (1999) — *Mata Nacional de Leiria. Exemplo histórico na fixação de areias eólicas e na prevenção de incêndios florestais*. Coimbra, Dissertação de Mestrado apresentada à Faculdade de Letras da Universidade de Coimbra (policopiada), 231 p.

(Página deixada propositadamente em branco)

## IV

### DO ORDENAMENTO DO TERRITÓRIO À GESTÃO DOS RISCOS NATURAIS (\*)

Como dizia Michel Phlipponneau na sua conhecida obra *Géographie et Action*, publicada em Paris em 1960, «o ordenamento do espaço constitui o campo mais amplo das aplicações da Geografia», acrescentando, logo, que, «é neste domínio que o geógrafo pode manifestar plenamente as suas duas qualidades essenciais: o sentido da síntese e o sentido do espaço» (M. PHLIPPONNEAU, 1960, p. 155). Nesta perspectiva, tal como alguns anos antes um outro francês defendia referindo-se à posição do geógrafo nos trabalhos de ordenamento do território, a nossa função seria a de interpretar as achegas de todas as outras disciplinas. O geógrafo apareceria, então, numa fase adiantada do processo «pois que se trata de distinguir as insuficiências e desequilíbrios numa região tendo em vista suprimi-las e modificar profundamente a paisagem, fazer uma nova geografia» (Ph. PINCHEMEL, 1952, cit. por M. PHLIPPONNEAU, 1960, p. 156).

Alguns anos mais tarde, Pierre George incluía o vocábulo ordenamento (*aménagement*) no seu *Dictionnaire de la Géographie*, distinguindo ordenamento agrícola, ordenamento regional e ordenamento urbano; salientemos, porém, a sua definição de ordenamento regional «ordenamento de território a nível regional, isto é, o conjunto das acções localizadas visando realizar uma optimização de utilização do espaço regional» (P GEORGE, 1974, p. 14-15).

143

(\*) Elaborado a partir de: REBELO, Fernando (1991) — «Geografia Física e Riscos Naturais. Alguns exemplos de riscos geomorfológicos em vertentes e arribas no domínio mediterrâneo». *Biblos*, Coimbra, 67, p. 353-371, e de REBELO, Fernando (1994) — «Do ordenamento do território à gestão dos riscos naturais. A importância da Geografia Física salientada através de casos de estudo seleccionados em Portugal». *Territorium*, Coimbra, I, p. 7-15.

Esse espaço tem uma dimensão física. O ordenamento do território tem, portanto, como base o conhecimento das formas do relevo e das características climáticas, hidrológicas e biogeográficas da região, objectos de estudo da Geografia Física. Por isso, sem embargo de encontrarmos o geógrafo numa fase adiantada dos trabalhos de ordenamento, teremos sempre de o encontrar na fase inicial, no momento da definição dos suportes físicos.

Tal como o conhecido geógrafo francês Jean TRICART (1965, p. 45), também nós consideramos que a Geomorfologia é «uma das peças mestras da Geografia Física». Consideramos, igualmente, como os não menos conhecidos geógrafos ingleses R. CHORLEY S. SCHUMM e D. E. SUGDEN (1984), que a Geomorfologia é «o estudo científico dos figuras geométricas da superfície da Terra» (p. 3), ou seja, das suas formas. Aprendemos com estes mesmos autores que «uma completa explicação de qualquer forma da Terra implica uma descrição da sua figura geométrica e uma compreensão dos processos envolvidos na sua formação, bem como no seu desenvolvimento através do tempo» (p. 5). Deste modo, não bastando a simples descrição das formas do relevo, torna-se fundamental o conhecimento das características climáticas da região em causa, bem como o conhecimento das características geológicas, para compreender os processos morfogenéticos.

Se da apresentação das grandes linhas do relevo de um extenso território descermos ao pormenor do estudo local desses processos, rapidamente tomamos consciência dos riscos que a evolução normal das formas do relevo pode acarretar a certas obras humanas, bem como, por maioria de razão, dos riscos que uma evolução acelerada pela intervenção do próprio homem lhes pode, igualmente, acarretar. A consciência dos riscos naturais vem assim enriquecer o amplo conceito de gestão dos riscos (*risk management*) que hoje não pode deixar de associar-se ao ordenamento do território.

144

O ordenamento de um território, de uma área precisa, de um espaço que tanto pode ser um país, como uma região, um distrito, um concelho ou uma freguesia, qualquer que seja a sua escala taxonómica, exige antes de mais o conhecimento das formas que a superfície da Terra apresenta.

Há, portanto, que definir claramente as formas do relevo no espaço em causa; depois, uma vez feita a descrição, impõe-se a análise da sua história recente e da sua dinâmica actual, no sentido de prever a sua evolução.

## I. AS VERTENTES, OS PROCESSOS EROSIVOS E O HOMEM

As vertentes aparecem-nos, sempre como formas elementares do relevo. Exemplifiquemos alguns aspectos importantes da sua evolução com casos recolhidos em áreas de baixa montanha ou mesmo de colinas do nosso país, e que, geralmente, se relacionam com acções humanas.

### LI. Espaços agrícolas e espaços pastoris

Nos espaços agrícolas, em vertentes de declives suaves a médios, declives que, segundo A. YOUNG (1972, p. 174), podem ir até aos 18° (30%), há, no nosso país, casos importantes de ravinamentos, por vezes facilitados, às vezes induzidos pelo Homem.

O clima tem, por quase todo o lado, uma nítida base mediterrânea. As chuvadas fortes e rápidas (chuvas intensas), seguindo-se a longos períodos de seca, são favoráveis à formação de ravinas. Em certas circunstâncias relacionadas com as suas próprias características falta de coerência dos materiais e ausência de vegetação) e com declives de alguma importância, os solos lavrados facilitam a sua formação e instalação (F. REBELO, 1982 e 1990; A. S. PEDROSA, 1991).

Temos detectado vários casos concretos ocorridos na sequência de lavras feitas segundo as linhas de maior declive, na sequência da utilização incorrecta de carros de bois e de tractores e na sequência das pequenas queimadas feitas depois das colheitas, em especial no Alentejo. Observámos, também, casos de ravinas formadas a partir do plantio da vinha segundo linhas de maior declive, tanto em locais da Bairrada, como do vale do Douro; uma vez por outra parece estar-se na presença da cópia de modelos alemães, com sucesso nas margens do Lago Constança, por exemplo em Meersburgo, ou de modelos franceses, com êxito na Borgonha, mas que podem resultar em fracasso nas nossas regiões. O risco, fácil de prever com as características climáticas mediterrâneas, pode ser maior ou menor consoante a textura do solo.

Em espaços pastoris, os ravinamentos também são frequentes. Umas vezes já fossilizados, outras vezes vivos ainda (Fot. 16), perto de Coimbra, na área de Condeixa, eles relacionam-se com a voracidade de certos animais, como as cabras, que actuaram no passado, como actuam hoje,

sobre a vegetação crescendo em vertentes de declive fracos a médios, com cobertura de estilhaços de calcário margoso envolvidos em matriz argilo-arenosa (F. REBELO, 1982; F. REBELO, L. CUNHA e A. ROCHETTE CORDEIRO, 1986).

Do mesmo modo, na Ilha de S. Miguel, Açores, em vertentes de declives semelhantes, voltadas a N, constituídas por cinzas vulcânicas e cobertas de pastagens, não tivemos qualquer dúvida sobre a maneira como o gado, aí bem diferente, o gado vacum, em excesso, acaba por ser responsável pela impermeabilização e o conseqüente desencadeamento de processos de ravinamento (F. REBELO, 1986, p. 137). Embora mais húmido, devido à insularidade, o clima também é caracterizado pela existência de uma época quase não pluviosa (Verão), a que se segue um Outono por vezes com chuvas muito intensas (F. REBELO e A. G. B. RAPOSO, 1988; C. BATEIRA, J. RESENDES e F. REBELO, 1998).

Os ravinamentos podem, também, surgir em áreas onde nem se façam lavras, nem se aproveitem pastagens. Em vertentes declivosas da mesma Ilha de S. Miguel, a acção humana, extraíndo a «leiva»<sup>0</sup>, necessária para o tradicional processo produtivo das estufas de ananás, tem conduzido, só por si, à formação de ravinas. Tudo se agrava quando por lá ficam os sulcos dos rodados das carrinhas de caixa aberta, das camionetas (Fot. 17) ou dos tractores geralmente utilizados para o transporte da «leiva» e do pessoal (F. REBELO, 1986).

Frequentemente, os ravinamentos associam-se a deslizamentos ou a desabamentos, isto é, a movimentos de massa.

Esta associação pode ocorrer em vertentes onde existem terraços culturais do tipo socalco (ou geio), mais ou menos abandonados, que sofram uma pequena movimentação provocada pela acumulação de águas relacionadas com um conjunto de vários dias seguidos de chuva. Se não houver uma actuação rápida na redução da massa de terras movimentada, é grande a probabilidade da sua evolução para ravinamento. Pudemos observar vários casos deste tipo na área de Condeixa, particularmente em vertentes calcomargosas expostas a E.

(<sup>2</sup>) Segundo M. M. MARQUES e M. A.V. MADEIRA (1975), «leiva» é «o material utilizado nas 'camas quentes' das estufas de ananás (...) formado pelo 'mato' juntamente com a porção mais superficial do solo (parte do horizonte A)».



**Fot. 16 - Ravmamentos nas proximidades de Condeixa. Sobre calcários margosos e expostos a SE, estes ravmamentos continuam a evoluir.**



**Fot. 17- Momentos iniciais da formação de uma ravina nas proximidades da Lagoa do Fogo (S. Miguel, Açores). Criados os sulcos pela ação das rodas de uma camioneta de transporte de "leiva", a escorrência concentra-se iniciando um processo de aprofundamento como em muitos outros casos na região. (Fotografia gentilmente cedida pelo Dr. António Guilherme B. Raposo).**

Associados ou não a outros processos, os ravinamentos, de per *si*, nem sempre afectam áreas de grande interesse económico. No entanto, mesmo que a perda de solos agrícolas por ravinamento, no seu conjunto, seja considerada de menor importância, há que saber onde se vai depositar o material deslocado — em certos casos, irá cobrir outros solos destruindo produções mais rentáveis, noutros casos vai atingir rios ou ribeiros que, em ponta de cheia, transportarão maior quantidade de carga sólida do que anteriormente.

## 1.2. Espaços florestais e incêndios

Os espaços florestais do nosso país têm sofrido importantes destruições em virtude de incêndios, por várias vezes, ao longo dos últimos milénios, como, para o caso das montanhas do centro litoral, A. M. R. CORDEIRO (1990) mostrou claramente. A nossa memória permite-nos lembrar grandes incêndios florestais no centro e no norte de Portugal. Para o centro do país, L. LOURENÇO (1988 a) mostrou bem a dimensão do problema entre 1975 e 1985.

A investigação das condições meteorológicas que podem facilitar a eclosão e o desenvolvimento dos incêndios florestais (F. REBELO, 1980 e L. LOURENÇO, 1988 b), sem dúvida muito importante para o ordenamento do território quando a floresta está presente, não pode deixar de reconhecer-se como objecto da Climatologia.

No entanto, também a Geomorfologia tem muito a investigar sobre esta matéria, na medida em que, a favor de chuvas intensas, que se verifiquem desde poucos dias até poucos meses depois dos incêndios, podem ocorrer casos graves de erosão acelerada, com a formação ou reactivação de ravinas nas vertentes atingidas, como pode ocorrer a actuação erosiva, por vezes catastrófica, de cursos de água existentes nessas áreas. Tivemos já ocasião de observar casos concretos do primeiro tipo na Serra da Lousã e na Serra do Marão, bem como do segundo na aldeia da Sorgaçosa (Arganil). L. LOURENÇO (1988 c e 1993) referiu-se a alguns deles. O estudo desses acontecimentos é fundamental em termos de ordenamento do território, mas também de consideração de riscos.

Algum tempo após os incêndios, faz-se a reforestação. A preparação dos solos, primeiro, uma eventual má adaptação das espécies, depois, são na maior parte das vezes responsáveis por novos problemas de erosão, seja a nível da

preparação dos materiais (meteorização), seja a nível da sua mobilização (transporte). E o tema dos ravinamentos pode colocar-se outra vez.

### 1.3. O PESO RELATIVO DAS CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS

Algo de comum em todos estes exemplos? Sem dúvida. Antes de mais, as características climáticas admitindo chuvas intensas, isto é, grandes quantidades de precipitação durante pouco tempo; frequentemente, essas chuvas caem ainda no Verão ou no início do Outono, na sequência de longos períodos quentes e secos. Depois, é a existência de uma forma em plano inclinado, a vertente, permitindo a descida e a concentração das águas, mais rápidas quando o coberto vegetal pura e simplesmente não existe ou se revela pouco denso. Por fim, é o material pouco coeso, areno-argiloso ou de pequenos estilhaços rochosos, leves, correspondendo a solos no sentido restrito do termo, a mantos de alteração ou a depósitos de cobertura, herdados em regra de climas mais frios do que o actual; em qualquer dos casos trata-se de material facilmente transportável por águas circulando depressa.

O homem quase nada poder fazer contra as características climáticas; pouco poderá fazer no respeitante às características das vertentes (declives e exposição) e do material rochoso; poderá lutar contra o desaparecimento total da vegetação das áreas mais sensíveis e evitar os descuidos que oferecem às águas de escorrência os sulcos segundo linhas de maior declive que se transformarão em canais de concentração da drenagem. Quando estes atingem grandes proporções, a solução será quase sempre a correcção torrencial, com a construção de açudes ou de pequenas barragens.

### 1.4. A EVOLUÇÃO DE FORMAS CRIADAS PELO HOMEM

Muitas vezes, as formas da superfície da Terra são total ou parcialmente artificiais.

Explorações mineiras abandonadas oferecem hoje, com frequência, formas ocas de dimensões variadas onde a água das chuvas se acumula criando o risco de desencadeamento de processos erosivos violentos que deverão ser previstos no sentido de os evitar ou de lhes minimizar os efeitos sobre o Homem.

Do mesmo modo, os montes de escórias que tantas vezes se encontram nas imediações das minas, com um clima como o nosso, podem criar problemas graves de movimentações em massa ou fornecer muito material sem coesão para movimentações individuais em ravinas que entretanto se formem, uma vez que, geralmente, não é fácil a sua fixação natural pelas espécies vegetais mais frequentes.

Embora pouco conhecidos em Portugal, pudemos observá-los, por exemplo, na Senhora da Hora (saibreiras ligadas à exploração do caulino), em Valongo (cascalheiras de xistos ardosíferos mais ou menos alterados e fragmentos de ardósias), em Germunde, Pejão (cascalheiras de xistos carboníferos mais ou menos alterados e fragmentos de carvão) e nas Minas da Panasqueira (cascalheiras de xistos argilosos por vezes muito alterados



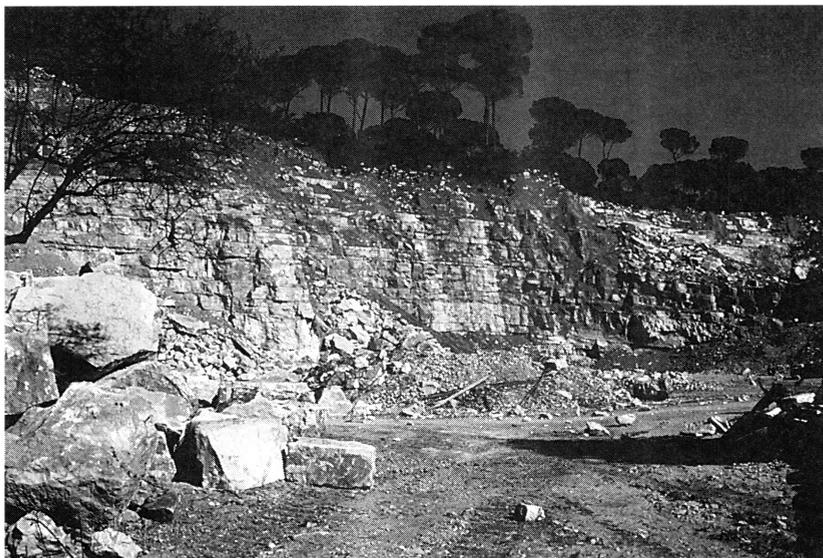
150

**Fot. 18 -** Forma torrencial de pormenor na margem esquerda do Rio Vouga, originada pela concentração da escorrência a partir de um ponto em aterro preparado para a construção do IP 5. (Fotografia tirada nos anos 80 e gentilmente cedida pelo Dr. Enio Semedo. Fotografia semelhante, mas relativa ao IP4, foi publicada por A. PEDROSA, 1994)

e de quartzo filoniano relacionados com a exploração de estanho e de volfrâmio).

Algo de semelhante acontece com certos aterros das estradas, em especial quando se trata de grandes obras (IP 4, IP 5), ou até de aeródromos (como o de Cernache, Coimbra), muito particularmente quando a impermeabilização criada pelo asfalto, a favor de uma pequena concavidade da estrada ou da pista, acaba por conduzir a água das chuvas para um só local de concentração donde se lança para uma descida acentuada. (Fot. I 8).

Se, na verdade, estes casos são pouco conhecidos em Portugal, o mesmo não se pode dizer quanto às pedreiras e aos areiros. No que diz respeito à eventualidade de maiores ou menores desabamentos, muitas pedreiras de granito localizadas pelo norte e pelo centro do país, bem como de calcário situadas na Orla ocidental (por exemplo, em Ançã, Souzelas, Condeixa-Sicó, Fátima-estação, etc.) e no Algarve têm de considerar-se bastante perigosas para quem nelas trabalha ou, uma vez abandonadas, para quem por elas passa (Fot. 19). Quanto a areiros, o perigo parece ainda maior; tivemos já ocasião de assistir a um desabamento catastrófico de algumas centenas de metros cúbicos de areia no interior



**Fot. 19- Pedreira de calcário perto de Ançã. Na sequência de rebentamentos, alguns blocos desabados são removidos, outros ficam em desequilíbrio por muito tempo.**

esventrado de uma grande duna próxima de S. Pedro de Moei (F. REBELO e J. N. ANDRÉ, 1986). Além disso, tivemos também ocasião de verificar problemas postos por solifluxões do tipo escoada lamacenta que se haviam formado a partir de montes artificiais predominantemente argilosos, ao lado de areiros nas proximidades da Lousã.

#### 1.5. Preservação de sítios turísticos

Outros espaços que não se podem esquecer quando se trata de ordenamento, são aqueles que a natureza bafejou com uma qualidade estética que os faz atrair o turismo. Por vezes, trata-se de áreas escarpadas donde é possível vislumbrar amplas paisagens; outras vezes, trata-se, apenas, de «apontamentos» de pormenor. A preservação desses sítios turísticos tem de equacionar as suas características geológicas e geomorfológicas, com a agressividade dos processos erosivos que os afectam mais ou menos frequentemente e com as agressões directas e indirectas dos seus visitantes.

Conhecemos miradouros que de ano para ano se vinham a tornar mais perigosos e que foram objecto de protecção (caso do Sítio da Nazaré), ao lado de outros não menos importantes e perigosos onde durante muito tempo pouco se fez em termos de segurança (caso da colina dolerítica de S. Bartolomeu, Nazaré). Mas também conhecemos as grutas abertas ao público no Maciço Calcário Estremenho que talvez mereçam vistorias periódicas de pessoal altamente especializado e (quem sabe?) talvez alguma dessas vistorias, num ou noutro caso, venha a propor discretos trabalhos de consolidação. Infelizmente, se tivessem sido apenas discretos, quaisquer trabalhos de engenharia civil dificilmente teriam conseguido evitar os danos irreparáveis verificados no Algar Seco, junto Praia do Carvoeiro, no Algarve, que se ficaram a dever aos temporais do Inverno de 1989/90 (Fot. 20 e 21); as características naturais (forma em arco e material rochoso calco-arenítico) eram de uma grande fragilidade não se afigurando fácil uma protecção eficaz (F. REBELO, 1990).

#### 1.6. A TOMADA DE CONSCIÊNCIA DOS RISCOS NATURAIS

Não basta, portanto, identificar as grandes formas nas suas linhas gerais, fazer mapas hipsométricos, fazer mapas geológicos, fazer mapas de declives



Fot. 20 - Sítio turístico do Algar Seco (Praia do Carvoeiro), antes dos temporais de Inverno de 1989/90.



Fot. 21 - Algar Seco (Praia do Carvoeiro), em meados de Fevereiro de 1990.

ou outros; o ordenamento do território exige um conhecimento profundo da origem e desenvolvimento das formas da Terra, de pequena e de grande escala, aí incluindo a previsão da sua evolução futura, sem ou com a intervenção do homem. Fazer o estudo que conduza a esse conhecimento será, também, passar à fase da consideração dos riscos naturais.

## 2. ORDENAMENTO URBANO E RISCOS NATURAIS

No respeitante a riscos naturais, as cidades são hoje um grande objecto de estudo para os especialistas em Geografia Física. Com efeito, para esta ciência, no caso dos ambientes urbanos, o problema deve começar por colocar-se ao nível da preparação de espaços para construção e circulação, para depois se colocar ao nível dos espaços já construídos, dos espaços de circulação, dos espaços verdes e dos espaços aquáticos.

### 2.1. Preparação de espaços para a construção

A preparação de espaços para construção no interior das cidades ou nos seus arredores põe problemas semelhantes aos da fase inicial da reflorestação que se segue aos grandes incêndios florestais, acima referidos.

No nosso país, essa preparação, especialmente em áreas periurbanas, tem mesmo tido origem, por vezes, em incêndios florestais... Na maior parte das vezes, porém, inicia-se por uma devastação do tipo arrasamento total da vegetação existente. Os solos ficam despídos e são, frequentemente, abandonados durante algum tempo, com marcas de actuação de máquinas. A vegetação que entretanto se instala, sem intervenção humana, não é decerto a mais indicada para a defesa dos solos.

154

Referimo-nos já a um caso concreto de formação de ravinamentos na cidade de Coimbra (bairro da Solum); desde o momento em que fizemos as primeiras observações tudo se veio agravando nessa área, onde predominam depósitos de vertente de fraca coesão e formações gresoconglomeráticas de cor vermelha do Triásico, por vezes muito alteradas, também de fraca coesão. Só parte dos problemas se resolveu nos últimos anos, graças a trabalhos de urbanização aqui e além melhor conseguidos. Noutras áreas da cidade, sobre materiais de origem

calcomargosa, igualmente de fraca coesão, ou até sobre depósitos de terraço em vias de desmantelamento, tem acontecido o mesmo. A destruição do coberto vegetal, em vertentes de declives médios, sobre esses tipos de materiais rochosos, é feita muito antes do início das obras de construção das habitações planeadas. Assim se dá tempo suficiente para que ocorram chuvadas intensas e se formem, em poucas horas, pequenas ravinas que, ao longo de um ou dois anos, vão evoluir para ravinas de dimensões razoáveis, capazes de originar inundações e depositar, por perda de declive, toneladas de areias e argilas sempre que se verifica nova chuvada. Em Coimbra, são bem conhecidos os casos da Solum, em geral, e da Escola Eugênio de Castro, em particular.

## 2.2. Espaços de circulação

Nos espaços de circulação podem verificar-se, geralmente com mais frequência, problemas de outra ordem que também criam dificuldades e originam despesas, por vezes, consideráveis. E isso acontece não só nas cidades como também nas ligações entre elas. Ao traçar-se uma nova rua ou avenida em espaço urbano torna-se necessário, muitas vezes, modificar o escoamento natural da área da sua implantação. Entre os vários estudos prévios que os engenheiros conhecem, é fundamental equacionar as quantidades máximas de chuva por unidade de tempo com o diâmetro das manilhas a utilizar no escoamento das águas pluviais. E aqui surge um grande problema de Geografia Física — será fácil conhecer aquela variável quando são tão poucas as estações que dispõem dos instrumentos de registo da intensidade das precipitações e tão recentes os dados conhecidos? E será que, nas mesmas condições de tempo, chove o mesmo em todas as áreas da cidade? Com tempo instável, seguramente que não.

Por outro lado, quando se procede ao corte de barreiras para o traçado de vias sobre vertentes podem acontecer, em função de certas características do material rochoso, desabamentos, deslizamentos ou solifluxões. Às vezes, todos estes processos se sucedem no tempo, como tivemos a oportunidade de confirmar no caso da rua de Aveiro, em Coimbra, pouco tempo depois da sua abertura (F. REBELO, 1981).

Os casos de deslizamentos em barreiras de estradas ganham, frequentemente, dimensões consideráveis no contexto das vertentes em que se

inserir. Entre Condeixa e Miranda do Corvo, a sul de Coimbra, muitos se verificaram nos últimos trinta anos; nos inícios dos anos 90, alguns deles vieram a ser estudados por J. G. SANTOS (1996 e 1997). Deslizamentos rotacionais de grandes dimensões, em verdadeira escadaria, foram visíveis no início dos anos 80, na vertente da margem esquerda do Rio Ceira, no Maciço Marginal de Coimbra, em área de xistos alterados; por essa época, e durante certo tempo, foi possível ver algo de semelhante, embora de menores dimensões, na vertente da margem direita do Rio Alcoa, a jusante de Alcobaça, em área de rochas argilo-arenosas do Jurássico Superior (Malm), também junto à estrada; ainda por essa altura, em S. Miguel (Açores), pudemos caminhar sobre autênticas escadarias e observar as superfícies de arranque de deslizamentos idênticos nas cinzas vulcânicas da vertente S do Maciço do Fogo. Os três casos pareceram-nos, também, ter sido induzidos pelo homem ao criar pequenos desequilíbrios (barreiras) na parte inferior das respectivas vertentes.

O homem, efectivamente, apresenta-se como importante factor de risco de deslizamento sempre que actua sobre vertentes com declives médios, talhadas em materiais argilo-arenosos. Às vezes, o desequilíbrio criado leva a grandes prejuízos. Na área de Coimbra, quando, no princípio das obras de abertura da auto-estrada, se cortou a barreira do lado oriental, perto do local onde está a portagem impropriamente dita de Coimbra-Sul (área de Taveiro, a W da cidade), desencadeou-se uma movimentação deste tipo que «rachou» de alto a baixo várias casas, uma das quais acabava de ser construída; as obras de consolidação da vertente foram longas e dispendiosas. Mais recentemente, na Lousã, em pleno espaço urbano, na sequência de obras preparatórias para a construção de casas na base da extensa vertente NW da Serra, perto da principal falha responsável pelo seu soerguimento, desencadearam-se movimentos semelhantes que afectaram diversas casas, uma das quais, também acabada de construir e ainda não habitada, ficou completamente perdida; o caso foi estudado, Posteriormente, por L. LOURENÇO (1996), na sua dissertação de doutoramento.

Em todos estes casos, as formas criadas pelo homem vieram a evoluir de modo mais ou menos brutal em função das características assumidas pela manifestação de certos elementos climáticos, quase sempre, as precipitações.

Por outro lado, a impermeabilização dos espaços de circulação vem agravar uma eventual inundação provocada pela falta de resposta dos meios artificiais de escoamento. A velocidade de propagação da «cheia» é aumentada pelo facto de não haver perdas por infiltração.

A existência de muros ou de outras barreiras no percurso das águas numa tal ocorrência virá criar problemas de maior gravidade, num primeiro momento, por inundação local, e, num segundo momento, logo que a sua oposição seja vencida, por avanço violento das águas. As regras de funcionamento das torrentes são, em geral, o bastante para compreender estes acontecimentos.

O caso mais dramático deste tipo de actuação das águas em meio urbano acontecido em Portugal foi o da região de Lisboa, em Novembro de 1967 (I. AMARAL, 1968), em que morreram mais de 500 pessoas. E o acontecimento quase se ia repetindo em 1983, na mesma região.

Em Coimbra, como em muitas outras cidades do país, praticamente todos os anos se registam situações semelhantes, mas, felizmente, de escala reduzida. No entanto, juntando o referido processo de preparação de espaços de construção, que fornece o material para o ulterior transporte pelas ravinas entretanto formadas, com os vários problemas relacionados com os espaços de circulação, viveram-se momentos difíceis em diversos locais da cidade de Coimbra nos dias 21 e 22 de Dezembro de 1989, na sequência de intensas chuvadas que totalizaram 93,1 mm em menos de 24 h (N. GANHO, L. LOURENÇO e F. REBELO, 1992).

Também os aterros mal consolidados podem originar abatimentos ou abaulamentos das estradas sobre eles construídas. Uns e outros, muitas vezes, nada têm a ver com as técnicas utilizadas; relacionam-se com características geológicas (litológicas e tectónicas) ou geomorfológicas que só o geólogo de engenharia ou o geomorfólogo estão aptos a reconhecer daí podendo concluir a favor da existência de um risco geomorfológico.

Construir casas ou logradouros, total ou parcialmente, sobre aterros pode vir a ter consequências dramáticas alguns anos depois. Os movimentos complexos de terras que, no dia 27 de Dezembro de 2000, afectaram casas e garagens na Avenida Elíseo de Moura em Coimbra e deixaram a descoberto parte das fundações de várias casas na Rua António Jardim, tiveram alguma relação com isso, e pela sua gravidade foram tema de telejornais e fizeram correr muita tinta na comunicação social escrita durante bastante tempo (L. LOURENÇO e L. LEMOS, 2001).

### 2.3. OS ATAQUES DO MAR SOBRE CIDADES E VILAS DO LITORAL

Casos muito especiais que se colocam ao ordenamento do território são os das cidades com frente marítima. Riscos naturais de ataque do mar têm de ser considerados no âmbito dos riscos geomorfológicos havendo exemplos bem conhecidos de avanço do mar com destruições de espaços construídos.

Espinho é o exemplo mais notável da costa portuguesa nos finais do século XIX, princípios do século XX; fizeram-se grandes obras de defesa na Marginal Atlântica (Rua 2) — as dos anos 50, todavia, não resultaram em pleno, por isso, nos anos 80, novas grandes obras se fizeram que, felizmente, se têm revelado mais eficazes.

Outros casos merecem referência no litoral e relacionam-se com a eventualidade de fortes temporais que, fazendo avançar facilmente as águas marinhas em litoral de areia, as levam a modificar topografias dunares e inundar espaços urbanos deficientemente protegidos (Costa Nova, por exemplo, em 1978 — F. REBELO, 1978), ou a atacar arribas fragilizadas pela natureza e pelo homem.

Em arribas calcárias, como as da Nazaré (Fot. 22), de Peniche ou de Cascais, temos observado importantes vestígios de ataque das ondas marinhas que, pelas características litológicas e climáticas em presença, interagem com processos superficiais de preparação do material. Aí se encontram taludes de escombrelas ou apenas grandes blocos caídos devido à perda da base de apoio, constituída por camadas, também de calcário, muitas vezes frágeis, constantemente batidas pelas ondas, ocasionalmente atingidas com violência por vagas, que, no litoral ocidental, quando se verificam grandes temporais, podem ultrapassar dez metros de altura.

158

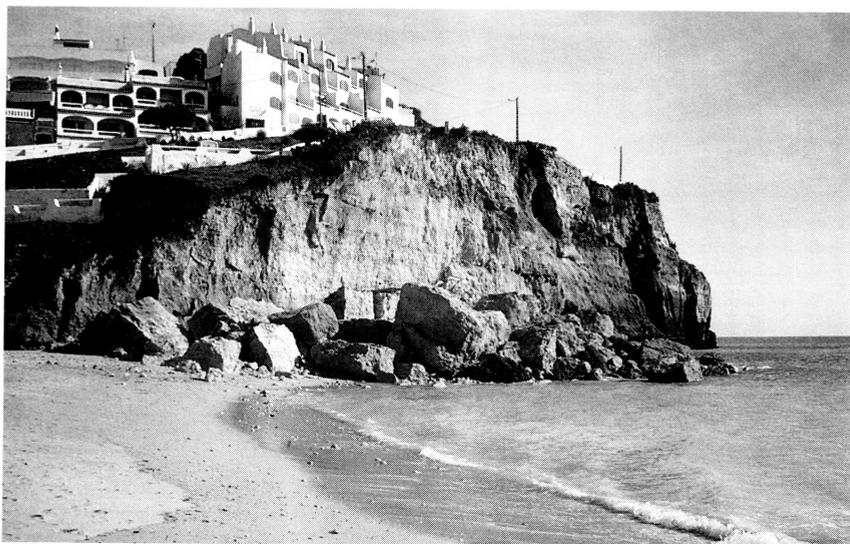
Quantas vezes, porém, o homem vem agravar o risco de desabamento nessas áreas de arribas? Numa área de grandes desabamentos totalmente naturais, alguns de frescura visível, relacionados com a acção marinha, a arriba do Sítio da Nazaré poderá ter sofrido nos anos 50, alguma influência nefasta de uma ocupação humana demasiado densa. Com efeito, pelo menos um grande desabamento sobre a praia, ocorrido sem relação directa com o ataque do mar, teve consequências graves. Ao lado, a bela e lendária cornija de calcários cenomaniano-turonianos,



**Fot. 22 - Arribas da Nazaré.**

mesmo situada em local onde a sua base já não era atingida pelas ondas, teve de ser protegida, como vimos atrás, por trabalhos de engenharia desenvolvidos pelo Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC), nos anos 60.

Se aí, a acção directa do mar, séculos atrás tão importante, estava então praticamente fora de causa e o desabamento se processou como em qualquer outra vertente abrupta, no Inverno de 1989/90, na Praia do Carvoeiro, no Algarve, onde o homem, já desde há alguns anos, se constituía como importante factor de risco (ocupação urbana densa quase até ao limite da arriba), deu-se a conjugação das chuvas intensas e da acção das vagas, várias vezes repetida de Outubro a Dezembro e verificou-se, em Fevereiro de 1990, o desabamento de grande parte da arriba oriental (Fot. 23) vindo o material desabado a ocupar cerca de um terço da praia (F. REBELO, 1990). A importância das chuvas intensas e repetidas ao longo do trimestre Outubro-Dezembro terá sido fundamental. Em Faro, onde a média anual de precipitação é de 437 mm, foram registados 341,1 mm só em Outubro de 1989 (média mensal de 1931-1960: 49,1). Choveu menos em Novembro (163,6 mm), mas a



**Fot. 23 - Vestígios do grande desabamento da Praia do Carvoeiro em Fevereiro de 1990.**

sequência de chuvas intensas de 3 a 8 de Dezembro levou ao registo de 169,9 mm, dos quais 67,5 em 8 h, no dia 3 (dados do INMG, apresentados por J. M. LOUREIRO e M. C. ALMEIDA, 1990).

#### 2.4. Alguns problemas dos espaços verdes urbanos

Também os espaços verdes devem ser considerados passíveis de estudo geográfico. Para além de problemas semelhantes aos que se colocam nos espaços agrícolas, florestais ou pastoris, podem aqui pôr-se outros problemas relacionados com a escolha e o arranjo de espécies ornamentais, com a impermeabilização parcial feita através dos arruamentos, com o excesso de ocupação humana, etc. Em muitos jardins ou matas urbanas desenvolvem-se ravinamentos, tal como se perdem solos por erosão selectiva em casos de escorrência difusa que levam, naturalmente, ao enfraquecimento de árvores, depois facilmente arrancadas por ventos mais fortes do que os habituais. Verificámos já exemplos deste tipo na Mata de Santa Cruz e na Mata do Jardim Botânico, em Coimbra.

### 3. A IMPORTÂNCIA DA GEOGRAFIA FÍSICA PARA O ORDENAMENTO

Espaços de construção, espaços de circulação, espaços aquáticos e espaços verdes justapõem-se e equilibram-se num conjunto urbano que, em termos de riscos naturais, não se opõe aos espaços ditos rurais envolventes.

Sendo muito variados, desde os riscos tectónicos (presentes em todo o país através da possibilidade de se verificarem sismos) e vulcânicos (presentes ainda em algumas ilhas açoreanas) até aos riscos meteorológicos mais raros (como os tornados), os riscos naturais maiores no nosso país são de origem climática ou climático-hidrológica, mesmo quando claramente considerados geomorfológicos, ocorrendo, muitas vezes, após séries mais ou menos longas de dias de chuva.

Mas os factores de risco podem ser muitos. Embora, com frequência, o mais importante factor de risco seja o próprio Homem, não se podem negligenciar factores naturais como os declives, as formas das bacias hidrográficas, a circulação subterrânea, as características do material rochoso, a ausência de coberto vegetal, etc.

Uma política de ordenamento do território, seja a que escala for, abarque apenas espaços agrícolas, dedique-se exclusivamente a espaços urbanos, ou apresente carácter misto, não poderá nunca ignorar os riscos ditos naturais, como não poderá continuar a esquecer os especialistas que, estudando cientificamente as formas da Terra, têm deles plena consciência.

#### Referências Bibliográficas

- AMARAL, Ilídio do (1968) — «As inundações de 25/26 de Novembro de 1967 na região de Lisboa». *Finisterra*, Lisboa, 3 (5), p. 79-84.
- BATEIRA, Carlos, RESENDES, João e REBELO, Fernando (1998) — «Escoamento torrencial e processos geomorfológicos na Bacia da Povoação (S. Miguel, Açores). As cheias de 14 de Dezembro de 1996». *Territorium*, Coimbra, 5, p. 5-24.
- CHORLEY, R., SCE-IUMM, S., SUGDEN, D. E. (1984) — *Geomorphology*. London, Methuen, 605 p.
- CORDEIRO, António Manuel Rochette (1990) — «Paleo-ambientes holocénicos e erosão: interface clima, vegetação, homem. O exemplo do centro-litoral português». *Cadernos de Geografia*, Coimbra, 9, p. 61-79.

- GANHO, Nuno, LOURENÇO, Luciano e REBELO, Fernando (1992) — «Importância da Climatologia e da Geomorfologia no Planeamento Urbano. Análise de um caso concreto». *Cadernos de Geografia*, Coimbra, I I, p. 75-85.
- GEORGE, Pierre (1974) — *Dictionnaire de la Géographie*. Paris, PUF, 451 p. (2e. éd.).
- LOUREIRO, João Mimoso e ALMEIDA, Maria da Conceição (1990) — «Caracterização hidrometeorológica das cheias de Outubro, Novembro e Dezembro de 1989 no Sotavento do Algarve». *Comunicações*, 6º Congresso do Algarve, Racal Clube, Montechoro, 14 a 17 de Fevereiro de 1990, p. 451-456.
- LOURENÇO, Luciano (1988 a) — «Incêndios florestais entre Mondego e Zêzere no período de 1975 a 1985». *Cadernos de Geografia*, Coimbra, 7, p. 181-189.
- LOURENÇO, Luciano (1988 b) — «Tipos de tempo correspondentes aos grandes incêndios florestais ocorridos em 1986 no Centro de Portugal». *Finisterra*, Lisboa, 23 (46), p. 251-270.
- LOURENÇO, Luciano (1988 c) — «Efeitos do temporal de 23 de Junho de 1988 na intensificação da erosão das vertentes afectadas pelo incêndio florestal de Arganil/Oliveira do Hospital». *Comunicações e Conclusões*, Seminário Técnico sobre Parques e Conservação da Natureza nos Países do Sul da Europa, Faro, 5, p. 43-77.
- LOURENÇO, Luciano (1993) — «Fenómenos de erosión/acumulación como consecuencia de incêndios forestales». *El Cuaternario en Espana y Portugal*, Actas de la Réunion del Cuaternario Ibérico, Madrid, 1989. Instituto Tecnológico GeoMinero de Espana, Madrid, p. 783-789.
- LOURENÇO, Luciano (1996) — *Serras de Xisto do Centro de Portugal. Contribuição para o seu conhecimento geomorfológico e geo-ecológico*. Coimbra, Dissertação de Doutoramento apresentada à Faculdade de Letras da Universidade de Coimbra, 757 p.
- LOURENÇO, Luciano e LEMOS, Luís J. L. (2001) — «Considerações acerca da movimentação em massa ocorrida na vertente poente da Avª. Elíseo de Moura, em Coimbra». *Territorium*, Coimbra, 8, p. 93-108.
- 162 PEDROSA, António de Sousa (1991) — «Consequências de situações meteorológicas anormais. Breve reflexão». *Revista da Faculdade de Letras. Geografia*, Porto, 7, p. 41-55.
- PHLIPPONNEAU, Michel (1960) — *Géographie et Action. Introduction à la Géographie Appliquée*. Paris, Armand Colin, 227 p.
- REBELO, Fernando (1978) — «Os temporais de 25/26 de Fevereiro de 1978 no centro de Portugal». *Finisterra*, Lisboa, 13 (26), p. 244-253.

- REBELO, Fernando (1980) — «Condições de tempo favoráveis ocorrência de incêndios florestais. Análise de dados referentes a Julho e Agosto de 1975 na área de Coimbra». *Biblos*, Coimbra, 56, p. 653-673.
- REBELO, Fernando (1981) — «A acção humana como causa de desabamentos e deslizamentos». *Biblos*, Coimbra, 57, p. 629-644.
- REBELO, Fernando (1982) — «Considerações metodológicas sobre o estudo dos ravinamentos». *Comunicações*, II Colóquio Ibérico de Geografia, Lisboa, 1980, vol. I, p. 339-350.
- REBELO, Fernando (1986) — «Identificação de processos erosivos actuais na parte ocidental da Ilha de S. Miguel (Açores)». *Cadernos de Geografia*, Coimbra, 4, p. 121-139.
- REBELO, Fernando (1990) — «Geografia Física e Ambiente. Temas e Problemas. Alguns casos concretos escolhidos em Portugal». *Cadernos de Geografia*, Coimbra, 9, p. 85-95.
- REBELO, Fernando e ANDRÉ, José Nunes (1986) — «Sobre a evolução actual das dunas na área de S. Pedro de Moei (Distrito de Leiria)». *Actas*, IV Colóquio Ibérico de Geografia, Coimbra, 1986, p. 883-893.
- REBELO, Fernando, CUNHA, Lúcio e CORDEIRO, A. M. Rochette (1986) — «Sobre a origem e a evolução actual dos ravinamentos em calcários margosos na área de Condeixa». *Actas*, IV Colóquio Ibérico de Geografia, Coimbra, 1986, p. 875-881.
- REBELO, Fernando, RAPOSO e António Guilherme B. (1988) — «As inundações de 2 de Setembro de 1986 na Povoação e no Faial da Terra (S. Miguel — Açores)». *Cadernos de Geografia*, Coimbra, 7, p. 169-179.
- SANTOS, J. Gomes (1996) — *A Depressão Marginal. Elementos para a caracterização geomorfológica do sector Coimbra-Penela e análise de riscos de movimentos de terreno*. Dissertação de Mestrado apresentada à Faculdade de Letras da Universidade de Coimbra (policopiada), 214 p.
- SANTOS, J. Gomes (1997) — «Instabilidade de vertentes e riscos de movimentos de terreno. O exemplo da área Vila Seca — Lamas (a sul de Coimbra)». *Territorium*, Coimbra, 4, p. 79-98.
- TRICART, Jean (1965) - *Principes et Méthodes de la Géomorphologie*. Paris, Masson, 496 p.
- YOUNG, A. (1972) — *Slopes*. Edinburgh, Oliver and Boyd, 288 p.

(Página deixada propositadamente em branco)

## 3ª PARTE

### RISCOS HIDROLÓGICOS

#### I

#### GERAR E GERIR O RISCO DE INUNDAÇÃO — O CASO DA BACIA DO MONDEGO (\*)

##### I. QUADRO GEOGRÁFICO

No Centro e Norte de Portugal, mesmo para lá dos 40° de latitude, o clima pode muito bem considerar-se mediterrâneo. Encontram-se vinhas quase por todo o lado; em Braga, no coração do Minho, no Noroeste, são famosos os laranjais; os olivais dominam a paisagem rural de uma grande parte de Trás-os-Montes, no Nordeste; as amendoeiras crescem no vale do Douro, mesmo perto da fronteira, etc. (O. RIBEIRO, 1986).

Há, naturalmente, o problema da altitude. É o caso das montanhas do Noroeste, graníticas na sua maior parte, com os cumes escalonados entre os 500 (Monte de Santa Luzia, em Viana do Castelo, a 5 km do Oceano Atlântico — 552 m) e os 1500 m (Serra do Gerês: 1544 m), separados

165

(\*) Traduzido, adaptado e aumentado a partir de: REBELO, Fernando (1995) — «Hommes et érosion dans le centre et le nord du Portugal. Le cas du bassin du Mondego». *Territorium*, Coimbra, 2, p. 5-10.

por numerosos vales, geralmente de fractura, quase sempre com vertentes longas e abruptas (M. FEIO e R. S. BRITO, 1949). É o caso, também, das montanhas da Cordilheira Central, com a majestosa Serra da Estrela, granítica (S. DAVEAU, 1969 e 1971), a mais alta de Portugal (1993 m), ou outras, por vezes xistosas (L. LOURENÇO, 1996), com cimos arredondados, como a Serra da Lousa (1204 m), situada a 25 km de Coimbra. São, enfim, as montanhas centro-ocidentais e as montanhas isoladas acima da Meseta ou de outros planaltos do interior do país, que ultrapassam frequentemente os 1000 m (A. B. FERREIRA, 1978).

Sem dúvida que as espécies mediterrâneas não se encontram acima dos 700-900 m de altitude nessas regiões. Todavia, o efeito orográfico apenas faz descer os valores da temperatura e subir os da precipitação. Estes, como mostrou S. DAVEAU (1977), nos cumes da Serra do Gerês ultrapassam os 3500 mm anuais, enquanto os da Serra da Estrela, mais longe do Oceano, ultrapassam, apesar disso, os 2500 mm. A secura estival está sempre presente e podem-se ver incêndios de floresta nas montanhas do Centro (L. LOURENÇO, 1988 a) e do Norte de Portugal (aí incluído o Gerês). Acima dos 1500 m, além do andar florestal, nas moreias da Nave de Santo António, na Serra da Estrela, pudemos, ainda assim, observar um incêndio de Verão (25 de Agosto de 1992).

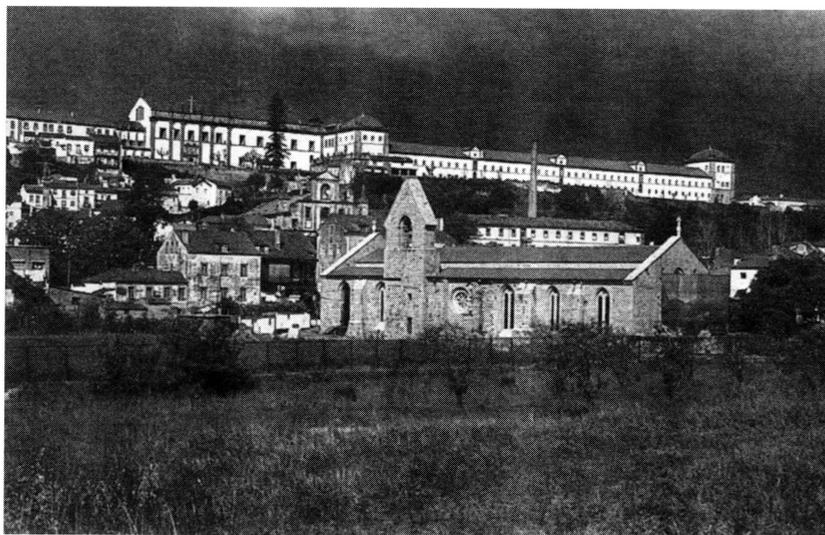
## 2. AUSÊNCIA DE VEGETAÇÃO E INUNDAÇÕES NA BACIA DO MONDEGO

As características mediterrâneas do clima facilitam o desaparecimento da vegetação em virtude do fogo durante os meses mais secos (F. REBELO, 1980; L. LOURENÇO, 1988 b). Esse fogo poderá ser natural, mas quase sempre é provocado pelo Homem. A ele acrescenta-se o abate das árvores tendo como finalidade a agricultura ou a indústria. Com os solos postos a nu, as grandes tempestades do fim do Verão ou do princípio do Outono<sup>2 3)</sup>, tal como as fortes chuvas do Inverno vão desencadear ou desenvolver uma cadeia de processos erosivos já bastante conhecida dos nossos antepas-

**As maiores quantidades de chuva por dia na região de Coimbra verificam-se geralmente entre Setembro e Janeiro (F. REBELO, 1967).**

sados, em especial, no caso do vale do Mondego, o maior dos rios inteiramente portugueses<sup>4</sup>).

Com efeito, no século XVII foi preciso construir um mosteiro (Santa Clara-a-Nova) no cimo da vertente da margem esquerda do Mondego, frente ao centro da cidade de Coimbra. Ele veio simplesmente substituir o do século XIV (Santa Clara-a-Velha), construído sobre a planície aluvial (Fot. 24) que tinha já sido invadido em permanência pelas águas e sedimentos depositados em função das cheias (A. F. MARTINS, 1940; F. REBELO e R DIAS, 1984)0.



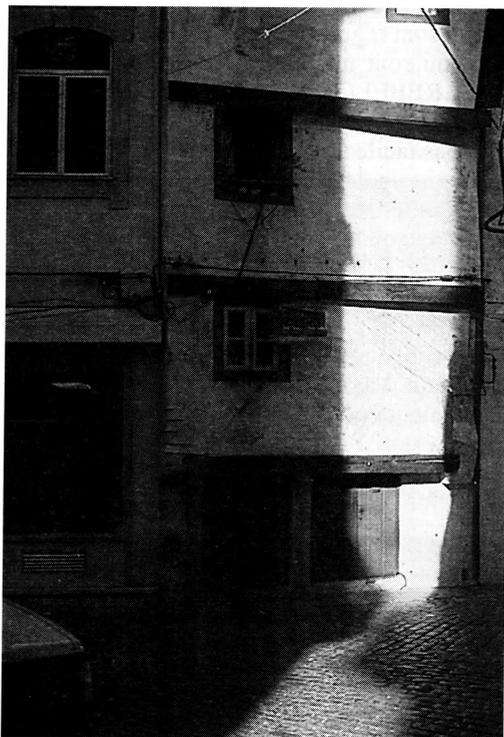
Fot. 24 - Coimbra (margem esquerda do Mondego) — os dois mosteiros de Santa Clara.

O A bacia do Mondego estende-se por uma superfície de 6670 Km<sup>2</sup>. O rio vem da Serra da Estrela, de 1547 m de altitude (Corgo das Mós) e tem a sua desembocadura na Figueira da Foz depois de 227 Km de percurso (Hidroprojecto, cit. por L. LOURENÇO, 1986).

0) A maior parte das grandes cheias ocorre em Janeiro, Fevereiro ou Março; uma das últimas grandes cheias foi em finais de Fevereiro de 1978 (F. REBELO, 1978). Todavia, as características torrenciais do rio permitem respostas muito rápidas às tempestades mais fortes e pequenas cheias podem verificar-se fora do Inverno, como serve de exemplo a de 7 de Dezembro de 2000.

Da mesma maneira, no centro da cidade, para entrar na igreja do Mosteiro de Santa Cruz, construída no século XII, na base da vertente da margem direita, era preciso, ainda no século XVI, subir quatro degraus. Há poucos anos, antes das obras de requalificação da Praça 8 de Maio, era preciso descer sete (A. F. MARTINS, 1940, p. 177). Mais afastada do leito ordinário do Mondego do que a de Santa Clara-a-Velha, ela sofreu também inundações com deposição de materiais transportados pelo rio.

Entre a igreja do Mosteiro de Santa Cruz e o leito ordinário do Mondego, hoje a correr rigidamente, em linha recta, entre diques de pedra, na área urbana, quase todas as ruas da «baixa velha» (a chamada *Baixinho*) eram frequentemente inundadas. Aí se encontram por vezes velhas casas com as portas muito pequenas; de facto, elas abrem-se para ruas que sofreram deposição de aluviões em tempo de cheias (Fot. 25).



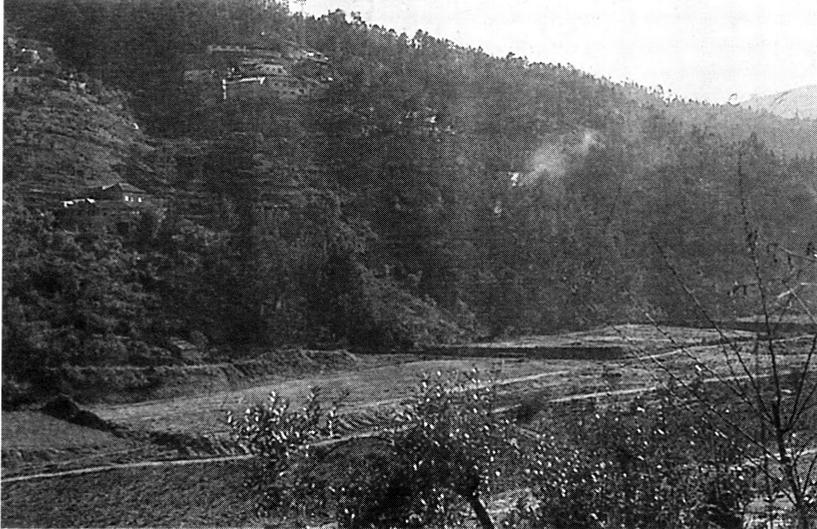
Fot. 25 - Coimbra (margem direita do Mondego)  
- casa antiga na «Baixinha».

Durante séculos, igrejas, casas isoladas, aldeias inteiras desapareceram enterradas na planície aluvial do Mondego. Para a maior parte, sem dúvida, tratou-se de uma consequência das cheias ligadas com os arroteamentos do século XIV e do abate das árvores para a construção dos navios dos Descobrimentos. Os homens tentaram resolver o problema da carga sólida do Mondego impondo leis restritivas aos arroteamentos nas vertentes para montante de Coimbra, isto é, para montante da planície aluvial, que começa quase ao lado da cidade e se estende uns 40 km até ao Oceano. Uma carta real de 22 de Setembro de 1464 (Rei D. Afonso V), escrita no terreno, em Tentúgal, então uma pequena aldeia situada a jusante de Coimbra, impunha, entre outras coisas, a proibição de queimadas entre Seia (na base da Serra da Estrela) e Coimbra, ao lado do Mondego, até uma distância de 5 km (A. F. MARTINS, 1940, p. 178-179). Hoje, as queimadas são interditas de Junho a Setembro por todo o lado.

No contacto directo com o rio, ao longo dos séculos, os homens quiseram criar obstáculos à propagação das cheias. Construíram muros transversais sobre os leitos de inundações a montante de Coimbra (Fots. 26 e 27), bem como diques em pedra ou em madeira, por vezes acompanhados pela plantação de árvores ou arbustos, para defender a cidade e as outras cidades e vilas a jusante.

### 3. OBRAS DE REGULARIZAÇÃO DOS LEITOS E DOS CAUDAIS

No passado, as mais importantes obras de defesa dos «campos do Mondego» (nome popular dado à planície aluvial de nível de base do Mondego) eram aquelas que resultaram dos estudos do engenheiro hidráulico Padre Estêvão Cabral. A partir dos seus estudos, começados em 1790, foram feitos, parcialmente, a rectificação e o endigamento do leito ordinário a jusante de Coimbra. No entanto, para o interior da bacia, Estêvão Cabral limitou-se a aconselhar que se fizessem culturas em terraços (A. F. MARTINS, 1940, p. 196). As obras foram desenvolvidas durante algumas dezenas de anos, mas muito depressa as grandes cheias criaram os problemas habituais. Um século e pouco mais tarde, em Janeiro de 1962, ainda pudemos ver pequenos barcos nas ruas mais estreitas da «baixa



**Fot. 26-** Mondego na travessia do Maciço Marginal de Coimbra (margem esquerda) - muros transversais em xisto construídos no leito de inundação.



**Fot. 27-** Mondego na travessia do Maciço Marginal de Coimbra (margem direita) - pormenor de um muro transversal em xisto construído sobre o leito de inundação.

velha», em Coimbra, enquanto sobre os terrenos de cultura dos «campos do Mondego» se depositavam toneladas de areias e cascalhos; na ponte de Santa Clara, em Coimbra, no dia 2 de Janeiro de 1962 registava-se um caudal de 2457 m<sup>3</sup>/s (L. LOURENÇO, 1989)<sup>(6)</sup>.

As recentes obras de regularização dos caudais do Mondego (Fig. 24) começaram, exactamente, nos anos 60 pelos estudos de localização de uma grande barragem a 40 km para montante de Coimbra (Aguieira); construída nos anos 70, serve hoje para a produção de electricidade e para o fornecimento de água, permitindo, ainda, a utilização turística e desportiva da albufeira, que se estende ao longo de 30 km no Mondego e 20 no Dão, seu afluente.

A barragem da Aguieira está integrada num plano de construção de seis barragens — cinco no Mondego (Assedasse, Celorico da Beira e Girabolhos, a montante da Aguieira, Raiva e açude-ponte de Coimbra, a jusante) e uma (Fronhas) no Alva, afluente vindo como ele da Serra da EstrelaO.

O Alva encontra-se já bem ordenado na sua bacia de recepção — quatro pequenas barragens hidroeléctricas fazem um pouco de correcção torrencial, já que permitem regularizar os caudais.

Para lá das barragens, os «campos do Mondego» são protegidos das cheias pela construção de diques que delimitam um canal, assemelhando-se a um leito ordinário algo meandrante. As «digações» da planície aluvial são, frequentemente, inundadas pelas águas das chuvas locais e terão de ser drenadas. As obras são muito complexas, seja para regularizar caudais, seja para drenar certos campos, seja ainda para regar outros. Com efeito, se por um lado se evita a catástrofe, por outro privam-se de água os aquíferos.

Estimavam-se os caudais do Mondego, em Coimbra, entre 1 e 3000 m<sup>3</sup>/s (A. F. MARTINS. 1940, p. 90). Na realidade, pelo menos uma vez, eles desceram até 0 m<sup>3</sup>/s — em 1976, nos meses deVerão, atravessava-se o leito a pé ou em viatura automóvel, mesmo em frente à cidade. A cheia secular prevista em estudos recentes apontam para um caudal de 3700 m<sup>3</sup>/s (Hidroprojecto, cit por L. LOURENÇO, 1986).

O O Alva nasce a 1651 m de altitude, na vertente Norte da Serra da Estrela e encontra o Mondego depois de ter percorrido 15 Km (L. LOURENÇO, 1989).

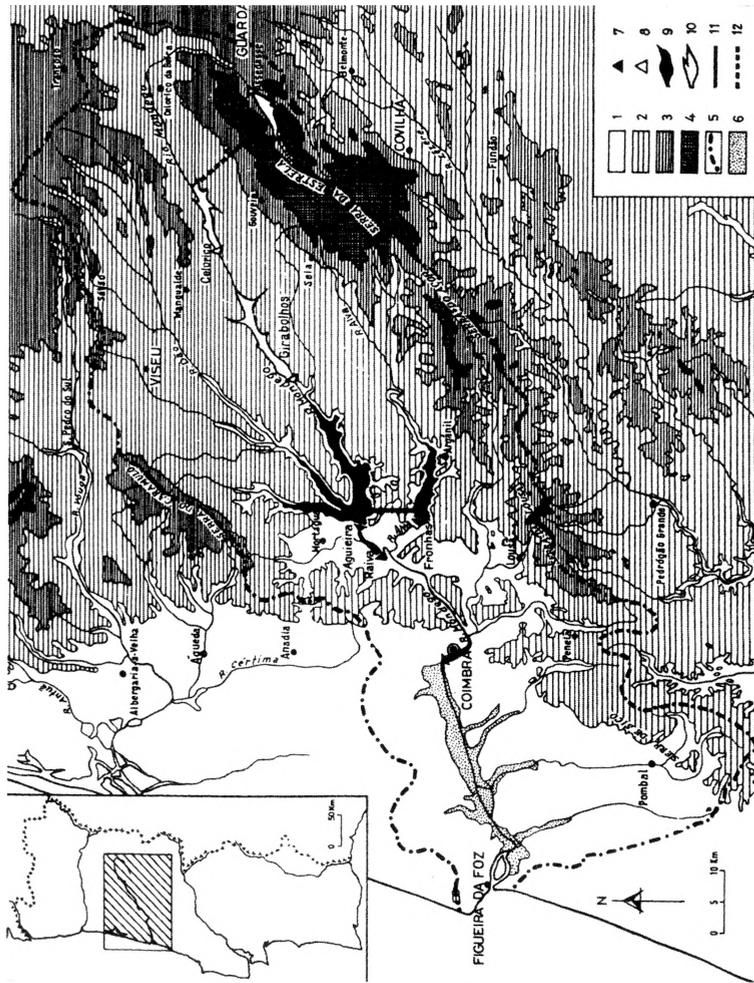


Fig. 24 - Bacia do Mondego e seu enquadramento (extraída de L. LOURENÇO, 1986, p. 46).

1 - altitudes inferiores a 200 m; 2 - altitudes entre 200 e 600 m; 3 - altitudes entre 600 e 1000 m; 4 - altitudes superiores a 1000 m; 5 - delimitação da bacia; 6 - "campos do Mondego"; 7 - barragens hidroeléctricas; 8 - barragens em projecto; 9 - albufeiras de barragens; 10 - albufeiras de barragens em projecto; 11 - túnel; 12 - túnel em projecto.

#### 4. A PROTECÇÃO DAS VERTENTES

Infelizmente, não é possível acabar com os incêndios florestais ou de mato, na sequência dos quais se produzem ravinamentos nas vertentes, em especial sobre as que são regularizadas por depósitos “wurmianos», ou se retomam ravinamentos «fossilizados» (F. REBELO, 1982 e 1991; F. REBELO *et al* 1986).

Também não é fácil evitar a degradação dos terraços agrícolas abandonados ou em vias de o serem, tanto sobre as vertentes, como nos talvegues onde os cursos de água foram, pelo homem, obrigados a passar.

As pequenas ribeiras da montanha fazem sempre o seu trabalho erosivo; de vez em quando, destroem os muros transversais colocados pelos agricultores para ganharem ou defenderem terrenos de cultura, ou pelos engenheiros para fazerem correcção torrencial.

Tudo isso estará na origem das grandes quantidades de materiais rochosos e de detritos vegetais que chegam ao rio principal que os transportará e os depositará em tempo de cheia. Daí que se pense que as barragens poderão ser rapidamente entulhadas.

Todos pudemos já observar a subida do fundo do leito do Mondego devido a achegos sólidos de pequena dimensão (argilas e areias) muito enriquecidos pelos materiais orgânicos que lhes dão uma cor escura, no caso do açude-ponte de Coimbra, pequena barragem construída nos anos 80, que serve de ponte no espaço urbano, a N da cidade. Terminadas as grandes cheias, mantém-se, todavia, o caudal mais importante de Inverno, de que uma parte passa sempre nas barragens da Agueira e da Raiva, tal como os caudais dos afluentes não regularizados, como o Ceira, que drena várias serras de xisto da Cordilheira Central (L. LOURENÇO, 1996)<sup>(8)</sup>.

<sup>(8)</sup> No dia 7 de Dezembro de 2000, após vários dias de chuva e na sequência de chuvas intensas provocadas pela passagem de uma ondulação frontal muito activa, confirmou-se que os “campos do Mondego» poderiam continuar a ser inundados com as águas dos rios, ribeiros e valas afluentes percorrendo digitações. Também o Rio Ceira transbordou criando problemas graves na povoação de Cabouco e na área de Ceira, perto da confluência com o Mondego. Quanto a este, pela primeira vez desde a construção da barragem da Agueira, transbordou em Coimbra, na margem esquerda (Choupalinho) — a uma distância de cerca de 40 km da Figueira da Foz e a uma altitude de perto de 20 m, não se poderá responsabilizar o estado do mar por estas inundações...

Os poderes públicos têm vindo a consciencializar-se destes problemas. O governo fez, mesmo, publicar legislação com vista a proteger vegetação e solos.

Não se trata somente de proibir as queimadas entre Junho e Setembro. Exige-se a autorização das Câmaras Municipais para todas as acções de destruição do coberto vegetal sem finalidade agrícola e para todas as acções de entulhamento ou escavamento conduzindo à modificação do relevo natural e das camadas de solos aráveis (Decreto-Lei 139/89, de 28 de Abril).

Do mesmo modo, os proprietários de espaços florestais percorridos por incêndios deverão fazer a sua reflorestação. A legislação dá-lhes indicações muito precisas (Decreto-Lei I 80/89, de 30 de Maio) — por exemplo, não poderão reflorestar mais de 100 ha de eucaliptos ou de pinheiros bravos sem os acompanhar com folhosas, especialmente ao longo dos cursos de água onde será necessária uma largura de pelo menos 25 m a partir do talvegue sobre cada uma das margens.

Por sua vez, a Portaria 528/89, de 11 de Junho, interdita a substituição dos sobreiros e das azinheiras, bem como a florestação dos solos de tipo A e B, os melhores para a agricultura. A mesma Portaria diz que as árvores de crescimento rápido não podem ser plantadas ou semeadas a menos de 20 m dos terrenos cultivados e a menos de 30 das nascentes, dos terrenos de culturas regadas, dos muros ou das casas. Estabelece também a interdição das técnicas de mobilização dos solos segundo as linhas de maior declive e dá regras para preparar os terraços agrícolas — por exemplo, deixar sempre uma largura de solo compreendida entre 5 e 10 m sem mobilização e não mobilizar o solo a menos de 30 m dos cursos de água principais.

Há, ainda, um Decreto-Lei (93/90, de 19 de Março) que cria a "Reserva Ecológica Nacional». Esta reserva diz respeito às áreas costeiras, de águas interiores, de infiltração máxima e, para o que nos interessa, das áreas marginais e das áreas de declives superiores a 30% onde não se podem fazer obras urbanísticas ou de infraestruturas nem qualquer destruição do coberto vegetal.

Podemo-nos perguntar se toda esta legislação é verdadeiramente respeitada. É muito difícil responder e é também difícil saber se ela é eficaz. Conhece-se legislação deste género desde o século xv; ao longo da

História, os Governos produziram legislação semelhante e determinaram punições para os contraventores. Onde estão os resultados?

No entanto, para a bacia do Mondego, o respeito por toda esta legislação é particularmente importante.

#### Referências Bibliográficas

- DAVEAU, Suzanne (1969) — «Structure et relief de la Serra da Estrela». *Finisterra*, Lisboa, 4 (7 e 8), p. 31-63 e 159-197.
- DAVEAU, Suzanne (1971) — «La glaciation de la Serra da Estrela». *Finisterra*, Lisboa, 6 (I I), p. 5-40.
- DAVEAU, Suzanne (1977) — *Répartition et Rythme des Précipitations au Portugal*. Lisboa, CEG, Memórias, 3, 192 p. + 2 mapas a cores.
- FEIO, Mariano e BRITO, Raquel Soeiro de (1949) — «Les vallées de fracture dans le modelé granitique portugais». *Comptes Rendus du Congrès International de Géographie de Lisbonne*, Lisbonne, UGI, Tome II, p. 254-262.
- FERREIRA, Antonio de Brum (1978) — *Planaltos e Montanhas do Norte da Beira*. Lisboa, CEG, 374 p. + I mapa fora de texto.
- LOURENÇO, Luciano (1986) — «Aproveitamento hidráulico do vale do Mondego». *Problemas do vale do Mondego*, Publicação do IV Colóquio Ibérico de Geografia (coord. por F. REBELO, L. LOURENÇO e M. MATOS), Coimbra, IEG, p. 45-59.
- LOURENÇO, Luciano (1988 a) — «Incêndios florestais entre Mondego e Zêzere no período de 1975 a 1985». *Cadernos de Geografia*, Coimbra, 7, p. 181-189.
- LOURENÇO, Luciano (1988 b) — «Tipos de tempo correspondentes aos grandes incêndios florestais ocorridos em 1986 no Centro de Portugal». *Finisterra*, Lisboa, 23 (46), p. 251-270.
- LOURENÇO, Luciano (1989) — *O Rio Alva — Hidrogeologia, Geomorfologia, Climatologia, Hidrologia*. Coimbra, IEG, 162 p.
- LOURENÇO, Luciano (1996) — *Serras de Xisto do Centro de Portugal. Contribuição para o seu conhecimento geomorfológico e geo-ecológico*. Coimbra, FLUC (policopiada), 757 p.
- MARTINS, Alfredo Fernandes (1940) — *O Esforço do Homem na Bacia do Mondego*. Coimbra, Edição do Autor, 299 p.
- REBELO, Fernando (1967) — «Vertentes do Dueça». *Boletim do Centro de Estudos Geográficos de Coimbra*, 3 (22 e 23), p. 155-237.

- REBELO, Fernando (1978) — «Os temporais de 25/26 de Fevereiro de 1978 no Centro de Portugal», in «Os temporais de Fevereiro/Março de 1978» (coord. S. DAVEAU). *Finisterra*, Lisboa I 3 (26), p. 244-253.
- REBELO, Fernando (1980) — «Condições de tempo favoráveis à ocorrência de incêndios florestais. Análise de dados referentes a Julho e Agosto de 1975 na área de Coimbra». *Biblos*, Coimbra, 56, p. 653-673.
- REBELO, Fernando (1982) — «Considerações metodológicas sobre o estudo dos ravinamentos. *Comunicações, II Colóquio Ibérico de Geografia, Lisboa I 980, Vol I*, p. 339-350.
- REBELO, Fernando (1991) — «Geografia Física e Riscos Naturais. Alguns exemplos de riscos geomorfológicos em vertentes e arribas no domínio mediterrâneo». *Biblos*, Coimbra, 67, p. 353-371.
- REBELO, Fernando e DIAS, Pedro (1984) — *Arte e Paisagem na Região de Turismo do Centro*. Coimbra, RTC, 131 p.
- REBELO, Fernando, CUNF1A, Lúcio e CORDEIRO, A. M. Rochette (1986) — «Sobre a origem e a evolução actual dos ravinamentos em calcários margosos na área de Condeixa». *Actas, IV Colóquio Ibérico de Geografia*, Coimbra 1986, p. 875-882.
- RIBEIRO, Orlando (1986) — *Portugal, o Mediterrâneo e o Atlântico*. Lisboa, Livraria Sá da Costa (4ª edição, revista e ampliada), 189 p.

#### Agradecimento

Agradecemos ao Professor Doutor Luciano Lourenço as informações que nos deu sobre a legislação referida.

## II

# MANIFESTAÇÃO DO RISCO DE INUNDAÇÃO RÁPIDA (FLASH FLOOD)

## II — A

### INUNDAÇÕES RÁPIDAS EM SÃO MIGUEL, AÇORES (1986) (\*)

#### I. CARACTERIZAÇÃO DAS PRECIPITAÇÕES

Em especial devido às chuvas intensas dos dias 14 e 15, o mês de Agosto de 1986 foi, para o Arquipélago dos Açores, nomeadamente para a Ilha de S. Miguel, bem mais pluvioso do que o habitual.

Com efeito, os dados publicados pelo Instituto Nacional de Meteorologia e Geofísica (INMG) nos seus *Boletins Meteorológicos* diários, mostram, para a nova estação meteorológica de Ponta Delgada (altitude: 71 m), valores tão altos como 90 mm, registados das 6 às 18 h do dia 14, e 41 mm, registados, depois, até às 6 h do dia 15, na sequência da passagem de uma ondulação frontal associada a uma depressão muito cavada. A análise das cartas sinópticas mostra, de início, uma certa semelhança com a situação descrita por D. B. FERREIRA (1981, p. 244-245), no âmbito dos tipos de tempo frescos e pluviosos de estação quente nos Açores.

177

No período 1931-1960, a média de precipitação para o mês de Agosto, em Ponta Delgada (antiga estação: 35 m), foi de 28,8 mm. Desta vez, porém, o total terá sido de 172,7 mm. A diferença de local, com a correspondente diferença de cota e de exposição, muito pouco poderá explicar para tão grande afastamento da média.

No final de Agosto pouco choveu. No entanto, verificava-se a existência de um anticiclone bem desenvolvido mais para N do que seria de esperar nessa época do ano. A massa de ar polar estava bloqueada a N dos Açores. A análise dos *Boletins Meteorológicos* desses dias permite concluir que ar frio polar terá, então, vindo injectar-se na massa de ar tropical através de um processo típico de formação de uma «gota fria». A primeira vista, pareceria uma simples situação de «tipo de tempo tempestuoso» (D. B. FERREIRA, 1981, p. 246). A sua evolução, todavia, leva-nos a considerá-la como uma depressão convectiva (D. B. FERREIRA, 1985, p. 41-42).

Às 18 h do dia 31 de Agosto a depressão tendia a estacionar sobre o Arquipélago. No dia 1 de Setembro, a pressão atmosférica baixara; à superfície, a depressão estava já bem definida e mantinha-se estacionária (Fig. 25). Na madrugada do dia 2, a chuva registou-se com uma intensidade inaudita. Tendo começado a chover já no dia 31 de Agosto, no Planalto dos Graminhais, que funciona como «fonte emissora» para as ribeiras da parte oriental da Ilha, a precipitação terá ultrapassado os 350 mm. Segundo informações recolhidas localmente, o udómetro das Furnas (altitude: 290 m) avariou quando totalizava 276 mm e o da Povoação tombou sob o peso da água. Infelizmente, de Ponta Delgada, só foram publicados os valores da precipitação nas horas seguintes — 25 mm das 6 às 12 h, 7 mm das 12 às 18 h e 20 mm das 18 às 24 h (*Boletim Meteorológico* do dia 3 de Setembro de 1986).

## 2. COMPORTAMENTO DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DA POVOAÇÃO E DO FAIAL DA TERRA

Toda a rede hidrográfica da caldeira de abatimento da Povoação («depressão-caldeira», segundo R. S. BRITO, 1955, ou «cratera de afundimento», segundo D. PAIVA, 1964) converge para uma forma única, terminal — o cone de dejeção sobre parte do qual assenta o centro

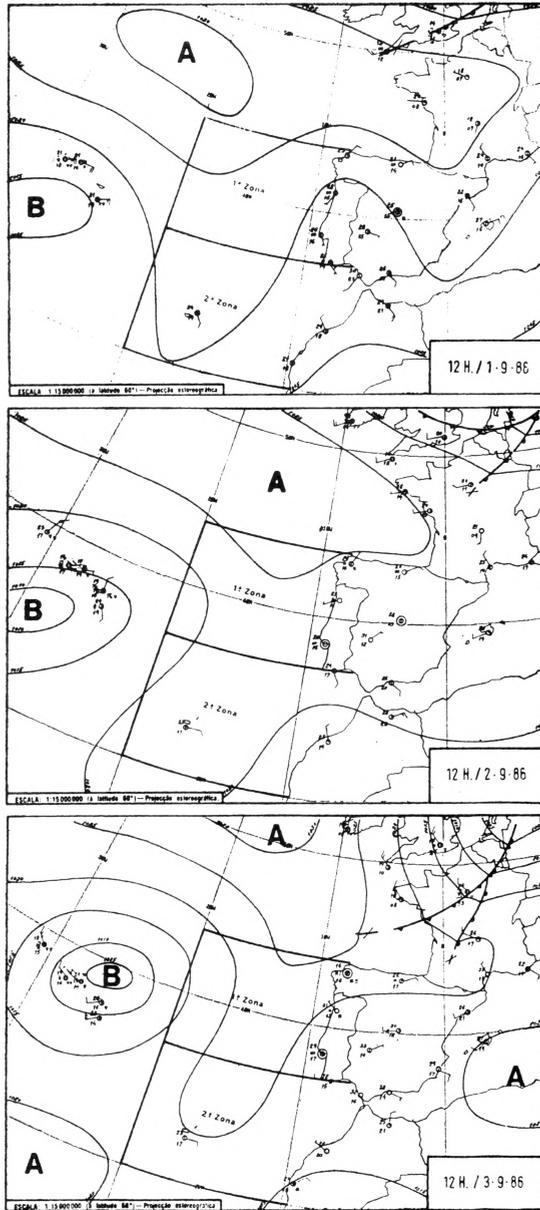


Fig. 25 - Situações sinópticas de superfície, às 12 h dos dias 1, 2 e 3 de Setembro de 1986, segundo os *Boletins Meteorológicos* diários do INMG.

urbano (Fig. 26). D. PAIVA (1964, p. 96) falava «no grande cone de dejecção ou planície aluvial de nível de base, resultante da convergência das ribeiras da Povoação, embutida na superfície do fundo da cratera, com paredes abruptas».

As ribeiras dos Lagos, do Purgar e da Lomba Grande juntam-se num só canal a montante da Povoação. A esse canal vão juntar-se, ainda, a do Poiso dos Pombos, a W, e a do Pé do Salto, a E.

Nas vertentes das diferentes bacias há casos de ravinamentos e de deslizamentos, em diversos estados de evolução, tal como na metade ocidental da Ilha (M. M. MARQUES e M. A. V. MADEIRA, 1977; F. REBELO, 1985). Nos finais de Agosto, o solo estava, sem dúvida, saturado. Nessas vertentes, particularmente nas da ribeira do Purgar, a mais importante das ribeiras que convergem para a Povoação, como já dizia J. M. CONSTÂNCIA (1960), e, em especial, na sua área de cabeceiras (Fot. 28), de preferência

180

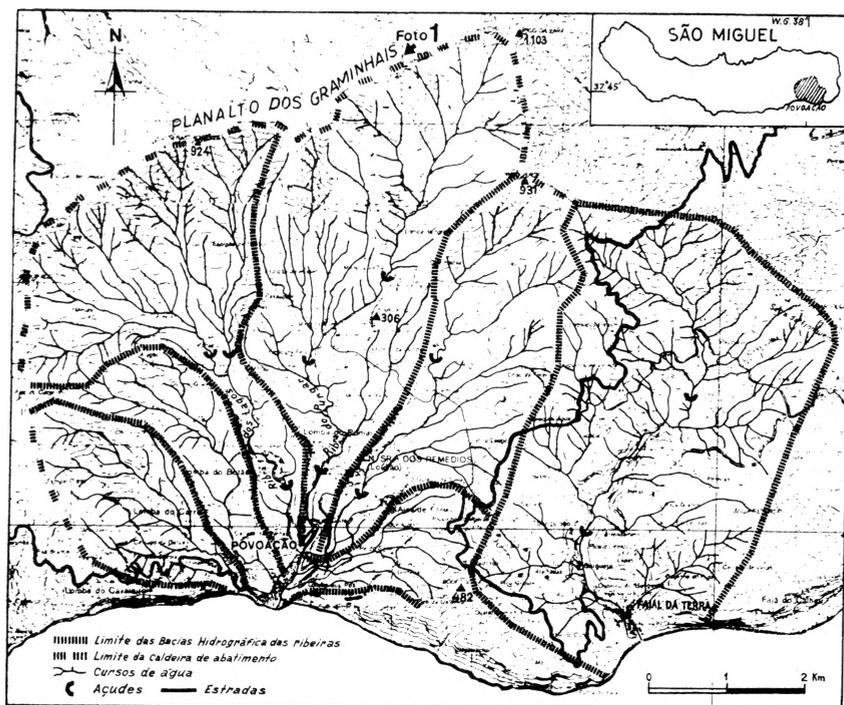


Fig. 26 - Bacias hidrográficas das ribeiras que convergem na Povoação e no Faial da Terra (adaptado de A. G. B. RAPOSO, 1987).



Fot. 28 - Movimentações em massa nas cabeceiras da ribeira do Purgar. Localização: Ver Fig. 26: Planalto dos Graminhais – Foto 1.

a partir de ravinamentos e (ou) deslizamentos, verificaram-se grandes movimentos de massa, com frentes de solifluxão, que foram enriquecer de lama, calhaus e blocos, mas também de «leiva», de musgão e de árvores (muitas criptomérias), os fortes caudais bruscamente formados.

O mesmo aconteceu na bacia hidrográfica do Faial da Terra (Fig. 26), mais pequena, mas com vertentes não menos abruptas.

### 3. CONSEQUÊNCIAS DAS CHEIAS

Pelas características dos seus sítios, Povoação e Faial da Terra foram os pontos mais afectados pelas inundações rápidas do dia 2 de Setembro de 1986 — dezenas de desalojados e prejuízos incalculáveis. Também lá tinha chovido durante toda a madrugada, intensamente, e cerca das 6 da manhã, durante uns 20 minutos verificou-se a catástrofe.

As ribeiras responderam com cheias quase imediatas, inundaram as estradas e percorreram muitas ruas das localidades em causa. A violência das águas, transportando uma massa considerável de carga sólida arrancou árvores, destruiu pontes, muros e, até, casas de habitação (Figs. 27 e 28; Fots. 29 a 33). Na Povoação, vários automóveis foram arrastados para o mar, tal como centenas de árvores. Nas partes mais baixas do Faial da Terra, as águas inundaram todas as casas chegando a atingir dois metros de altura.

Muitas das destruições foram provocadas pelos inúmeros troncos de árvores transportados em flutuação, velozmente, pelas águas lamacentas. O trabalho de sapa em margens côncavas de meandros ou de simples sinuosidades do curso das ribeiras foi grandemente intensificado pela actuação desse tipo de carga sólida. E de pouco terão valido os vários açudes dispersos pelas bacias hidrográficas (Fig. 26). Teriam sido necessárias algumas pequenas barragens, em especial, nas ribeiras de Purgar; dos Lagos e da Lomba Grande.

A velocidade das águas lamacentas foi, igualmente, responsável por modificações no desenho das sinuosidades; devidas ao avanço muito rápido em áreas mais frágeis, novas extensões de margens côncavas vieram a dar sequência às já existentes e, mesmo, a formar-se em áreas onde, anteriormente, estavam margens convexas. Dentro das áreas habitadas, algumas ruas transformaram-se, por isso, em leitos por onde a água circulava muito depressa.

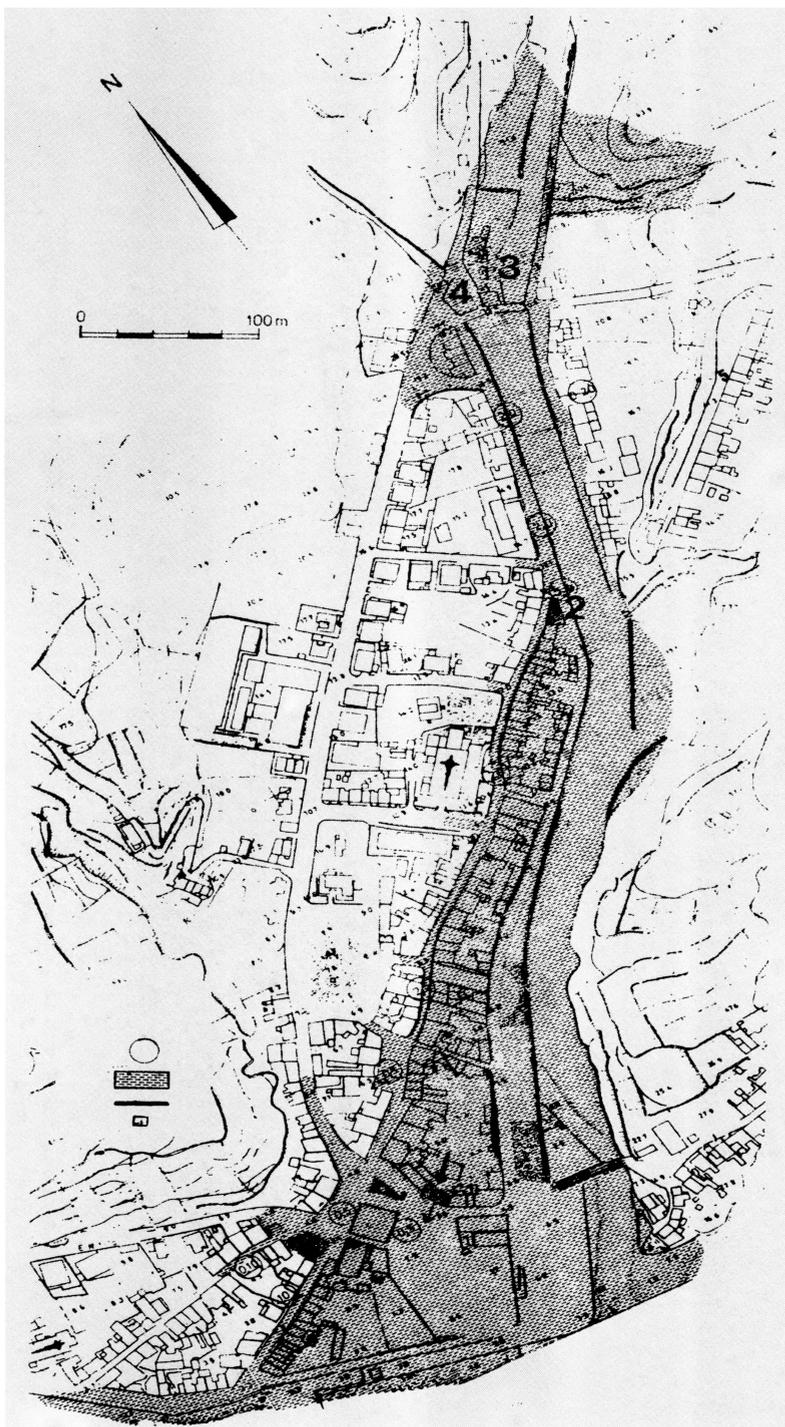
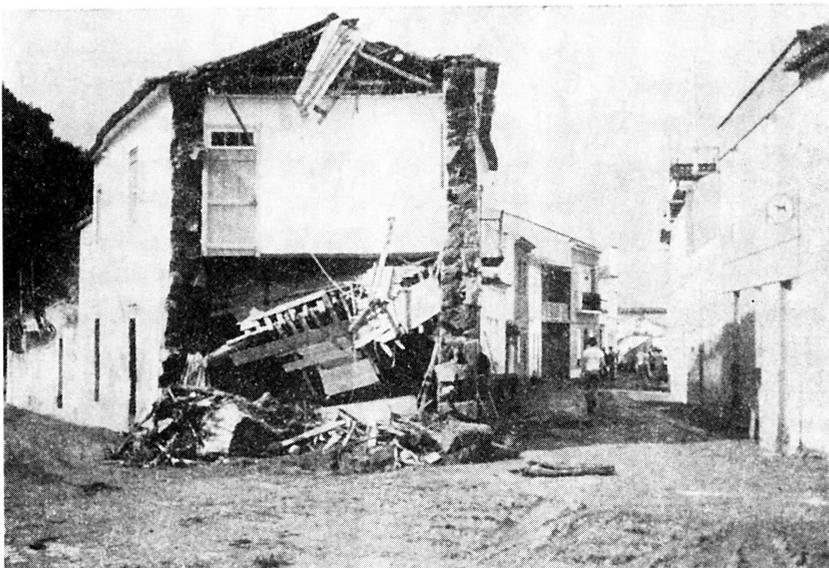


Fig. 27 - Áreas inundadas no dia 2 de Setembro de 1986 na Povoação (adaptado de A. G. B. RAPOSO, 1987).

Legenda: Dentro das circunferências indica-se a altura atingida pela água; a trama indica a extensão das inundações. Os traços negros mais grossos correspondem a muros destruídos e os números à localização das fotografias.



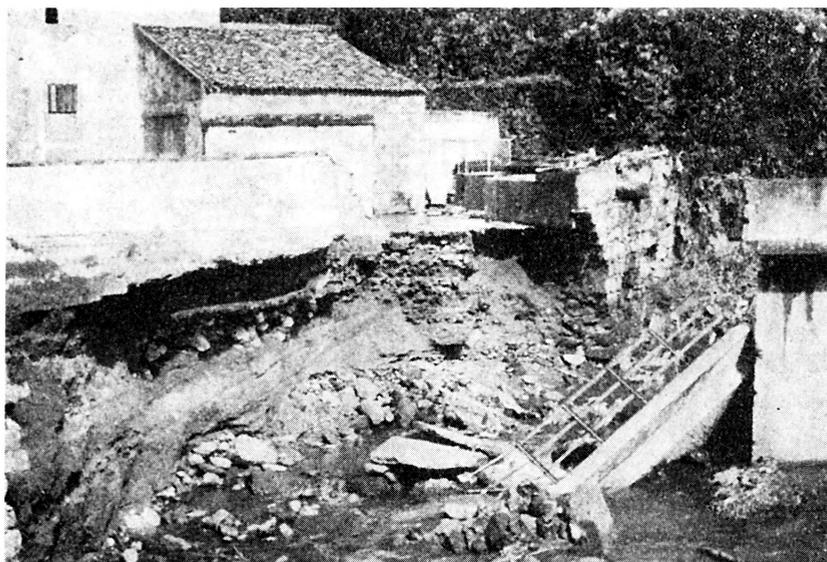
Fig. 28 - Áreas inundadas no dia 2 de Setembro de 1986 no Faial da Terra (adaptado de A. G. B. RAPOSO, 1987).  
Mesma legenda da figura anterior.



**Fot. 29 - Casa parcialmente destruída pelas águas na Povoação.**  
*Localização: Ver Fig. 27-2.*



**Fot. 30 - Conseqüências do trabalho de sapa das águas na margem direita da ribeira do Purgar (Povoação).**  
*Localização: Ver Fig. 27-3.*



**Fot. 31 - Conseqüências do trabalho de sapa das águas na margem direita da ribeira dos Lagos (Povoação).**  
*Localização: Ver Fig. 27-4.*



**Fot. 32 - Casa parcialmente destruída pelas águas no Faial da Terra (Rua dos Alamos).**  
*Localização: Ver Fig. 28-5.*



**Fot. 33 - Consequências do trabalho de sapa realizado pelas águas, em margem côncava, no Faial da Terra. A estrada desaparece pela acção das águas da cheia. Localização: Ver Fig. 28 - 6.**

Não foi a primeira vez que se verificaram inundações na Povoação e no Faial da Terra. Dissemos, então, que não seria a última. Efectivamente, com violência semelhante, elas repetiram-se dez anos depois (C. BATEIRA, J. RESENDES e F. REBELO, 1998). Espera-se que o conhecimento cada vez mais completo dos processos em presença permita aos técnicos uma resposta eficaz aos desafios colocados pelos mecanismos torrenciais do funcionamento das bacias hidrográficas relacionadas com o Planalto dos Graminhais.

#### Referências Bibliográficas

- BATEIRA, Carlos, RESENDES, João e REBELO, Fernando (1998) — «Escoamento torrencial e processos geomorfológicos na Bacia da Povoação (S. Miguel, Açores). As cheias de 14 de Dezembro de 1996». *Territorium*, Coimbra, 5, p. 5-24.**
- Boletins Meteorológicos diários. Lisboa, Instituto Nacional de Meteorologia e Geofísica, Agosto e Setembro. 1986.**

- BRITO, Raquel Soeiro de (1955) — *A Ilha de S. Miguel. Estudo geográfico*. Lisboa, CEG, 214 p.
- CONSTÂNCIA, João de Medeiros (1960) — «Quadro físico da Ilha de S. Miguel». *Boletim do Centro de Estudos Geográficos*, Coimbra, 2 (18), p. 121-139.
- FERREIRA, Denise Brum (1981) — «Les types de temps de saison chaude aux Açores». *Finisterra*, Lisboa, 16 (32), p. 231-260.
- FERREIRA, Denise Brum (1985) — «Les dépressions convectives du Bassin Atlantique subtropical oriental». *Finisterra*, Lisboa, 20 (39), p. 25-45.
- MARQUES, M. Monteiro e MADEIRA, M. A. Valeriano (1977) — «Aspectos gerais da defesa da paisagem na Ilha de S. Miguel (Açores)». *Anais do Instituto Superior de Agronomia*, Lisboa, 37, p. 137-152.
- Normais Climatológicas do Continente, Açores e Madeira correspondentes a 1931-1960, O Clima de Portugal*, I 3. Lisboa, Serviço Meteorológico Nacional, 207 p.
- PAIVA, Débora de (1964) — «O Vulcão da Povoação — Subsídios para o seu estudo morfológico». *Boletim do Centro de Estudos Geográficos*, Coimbra, 3 (20-21), p. 77-108.
- RAPOSO, António Guilherme Bettencourt (1987) — *O fenómeno das chuvas torrenciais de Setembro a Novembro e suas consequências. Povoação e Faial da Terra, I 1986*. Ponta Delgada, SRES (relatório inédito).
- RAPOSO, António Guilherme Bettencourt (1988) — «As chuvas torrenciais de Setembro a Novembro de 1986 e suas consequências na Povoação e no Faial da Terra». *Jornadas de Ambiente*, Angra do Heroísmo, Janeiro, 1988.
- REBELO, Fernando (1985) — «Identificação de processos erosivos actuais na parte ocidental da Ilha de S. Miguel (Açores)». *Cadernos de Geografia*, Coimbra, 4, p. 121-139.

## II — B

### INUNDAÇÕES RÁPIDAS NO SUL DE PORTUGAL (1997) (\*)

#### I. AS INUNDAÇÕES DE LISBOA AO FIM DA TARDE DE 18 DE OUTUBRO DE 1997

Quase desde as tristemente célebres inundações de 25 para 26 de Novembro de 1967 (I. AMARAL, 1968; F. REBELO, 1997) que não se via tanta água no interior da cidade de Lisboa. Um pouco por todo o lado, mas, em especial, na baixa da cidade, ao lado do Tejo, e, de modo mais intenso, no bairro de Alcântara, afectando uma área de pequeno comércio e de habitações da classe média, a água chegou a atingir 90 cm de altura em certos locais. Pela televisão, todo o país pôde ver casas inundadas e automóveis a serem deslocados pelos caudais lamacentos que se escoavam por ruas estreitas e declivosas.

As causas das inundações foram, antes de mais, as chuvas intensas do dia 18. Entre as 12 e as 18 h foram registados 85 mm de precipitação, valor muito próximo do máximo diário apresentado para o período 1931-1960 (87,5 mm) e não muito afastado do máximo diário registado já depois de 1960 em Lisboa/Aeroporto (109,4 mm).

Do ponto de vista sinóptico, verificava-se uma rápida evolução, para E, de uma depressão de gota fria em «cut-off-low», muito cavada, especialmente, ao nível do geopotencial de 500 hPa, com uma superfície frontal associada, com forte actividade convectiva e pluviogénica, principalmente, a NW da Península Ibérica e ao longo de uma célula

189

(\*) REBELO, Fernando e GANHO, Nuno (1998) — «As inundações do Outono de 1997 no Sul de Portugal». *Territorium, Coimbra*, 5, p. 25-30 (com ligeiras adaptações).

estreita e comprida, que atingiu a região de Lisboa, provinda de SW, e segundo o eixo da sua maior extensão.

A sondagem vertical às 12 h, em Lisboa, em situação pré-frontal, denunciava já uma espessa camada de ar muito húmido, entre os níveis de 1000 e de 700 hPa e uma situação de instabilidade absoluta (gradiente sobrediabático) até 850 hPa e condicional até um pouco acima de 250 hPa. Atendendo à forte humidade do ar até à média troposfera, a situação de instabilidade condicional traduzia-se, efectivamente, numa situação de instabilidade absoluta generalizada a quase toda a espessura da troposfera.

A fisionomia e o trajecto da célula de forte actividade convectiva, atingindo directamente a área de Lisboa e progredindo, ao longo da tarde, para ENE, entrando em área continental de maior atrito, poderá, em função das características termodinâmicas verticais da troposfera, ter contribuído para um espessamento da coluna de ar, intensificando, assim, localmente, na área de transição do substracto de trajecto da massa de ar de oceânico para continental, isto é, de menor para maior atrito (área de Lisboa), a convecção e os mecanismos pluviogénicos. A esta causa juntar-se-á o efeito de estrangulamento da célula convectiva no corredor formado pelas vertentes de ascendência (S. DAVEAU, in O. RIBEIRO *et al.*, 1988, fig. 68, p. 401) da Serra de Sintra, e seu prolongamento para NE, e da Serra da Arrábida, reforçando, localmente (área de Lisboa), por convergência na baixa troposfera, a convecção dinâmica. A montante de Lisboa, pelo contrário, a divergência fomentada pelas características morfológicas regionais e estabilização dos níveis de atrito superficial geral, contribuiram para uma atenuação da convecção e dos consequentes quantitativos pluviométricos.

Na área urbana, portanto, choveu muito em pouco tempo. Ora isso aconteceu, praticamente, à hora da maré alta (3,6 m às 16h56 m), sendo de crer que as águas do rio tenham subido ainda um pouco mais em função da forte actividade convectiva da massa de ar. Nas ruas próximas do Tejo, o escoamento não era fácil. Mas também muitas sargetas não funcionaram — Lisboa estava à época transformada num grande estaleiro, com muitas obras de construção civil, de abertura de túneis para o metropolitano, de pequenos esventramentos de ruas, tudo originando grandes quantidades de argilas, areias e calhaus que forneceram a carga sólida às torrentes que se formaram pelas ruas em direcção ao Tejo. Além

do mais, na área de Alcântara vem desaguar uma verdadeira torrente (Fot. 34), em grande parte urbanizada, canalizada por baixo da rua, que drena toda a parte ocidental de Lisboa; não é por acaso que muitas casas do bairro de Alcântara estão preparadas para enfrentar inundações de alguma importância (Fot. 35).

No entanto, os problemas poderão ter sido maiores por se ter verificado uma certa dificuldade na gestão da crise. Na verdade, a previsão meteorológica feita no dia anterior não assustava a região de Lisboa, já que se referia a «períodos de chuva, forte por vezes, no norte e no centro do país»... Lisboa era considerada, portanto, na periferia da área dos períodos de chuva forte; não seria caso para alerta. Tendo chovido muito e havendo muitas viaturas nas ruas por ser sábado à tarde, criaram-se diversas situações de bloqueio de difícil solução.

Infelizmente, ainda a cidade não estava refeita das inundações de 18 de Outubro e já tinha novas inundações no dia 20, que se repetiram a 2 de Novembro; nem foi precisa tanta chuva para os problemas em certos locais serem ainda mais graves.



Fot. 34 - Aspecto da parte terminal do canal de escoamento da torrente de Alcântara (Lisboa).



**Fot. 35 - Estabelecimento comercial minimamente protegido contra inundações de alguma importância numa rua de Alcântara (Lisboa).**

## 2. AS INUNDAÇÕES DE MONCHIQUE NA MADRUGADA DE 26 DE OUTUBRO DE 1997

As pessoas que viveram o temporal das duas para as duas e meia da manhã em Monchique dizem nunca terem ouvido e visto nada de semelhante — uma trovoada violentíssima, vento brutal, chuva como não havia memória. As inundações aconteceram, um pouco por todo o lado, nos rios e ribeiras; no centro urbano de Monchique, a água irrompeu por diversas casas, subindo, pelo menos numa delas, até ao primeiro andar donde jorrava pelas janelas e varandas levando consigo todo o recheio. Nas Caídas de Monchique, a uns escassos 3 km de distância, também a água entrou no edifício principal e levou consigo grande parte do equipamento de escritório. Na contabilidade dos prejuízos, salientaram-se 11 famílias sem alojamento, danos em 21 viaturas e dois automóveis levados na enxurrada (uma semana depois ainda não tinham sido encontrados). Perderam-se pontes e estradas e, na agricultura, as perdas não foram só de produtos agrícolas — em certos casos os solos desapareceram, noutros casos depositaram-se toneladas de lama com calhaus e materiais diversos por cima de campos agricultados.

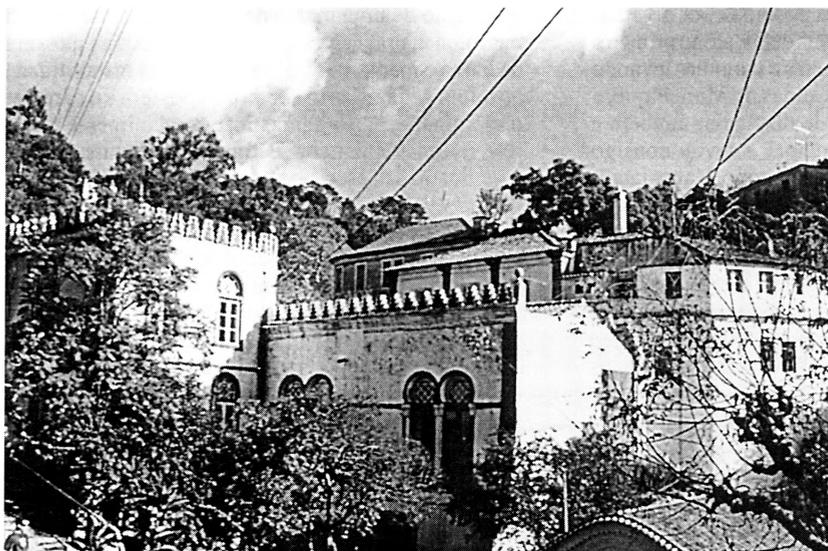
Disse-se na altura que tinham sido registados 274,7 mm em 4h30m. Embora a Serra de Monchique atinja 902 m de altitude, a cerca de 20 Km do mar, o posto das Caídas de Monchique situa-se apenas a 203 m e nas *Normais Climatológicas* mais utilizadas (1931/60) apresenta uma precipitação média annual de 1003,5 mm, com um máximo diário de 159 mm. Entre a meia-noite e as 6 h da manhã, em Faro não choveu e em Sagres apenas se registaram 9 mm de precipitação. Tratou-se, portanto, em Monchique, de um fenómeno muito localizado.

Do ponto de vista sinóptico verificava-se a influência do flanco SE de uma vasta depressão complexa que se estendia longitudinalmente no Atlântico, desde a Islândia até ao SW de Portugal continental, associada a um vasto vale planetário na corrente de altitude, em regime de circulação ondulatória. Após a passagem de uma linha de instabilidade de carácter frontal, no dia anterior com a máxima actividade convectiva e pluviogénica, às 0h sobre a Andaluzia, a invasão e instalação de uma massa de ar marítimo, de origem meridional, praticamente saturada em toda a espessura da baixa e média troposfera e com uma instabilidade absoluta generalizada a toda a troposfera, tal como o carácter disseminado, não organizado, e espacialmente muito restrito, das células convectivas pós-frontais, explicam o facto de ter sido muito localizado no espaço e restrito no tempo este episódio pluviométrico. A estrutura termodinâmica vertical da troposfera potencia a intervenção do relevo na intensificação local das células convectivas. Neste caso concreto, a intervenção das «vertentes com ascendência a barlavento», «com acção muito significativa» (S. DAVEAU, in RIBEIRO, O. et al., 1988, fig. 68, p. 401), da Serra de Monchique, explica a intensidade da precipitação.

A violência do temporal foi, sem dúvida, a base de todos os problemas. No entanto, não se pode esquecer que, dois anos antes, em 1995, Monchique foi o terceiro município na lista negra dos incêndios florestais em Portugal, com 4215,9 ha de floresta ardida. Não só faltavam as árvores protectoras, como os solos, muito provavelmente ainda hidrofóbicos, não permitiriam a infiltração. Por outro lado, que esperar do efeito de barragem das casas construídas sobre duas das ribeiras mais violentas? Lá estão as casas de dois pisos, relativamente recentes, no centro da vila (Fot. 36) e os já velhos edifícios das Caídas (Fot. 37) três quilómetros adiante, cortando perpendicularmente as linhas de água em que as instalaram. Os cursos de água foram canalizados por baixo delas e o resultado esteve à



**Fot. 36-** Casas do centro de Monchique, já recuperadas da inundação, mas mantidas no mesmo local, sobre o leito da ribeira.



**Fot. 37-** Casas do complexo das Caídas de Monchique, já recuperadas da inundação, mas mantidas no mesmo local, ou seja, sobre a confluência de duas linhas de água.

vista de todos — entulhamento das manilhas, barragem das águas, entrada das águas caudalosas por baixo ou por cima e saída pela frente com todo o recheio das respectivas casas.

### 3. AS INUNDAÇÕES MORTÍFERAS NO ALENTEJO AO FIM DA TARDE DE 5 DE NOVEMBRO DE 1997

Em poucas horas, pequenas ribeiras ou linhas de água de uma faixa de terras alentejanas, situadas desde a área de Aljezur (NW do Algarve), até à fronteira do Caia, transformaram-se em rios caudalosos, com muita lama e detritos que levavam tudo à sua frente — pontes, estradas, casas, automóveis e, infelizmente, algumas pessoas. Puderam contar-se 11 mortos, dispersos, ao longo da trajectória do temporal em território português; em Espanha foi mais elevado o número de perdas humanas — só num bairro de Badajoz verificaram-se 20 mortos. Em Portugal contabilizaram-se, ainda, 44 feridos e 80 famílias desalojadas.

Uma vez mais, a chuva intensa esteve na origem da catástrofe. Em Beja registaram-se 80 mm em 6 h (das 18 às 24) para um total de 111 mm em 24 h — os valores «normais» para o período 1931/60 eram de 549,7 mm de média anual e apenas 56,6 mm de máxima diária. Mas em Badajoz foram anunciados valores mais impressionantes — 140 mm só em uma hora e meia, já de madrugada.

Do ponto de vista sinóptico havia um campo depressionário complexo, com o núcleo principal sobre as Ilhas Britânicas e um núcleo secundário a SW de Portugal continental, em fase com um amplo vale planetário em altitude, em regime de circulação meridiana, embora muito rápida e com o *jet-polar* intenso, fortemente deslocado para Sul, encontrando-se o território do continente sob influência do flanco oriental do vale e das mais fortes velocidades das correntes contornantes. A este conjunto associava-se um sistema frontal de forte actividade evoluindo sobre a metade Sul da Península Ibérica, de SW para NW, no sentido da sua maior expressão longitudinal, com máxima intensidade convectiva sobre o Alentejo e a Andaluzia.

Em situação pré-frontal próxima, às 12 h, em Lisboa, observava-se uma massa de ar muito húmida e espessa, entre os 1000 e os 500 hPa, em

situação de instabilidade condicional, mas, efectivamente, atendendo à humidade do ar, correspondendo a uma instabilidade absoluta generalizada a quase toda a espessura da troposfera, isto é, até ao nível dos 250 hPa.

O carácter linear da área de máxima actividade convectiva da perturbação e o sentido do seu deslocamento, para além da sua heterogeneidade convectiva interna, justificam a concentração espacial da precipitação de forte intensidade, ao longo de um «corredor pluviométrico» passando sobre a região de Beja e evoluindo para a região de Badajoz, de consequências pluviogénicas fortemente atenuadas na periferia, como é o caso de Évora, por exemplo, onde os quantitativos recolhidos, no mesmo período, foram muito menos significativos — 25 mm das 18 às 0 h.

A evolução da perturbação para o interior foi acompanhada pelo recrudescimento da sua actividade convectiva e pluviogénica, uma vez que os quantitativos pluviométricos recolhidos em Badajoz, como vimos, ultrapassaram largamente os de Beja. Este recrudescimento da actividade convectiva, se, por um lado, se deve a causas dinâmicas, por outro, terá também a ver com o efeito acrescido da interacção da perturbação com o relevo regional, o que, todavia, com os dados disponíveis, se torna difícil de precisar.

Aparentemente, os declives fracos do Alentejo não seriam favoráveis a grandes velocidades de escoamento; no entanto, verificou-se uma rápida resposta dos pequenos cursos de água, em especial nas áreas de maiores declives, e a sua violência esteve também relacionada com a viscosidade. Na verdade, a água mobilizou elementos dos solos, muitas vezes sem protecção de coberto vegetal, fosse por causa de incêndios florestais ou de mato, particularmente no caso do município de Aljezur (situado no Algarve, mas confrontando com o Alentejo), em função dos referidos incêndios de 1995, fosse por causa dos trabalhos agrícolas, em especial no respeitante às vinhas onde, em regra, não se respeitam as curvas de nível, fosse, ainda, devido à secura dos terrenos agravada por plantações de eucaliptos. Pareceu-nos também que muitas barragens quase não funcionaram pelo simples motivo da perda de capacidade das suas albufeiras. Além disso, a construção de casas, de ruas e de pontes sobre leitos de inundações ou no interior da linha limite das cheias centenárias (Fot. 38) veio aumentar a vulnerabilidade em muitos locais. Num caso (Garvão), a impermeabilização de um curso de água, canalizado a céu



Fot. 38 - Ponte destruída em Albernoa.



Fot. 39 - Garvão. Casas danificadas pelas águas da cheia após a destruição das placas de cimento da margem esquerda da ribeira canalizada a céu aberto. Fotografia tirada de cima da ponte, ela própria também em parte destruída.

aberto no meio da povoação, terá contribuído para dar uma sensação de segurança; no entanto, devido ao rápido trabalho de sapa exercido sobre pontos com ligeiras fragilidades, acabou por agravar os prejuízos materiais (Fot. 39).

Grandes foram as dificuldades da gestão da crise — a forte dispersão dos problemas (mais de 250 km de extensão, por 20 a 30 km de largura) e a existência de uma população muito envelhecida, sem grandes forças para lutar, instalada em áreas de fraca densidade demográfica, estiveram na base de falta de apoio eficaz e em tempo útil para muitos casos.

#### Referências Bibliográficas

AMARAL, Ilídio do (1968) — «As inundações de 25/26 de Novembro de 1967 na região de Lisboa». *Finisterra*, Lisboa, 3 (5), p. 79-84.

*Boletins Meteorológicos* diários. Lisboa, Instituto de Meteorologia (Outubro e Novembro de 1997).

RIBEIRO, Orlando, LAUTENSACH, Hermann e DAVEAU, Suzanne (1988) — *Geografia de Portugal, II. O Ritmo Climático e a Paisagem*. Lisboa, Edições João Sá da Costa, Lda., p. 337-623.

REBELO, Fernando (1997) — «Risco e crise nas inundações rápidas em espaço urbano. Alguns exemplos portugueses analisados a diferentes escalas». *Territorium*, Coimbra, 4, p. 29-47.

#### Agradecimento

Agradecemos ao Dr. Bento Gonçalves as informações transmitidas sobre os incêndios de 1995 no Algarve.

### III

## QUANDO SE TORNA FÁCIL PREVER INUNDAÇÕES RÁPIDAS — DOIS EXEMPLOS EM CABO VERDE (\*)

Ao Professor Doutor Ilídio do Amaral,  
lembrando matérias em que foi pioneiro  
no nosso país

### I. UMA VISTA DE OLHOS SOBRE SITUAÇÕES PASSADAS

Na época em que Ilídio do Amaral fez a sua tese de doutoramento sobre a ilha de Santiago (I. AMARAL, 1964) não estava ainda na moda científica falar-se de riscos, em especial de riscos naturais. No entanto, basta uma leitura atenta do seu trabalho no que diz respeito às características climáticas do arquipélago de Cabo Verde para se concluir que era perfeita a sua percepção do risco de inundações rápidas, as chamadas *flash floods*. Isto é bem claro, por exemplo, quando escreve que «... num determinado mês o valor da precipitação pode variar do simples ao triplo, correndo as águas nos leitos normalmente secos, arrastando com a sua espantosa impetuosidade todos os obstáculos...», o que, é evidente, se deve ao «... facto de o arquipélago ser visitado durante a época das chuvas (Julho

199

(\*) REBELO, Fernando (1999) — «Riscos de inundação rápida em Cabo Verde. Apontamentos de observação numa breve visita à Praia e ao Mindelo». *Finisterra*, Lisboa, 34 (67-68), p. 47-55 (com ligeiras alterações).

a Outubro) por uma das massas de ar mais pluviogénicas que se conhecem (a monção do Atlântico Sul) ...» (p. 39). Além disso, essas inundações rápidas podem ser localizadas também no espaço, dado que «...uma queda de água pode molhar uma determinada área ou localidade, enquanto a área vizinha pode não receber uma única gota de água...» (p. 40).

Quanto à importância desse risco, também não ficam dúvidas, pois que, «como em todas as regiões tropicais, as chuvas são geralmente violentas, caem bruscamente, afectando, na maioria das vezes, áreas restritas» (p. 42). E partindo de situações de crise já estudadas, o Professor salientou (citando F. REIS CUNHA, 1960, p. 898) que «os valores máximos da precipitação em 24 h (...) são extraordinariamente elevados, ultrapassando 200 mm nos postos do litoral e 300 mm nos de altitude...» (p. 45), tal como apresentou um caso notável, o do ciclone de 5 a 7 de Setembro de 1962, exemplificando que as chuvas que o acompanhavam «encheram os leitos das ribeiras, cavaram barrancos nas estradas e destruíram diques e pontes lançados sobre muitas delas». No respeitante à Ilha do Fogo, diz que «parece que por toda a vertente ocidental da ilha não escapou a esta fúria um único dique, uma só ponte!» (p. 74).

O desenvolvimento desta temática não era habitual na época e Lídio do Amaral preocupou-se mais, portanto, com a explicação científica do fenómeno do que com as suas consequências. Por isso, mostrando «uma nova visão da Climatologia» ao fazer uma «entrada franca e bem conseguida nas perspectivas da Climatologia dinâmica» (F. REBELO, 1992), salientou «a posição relativa da CIT no correr do ano, porque a ela se associa uma massa de ar fortemente pluviogénica (ar tropical marítimo instável da monção de sudoeste) da qual o arquipélago recebe os aguaceiros da sua estação das águas'» (p. 50). E explicou, ainda, que «é erradamente que por vezes se chama a essa faixa, grosseiramente orientada E-O, 'frente intertropical', à maneira das zonas de descontinuidade entre massas de ar de características diferentes nas latitudes médias, porquanto, salvo intrusões polares excepcionais através do equador, não existem diferenças tão marcadas entre as massas de ar da convergência» (p. 50). A explicação da causa das principais chuvas de Cabo Verde ficou bem clara quando insistiu que «desde que a CIT corra sobre a área das ilhas, passam estas a ficar banhadas por uma massa de ar marítimo instável ( $T_m$ ) também chamado ar de monção, ou ar equatorial, emitido pela célula

anticiclónica do Atlântico Sul (Sta. Helena)». Citando A. LEÃO DINIZ (1955), especificou que «pela forte instabilidade convectiva da massa, a nebulosidade é elevada, com nuvens do tipo cumulonimbos de grande desenvolvimento vertical, alto-cúmulos e alto-estratos com bases a cerca de 3000 m. Destas nuvens caem os fortes aguaceiros que caracterizam a estação das chuvas em Cabo Verde» (p. 66). O exemplo de um mês muito chuvoso (Novembro de 1952), fica, todavia, abaixo daquilo que antes aparecia como possível — Cidade da Praia, 214,8 mm em 30 dias, com um máximo de 100,9 mm em 24 h (dia 16), máximo que se equipara a valores que, nas nossas cidades, já podem originar grandes prejuízos (N. GANHO, L. LOURENÇO e F. REBELO, 1992).

## 2. PERCEPÇÃO DO RISCO E VULNERABILIDADE

Entre 22 e 27 de Junho de 1999, a estação das chuvas ainda não tinha começado em Cabo Verde. A temperatura rondava os 25°C tanto na Praia como no Mindelo. E sopravam os alíseos. Alguns chuviscos na Ilha de Santiago tinham desencadeado o aparecimento de gramíneas em certas vertentes; o verde era a cor que a pouco e pouco se começava a instalar nas terras altas e as pessoas falavam com esperança nas chuvas que mais dia menos dia lhes permitiriam fazer uma boa colheita de milho. Aliás, as nuvens, ao longe, eram ameaçadoras e, sobre a capital, o sol era de vez em quando ofuscado por algumas. Em São Vicente, pelo contrário, nem as raras nuvens eram ameaçadoras, nem ninguém parecia sonhar com chuva; dizia-se que o clima tinha mudado e que agora já não chovia. Na Praia, todavia, também se tinha a consciência de que, como às vezes era possível ver chover no mar, sem a chuva cair na terra, as nuvens à vista não significavam obrigatoriamente chuva para breve.

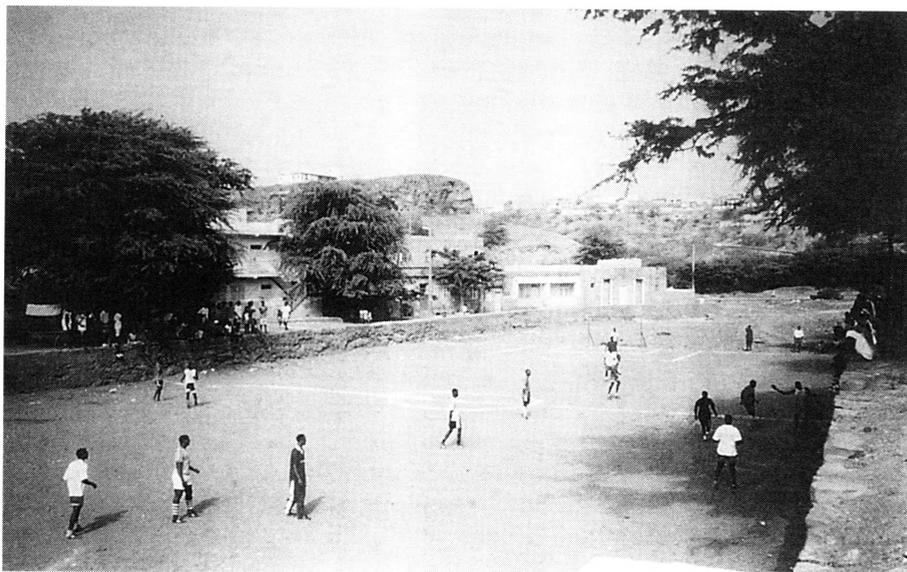
O risco de ocorrência de chuvas intensas (*hazard*) existe, como vimos, nas ilhas de Cabo Verde. Será maior na Praia (Ilha de Santiago) do que no Mindelo (Ilha de São Vicente), antes de mais por uma questão de latitude, mas também devido às maiores altitudes atingidas em Santiago.

O risco de inundações rápidas (*risk*), resultante da soma (ou, talvez melhor, da multiplicação) do risco de ocorrência de chuvas intensas (*hazard*), agravado, por certas características dos vales, com a *vulnerabilidade*

(F. REBELO, 1999), não se nos afigurou que se pudesse diferenciar muito. No entanto, pelo que nos pareceu, falando com as pessoas, a percepção do risco é maior na Praia do que no Mindelo; por isso, as vulnerabilidades são indubitavelmente maiores nesta última cidade.

Os leitos das ribeiras que desaguam nas duas cidades estavam secos. Na Praia, o velho encanamento da ribeira mais importante era respeitado na sua secção terminal sendo apenas utilizado como campo de jogos (Fots. 40 e 41); remontando-se um pouco para os limites urbanos, porém, as vulnerabilidades revestiam a forma de abundância de blocos, calhaus e lixo no leito da ribeira principal, tal como de falhas graves no encanamento, propiciando o transbordar das águas de uma eventual cheia (Fot. 42). Mais para montante, a vulnerabilidade correspondia à existência de algumas habitações recentes e pouco cuidadas no próprio talvegue ou muito perto dele (Fot. 43); tudo em situação semelhante à que se verificava em certas aldeias alentejanas quando, no Outono de 1997, ocorreram as referidas inundações rápidas de consequências mortais (F. REBELO e N. GANHO, 1998; cfr. capítulo anterior). O remeximento de materiais nas vertentes e a construção em condições precárias sobre as mesmas podem considerar-se, igualmente, vulnerabilidades importantes, dado que, em situação de chuvas intensas, os deslizamentos podem ocorrer e arrastar casas, com pessoas e bens. Estes deslizamentos vão aumentar a carga sólida das ribeiras e tornar as inundações ainda mais violentas.

No Mindelo pareceu-nos bem mais grave a situação no que respeita às vulnerabilidades. O facto de não chover significativamente há muito tempo (houve quem falasse em «muitos anos») levou a que os diques de correcção torrencial existentes a montante da cidade se apresentassem desactivados — o seu entulhamento era quase total e as casas, situadas já no limite urbano, cresceram a jusante dos últimos, em pleno talvegue da ribeira principal (Fots. 44 e 45). Além disso, vimos ruas e muros atravessando o seu leito (Fot. 46) e, mesmo no centro da cidade, havia casas, acabadas de construir ou ainda em construção, sobre leitos de ribeiras. Em caso de inundação rápida, estes leitos, pelo facto de se terem tornado muito estreitos, às vezes apenas ruas, irão originar maior velocidade aos caudais aumentando os prejuízos. Campos de jogos também se podem encontrar em partes de leitos secos (Fot. 47), mas não apresentam nem a continuidade, nem a definição dos existentes na Praia.



Fot. 40 - *Praia* - aproveitamento de leito de ribeira para campo de futebol, com muro-dique de pequenas dimensões.



Fot. 41- *Praia* - aproveitamento de leito de ribeira para campo de futebol, com muro-dique profundo.



Fot. 42 - *Praia* — leito de ribeira com blocos, calhaus e lixo com muro-dique semi-destruído



Fot. 43 - *Praia* - limite urbano em talvegue de ribeira.



**Fot. 44 - Mindelo - mini-barragem de correção torrencial semi-entulhada.**



**Fot. 45 - Mindelo - mini-barragem de correção torrencial entulhada e casas construídas no talvegue da ribeira.**



Fot. 46 - *Mindelo* — leito de ribeira cortado para jusante por muro e casas.



Fot. 47- *Mindelo* - campo de jogos em leito de ribeira delimitado por muro-dique de pequenas dimensões.

### 3. EM JEITO DE CONCLUSÃO

Alguns anos depois de apresentar a sua tese de doutoramento, o Professor Ilídio do Amaral teve ocasião de observar os efeitos das inundações rápidas que se verificaram na noite de 25 para 26 de Novembro de 1967 em toda a área de Lisboa. Foi pioneiro em Portugal no estudo de crises deste tipo, tendo ficado célebre o trabalho, já várias vezes referenciado neste livro, que então publicou, explicando o fenómeno ocorrido e salientando as suas consequências (I. AMARAL, 1968); como temos referido, frequentemente, o número de mortos terá ultrapassado os 500 (F. REBELO, 1997), embora não tenha chegado aos 700 que se apontam em *As calamidades*, separata publicada em 1998 pelo Semanário *Expresso* a propósito da comemoração dos seus 25 anos de existência (F. REBELO, 2000).

Não parece possível que uma tal catástrofe aconteça na Praia, onde, apesar de tudo, vai havendo espaço para as águas se escoarem depressa provocando, embora, alguns prejuízos resultantes de um transbordamento fácil em certos locais e de, mesmo sem transbordamento, poderem invadir ou destruir algumas construções noutros locais. O transbordamento é, todavia, possível. Dependerá, naturalmente, da quantidade de água em causa e a verificar-se criará graves problemas em plena área urbana. É fácil imaginar situações semelhantes às que se têm verificado na Povoação, na Ilha de S. Miguel, nos Açores (F. REBELO e A. G. RAPOSO, 1988, cfr., atrás, o capítulo II-A, e C. BATEIRA, J. RESENDES e F. REBELO, 1998), embora, logicamente, com muito menos troncos de árvores em suspensão, atendendo ao grau de aridez da paisagem caboverdeana.

Mesmo no Mindelo, onde a percepção do risco não é fácil de encontrar nas pessoas que, com as suas casas, ocupam leitos de ribeiras, também não é previsível uma tragédia daquelas proporções; mas já é possível prever problemas sérios se por acaso uma chuvada intensa fizer funcionar de repente as principais ribeiras. Aqui haverá, sem dúvida, muitas casas violentamente invadidas pelas águas, algumas das quais, pela sua fragilidade, não conseguirão resistir à destruição. O número de vítimas ficará, como tem acontecido noutros casos, dependente da hora a que ocorrer a inundação.

- AMARAL, Ilídio do (1964) — *Santiago de Cabo Verde. A Terra e os Homens*. Memórias da Junta de Investigações do Ultramar, 48, Lisboa, 444 p.
- AMARAL, Ilídio do (1968) — «As inundações de 25/26 de Novembro de 1967 na região de Lisboa». *Finisterra*, Lisboa, 3 (5), p. 79-84.
- As Calamidades*. Lisboa, Expresso, 25 anos — Momentos Inesquecíveis, 1998, 58 p.
- BATEIRA, Carlos, RESENDES, João e REBELO, Fernando (1998) — «Escoamento torrencial e processos geomorfológicos na Bacia da Povoação (S. Miguel, Açores). As cheias de 14 de Dezembro de 1996». *Territorium*, Coimbra, 5, p. 5-24.
- CUNHA, F. Reis (1960) — «A variabilidade da precipitação na Ilha de Santiago (Cabo Verde)». *Garcia de Orta*, Lisboa, 8 (4), p. 887-899.
- DINIZ, A. Leão (1955) — *Condições meteorológicas na rota Lisboa - Ilha do Sal - Recife - Rio de Janeiro*. Lisboa, TAR Publicação Técnica, 30, Estudo V, 92 p. (polie.)
- GANHO, Nuno, LOURENÇO, Luciano e REBELO, Fernando (1992) — «Importância da Climatologia e da Geomorfologia no Planeamento Urbano. Análise de um caso concreto na parte oriental da cidade de Coimbra». *Cadernos de Geografia*, Coimbra, 11, p. 75-85.
- REBELO, Fernando (1992) — «A Geografia Física em Portugal no séc. XX». *História e desenvolvimento da Ciência em Portugal no séc. XX*. Publicações do II Centenário da Academia das Ciências de Lisboa, Vol. III, p. 1553-1585.
- REBELO, Fernando (1997) — «Risco e crise nas inundações rápidas em espaço urbano. Alguns exemplos portugueses analisados a diferentes escalas». *Territorium*, Coimbra, 4, p. 29-47.
- REBELO, Fernando (1999) — «A teoria do risco analisada sob uma perspectiva geográfica». *Cadernos de Geografia*, Coimbra, 18, p. 3-13.
- REBELO, Fernando (2000) — «As principais manifestações de crises em Portugal entre 1973 e 1998». *Territorium*, Coimbra, 7, p. 65-66.
- REBELO, Fernando e GANHO, Nuno (1998) — «As inundações do Outono de 1997 no Sul de Portugal». *Territorium*, Coimbra, 5, p. 25-30.
- REBELO, Fernando e RAPOSO, António Guilherme (1988) — «As inundações de 2 de Setembro de 1986 na Povoação e no Faial da Terra (S. Miguel, Açores)». *Cadernos de Geografia*, Coimbra, 7, p. 169-179.

## IV

### TEORIA DO RISCO E INUNDAÇÕES RÁPIDAS (\*)

A análise do risco de inundação rápida no interior das cidades é, indubitavelmente, uma das grandes preocupações do planeamento urbano. Para que seja desenvolvida com eficácia, essa análise deverá ter em conta não só as características naturais das áreas em estudo (características climáticas e hidrológicas, relacionando-se estas com as biogeográficas, morfológicas e geológicas), mas também as características da sua ocupação humana. Uma e outras, por vezes, interpenetram-se não se revelando sempre claramente separáveis.

Tal como no estudo de um qualquer outro risco, por exemplo, pensando particularmente no nosso país, no risco dos incêndios florestais (F. REBELO, 1995 a), também aqui é importante conhecer casos concretos da sua manifestação, que, do mesmo modo, se apresentam a escalas muito diversas. Por um lado, podem tirar-se lições de interesse para que, numa eventual repetição dos acontecimentos, se processem de modo mais eficiente as ajudas da Protecção Civil, seja em termos de alerta, ao nível dos primeiros sinais de perigo, seja em termos de socorro, no momento da crise; por outro lado, podem entender-se melhor as características dos elementos actuantes ao nível dos riscos, no sentido de fazer um trabalho eficaz de prevenção e de dar elementos fundamentais ao planeamento para, na medida do possível, se reduzirem as vulnerabilidades (L. FAUGERES, 1990; R BLAIKIE et al, 1994).

209

(\*) Adaptado de: REBELO, Fernando (1997) — «Risco e crise nas inundações rápidas em espaço urbano. Alguns exemplos portugueses analisados a diferentes escalas». *Territorium*, Coimbra, 4, p. 29-47.

Esses momentos difíceis do desenvolvimento das crises são o tempo de actuação da Protecção Civil, mas têm sido também o tempo de análise e reflexão dos geógrafos que se prolonga para além delas no estudo científico do acontecido. Hoje, com outras designações e com outros modelos (Quadro III) faz-se, no fundo, o que sempre se fez. Por isso, facilmente se conclui que a análise do risco, neste caso, climático-hidro-lógico, para uma qualquer área em estudo, baseando-se, embora, em conhecimentos mais ou menos teóricos, só ganha força quando há casos concretos de manifestação de crises.

QUADRO III — TEORIA DO RISCO (\*)

	Conceptualização	Socialização	
Sequência			
RISCO	Sistema de processos	ANÁLISE DO RISCO	PROTECÇÃO CIVIL e PLANEAMENTO
PERIGO	Percepção Reacções	AVALIAÇÃO DO PERIGO	PROTECÇÃO CIVIL
CRISE	Manifestação	GESTÃO DA CRISE	PROTECÇÃO CIVIL

(\*) Resumo elaborado a partir do modelo de L. FAUGÉRES (1990).

## I. RISCO CLIMÁTICO E RISCO HIDROLÓGICO

### I.I. Chuvas intensas

210 Ao pensarmos em inundações rápidas (*flash floods*) temos de considerar, antes de mais, do ponto de vista natural, o risco climático. As inundações rápidas ligam-se quase sempre com a ocorrência de chuvas intensas, habituais sob certos tipos de climas e particularmente importantes em certas regiões.

Bem nossos conhecidos, pelas suas consequências, são os episódios de chuvas intensas nos países de clima temperado mediterrâneo. Lembramo-nos, facilmente, de situações de crise vividas na Itália (Orba), na França (Nîmes, Vaison La Romaine), na Espanha (Biescas), em Portugal (Lisboa,

Funchal, Povoação). Algumas destas catástrofes ficaram célebres ou pelas quantidades de precipitação registada (Orba, na Sicília, com 554 mm em 8 h, num dia de Agosto de 1933 — Ch. PÉGUY, 1970), ou pelo número de mortos ocasionado (mais de 500 em Lisboa, de 25 para 26 de Novembro de 1967)<sup>(9)</sup>.

Igualmente conhecidos são os casos das chuvas intensas em climas tropicais, seja na sequência de ciclones, seja na sequência daquilo a que muitas vezes se chama a «chegada da monção». No nosso país, são geralmente objecto de grandes reportagens mediáticas os ciclones tropicais das Caraíbas («furacões»), em especial quando afectam cidades dos Estados Unidos, ou os do Sul da China («tufões»), em especial quando inundam as áreas urbanas de Hong Kong ou de Macau.

Menos conhecidos do grande público são os casos ocorridos sob climas tropicais quando da passagem de frentes muito activas. Mesmo assim, uma vez por outra, os nossos jornais noticiam inundações em Luanda ou no Rio de Janeiro, pelo menos quando elas conduzem à tragédia por desencadarem processos geomorfológicos de características catastróficas nas vertentes (caso dos 250 mortos no Rio de Janeiro a 10 de Fevereiro de 1988; este caso, como outros, até mais mortíferos, é referido por M. F. THOMAS, 1994, segundo I. AMARAL, 2000, p.17).

Ainda menos nossos conhecidos são os casos de climas temperados de características continentais, marítimas ou de transição, onde, embora globalmente mais raras, as inundações rápidas em espaço urbano podem ser importantes. No entanto, e embora não possam chamar-se catastróficas, as inundações de verão acontecem em cidades até bem próximas de nós, como foi o caso de Madrid em 24 de Junho de 1995 (M. A. A. COCA e F. F. GARCIA, 1996).

<sup>(9)</sup> Os números oficiais situaram-se por volta dos 360 mortos. Oito dias depois da tragédia, quando já não eram indicados mais números, ainda tivemos a triste oportunidade de ver desenterrar cadáveres da lama na Praça de Algés; além disso, foi do conhecimento público que vários automóveis com pessoas foram levados para o Tejo ou mesmo directamente para o mar. Quando, como muitas vezes acontece, se fala em 400 mortos, trata-se de uma estimativa que, quanto a nós, peca por defeito. Quando, na época, se chegou a falar de 600, talvez se estivesse a pecar por excesso. A *Encyclopédie Larousse de la Nature* indica «457 vítimas» (E. V. NOVA, 1996). Um número ligeiramente acima dos 500 parece-nos mais razoável para o que vimos depois de encerradas as contagens oficiais.

Em todas estas situações há um ponto comum — a ocorrência de chuvas intensas, isto é, de muita precipitação em pouco tempo (Quadro IV). E as chuvas intensas são nitidamente um risco climático, maior ou menor consoante o tipo de clima, risco que se relaciona com a frequência da passagem de importantes depressões ou perturbações frontais. No entanto, e porque quando se fala em clima não se podem negligenciar os factores climáticos, para o mesmo tipo de clima, o risco das chuvas intensas será maior se se verificarem algumas características fisiográficas regionais ou locais susceptíveis de acrescentarem efeitos de ascendência orográfica (Quadro V).

QUADRO IV — ALGUNS EXEMPLOS DE CHUVAS MUITO INTENSAS

Dia	Local	Quantidade	Duração	Média horária
29.1.1911	Porto-Bello (Panamá)	62 mm	3 m	(1200 mm/h)
29.1.1911	Oklahoma (E.U.A.)	106 mm	5 m	(1200 mm/h)
27.02.1939	Ambre (Madagáscar)	318 mm	1 h 10 m	260 mm/h
20.03.1868	Moligt-Les-Bains (F)	313 mm	1 h 30 m	209 mm/h
21.10.1892	Marselha (F)	210 mm	3 h 50 m	55 mm/h
?08.1933	Orba (Sicília, It.)	554 mm	8 h	69 mm/h

Fonte: Ch. PÉGUY (1970).

QUADRO V — ALGUNS EXEMPLOS DE MÁXIMOS DE PRECIPITAÇÃO EM 24 H  
SOB CLIMA MEDITERRÂNEO DE ALTITUDE

Dia	Local	Quantidade
? 10.1940	Haut Vallespir (F)	> 1000 mm
30.10.1963	Mont-Aigoual (F)	608 mm
24.02.1924	Mont-Aigoual (F)	520 mm
?	Penhas Douradas (P)	234,5 mm

Fontes: G. VIERS (1968), R ESTIENNE et A. GODARD (1970) e  
*Normais Climatológicas de Portugal, 1931-1960.*

## 1.2. Escoamento natural e escoamento artificial

A existência de condições climáticas favoráveis à ocorrência de inundações rápidas não significa forçosamente que elas aconteçam. Se as chuvas intensas ocorrerem numa região onde os rios e ribeiros apresentem características naturais que lhes permitam uma boa drenagem, não surgirão problemas — a região estará em equilíbrio com o seu clima.

Todavia, muitas vezes, as ribeiras e os rios, ou *já* se apresentam com caudais importantes e não aceitam muito mais água sem transbordarem, ou, estando quase secos, *já* se encontram numa fase de entulhamento, com leitos muito sobrecarregados de aluviões e não podem oferecer um canal com capacidade suficiente para o escoamento rápido de grandes volumes de água. Além disso, nem todos os materiais rochosos que lhes servem de base se comportam da mesma maneira no respeitante a infiltração e a retenção de água.

A estes problemas naturais ligam-se, com frequência, problemas humanos e o risco hidrológico ganha uma outra dimensão.

Salvo algumas e até notáveis excepções, o homem sempre procurou a proximidade dos rios para se instalar; com o tempo, ganhando uma consciência empírica do risco, foi-se habituando a fugir das áreas próximas de rios com maiores probabilidades de cheias, ou a conviver com elas através de habitações palafíticas ou de habitações jangadas, especialmente quando se tratava de grandes rios que originavam inundações frequentes. O exemplo do Amazonas é um dos mais conhecidos — seja em área urbana, como em Manaus, na margem esquerda do rio Negro ou mesmo nos chamados igarapés no interior da cidade, onde predominam as casas palafíticas, seja nas ilhas inundáveis em pleno rio, onde se podem ver muitas habitações-jangadas mais ou menos presas a árvores de grande porte. No caso de áreas susceptíveis de inundações rápidas, em muitas cidades, só a pressão demográfica levou a que certos locais de risco fossem sendo progressivamente ocupados, às vezes por pessoas vindas de fora, sem o tal conhecimento empírico, outras vezes por pessoas confiantes nas obras de engenharia ditas capazes de responder à ocorrência das situações mais graves.

No respeitante a estes últimos casos, coloca-se sempre o problema do escoamento das águas pluviais, que, nas cidades, se vem tornando cada vez mais artificial.

Ao abrir uma nova rua ou avenida revela-se necessário muitas vezes modificar o escoamento natural da área da sua implantação (F. REBELO, 1994, p. 12). Poderá fazer-se uma simples canalização a céu aberto, ao lado, como poderá mesmo ter de se fazer um grande canal com traçado mais ou menos próximo do que era o traçado natural do rio ou ribeira existente, construindo diques laterais, em terra, pedra ou até cimento. Na maior parte das vezes, porém, optar-se-á por uma canalização subterrânea.

Será, então, fundamental conhecer com exactidão os caudais máximos atingidos no curso de água a trabalhar; os modelos matemáticos ajudam muito, mas pareceria bem mais importante equacionar as quantidades máximas de chuva por unidade de tempo com o volume do canal a abrir ou com o diâmetro das manilhas a utilizar no escoamento das águas pluviais. E aqui surge o problema de não ser fácil conhecer aquela variável, uma vez que há poucas estações meteorológicas com instrumentos de registo da intensidade das precipitações e, quando existem, os dados conhecidos são poucos e recentes. Além disso, em iguais condições de tempo, não chove o mesmo em todas as áreas da cidade e, por maioria de razão, nas áreas periféricas. Muitas vezes, é das áreas periféricas, dos arredores das cidades, que surgem verdadeiras enxurradas perfeitamente imprevistas.

A tudo isto, acresce que as canalizações subterrâneas são, evidentemente, impermeáveis e as canalizações a céu aberto nem sempre correspondem à simples construção de diques laterais mantendo um leito natural. Há casos de canais urbanos totalmente em cimento. Conhecêmo-los em Portugal, naturalmente, mas também em Espanha, no Luxemburgo ou no Brasil... Mas há, principalmente, a impermeabilização dos espaços de circulação, em regra com asfalto, e de grande parte dos espaços construídos, quase sempre com cimento. Todas estas impermeabilizações, a que frequentemente se acrescenta o total ou parcial entulhamento das sarjetas com folhas, lixos ou pedras arrastadas pela água da chuva, vêm agravar uma eventual inundação rápida provocada pela falta de resposta dos meios artificiais de escoamento, particularmente se se trata de uma canalização subterrânea. A velocidade de propagação da «cheia» na cidade é, portanto, aumentada pelo facto de haver poucas perdas por infiltração.

De qualquer das formas, para resolver de modo eficaz o problema do escoamento urbano, é preciso jogar sempre com os valores máximos previsíveis das chuvas intensas.

A topografia urbana poderá levar a situações crónicas de alagamento. A existência de muros ou de outras barreiras no percurso das águas começará por originar a sua subida no local e virá a criar problemas de maior gravidade no momento em que a sua oposição for vencida.

Muitas vezes, as inundações rápidas são agravadas por factores naturais como o transbordamento de rios ou a ocorrência de preia-mar muito elevada. Menos vezes, felizmente, o agravamento vem da viscosidade que as águas ganham em função de movimentos de terrenos (movimentos em massa), nas suas bacias hidrográficas, desde os que se originam em aterros ou desaterros relacionados com pequenas obras de construção civil até aos que ocorrem na sequência da destruição do coberto vegetal, especialmente, por incêndios de mato ou de floresta, passando, claro está, por trabalhos de abertura de estradas ou por trabalhos de deflorestação com arranque de árvores. Tornando-se viscosa, a água de escorrência terá, logicamente, maior energia; e se transportar troncos de árvores em suspensão ou em flutuação poderá apresentar-se com uma enorme força destruidora.

## 2. ALGUNS CASOS DE CATÁSTROFES EM ESPAÇO URBANOS PORTUGUESES

Grandes rios como o Douro e o Tejo apresentam uma longa história de cheias com graves prejuízos em espaços urbanos. O Douro, com as justificações da produção hidroeléctrica e da navegabilidade, está hoje bastante controlado por dez barragens desde Miranda até ao Porto; o que não quer dizer que a eventualidade de cheias tenha desaparecido por completo do Peso da Régua ou da Ribeira e de Miragaia, no Porto. Nesta cidade, o mar parece ter; agora, ainda mais facilidades do que antigamente para entrar a barra e inundar violentamente a área urbana junto Foz (Passeio Alegre e Ouro), como, aliás, tem vindo a fazer sistematicamente nos últimos anos (E. VELHAS, 1997). O Tejo, apesar de algumas barragens nele construídas em Espanha e em Portugal, não deixou de inundar as lezírias e de criar problemas de circulação rodoviária na região e mesmo em espaços urbanos como o Rossio de Abrantes ou a Ribeira de Santarém, entre outros. Ainda recentemente (Dezembro de 2000), o Tejo voltou a inundar deixando povoações, como Reguengo do Alviela, transformadas em ilhas.

Coimbra sofreu durante muito tempo com as inundações das ruas da «Baixa» provocadas pelas cheias do Mondego (cfr., por exemplo, A. Fernandes MARTINS, 1940). A construção de barragens (Aguieira e Raiva, no Mondego, e Fronhas, no Alva) e do açude-ponte de Coimbra parece ter resolvido, para já, o problema das cheias na cidade, apesar de o Ceira ainda não estar controlado e continuar, com frequência a inundar algumas povoações (a inundação da aldeia de Cabouco no dia 7 de Dezembro de 2000 foi bem superior ao habitual). O Mondego, todavia, apesar da regulariza o (cfr. capítulo I desta 3<sup>a</sup> parte), não pode considerar-se totalmente controlado em parte dos campos a jusante, em especial devido aos afluentes locais e   mais fácil entrada das águas do mar; embora reduzidos, parecem manter-se alguns riscos de inunda o para Montemor-o-Velho. Na própria cidade de Coimbra, dentro de pouco tempo, poderá voltar a falar-se de riscos de inunda o se não se tomar em conta o assoreamento que se verifica em fun o do açude-ponte.

Muitas cidades portuguesas continuam a ter problemas do mesmo g nero todos os anos, por vezes, apesar de obras importantes que vão sendo feitas para os resolver. A simples constru o de diques e de pequenos açudes não resolveu problemas de cheias no Nabão, em Tomar, embora pareça t -los resolvido no Lis, em Leiria. Tratando-se de rios que praticamente nascem em exurg ncias, as suas cheias são ou eram muito bruscas e perigosas.

Em Portugal, são relativamente mais frequentes as inunda es rápidas (*flash floods*). Casos de partes de cidades ou de vilas sofrendo durante algumas horas as consequências de chuvas muito intensas conhecem-se desde há muito tempo. Faro tem sido um exemplo muito referido na comunica o social; há perto de vinte anos, tivemos, mesmo a possibilidade de ver no local os efeitos da passagem lenta de uma depressão que, num dia de Dezembro, provocou chuvas intensas e, por isso, grandes inunda es. Mas, bem longe de Faro,  gueda também tem sido atingida por inunda es que, embora directamente relacionadas com o rio do mesmo nome, têm a ver igualmente com situa es de ponta criadas pela ocorrência de chuvas intensas. Porto, Coimbra, Setúbal, têm sido, também, referenciadas. O caso mais mediático, todavia, será o de Lisboa que tem já sítios cr nicos de inunda o sempre que ocorrem chuvas mais fortes; por diversas vezes, pudemos observar alguns deles em plena situa o de crise.

O estudo geográfico das ocorrências mais graves impõe-se no sentido de procurar todas as causas e permitir à engenharia a busca de novas soluções. Por isso nos debruçamos sobre o caso das inundações da Povoação e do Faial da Terra, na Ilha de S. Miguel, Açores, ocorridas em 2 de Setembro de 1986 (F. REBELO e A. G. B. RAPOSO, 1988) e estivemos ligados ao estudo das que se verificaram dez anos depois (C. BATEIRA, J. RESENDES e F. REBELO, 1998).

Nem sempre, porém, é possível acompanhar situações de crise; às vezes, têm de fazer-se inquéritos *a posteriori*, uma vez que só no local se conseguem definir os limites das áreas habitualmente inundadas (A. CAMPAR de ALMEIDA, 1988); outras vezes utilizam-se fórmulas matemáticas estudadas por hidrólogos para estabelecer esses limites (M. EDITE VELHAS, 1991).

Na maioria das ocasiões, felizmente, só o trânsito é afectado. Com certa frequência, porém, a água entra em casas de habitação e em casas comerciais e há prejuízos, nem sempre cobertos pelos seguros. Têm sido raras as crises de grandes proporções ligadas a chuvas intensas originando catástrofes em espaços urbanos; no entanto, nos últimos 30 anos, algumas ficaram na história do nosso país — destaquemos as que ocorreram na região de Lisboa em 1967, no Funchal em 1993 e na Povoação em 1986.

## 2.1. AS INUNDAÇÕES NA REGIÃO DE LISBOA EM NOVEMBRO DE 1967

O caso mais dramático deste tipo de actuação das águas em meio urbano acontecido no território de Portugal continental foi, sem dúvida, o da região de Lisboa, de 25 para 26 de Novembro de 1967, que provocou mais de 500 mortos e muitos milhões de contos de prejuízos.

I. AMARAL (1968) publicou uma nota sobre essa crise em que mostrava claramente as suas piores consequências e analisava com grande minúcia as suas causas. Poucas vezes Portugal teria assistido a resultados tão funestos da conjugação de fenómenos meteorológicos originadores de chuvas intensas (depressão muito cavada e sistema frontal), com uma grande abundância de água nos solos após época bastante chuvosa e com uma forte vulnerabilidade humana devida à pressão demográfica e a alguns erros urbanísticos.

Quanto às características meteorológicas, salientou-se, então, «um sistema depressionário formado na região do arquipélago da Madeira e que, desde 24 de Novembro, se começou a deslocar para nordeste, em direcção a Lisboa; aos efeitos desta depressão juntaram-se os de um sistema frontal que precedia uma massa de ar polar, de trajecto marítimo, transportada na circulação de um anticiclone centrado a norte dos Açores, deslocando-se com vento forte ou muito forte» (I. AMARAL, 1968, p. 79). Mais tarde, D. B. FERREIRA (1985, p. 32-36) veio a considerar «a situação de 23 a 26 de Novembro de 1967» como «um exemplo particularmente demonstrativo da actividade pluviométrica» das «interacções das circulações polar e tropical», explicando-a em pormenor e integrando-a no conjunto das «depressões convectivas da bacia atlântica norte subtropical oriental», num tipo que pode ocorrer «no outono e princípio do inverno».

No respeitante aos problemas de ordem humana que ajudaram à gravidade das consequências, I. AMARAL apontou, em primeiro lugar, a falta de preparação «dos esgotos das áreas urbanizadas»; mas falou também das «vertentes desnudadas de vegetação, cobertas de solos abandonados pela lavoura e onde nos últimos anos se têm multiplicado as superfícies impermeabilizadas» (p. 81). A sua análise da crise recaiu, especialmente, na bacia hidrográfica do rio Trancão, da qual apresentou uma figura, onde se destaca uma certa circularidade favorável a respostas rápidas às chuvas intensas (Fig. 29), e cinco fotografias muito bem escolhidas como representativas da destruição verificada.

Trata-se de um rio com cerca de 40 km de extensão, que organiza a drenagem de um conjunto de ribeiras com as características de linhas de água de uma bacia de recepção que, nas suas partes mais altas, pouco ultrapassa os 400 m de altitude. Já na sua secção terminal, recebe, através da ribeira de Loures, a drenagem de três ribeiras (a de Loures, a de Fanhões e a dos Pombais), apresentando-se, a partir daí e até à planície aluvial do Tejo, antes de nele desaguar com um canal de escoamento de fraquíssimo declive longitudinal, mas bem definido transversalmente por um encaixe de mais de 100 m.

Com uma planície aluvial, que envolve também as áreas finais daquelas três ribeiras, funcionando, praticamente, como uma digitação da do Tejo, o Trancão inundou-a também por ter ficado impedido de escoar as suas águas. Aliás, na parte terminal dos seus cursos, várias ribeiras tiveram cheias porque o Tejo não deu vazão imediata às suas águas.



Fig. 29 - Bacia hidrográfica do Rio Trancão (extraída de I. AMARAL, 1968).  
Equidistância das curvas de nível: 50 m.

Tal não foi o caso que, pessoalmente, vivemos nessa noite — o problema das inundações então ocorridas em Alapraia (S. João do Estoril), onde uma então recente urbanização ocupava o fundo amplo de um vale seco instalado em terrenos calcários a cotas entre os 30 e os 50 m de altitude. No mapa topográfico vê-se que a linha de água em causa tem as suas cabeceiras à volta dos 90-1 10 m e a uma distância de cerca de 2,5 km do local (Fig. 30). Na área, existem grutas, algumas conhecidas desde há muito tempo pelo seu espólio pré-histórico (E. JALHAY e A. PAÇO, 1941), mas não havia memória de uma inundações. Ou seja, o risco existia devido às características climáticas regionais (clima mediterrâneo com influências atlânticas) e às características topográficas (fundo de vale) e hidrogeológicas (circulação subterrânea em rochas calcárias) locais, mas ninguém tinha consciência dele, por não se recordar de qualquer situação de crise que tivesse acontecido.

O máximo da precipitação terá sido entre as 20 e as 21 h do dia 25; como aquele Outono tinha sido muito chuvoso, pensando na já referida sequência de conceitos da «teoria do risco» (Quadro III), o perigo era iminente. A água que, por volta das 20h30, já escorria pela velha Estrada da Alapraia era, indubitavelmente, um sinal, mas também não foi tida como tal por ninguém. A verdade, todavia, é que a resposta das linhas de água ainda não urbanizadas foi rápida, a rede de drenagem artificial não foi suficiente para o escoamento e a crise desencadeou-se. A estrada depressa se transformou em rio caudaloso. Às 23 h já as águas passavam brutalmente, com um ruído enorme e contínuo, inundando as casas térreas e o rés-do-chão de muitos edifícios; uma rua paralela, bastante recente, também situada no mesmo fundo de vale, foi enchendo até cerca de um metro e meio de altura, exactamente a altura do muro transversal que a tornava um beco sem saída — quando o muro cedeu, a velocidade das águas aumentou bruscamente e a rua transformou-se numa verdadeira torrente que, avançando primeiro sobre alguns quintais, se lançava numa outra rua, para, mais além, confluir na Estrada da Alapraia. A essa hora, já muitas pessoas das casas térreas tinham subido para o telhado e, debaixo da chuva forte que continuava a cair, agarradas às chaminés, gritavam por um socorro que não podia chegar.

Muito perto, a estação meteorológica do Monte Estoril tinha registado, entre as 20 e as 21 h, 60 mm de precipitação, mais de um terço da que

registou em 24 h (das 10 de 25 às 10 de 26) — 158,7 mm. Tratou-se, sem dúvida, de um valor «record» para a região. «Casos de precipitação superior a 20 mm numa hora já se tinham registado em muitos outros anos; por exemplo, em Setembro de 1918, as ocorrências de 51 mm numa hora e 70 mm em duas horas, em Lisboa, ficaram como acontecimentos excepcionais» (I. AMARAL, 1968, p. 79-81).

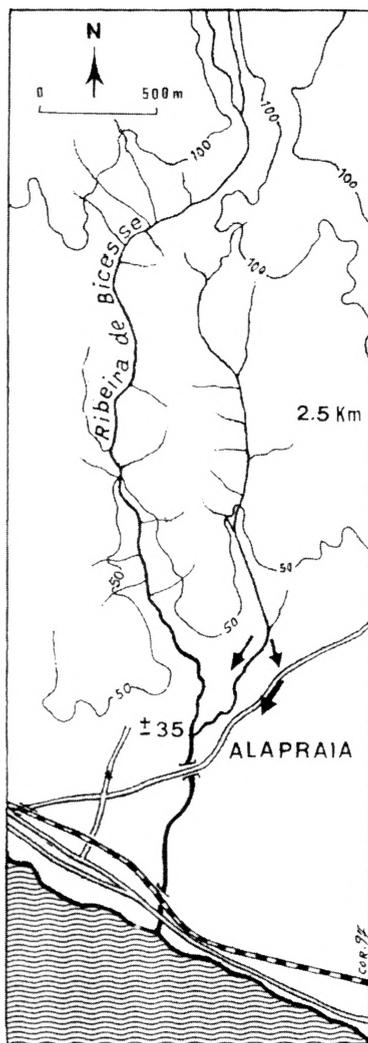


Fig. 30 - Esboço de localização da área da Alapraia (1967).

Na medida em que as condições naturais são as mesmas e as vulnerabilidades existem, o risco de inundação rápida na região de Lisboa não está de modo algum ultrapassado. Todavia, essas vulnerabilidades não seriam já tão grandes em certas áreas quando uma situação de crise muito semelhante à de 25-26 de Novembro de 1967, igualmente em função de inundações rápidas provocadas por chuvas de grande intensidade, ocorreu, de novo, em 19 de Novembro de 1983; não foi tão catastrófica tendo o número de mortos sido diminuto, quando comparado com o da anterior — apenas 7 (D. B. FERREIRA, 1985, p. 25). Ainda assim, perderam-se 610 casas (J. S. ROCHA, 1995, p. 17).

## 2.2. Funchal, ilha da Madeira

No que se reporta à ilha da Madeira, já «há notícia de 'temporais, tormentas e dilúvios' nos anos de 1724, 1757, 1759, 1765, 1774», como nunca se apagou da memória colectiva «a catastrófica aluvião' de 1803. Na sequência deste 'dilúvio' de 1803, o extremo espinhaço da lombada entre as ribeiras da Caixa e da Ponta do Sol desmoronou-se pela encosta abaixo, formando a fajã onde hoje fica o Lugar de Baixo» (J. M. A. SILVA, 1995, p. 56). Na verdade, a origem deste tipo de catástrofes está, antes de tudo, na chuva muito intensa, pelo que se compreende a utilização da palavra «dilúvio» e tem por consequências, em regra, piores para a população, as grandes inundações em espaço urbano que deixam mantos de lama, areia, calhaus e lixo, assim justificando bem a utilização da palavra «aluvião» que, na Madeira, ganhou um significado muito mais amplo do que no vocabulário científico.

222

Segundo o *Elucidário Madeirense*, referido por R. QUINTAL e M. J. VIEIRA (1985, p. 30), também no século XIX se verificaram diversas «aluviões» — para além da de 1803, as de 1815, 1842, 1848, 1856, 1876 e 1895 — e, no século XX, as de 1901, 1920 e 1921. Os mesmos autores salientaram, então, que as «situações atmosféricas responsáveis por grandes destruições se verificaram entre Outubro e Março, não tendo havido (...) qualquer caso verdadeiramente significativo no mês de Dezembro». Salientaram, igualmente, que, «de todos estes, o mais violento foi o temporal que ocorreu em 9 de Outubro de 1803». E extraíram do *Elucidário Madeirense* um texto que consideraram interessante — «Tinham

caído algumas chuvas, com várias intermitências, nos 10 ou 12 dias que precederam o 9 de Outubro de 1803. Neste dia, pelas 8 h da manhã, começou a cair no Funchal uma chuva muito copiosa, que se manteve inalteravelmente até às 8 h da noite, mas nada fazia rezear que estivesse iminente uma tão terrível inundação. Principiou então a ouvir-se o ribombar do trovão e a chuva, acompanhada de algum vento, caía já em verdadeiras catadupas. Às oito horas e meia as águas das ribeiras galgaram as suas margens e espalharam-se com grande ruído pelas ruas laterais, começando a sua obra de destruição e morte. Estava-se em pleno dilúvio» (R. QUINTAL e M. J. VIEIRA, 1985, p. 30).

Outros temporais se abateram sobre a ilha da Madeira em tempos mais recentes. Ficaram tristemente célebres, por exemplo, o de 3-4 de Novembro de 1956, que causou a morte a 30 pessoas, e o de 23-24 de Janeiro de 1979, que originou 12 mortes (D. B. FERREIRA, 1985, p. 25). R. QUINTAL e M. J. VIEIRA (1985) estudaram as situações sinópticas de um e de outro e descreveram largamente as suas consequências um pouco por toda a ilha.

No entanto, no que respeita à cidade do Funchal, foi preciso esperar por 29 de Outubro de 1993 para se ficar com uma ideia do que terá sido a tragédia de 1803. Informações então recolhidas davam como certo que, entre as 0 e as 6 h desse dia, teriam sido registados 23 l mm de chuva no posto do Poiso, situado a 750 m de altitude, nas proximidades do Funchal. R. QUINTAL (1999) refere apenas 210 mm em 24 h, o que não deixa de considerar-se um valor elevadíssimo. A ribeira de João Gomes vem dessa área, passando ao lado do Terreiro da Luta em direcção ao centro da cidade; aqui, encontra-se canalizada, digamos, apertada entre ruas, desaguando depois de passar por baixo da Avenida do Mar; quase ao lado de uma outra ribeira, a de Santa Luzia. Esta, que lhe fica a ocidente, é mais extensa, nasce a maior altitude (muito perto do Pico do Areeiro, terceiro ponto mais alto da ilha — 1818 m — depois do Pico Ruivo — 1862 — e do Pico das Torres — 1851 — cfr. R. QUINTAL, 1994, p. 14), tem uma bacia hidrográfica maior e, em grande parte do seu traçado urbano, também corre apertada entre ruas — no caso, as ruas 3 l de Janeiro e 5 de Outubro (fot. 48). Uma outra ribeira do centro da cidade merece referência especial — a de S. João, que, na sua secção terminal, corre apertada entre a Rua Dr. João Brito Câmara e a rua onde se encontra o Quartel dos Bombeiros, o Auto-silo e os CTT desaguando em túnel em

pleno porto, ao lado da Marina; esta ribeira resulta da junção de várias ribeiras, todas de forte declive longitudinal, uma das quais nasce igualmente na área do Pico do Areeiro (Fig. 31).

Naturalmente, naquele dia, cada uma destas ribeiras se tornou, mais do que um rio caudaloso, uma verdadeira torrente lamacenta com um potencial erosivo enorme e ao longo do seu percurso destruiu diques, muros e estradas, casas e automóveis, depositando aqui e ali materiais de grandes dimensões; no entanto, no centro da cidade, como que retomando aquilo que, antes da construção das casas, havia sido o seu cone de dejectão, provavelmente comum, as ribeiras de João Gomes e de Santa Luzia transbordaram e cobriram de água, lama e lixos variados as ruas, praças, quintais e parques de estacionamento da baixa da cidade (M. F. FERREIRA, 1995). Muitas casas se viram invadidas pelas águas e os prejuízos foram elevadíssimos. Felizmente, e ao contrário das inundações de 1803, que terão matado umas 600 pessoas, estas inundações de 1993 poucas mortes causaram — dois dias depois o *Diário de Notícias* (Lisboa, 31 de Outubro de 1993) falava em 5 mortos, 2 desaparecidos e 180 desalojados, juntando o caso do Funchal ao da Câmara de Lobos, onde também se



Fot. 48 - Funchal. Ribeira de Santa Luzia (1990).



activas. As depressões, cuja maioria se forma na área, podem ficar quase estacionárias durante alguns dias sobre a ilha e, embora de pequena dimensão, comportam-se como verdadeiras bombas geradoras de chuvas. Ao estudá-las, D. B. FERREIRA (1985) falou da «brutalidade das quedas de chuva» que ocasionam, da «indecisão da trajectória seguida pelos sistemas nebulosos» e «na sua intensificação inesperada» (p. 26), considerou «vários tipos de sistemas convectivos evoluindo na zona subtropical do Atlântico oriental» e sublinhou como importante para a sua actividade «a combinação favorável de vários factores, dinâmicos e geográficos, de escalas diferentes». Entre esses factores, salientou, por exemplo, «a presença de ar quente e húmido nas baixas camadas (ar marinho local ou advecção de ar tropical marítimo instável)», tal como a importância das montanhas, quando terminava dizendo que «os arquipélagos montanhosos jogam um papel local importante para fixar as nuvens cumuliformes e aumentar as quedas pluviométricas» (p. 41-43).

Em trabalho recente, R. QUINTAL (1999), depois de fazer um autêntico inventário das «aluviões» dos séculos XIX e XX, analisou as situações sinópticas de três delas e salientou o papel das ondulações frontais e das depressões na sua origem.

As características hidrográficas das ribeiras não se poderão comparar com as do Rio Trancão, e muito menos com as do referido caso concreto da Alapraia (S. João do Estoril), na região de Lisboa; as ribeiras madeirenses drenam áreas de muito maiores altitudes, têm extensões próximas dos 10 Km e apresentam bacias mais rectangulares do que circulares — os fortes declives longitudinais em longos tramos, quase rectilíneos, na maior parte dos seus percursos, apesar do fraco grau de circularidade das bacias, parecem ser francamente mais favoráveis à ocorrência de inundações rápidas. No entanto, a pressão demográfica urbana, que levou ao apertar dos canais de escoamento, quando a natureza teria originado o seu alargamento e a sua divisão em múltiplos pequenos canais nos cones de dejectão, tal como a pressão demográfica peri-urbana ou rural, que levou ao desaparecimento de partes importantes do coberto vegetal, fosse por incêndios florestais ou de mato, fosse por arroteamentos ou por sobrepasturagem, são factores que têm muito de comum com o que se passou nos arredores de Lisboa. Aliás, no caso do Funchal, os cuidados com as bacias de recepção, especialmente no que respeita ao seu repovoamento

com espécies indígenas, têm sido entendidos como fundamentais para reduzir os riscos de incêndios florestais e de cheias catastróficas (R. QUINTAL, 2000).

### 2.3. Povoação, ilha de S. Miguel, Açores

Em 2 de Setembro de 1986, como vimos atrás, ocorreu na Povoação uma catástrofe do género das anteriormente expostas (F. REBELO e A. G. B. RAPOSO, 1988). A constatação de apenas duas mortes foi então considerada um autêntico milagre, atendendo à violência e à dimensão da crise.

O risco climático de ocorrência de chuvas intensas existe nos Açores com características semelhantes às da Madeira. Independentemente de outras causas, também no arquipélago dos Açores podem estacionar durante alguns dias «sistemas convectivos» que, de repente, descarregam chuvas «diluvianas», segundo mecanismos diversos (D. B. FERREIRA, 1985). Embora as altitudes não sejam comparáveis às da Madeira, a oceanicidade e a presença próxima da corrente do Golfo poderão ser factores importantes a considerar para compreender os valores de precipitação registados, por vezes, nas ilhas açoreanas.

D. B. FERREIRA (1985, p. 25), ao falar das chuvas de grande intensidade nos Açores, dá o exemplo do Faial, onde, «de 5 a 8 de Novembro de 1969, caíram mais de 620 mm de chuva no cimo da caldeira» e, no respeitante a consequências desse tipo de chuvas, refere um caso catastrófico — 68 mortos no dia 3 de Setembro de 1976.

O perigo de desencadeamento de uma catástrofe em S. Miguel estava iminente no início de Setembro de 1986, uma vez que os solos se encontravam muito mais encharcados do que era habitual nessa época do ano e às 18 h do dia 31 de Agosto já uma depressão tendia para estacionar sobre o arquipélago. No posto meteorológico de Ponta Delgada tinham-se registado 172,7 mm durante o mês de Agosto, valor excessivo, muito superior ao normal (28,8 mm, no período 1931-1960). De 31 de Agosto a 2 de Setembro, «no Planalto dos Graminhais, que funciona como 'fonte emissora' para as ribeiras da parte oriental da ilha, a precipitação terá ultrapassado os 350 mm» (F. REBELO e A. G. B. RAPOSO, 1988, p. 170 — cfr. Capítulo II-A).

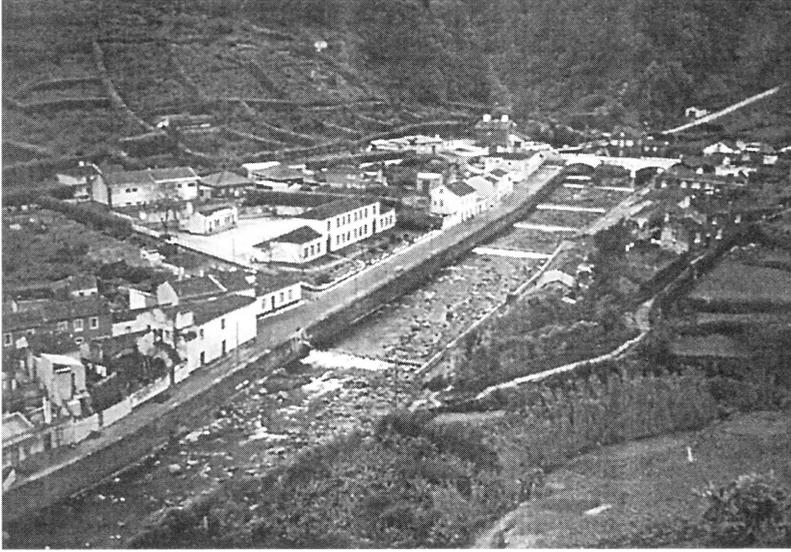
A crise verificou-se na Povoação e no Faial da Terra não só pela manifestação do risco climático, mas pela sua conjugação com o risco

hidrológico a que se acrescentavam alguns riscos geomorfológicos, mais ou menos agravados pela presença do homem.

Por se tratar da inundação de uma aglomeração urbana capital de concelho, de grande importância histórica, ficou mais conhecido o caso da Povoação (Fot. 49); no entanto, será importante referir que no Faial da Terra, onde estava em causa o funcionamento de uma só torrente (Fot. 50), a catástrofe foi brutal. No caso da Povoação, tratava-se do funcionamento de três torrentes (ribeiras de Lagos, do Purgar e da Lomba Grande), que convergem para um único canal de escoamento a montante da vila, onde depois se juntam, ainda, as pequenas ribeiras do Poiso dos Pombos e do Pé do Salto. Aqui, a situação hidrogeomorfológica seria já, francamente, de cone de dejectão, se não tivesse havido a intervenção do homem desde há muito tempo; na verdade, canal de escoamento e cone de dejectão foram trabalhados e a secção terminal da rede aparece como um canal artificial, com diques laterais e pequenos «degraus» transversais de eficácia discutível. No conjunto da bacia hidrográfica das cinco torrentes da Povoação (Fig. 32) há uma aproximação muito grande à forma circular (ou não drenassem uma caldeira de abatimento quase com essa forma) e no respeitante a declives verifica-se que, em 6 a 7 km de percurso, duas delas descem de perto de 1000 m (área do Planalto dos Graminhais).

O desaparecimento da cobertura vegetal em partes significativas das bacias de recepção das torrentes favoreceu movimentações em massa nas vertentes que vieram fornecer de lama e calhaus a água de escorrência dando, assim, uma energia acrescida aos caudais de cheia. Árvores caídas por processos naturais ou cortadas pelo homem vieram, igualmente, enriquecer a força destrutiva das torrentes. As oito pequenas represas de correcção torrencial então existentes nas três principais ribeiras nada podiam fazer contra tal corrente lamacenta, que levava muros e pontes à sua frente; a aglomeração viu-se rapidamente invadida — primeiro, as ruas, depois, as casas, tudo foi envolvido numa onda de destruição, como mostram as fotografias então tiradas (Fots. 29, 30 e 31).

Dez anos depois, em finais de 1996 (sábado, 14 de Dezembro), a catástrofe repetiu-se; foi de dia, alguém filmou e a televisão, nos dias seguintes, mostrou repetidamente — impressionante é o mínimo que, quem viu, poderá dizer. Na segunda-feira seguinte, o *Diário de Notícias* (Lisboa, 16 de Dezembro), não se referia a mortos, mas falava na



**Fot. 49 - Povoação. Canal de escoamento torrencial melhorado com obras de engenharia (1979).**



**Fot. 50 - Faial da Terra (1979).**

destruição de 200 moradias, 40 viaturas e algumas pontes<sup>10</sup>)- Neste caso, do mesmo modo, revelou-se muito importante tudo o que aconteceu em termos erosivos na bacia de recepção, como se demonstra nas diversas fotografias publicadas por C. BATEIRA, J. RESENDES e F. REBELO (1998).

### 3. INUNDAÇÕES RÁPIDAS À ESCALA LOCAL — TRÊS CASOS TÍPICOS EM COIMBRA

Durante séculos, e até aos inícios dos anos 80, Coimbra sofreu com as mais ou menos demoradas inundações das ruas da «baixa» provocadas pelo Mondego (A. F. MARTINS, 1940; F. REBELO, 1995 b), que se podiam verificar nos meses de Inverno ou Primavera, mas que geralmente ocorriam entre Dezembro e Março. Além disso, Coimbra sofreu sempre, também, com inundações rápidas, que aconteciam e ainda acontecem em determinados pontos da cidade, alguns correspondendo às mesmas ruas da «baixa». Previsíveis quanto aos locais, inesperadas quanto ao momento de ocorrência, elas verificavam-se (e continuarão a verificar-se) quando se registavam (ou registarem) chuvas muito intensas. Naturalmente, nas ruas da «baixa» eram mais frequentes em épocas de águas altas do Mondego.

Estas crises, embora de limitadas proporções, trazem prejuízos a particulares e dão trabalho e despesas aos serviços municipais; também elas são manifestações do risco climático de chuvas intensas, aqui muito mais ligado à passagem de frentes frias, por vezes, quando se verificam ao meio da tarde, provavelmente relacionadas com efeitos térmicos localizados; e de igual modo, embora a outra escala tempo-espacial, o risco climático interpenetra-se com o risco hidrológico, neste caso muito complexo, na medida em que se verifica uma grande intervenção humana, por vezes, desde há centenas de anos.

230

0°)Também em 1996 (7 de Agosto), uma inundação do mesmo tipo, ocorrendo igualmente sobre a parte terminal de um canal de escoamento e sobre o cone de dejecção que o prolonga, originou uma catástrofe de grandes proporções por ter atingido um Parque de Campismo praticamente cheio. Foi em Biescas (Espanha), nos Pirinéus, na sequência de uma tempestade muito localizada em que se terão registado 152 mm de chuva em apenas uma hora; o número de mortos andou por volta dos 70.

### 3.1. A PEQUENÍSSIMA TORRENTE DA SÉ VELHA

Quando chove muito em pouco tempo, na chamada «Alta» de Coimbra (A. F. MARTINS, 1951, reed. 1983; A. R MARGARIDO, 1987 e 1988), as ruas transformam-se em pequenos ribeiros torrenciais e as escadarias em cachoeiras. Com efeito, na área da Universidade, a água rapidamente ultrapassa a capacidade de drenagem da rede de esgotos ou pura e simplesmente a ignora, seja devido ao entulhamento com lixo e pedras, seja devido à maior ou menor velocidade em função do maior ou menor declive das ruas.

Tudo funciona como numa pequeníssima torrente com grande circularidade (aproximadamente 600 m por 500 m), que, embora tenha as maiores altitudes da sua bacia de recepção apenas a cerca de 10 m, apresenta, na sua maior extensão, um declive médio de cerca de 13% (Fig. 32). Muito depressa a água se dirige para a «baixa», primeiro,

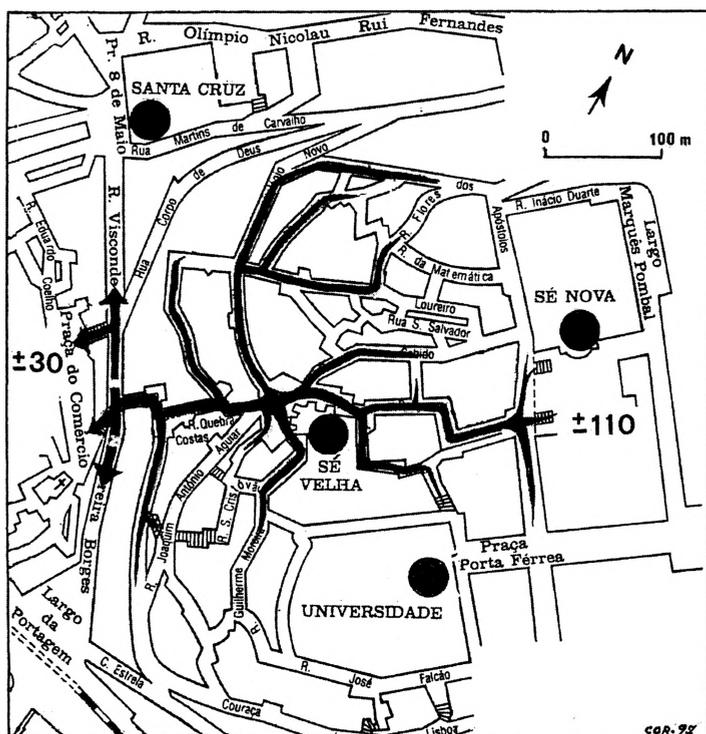


Fig. 32 - Coimbra. Bacia hidrográfica da pequena torrente da Sé Velha.

convergindo na Sé Velha, onde, sob a forma de ruas, desde a Idade Média, se encontram algumas das antigas linhas de água da bacia. Desce, depois, bruscamente, as Escadas do Quebra Costas, como se de um verdadeiro canal de escoamento se tratasse. Ainda recebe um canal afluente (Rua de Sub-Ripas), a meio das Escadas, e um outro (Rua Fernandes Tomás), imediatamente antes da Porta da Barbacã. Aqui, a par com o aumento dos caudais, a estreiteza da passagem e o declive do canal de escoamento (Fot. 51) são responsáveis por um último aumento da força viva das águas que, logo a seguir, divergem no início de cone de dejecção. No Largo entre as duas Portas poderão depositar-se materiais de maior dimensão. Passado o Arco de Almedina, a Rua Ferreira Borges (a uns 30 m de altitude) é já a parte avançada desse cone — quase sem declive, ela provoca a deposição da maior parte do material transportado e a inundação das casas comerciais menos preparadas para enfrentar a crise.



Fot. 51 - Coimbra. Porta da Barbacã (1996).

Há alguns anos, numa tarde de chuva intensa, a agência bancária situada na esquina do Arco de Almedina com a Rua Ferreira Borges, além de inundada, ficou também cheia de areia, pedras e lixo diverso, bruscamente depositados pelas águas que a partir daí se dispersavam inundando casas comerciais e descendo pelas escadas de S. Bartolomeu para a Praça do Comércio (também chamada Praça Velha). Em casos extremos, uma parte dessas águas poderá seguir pela rua, tanto para norte como para sul; a que fôr para norte, juntando-se com a que desce pela Rua de Corpo de Deus poderá dividir-se num ramo que cai pelas escadas de S. Tiago e num outro que segue pela Rua Visconde da Luz até à Praça 8 de Maio, onde se encontra a Igreja de Santa Cruz e onde será grandemente reforçada pela água que desce da Rua das Figueirinhas.

### 3.2. A PEQUENA TORRENTE DE SANTA CRUZ — A ANTIGA RIBELA

Em situações de chuva muito intensa, tal como já temos tido a oportunidade de verificar, há, sem dúvida, alguma água a seguir os referidos percursos para a Praça 8 de Maio. No caso da ocorrência de uma chuvada muito forte e com a ajuda de alguns elementos de origem humana, como o entupimento das sarjetas, a inundação poder a aí ser muito importante —   que, quase ao lado da Igreja de Santa Cruz, mais precisamente, ao lado da Câmara Municipal de Coimbra, termina a Rua Olímpio Nicolau Rui Fernandes, que também funciona como canal de escoamento, mas de uma torrente, embora pequena, bem maior do que a anterior Trata-se da antiga Ribela (A. F. MARTINS, 1951, reed. 1983, p. 61). A sua bacia de recep o   menos perfeita do que a da Sé Velha, em termos de circularidade, mas   mais extensa (cerca de 2 km de comprimento, para uma largura máxima de uns 750 m); com altitudes próximas dos 150 m no seu limite oriental, o declive médio desta torrente, desde a máxima altitude até Santa Cruz, ronda os 6% (Fig. 33).

A principal linha de água desta bacia de recep o seguia pelo Parque de Santa Cruz (também chamado Parque da Sereia); cortada a montante por duas ruas e trabalhada no interior do Parque com estreitos caminhos e escadas, mesmo com chuvas intensas, pouco funcionará. Em sua substitui o, uma rua (Rua Lourenço de Almeida Azevedo), rectilínea e com forte declive, canaliza o escoamento superficial para a Praça da República.



Nesta Praça, convergem mais quatro ruas, que completam o conjunto da bacia de recepção. Por quebra brusca de declives e, conseqüentemente, da velocidade das águas, em situações de chuvas intensas, logo aí se podem depositar alguns materiais, como já por várias vezes pudemos observar.

A água, que, nesses momentos, desce muito depressa e em grande quantidade, em especial pela primeira dessas ruas, passa então a descer a Avenida Sá da Bandeira, avenida construída sobre um importante entulhamento que segue o traçado do canal de escoamento da referida torrente (Fot. 52). Apesar da rede de esgotos e do grande colector hoje existente, a água continua a correr em grande quantidade à superfície. Mesmo que não cubra os passeios, a velocidade que atinge, durante (ou logo a seguir) ao episódio de chuvas muito intensas, particularmente na faixa descendente (lado norte), chega a impedir que qualquer peão tenha a veledade de a atravessar. Ao fundo da Avenida, a maior parte da água segue concentrada numa rua mais estreita (Rua Olímpio Nicolau Rui Fernandes) indo desembocar entre a Câmara Municipal e a Caixa Geral de Depósitos, onde poderá inundar as casas comerciais que lhe barram o caminho no início da Rua da Sofia.



Fot. 52 - Coimbra. Avenida Sá da Bandeira (1996).

Num cenário destes, a deposição de materiais acontece imediatamente com a perda de declive, mas, apesar da dispersão, é natural que a maior parte da água se dirija para a Praça 8 de Maio, em virtude do plano inferior que lhe é oferecido pelas diversas ruas da «baixa velha» que aí começam (rua Direita, rua da Moeda, rua da Louça e Rua do Corvo). Até ao actual arranjo urbanístico da Praça 8 de Maio, já a água pouco aproveitava a Rua da Sofia. Virava preferencialmente para sul, seguindo o declive suave em direcção a essas ruas, podendo também inundar a Igreja de Santa Cruz, então separada da metade baixa da Praça pela parte terminal da Rua Visconde da Luz, mais alta. Às vezes passava por cima, saltando os dois degraus protectores para depois descer as escadas (sete degraus), mas quase sempre passava por baixo, através do sistema de vasos comunicantes que lhe era dado pelos esgotos locais.

O Largo que recentemente se construiu não só permite uma descida mais rápida das águas, através da rampa de acesso e da queda vertical que esta oferece para oeste, como facilita a sua entrada na Igreja em virtude do declive suave criado mesmo a apontar para a porta, agora colocada no mesmo plano da Praça, apesar de ligeiramente protegida também por dois degraus.

O risco de inundação na área da Igreja de Santa Cruz, na Praça 8 de Maio, é, portanto, fácil de compreender com os dados climáticos e com as características topográficas e urbanísticas desta parte da cidade. E se, no passado, já se tinham verificado vários casos de crise grave durante chuvadas fortes muito concentradas no tempo e até no espaço<sup>d1)</sup>, no presente, após as obras, e apesar do grande colectador entretanto construído, alguma coisa já aconteceu também.

O caso mais recente verificou-se ao princípio da noite de 15 de Julho de 1997 — «A Praça 8 de Maio Virou lago' e a água também não poupou a Igreja de Santa Cruz» dizia o *Diário de Coimbra* do dia seguinte (16 de Julho de 1997, p. 3). Na edição de 17, o mesmo jornal informava que, no dia 15, entre as 20 e as 21 h, se registaram «em Coimbra 24 litros por metro quadrado de precipitação, o maior valor registado em Julho, numa

**d1) Uma fotografia da água a correr vertiginosamente por esta rua foi publicada pelo Dr. Mário Nunes (M. NUNES, 1990, p. 221) e corresponde a «uma bâtega de água de enormes proporções» ocorrida em 1958.**

hora, pelo Instituto Geofísico de Coimbra»; acrescentava ainda que «em meia hora caíram 23,6 litros/metro quadrado» (p. 4).

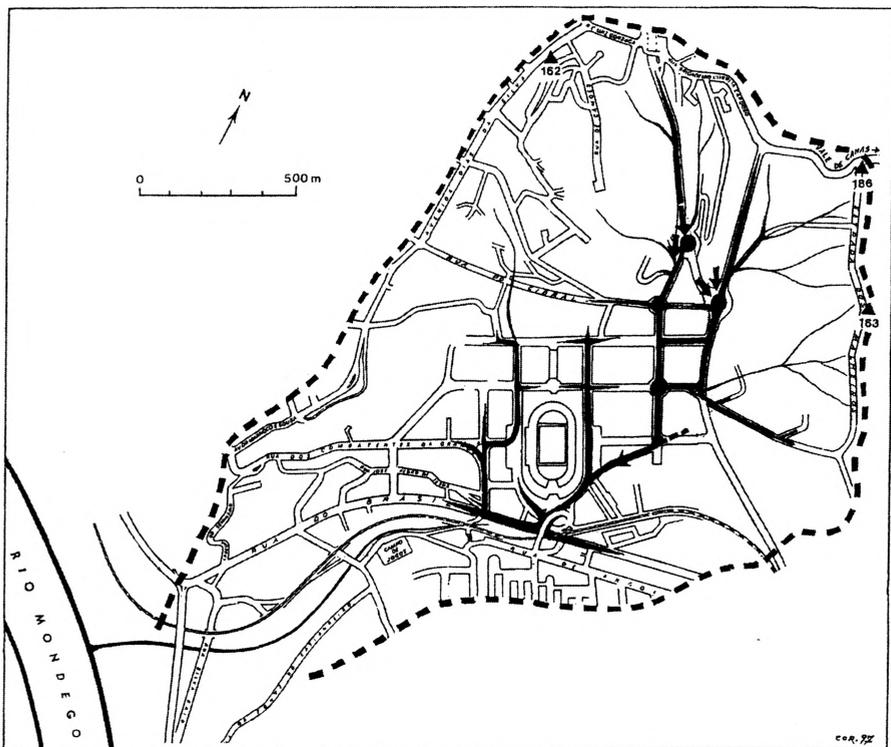
Com a ocorrência desta (felizmente pequena) inundação, deixou de ser puramente académico o problema de saber se, ainda hoje, com a rede de esgotos existente, se poderá falar de risco de inundação neste ponto da cidade. Em função do que se observou, ninguém poderá garantir o bom funcionamento das sarjetas em pleno Verão, mas muito especialmente no Outono quando, além das pedras e das areias, existem folhas disponíveis para as entupir; tal como ninguém poderá garantir que, mesmo com sarjetas limpas, bem dimensionadas e de *design* correcto, a água, sendo muita em pouco tempo e deslocando-se tão depressa, se venha a perder toda na circulação subterrânea que lhe é oferecida. Do mesmo modo, ninguém poderá garantir que o Mondego, por muito controlado que esteja (F. REBELO, 1995 b), não volte a criar problemas na área urbana, em tempo de cheia.

### 3.3. A BACIA DE RECEPÇÃO DA SOLUM

Outro caso de estudo pode ainda ser apresentado em Coimbra. Trata-se da drenagem do sector N e NE do meandro abandonado do Mondego, vulgarmente dito meandro da Arregaça, na parte oriental da cidade (F. REBELO, 1985, p. 197-198). As características de pequena torrente são aqui menos marcadas, mas mesmo assim pode desenhar-se uma larga bacia de recepção (Fig. 34) com várias linhas de água descendo do relevo envolvente (de altitudes próximas dos 160-170 m, num caso atingindo os 186) ou mesmo da própria vertente côncava do meandro (de altitudes inferiores, mas que num caso atingem os 162 m) para convergirem num relativamente estreito canal de escoamento encaixado no antigo leito do Mondego a que se chama a ribeira (ou vala) da Arregaça. A circularidade da bacia de recepção (praticamente 2 km por 2 km) pode considerar-se perfeita para uma resposta às chuvas intensas com a colocação rápida das águas no início do canal de escoamento.

O crescimento da cidade para o antigo meandro verificou-se a partir dos anos 50. Surgiram ruas e progressivamente o escoamento natural das águas em tempo de chuva, na altura já muito difícil, passou a fazer-se em grande parte por circulação artificial, subterrânea.

Na verdade, foi-se verificando uma certa coexistência entre esse tipo de circulação e a circulação subaérea do escoamento pluvial. Ainda hoje isto se pode observar — há uma linha de água que corre quase paralela a uma avenida (Avenida Elísio de Moura) e que, de repente, é canalizada passando a seguir por baixo dela; até ao mês de Julho de 1997, reaparecia, umas centenas de metros adiante, como pequeno e sujo ribeiro, para, menos de uma centena de metros à frente, voltar a percurso subterrâneo; mais adiante, tornava a reaparecer por uma vintena de metros e de novo voltava à canalização subterrânea. Escusado será dizer que esta linha de água era responsável por uma parte significativa das inundações nas ruas do mais populoso e mais motorizado bairro de Coimbra — a Solum (N. GANHO, L. LOURENÇO e F. REBELO, 1992).



**Fig. 34 - Coimbra. Bacia de recepção da ribeira da Arregaça. Imediatamente a E do estádio, as obras posteriores a Julho de 1997 alteraram o escoamento, devendo considerar-se o tracejado com a seta como a resultante dos vários percursos criados.**

Todavia, a maior parte da água que origina as numerosas inundações aí verificadas, sempre que as chuvas são intensas, vem directamente daquela avenida, que intercepta toda a escorrência da vertente da margem direita da linha de água. Por motivos diversos, a circulação subterrânea nem sempre funciona bem e a essa água acresce a que vem doutras ruas e de outras linhas de água próximas, mais ou menos desorganizadas pela urbanização, como são exemplo recente as que sofreram com o traçado da Circular Interna desde os Olivais até à Solum.

De montante para jusante, na bacia de recepção da ribeira dita da Arregaça, quando ocorrem chuvas intensas, é inevitável uma forte deposição de calhaus e areias na rotunda onde desemboca a Rua Gago Coutinho, mas também a Rua do Cidral (hoje Rua Miguel Torga), e, principalmente, o prolongamento para norte da Rua Carolina Michaelis, que funciona como ligação rápida àquela Circular Na Rua Gago Coutinho, entre esta rotunda, a W, e a Avenida Elísio de Moura, a E, tem havido, por vezes, inundações importantes na Escola Eugénio de Castro, construída exactamente num fundo de vale onde antes se juntavam duas linhas de água desta complexa bacia de recepção.

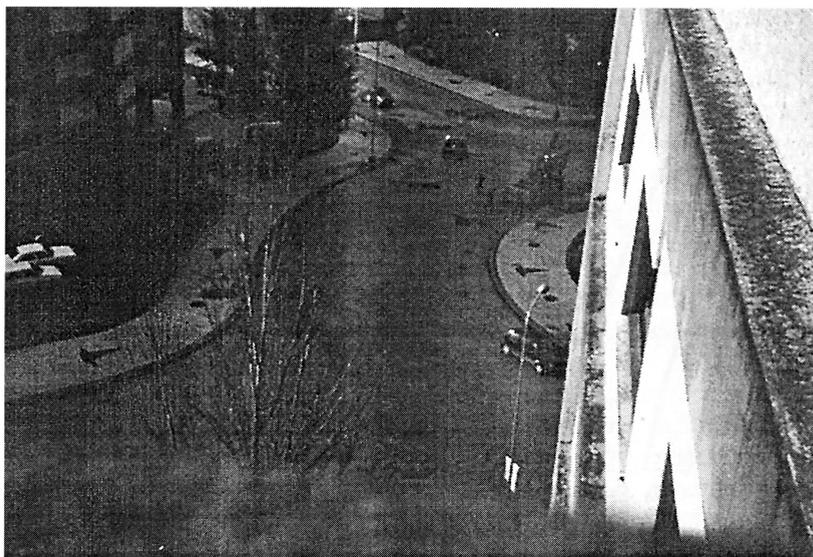
Claro que há outras linhas de água que desaparecem nas canalizações subterrâneas. Como há, também, algumas outras que ainda funcionam naturalmente nas suas secções mais a montante. Sem dúvida que, em termos de inundações rápidas, tudo seria melhor se não estivéssemos numa área em constante evolução do ponto de vista urbanístico.

Em estudo anterior (cfr., atrás, o capítulo I da 2ª parte), verificámos que a montante e ao lado da referida Escola se formaram importantes ravinamentos após o arranque de toda a vegetação, numa vertente de declives entre 8 e 16%, onde predominam depósitos superficiais de fraca coesão e formações gresoconglomeráticas de cor vermelha do Triássico, por vezes muito alteradas, também de fraca coesão. Sempre que ocorria uma forte chuvada, as ravinhas funcionavam transportando grandes quantidades de argilas, areias e calhaus para as ruas e pracetas próximas, destruindo frequentemente partes do asfalto, passeios e até muros de jardins. Jogando com mais casos na área de Coimbra, constatámos então que a destruição do coberto vegetal em vertentes de declives médios sobre aqueles tipos de materiais rochosos (ou outros igualmente de fraca coesão), quando feita muito antes do início das obras de construção das

habitações planeadas deixava tempo suficiente para que ocorressem chuvas intensas e se formassem ravinamentos (F. REBELO, 1982 e 1990).

Numa situação de crise forte, como a que aconteceu quando das chuvas intensas de 21-22 de Dezembro de 1989 («93,1 mm de precipitação em menos de 24 h», com um máximo horário de 23 mm, entre as 3 e as 4 do dia 21), além do funcionamento das ravinhas, verificou-se a ocorrência de diversos desabamentos, deslizamentos e solifluxões que também forneceram grandes quantidades de argilas, areias e calhaus (N. GANHO, L. LOURENÇO e F. REBELO, 1992).

Todos estes processos têm sido responsáveis pelos materiais que, na sequência de chuvas intensas, vêm entulhar, antes de mais, as sarjetas (e talvez até os colectores de águas pluviais), e, depois, a referida rotunda. Mas são, ainda, responsáveis pelos que, em regra de menor dimensão, ainda chegam a uma outra rotunda, duas centenas de metros adiante (rotunda da Rua General Humberto Delgado) e aos quais se juntam os que são transportados pela água proveniente da Avenida Elísio de Moura (Fot. 53). A partir daqui, a água, transportando muito menos carga sólida, embora ainda lamacenta, vai recuperar velocidade, graças ao declive da Rua Carolina Micaélis, mas também ao engrossar do caudal com aquela água que se lhe junta vinda da Avenida e que às vezes ocupa toda a faixa de rodagem da Rua General Humberto Delgado obrigando os automóveis a circular pelos passeios... Numa primeira fase, parte desta água caía na vala por onde correria normalmente antes da urbanização; mas a vala, que inicialmente só transbordaria uma centena de metros adiante, perto do Estádio Municipal, depressa transbordava em virtude da canalização (pouco eficiente para estas circunstâncias). Por isso, seria de esperar o seu transbordamento na então meia-praceta onde lhe chegava a água do escoamento superficial — a inundação em frente ao Centro Comercial Girassolum, embora sem gravidade, verificava-se quase sempre nessas situações. De qualquer modo, transbordando, como no passado recente, ou não transbordando, como a partir de agora, se o seu percurso inteiramente subterrâneo vier a revelar-se eficaz, parte dessa água, com água vinda de outras áreas da bacia de recepção, continuará a seguir pelas ruas, sem sequer entrar nas sarjetas, até à parte sul do Estádio. As recentes obras de reconstrução do Estádio (terminadas em Setembro de 2003) e de requalificação da área envolvente (ainda em desenvolvimento até 2005) poderão alterar um pouco os



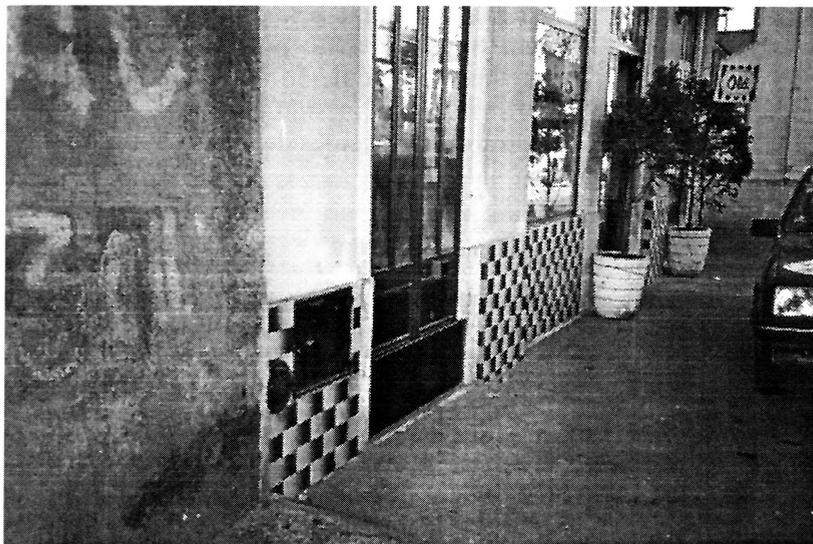
**Fot. 53 - Coimbra. Solum - trabalhos de limpeza da rotunda da Rua General Humberto Delgado após as inundações de 21 de Dezembro de 1989.**

percursos das águas de escorrência. Desenha-se para *já* a hipótese de uma parte daquela água descer rapidamente para os parques de estacionamento do Estádio, mas outra parte descerá sempre até à Rua do Brasil. Aqui, na área do cruzamento (vulgarmente chamado dos semáforos) com a Rua dos Combatentes, ela também fornecedora de caudais razoáveis, a água das chuvas intensas originava sempre inundações e continuará certamente a originá-las enquanto o colector principal não estiver dimensionado para máximos na ordem dos 24-25 mm de chuva em cerca de meia hora e as sargetas não forem eficazmente desenhadas e sistematicamente limpas.

Estas inundações da Rua do Brasil têm sido as mais conhecidas da cidade de Coimbra. Todas as casas antigas (e até algumas relativamente novas) apresentam protecções nas portas (Fot. 54), por vezes, fixas, em cimento, por vezes, móveis, do tipo guilhotina, em madeira ou em ferro, com tamanhos entre 30 cm e quase um metro, à semelhança das que se vêem na «baixa velha», onde correspondem mais a uma reminiscência das cheias do Mondego do que à protecção para inundações locais.

O perfil da Rua do Brasil mostra uma ligeira descida desde a passagem de nível da linha Coimbra-Lousã, atingindo a cota mais baixa nas proximidades do referido cruzamento dos semáforos voltando a subir mais adiante. Esta cota mais baixa corresponde exactamente à área de concentração da drenagem da bacia de recepção da ribeira da Arregaça. Imediatamente a leste da passagem de nível, também se encontra uma área deprimida na mesma rua, onde, do mesmo modo, se concentram águas em momentos de chuvas intensas; trata-se do efeito de barragem provocado por um ligeiro levantamento da rua no local exacto da passagem de nível.

Na atrás referida situação de chuva ao fim da tarde de 15 de Julho de 1997, uma vez mais se verificaram inundações em caves e pisos térreos desta rua, tal como vários automóveis ficaram bloqueados pelas águas. O *Diário de Coimbra* (17 de Julho de 1997, p. 4) noticiou que «a circulação esteve interrompida durante cerca de 45 minutos», não só neste local, mas também numa avenida nova (Avenida Fernando Namora), localizada a montante, no contexto da mesma bacia de recepção, que veio cortar a drenagem natural de pequenas linhas convergindo para a ribeira da



Fot. 54 - Coimbra. Rua do Brasil - protecção contra inundações.

Arregaça. No dia seguinte, o mesmo jornal dava notícia de obras previstas para melhoria da canalização subterrânea na área próxima do Estádio; dois meses depois as obras estavam quase feitas — a vala acabou, embora ainda se note uma ligeira depressão na área por onde passava. O traçado rectilíneo da canalização poderá ser um elemento positivo, mas temos dúvidas quanto ao seu redimensionamento<sup>(12)</sup>; espera-se que não seja esquecido o *design* das sarjetas e a calendarização rígida dos trabalhos de manutenção, tanto mais que o aplanamento da área, quase no centro geográfico da bacia de recepção e antes da concentração de águas no canal de escoamento, é um factor favorável à perda de velocidade das águas e à deposição de materiais. O risco de pequenas inundações em frente ao Centro Comercial Girassolum ainda continuará, embora com menos importância atendendo às recentes obras de requalificação ligadas com a entrada oriental do Estádio (2003); só poderá diminuir francamente com o avanço da urbanização nas secções mais a montante da bacia; o risco de inundações razoáveis na Rua do Brasil não parece vir a alterar-se muito com essas obras — há outras ruas que, em caso de chuvas intensas, continuarão a funcionar como linhas de água da bacia de recepção.

#### 4. SÍNTESE E CONCLUSÕES

Embora a escalas diferentes, a análise, primeiro, dos casos verdadeiramente catastróficos de Lisboa, Funchal e Povoação e, agora, destes três casos críticos na área urbana de Coimbra mostra que o risco de inundações locais rápidas se vai mantendo em Portugal apesar dos trabalhos de engenharia que, às vezes, se fazem para os ultrapassar.

<sup>(12)</sup> A simples observação dos trabalhos feitos em Julho de 1997 frente ao Centro Comercial Girassolum permitiu concluir que a canalização colocada, seguindo um traçado inteiramente novo, não tem metade da capacidade que tinha a velha vala agora substituída e que, mesmo assim, tantas vezes transbordava. Posteriormente vieram a ser feitas canalizações paralelas. Falta saber se todo o sistema irá resolver por muito tempo o problema das inundações locais e se os futuros habitantes dos novos arruamentos não irão ver saltar as tampas do saneamento, tal como nas proximidades do Estádio tem sido possível ver quando de chuvadas intensas (há quem se refira a saltos de dois metros de altura...)

No caso de Coimbra, onde, em certas circunstâncias, algumas ruas podem funcionar como elementos constituintes de pequenas torrentes, as situações de crise são mais frequentes nas áreas ainda não estabilizadas em termos de evolução urbanística; dir-se-á que, aí, o risco de inundação rápida é maior atendendo à quantidade de material disponível para transporte pelas águas de escorrência. Quando habituadas a conviver com a crise, as populações procuram o seu bem-estar com defesas contra a invasão da água; em regra, essas populações actuam apenas quando o perigo se instala, ou seja, quando na sequência de vários dias de chuva há receio da ocorrência de aguaceiros fortes ou, mesmo e apenas, quando a chuva começa a cair com mais intensidade. Muitas vezes, porém, a crise surpreende ou porque já não se esperava que acontecesse devido a obras recentes, ou porque não se tinha consciência do risco e não se atendeu aos indicadores de perigo. Será, então, o momento, primeiro, da actuação dos bombeiros e, depois, das companhias de seguros, sempre sob um coro de protestos contra os autarcas.

No caso das grandes catástrofes de Lisboa, Funchal e Povoação a escala é diferente. Trata-se, igualmente, do funcionamento de torrentes na sequência de chuvas intensas, mas umas e outras são de dimensões bem superiores às dos pequenos casos de Coimbra. As altitudes envolvidas nas bacias de recepção são mais importantes; à partida, para o mesmo tipo de risco climático, o agravamento proveniente da altitude é maior para o Funchal, do que para a Povoação ou, por maioria de razão, para a região de Lisboa; para vulnerabilidades semelhantes, o risco de ocorrência de grandes catástrofes será, portanto, superior no Funchal. No entanto, as características hidrográficas das torrentes da Povoação poderão compensar o efeito de uma altitude inferior às do Funchal nas suas bacias de recepção — ao drenarem uma grande parte da área da caldeira do aparelho vulcânico do mesmo nome e ao juntarem-se num só cone de dejecção, as ribeiras apresentam uma circularidade favorável a respostas rápidas às chuvas intensas; com as vulnerabilidades existentes, o risco de ocorrência de inundações catastróficas é grande também.

No caso de Lisboa, a possibilidade de um certo agravamento do risco climático em função das altitudes, embora existente na bacia do Rio Trancão, não é significativo e no caso acompanhado na área do Estoril o problema nem sequer se põe. A resposta rápida do Trancão, graças a

uma razoável circularidade da sua bacia, é, sem dúvida, um factor favorável às inundações rápidas, mas não parece suficiente para justificar, só por si, um risco elevado; o risco de inundação aumentará, sem dúvida, pelo facto de desaguar no Tejo numa situação de digitação de planície aluvial. Este facto poderá criar dificuldades a algumas outras ribeiras da área de Lisboa no momento de escoarem as suas águas de cheia, mas esse problema quase não existe nas que desaguam directamente no mar. As crises de dimensão catastrófica de 1967 e 1983 terão de ser explicadas mais pelas características da ocupação humana do que pelas características naturais.

A noção de risco resulta de uma relação da eventualidade de actuação das componentes naturais com as vulnerabilidades. Por isso, o risco da ocorrência de inundações rápidas de características catastróficas não parece hoje ser tão grande na área de Lisboa como no Funchal ou na Povoação, mas, no que respeita às povoações ribeirinhas ao rio Trancão, atendendo ao tamanho da bacia e à presença do Tejo, é, naturalmente, superior à das ruas e bairros apresentados em Coimbra.

No entanto, os casos estudados em Coimbra, salvaguardadas as devidas proporções, podem trazer uma pequena lição para os outros. Algumas ruas funcionam como verdadeiros leitos de canais componentes de bacias de recepção ou canais de escoamento, quando não como elementos de cones de dejectão.

Após as crises, depois da actuação dos bombeiros, vêm os serviços camarários limpar as ruas — nos locais críticos de Coimbra, às vezes, são toneladas de calhaus, areia e argila que encham várias camionetas em trabalhos que demoram horas ou dias. O mesmo se faz em Lisboa, no Funchal, na Povoação ou em quaisquer outros espaços urbanos que sofram inundações. Trata-se de repor uma situação que permita o trânsito normal das viaturas. Torna-se necessário que algo de semelhante se faça nos leitos das torrentes e não só nas ruas que elas inundam. A deposição nos canais tira-lhes capacidade de escoamento para novas ocorrências, ou seja, primeiro, para uma mesma quantidade de água a escoar; transbordarão mais cedo, depois, nem será precisa a mesma quantidade para transbordarem. Além disso, as águas em movimento rápido terão muito mais material disponível para transportar; mesmo antes de receberem os achegos laterais provenientes de movimentos em massa nas vertentes.

- ALMEIDA, A. Campar de (1988) — «O Concelho de Anadia do Cértima ao rebordo montanhoso. Um contributo de Geografia Física para o Urbanismo». *Cadernos de Geografia*, Coimbra, 7, p. 3-85.
- AMARAL, Ilídio do (1968) — «As inundações de 25/26 de Novembro de 1967 na região de Lisboa». *Finisterra*, Lisboa, 3 (5), p. 79-84.
- AMARAL, Ilídio do (2000) — «Geografia física das regiões tropicais: reflexões geomorfológicas (I)». *Garcia de Orta, Série geográfica*. Lisboa, 17 (1-2), p. 1-22.
- BATEIRA, Carlos, RESENDES, João e REBELO, Fernando (1998) — «Escoamento torrencial e processos geomorfológicos na Bacia da Povoação (S. Miguel, Açores). As cheias de 14 de Dezembro de 1996». *Territorium*, Coimbra, 5, p. 5-24.
- BLAIKIE, Piers, CANNON, Terry, DAVIS, Ian and WISNER, Ben (1994) — *At Risk. Natural hazards, peoples vulnerability and disasters*. London, Routledge, 284 p.
- COCA, Miguel Angel Almendros e GARCIA, Felipe Fernandez (1996) — «La precipitación y el viento como riesgos climáticos urbanos: el caso de Madrid». *Territorium*, Coimbra, 3, p. 25-34.
- ESTIENNE, Pierre et GODARD, Alain (1970) — *Climatologie*. Paris, Armand Colin, 365 p.
- FAUGERES, Lucien (1990) — «La dimension des faits et la théorie du risque». *Le Risque et la Crise*, Malta, Foundation for International Studies, p. 31-60.
- FERREIRA, Denise de Brum (1985) — «Les dépressions convectives du bassin atlantique nord subtropical oriental». *Finisterra*, Lisboa, 20 (39), p. 25-45.
- FERREIRA, Maria Fernanda (1995) — *Recherche dans le domaine des risques majeurs — le cas des inondations aux îles de Madère*. Rapport, DESS Gestion Globale des Risques et des Crises, Université Paris I — Panthéon-Sorbonne (polic. inédito).
- GANHO, Nuno, LOURENÇO, Luciano e REBELO, Fernando (1992) — «Importância da Climatologia e da Geomorfologia no Planeamento Urbano. Análise de um caso concreto na parte oriental da cidade de Coimbra». *Cadernos de Geografia*, Coimbra, 11, p. 75-85.
- 246 JALHAY, Eugênio e PAÇO, Afonso do (1941) — «A gruta II da necrópole de Alapraia». *Anais da Academia Portuguesa de História*, 4, p. 103-140.
- MARGARIDO, Ana Paula (1987) — «A morfologia urbana da 'Alta' de Coimbra — ensaio sobre o traçado da malha e sua evolução». *Cadernos de Geografia*, Coimbra, 6, p. 43-69.
- MARGARIDO, Ana Paula (1988) — «A morfologia urbana da 'Alta' de Coimbra — suas condicionantes». *Alta de Coimbra, História-Arte-Tradição*, Coimbra, GAAC e Livraria Minerva, 355 p.

- MARTINS, Alfredo Fernandes (1940) — *O Esforço do Homem na Bacia do Mondego*. Coimbra, ed. Autor, 299 p.
- MARTINS, Alfredo Fernandes (1983) — «Esta Coimbra... — alguns apontamentos para uma palestra». *Cadernos de Geografia*, Coimbra, I, p. 35-78.
- NOVA, Elisa Vila (1996) — *Educar para a Protecção Civil. Projectos para a área-escola e actividades de complemento curricular*. Lisboa, Texto Editora, 1996, 159 p.
- NUNES, Mário (1990) — *Coimbra — Imagens do Passado, 1940-1960*. Coimbra, Livraria Minerva, 223 p.
- PÉGUY, Ch (1970) — *Précis de Climatologie*. Paris, Masson, 468 p.
- QUINTAL, Raimundo (1994) — *Veredas e Levadas da Madeira*. Funchal, Região Autónoma da Madeira, Secretaria Regional da Educação, 2 I 5 p.
- QUINTAL, Raimundo (1999) — «Aluviões da Madeira. Séculos XIX e XX». *Territorium*, Coimbra, 6, p. 3 I -48.
- QUINTAL, Raimundo (2000) — «O parque ecológico do Funchal e a prevenção de cheias e incêndios florestais». *Territorium*, Coimbra, 7, p. 39-53.
- QUINTAL, Raimundo e VIEIRA, Maria José (1985) — *Ilha da Madeira. Esboço de Geografia Física*. Funchal, Região Autónoma da Madeira, Secretaria Regional do Turismo e Cultura, 89 p.
- REBELO, Fernando (1982) — «Considerações metodológicas sobre o estudo dos ravinamentos». *Comunicações*, II Colóquio Ibérico de Geografia, Lisboa, 1980, vol. I, p. 339-350.
- REBELO, Fernando (1985) — «Nota sobre o conhecimento geomorfológico da área de Coimbra (Portugal)». *Memórias e Notícias*, Publ. Museu e Lab. Mineral, e Geol., Universidade de Coimbra, 100, p. 193-202.
- REBELO, Fernando (1990) — «Geografia Física e Ambiente. Temas e Problemas. Alguns casos concretos escolhidos em Portugal». *Cadernos de Geografia*, Coimbra, 9, p. 85-95.
- REBELO, Fernando (1994) — «Do ordenamento do território à gestão dos riscos naturais. A importância da Geografia Física salientada através de casos de estudo seleccionados em Portugal». *Territorium*, Coimbra, I, p. 7-15.
- REBELO, Fernando (1995a) — «Os conceitos de risco, perigo e crise e a sua aplicação ao estudo dos grandes incêndios florestais». *Biblos*, Coimbra, 71, p. 51 1-527.
- REBELO, Fernando (1995b) — «Hommes et érosion dans le centre et le nord du Portugal. Le cas du bassin du Mondego». *Territorium*, Coimbra, 2, p. 5-10.
- REBELO, Fernando e RAPOSO, António Guilherme B. (1988) — «As inundações de 2 de Setembro de 1986 na Povoação e no Faial da Terra (S. Miguel — Açores)». *Cadernos de Geografia*, Coimbra, 7, p. 169-179.

- ROCHA, João Soromenho (1995) — «Prevenção de inundações e reabilitação de edifícios em zonas inundáveis». *Territorium*, Coimbra, 2, p. II -20.
- SILVA, José Manuel Azevedo e (1995) — *A Madeira e a Construção do Mundo Atlântico (séculos XIV-XVIII)* Funchal, Região Autónoma da Madeira, Secretaria Regional do Turismo e Cultura, CEHA, Memórias, 10, 2 vols.
- THOMAS, Michael F. (1994) — *Geomorphology in the Tropics: A Study of Weathering and Denudation in Low Latitudes*. New York, John Wiley and Sons, 468 p.
- VELHAS, Edite M. S. (1991) — *A Bacia Hidrográfica do Rio Leça. Estudo Hidroclimático*. Porto, Fac. de Letras, polic.
- VELHAS, Edite (1997) — «As cheias na área urbana do Porto. Risco, percepção e ajustamentos». *Territorium*, Coimbra, 4, p. 49-62.
- VIERS, Georges (1968) — *Eléments de Climatologie*, Paris, Fernand Nathan, 224 p.

## CONCLUSÃO

### TEORIA DO RISCO E GEOGRAFIA (\*)

Não há ninguém, por menos instruído que seja, que não tenha uma ideia sobre o que são riscos. A mãe que aceita ter um filho sabe bem os riscos que corre; o indivíduo que entra num qualquer meio de transporte para fazer uma viagem sabe igualmente que o espreitam múltiplos riscos; até a pessoa que compra um simples bilhete de lotaria sabe que o risco de perder o dinheiro apostado é superior à hipótese de o reaver com ganhos. Tirados da vida quotidiana, muitos outros exemplos se poderiam acrescentar.

Do mesmo modo, militares e políticos, industriais e agentes seguradores, economistas e engenheiros, sociólogos e médicos, fizeram análises de risco, falaram deie e escreveram sobre ele durante anos e anos sem terem o necessário suporte científico. E, se não utilizavam a palavra, frequentemente aplicavam a ideia.

#### I. PRIMEIROS PASSOS DA CIÊNCIA DO RISCO

A noção de risco é, portanto, uma daquelas noções a que chamamos pré-científicas. Por outras palavras, não existia ainda qualquer ciência do risco e toda a gente falava dele. Talvez por isso, muitas pessoas sempre confundiram a noção de risco com a de perigo. Mesmo Georges-Yves KERVERN e Patrick RUBISE, autênticos pioneiros dessa ciência, deram o

(\*) REBELO, Fernando (1999) — «A teoria do risco analisada sob uma perspectiva geográfica». *Cadernos de Geografia*, Coimbra, 18, p. 3-1 3 (revisto e aumentado).

título de *L'Archipel du danger* (O arquipélago do perigo) ao livro que publicaram em Paris, em 1991, e no qual se debruçavam sobre o «nascimento de uma nova ciência», ou, talvez melhor, de várias ciências a que chamavam «as cindínicas», as «ciências do perigo» (p. 1 8-20). Tratando largamente da temática do «risco», referindo-se abundantemente aos «riscos», estes Autores, na verdade, não faziam qualquer confusão, já que consideravam o risco como medida do perigo (p. 24). Ou seja, distinguíam claramente as noções de risco e de perigo — se se prevêem muitos perigos, o risco é grande; se se prevêem poucos perigos, o risco é pequeno.

Os mais importantes esforços para introduzir num contexto científico a noção de risco foram patrocinados pela UNESCO. Primeiro, em 1987, em Paris, através de uma grande reunião em que muito se falou de riscos, principalmente ao nível das empresas, mas também ao nível individual e ao nível da sociedade. Depois, em 1989, foi ainda sob o patrocínio da UNESCO e da Universidade francesa da Picardia que se realizou, em Saint-Valéry-sur-Somme, uma importante reunião científica sob a designação de «Riscos naturais, riscos tecnológicos. Gestão dos riscos, gestão das crises».

Os trabalhos apresentados nesta reunião vieram a ser recolhidos num livro intitulado *Le risque et la crise*, publicado em Malta, em 1990, pela Fundação para os Estudos Internacionais da Universidade de Malta e pelo Centro Europeu de Coordenação para Investigação e Documentação em Ciências Sociais, com sede em Viena. Também em 1990, em Paris, na sequência destas e de outras reuniões, foi criado o Instituto Europeu de Cindínicas.

Pela mesma época, nasceu, igualmente, o Centro Europeu para o Estudo dos Riscos e das Catástrofes (GEERC), com o qual fomos tendo contactos ao longo dos anos noventa; aí encontrámos especialistas em diversas áreas — geógrafos, como nós, mas também engenheiros, matemáticos, historiadores, geólogos, biólogos, sociólogos, economistas, militares, juristas, etc.

Nem todos os cientistas que têm escrito sobre riscos estão de acordo entre si no que respeita aos pontos teóricos a que aquelas reuniões conduziram. Alguns desconhecem pura e simplesmente a existência do trabalho teórico desenvolvido com o apoio da UNESCO. Outros, conhecendo-o e citando até alguns artigos publicados, seguem outros caminhos.

A «teoria do risco» foi, todavia, magistralmente, apresentada por um ilustre geógrafo francês, Lucien FAUGÈRES, que veio a ser membro proeminente do GEERC. Assim aconteceu, logo, na referida reunião de Saint-Valéry-sur Somme, ao apresentar a sua comunicação intitulada «La dimension des faits et la théorie du risque» (L. FAUGÈRES, 1990, p. 31-60), mas também, Posteriormente, tanto através de vários artigos publicados em diversas revistas e jornais, como nas aulas do seu DESS («Diploma de Estudos Superiores Especializados») de «Gestão Global dos Riscos e das Crises», na Universidade de Paris I (Panthéon-Sorbonne); desde o seu início, em 1992, até 2000, colaboramos todos os anos neste DESS, organizando e dirigindo um estágio de campo dedicado aos riscos naturais em Portugal.

## 2. A SEQUÊNCIA RISCO-PERIGO-CRISE EA NOÇÃO DE VULNERABILIDADE

Toda a «teoria do risco» se organiza em torno da sequência de três conceitos — primeiro, o de risco, propriamente dito, depois, o de perigo e, a culminar, o de crise.

Trata-se de conceitos que podem ser apresentados de maneira extremamente simples com exemplos concretos e acessíveis.

Pensemos numa viagem por estrada. Sabemos dos riscos que corremos quando entramos num automóvel — pode acontecer um acidente ou uma avaria, podemos adoecer... No entanto, só de vez em quando nos surge o sinal de perigo — na estrada, uma lomba, curvas apertadas, áreas inundáveis, áreas sujeitas a ventos, cruzamentos, obras ou, na própria viatura, o avisador de falta de água, de falta de óleo, de falhas nos travões ou, ainda, em nós próprios, dores de cabeça, dores no peito, etc.; a ideia de perigo traz-nos sempre um sentimento de proximidade de algo que nos pode causar danos. Felizmente, a crise (que neste exemplo, será o acidente, a avaria ou a doença) é rara, embora gostássemos que nunca acontecesse.

Há, porém, quem considere que o perigo está primeiro e que o risco vem depois — destaquemos, por exemplo, na escola geográfica francesa, J. TRICART (1992). Dizer que o perigo é omnipresente e que o risco apenas existe de vez em quando, é uma opinião, respeitável como qualquer outra, mas difícil de explicar de modo tão simples como a anterior.

A noção de vulnerabilidade, que se associa à de risco, tem sido também matéria de discussão.

A noção de risco sem vulnerabilidade nem sequer é considerada por grande parte dos Autores que se debruçam sobre esta temática; merece uma outra designação — *aléas* (cada vez mais, dito no singular, *aléo*), *hazard* ou «perigosidade». De facto, muitos franceses optaram pela ideia de «aleatório» (*aléa*), tal como muitos anglo-saxónicos preferiram a de «acaso» ou «casualidade» (*hazard*): alguns espanhóis, italianos e portugueses, para exprimir estas ideias preferiram as palavras *peligrosidad*, *pericolosità* e «perigosidade», respectivamente.

Em nossa opinião, estas últimas palavras não correspondem às ideias de «aleatório» ou de «acaso» e foram até mal escolhidas. Por um lado, porque nascem da noção de perigo, já incluem o homem, portanto, já contêm a noção de vulnerabilidade, o que, à partida, não deveria acontecer... Por outro lado, os seus adeptos partem do princípio de que o perigo é anterior ao risco, colocando-se numa perspectiva, que, como vimos, é bastante discutível.

Independentemente das palavras utilizadas, está, na prática, aceite, por quase todos os que se dedicam a este tipo de estudos, que o risco é, então, o somatório de algo que nada tem a ver com a vontade do homem («aleatório», «acaso», «casualidade» ou «perigosidade»), com algo que resulta da presença directa ou indirecta do homem, a vulnerabilidade. E a chamada «fórmula do risco»:  $R=A+V$  (para os Autores de língua francesa) ou  $R=H+V$  (para os Autores de língua inglesa). Recentemente, porém, começa a encontrar-se, com alguma frequência, uma «fórmula do risco» que valoriza mais a vulnerabilidade para a mesma importância do *aléa* ou *hazard*, multiplicando e não somando:  $R=A.V$  ou  $R=H.V$ . Mas há quem prefira deixar tudo em aberto, como é o caso de A. DAUPHINÉ (2001), quando diz que «Risco = F (*aléa*, vulnerabilidade), onde F é uma relação que depende do problema analisado» (p. 24).

252

Os exemplos ajudam muito a compreender as teorias — se existe um vulcão activo numa ilha onde não vive ninguém, não há casas, não há ruas, não há vulnerabilidade, ele poderá funcionar que não afecta quaisquer pessoas ou bens... O risco seria igual ao «aleatório» ou «acaso» ( $R=A$  ou  $R=H$ ).

Admitindo, portanto, a hipótese da ausência de vulnerabilidade, as duas noções confundem-se. Será caso para perguntar — para quê então duas

palavras? A possibilidade de ocorrer algo de especial, de estranho, de diferente (A ou H), constituiria só por si um risco (R). Todavia, para quem exige as duas noções, atendendo a que só considera a existência do risco quando o homem ou os seus bens podem ser prejudicados, o risco verdadeiramente não existiria por não haver vulnerabilidade. Matematicamente, só sendo  $R=A.V$  ou  $R=H.V$ , com  $V=0$  temos  $R=0$ .

Mas, insistimos, será mesmo assim? No exemplo dado, o funcionamento do vulcão afectaria sempre a atmosfera e indirectamente poderia vir a afectar o próprio homem através de poluição gasosa, de mudanças de tipos de tempo, de alterações climáticas... Com maior ou menor importância, a vulnerabilidade está sempre presente e, por conseguinte, o risco também. A vulnerabilidade é intrínseca à noção de risco e quase não vemos a necessidade de falar em «aleatório», «acaso», «casualidade» ou «perigosidade». Qualquer das fórmulas acima referidas deixa de ter



Fot. 55 - Painel de indicação de risco de incêndio numa floresta do Canadá (1999).

importância e só por uma questão de metodologia elas poderão aceitar-se — trata-se de garantir um modo de jogar com diversos graus de vulnerabilidade (por exemplo, muito pequena, pequena, média, grande ou muito grande).

A conclusão será que o *hazard*, do vocabulário anglo-saxónico, pode perfeitamente traduzir-se por risco, em português; um exemplo, apenas — como traduzir os letreiros de *fire hazard* (fot. 47) colocados nas florestas dos Estados Unidos da América e do Canadá? Não será «risco de incêndio florestal» o que se pretende dizer?

### 3. CARTOGRAFIA DE RISCOS. EXEMPLOS PORTUGUESES

Alguns autores, todavia, insistem na distinção entre «risco» e *hazard*; há quem desenhe mapas de *hazards* (sem jogar com a vulnerabilidade) e mapas de «riscos» (jogando com graus diferentes de vulnerabilidade). Mas nem sempre as definições são rigorosas.

Numa perspectiva de distinção clara entre as duas designações, em Portugal, José Luis ZÊZERE (1997) apresentou alguns «mapas de perigosidade geomorfológica» na sua tese de Doutoramento em Geografia Física, defendida em Lisboa (F. REBELO, 1997 b); na legenda desses mapas, apresentam-se as classes ditas de perigo, em número de cinco — classe I, «perigo forte com elevada probabilidade», classe II, «perigo forte com baixa a média probabilidade», classe III, «perigo moderado com elevada probabilidade», classe IV, «perigo moderado com baixa a média probabilidade» e classe V, «perigo fraco ou nulo».

Em Coimbra, numa perspectiva semelhante, José Gomes SANTOS (1997), partindo dos estudos realizados na sua tese de Mestrado em Geografia Física, publicou um pequeno «mapa de riscos de movimentos de terreno», com cinco classes de risco, com numeração também de I a V, mas por ordem crescente — classe I, «risco fraco», classe II, «risco moderado a fraco», classe III, «risco moderado», classe IV, «risco moderado a forte», e classe V, «risco forte». Em termos metodológicos, a diferença em relação ao mapa anterior está no facto de se utilizar a palavra risco em vez da palavra perigo, apesar de não se entrar em linha de conta com a vulnerabilidade.

Do mesmo modo, em Coimbra, Lúcio CUNHA e Rui ROCHA (1997) deram à estampa um igualmente pequeno «mapa de riscos naturais», mas que já considerava as vulnerabilidades, aliás, bem explícitas na legenda — classe I, «áreas potencialmente sujeitas a manifestações de instabilidade (inundações, desabamentos e deslizamentos) que poderão provocar destruição total ou parcial de edifícios e vias de comunicação», classe 2, «áreas potencialmente sujeitas a pequenos desabamentos e deslizamentos ou a sofrer efeitos de escorrência difusa e concentrada, mais prejudiciais para a actividade agrícola (do) que para as construções», e classe 3, «áreas não sujeitas a riscos conhecidos».

Posteriormente, em Lisboa, na sua tese de Doutoramento em Geografia Física, Maria Luisa RODRIGUES (1998), apresentou um mapa dito de «perigosidade geomorfológica», em cuja legenda distinguiu «grau de perigo real» de «grau de perigo potencial», tendo introduzido, no primeiro, a noção de vulnerabilidade. Com efeito, separou «áreas sujeitas a manifestações de instabilidade (...) que provocam a destruição total ou parcial de construções, pondo em perigo vidas humanas» (grau 3), «áreas sujeitas a manifestações de instabilidade (...) que podem danificar construções, sem colocar em perigo vidas humanas» (grau 2) e «áreas sujeitas a processos erosivos (...) mais prejudiciais para a actividade agrícola e para a conservação do património geomorfológico do que para eventuais construções»; acrescentou, ainda, um grau 0 — «áreas sujeitas a perigos muito fracos ou nulos». Tendo considerado tão abertamente as vulnerabilidades, não se percebe, portanto, a razão por que não optou pela designação de «mapa de riscos».

Mais difíceis de enquadrar serão os muitos mapas de riscos de incêndios florestais publicados por Luciano LOURENÇO durante os últimos anos, quer em trabalhos editados em Coimbra, noutras cidades portuguesas ou no estrangeiro, quer em trabalhos inéditos destinados aos serviços oficiais, muitas vezes referentes ao «risco de incêndio» para o dia seguinte. Lembremos apenas, como exemplo, o «mapa de riscos de incêndios, por concelhos» que publicou em 1992, em Lisboa, na *Finisterra*. Realizado a partir do número e importância dos incêndios florestais ocorridos em Portugal entre 1982 e 1990, este mapa, sem o dizer, joga com a vulnerabilidade intrínseca na noção de risco, neste caso, sem quaisquer dúvidas. Pinheiros e eucaliptos são, em regra, as árvores mais afectadas

pelos chamados incêndios florestais; independentemente de terem ou não sido plantados pelo homem, são bens de maior ou menor importância que pertencem a alguém. Além disso, o homem é frequentemente atingido de forma directa pelo fumo, que o pode intoxicar mais ou menos gravemente. Quantas vezes começará por morrer intoxicado antes de ser envolvido pelas chamas! Mesmo sem se atingir a dimensão da tragédia, há sempre que contar com os fumos que se libertam para a atmosfera e que conduzem, por vezes, a situações ambientais muito complexas — lembremos o caso da chegada a Coimbra dos fumos do grande incêndio de Julho de 1993 na Serra da Boa Viagem, junto à Figueira da Foz; a mudança do vento para um quadrante de W, trouxe a humidade que ajudou à extinção do incêndio que já lavrava há três dias, mas levou até Coimbra um nevoeiro irrespirável ao fim da tarde do dia 23, que obrigou os automóveis a circular de faróis acesos e as pessoas a refugiarem-se em casa com as janelas todas fechadas (L. LOURENÇO, A. NUNES e F. REBELO, 1994, p. 60).

No referido mapa, L. LOURENÇO (1992, p. 131) considerava nove graus de risco, desde o extremamente baixo ao extremamente alto, apesar de, no texto, por comparação com o «que acontece nos Estados Unidos da América» falar de cinco classes de perigo a que corresponderão cinco classes de risco (p. 121-122).

Tanto nos mapas ditos de *hazards* ou de «perigosidade», como nos mapas ditos de «riscos», podem, portanto, aparecer gradações — nos primeiros, a maior ou menor probabilidade de ocorrência dos factos em estudo, nos segundos, a possibilidade desses factos causarem mais ou menos danos. Em resumo, quando se pensa apenas no fenómeno ou nos fenómenos em causa, não se introduzindo o factor presença do homem, fazem-se, portanto, mapas de *hazards*, que são, afinal, mapas de riscos entendidos de um modo teórico. O seu interesse seria muito reduzido se, na verdade, o homem não estivesse presente. Como em quase todos os casos, o homem está, de algum modo, presente, os mapas de *hazards* são verdadeiros mapas de «riscos». E, como vimos, os próprios Autores, às vezes, acabam por deixar escapar essa realidade mesmo nas legendas.

De qualquer maneira, chame-se o que se chamar; não há nunca «risco zero». O homem existe à face da Terra e o que se passa num local é

sempre susceptível de desencadear problemas num outro qualquer local ou num outro tempo para o mesmo local. Para uma determinada área, poderão não ser conhecidos riscos ou perigos, mas nunca se deverá dizer que o risco ou o perigo é nulo, a não ser quando se está a tratar de um só tipo de risco ou perigo, muito bem definido — concretamente, não se pode falar de risco de desabamento numa superfície plana...

#### 4. DIFERENTES TIPOS DE RISCOS

Nos primeiros momentos da organização da «teoria do risco» (L. FAUGÈRES, 1990, p. 38) apresentavam-se os riscos divididos em duas grandes categorias — riscos naturais e riscos tecnológicos.

Como a noção de risco se relacionava em primeiro lugar com o facto de se terem já perdido vidas com as suas manifestações no passado, no respeitante aos riscos naturais dava-se prioridade às inundações, aos furacões, aos sismos e às erupções; sistematizando, hoje, fala-se em riscos tectónicos e magmáticos ou em riscos sísmicos e vulcânicos, querendo significar a mesma coisa; fala-se em riscos geomorfológicos e em riscos hidrológicos, procurando uma esquematização que não é fácil, dada a sua ligação quase sempre com riscos climáticos; por isso, muitas vezes se prefere falar em riscos climático-hidrológicos embora, também se pretenda ser mais explícito e dizer, simplesmente, riscos de seca e riscos de inundaçãõ; fala-se em riscos de *tsunomis* ou, de um modo mais abrangente, em riscos de inundaçãõ marinha.

No respeitante aos riscos tecnológicos alinhavam-se os transportes colectivos e os transportes individuais, a produçãõ industrial, os incêndios, etc.. Estatísticas relativas a perdas de vidas com acidentes e catástrofes salientavam em primeiro lugar os acidentes de estrada. No entanto, quando não se incluíam estes, o número mais elevado era o das catástrofes naturais (L. FAUGÈRES, 1990, p. 41-42). A diversidade dos riscos tecnológicos é muito grande e alguns deles têm particular incidência sobre o ambiente relacionando-se, assim, com a Geografia Física — acidentes como os das fábricas de Bhopal, na Índia, e de Seveso, na Itália, ou, ainda, como os da central nuclear de Chernobyl, na Ucrânia, criaram situações de verdadeira catástrofe através da expansãõ de gases na atmosfera.

Quanto aos riscos de incêndios florestais, quase não referidos nos primeiros trabalhos da escola francesa e nem sequer considerados por BLAIKIE e colaboradores (1994) no conjunto daqueles a que chamavam «natural hazards», não se duvida que devam ser incluídos no conjunto dos riscos naturais. Na verdade, eles podem ter origem em fenómenos físicos, o que, sendo raro em Portugal, é frequente noutros países, como por exemplo nos Estados Unidos da América, onde, como refirmos, no Verão de 1988, dos 49 incêndios detectados no interior do *Yellowstone National Park*, 44 foram atribuídos a faíscas (D. JEFFERY, 1989).

Mesmo que tal não aconteça, os incêndios florestais estão ligados, seja na sua origem, seja no seu desenvolvimento, a condições de clima e de tempo muito próprias, sem as quais o homem pouco poderia fazer como agente desencadeador — em Portugal Continental é fácil compreendê-los na medida em que, como escreveu Orlando RIBEIRO (1986), «no Verão, o clima mediterrâneo reina por toda a parte, no litoral e no interior, na terra chã e nas serranias», ou seja, com tempo quente e seco, em todo o país, os incêndios florestais podem verificar-se chegando a ser particularmente catastróficos em situações de vento de leste. No Brasil ou na Venezuela, sob clima equatorial a subequatorial, quente e húmido, pelo contrário, têm sido necessárias grandes quantidades de derivados do petróleo para, através do fogo, abrir algumas clareiras nas florestas ombrófilas; naturalmente, tal esforço humano só resultou em catástrofe ecológica e ambiental quando as condições de tempo foram excepcionalmente secas — exemplo recente é o do Estado brasileiro de Roraima, na bacia amazónica, em 1998, onde durante mais de um mês não foi possível controlar os incêndios. A noção de risco, no caso dos incêndios florestais está, portanto, ligada às condições climáticas, de um modo geral, e às condições meteorológicas, de um modo particular.

Outros riscos amplamente estudados por diversas escolas, como os riscos sociais, tão caros à escola holandesa — em especial à escola da Universidade Erasmus de Roterdão, com Jan BERTING (1996), ou os riscos económicos e financeiros, tão do gosto da escola do *risk management*, de Genebra, pouca atenção mereceram no despontar das «ciências cindínicas». Do mesmo modo, só tardiamente se começou a dar importância aos riscos biológicos — P BLAIKIE e colaboradores (1994, p. I 16-1 18), embora sem se preocuparem com a «teoria do risco» salientaram amplamente um dos

casos mais dramáticos da manifestação de riscos biológicos, que foi a difusão do SIDA em África; no contexto das «ciências cindínicas», também a Universidade de Paris I (Sorbonne) levou a efeito, durante o ano lectivo de 1996/97, no âmbito do já referido DESS de «Gestão Global dos Riscos e das Crises», um Seminário aberto ao público sobre a vulgarmente chamada «Doença das Vacas Loucas» (*Seminaire Bachelard sur la Maladie des Vaches Folies*) — nele se abordaram os riscos biológicos em ligação com problemas de diversas ordens.

No respeitante aos riscos naturais e aos riscos tecnológicos, talvez porque se nota bem uma diversidade de escalas na innumeração dos riscos feita a partir dos acontecimentos funestos em que se baseou a sua consideração, G.Y KERVERN e R RUBISE (1991, p. I 19-322) falavam de ciências megacindínicas e microcindínicas — com efeito, não se podem estudar com a mesma metodologia as grandes inundações ou as inundações rápidas (*flash floods*), os grandes terremotos ou os pequenos sismos, os grandes acidentes de estrada ou os pequenos acidentes domésticos, as grandes catástrofes ambientais ou as pequenas descargas de poluentes nos rios. Além disso, no que respeita à escala de análise dos riscos, teremos igualmente de voltar a insistir na noção de vulnerabilidade, que tão bem foi apresentada em Inglaterra por R BLAIKIE e colaboradores (1994, p. 170) — um terremoto como o de 4 de Fevereiro de 1974 na Guatemala, matou 22000 pessoas que viviam em casas inseguras nas terras altas e nos bairros pobres da cidade, mas quase não criou problemas à população das classes média e alta vivendo em casas bem construídas.

## 5. RISCOS SIMPLES E RISCOS COMPLEXOS

Apesar de toda a diversidade existente, há noções comuns que se salientam quando se trata de risco, entendido como possibilidade de um determinado facto ocorrer trazendo danos a pessoas ou bens.

Há, por exemplo, o caso da distinção entre riscos simples e riscos complexos.

Um risco tectónico como o da probabilidade de ocorrência de um sismo é indubitavelmente um risco simples; se temos uma falha de desenvolvimento horizontal em que uma placa desliza ao longo de outra,

o risco de sismo é tão evidente que os especialistas chegam a estudar índices susceptíveis de prever, com alguma aproximação, a data para a sua ocorrência e até o seu grau de importância (P. VAROTSOS, K. ALEXOPOULOS e M. LAZARIDOU, 1996). O risco sísmico, porém, não se relaciona apenas com grandes falhas. Uma qualquer falha considerada activa pode originar um sismo. Ainda há poucas semanas isso aconteceu no centro oeste de Portugal Continental, provavelmente com epicentro numa pequena falha de origem diapírica. Em Coimbra, são bem conhecidos os sismos com epicentro na falha de Alencarce, perto de Soure. Em regra, analisando-se um mapa de distribuição de sismos historicamente conhecidos, está-se em condições de falar em risco maior ou menor de ocorrência de novos sismos. Para os puristas da linguagem científica, poderá falar-se de *seismic hazard*. Mas não será também difícil, entrando em linha de conta com a vulnerabilidade, falar-se em graus de risco no sentido do anglo-saxónico *seismic risk*. De uma ou de outra forma, estabelecer-se-á sempre uma classificação gradativa.

Tudo aparece diferente com o risco de incêndio florestal, que é claramente um risco complexo. Primeiro, porque só há risco se existe um material susceptível de arder e nem todas as árvores respondem da mesma maneira ao fogo; por exemplo, a partir da experiência do grande incêndio de Julho de 1993, a N da Figueira da Foz, A. Campar de ALMEIDA (1996, p. 14) aconselhou a plantação de uma série de árvores folhosas nas depressões das dunas de Quiaios, não só para diminuir o risco de incêndio, mas também para, no caso dele se verificar, a propagação ser mais lenta. Todavia, há outros factores em jogo. Por exemplo, independentemente das suas características ou do seu estado de saúde, as árvores podem estar mais ricas ou mais pobres em água, consoante a época do ano, e isso depende do clima; depois, porque, mesmo quando estão secas, as condições de tempo podem ser favoráveis ou desfavoráveis ao desenvolvimento dos incêndios; depois, ainda, porque, independentemente do risco natural que as faíscas constituem, o homem pode insistir mais ou menos para desencadear um incêndio... E, finalmente, quando se manifesta este risco, a crise, maior ou menor, afecta sempre as condições ambientais. Em suma, o risco de incêndio florestal apresenta um número razoável de factores que têm de ser analisados para se definirem gradações. Mais — a distinção entre *hazard* e *risk*, já de si tão discutível, aqui, como vimos,

nem sequer faz sentido, já que, quando arde uma só árvore que seja, há sempre perda para o homem.

No caso dos riscos tecnológicos poderíamos também encontrar exemplos de riscos simples e de riscos complexos. O risco de acidente de automóvel será, naturalmente, um risco simples — um despiste poderá depender do simples rebentamento de um pneu. O risco de queda de um avião tecnologicamente avançado será, pelo contrário, um risco complexo, na medida em que se tornará necessária a conjugação de diversas avarias ou de diversos erros humanos ou, ainda, de diversos erros e avarias; dificilmente um avião moderno cairá por causa de uma só avaria e também aqui não parece fazer sentido a distinção entre *hazard* e *risk* — quando um avião cai há sempre prejuízos, directos, isto é, relacionados com a sua destruição, e indirectos, relacionados com danos de ordem ambiental e, também, quase sempre, com perdas humanas.

O problema coloca-se de modo semelhante quando nos referimos a riscos geomorfológicos como os riscos de formação de ravinas ou os riscos de desabamentos, de deslizamentos ou de solifluxões, riscos simples, sem dúvida, apesar da sua relação com riscos climáticos. Mas pode haver o que chamámos «simultaneidade e sucessão de riscos» (F. REBELO, 1991) e, então, já os riscos geomorfológicos nos aparecem como riscos complexos. Se nos referirmos a riscos hidrológicos ou, para sermos mais precisos, a riscos climático-hidrológicos, a simplicidade pode encontrar-se ainda, mas o mais certo será termos riscos bem complexos, tal o modo como, em geral, se manifestam, criando frequentemente manifestações de riscos geomorfológicos às vezes até difíceis de prever.

## 6. BACIAS DE RISCOS

### 6.1. Noção de bacia de r i s c o s

Outra noção que se pode apresentar é talvez a mais geográfica de todas. Quando nos colocamos num determinado local ou numa determinada região, verificamos que estamos sujeitos a um certo número de riscos. Entra, aqui, então, em primeiro lugar, o conceito de escala; e entra de dois modos diferentes — a escala taxonómica (local, pequena região,

grande região) e a escala do ou dos riscos, que podem ser de grande dimensão ou de pequena dimensão (fala-se, por exemplo de riscos maiores e de riscos menores). As duas escalas interpenetram-se — por um lado, os riscos maiores para uma região podem não se verificar num determinado local dessa região, por outro lado, há locais que estão sujeitos a riscos maiores e regiões extensas que apenas apresentam riscos menores... Concretizando: no meio dos campos do Mondego, sujeitos a risco de inundação (risco maior), há uma pequena aldeia, Ereira (perto de Montemor-o-Velho), que pela sua altitude, fica acima do limite do risco de inundação, chegando a ficar completamente isolada durante alguns dias, quando a crise se instala; do mesmo modo, enquanto a maior parte do Alentejo não conhece grandes cheias, em anos muito chuvosos, o Sado e o Guadiana podem provocar localmente problemas de inundações com cortes de estradas e de pontes; aliás, como se verificou no Outono de 1997, até vários pequenos rios alentejanos criaram situações catastróficas com a ocorrência de algumas mortes (F. REBELO e N. GANHO, 1998).

A convergência num local ou numa região de dois ou mais riscos, que até podem vir a manifestar-se ao mesmo tempo, originando crises complexas, leva a que a esse local ou região se dê o nome de bacia de riscos. Vejamos alguns exemplos portugueses sobre os quais nos temos vindo a debruçar.

## 6.2. Quatro exemplos portugueses

### 6.2. / . *Bacia de riscos do litoral português*

Um exemplo muito simples poderá encontrar-se no Porto, na área da foz do Douro. O risco de inundação flúvio-marinha é facilmente comprovado com o número cada vez mais frequente de situações de crise verificadas no Passeio Alegre e no Ouro (E. VELHAS, 1997, p. 55-56), nos últimos anos; os temporais no mar, por vezes associados a essas situações, com ventos fortes e ondas alterosas podem atirar com navios contra os rochedos ou contra as praias da área; desde o simples encalhe de navios mercantes à explosão de petroleiros, passando pelo naufrágio de barcos de pesca tudo tem acontecido e poderá voltar a acontecer. Também com a associação de riscos naturais e de riscos tecnológicos, embora a uma escala taxonómica reduzida, estamos perante um caso de bacia de riscos.

### 6.2.2. *Bacia de riscos de Lisboa*

Um outro exemplo poderá encontrar-se na cidade de Lisboa. Os riscos sísmicos são de tal modo conhecidos que o próprio Serviço Nacional de Proteção Civil já difundiu um CD-Rom intitulado *Os sismos e a gestão da emergência* em Lisboa (F. REBELO, 1997 c). Por sua vez, G.-Y. KERVERN e P RUBISE (1991) referiram-se ao histórico terramoto de Lisboa de 1755 como um marco fundamental na evolução da atitude humana sobre os riscos. E. ZEBROWSKI (1997) dedica-lhe as seis primeiras páginas do seu livro, sob o título de *Lisborís longest day*, não deixando de o associar com o *tsunamis* ou *raz-de-marée* que se lhe seguiu e tão mortífero foi. Além disso, os riscos de inundação devidos a chuvas intensas são igualmente conhecidos em toda a área e já se manifestaram sob a forma de tragédia, como foi o caso de Novembro de 1967, magistralmente apresentado por Ilídio do AMARAL (1967). Em parte da área ribeirinha, estes riscos de inundação têm sido facilmente comprovados com o número de crises registadas ao longo dos tempos e ainda bem sofridos no Outono de 1997, com incidência especial no bairro de Alcântara (F. REBELO e N. GANHO, 1998). Os temporais no mar, propagando-se pelo Tejo e associados a marés altas, são, até, em parte, por elas responsáveis por não permitirem o escoamento das águas pluviais; com ventos fortes e ondas alterosas, navios podem ser atirados contra os cais; desde simples encalhes ou choques entre navios, de que há casos já registados, por exemplo com cacilheiros, até à eventualidade da explosão de petroleiros, passando pelo naufrágio de barcos, mais provável para os de pesca ou de recreio, tudo, em teoria, pode acontecer. Mas há ainda a hipótese de ocorrência de incêndios urbanos que podem tomar proporções catastróficas, hipótese infelizmente já comprovada tanto na velha Baixa, na sequência do terramoto de 1755, como, há bem menos tempo, em Agosto de 1988, no Chiado (C. CHALINE e J. DUBOIS-MAURY 1994); como há a possibilidade não menos vezes comprovada de situações de tempo húmido que torna quase irrespirável o ar em certas ruas mais movimentadas com acumulação de gases de escape e de fumos de chaminés, mas também, se houver coincidência, de fumos de eventuais incêndios, mesmo que não catastróficos; como há igualmente a hipótese de um acidente aéreo sobre a cidade, tantos são os aviões que a sobrevoam a baixa altitude nos momentos críticos de aterragem ou de descolagem.

Com a associação de riscos naturais e de riscos tecnológicos, embora a uma escala taxonómica reduzida, estamos perante um caso muito importante de bacia de riscos, com fortes implicações nas características do ambiente urbano.

#### 6.2.3. *Bacia de riscos do Funchal*

Um outro exemplo poderá encontrar-se na cidade do Funchal. Os riscos de inundação da sua área central são facilmente comprovados com o número de crises registadas, em especial, ao longo dos séculos XIX e XX (R. QUINTAL, 1999); os temporais no mar, por vezes associados a essas situa es e até em parte por elas responsáveis por não permitirem o escoamento das águas pluviais com ventos fortes e ondas alterosas podem atirar com navios contra a costa ou contra o cais; a probabilidade de encalhe, naufrágio, colisão ou explosão de grandes navios ou de pequenos barcos de pesca ou recreio  , também, de considerar. Mas na montanha há a hipótese, tantas vezes comprovada, de incêndios florestais; como h  a possibilidade não menos vezes comprovada de situa es de tempo dito «capacete» que torna irrespirável o ar na baixa da cidade com acumula o de gases de escape, de fumos de chaminés e, se houver coincidência, de fumos de incêndios florestais. Também com a associa o de riscos naturais e de riscos tecnológicos, embora a uma escala taxon mica mais reduzida, estamos perante um outro caso de bacia de riscos, com fortes implica es nas características ambientais.

#### 6.2.4. *Bacia de riscos de Coimbra*

Ao longo da sua história, Coimbra esteve sujeita a um dos riscos ditos maiores em Portugal — as inunda es, que resultavam das cheias do Mondego. Hoje, este risco está reduzido, embora não tenha desaparecido por completo — não há «risco zero»... As barragens da Agueira e da Raiva, situadas no Mondego, a cerca de 40 Km para montante da cidade, associadas   barragem de Fronhas, no tramo final do Alva, juntamente ainda com o a de-ponte de Coimbra, regularizam os caudais do Mondego; se a maior daquelas barragens (Agueira) sofresse uma ruptura, poucos

minutos depois toda a parte baixa da cidade seria inundada; trata-se, felizmente, de uma hipótese pouco mais do que teórica. Todavia, se, numa época de muitas chuvas na região, com a abertura das comportas nessas duas barragens, não fosse possível, por qualquer motivo técnico ou humano, abrir as comportas do açude-ponte (situação que já esteve, pelo menos uma vez, perto de acontecer), uma parte da «baixa» seria naturalmente inundada. A subida do fundo do leito por deposição de sedimentos significa uma diminuição de capacidade de escoamento em frente à cidade; vinte anos depois da construção da barragem da Agueira já aconteceu, outra vez, a inundação do Choupalinho, na margem esquerda (7 de Dezembro de 2000).

No entanto, considerados riscos menores em Coimbra, podem acontecer sismos e inundações locais provocadas por chuvas intensas (F. REBELO, 1997 a, p. 39-45). Por estes mesmos motivos, podem ocorrer deslizamentos e desabamentos de terras e de pedras em certas áreas da cidade onde a vulnerabilidade é grande. Estamos já a falar numa bacia de riscos. Mas podemos acrescentar outros riscos que fazem ainda realçar mais a ideia — a Norte da cidade, a cerca de 9 Km do centro (Largo da Portagem) ou, se preferirmos, a 7 Km dos Hospitais da Universidade, encontra-se uma cimenteira que, com as suas avarias frequentes, lança, por vezes, quantidades enormes de pó para a baixa atmosfera; sendo os ventos dominantes do quadrante de Norte, é do conhecimento público que frequentemente se respiram pós de cimento na área dos referidos Hospitais. Com a co-incineração de lixo tóxico ou, como se diz de modo mais suave, de resíduos perigosos, que se chegou a anunciar para essa cimenteira, o risco de poluição do ar urbano (pelo menos em situação de avaria) vir-se-ia a agravar; em mais de 50% de situações de tempo a cidade seria atingida por gases potencialmente prejudiciais; em algumas dessas situações, os gases seriam movimentados durante a noite para a baixa da cidade, onde poderiam estacionar até ao meio da manhã do dia seguinte (N. GANHO (1996 e 1999). Além de tudo isto, os incêndios florestais são possíveis nos arredores da cidade — os ventos de leste podem fazê-los avançar para o seu interior, como podem simplesmente fazer descer fumos e restos de material queimado igualmente para o centro da cidade. A bacia de riscos que é Coimbra, particularmente na sua área central, a «baixa», fica assim ainda melhor definida.

## 7. SÍNTESE E CONCLUSÕES FINAIS

Falámos de risco no sentido pré-científico. Desde que surge a ideia de criar uma ciência do risco ou do perigo (cindinologia talvez fosse o termo indicado), analisam-se os muitos casos concretos de acontecimentos danosos para o homem e seus bens e verifica-se que uma coisa é o risco em sentido restrito, distante, outra é o perigo, próximo; outra, ainda, é a manifestação do risco, ultrapassando o controle humano, ou seja, a crise. Mas a noção de risco leva a discussões sobre a sua ligação obrigatória ou não à vulnerabilidade; sem o homem não há risco, há outra coisa... Dificilmente, porém, se imaginará um lugar da Terra onde o homem não esteja, não tenha estado ou não possa vir a estar. Mesmo que lá não esteja hoje, estará por perto e, mais tarde ou mais cedo, poderá vir a sofrer com algo de estranho que nesse lugar aconteça. Será, pois, muito difícil aceitar uma noção de «risco zero». Pelo contrário, é habitual haver diversos graus de risco, é mesmo frequente haver riscos mais ou menos complexos. E quando nos colocamos numa perspectiva geo-cindínica, isto é, quando fazemos intervir a Geografia na teoria do risco, o que se verifica é que para um só local podem estar presentes diversos riscos, levando à constatação da existência de verdadeiras bacias de riscos, não sendo de desprezar a hipótese de que eles possam até um dia manifestar-se em conjunto.

### Referências Bibliográficas

- ALMEIDA, António Campar de (1996) — «As dunas de Quiaios e o risco de incêndio. Uma breve reflexão». *Territorium*, Coimbra, 3, p. 11-14.
- AMARAL, Ilídio do (1968) — «As inundações de 25/26 de Novembro de 1967 na região de Lisboa». *Finisterra*, Lisboa, 3 (5), p. 79-84.
- BERTING, Jan (1996) — «Sociology, risks and disasters». *Risque, Nature et Société*, Paris, Publications de la Sorbonne, p. 43-62.
- BLAIKIE, Piers, CANNON, Terry, DAVIS, Ian, WISNER, Ben (1994) — *At Risk, natural hazards, people's vulnerability and disasters*. London and New York, Routledge, 284 p.
- CHALINE, Claude e DUBOIS-MAURY, Jocelyne (1994) — *La ville et ses dangers. Prévention et gestion des risques naturels, sociaux et technologiques*. Paris, Masson, 247 p.

- CUNHA, Lúcio e ROCHA, Rui (1997) — «Ensino da Geografia e riscos naturais. Reflexões a propósito de um mapa de riscos naturais do vale de Coselhas (Coimbra)». *Cadernos de Geografia*, Coimbra, I 6, p. 25-38.
- DAUPHINÉ, André (2001) — *Risques et Catastrophes. Observer, Spatialiser, Comprendre, Gérer*. Paris, Armand Colin, 288 p.
- FAUGÈRES, Lucien (1990) — «La dimension des faits et la théorie du risque». *Le Risque et la Crise*, Malta, Foundation for International Studies, p. 31-60.
- GANHO, Nuno (1996) — «Espaços verdes no interior do tecido urbano de Coimbra, Portugal. Contrastes topoclimáticos, influência bioclimática e riscos de poluição atmosférica». *Territorium*, Coimbra, 3, p. 35-56.
- GANHO, Nuno (1999) — «Condições teóricas de dispersão atmosférica de poluentes na área de Coimbra-Souselas — a perspectiva topoclimática da implantação de uma co-incineradora de resíduos tóxicos em Souselas». *Territorium*, Coimbra, 6, p. 5-10.
- JEFFERY, David (1989) — «Yellowstone. The great fires of 1988». *National Géographie*, Washington, 175 (2), p. 255-273.
- KERVERN, Georges-Yves, RUBISE, Patrick (1991) — *L'Archipel du Danger, Introduction aux Cindyniques*. Paris, Economica, 444 p.
- LOURENÇO, Luciano (1992) — «Avaliação do risco de incêndio nas matas e florestas de Portugal Continental». *Finisterra*, Lisboa, 27 (53-54), p. 115-140.
- LOURENÇO, Luciano, NUNES, Adélia e REBELO, Fernando (1994) — «Os grandes incêndios florestais registados em 1993 na fachada costeira ocidental de Portugal Continental». *Territorium*, Coimbra, I, p. 43-61.
- QUINTAL, Raimundo (1999) — «Aluviões da Madeira. Séculos XIX e XX». *Territorium*, Coimbra, 6, p. 31-48.
- REBELO, Fernando (1991) — «Geografia Física e Riscos Naturais. Alguns exemplos de riscos geomorfológicos em vertentes e arribas no domínio mediterrâneo». *Biblos*, Coimbra, 67, p. 353-371.
- REBELO, Fernando (1997 a) — «Risco e crise nas inundações rápidas em espaço urbano. Alguns exemplos portugueses analisados a diferentes escalas». *Territorium*, Coimbra, 4, p. 29-47.
- REBELO, Fernando (1997 b) — «Riscos geomorfológicos na área a Norte de Lisboa». *Cadernos de Geografia*, Coimbra, 16, p. 125-129.
- REBELO, Fernando (1997 c) — «Os sismos e a gestão da emergência em Lisboa». *Territorium*, Coimbra, 4, p. 144.
- REBELO, Fernando e GANHO, Nuno (1998) — «As inundações do Outono de 1997 no Sul de Portugal». *Territorium*, Coimbra, 5, p. 25-30.

- RIBEIRO, Orlando (1986) — *Portugal, o Mediterrâneo e o Atlântico*. Lisboa, Livraria Sá da Costa (4ª edição, revista e ampliada), 189 p.
- RODRIGUES, Maria Luisa (1998) — *Evolução Geomorfológica Quaternária e Dinâmica Actual, Aplicações ao Ordenamento do Território — Exemplos no Maciço Calcário Estremenho*. Lisboa, Universidade de Lisboa, 868 p.
- SANTOS, J. Gomes (1997) — «Instabilidade de vertentes e riscos de movimentos de terreno. O exemplo da área Vila Seca-Lamas (a Sul de Coimbra)». *Territorium*, Coimbra, 4, p. 79-98.
- TRICART, Jean (1992) — «Dangers et risques naturels et technologiques», *Annales de Géographie*, Paris, 565.
- VAROTSOS, R, ALEXOPOULOS, K. e LAZARIDOU, M. (1996) — «Short term earthquake prédiction from measurements of the electric field of the earth». *Risque, Nature et Société*, Paris, Publications de la Sorbonne, p. 139-154.
- VELHAS, Edite (1997) — «As cheias na área urbana do Porto. Risco, percepção e ajustamentos». *Territorium*, Coimbra, 4, p. 49-62.
- ZEBROWSKI, JR, Ernest (1997) — *Périls of a Restless Planet. Scientific Perspectives on Natural Disasters*. Cambridge, Cambridge University Press, 306 p.
- ZEZERE, José Luis (1997) — *Movimentos de Vertente e Perigosidade Geomorfológica na Região a Norte de Lisboa*. Lisboa, Universidade de Lisboa, 575 p.

## Índice de Figuras

<b>Fig. 1 - Situação geral à superfície às 0 h de 25 de Fevereiro de 1978.....</b>	<b>28</b>
<b>Fig. 2 - Localização das áreas afectadas por mecanismos convectivos, do tipo tornado, associados à passagem da frente fria de 25 de Fevereiro de 1978.....</b>	<b>29</b>
<b>Fig. 3 - Localização das praias mais afectadas pelos temporais de 25/26 de Fevereiro de 1978 no Centro Litoral português.....</b>	<b>32</b>
<b>Fig. 4 - Comunicação entre o mar e a laguna (Canal de Mira) na área da Costa Nova, estabelecida na sequência dos temporais de 25/26 de Fevereiro de 1978 .....</b>	<b>37</b>
<b>Fig. 5 - Frequência de incêndios no concelho de Coimbra durante o ano de 1975 (dados gentilmente fornecidos pelos Bombeiros Municipais de Coimbra).....</b>	<b>47</b>
<b>Fig. 6 - Distribuição espacial dos casos de incêndios florestais considerados.....</b>	<b>49</b>
<b>Fig. 7 - Histograma de frequência dos dias de Julho e Agosto de 1975 com temperaturas máximas entre 23 e 38°C e dos casos de incêndios detectados nos dias em que se registaram esses valores máximos.....</b>	<b>50</b>
<b>Fig. 8 - Incidência horária dos incêndios florestais ocorridos no concelho de Coimbra durante o ano de 1975 (dados gentilmente cedidos pelos Bombeiros Municipais de Coimbra).....</b>	<b>53</b>
<b>Fig. 9 - Distribuição diária dos casos de incêndios florestais considerados.....</b>	<b>58</b>
<b>Fig. 10 - Situação geral à superfície, às 0 h, nos dias 5 a 12 de Agosto de 1975.....</b>	<b>60</b>

Fig. 11 - Situação geral à superfície, às 0 h, nos dias 18 a 22 de Agosto de 1975.....	61
Fig. 12 - Situação geral à superfície, às 0 h, nos dias 26 a 29 de Julho de 1975.....	63
Fig. 13 - Situação geral à superfície, às 0 h, nos dias 13 a 15 de Agosto de 1975.....	64
Fig. 14 - Mapa de localização dos ravinamentos estudados em Coimbra e arredores...	97
Fig. 15 - Precipitação diária em Coimbra entre 1 de Junho de 1979 e 30 de Junho de 1980.....	101
Fig. 16 - A precipitação em Coimbra entre Julho de 1976 e Março de 1977: evolução dos quantitativos mensais (a) em comparação com a dos valores médios correspondentes no período de 1931 -1960 (b).....	111
Fig. 17 - A precipitação em Coimbra entre Agosto de 1976 e Fevereiro de 1977: intensidade em 12 h (valores registados às 6 e às 18).....	117
Fig. 18 - A precipitação em Coimbra entre Junho de 1971 e Dezembro de 1972: a) intensidade em 12 h (valores registados às 6 e às 18); b) precipitação mensal ao longo de 1972 comparada com a precipitação média correspondente no período de 1931 -1960.....	119
Fig. 19 - A evolução do deslizamento da Rua de Aveiro (Coimbra) - esquemas extraídos de fotografias tiradas periodicamente entre Novembro de 1971 e Dezembro de 1972.....	123
Fig. 20 - Localização da área das dunas de Vieira de Leiria e S. Pedro de Moei.....	129
Fig. 21 - As dunas da área de S. Pedro de Moei - cristãs identificadas nas fotografias aéreas de 1958 .....	132
Fig. 22 - As dunas da área de S. Pedro de Moei - cristãs identificadas nas fotografias aéreas de 1978 e modificações verificadas desde 1958 .....	133
Fig. 23 - Rosas de ventos mensais - Marinha Grande ( 1931 -1960).....	134

Fig. 24 - Bacia do Mondego e seu enquadramento (extraída de L. LOURENÇO, 1986, p. 46).....	172
Fig. 25 - Situações sinópticas de superfície, às 12 h dos dias 1,2 e 3 de Setembro de 1986, segundo os <i>Boletins Meteorológicos</i> diários do INMG.....	179
Fig. 26 - Bacias hidrográficas das ribeiras que convergem na Povoação e no Faial da Terra (adaptado de A. G. B. RAPOSO, 1987).....	180
Fig. 27 - Áreas inundadas no dia 2 de Setembro de 1986 na Povoação (adaptado de A. G. B. RAPOSO, 1987).....	183
Fig. 28 - Áreas inundadas no dia 2 de Setembro de 1986 no Faial da Terra (adaptado de A. G. B. RAPOSO, 1987).....	184
Fig. 29 - Bacia hidrográfica do RioTrancão (extraída de I. AMARAL, 1968).....	219
Fig. 30 - Esboço de localização da área da Alapraia ( 1967).....	221
Fig. 31 - Ribeiras do Funchal.....	225
Fig. 32 - Coimbra. Bacia hidrográfica da pequena torrente da Sé Velha.....	231
Fig. 33 - Coimbra. Bacia hidrográfica da Ribela.....	234
Fig. 34 - Coimbra. Bacia de recepção da ribeira da Arregaça.....	238

(Página deixada propositadamente em branco)

## Índice de Fotografias

<b>Fot. 1 - Área afectada por mecanismos convectivos, do tipo tornado, perto de Vila Nova de Anços (extremidade ocidental).....</b>	<b>30</b>
<b>Fot. 2 - Idem (extremidade oriental).....</b>	<b>30</b>
<b>Fot. 3 - Ataque das vagas na área da Costa Nova. Vista panorâmica tomada do Farol da Barra. Para S. (Fotografia gentilmente cedida pelo Prof. Doutor José Manuel Pereira de Oliveira).....</b>	<b>34</b>
<b>Fot. 4 - Destruição da extremidade S da muralha de protecção da praia da Costa Nova e abertura da enseada que permitiu a posterior passagem da água do mar para a laguna. (Fotografia gentilmente cedida pela Dra. Maria Elisabeth Souto).....</b>	<b>34</b>
<b>Fot. 5 - Corte da estrada Costa Nova-Vagueira. Aspecto de pormenor do corte natural da estrada mais próximo daVagueira.....</b>	<b>36</b>
<b>Fot. 6 - Alargamento das valas de drenagem existentes no local do corte da estrada depois da passagem da água do mar para a laguna.....</b>	<b>36</b>
<b>Fot. 7 - Obras de entulhamento da enseada que ameaçava a povoação da Cova.....</b>	<b>39</b>
<b>Fot. 8 - Ataque das vagas na área da Cova. Casa em riscos de desmoronamento após os temporais de 25/26 de Fevereiro de 1978.....</b>	<b>39</b>
<b>Fot. 9 - Queimada em Angola - proximidades da Quibala ( 1969).....</b>	<b>69</b>
<b>Fot. 10 - Floresta na Finlândia - Kuopio ( 1990).....</b>	<b>70</b>

<b>Fot. 11 - Maciço do Esterel, dias antes do grande incêndio de 1987 .....</b>	<b>74</b>
<b>Fot. 12 - Vestígios de estacaria de madeira colocada nas dunas de S. Pedro de Moei pelos finais do séc. XIX.....</b>	<b>130</b>
<b>Fot. 13 - A importância do vento - pinheiros rastejantes na área de S. Pedro de Moei, perto do Farol.....</b>	<b>130</b>
<b>Fot. 14 - Exploração de areias dunares entre Vieira de Leiria e S. Pedro de Moei.....</b>	<b>138</b>
<b>Fot 15 - Posto de observação da Praia da Vieira (segunda fase de observações) - vista parcial.....</b>	<b>138</b>
<b>Fot. 16 - Ravinamentos nas proximidades de Condeixa.....</b>	<b>147</b>
<b>Fot. 17 - Momentos iniciais da formação de uma ravina nas proximidades da Lagoa do Fogo (S. Miguel, Açores). (Fotografia gentilmente cedida pelo Dr. António Guilherme B. Raposo).....</b>	<b>147</b>
<b>Fot. 18 - Forma torrencial de pormenor na margem esquerda do Rio Vouga, originada pela concentração da escorrência a partir de um ponto em aterro preparado para a construção do IP 5. (Fotografia gentilmente cedida pelo Dr. Énio Semedo).....</b>	<b>150</b>
<b>Fot. 19 - Pedreira de calcário perto de Ançã.....</b>	<b>151</b>
<b>Fot. 20 - Sítio turístico do Algar Seco (Praia do Carvoeiro), antes dos temporais de Inverno de 1989/90.....</b>	<b>153</b>
<b>Fot. 21 - Algar Seco (Praia do Carvoeiro), em meados de Fevereiro de 1990.....</b>	<b>153</b>
<b>Fot. 22- Arribas da Nazaré.....</b>	<b>159</b>
<b>Fot. 23 - Vestígios do grande desabamento da Praia do Carvoeiro em Fevereiro de 1990.....</b>	<b>160</b>

Fot. 24 - Coimbra (margem esquerda do Mondego) - os dois mosteiros de Santa Clara .....	167
Fot. 25 - Coimbra (margem direita do Mondego) - casa antiga na <i>Baixinha</i> .....	168
Fot. 26 - Mondego na travessia do Maciço Marginal de Coimbra (margem esquerda) - muros transversais em xisto construídos no leito de inundação.....	170
Fot. 27 - Mondego na travessia do Maciço Marginal de Coimbra (margem direita) - pormenor de um muro transversal em xisto construído sobre o leito de inundação.....	170
Fot. 28 - Movimentações em massa nas cabeceiras da ribeira do Purgar ....	181
Fot. 29 - Casa parcialmente destruída pelas águas na Povoação.....	185
Fot. 30 - Consequências do trabalho de sapa das águas na margem direita da ribeira do Purgar (Povoação).....	185
Fot. 31 - Consequências do trabalho de sapa das águas na margem direita da ribeira dos Lagos (Povoação).....	186
Fot. 32 - Casa parcialmente destruída pelas águas no Faial da Terra (Rua dos Alamos)....	186
Fot. 33 - Consequências do trabalho de sapa realizado pelas águas, em margem côncava, no Faial da Terra. A estrada desaparece pela acção das águas da cheia.....	187
Fot. 34 - Aspecto da parte terminal do canal de escoamento da torrente de Alcântara (Lisboa).....	191
Fot. 35 - Estabelecimento comercial minimamente protegido contra inundações de alguma importância numa rua de Alcântara (Lisboa).....	192
Fot. 36 - Casas do centro de Monchique já recuperadas da inundação, mas mantidas no mesmo local, sobre o leito da ribeira.....	194

Fot. 37 - Casas do complexo das Caídas de Monchique, já recuperadas da inundaçāo, mas mantidas no mesmo local, ou seja, sobre a confluência de duas linhas de água.....	194
Fot. 38 - Ponte destruída em Albernoa.....	197
Fot. 39 - Garvão. Casas danificadas pelas águas da cheia, após a destruição das placas de cimento da margem esquerda da ribeira canalizada a céu aberto.....	197
Fot. 40 - <i>Praia</i> - aproveitamento de leito de ribeira para campo de futebol, com muro-dique de pequenas dimensões.....	203
Fot. 41 - <i>Praia</i> - aproveitamento de leito de ribeira para campo de futebol, com muro-dique profundo.....	203
Foto 42 - <i>Praia</i> - leito de ribeira com blocos, calhaus e lixo com muro-dique semi-destruído.....	204
Foto 43 - <i>Praia</i> - limite urbano em talvegue de ribeira.....	204
Foto 44 - <i>Mindelo</i> - mini-barragem de correcçāo torrencial semi-entulhada.....	205
Foto 45 - <i>Mindelo</i> - mini-barragem de correcçāo torrencial semi-entulhada e casas construídas no talvegue da ribeira.....	205
Foto 46 - <i>Mindelo</i> - leito de ribeira cortado para jusante por muro e casas.....	206
Foto 47 - <i>Mindelo</i> - campo de jogos em leito de ribeira delimitado por muro-dique de pequenas dimensões.....	206
Fot. 48 - Funchal. Ribeira de Santa Luzia (1990).....	224
Fot. 49 - Povoaçāo. Canal de escoamento torrencial melhorado com obras de engenharia ( 1979).....	229
Fot. 50 - Faial da Terra ( 1979).....	229

Fot. 51 - Coimbra. Porta da Barbacã (1996).....	232
Fot. 52 - Coimbra. Avenida Sá da Bandeira (1996).....	235
Fot. 53 - Coimbra. Solum - trabalhos de limpeza da rotunda da Rua General Humberto Delgado após as inundações de 21 de Dezembro de 1989 .....	241
Fot.54 - Coimbra. Rua do Brasil - Protecção contra inundações.....	242
Fot. 55 - Painel de indicação de risco de incêndio numa floresta do Canadá (1999).....	253

(Página deixada propositadamente em branco)

## Índice de Quadros

<b>Quadro I - julho-Agosto/1975 - Incêndios florestais e temperaturas máximas diárias em Coimbra.....</b>	<b>51</b>
<b>Quadro II - Julho-Agosto/1975 - Incêndios florestais e registos meteorológicos de superfície em Coimbra.....</b>	<b>57</b>
<b>Quadro III - Teoria do Risco.....</b>	<b>210</b>
<b>Quadro IV - Alguns exemplos de chuvas muito intensas.....</b>	<b>212</b>
<b>Quadro V - Alguns exemplos de máximos de precipitação em 24 h sob clima mediterrâneo de altitude.....</b>	<b>212</b>

(Página deixada propositadamente em branco)

## Índice Ger al

PREFÁCIO.....	3
PREFÁCIO DA 1ª EDIÇÃO.....	5
INTRODUÇÃO.....	11
<b>OS RISCOS NATURAIS EM PORTUGAL.....</b>	<b>11</b>
1. Riscos tectónicos e magmáticos.....	11
2. Riscos climáticos.....	14
3. Riscos geomorfológicos.....	16
3.1 Riscos de ravinamento.....	16
3.2. Riscos de movimentação em massa.....	17
3.2.1. <i>Riscos de desabamento</i> .....	17
3.2.2. <i>Riscos de deslizamento</i> .....	18
3.2.3. <i>Outros riscos geomorfológicos</i> .....	20
4. Riscos hidrológicos.....	20
<i>Referências bibliográficas</i> .....	23

### I .ª PARTE

281

<b>RISCOS CLIMÁTICOS. INCÊNDIOS FLORESTAIS.....</b>	<b>27</b>
I - Um caso concreto de manifestação de risco climático	
- OS TEMPORAIS DE 25/26 DE FEVEREIRO DE 1978 NO CENTRO	
Litoral português.....	27
I. Prejuízos devidos ao vento.....	28

2. Prejuízos no litoral.....	31
2.1. Costa Nova.....	33
2.2. Cova-Gala.....	38
2.3. Outros casos.....	38
2.4. Conclusões.....	40
3. Cheias.....	41
4. Movimentos de terras.....	42
<b>Referências bibliográficas</b> .....	43
<b>Agradecimento</b> .....	43

II - Risco climático na eclosão e desenvolvimento de INCÊNDIOS FLORESTAIS - O CASO DA ÁREA DE COIMBRA no Verão de 1975	45
1. A importância das temperaturas elevadas .....	46
2. A importância da humidade relativa, do vento e da nebulosidade.....	52
3. Tipos de tempo mais importantes.....	57
4. Síntese e conclusões.....	65
<b>Referências bibliográficas</b> .....	66
<b>Agradecimentos</b> .....	66

III - Risco de incêndio florestal e zonalidade .....	67
1. Os incêndios florestais na zona intertropical.....	67
2. Os incêndios florestais na zona fria e no domínio continental da zona temperada.....	70
3. Os incêndios florestais no domínio mediterrâneo .....	72
4. Síntese e conclusões.....	75
<b>Referências bibliográficas</b> .....	76

IV - Teoria do risco e incêndios florestais .....	77
I. Análise de risco .....	78
I. I. A fase de observação.....	78
1.2. As palavras mais utilizadas em análise de risco.....	80
<b>1.2.1. Complexidade</b> .....	80
<b>1.2.2. Potencialidade</b> .....	81
<b>1.2.3. Probabilidade</b> .....	82
<b>1.2.4. Pressões e custos</b> .....	83

1.2.5. <i>Limiar</i> .....	83
2. Avaliação do perigo.....	84
2.1. A passagem do risco ao perigo.....	84
2.2. A linguagem das situações de perigo.....	84
2.2.1. <i>Alerta e alarme</i> .....	84
2.2.2. <i>Ameaça e pânico</i> .....	85
3. Manifestação da crise.....	86
3.1. A dificuldade em definir o limiar da crise.....	86
3.2. As palavras chave da crise.....	87
3.2.1. <i>Devastação e catástrofe</i> .....	87
3.2.2. <i>Drama e tragédia</i> .....	88
3.2.3. <i>Urgência e socorro</i> .....	89
4. Incêndios florestais e cindínica.....	91
<i>Referências bibliográficas</i> .....	92

## 2.ª PARTE

<b>RISCOS GEOMORFOLÓGICOS</b> .....	95
-------------------------------------	----

### I - RISCOS de ravinamento - Reflexões sobre três casos estudados

em Coimbra e arredores.....	95
1. A questão do material rochoso.....	96
2. Dificuldades relativas aos agentes erosivos.....	99
3. A problemática dos declives.....	103
4. Definição de ravinamento.....	105
<i>Referências bibliográficas</i> .....	106

### II - RISCOS de movimentações em massa - Reflexões sobre um caso

OCORRIDO NA CIDADE DE COIMBRA.....	109
1. Problemas de definição.....	110
2. As chuvas e as suas consequências na área de Coimbra em 1976/77.....	115
3. Comportamento das barreiras da Rua de Aveiro (Coimbra) em 1971/72.....	118
4. Importância da acção humana.....	125

<i>Referências bibliográficas</i> .....	127
<i>Agradecimentos</i> .....	128
<b>III - Riscos de formação de dunas e de avanço dunar</b> .....	<b>129</b>
1. Os ventos predominantes e as dunas na área de S. Pedro de Moei.....	131
2. Resultados de uma primeira fase de observações.....	135
3. Resultados da segunda fase de observações.....	139
4. Conclusões.....	140
<i>Bibliografia complementar</i> .....	141
<b>IV - DO ORDENAMENTO DO TERRITÓRIO À GESTÃO DOS RISCOS NATURAIS</b> .....	<b>143</b>
<b>I. As vertentes, os processos erosivos e o homem</b> .....	<b>145</b>
1. I. Espaços agrícolas e espaços pastoris.....	145
1.2. Espaços florestais e incêndios.....	148
1.3.0 peso relativo das características climáticas.....	149
1.4. A evolução de formas criadas pelo homem.....	149
1.5. Preservação de sítios turísticos.....	152
1.6. A tomada de consciência dos riscos naturais.....	152
2. Ordenamento urbano e riscos naturais.....	154
2.1. Preparação de espaços para construção.....	154
2.2. Espaços de circulação.....	155
2.3. Os ataques do mar sobre cidades e vilas do litoral.....	158
2.4. Alguns problemas dos espaços verdes urbanos.....	160
3. A importância da Geografia Física para o ordenamento.....	161
<i>Referências bibliográficas</i> .....	161

### 3.<sup>a</sup> PARTE

<b>RISCOS HIDROLÓGICOS</b> .....	<b>165</b>
I - Gerar e gerir o risco de inundação - O caso da bacia do Mondego.....	165
1. Quadro geográfico.....	165
2. Ausência de vegetação e inundações na Bacia do Mondego.....	166
3. Obras de regularização dos leitos e dos caudais.....	169
4. A Protecção das vertentes.....	173

<b>Referências bibliográficas</b> .....	175
<b>Agradecimento</b> .....	176
<b>II - Manifestação do risco de inundação rápida (<i>Flash Flood</i>)</b> .....	177
<b>II-A - Inundações em São Miguel, Açores (1986)</b> .....	177
1. <b>Caracterização das precipitações</b> .....	177
2. <b>Comportamento das bacias hidrográficas da Povoação e do Faial da Terra</b> .....	178
3. <b>Consequências das cheias</b> .....	182
<b>Referências bibliográficas</b> .....	187
<b>II-B - Inundações rápidas no Sul de Portugal (1997)</b> .....	189
1. <b>As inundações de Lisboa ao fim da tarde de 18 de Outubro de 1997</b> .....	189
2. <b>As inundações de Monchique na madrugada de 26 de Outubro de 1997</b> .....	192
3. <b>As inundações mortíferas no Alentejo ao fim da tarde de 5 de Novembro de 1997</b> .....	195
<b>Referências bibliográficas</b> .....	198
<b>Agradecimento</b> .....	198
<b>III - Quando se torna fácil prever inundações rápidas</b>	
<b>- DOIS EXEMPLOS EM CABO VERDE</b> .....	199
1. <b>Uma vista de olhos sobre situações passadas</b> .....	199
2. <b>Percepção do risco e vulnerabilidade</b> .....	201
3. <b>Em jeito de conclusão</b> .....	207
<b>Referências bibliográficas</b> .....	208
<b>IV - Teoria do risco e inundações rápidas</b> .....	209
<b>I. Risco climático e risco hidrológico</b> .....	210
1.1. <b>Chuvas intensas</b> .....	210
1.2. <b>Escoamento natural e escoamento artificial</b> .....	213
2. <b>Alguns casos de catástrofes em espaços urbanos portugueses</b> .....	215
2.1. <b>As inundações na região de Lisboa em Novembro de 1967</b> .....	217
2.2. <b>Funchal, ilha da Madeira</b> .....	222
2.3. <b>Povoação, ilha de S. Miguel, Açores</b> .....	227

3. Inundações rápidas à escala local - três casos típicos em Coimbra.....	230
3.1. A pequeníssima torrente da Sé Velha.....	231
3.2. A pequena torrente de Santa Cruz - a antiga <i>Ribela</i> .....	233
3.3. A bacia de recepção da Solum.....	237
4. Síntese e conclusões.....	243
<i>Referências bibliográficas</i> .....	246

## CONCLUSÃO

TEORIA DO RISCO E GEOGRAFIA.....	249
1. Primeiros passos da Ciência do Risco.....	249
2. A sequência risco-perigo-crise e a noção de vulnerabilidade.....	251
3. Cartografia de riscos. Exemplos portugueses.....	254
4. Diferentes tipos de riscos.....	257
5. Riscos simples e riscos complexos.....	259
6. Bacias de riscos.....	261
6.1. Noção de bacia de riscos.....	261
6.2. Quatro exemplos portugueses.....	262
6.2.1. <i>Bacia de riscos do litoral portuense</i> .....	262
6.2.2. <i>Bacia de riscos de Lisboa</i> .....	263
6.2.3. <i>Bacia de riscos do Funchal</i> .....	264
6.2.4. <i>Bacia de riscos de Coimbra</i> .....	264
7. Síntese e conclusões finais.....	266
<i>Referências bibliográficas</i> .....	266
ÍNDICE DE FIGURAS.....	269
ÍNDICE DE FOTOGRAFIAS.....	273
ÍNDICE DE QUADROS.....	279

(Página deixada propositadamente em branco)

