

CHEIAS E ESCASSEZ DE ÁGUA NO ALTO ALENTEJO O EXEMPLO DA BACIA VERTENTE DA RIBEIRA DE TERA

CATARINA RAMOS⁽¹⁾

Resumo – A bacia-vertente da Ribeira de Tera pertence à bacia hidrográfica do Rio Sorraia. A bacia-vertente é muito afectada pela secura, pois em mais de 3/4 dos dias do ano não chove e em mais de metade dos anos (58%) a precipitação não atinge 700 mm/ano. As formações geológicas da bacia-vertente (xistos diversos, gnaisses e granitos, 73% da sua área) têm uma permeabilidade muito reduzida, pelo que agravam drasticamente as consequências da escassez e irregularidade das chuvas. Assim, todos os cursos de água da bacia-vertente são temporários, incluindo o seu colector principal, que se mantém seco, em média, durante 133 dias/ano. O início dos anos 70 marca uma mudança no comportamento da ribeira. Os caudais têm vindo a diminuir e a estiagem estende-se pelos meses de Outono. O número de dias de cheia também tem vindo a diminuir, mas a magnitude das cheias aumentou, devido à redução das cheias com menores caudais de ponta. Estas mudanças no regime fluvial estão directamente relacionadas com a tendência de diminuição da precipitação e com a construção de dezenas de pequenos açudes na tentativa de reter a água para a rega e para dar de beber ao gado. Estas represas encontram-se vazias no fim do Verão retendo assim a água das pequenas cheias outonais. As formações metamórficas carbonatadas que se encontram no Planalto de Estremoz, e que ocupam apenas 4% da área da bacia-vertente, são o seu reservatório aquífero, e secundariamente os metavulcanitos, que em conjunto, alimentam 65% das nascentes da bacia-vertente. Este aquífero está sujeito a uma grande pressão antrópica, não só porque alimenta as diferentes actividades humanas que se desenvolvem em torno do núcleo populacional mais importante da bacia-vertente (cidade de Estremoz), mas também porque é o suporte de uma das raras indústrias da região: a de extracção dos mármore.

Se do ponto de vista ambiental, a actividade das pedreiras tem um impacto claramente negativo, pois está a destruir o único reservatório aquífero existente numa região paupérrima em recursos hídricos, quer superficiais quer subterrâneos,

(1) Professora Auxiliar da Universidade de Lisboa, Investigadora do Centro de Estudos Geográficos, Faculdade de Letras de Lisboa, Cidade Universitária, 1699 Lisboa Codex, Tel: (351-1)7940218; Fax: (351-1)7938690.

já do ponto de vista económico e social é quase impensável a diminuição da actividade das pedreiras, pelo valor que os mármore atingem na exportação de rochas ornamentais e, sobretudo, por ser uma das raras indústrias existentes numa região que se debate com graves problemas de desemprego.

Palavras-chave: bacia-vertente, cheias, estiagem, aquífero.

Abstract – FLOODS AND DRYNESS IN ALENTEJO. THE CASE OF THE DRAINAGE BASIN OF RIBEIRA DE TERA (PORTUGAL) – The drainage basin of Ribeira de Tera belongs to the Hydrographic Basin of the river Tagus, and it is located in one of the driest areas of Portugal: Alentejo.

The geological formations of the drainage basin have a very reduced permeability, resulting in drastically worsening of the consequences of low and irregular rainfall. The drainage basin is much affected by the dryness, since rainfall is absent during more than 3/4 of the days of the year and, for more than half of the years (58%), the precipitation does not even reach 700 mm/year. Every stream of the drainage basin is therefore temporary, including its main channel, which stays dry an average of 133 days/year.

The early 70's mark a change in the stream's behaviour. The fluvial discharges have been decreasing, and the drought continues throughout the autumn. The number of flood days is also decreasing distinctly, but the flood's magnitude has increased, due to the decrease of floods with low peak flows. These changes in the fluvial regime are directly connected with the precipitation decrease trend and with the construction of dozens of small-sized dams in an attempt to retain the water for irrigation and for the cattle. These small-sized dams are empty by the end of the Summer and they retain the water from the small Autumn floods.

The carbonated metamorphic formations occupy 4% of the area of the drainage basin. They constitute its aquifer reservoir. These rocks, together with the volcanic metamorphic ones, supply 65% of the springs of the drainage basin.

This aquifer is exposed to great anthropic pressure, not only because it supplies several human activities which develop around the most important population nucleus of the drainage basin (City of Estremoz), but also because it supports one of the rare industries in the region; the marble extraction.

From the environmental point of view, the activity of the quarries has a rather negative impact, because it is destroying the only aquifer reservoir in a region very poor in water resources (either superficial or underground); from the economical and social points of view, the decrease in quarry activity is almost unthinkable due to the value of the marbles exported as of ornamental rocks and, mainly, because it is one of the rare industries in a region facing severe unemployment problems.

Key-words: drainage basin, floods, dryness, aquifer.

INTRODUÇÃO

Este artigo resume parte de uma dissertação de doutoramento (RAMOS, 1994), em que se pretendeu mostrar como as características permanentes das bacias-vertente (forma da bacia, relevo, estrutura geológica, litofácies, sistema de drenagem) influenciam o seu comportamento hidrológico, tornando-as mais ou menos susceptíveis às cheias e estiagens.

A bacia-vertente aqui analisada é a da Ribeira de Tera, afluente do Rio Sorraia. Situa-se no Alto Alentejo, numa área em que a ocupação dominante do solo é o montado. A população, pouco densa, concentra-se em grandes povoados (Estremoz, Vimieiro e Pavia) ou vive em pequenas aglomerações, os "montes".

A escolha da bacia-vertente da Ribeira de Tera deve-se ao facto desta ser um dos tributários da Bacia do Tejo mais irregulares, de estiagem mais prolongada, de maior concentração de escoamento e de maiores flutuações dos caudais (RAMOS, 1994). Além disso, os registos dos caudais são bastante fiáveis, dado que a estação hidrométrica de Ponte de Pavia, situada ao km 52 da ribeira, se encontra num descarregador de crista arredondada, o qual elimina os problemas de eventual mudança da secção transversal do curso de água. O escoamento calculado em Ponte de Pavia, desde Dezembro de 1958, é representativo do que é produzido pela bacia-vertente, já que a área de drenagem até à estação representa 97% do total da bacia.

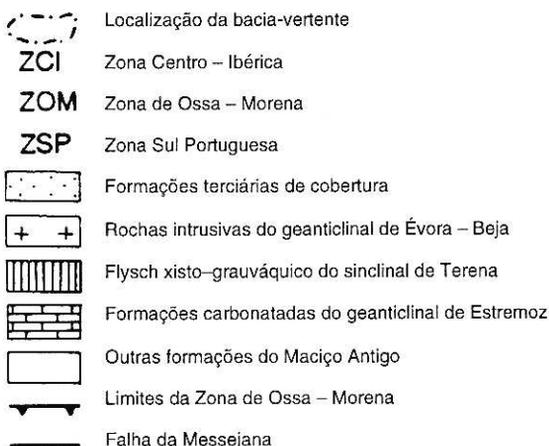
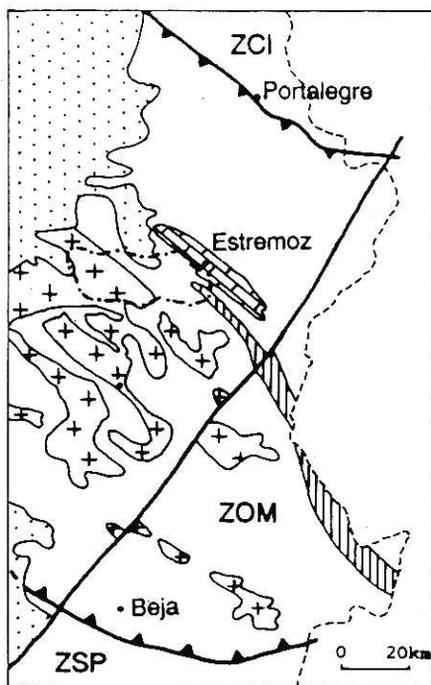
Para a análise da precipitação e comparação com o escoamento fluvial escolheu-se o posto udométrico de Estremoz por se situar a montante da estação hidrométrica e no sector superior da bacia-vertente e por a sua longa série de valores não apresentar quebra de homogeneidade.

A definição das características permanentes da bacia relacionadas com a sua forma, relevo e sistema de drenagem foi obtida a partir de observações e medições efectuadas com curvímetro e planímetro digitais, sobre o mapa topográfico de escala 1: 25 000. Para a caracterização dos factores permanentes da bacia relacionados com os litofácies foram utilizadas as folhas e respectivas notícias explicativas do mapa geológico de escala 1: 50 000 e a cartografia publicada em GOINHAS e MARTINS (1988).

I – AS CARACTERÍSTICAS PERMANENTES DA BACIA-VERTENTE

1 – OS CONJUNTOS LITOLÓGICOS

A bacia-vertente da Ribeira de Tera desenvolve-se no Maciço Antigo (fig. 1). É constituída por quatro conjuntos litológicos fundamentais, três dos quais pertencem ao substrato paleozóico, dispondo-se em bandas paralelas,



Fonte: A. RIBEIRO e Outros (1979) e J. OLIVEIRA e Outros (1991)

Figura 1 – Localização da bacia-vertente da Ribeira de Tera na Zona de Ossa-Morena.

Figure 1 – Ribeira de Tera drainage basin location, in the Ossa-Morena Zone.

com orientação NW-SE. Esses conjuntos são, de NE para SW: as formações metamórficas carbonatadas do anticlinal de Estremoz (3,9 % da área da bacia, nº 1, na figura 2) as formações metamórficas, predominantemente xistosas, que abrangem o flanco SW do anticlinal de Estremoz, o sinclinal de Terena e o bordo NE do geanticlinal de Évora-Beja (59,7 %, nº 2); as rochas intrusivas do geanticlinal de Évora-Beja, fundamentalmente granitos e quartzodioritos (27,8 %, nº 3); as formações terciárias de cobertura, gresos-argilosas e cascalhentas, que se encontram nos limites setentrional e ocidental da bacia-vertente (8,6 %, nº 4).

2 – AS UNIDADES MORFOLÓGICAS

O relevo é um dos factores permanentes essenciais na dinâmica hidrológica de uma bacia-vertente, pois a sua disposição influencia nomeadamente a distribuição das chuvas, os seus desníveis condicionam a energia potencial do escoamento superficial que delas resulta e os seus declives controlam a velocidade desse mesmo escoamento, afectando a magnitude das pontas de

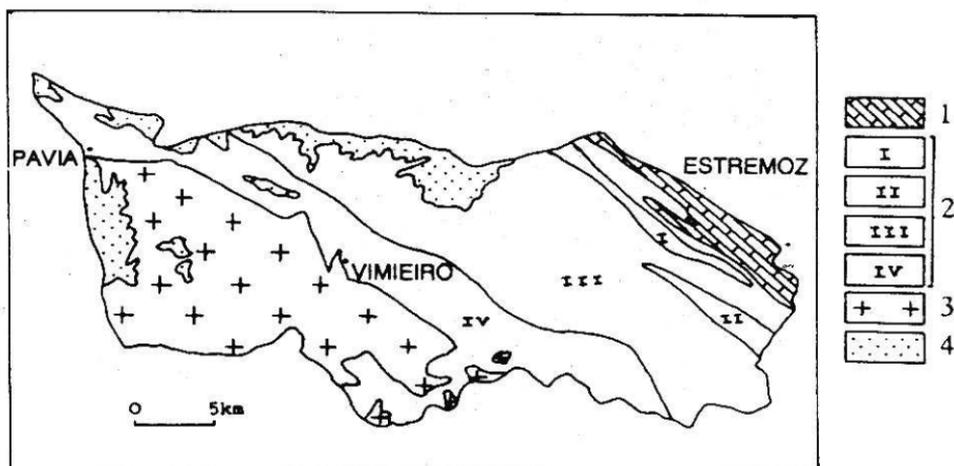


Figura 2 – Conjuntos litológicos da bacia-vertente da Ribeira de Tera. 1 – formações carbonatadas do anticlinal de Estremoz; 2 – formações metamórficas não carbonatadas (metavulcanitos I, xistos e grauvaques de Terena II, metassedimentos predominantemente xistentos III, gnaisses e micaxistos IV); 3 – rochas intrusivas do geanticlinal de Évora-Beja; 4 – formações terciárias de cobertura.

Figure 2 – Lithological sets of the drainage basin of Ribeira de Tera.

cheia e a menor ou maior susceptibilidade à erosão e transporte de sedimentos ao longo da bacia.

Do ponto de vista morfológico, esta bacia-vertente divide-se em quatro unidades distintas: o Planalto de Estremoz, a Depressão da Glória, o Alinhamento Montanhoso da Ossa e a Superfície de Aplanamento do Vimieiro.

O Planalto de Estremoz e o Alinhamento Montanhoso da Ossa dominam o sector superior da bacia-vertente (fig. 3). O planalto, que se estende entre 500 m e 350 m, delimita-a no seu extremo NE e desenvolve-se basicamente nas formações carbonatadas do anticlinal de Estremoz. O Alinhamento Montanhoso da Ossa, de orientação geral WNW-ESE, delimita-a a S e SE. É composto pela Serra de Ossa propriamente dita, que culmina a 653 m, e por um conjunto de relevos menos elevados do que ela, que a prolongam para ocidente. O alinhamento é talhado em formações xistentas e gnaíssicas.

Enquadrada pelo Planalto de Estremoz e pela Serra de Ossa, a Depressão da Glória é um fosso tectónico com 7 km de comprimento (fig. 3). Tem uma orientação rígida NW-SE, estreitando-se e inclinando progressivamente de SE para NW. O fundo da depressão é composto pelos xistos e grauvaques da Formação de Terena.

Da base do Alinhamento Montanhoso da Ossa e do Planalto de Estremoz até à extremidade jusante da bacia-vertente, estende-se uma ampla superfície plana, com uma ligeira inclinação para WNW, cujas altitudes predominantes se situam entre 250 m e 170 m. Elemento da peneplanície alentejana, será aqui designada por Superfície de Aplanamento do Vimieiro, devido a encontrar-se melhor conservada próximo desta localidade (fig. 3).

A Superfície do Vimieiro é por vezes interrompida por relevos residuais correspondentes a filões de quartzo e de rochas filoneanas (microgranitos, microdioritos, doleritos, pórfiros graníticos), e por relevos de origem tectónica. Os primeiros formam pequenos alinhamentos estreitos, de orientação NW-SE a WNW-ESE, elevando-se cerca de 20 m acima da Superfície do Vimieiro. Apesar de pequenos, estes relevos têm uma importância fundamental na dinâmica hidrológica e sedimentar dos cursos de água que os atravessam, como veremos adiante. Além destes relevos residuais, existem outros, de maiores dimensões, devidos à tectónica. O exemplo mais flagrante é, sem dúvida, o semi-*horst* de Aldeia da Serra, situado no sector SW da bacia-vertente (fig. 3).

A Ribeira de Tera, com 67,425 km, tem a sua cabeceira a 485 m de altitude, em pleno Planalto de Estremoz.

A análise do seu perfil longitudinal e dos diferentes perfis transversais do vale permite identificar os troços mais vulneráveis à erosão ou, pelo contrário, à acumulação, e as áreas mais susceptíveis de serem inundadas.

O perfil longitudinal apresenta quatro troços distintos: o primeiro, em que a ribeira desce do Planalto até à Depressão da Glória, é o mais inclinado (40,5 m/km); o segundo, desde a depressão até à base do extremo NE do Alinhamento Montanhoso da Ossa, tem um pendor de 9 m/km; o terceiro, na Superfície do Vimieiro, entre este ponto e um outro situado a 1,5 km a montante da confluência com a Rib^a do Freixo (fig. 3), é o menos inclinado (2,4 m/km); o quarto, entre este ponto e a foz (a 65 m de altitude), tem de novo uma inclinação mais forte (6,4 m/km).

Nos primeiro e segundo troços, a ribeira é um curso de água meramente ocasional. A sua rede de afluentes é ainda aqui diminuta, sendo o balanço erosão/acumulação positivo. Quando o curso de água deixa a Depressão da Glória a sua dinâmica hidrológica e sedimentar modifica-se substancialmente: observam-se inundações localizadas e fenómenos de aluvionamento. Essas inundações dão-se principalmente a montante de obstáculos naturais que provocam o estreitamento do vale. Esses obstáculos são constituídos pelos pequenos relevos residuais estreitos e alongados, referidos anteriormente. Durante as cheias, as águas acumulam-se a montante deles, provocando inundações locais. Parte da carga sólida deposita-se então, criando fundos

aluviais, alguns dos quais são aproveitados para fins agrícolas. Essas inundações formam-se rapidamente, mas também desaparecem com igual rapidez, quando cessam as precipitações. As inundações locais podem também ser devidas à confluência com a Ribeira de Tera dos tributários importantes, mas são neste caso reduzidas, a não ser que essa confluência se dê a montante de algum dos obstáculos referidos.

O terceiro troço é o mais extenso, o de menor pendor e aquele onde confluem com o colector principal os seus tributários mais importantes (à excepção apenas da Rib^a do Freixo). Estes três aspectos explicam que seja nele que se observam as áreas inundadas mais extensas, ainda que sempre estreitas, e que o balanço erosão/acumulação seja negativo, predominando as áreas de aluvionamento sobre os entalhes.

Nos períodos de cheia, a densa rede hidrográfica que se torna então funcional na Superfície do Vimieiro, faz afluir caudais apreciáveis à Ribeira de Tera e aos seus afluentes principais. Neste troço multiplicam-se os açudes e pequenas represas de terra, construídos para reter a água nos períodos chuvosos, aproveitada depois, nos secos, para a rega ou para dar de beber ao gado. Naturalmente que estes açudes e pequenas represas provocam a inundação do fundo do vale situado a montante deles, originando pequenas albufeiras onde se vão depositando, cheia após cheia, os sedimentos transportados pela ribeira. Em certos casos, o assoreamento a montante das pequenas represas acaba por inviabilizar a sua capacidade de retenção de água.

No troço terminal (quarto), a Ribeira de Tera volta a mudar drasticamente a sua dinâmica hidrológica e sedimentológica, devido ao aumento do seu pendor e ao encaixe cada vez mais pronunciado, a partir das imediações do v.g. de S.Miguel, para jusante (fig. 3). Neste troço a Ribeira de Tera não apresenta fenómenos de assoreamento, predominando a erosão linear.

3 – O SISTEMA DE DRENAGEM

No total, a bacia-vertente tem 13 195 cursos de água, a que corresponde uma densidade hidrográfica de 21 cursos de água/km² (quadro 1). O colector principal atinge o grau 8 de hierarquia fluvial (método de Strahler), sendo, no entanto, temporário, tal como todos os seus afluentes e subafluentes.

A densidade de drenagem condiciona a erosão fluvial, o transporte de sedimentos e a vulnerabilidade às cheias. A bacia-vertente da Ribeira de Tera tem, de modo geral, uma rede de drenagem densa (6,6 km/km²), mas com grandes variações espaciais (fig. 4). Se considerarmos, a título de exemplo, a área central da bacia, muito homogénea dos pontos de vista climático, de coberto vegetal (montado) e morfológico (Superfície do Vimieiro), verificamos que apresenta, contudo, grandes contrastes na densidade de drenagem.

Quadro 1 – Bacia-vertente da Ribeira de Tera – Algumas características morfométricas.

Table 1 – Ribeira de Tera morphometric characteristics.

Área (km ²)	626,1
Índice de Gravelius (Kc)	1,55
Comprimento do curso de água principal (km)	67,425
Hierarquia fluvial (Strahler)	8
Magnitude da rede de drenagem (Shreve)	13195
Densidade de drenagem (km/km ²)	6,6
Altitude média (m)	252
Desnívelamento (m)	584
Inclinação média do leito (m/km)	6,2
Tempo de concentração	19h20m

Esses contrastes devem-se às diferenças de litofácies e respectivo grau de fracturação (quadro 2). Como seria de esperar, a rede hidrográfica apresenta-se menos densa (classe baixa) sobre as formações carbonatadas de Estremoz, dada a sua fracturação e carsificação. As variações de fácies dos depósitos terciários de cobertura implicam respostas diferentes da rede hidrográfica, pois aos fácies mais arenosos e cascalhentos corresponde a classe de média densidade de drenagem, enquanto aos que se apresentam mais arcósicos e

Quadro 2 – Relação entre os litofácies e a densidade de drenagem, na bacia-vertente da Ribeira de Tera

Table 2 – Ribeira de Tera drainage basin: litofacies *versus* drainage density.

Densidade de drenagem		Litofácies
km/km ²	Classe	
< 3	Baixa	Formações carbonatadas de Estremoz
3-5	Média	Afloramento carbonatado de Pavia. Depósitos de cobertura de fácies mais arenosos e cascalhentos. Metavulcanitos, Gabros, dioritos, quartzodioritos. <i>Flysch</i> xisto-grauváquico de Terena.
5-7	Médio-Elevada	Depósitos de cobertura de fácies mais arcósicos e argilosos. Xistos argilosos, ardósias, xistos sericíticos.
7-9	Elevada	Micaxistos, gnaisses, granitos.
≥ 9	Muito elevada	Granitos e rochas metamórficas em conjugação com outros factores

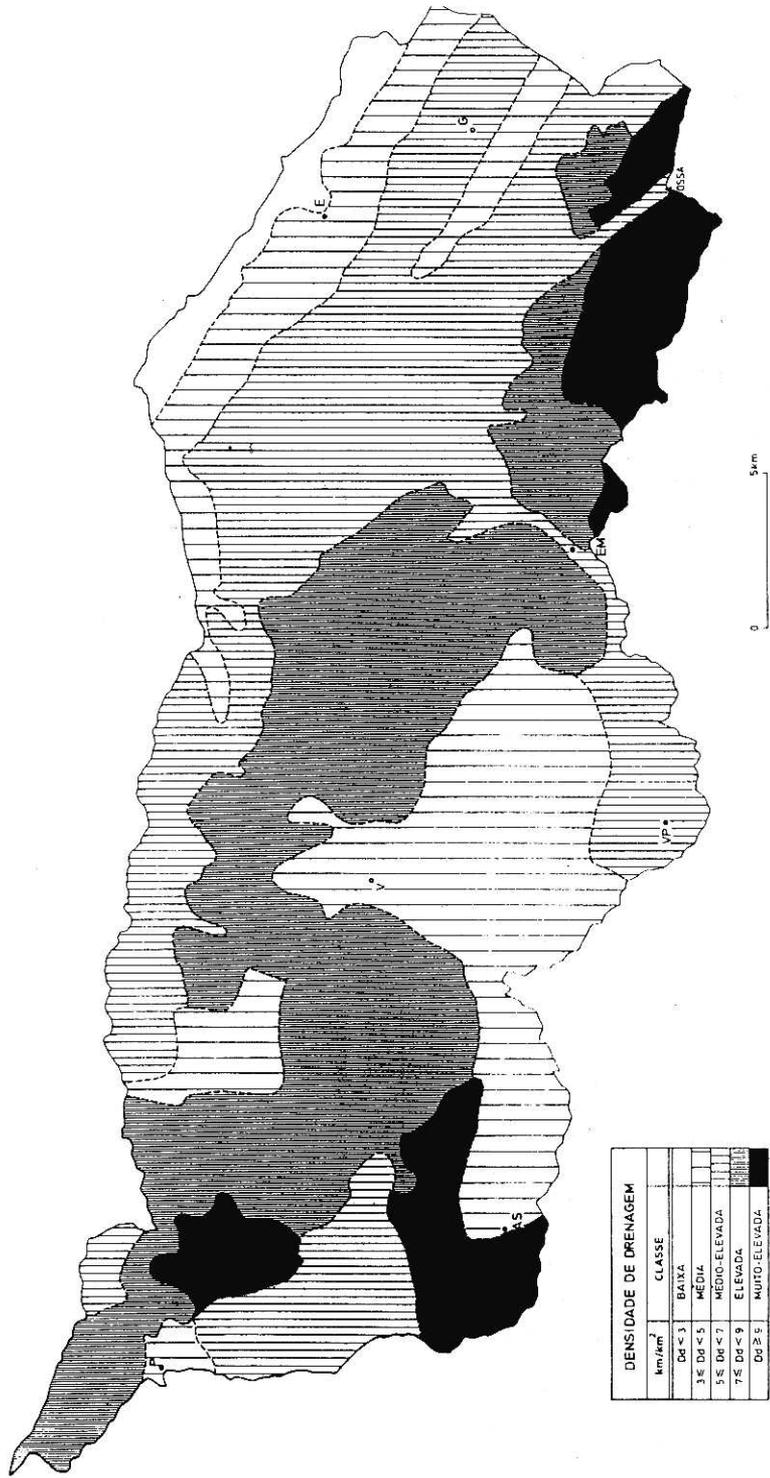


Figura 4 – Densidade de drenagem da bacia-vertente da Ribeira de Tera.

Figure 4 – Drainage density of the drainage basin of Ribeira de Tera

argilosos corresponde a classe médio-elevada. A densidade de drenagem aumenta com o grau de metamorfização das rochas, pois ela é médio-elevada nos xistos argilosos e sericíticos e elevada nos micaxistos e gnaisses. Dentro do grupo das rochas intrusivas, existe uma diferença nítida entre os granitos hercínicos, pós-tectónicos, e os gabros, dioritos, quartzodioritos, granodioritos e granitos gnaissicos, hercínicos, sintectónicos. Estes apresentam uma densidade de drenagem que é apenas metade da que se observa nos granitos. O facto poderá ser devido ao maior grau de meteorização destas rochas em relação ao dos granitos. Essa meteorização produz uma arenização mais profunda, aumentando a possibilidade de infiltração da água e diminuindo o escoamento superficial.

Se as diferenças de litofácies são um factor primordial para as modificações da densidade de drenagem, há outros factores que, localmente, se sobrepõem àquelas, exagerando os seus efeitos. É o que se passa na Serra de Ossa e na base do semi-*horst* de Aldeia da Serra e a SE de Pavia, que pertencem à classe de densidade de drenagem muito elevada, $\geq 9 \text{ km/km}^2$ (quadro 2 e fig. 4)).

A Serra de Ossa, constituída por rochas com diferentes graus de metamorfismo, é a única área de toda a bacia-vertente que possui fortes declives, os quais agravam os efeitos de um substrato pouco permeável, aumentando a velocidade de escoamento superficial e diminuindo a infiltração.

O semi-*horst* de Aldeia da Serra é composto fundamentalmente por quartzodioritos. O contacto brusco, por falha, entre estes e os granitos é marcado por uma modificação espectacular na densidade da rede hidrográfica, que passa de 4 km/km^2 nos quartzodioritos para $10,5 \text{ km/km}^2$ nos granitos (fig. 4).

A área a SE de Pavia pertence também à classe de densidade de drenagem muito elevada, provavelmente devido à sua posição face ao afluxo de água das áreas envolventes. É uma área rodeada pelos depósitos de cobertura, a altitudes mais elevadas, e cuja porosidade permite uma grande infiltração e armazenamento de água. Contudo, dada a fraca espessura desses depósitos, a água atinge rapidamente o substrato granítico sobre o qual assentam, originando um escoamento hipodérmico entre as duas formações geológicas. Esse escoamento passa a superficial quando a água deixa os afloramentos terciários e corre sobre os graníticos, a altitudes mais baixas, aumentando assim drasticamente a densidade da rede hidrográfica.

4 – OS LITOFÁCIES E SEU COMPORTAMENTO HIDROLÓGICO

4.1 – As formações carbonatadas

O extremo NE da bacia é composto por duas formações carbonatadas: a Formação Dolomítica de Estremoz e o fácies carbonatado do Complexo Vulcano-Sedimentar de Estremoz (fig. 5a), que assenta sobre a primeira, ao qual pertencem os mármore de Estremoz.

O conjunto destas duas formações carbonatadas constitui o sistema aquífero mais importante da bacia, com uma evidente circulação cársica, testemunhada pela fraca densidade de drenagem à superfície, 2,1 km/km², a mais baixa de toda a bacia, pelo grande desenvolvimento vertical das aberturas cársicas e ainda pelas dezenas de exurgências que aí ocorrem.

A rede de fracturas, quer a que corresponde às grandes aberturas cársicas quer as microfracturas, que afectam estas formações, facilita a infiltração da água, dando a estas formações uma elevada permeabilidade em grande.

O facto da água deste sistema aquífero se encontrar muito próxima da superfície explica a sua grande vulnerabilidade a possíveis contaminações. Ele é não só o grande fornecedor da maior parte da água utilizada pelas actividades humanas (uma vez que as formações geológicas envolventes têm fraca ou nula produtividade aquífera), mas também o suporte da maior concentração de indústrias extractivas da região (indústria dos mármore). Este aquífero é o que sofre maior pressão antrópica, devendo, por isso, ser explorado com algum cuidado.

4.2 – As formações metamórficas não carbonatadas

Estas formações englobam uma grande diversidade litológica e os diferentes enquadramentos lito-estratigráfico e geomorfológico destas rochas implicam necessariamente comportamentos hidrológicos diversos. Assim, este segundo conjunto foi subdividido em quatro sub-conjuntos, a saber: os metavulcanitos, o *flysch* xisto-grauváquico de Terena, os metassedimentos predominantemente xistentos, a faixa de metamorfização elevada de gnaisses e micaxistos (fig. 5a).

Os metavulcanitos são, deste segundo conjunto de rochas metamórficas, os aquíferos de maior importância quer pela sua posição lito-estratigráfica e estrutural, intercalando-se nas formações carbonatadas (Complexo Vulcano-Sedimentar) e nas xistentas silúricas (que se sobrepõem a estas), quer pelo seu litofácies (metavulcanitos sobretudo básicos, derivados de basaltos e doleritos, e tufitos). As rochas basálticas são, conjuntamente com os calcários, das mais facilmente solúveis, pelo que a rede de fracturas que afecta o

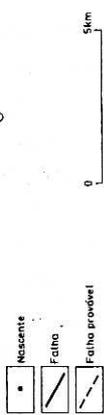
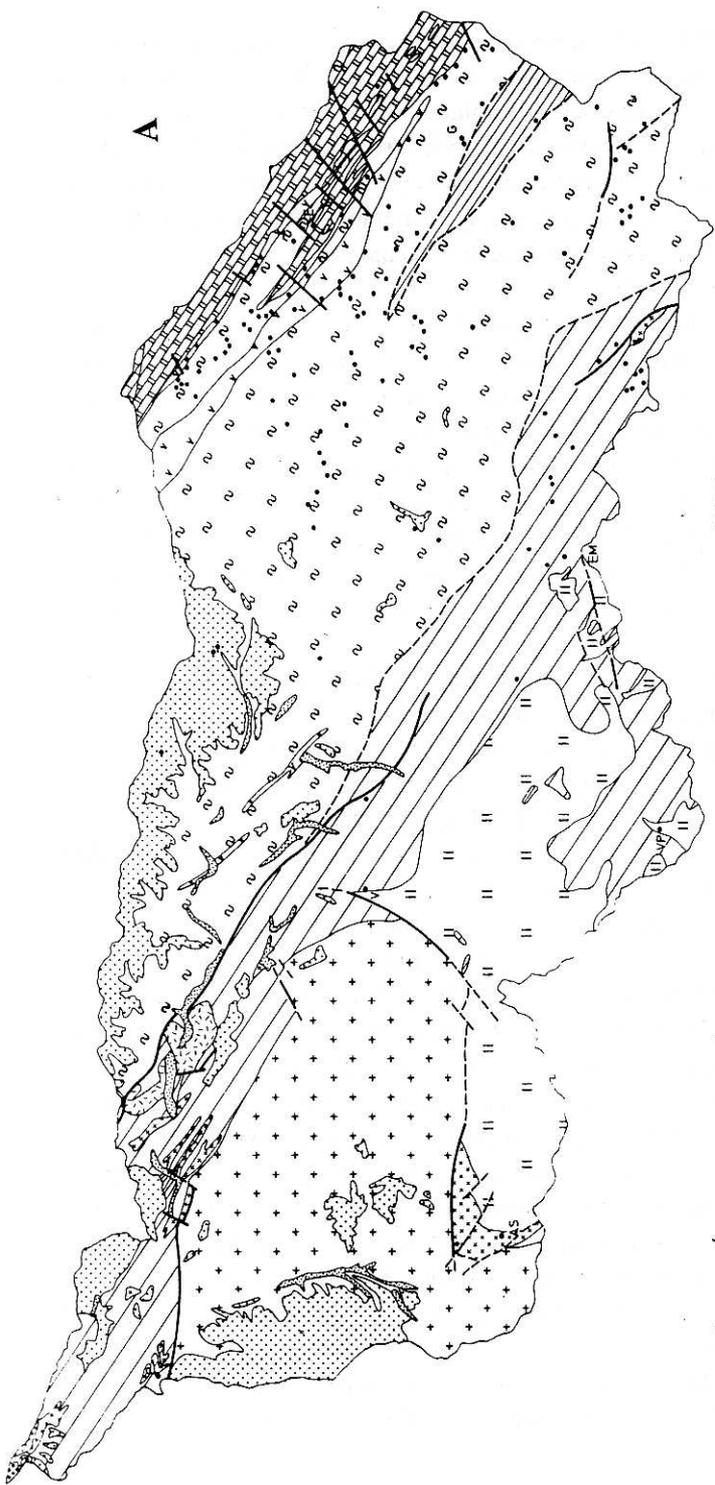
anticlinal de Estremoz facilita muito a infiltração e a circulação subterrânea de água e, logo, o processo de alteração dos metavulcanitos. As intercalações de tufitos, por serem formações vacuolares, também contribuem para o aumento de produtividade destes aquíferos, proporcionando captações de água de vários litros por segundo e o aparecimento de nascentes. A permeabilidade em grande dos metavulcanitos é igualmente visível através da fraca densidade de drenagem superficial, que é a mais baixa (4 km/km^2), logo a seguir à das formações carbonatadas.

O *flysch* xisto-grauváquico de Terena foi aqui distinguido dos "metassedimentos predominantemente xistentos" por ser mais brando, menos metamórfico (subsistem ainda fósseis vegetais) do que as restantes formações xistentas e, ainda, pela sua posição topográfica. Com efeito, localiza-se no fundo da Depressão tectónica da Glória. A posição deprimida ocupada por esta formação justifica que até ela convirjam as águas das áreas circundantes. O fraco declive do fundo da depressão e as intercalações nos pelitos, de rochas arenáceas e conglomeráticas, facilitam a infiltração da água. A densidade de drenagem nesta área espelha esta situação, pois atinge apenas $4,4 \text{ km/km}^2$.

Os metassedimentos predominantemente xistentos ocupam diferentes unidades morfológicas e revelam grandes variações espaciais de litofácies, apresentando diferentes graus de permeabilidade e de produtividade aquífera, embora, no seu todo, seja um sub-conjunto pouco permeável. Este sub-conjunto pode ainda dividir-se em duas bandas: uma, a NE, mais pelítica e outra, a SW, a partir sensivelmente da Ribeira de Tera, de natureza pelito-psamítica. A primeira é composta por xistos argilosos, ardósias e xistos sericíticos. A segunda é composta por filitos, fundamentalmente xistos micáceos muito ricos em quartzo e metapsamitos derivados sobretudo de grauvaques e até de quartzitos, igualmente ricos em quartzo (OLIVEIRA *et al*, 1991). Estes xistos são mais luzentes do que os primeiros, denotando uma recristalização mais avançada, o que poderá explicar que a densidade de drenagem seja mais elevada (7 km/km^2), nesta banda do que na primeira (6 km/km^2). A produtividade aquífera dos metassedimentos predominantemente xistentos é baixa, à excepção da área da Serra de Ossa, onde a sua elevada tectonização aliada à posição topográfica alcandorada e ao facto de ser a mais chuvosa favorece captações de alguma importância, embora muito dependentes das características mais secas ou mais húmidas dos anos hidrológicos. Esta dependência face ao regime pluviométrico revela as limitações das reservas de água deste sistema aquífero.

Em direcção ao SW, perto das formações intrusivas do geanticlinal de Évora-Beja, o grau de metamorfização das rochas encaixantes vai-se acen-

A



c) PERMEABILIDADE BAIXA

Granitos gnaissicos (Ym)

Kistos e Grauwages de Tereno (Te)

d) PERMEABILIDADE MUITO BAIXA

Granitos (YTI)

Kistos argilosos, sericiticos micaceous e metapsamitos (mx)

Micasitos, Gnaisses e Grausses graniticos (mg)

2. FORMAÇÕES COMPACTAS FISSURADAS

a) PERMEABILIDADE ELEVADA (FORMAÇÕES CARBONATADAS)

Calcários cristalinos (VES)

Calcários dolomíticos e Dolomitos cristalinos (DES)

Calcários e Dolomitos cristalinos (PCC)

b) PERMEABILIDADE MÉDIA

Metavulcitos (mv)

Gabros e Dioritos (AZ)

Quartzodioritos e Granodioritos (GQZ)

CLASSIFICAÇÃO HIDROGEOLOGICA

Comedos horizontais ou pouco inclinados

Comedos dobrados

1. FORMAÇÕES POROSAS NÃO CONSOLIDADAS

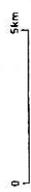
a) PERMEABILIDADE ELEVADA

Aluviões (a)

Depósitos de terraco (D)

b) PERMEABILIDADE MÉDIA

Grés argiloso e cascalheiras (GMP)



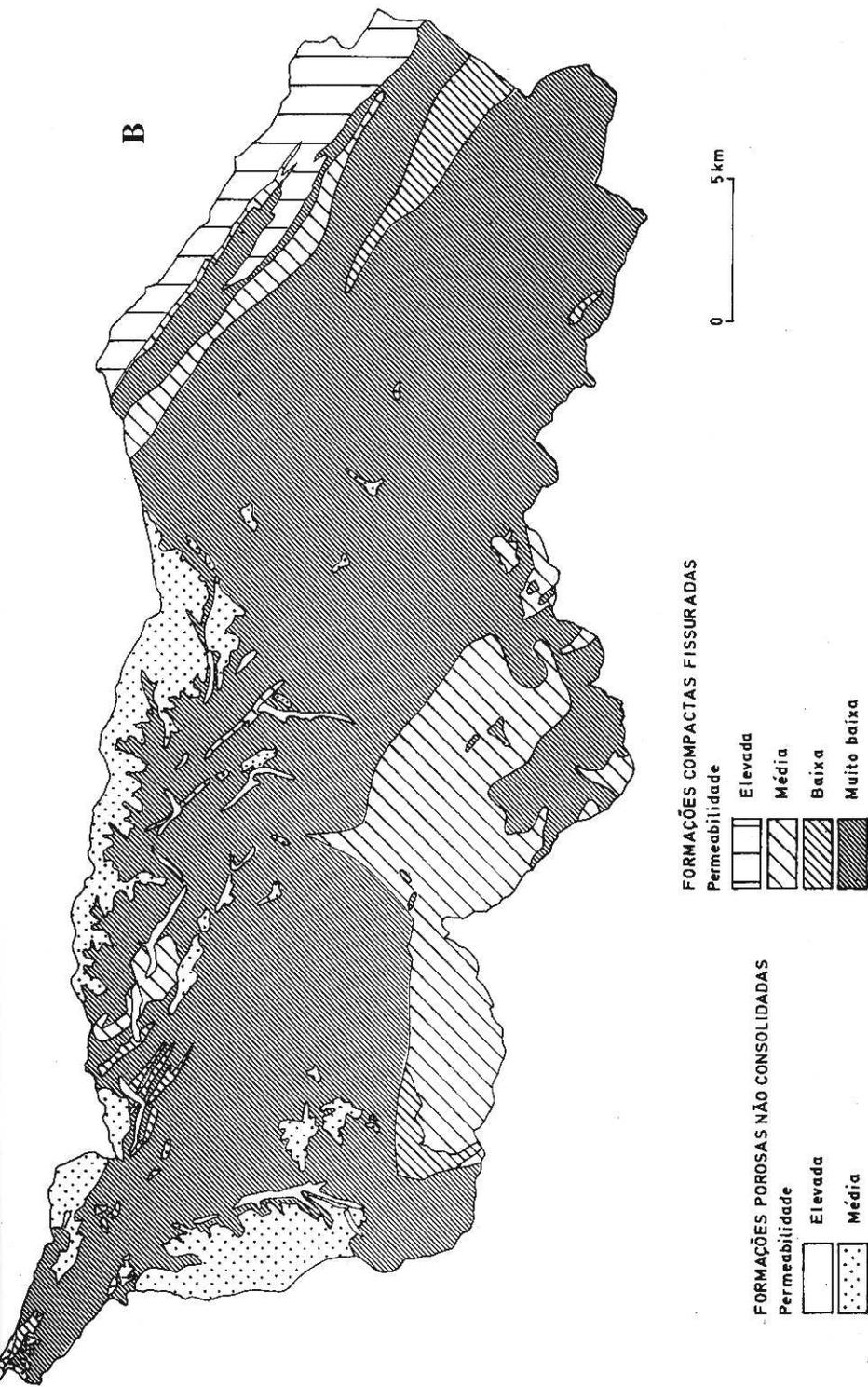


Figura 5 – Esboços litológico (A) e de permeabilidades (B) da bacia-vergente da Ribeira de Tera.

Figure 5 – Lithological (A) and perviousness (B) drafts of the drainage basin of Ribeira de Tera.

tuando. Assim, os metagrauvaques passam a paragneisses, enquanto os filitos se transformam em micaxistos. Gnaisses e micaxistos são muito ricos em quartzo e constituem a faixa onde o grau de metamorfização foi mais acentuado (fig. 5a). Estas formações têm fraquíssima produtividade aquífera, derivada da sua permeabilidade muito baixa, o que explica também que, sobre elas, a densidade de drenagem atinja valores elevados (8,1 km/km²).

No esboço litológico (fig. 5a) foram também incluídos, nesta faixa metamórfica de gnaisses e micaxistos, os gnaisses graníticos, devido ao facto de não virem diferenciados daqueles, na folha 36B (Estremoz). São, contudo, já rochas intrusivas, pertencentes ao Grupo dos Granitos Alcalinos.

4.3 – As rochas intrusivas

O terceiro conjunto litológico ocupa a parte ocidental e centro-sul da bacia. À excepção dos gnaisses graníticos já referidos, as rochas intrusivas são compostas por granitos gnaíssicos, granitos, quartzodioritos, granodioritos, gabros e dioritos.

Os granitos gnaíssicos, de grão médio a fino, aparecem em pequenos afloramentos circunscritos e muito alongados segundo uma direcção NW-SE, paralela à direcção principal das estruturas hercínicas.

Os gabros e dioritos encontram-se associados e estão tectonizados. São rochas de textura grosseira, muitas vezes com fácies pegmatítico.

Os afloramentos de maior extensão pertencem, contudo, aos granitos e aos quartzodioritos (fig. 5a). Os granitos são porfiróides de grão grosseiro a médio. Constituem um maciço tectonizado na sua bordadura e recortado por numerosos filões de quartzo e microgranito, de orientação NE-SW e NW-SE.

Os quartzodioritos (e granodioritos associados) aparecem em extenso afloramento, têm grão médio a grosseiro e apresentam-se com nítida foliação. Encontram-se tectonizados e são cruzados em diversas direcções por numerosos filões de pegmatitos graníticos e por alguns filões de microgranito.

Os vários afloramentos intrusivos têm, no geral, reduzidas disponibilidades aquíferas, como mostram os numerosos furos efectuados. Estes, mesmo atravessando horizontes muito alterados e/ou fracturados, revelaram-se improdutivos. Nos que têm alguma produtividade, os caudais são fracos, cerca de 2 l/s (ZBYSZEWSKI *et al*, 1980).

Há, no entanto, uma diferença fundamental entre o maciço granítico, por um lado, e os afloramentos de quartzodioritos, granodioritos, gabros e dioritos, por outro. O primeiro parece ter um comportamento praticamente impermeável, a avaliar pela elevada densidade de drenagem que nele se observa (entre 7,6 km/km² e 11,4 km/km²). O segundo grupo de rochas intru-

sivas é bem mais permeável, revelando densidades de drenagem de cerca de 4 km/km².

4.4 – As formações terciárias de cobertura

Os depósitos discordantes representam um sistema aquífero com um meio de circulação de água poroso, portanto bastante diferente das formações anteriormente descritas, devido ao seu menor grau de consolidação e à natureza do seu fácies. Estes depósitos são constituídos, fundamentalmente, por grés argilosos com seixos miúdos e também por cascalheiras de elementos subangulosos.

A rede de drenagem que sobre eles se desenvolve é menos densa (3 a 5 km/km²) do que a existente no substrato envolvente, revelando boas condições de infiltração da água. Contudo, a produtividade aquífera das formações terciárias é fraca, contribuindo para isso a sua pequena espessura (3 a 4 m) e a posição topográfica elevada que quase sempre ocupam. As nascentes a que dão origem, no contacto com as formações menos permeáveis do substrato, constituem 3 % do total da bacia-vertente.

4.5 – A posição das nascentes

É um dos indicadores do modo de circulação das águas subterrâneas e do comportamento hidrogeológico das formações geológicas. Na bacia-vertente da Ribeira de Tera foram identificadas 126 nascentes, que podem ser divididas em cinco sistemas: o de Estremoz (65 %), o da Ossa (28 %), o de Tera Central (4 %), o das Tetas (2 %) e o de Aldeia da Serra (1 %).

O primeiro abrange todo o sector correspondente ao flanco SW do anticlinal de Estremoz, sensivelmente até à Ribeira de Tera (fig. 5a). É, de longe, o mais importante, pois nele se concentram 65 % das nascentes da bacia-vertente, a maior parte das quais se situa entre 290 e 360 m de altitude. A concentração de nascentes neste sector é perfeitamente compreensível, dada a presença das formações carbonatadas carsificadas que originam muitas delas. Mas, a maior parte dispõe-se segundo alinhamentos que espelham descontinuidades litológicas e/ou tectónicas, sublinhando os contactos entre formações mais permeáveis e as de reduzida permeabilidade.

As nascentes realçam, assim: a solubilidade de algumas destas rochas (formações carbonatadas e metavulcanitos) ao longo da rede de fracturas; a diferença de comportamento hidrológico entre os fácies psamíticos e os pelíticos; e, o facto de os desligamentos funcionarem como condutas subterrâneas, por onde se faz a circulação da água entre formações diferentes.

O sistema de nascentes da Ossa, que se encontra no alinhamento de relevos com o mesmo nome, é o segundo mais importante da bacia, mas tem menos de metade das nascentes do sistema de Estremoz (fig. 5a). As nascentes encontram-se, fundamentalmente, entre 310 m e 410 m de altitude e parecem sublinhar muito mais a extrema tectonização das rochas do que as diferenças litológicas.

Os sistemas de Estremoz e da Ossa abrangem assim cerca de 93 % do total de nascentes da bacia-vertente, ficando a maior parte da área desta com os restantes 7 %, o que mostra as suas reduzidas disponibilidades aquíferas.

5 – CLASSIFICAÇÃO HIDROGEOLÓGICA

A permeabilidade permite perceber, no seio da bacia-vertente, quais as áreas mais favoráveis ao escoamento superficial ou à infiltração. As primeiras são sujeitas a uma maior erosão fluvial enquanto as segundas representam as áreas de recarga dos aquíferos.

As classes de permeabilidade (fig. 5b) foram definidas a partir dos litofácies das formações geológicas, respectivos meios de circulação da água, da posição das nascentes e da densidade de drenagem.

Assim, as formações geológicas, agrupadas por semelhança de litofácies, dividem-se, do ponto de vista hidrogeológico, em dois grupos fundamentais: as formações porosas não consolidadas e as formações compactas fissuradas (figs. 5a e b). As primeiras são constituídas pelos depósitos terciários de cobertura e pelos sedimentos constituintes dos terraços fluviais e das aluviões. Não sendo formações consolidadas, representam um meio poroso de circulação da água, uma vez que ela se movimenta nos espaços vazios entre os seixos e os grãos de areia. Este grupo tem duas classes de permeabilidade: uma, elevada, correspondente às aluviões e aos depósitos de terraço e outra, média, correspondente às formações terciárias de cobertura.

De capacidade hidrológica completamente distinta do primeiro, o segundo grupo de formações geológicas é constituído pelas rochas coerentes do substrato paleozóico e precâmbrico da bacia-vertente. A água atravessa-as, aproveitando as descontinuidades de todos os tipos que nelas se encontram (juntas de estratificação, de xistosidade, diáclases, áreas de fractura e de esmagamento). Apresentam, por isso, um meio de circulação da água dito fissurado.

Foram divididas em dois sub-grupos, consoante os litofácies e os meios de circulação da água que apresentam: as formações carbonatadas, de permeabilidade elevada e de meio de circulação cársico, e as não carbonatadas, de permeabilidade média, baixa e muito baixa (figs. 5a e b).

II – O REGIME DA PRECIPITAÇÃO

A distribuição espacial das chuvas no seio da bacia-vertente é bastante uniforme, não atingindo a precipitação média anual valores superiores a 700 mm, à excepção do Planalto de Estremoz e do Alinhamento Montanhoso da Ossa.

O número de dias de precipitação situa-se entre 80 e 90 dias/ano, na maior parte da bacia, mas tem tendência a diminuir para NE: em Estremoz nem atinge os 70 dias/ano.

Os registos da precipitação no posto udométrico de Estremoz, num total de 81 anos (1911-12 a 1991-92), mostram que a estação chuvosa é de cinco meses (Novembro a Março), todos com mais de 80 mm, dos quais se destaca Dezembro, com 96 mm. Este mês é também o que regista mais vezes o máximo mensal (em 23 % dos anos), seguido de Fevereiro (19 % dos anos) e Janeiro (15 % dos anos). O mês mais chuvoso do ano tem 86 % de probabilidades de ocorrer no Outono-Inverno, como é típico do regime mediterrâneo; mas em um de cada oito anos o mês mais chuvoso ocorre na Primavera ou mesmo no fim do Verão (Setembro).

Relativamente à intensidade/frequência das precipitações, os máximos diários anuais podem ocorrer em qualquer mês do ano, mas quase metade (49 %) desses máximos registam-se nos três meses outonais. Destes destaca-se Dezembro, com 23 % dos máximos diários anuais.

III – O REGIME FLUVIAL

1 – CAUSAS DA DIMINUIÇÃO RECENTE DOS CAUDAIS

O regime da Ribeira de Tera é marcado por uma enorme irregularidade interanual: em 32 anos de registos, o coeficiente de variação foi de 83 % e o coeficiente de flutuação ($Q_{\text{máx}}/Q_{\text{min}}$) foi de 182!

O período de escassez de escoamento (coeficiente mensal do caudal, $\text{cmc} < 0,25$) é maior que o de abundância ($\text{cmc} > 1$): 6 meses (Maio a Outubro) para 4 meses (Dezembro a Março), respectivamente.

Fevereiro é o mês com caudais médios mais elevados ($\text{cmc} > 3$), e também o que tem maior probabilidade de ser o mais caudaloso (fig. 6).

Nos anos chuvosos, as chuvas outonais são mais abundantes do que as inverniais, mas dada a grande duração da estiagem da ribeira, que se prolonga por Outubro, estas chuvas vão repor sobretudo as reservas de água da bacia-vertente; só mais tarde, aquando do segundo "pico" pluviométrico, em Fevereiro, é que a ribeira atinge o seu "pico" hidrométrico (fig. 6). É também neste mês que se regista o maior número de caudais máximos instantâneos anuais.

Agosto e Setembro são os meses de menor caudal, que neste caso é nulo ($\text{cmc} = 0$). A Ribeira de Tera é pois um curso de água sazonal. Os meses com maior probabilidade de registarem os caudais mais baixos vão de Julho a Outubro, inclusive (fig. 6).

No quadro 3 estão assinalados alguns dados hidrométricos da Ribeira de Tera no período em que se irão analisar as estiagens e as cheias (1958-59 a 1989-90).

Quadro 3 – Alguns dados hidrométricos da Ribeira de Tera entre 1958-59 e 1989-90

Table 3 – Hydrometric data from Ribeira de Tera.

Módulo (m^3/s)	2,59
Mediana (m^3/s)	1,83
Caudal específico (l/s.Km^2)	4,25
Coefficiente de variação (%)	83
Coefficiente de flutuação	182
Caudal máximo instantâneo (m^3/s)	850
Coefficiente de Flutuação de cheia $Q_{\text{máx.inst}}/Q_{\text{mediano}}$	464
Caudal característico de estiagem	0

A Ribeira de Tera não tem, desde o início da década de 70, nem os caudais nem as cheias que costumava registar anteriormente. De facto, o começo da década de 70 marca o início de um período climatologicamente seco (fig. 7). Se analisarmos a tendência de evolução da precipitação, na estação de Estremoz, a qual influencia directamente a maior ou menor disponibilidade dos recursos hídricos da bacia-vertente, salientam-se duas observações interessantes: a tendência de diminuição da precipitação observada nas últimas três décadas (1960-61 a 1989-90) mantém-se quando se considera a série alargada (1911-12 a 1991-92; fig. 7); o último ano de chuvas abundantes remonta a 1968-69, ou seja, nos últimos 23 anos de registos (até 1991-92) não ocorreu qualquer ano chuvoso (ver critério de classificação em RAMOS, 1994).

A tendência de diminuição da precipitação, a qual constitui a única entrada de água no sistema hidrológico da bacia-vertente, repercute-se no escoamento que por ela é produzido. Este também tem vindo a diminuir (fig. 8): o caudal registado, em Ponte de Pavia, nos anos 80, é menos de metade de daquele que se registava 30 anos antes (anos 60).

Esta diminuição tão drástica do caudal da ribeira poderá ter outra causa que não apenas a diminuição das precipitações: a construção de muitas represas a partir dos anos 70. Segundo a inventariação das barragens alentejanas efectuada até 1979 por DIAS e FRANCO (1981), a bacia da Ribeira de Tera, em apenas 9 anos (1970 a 1978), passou a ter 56 novas represas, num total de 77. Essas 56 novas represas têm uma capacidade de 5 085 766 m³, o que corresponde a 6,2 % do escoamento médio anual da ribeira (1958-59 a 1989-90).

Seria relevante, sem dúvida, a actualização deste inventário, o que permitiria detectar qual o peso da retenção de água nas represas, na diminuição do escoamento da ribeira nas últimas três décadas.

O grande incremento de construção de represas nos anos 70 foi devido não só a sucessivos anos de seca, mas também às mudanças político-económicas operadas a partir de 25 de Abril de 1974 (Reforma Agrária). Estas represas foram construídas a partir da iniciativa de particulares, de cooperativas agrícolas e de U.C.P. (Unidades Colectivas de Produção).

2 - A SEVERIDADE DA ESTIAGEM

O regime da Ribeira de Tera ilustra bem o comportamento da generalidade dos cursos de água do Alentejo, marcado pela duração prolongada da estiagem, devida a causas quer de natureza climática quer de natureza litológica. A bacia-vertente da Ribeira de Tera, propriamente dita, recebe poucas chuvas, pois em mais de metade dos anos (58 %, no período de 1911-12 a 1991-92) essas precipitações não atingem 700 mm/ano e em 3 de cada 10 anos a precipitação é inferior a 500 mm/ano.

A distribuição temporal das chuvas também é favorável à escassez e irregularidade do escoamento, pois em mais de 3/4 dos dias do ano não chove.

As formações geológicas da bacia, pela sua baixíssima permeabilidade, exageram as consequências da escassez das chuvas, agravando drasticamente a estiagem.

Esta tem uma duração média de seis meses (Maio a Outubro), mas nos anos secos pode durar 10 a 11 meses, ou mesmo um ano inteiro (1980-81). O maior período de estiagem, em termos de caudais mensais, durou, na realidade, 1 ano e 7 meses, desde Maio de 1980 a Novembro de 1981.

Independentemente das características chuvosas ou secas dos anos hidrológicos, os três meses de Verão registam sempre um caudal médio mensal de estiagem, mas em 84 % dos anos a estiagem afecta já o mês de Maio, prolongando-se por Outubro. A duração da estiagem aumenta claramente a partir de 1970-71, afectando, em particular, os meses de Novembro e Dezembro: antes

daquela data, Novembro registava caudais de estiagem em 25 % dos anos, mas a partir de 1970-71 passou a registar esses caudais em 75 % dos anos; para o mês de Dezembro esses valores são, respectivamente, 17 % e 55 %. Mesmo Fevereiro (mês de maior abundância média de escoamento) que, até 1970/71, não tinha registado caudais médios mensais de estiagem, passa a registá-los à razão de um em cada 4 anos.

Embora reduzido, o caudal de estiagem ainda implica algum escoamento superficial, retido aqui e ali, em pequenos açudes.

Numa bacia-vertente, em que, nos últimos 20 anos, um em cada dois foi seco (segundo os valores da precipitação registados em Estremoz), a ausência de escoamento, pela sua frequência e duração, adquire um significado particularmente gravoso.

O início dos anos 70 marca também uma mudança no carácter sazonal da ribeira, pois se até 1969-70 ela secava geralmente durante 2 meses (Agosto e Setembro), a partir de 1970-71 tem tendência a permanecer seca durante 4 meses (Julho a Outubro).

Se precisarmos a análise ao nível dos caudais diários e para um período de 31 anos (dado que 1958-59 não tem registos diários completos, devido ao começo de funcionamento da estação a 13 de Dezembro), correspondente a 11 323 dias, verifica-se que a ribeira secou em 4 121 dias, o que dá uma média de 133 dias/ano (75 % dos quais nos meses de Julho a Outubro).

Nos anos de maior abundância de escoamento, a ribeira seca apenas durante o Estio (duração mínima, com $Q = 0,00 \text{ m}^3/\text{s}$, 64 dias); nos anos de maior escassez de água, a ribeira seca durante mais de 200 dias/ano (duração máxima de ausência de escoamento: 262 dias)

O final do Inverno e o princípio da Primavera (Março-Abril) são a época do ano menos vulnerável à escassez de escoamento (fig. 9), dado que as reservas de água da bacia-vertente alimentam o escoamento de base, depois da estação chuvosa.

3 – AS CHEIAS

3.1 – Caracterização geral

O conceito de cheia é aqui entendido como o transbordo do curso de água relativamente ao seu leito ordinário, que designaremos por caudal mínimo de cheia, cuja definição permite elaborar a tipologia das cheias, detectar os períodos de ocorrência, a frequência de ocorrência, a duração de cada cheia, os volumes de água transportados em cada uma, bem como a sua importância relativa no escoamento anual.

Esta abordagem é efectuada a partir das observações dos caudais médios diários, considerando-se como dia de cheia aquele cujo caudal médio diário ultrapassa o valor do caudal mínimo de cheia.

Através das observações de campo posteriormente comparadas com os caudais diários calculados a partir dos registos das alturas na estação hidro-métrica de Ponte de Pavia, verificou-se que, para caudais a partir de 20,4 m³/s, a Ribeira de Tera entrava em situação de cheia. Este caudal é 11 vezes superior ao caudal semi-permanente (mediano) da ribeira e 8 vezes superior ao módulo.

Em 31 anos hidrológicos de registos diários completos (1959-60 a 1989-90), detectaram-se 110 cheias na Ribeira de Tera, abrangendo 302 dias; ou seja, a ribeira teve, em média, cerca de 4 cheias por ano, num total de 10 dias/ano. Cada cheia teve uma duração média de 3 dias; mas a distribuição interanual das cheias é muito irregular. Enquanto em alguns anos não ocorreu qualquer cheia, outros houve, como por exemplo 1965-66, com 9 cheias, que abarcaram 34 dias.

O início dos anos 70 marca uma mudança no comportamento da ribeira também no que respeita às cheias. Assim, enquanto entre 1959-60 e 1969-70 a Ribeira de Tera teve uma média de 6 cheias por ano, abrangendo um total de 16 dias/ano, entre 1970-71 e 1989-90 teve apenas uma média de 2 cheias por ano, num total de 6 dias/ano: o número de dias de cheia tem vindo assim a diminuir claramente (fig. 10).

Se a frequência de ocorrência das cheias diminuiu, pelo contrário a sua magnitude aumentou, como mostra a leitura dos caudais máximos instantâneos registados em cada cheia (fig. 11), devido à redução do número de cheias mais pequenas (de menores caudais de ponta). Este facto poderá ser devido a duas causas fundamentais: um défice hídrico maior, devido à diminuição da entrada de água na bacia-vertente, pelo que as precipitações que caem fora dos grandes períodos chuvosos vão alimentar fundamentalmente as reservas de água do solo; o aumento do número de açudes e pequenas represas, responsáveis pela retenção de uma maior quantidade do escoamento líquido superficial, que anteriormente à sua construção chegava ao colector principal da bacia-vertente. Essa retenção é especialmente importante no Outono, quando as pequenas represas se encontram vazias ou próximas disso.

Relativamente à distribuição mensal das cheias, verifica-se que elas ocorreram entre Outubro e Junho, mas são mais frequentes nos três meses inverniais (63 % do total), nomeadamente em Fevereiro (fig. 12), mês em que se registaram 3 de cada 10 cheias e que é, recorde-se, o de maior abundância de escoamento e o que tem uma maior probabilidade de registar os caudais mais elevados. O período em que as cheias foram mais frequentes situou-se entre 11 de Fevereiro e 2 de Março.

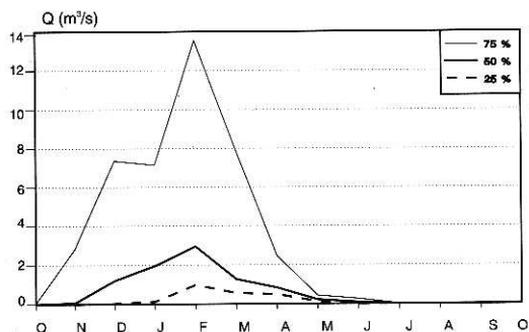


Figura 6 - Regime mensal dos caudais da Ribeira de Tera em Ponte de Pavia, por quartis (1958-59 a 1989-90).
 Figure 6 - Ribeira de Tera monthly discharges in Ponte de Pavia.

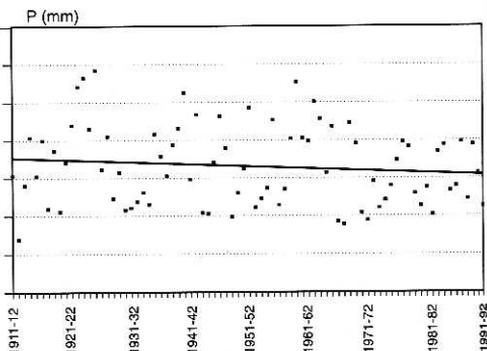


Figura 7 - Precipitações anuais e respectiva recta de tendência em Estremoz, entre 1911-12 e 1991-92.
 Figure 7 - Annual rainfall and rainfall trend in Estremoz.

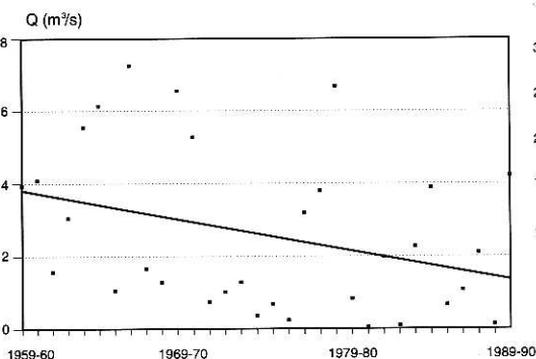


Figura 8 - Caudais médios anuais da Ribeira de Tera em Ponte de Pavia, entre 1959-60 e 1989-90, e respectiva recta de tendência.
 Figure 8 - Ribeira de Tera annual discharges and discharge trend.

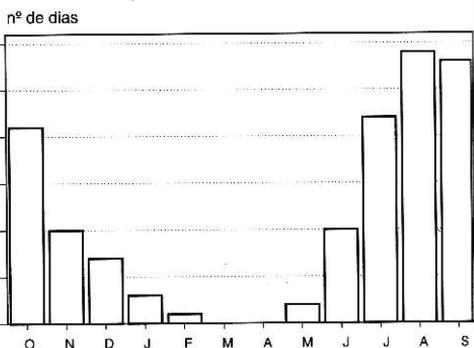


Figura 9 - Distribuição mensal do número de dias com caudal nulo na Ribeira de Tera (1959-60 a 1989-90).
 Figure 9 - Ribeira de Tera: monthly number of days without any discharge.

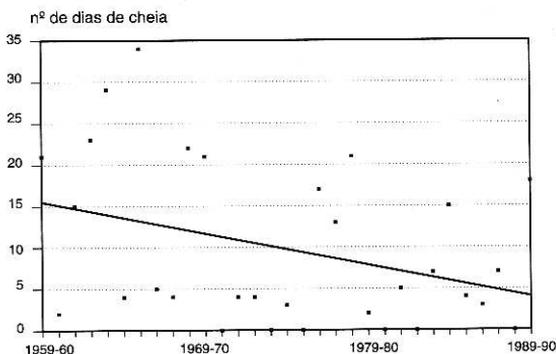


Figura 10 - Evolução do número de dias de cheia por ano, na Ribeira de Tera, entre 1959-60 e 1989-90.
 Figure 10 - Ribeira de Tera: annual number of flood days.

A análise das alturas hidrométricas em Ponte de Pavia mostra que as cheias simples (com uma ponta de cheia) são muito mais frequentes do que as complexas (com 2 ou mais pontas de cheia), pois praticamente 3 em cada 4 cheias (74 %) são simples.

Mais de metade das cheias simples (54 %) dura apenas 1 dia, embora se possam estender até 5 dias. Por seu turno, a maior parte das cheias complexas (93 %) dura de 2 a 9 dias e cerca de 69 % têm somente 2 pontas de cheia.

As cheias rápidas são frequentes na Ribeira de Tera, pois 3 em cada 10 cheias aparecem bruscamente: 1/3 das cheias simples e 1/4 das complexas iniciam-se por uma cheia rápida (considerou-se que a ribeira é afectada por uma cheia rápida sempre que, no dia anterior à ocorrência deste fenómeno, o seu caudal médio diário não tenha registado qualquer subida, mantendo os valores dos dias anteriores ou mostrando mesmo uma tendência de diminuição).

O carácter de perigosidade quanto à frequência de ocorrência das cheias rápidas, manifestado pela Ribeira de Tera, traduz-se todavia num risco baixo para as populações, já que a densidade populacional na bacia-vertente é muito escassa e não existem habitações ou instalações para a recolha do gado no fundo dos vales.

No que se refere à potência das cheias, o caudal máximo instantâneo registado atingiu 850 m³/s, e ultrapassou 328 vezes o módulo e 464 vezes o caudal semi-permanente da ribeira.

A análise comparativa dos registos diários da precipitação e dos caudais antes e durante as cheias mostra que estas se devem a causas pluviais. Os quantitativos de precipitação diária que podem motivar as cheias são muito variáveis não só consoante a precipitação acumulada, mas sobretudo consoante o caudal que o curso de água apresenta no dia anterior à cheia e que, em última análise, espelha o estado das reservas hídricas da bacia-vertente.

A maior parte das chuvas que provocam as cheias são de origem frontal (77 %), sendo as restantes devidas à influência de depressões estacionárias sem frentes (gotas de ar frio), conforme a análise efectuada nos Boletins Meteorológicos Diários (I.N.M.G.) entre 1959-60 e 1989-90.

Das perturbações frontais responsáveis pelas cheias, destacam-se claramente as de W, às quais se ficam a dever cerca de metade das cheias. Estas perturbações estão ligadas ao estabelecimento do fluxo zonal de W em altitude, dando origem a sequências chuvosas que duram vários dias. Sempre dominantes, relativamente às outras situações meteorológicas que provocam cheias, são todavia menos frequentes no Outono (40 %), estação em que as gotas de ar frio quase as igualam (35 % dos dias), como causa meteorológica das cheias outonais.

As cheias da Primavera, pouco frequentes na bacia-vertente (apenas 6 num total de 110), ficam a dever-se principalmente (metade) à permanência do fluxo zonal de W nos meses primaveris.

3.2 – As cheias de 1989-90

A fim de proceder a uma análise mais minuciosa do fenómeno das cheias escolheram-se as do ano hidrológico de 1989-90, por terem sido observadas *in loco*.

No início do ano hidrológico de 1989-90, a Ribeira de Tera encontrava-se seca, só recomeçando a correr no dia 30 de Outubro, embora reduzida a um pequeno fio de água.

O período chuvoso inicia-se a 12 de Novembro e estende-se até 29 de Dezembro (fig. 13). As chuvas de Novembro e Dezembro tiveram um carácter excepcional: em Novembro choveu mais do dobro do que é normal e em Dezembro quase o triplo; nestes dois meses choveu 57 % do total anual de 1989-90, quando costuma chover apenas 27 % desse total.

O gráfico da figura 14 mostra a nítida correspondência entre a precipitação diária e o caudal médio diário, a partir do momento em que se reconstituem as reservas de água do solo. Ou seja, quando se inicia o escoamento directo correspondente à precipitação útil, o que parece ter ocorrido a 18 de Novembro. Nesse dia, a precipitação acumulada desde o início do ano climatológico era de 179 mm. A partir desse dia, a cada "pico" udométrico corresponde um "pico" hidrométrico, tendo a Ribeira de Tera uma resposta imediata à intensificação das precipitações, sempre no mesmo dia. Como as reservas de água do solo já estão completas e dado que a ribeira tem um tempo de resposta de 11 h 36 m (RAMOS, 1994) é compreensível este seu comportamento. Assim, nos dias em que se verificaram os "picos" pluviométricos ocorreram subidas significativas no seu caudal (fig. 14). Este decresce rapidamente quando deixa de chover ou quando a precipitação se reduz.

Parece, assim, que a possível influência cársica, exercida pelos calcários metamórficos de Estremoz, que ocupam o extremo NE da bacia, não se manifesta de maneira significativa no caudal do rio. Contudo, conforme observações efectuadas no campo, depois dos períodos chuvosos terminarem, o carso continua a alimentar os principais cursos de água que descem do Planalto de Estremoz, enquanto os que descem da Serra de Ossa (onde a precipitação até é superior à do Planalto) secam completamente.

No total, no ano hidrológico de 1989-90, registaram-se 18 dias de cheia, ao longo dos quais se escoaram 87 690 000 m³ de água, o que corresponde a 66 % do escoamento anual.

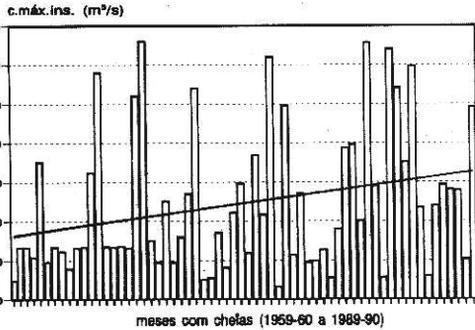


Figura 11 - Caudais máximos instantâneos registados em cada cheia, na Ribeira de Tera, e tendência de evolução da respectiva magnitude.

Figure 11 - Ribeira de Tera: maximum discharge values per flood.

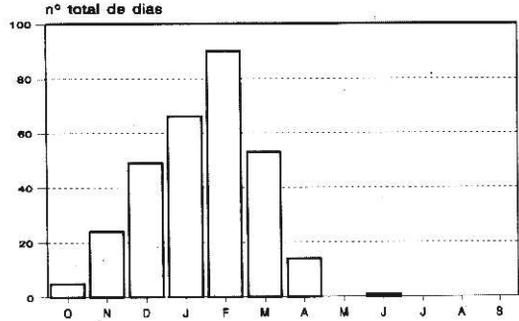


Figura 12 - Distribuição mensal do número de dias de cheia na Ribeira de Tera, entre 1959-60 e 1989-90.

Figure 12 - Ribeira de Tera: monthly number of flood days.

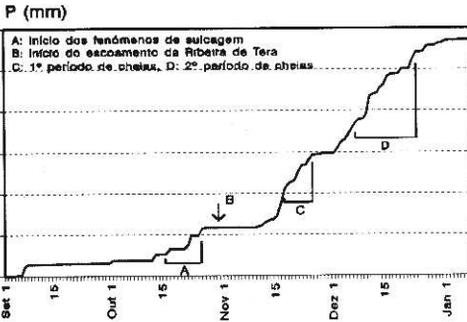


Figura 13 - Precipitação acumulada em Estremoz, entre 1. Set 89 e 10. Jan. 90.

Figure 13 - Accumulated rainfall in Estremoz from September to January (1989/90).

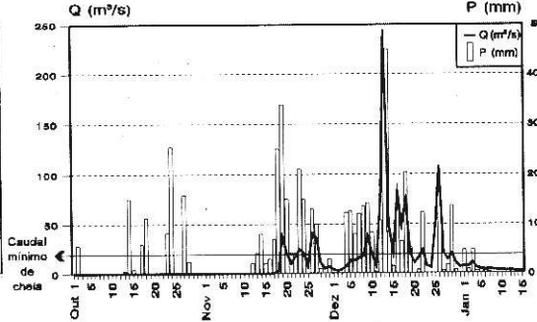


Figura 14 - Precipitações e caudais referentes às cheias de Nov. e Dez. de 1989, na Rib.ª de Tera.

Figure 14 - Ribeira de Tera: rainfall (in Estremoz) and discharges (in Ponte de Pavia) in Nov. and Dec. 1989.

As chuvas de origem frontal foram as grandes responsáveis por estas cheias, pois ocorreram em 83 % dos dias e foram mais abundantes do que as devidas às gotas de ar frio, ao provocarem uma precipitação média diária de 16,4 mm contra 12,5 mm das gotas. Das chuvas frontais destacam-se as motivadas pelas perturbações de S e SW, que se revelaram como as mais pluviogénicas, originando uma precipitação média diária de 21,2 mm, contra 15,6 mm das precipitações de W.

CONCLUSÃO

A maior parte da área da bacia-vertente da Ribeira de Tera (73 %) é formada por um substrato de permeabilidade muito reduzida que, ao dificultar a infiltração, facilita o escoamento superficial e a erosão fluvial, é responsável por uma elevada densidade de drenagem, e influencia o regime da Ribeira de Tera, exagerando quer as pontas de cheia quer a duração dos períodos de estiagem.

As características geomorfológicas da bacia-vertente da Ribeira de Tera não permitem a ocorrência de inundações extensas, uma vez que não existem planícies aluviais, nem mesmo no sector terminal da bacia, onde, pelo contrário, o colector principal corre num vale estreito e encaixado. Embora dominem os declives fracos, uma vez que a maior parte da bacia-vertente se desenvolve na Superfície de Aplanamento do Vimieiro, a resposta dos cursos de água aos "picos" pluviométricos é imediata, a partir do momento em que as reservas de água do solo se encontrem restabelecidas, devido à fraquíssima permeabilidade do substrato geológico. As pontas de cheia atingem valores impressionantes, ultrapassando em algumas centenas de vezes o módulo do colector principal.

Esses enormes volumes de água provocam, todavia, inundações locais restritas às confluências das ribeiras mais importantes e, sobretudo, "inundações de obstáculo" (fig. 15). Estas ocorrem a montante de estreitamen-

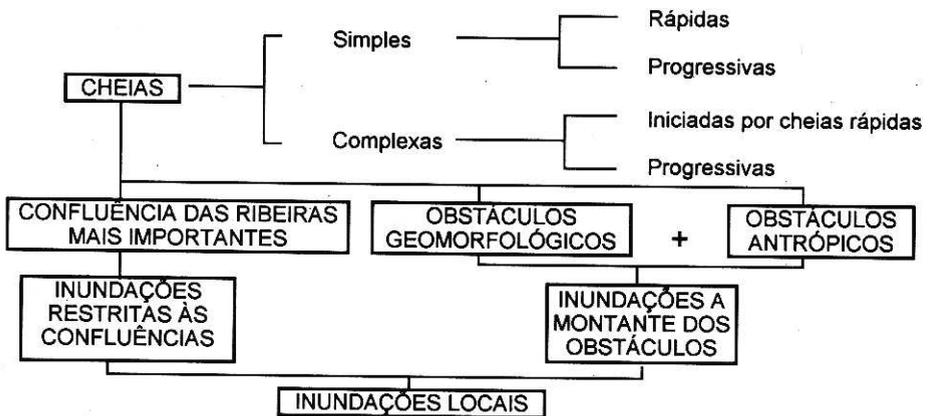


Figura 15 -Modalidades das inundações locais na bacia-vertente da Ribeira de Tera.

Figure 15 – Modalities of local floods in the drainage basin of Ribeira de Tera

tos dos vales, provocados por rochas mais resistentes, as quais são por vezes aproveitadas para a construção de pequenas represas. Quando cessam as precipitações, a ribeira diminui imediatamente de caudal, podendo atingir caudais de estiagem poucos dias após as cheias, pelo que as inundações desaparecem rapidamente (desde que não haja açudes ou represas nos estreitamentos dos vales).

Em relação às reservas de água subterrânea da bacia, destacam-se as formações carbonatadas do Planalto de Estremoz, que, pela sua carsificação, constituem os seus grandes depósitos aquíferos e, secundariamente, os meta-vulcanitos. A maior parte das nascentes da bacia ocorre assim, naturalmente, nas vertentes daquele planalto.

AGRADECIMENTOS

A autora agradece aos Professores Suzanne Daveau e António de Brum Ferreira a leitura crítica deste texto.

BIBLIOGRAFIA

- DIAS, J.; J. FRANCO (1981) – *Inventariação de barragens no Alentejo*. D.G.H.E.A., M.A.C.P., Lisboa.
- CARVALHOSA, A.; F. GONÇALVES; V. OLIVEIRA (1987) – Notícia explicativa da folha 36D – Redondo. S.G.P., Lisboa.
- GOINHAS, J.; L. MARTINS (1988) – Alguns trabalhos de prospecção desenvolvidos no maciço de Évora-Beja. *Estudos, Notas e Trabalhos*, 30, Porto: 89-109.
- GONÇALVES, F.; A. Pinto COELHO (1974) – Notícia explicativa da folha 36B – Estremoz. S.G.P., Lisboa.
- OLIVEIRA, J. T.; V. OLIVEIRA; J. M. PIÇARRA (1991) – Traços gerais da evolução tecto-estratigráfica da Zona de Ossa-Morena, em Portugal. *Cuadernos Laboratorio Xeolóxico de Laxe*, 16, Corunha: 221-250.
- RAMOS, C. (1994) – *Condições geomorfológicas e climáticas das cheias da Ribeira de Tera e do Rio Maior (Bacia Hidrográfica do Tejo)*. Dissertação de Doutoramento, F.L.U.L., Lisboa.
- RIBEIRO, A. et al (1979) – *Introduction à la géologie générale du Portugal*. Serviços Geológicos de Portugal, Lisboa.
- ZBYSZEWSKI, G.; A. BARROS; E. CARVALHOSA; O. Veiga FERREIRA (1980) – Notícia explicativa da folha 36A – Pavia. S.G.P., Lisboa.