

## 2. Evolução geomorfológica do Baixo Alcabrichel e da Ribeira de Toledo

■ JORGE TRINDADE

### 2.1. O vale da Ribeira de Toledo e o Baixo Alcabrichel

---

Nascendo na vertente ocidental da Serra de Montejunto, o Rio Alcabrichel possui uma bacia hidrográfica que não ultrapassa 180 km<sup>2</sup>. Entalha em terrenos mesozóicos, com alguma monotonia litológica (arenitos, argilas e calcários) e o seu comprimento ronda os 30 km. O regime hidrológico deste curso de água é permanente, mas em regra pouco caudaloso. No entanto, a planície aluvial que exhibe, superior a 1 km de largura em alguns dos sectores da área de estudo, indica uma grande capacidade de transporte durante episódios de cheias.

O Alcabrichel entalha o nível da plataforma litoral, que culmina no sector terminal da sua bacia a 160 m de altitude, deixando o seu testemunho numa série de outros níveis cujo mais baixo se situa a cerca de 20 m de altitude (Trindade, 2001).

Do ponto de vista litoestratigráfico podem aqui ser encontrados materiais sedimentares desde o início do Jurássico (Hetangiano) até à actualidade. O substrato é essencialmente composto por arenitos mais ou menos argilosos, mais ou menos cascalhentos, mas com a presença de bancadas calcárias compactas, facto que confere uma actuação diferencial e selectiva aos agentes erosivos e modeladores da paisagem.

O Baixo Alcabrichel é caracterizado por um contexto tectónico particularmente complexo, associado à presença de uma estrutura diapírica localizada junto da sua foz. Os diapiros de Maceira e de Santa Rita surgem no alinhamento da falha da Lourinhã e do diapiro de Caldas da Rainha, conferindo um arranjo estrutural complexo aos materiais, principalmente no que se refere a rochas muito competentes como os calcários compactos que bordejam a depressão diapírica de Maceira.

É neste contexto geomorfológico que a Ribeira de Toledo se insere, enquanto afluente do Rio Alcabrichel. A área da sua bacia hidrográfica ronda os 9 km<sup>2</sup> e a respectiva foz localiza-se a cerca de 3 km da linha de costa. A posição e encaixe desta ribeira encontram-se condicionados estruturalmente pela proximidade (< 1 km) da depressão diapírica de Maceira, facto que será abordado mais adiante.

O vale da Ribeira de Toledo possui evidências morfológicas claras do entalhe da rede de drenagem, entrecortado por episódios de estabilidade. Esta dinâmica do vale reflecte-se, embora de forma menos evidente, na existência de depósitos correlativos desses episódios, bem como na dinâmica das vertentes.

Este vale é igualmente importante pelo seu elevado valor arqueozoológico. Os dados geoarqueológicos provindos do Sítio Arqueológico de Toledo possuem elevada relevância na interpretação da dinâmica geomorfológica herdada.

### 2.2. Enquadramento metodológico

---

O estudo da dinâmica geomorfológica do Baixo Alcabrichel e da bacia da Ribeira de Toledo baseou-se na cartografia directa de formas, depósitos e processos, e dos factores que

lhes estão associados. Realizou-se também a análise detalhada da composição fundamental e textural de alguns pacotes sedimentares importantes para a interpretação paleoambiental desta área.

A cartografia geomorfológica directa permitiu a inventariação de formas, processos e depósitos, tendo sido utilizadas várias fontes de informação, incluindo dados cartográficos (analógicos e digitais) e aerofotográficos. Os levantamentos geomorfológicos foram realizados a duas escalas distintas: uma, mais reduzida, que abrangeu o estudo do Baixo Alcabrichel; outra de pormenor, focada na análise da bacia da Ribeira de Toledo. No caso do Baixo Alcabrichel tomou-se como referência a escala 1:25 000 (Cartas Militares de Portugal, folhas n.º 349, 361 e 374, 1:25 000; Cartas Geológicas de Portugal, folhas 30-A e 30-C, 1:50 000; Fotografia aéreas, realizados em 1988, I.P.C.C. – D.S.F., 1:15 000). Na cartografia geomorfológica de pormenor da bacia da Ribeira de Toledo foram utilizados os Mapas Topográficos e Cadastrais do Instituto Geográfico e Cadastral, à escala 1:2000.

A cartografia geomorfológica baseou-se nas metodologias utilizadas por Gardiner & Dackombe (1983), tendo a simbologia sido adaptada a partir das propostas destes mesmos autores e da Carte Geomorphologique de la France (CNRS, 1970). A elaboração dos mapas finais foi, sempre que possível, apoiada por cortes geológicos e perfis topográficos, particularmente úteis na interpretação do encaixe da rede de drenagem. A colheita e descrição de campo dos dados sedimentológicos seguiram os procedimentos propostos por Shoeneberber & alii (1998).

A composição fundamental das amostras e a análise textural foi realizada no Laboratório de Geografia Física do Centro de Estudos Geográficos. Em primeiro lugar, procedeu-se à separação das componentes silto-argilosa e arenosa pelo método de lavagens sucessivas com passagem numa rede de 64Ø. Este procedimento foi aplicado em 40 amostras provenientes de um corte posto a descoberto no decurso dos trabalhos arqueológicos realizados no sítio de Toledo. No total foram analisadas 40 amostras, regularmente espaçadas de 5 cm, ao longo de 2 m de perfil.

A fracção arenosa foi subdividida em 2 grupos. No primeiro grupo procedeu-se à destruição dos carbonatos com ácido clorídrico a 37%, depois de deduzido o peso inicial. O segundo grupo de amostras foi sujeito ao processo de selecção numa coluna de crivos entre -2,0Ø e 4,5Ø, espaçados de 0,5Ø segundo a escala de Wentworth.

Os parâmetros estatísticos dos sedimentos foram calculados segundo os métodos gráficos propostos por Friedman & Sanders (1978).

## **2.3. Evolução fini-glaciária e holocénica do vale da Ribeira de Toledo**

### ***2.3.1. Enquadramento geomorfológico do vale da Ribeira de Toledo***

O vale da Ribeira de Toledo encerra uma complexidade geomorfológica que justifica o seu estudo mais aprofundado. Este grau de complexidade encontra-se relacionado com um conjunto de características geomorfológicas e de ocupação humana que o tornam único no contexto das ribeiras do Baixo Alcabrichel.

Localizada no Baixo Alcabrichel, a bacia hidrográfica da Ribeira de Toledo possui uma forma alongada, sendo o sentido geral de escoamento do canal principal, com uma orientação NNE – SSW, oblíquo em relação à linha de costa (Fig. 2.1).

Do ponto de vista litológico, a ribeira entalha uma área relativamente monótona. Os arenitos da unidade Bombarral dominam toda a bacia, no entanto, no seu sector NW, surgem afloramentos das unidades Miragaia e Nadrupe (Manuppella & alii, 1999, Fig. 2.2). Apesar de

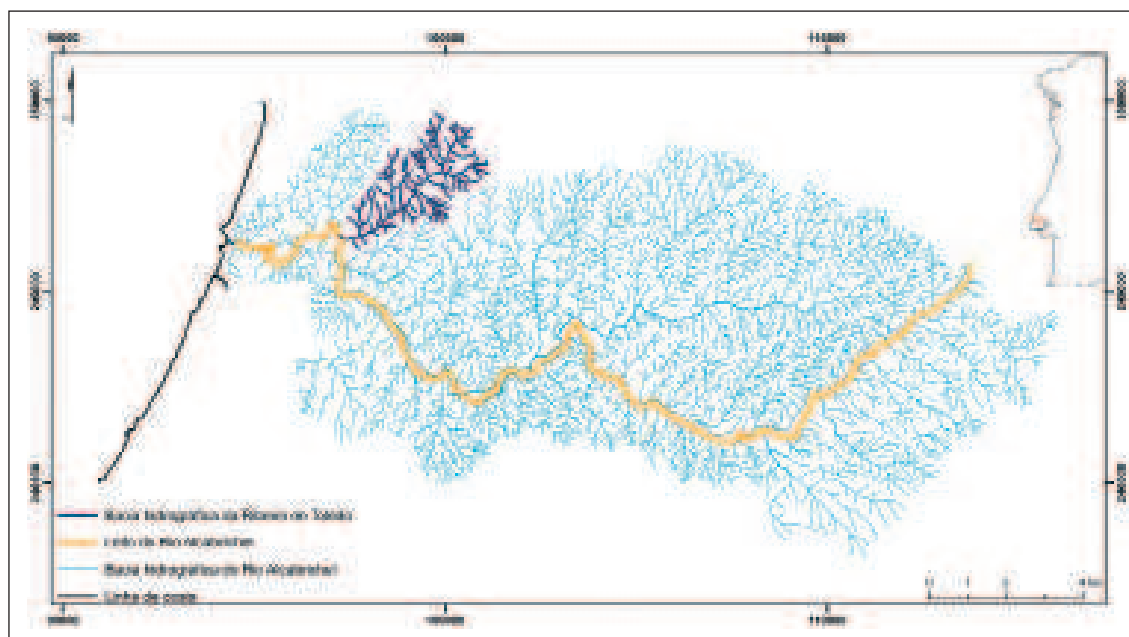


FIG. 2.1 - Bacia hidrográfica do Rio Alcabrichel.

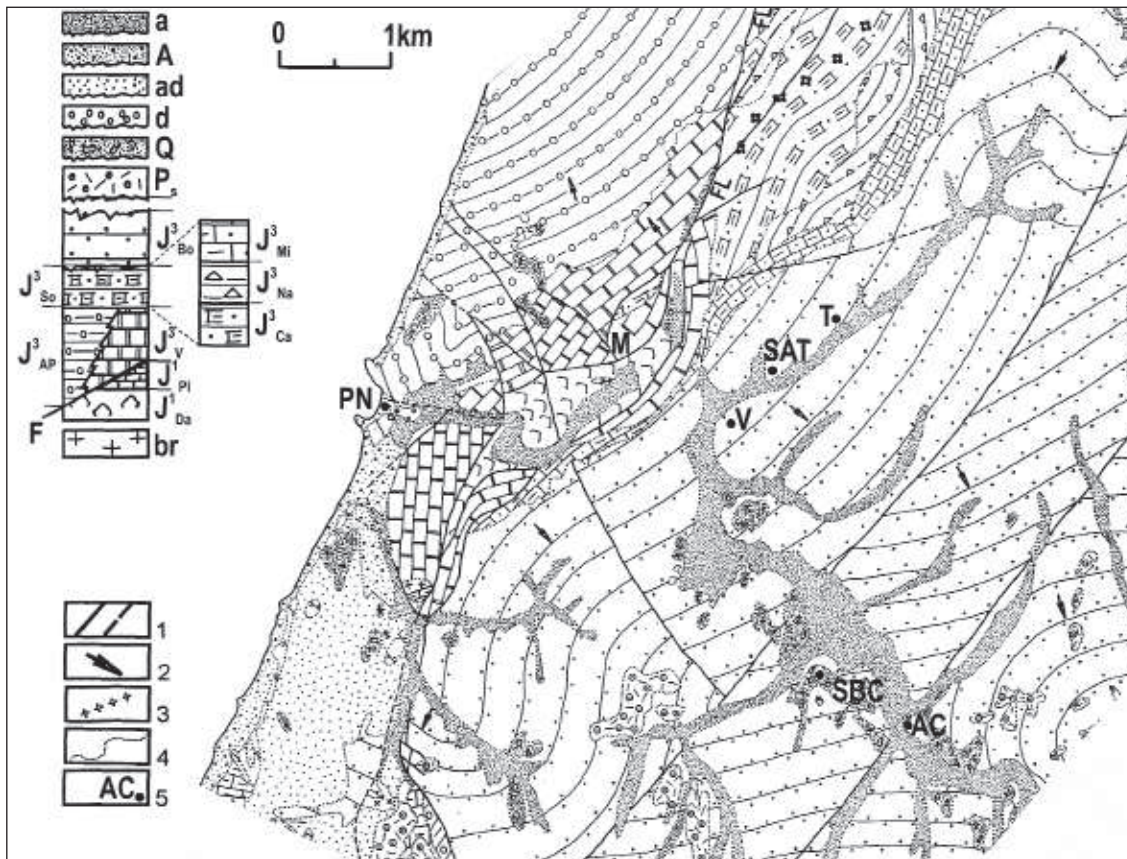
constituírem rochas com a mesma natureza sedimentar detrítica, a composição mineralógica destas duas unidades difere da unidade Bombarral, pela inclusão das componentes micácea e feldspática. A unidade Nadrupe (Fig. 2.2) é mais antiga e aflora no topo da vertente W do vale da Ribeira de Toledo e possui micas em abundância. Este facto é determinante na composição dos depósitos discordantes presentes na bacia desta ribeira.

O vale da Ribeira de Toledo encontra-se posicionado no flanco Este do anticlinal de Maceira, facto que confere à estrutura características monoclinais (Figs. 2.2 e 2.3). Este tipo de estrutura condiciona não só a morfologia das vertentes, mas também o perfil transversal do curso de água.

As vertentes do sector jusante da bacia, junto ao Sítio Arqueológico de Toledo, apresentam frequentemente perfis transversais dissimétricos (Fig. 2.3), resultado de um elevado condicionamento estrutural sobre a morfologia. No sector montante a forma como o substrato condiciona o modelado é menos evidente.

A distribuição dos declives ao longo de toda a bacia da Ribeira de Toledo (Fig. 2.4) atesta esta evidência, concentrando-se os valores mais elevados junto aos sectores onde a inclinação das bancadas é contrária à inclinação da superfície (margem esquerda, junto ao Sítio Arqueológico de Toledo – Fig. 2.3 e 2.4). Neste sector da bacia as vertentes assumem a forma de uma costeira, sem individualização clara de uma cornija. A ausência do referido abrupto é explicada pela dureza dos materiais, demasiado friáveis para a sua individualização, e pela ausência de uma clara alternância entre materiais com diferentes resistências à erosão (Fig. 2.3).

A informação sobre a tectónica e a sua influência no traçado da Ribeira de Toledo é escassa. Os dados relativos ao reconhecimento de falhas fornecidos por Manuppella & alii (1999) revelam uma clara disparidade na quantidade de falhas cartografadas a montante e a jusante da confluência da Ribeira de Toledo com o rio Alcabrichel. A presença das depressões diapíricas de Maceira e de Santa Rita condiciona, de certo, a maior densidade de falhas representada no sector jusante. No entanto, uma análise cuidada do traçado da rede de drenagem, bem como a recolha de dados estruturais no campo, revelam uma realidade mais complexa (Fig. 2.5).



|                   | Referência<br>crono-estratigráfica | Desig.                         | Unidades litológicas   | Materiais predominantes   |
|-------------------|------------------------------------|--------------------------------|--|---|
| Holocénico        |                                    | a                              |  | Aluviões  |
|                   |                                    | A                              |  | Areias de praia   |
|                   |                                    | ad                             |  | Areias de dunas   |
|                   |                                    | d                              |  | Dunas   |
| Plistocénico      |                                    | Q                              |  | Areias, cascalheiras e materiais de praias levantadas, com areias e seixos rolados  |
| Plio-Plistocénico |                                    | P <sub>s</sub>                 | Silveira   | Areias, arenitos e níveis mais argilosos  |
| Cenozóico         | Titoniano                          | J <sup>3</sup> <sub>Bo</sub>   | Bombarral  | Grés, margas, argilas e conglomerados em sequência silicística de arenitos argilosos e argilas ílítico - montemoriloníticas |
|                   |                                    | J <sup>3</sup> <sub>Mi</sub>   | Miragaia   | Calcários, grés margosos e margas   |
|                   |                                    | J <sup>3</sup> <sub>Na</sub>   | Nadrupe  | Argilas, arenitos e arcoses – arenitos arcósicos com intercalações de argilas siltosas e conglomerado na base               |
|                   | Jurássico                          | J <sup>3</sup> <sub>Ca</sub>   | Castelhanos  | Margas e grés   |
|                   |                                    | J <sup>3</sup> <sub>So</sub>   | Sobral   | Margas, argilas e grés  |
| Kimeridgiano      | J <sup>3</sup> <sub>Ap</sub>       | Praia da Amoreira & Porto Novo | Grés, margas e arenitos  |   |
|                   | J <sup>3</sup> <sub>V</sub>        | Vimeiro                        | Calcários compactos bioclásticos   |   |
| Hetangiano        | J <sup>1</sup> <sub>Pi</sub>       |                                | Dolomitos em plaquetas   |   |
|                   | J <sup>1</sup> <sub>Da</sub>       | Dagorda                        | Margas – complexo pelítico-carbonatado-evaporítico de argilas salíferas e gipsíferas brechificadas |   |
|                   | Rochas ígneas                      | br                             |  | Brechas vulcânicas  |

FIG. 2.2 – Mapa litoestrutural do Baixo Alcabrichel e bacia da Ribeira de Toledo. 1: falha e falha provável; 2: sentido de inclinação das camadas; 3: eixo anticlinal; 4: limite litológico; 5: povoações. FL: Falha da Lourinhã; M: Maceira; PN: Porto Novo; SAT: Sítio arqueológico de Toledo; SBC: Sobreiro Curvo; T: Toledo; V: Vimeiro.

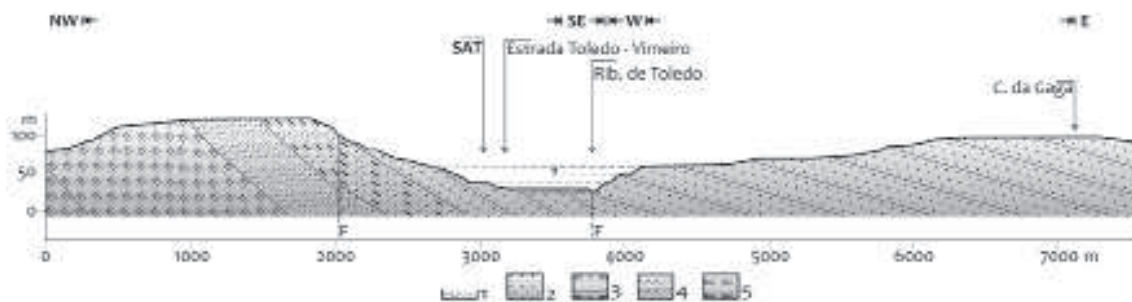


FIG. 2.3 - Relações entre a drenagem, a geomorfologia e a lito-estrutura das vertentes contíguas ao sítio arqueológico de Toledo. 1: Enchimento aluvial Holocénico; 2: Unidade Bombarral; 3: Unidade Miragaia; 4: Unidade Nadrupe; 5: Unidade Castelhanos. SAT: Sítio arqueológico de Toledo.

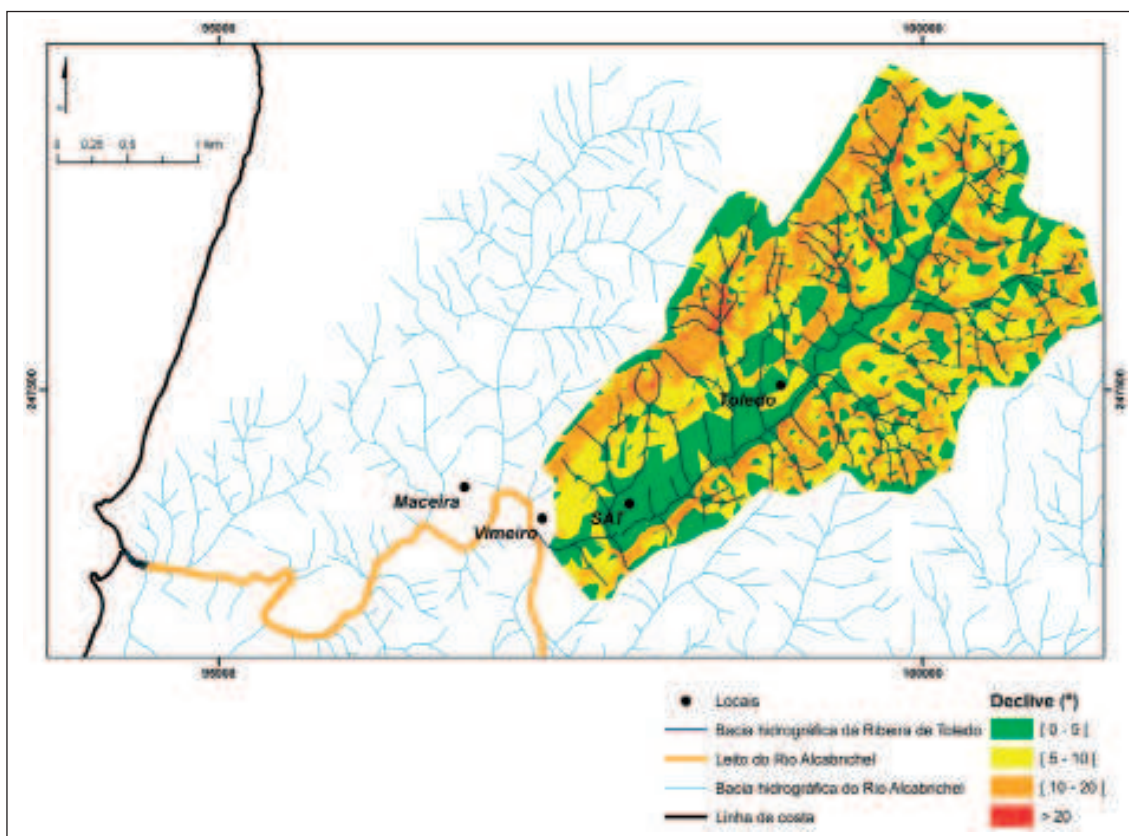


FIG. 2.4 - Distribuição dos declives no vale da Ribeira de Toledo. SAT: Sítio arqueológico de Toledo.

Daveau (1972, 1985) sugere que a retilinearidade dos cursos de água, a generalização de confluências ou difluências rectilíneas e as mudanças bruscas na sua orientação (em cotovelo) podem constituir critérios válidos para discernir o condicionamento tectónico no entalhe dos cursos de água. A proximidade da bacia da Ribeira de Toledo à área fortemente tectónica da depressão diapírica de Maceira, bem como o seu alinhamento sub-rectilíneo, deixam adivinhar um forte controlo estrutural que extravasa o domínio litológico. Verifica-se, ainda, que a inclinação das camadas da unidade do Bombarral varia de forma brusca junto à localidade de Toledo. Neste sector, a margem direita apresenta os valores mais baixos de inclinação das camadas (cerca de  $1^\circ$ ), enquanto na margem esquerda, a cerca de 200 m, se registam  $12^\circ$ .

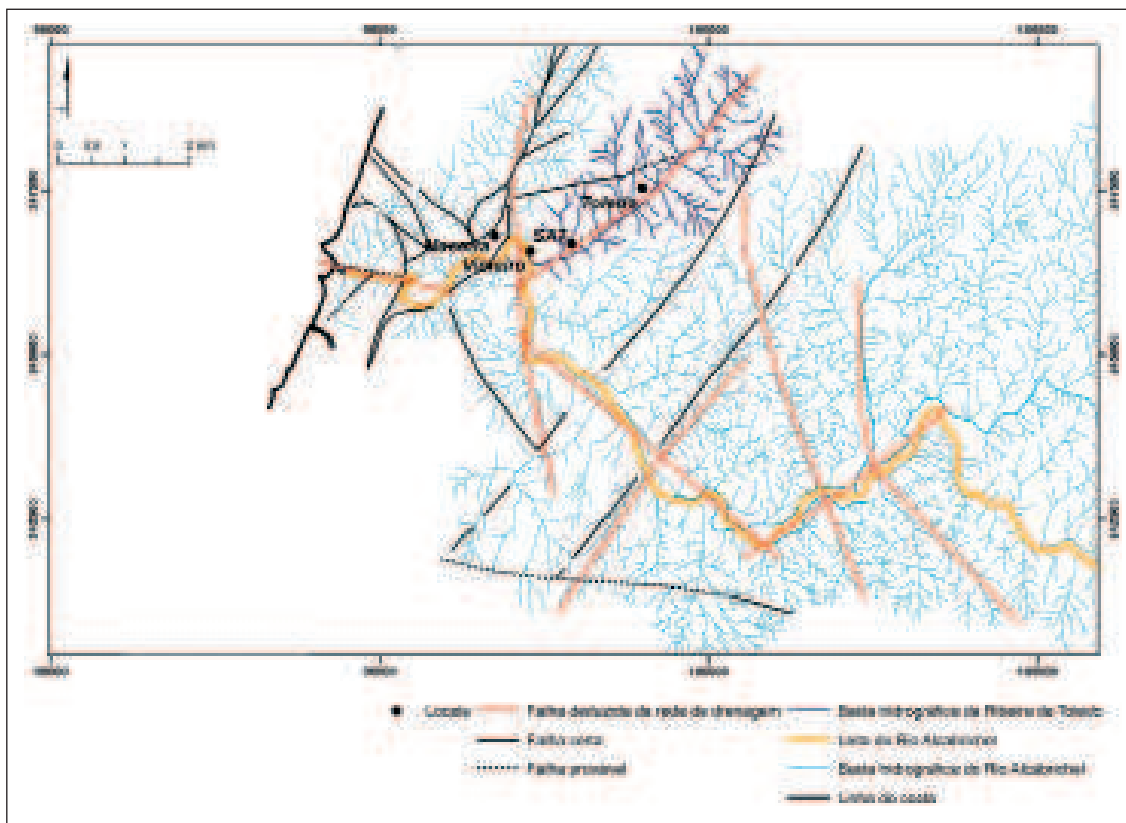


FIG. 2.5 - Rede de drenagem e as linhas de fragilidade tectónica associadas. SAT: sítio arqueológico de Toledo.

O vale da Ribeira de Toledo corresponde, assim, a um vale de ângulo de falha, evidenciado pela dissimetria das vertentes entre margens, pelo traçado da rede hidrográfica e pelos dados estruturais medidos nas bancadas da unidade do Bombarral. Por outro lado, a forma alongada da planície aluvial holocénica desta ribeira apresenta-se mais estreita a jusante, junto ao sítio arqueológico de Toledo, onde, como já foi referido, a influência estrutural é mais evidente (Fig. 2.6).

As características texturais dos depósitos de enchimento de fundo de vale (16 e 17 na legenda da Fig. 2.6), nos pontos de confluência dos cursos de água afluentes da Ribeira de Toledo (Fig. 2.6), revelam diferenças no tipo e na natureza do depósito, testemunho da actividade hidrológica actual. No sector montante (NE de Toledo), o perfil longitudinal dos cursos de água afluentes da ribeira é mais inclinado e possui, junto à confluência, um enchimento colúvio-aluvial com predominância de material arenoso grosseiro e de fácies heterométrico (16 na legenda da Fig. 2.6). Estes enchimentos estão associados a um regime hidrológico sazonal e correspondem a episódios de funcionamento da ribeira durante a estação chuvosa. O elevado teor em argila e a presença de calhaus rolados fornecidos pelo substrato confirmam um escoamento efémero e pouco eficaz na lavagem dos materiais finos, facto que não sucede nos materiais da planície aluvial da Ribeira de Toledo. Os cortes observados nas aluviões desta ribeira raramente apresentam materiais grosseiros, à excepção da base onde existe uma cobertura cascalhenta, sendo o teor em argila é francamente inferior.

O sector jusante (SW de Toledo), com menos depósitos deste tipo, é caracterizado por materiais de enchimento de fundo de vale dos cursos de água tributários da Ribeira de Toledo de textura fina e relativamente homogénea (a W de Casais do Juncal, Fig. 2.6).

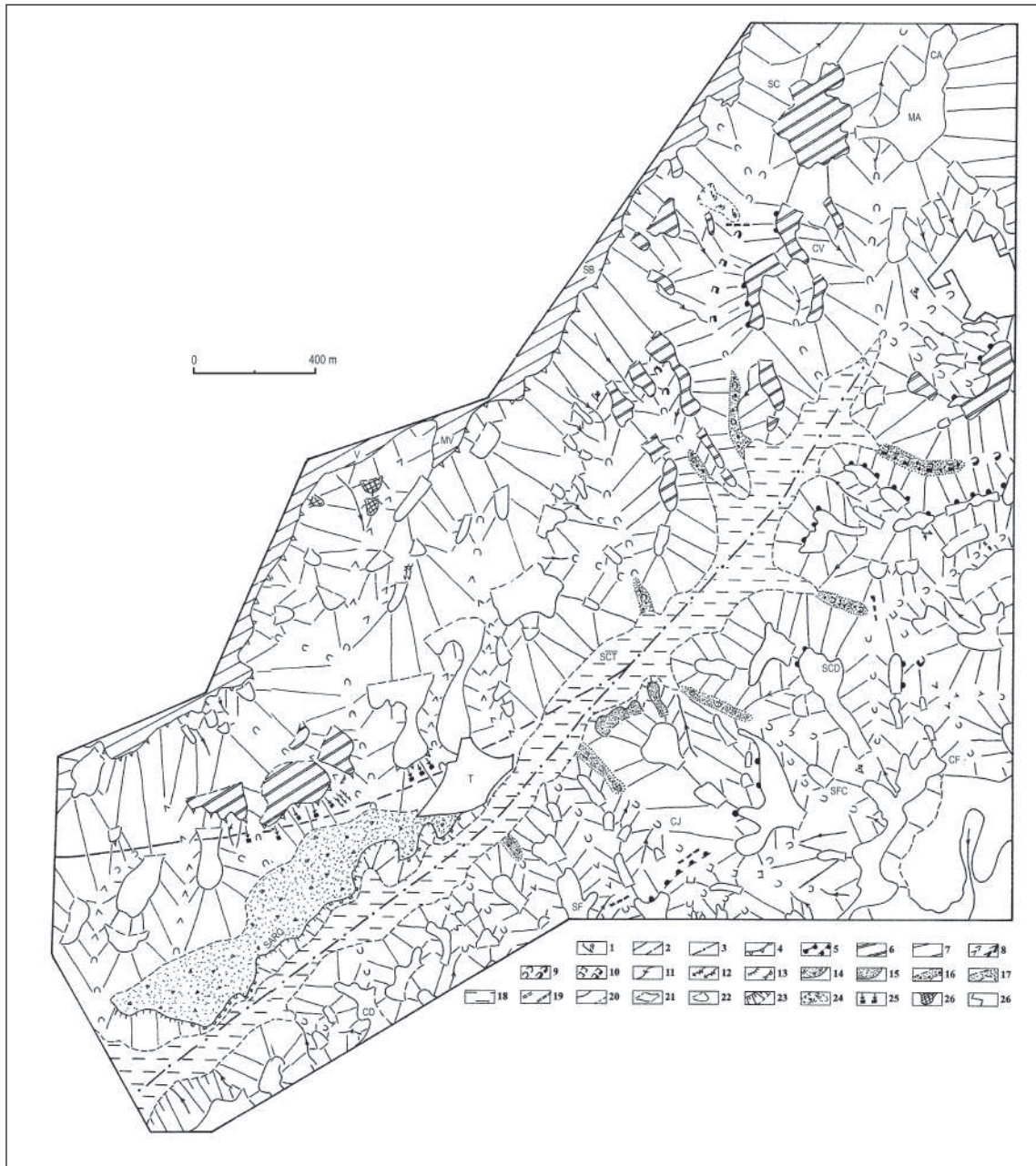


FIG. 2.6 - Mapa geomorfológico de pormenor da bacia da Ribeira de Toledo: 1 - Magnitude e sentido de inclinação das camadas; 2 : Falha certa e provável; 3: Falha deduzida; 4: Escarpa de falha degradada; 5: Rebordo de relevo monoclinal conservado ou degradado; 6: Superfície estrutural ou subestrutural; 7: Nível da Ventosa; 8: Vale de fundo em "V" simétrico e dissimétrico; 9: Vale de fundo em "U" simétrico e dissimétrico; 10: Vale de fundo plano simétrico e dissimétrico; 11: Sulcos ou ravinas; 12: Ravinamento generalizado; 13: Rebordo de terraço suave ou abrupto; 14: Elemento de terraço com cobertura coluvionar; 15: Elemento de terraço com depósito de textura fina; 16: Enchimento aluvial com material heterométrico; 17: Enchimento aluvial com material fino; 18: Planície aluvial holocénica; 19: Ruptura no declive longitudinal do curso de água; 20: Alto e base de vertente; 21: Portela; 22: Rechã; 23: Aumento localizado de declive; 24: Deslizamento provável; 25: Desabamentos; 26: Patamares antrópicos; 27: Povoações. SC: Sítio do Corvo; CA: Casais do Araújo; MA: Moinhos do Araújo; SB: Sítio das Bicas; CV: Casal do Valvito; MV: Moinhos da Ventosa; V: Ventosa; T: Toledo; SCT: Sítio da Costa; SCD: Sítio do Caldeirão; CF: Casal da Falda; SFC: Sítio da Fonte de Cima; CJ: Casais do Juncal; SF: Sítio da Formiga; CD: Casal do Delgado; CD: Casal do Delgado; SF: Sítio da Formiga; SARQ: Sítio arqueológico de Toledo.

### 2.3.2. O terraço de Toledo: posição e sedimentogénese

Os condicionalismos lito-estruturais presentes no vale da Ribeira de Toledo são bastante importantes na explicação da génese das formas de relevo presentes nesta bacia. No entanto, a dinâmica da paisagem apenas pode ser compreendida através da integração no seu modelo explicativo de evidências geomorfológicas inerentes à instalação da ribeira (terraços e planície aluvial), e sedimentológicas, relativas ao seu funcionamento actual ou passado. A estas evidências juntam-se também as que se encontram associadas à dinâmica de vertentes actual ou herdada. Este último grupo assume particular importância na medida em que permite, nesta área, uma abordagem paleogeográfica.

O terraço do Sítio arqueológico de Toledo (Fig. 2.6), seguidamente designado por terraço de Toledo, corresponde não só à forma de terraço mais desenvolvida e bem conservada de toda a bacia de Toledo, como possui também uma sucessão sedimentológica que testemunha quadros climáticos distintos do actual. Encontra-se localizado entre os 30 e os 40 m de altitude, na margem direita da Ribeira de Toledo, a cerca de 4 km da linha de costa.

O terraço de Toledo, enquanto forma geneticamente erosiva, entalha os arenitos da unidade Bombarral (J<sup>3</sup>Bo, nas Figs. 2.2 e 2.3). A superfície erosiva que testemunha a primeira fase de estabilização do leito da ribeira encontra-se fossilizada por um depósito coluvionar composto por materiais areno-silto-argilosos, onde predominam os elementos finos, o qual embala um contexto arqueológico *in situ* (Araújo, 1998). O fácies destes materiais encontra-se ainda condicionado por outras unidades litológicas, para além da unidade Bombarral, podendo distinguir-se a unidade Miragaia (J<sup>3</sup>Mi, na Fig. 2.2) e a unidade Nadrupe (J<sup>3</sup>Na, na Fig. 2.2).

As campanhas de escavações arqueológicas levadas a cabo em 1995, 1997 e 1998 (Araújo, 1998), permitiram expor um perfil com 2 m de profundidade (Fig. 2.7), ao longo do qual foram recolhidas amostras de sedimentos por raspagem superficial e de forma sistemática em intervalos de 5 cm. O perfil em questão evidencia características distintas que podem ser sistematizadas em 5 horizontes relativamente homogéneos quanto aos vários fácies presentes.

D (Fig. 2.7) representa o substrato titoniano e apresenta-se como um arenito fino amarelo a esbranquiçado, coerente, com nódulos esbranquiçados mais resistentes por enriquecimento em carbonato de cálcio, as denominadas “bonecas” de calcário.

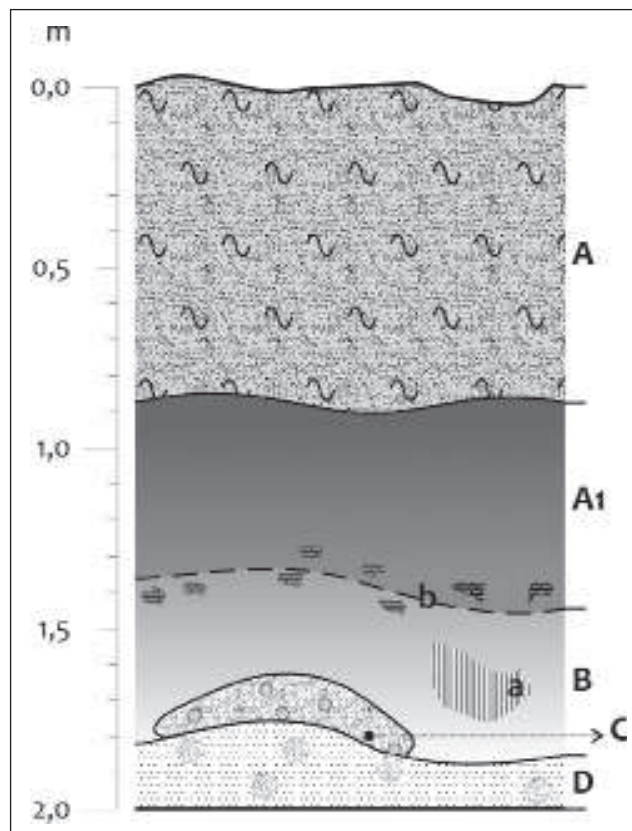


FIG. 2.7 - Variação de fácies ao longo do corte do horizonte arqueológico de Toledo. D: material arenoso fino esbranquiçado, com “bonecas” de calcário, substrato jurássico; C: areias amarelas claras com conchas inteiras e instrumentos em sílex; B: horizonte de concheiro, com estruturas de combustão (a) e com leito com grande abundância de clastos angulosos (b); A1: sedimento argilo-arenoso castanho acinzentado; A: sedimento argilo-arenoso castanho claro. A designação dos horizontes encontra-se de acordo com as referências apresentadas por Araújo (1998).



Na parte superficial, este horizonte perdeu coerência transformando-se em areia fina solta. Este nível apresenta uma cor pouco característica relativamente ao substrato no qual se encontra inserido, dominado este último por cores avermelhadas. De facto, as partículas siltíticas e argílicas ferruginosas que caracterizam o substrato raramente aqui são encontradas devido à forte lexiviação superficial e em profundidade de que foi alvo antes da sua colmatação, obrigando a uma exportação intensa de materiais finos nos níveis superficiais do substrato. A sua superfície está truncada por um nível erosivo.

Sobre esta unidade assenta um sedimento areno-argiloso acastanhado com algumas conchas inteiras de *Scrobicularia plana* designado por horizonte C (Fig. 2.7). Este sedimento apenas se distingue do primeiro pela cor e pela diminuição do teor em argila, encontrando-se abarrancado pelo horizonte B, razão porque não possui continuidade lateral (Fig. 2.7).

O horizonte B, que embala o contexto arqueológico, apresenta um sedimento areno-argiloso de cor cinzenta, tornando-se mais pedregoso para o topo (Fig. 2.7). A constituição destes sedimentos sugere tratar-se de um depósito de vertente, uma vez que, como se verá mais adiante, o teor em argila é superior aos anteriores, não se destacando qualquer tipo de estrutura.

Abarrancando o anterior surge o horizonte A1 composto por sedimentos areno-argilosos castanho-acinzentados. Corresponde a um novo depósito de vertente que selou o anterior (B), no qual se deu a ocupação arqueológica. Não se distingue qualquer tipo de estrutura neste horizonte.

Por fim, a sequência sedimentar termina com um sedimento areno-argiloso castanho-claro (A na Fig. 2.7) que abarranca o horizonte subjacente. Parece corresponder a um depósito de vertente, muito remexido pelas práticas agrícolas, onde não é possível reconhecer qualquer tipo de estrutura. A e A1 correspondem, provavelmente, ao mesmo depósito.

A Fig. 2.8 apresenta a composição fundamental em concentrações de elementos arenoso, argiloso e carbonatado dos horizontes D a A do sítio arqueológico de Toledo.

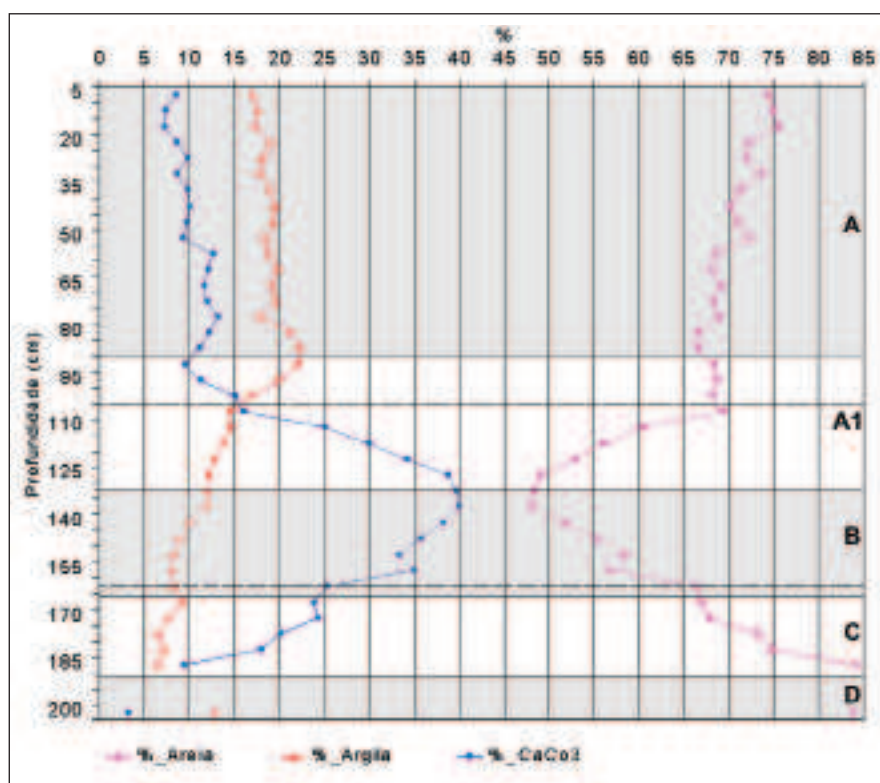


FIG. 2.8 - Composição fundamental dos sedimentos presentes na estação arqueológica de Toledo. A sombreado encontra-se a área de dispersão dos carbonatos do horizonte arqueológico.

O conjunto do depósito revela uma componente arenosa predominante, facto que está associado à natureza detrítica do substrato. D é essencialmente composto por areias (83,86%), correspondendo a fracção argilosa a apenas 12,99% do total da amostragem. Sobre a superfície erosiva do horizonte D surge C (Fig. 2.7). Este horizonte não possui continuidade lateral dentro do perfil analisado, encontrando-se abarrancado por B (Fig. 2.7). As características da fracção arenosa de C (Fig. 2.8), enquanto componente fundamental da constituição deste depósito, são muito semelhantes a D. É, no entanto, evidente um enriquecimento em carbonatos e uma diminuição da representatividade da fracção argilosa. A dissimetria de valores das componentes fundamentais dos sedimentos de D e C pode estar relacionada com o desencadeamento de fenómenos de exportação superficial de argilas que, associados aos processos de formação deste nível de terraço, contribuíram para o aumento dessas diferenças. A fraca expressão dos carbonatos reflecte, por outro lado, o carácter azóico do substrato.

A calibração das areias de C é inferior à registada no substrato, sendo evidenciada pela significativa diminuição do desvio-padrão gráfico inclusivo (Fig. 2.9).

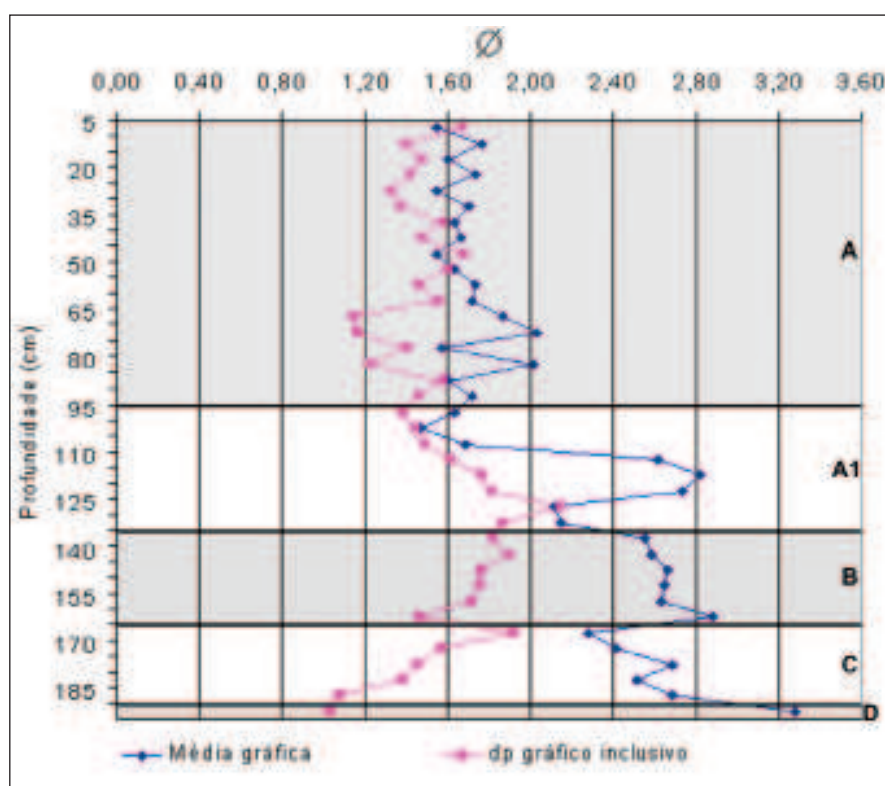


FIG. 2.9 – Média gráfica e desvio-padrão gráfico inclusivo dos sedimentos presentes na estação arqueológica de Toledo. A sombreado encontra-se a área abrangida pelo horizonte arqueológico.

A dependência de processos distintos que deram origem a C é evidente. A diminuição do teor em argilas e a menor calibração das areias sugerem a existência de processos fluviais correlativos da fase de estabilidade que antecedeu a individualização do terraço. Posteriormente à sua fossilização, e até à actualidade, este horizonte recebe o resultado da migração em profundidade dos carbonatos provenientes do horizonte arqueológico sobrejacente, justificando o aumento brusco dos níveis de carbonatos (Fig. 2.8).

O horizonte B (Fig. 2.7) apresenta uma grande complexidade estrutural e textural. É neste horizonte que se encontra a maioria dos vestígios de ocupação arqueológica, dos quais se destacam diversas espécies de moluscos bivalves, indústria lítica, restos faunísticos de origem terrestre e concentrações mais ou menos localizadas de calhaus de dimensões consideráveis quando

comparados com o calibre das areias. Estas concentrações assinalam a presença de estruturas de combustão. O aumento do teor em carbonatos e consequente diminuição relativa da fracção arenosa (Fig. 2.8) são, por isso, consequência directa da presença do concheiro.

O contacto entre ambos os horizontes, C e B, é evidenciado na Fig. 2.10 por uma modificação na calibração dos sedimentos no sentido de uma maior selecção em direcção ao horizonte B. A transição é ainda mais brusca ao nível da assimetria gráfica inclusiva, ficando clara uma modificação no tipo de agente de transporte entre os dois horizontes. B representa um agente de transporte mais selectivo e com menor capacidade de transporte. O horizonte C possui valores de assimetria no seu topo bastante negativos, facto que evidencia concentração geral de materiais nas fracções mais grosseiras. Assim, conclui-se que C possui uma génese claramente fluvial, representando um remeximento superficial do elemento de terraço.

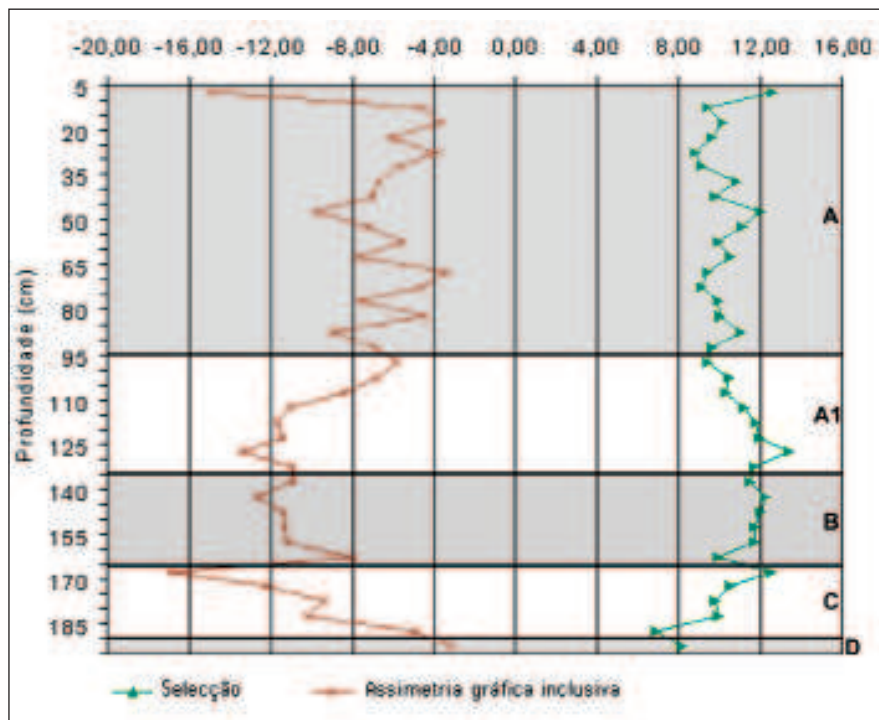


FIG. 2.10 – Assimetria gráfica inclusiva e parâmetro de selecção dos sedimentos presentes na estação arqueológica de Toledo. A sombreado encontra-se a área abrangida pelo horizonte arqueológico.

Embora B possua uma amplitude dimensional das suas partículas constituintes superior ao horizonte C, a assimetria gráfica inclusiva (Fig. 2.10) regista valores significativamente inferiores.

A representatividade relativa dos elementos finos aumenta em B (Fig. 2.8) devido a uma mudança genética associada a este horizonte. Enquanto C possui uma origem fluvial, B representa material coluvionar. O tipo de dinâmica responsável pela fossilização de C poderá estar associado a um processo de escorrência ao longo da vertente e deposição dos materiais finos em áreas de menor declive, como o terraço em que se enquadra o concheiro de Toledo.

O comportamento das curvas de composição fundamental (Fig. 2.8) permite igualmente distinguir o horizonte A1 de B. Contudo, a génese e os processos morfogenéticos não são muito diferentes entre ambos. O conteúdo em carbonatos reduz-se, provocando um aumento relativo imediato da componente arenosa do horizonte A1 (Fig. 2.8). A granulometria das areias varia bastante de amostragem para amostragem, no entanto, o desvio-padrão gráfico inclusivo das mesmas não sofre grandes alterações (Fig. 2.9), significando uma homogenei-

dade interna bastante elevada, facto também comprovado pelo parâmetro simples de selecção (Fig. 2.10).

Por fim, o horizonte A mostra-se bastante regular na sua composição, com valores da fracção arenosa superiores a 65%. Ao contrário, as fracções argilosa e carbonatada possuem valores inferiores a 20 e a 15%, respectivamente. Para além de não corresponderem aos materiais que mais abundam no substrato, estes elementos finos do horizonte superficial são alvo de processos internos e superficiais que afectam os seus valores. Assim, a fracção argilosa é afectada por processos superficiais associados à escorrência ao longo da vertente, os quais são facilitados pelas práticas agrícolas. No caso dos carbonatos, estes são lixiviados ao longo de todo o perfil, representando processos de migração em profundidade de elementos químicos que se vão concentrar em horizontes mais profundos. Como se pode verificar na Fig. 2.8, também o teor da componente carbonatada sofre um ligeiro aumento em profundidade.

### 2.3.3. Cenários paleoambientais

Os resultados das medidas de estatística gráfica permitem colocar algumas hipóteses de interpretação sobre o quadro paleoambiental subjacente aos diversos contextos sedimentares representados em Toledo.

Verifica-se que o perfil posto a descoberto pelos trabalhos de escavação arqueológica não é homogéneo relativamente aos dois conjuntos de dados analisados, composição fundamental e granulometria da componente arenosa. Algumas transições entre horizontes encontram-se bem marcadas, tais como a passagem entre C e B ou entre B e A1. Existem, por outro lado, processos superficiais e internos que afectam as concentrações de determinados elementos em determinados horizontes. Os processos de capilaridade e percolação são evidentes nos horizontes B e A1, uma vez que a concentração de carbonatos, associada ao concheiro, excede largamente os seus limites. Por outro lado, o horizonte A regista uma diminuição gradual, ainda que pouco acentuada, do teor em argila, resultado da sua exportação para jusante, na vertente. Existem ainda indícios de processos externos herdados, nomeadamente de escorrência concentrada com elevada frequência e baixa magnitude. Estes conferem um cunho genético a determinados horizontes, o qual não pode ser acometido aos factores actuais de natureza morfoclimática.

Os dados sedimentológicos e as datações absolutas do contexto arqueológico permitem esboçar um possível quadro de interpretação paleogeográfica relativo às mudanças geomorfológicas testemunhadas no interior deste depósito (ver Quadro 2.1). Esta interpretação será naturalmente condicionada pela única referência cronológica absoluta existente neste perfil sedimentar, que atribui ao horizonte B uma idade Boreal (Araújo, 1998).

#### 2.3.3.1 Dinâmica geomorfológica anterior ao Boreal

Os horizontes sedimentares C e B são, como ficou demonstrado, distintos relativamente aos processos que lhes deram origem.

A antiga planície aluvial da Ribeira de Toledo, testemunhada pela superfície erosiva no topo de D e pelos nível sedimentar C, encontra-se hoje suspensa sobre a actual em cerca de 15m. Este elemento de terraço testemunha um ou vários períodos de estabilidade do nível de base.

Durante o processo de individualização do terraço de Toledo as aluviões herdadas, representadas pelo horizonte C e testemunho da antiga planície aluvial, e o elemento de terraço talhado no substrato (D) sofreram processos intensos de erosão, provavelmente associados a



fenómenos de escoamento concentrado. Estes processos encontram-se evidenciados pelos contactos erosivos discordantes de D com C e de D com B e pela descontinuidade estratigráfica lateral do nível sedimentar C, já atrás descritos.

Na ausência de datação absoluta, a interpretação da idade relativa de C levanta alguns problemas que a seguir se discutem.

A posição que ocupa, a 35 m de altitude, e a existência de uma descontinuidade estratigráfica (superfície de erosão) com a qual contacta com B, podem sugerir uma idade bastante mais antiga relativamente às datações obtidas para o horizonte B, indicando, sem dúvida, um hiato sedimentar cuja duração se desconhece. No entanto, a proximidade da bacia hidrográfica da Ribeira de Toledo em relação ao litoral deixa adivinhar uma forte influência das variações eustáticas do nível do mar no seu funcionamento hidrológico. Esta dependência implica que descidas acentuadas do nível do mar se reflectam directamente no escoamento da ribeira, aumentando a capacidade de transporte e entalhe ao longo do seu perfil longitudinal.

O último máximo glaciário, entre 20 000 BP e 18 000 BP (Daveau, 1973, 1980; Vis & *alii*, 2008), é caracterizado por uma regressão generalizada da linha de costa para cotas de -130 m a -140 m em relação ao nível médio actual das águas (Dias, 1985, 2004; Dias & *alii*, 2000). Durante este pico regressivo a erosão nos fundos de vale das bacias hidrográficas terá sido muito intensa, potenciada pelo aumento da capacidade de transporte dos cursos de água associada ao rebaixamento do nível de base e ao aumento da duração da estação das chuvas (Dias, 2004; Dias & *alii*, 2000; Daveau, 1980). O contexto descrito resultou num aumento das descargas de sedimentos para a plataforma continental e conseqüentemente no aumento da quantidade de partículas sedimentares em trânsito ao longo da linha de costa correlativa (Dias & Nittrouer, 1984; Magalhães & Dias, 1992; Cascalho & *alii*, 1994).

A disponibilidade de água para escoamento no quadro de um arrefecimento generalizado do clima que caracteriza este período é testemunhado por Turon & *alii* (2003) em sondagens efectuadas ao largo de Sines pela associação de espécies típicas das estepes frias, predominantes no registo dos dois últimos eventos de Heinrich (H2 = 20850±280 <sup>14</sup>C BP; H1 = 13580±180 <sup>14</sup>C BP), a vegetação característica de ambientes mais húmidos.

Os grandes rios ibéricos registam, nesta altura, a incisão máxima conhecida deste a sua formação. No troço do baixo Tejo, o leito correlativo do último máximo glaciário encontra-se a -47 m, junto à localidade da Azambuja, aumentando gradualmente a profundidade para jusante, até atingir -70 m junto a Alcântara (Vis & *alii*, 2008).

Assim, pode assumir-se que o elemento de terraço e o testemunho das antigas aluviões (C) se individualizaram na sequência de abaixamento significativo do nível médio do mar ocorrido durante o último máximo glaciário. A regressão da linha de costa para cotas inferiores provocou um entalhe na antiga planície aluvial cuja profundidade se desconhece, devido à posterior colmatação do fundo de vale pelas aluviões recentes.

Apesar do posicionamento crono-estratigráfico do horizonte B ser inequívoco (Araújo, 1998; Quadro 2.1), a identificação da sucessão de acontecimentos que antecederam a sua formação é dificultada pelo hiato sedimentar que caracteriza o contacto entre os horizontes C – B e C – D (Fig. 2.7).

Como foi referido, a truncatura do horizonte C dependeu certamente de condições de escoamento concentrado capazes de erodir parte do testemunho sedimentar do antigo leito da ribeira, deixando preservada uma pastilha de sedimentos. Deduz-se que este tipo de escoamento, semelhante ao que ocorre hoje em pequenas bacias hidrográficas, possa resultar de estações húmidas mais curtas, com precipitações mais concentradas no tempo, e conseqüentemente que seja correlativo da melhoria climática associada ao Bølling-Allerød, posterior ao último máximo glaciário.

No entanto, a existência de uma descontinuidade erosiva que se estende transversalmente ao perfil e que marca o contacto entre C-B (Fig. 2.7) pode também ser atribuída ao curto período de deterioração climática que antecedeu o Boreal (Dryas recente). Este período ficou marcado, na plataforma continental, pelo aumento do afluxo de sedimentos terrígenos (Baas & *alii*, 1997), originando um acréscimo na granulometria dos sedimentos da plataforma, acompanhado de uma maior heterogeneidade dimensional (Dias & *alii*, 1997). O cunho sedimentar registado na plataforma continental implica uma intensificação da erosão e do transporte de sedimentos ao longo das bacias hidrográficas. O estudo detalhado de sucessões sedimentares nas lagoas de Melides e Santo André e no estuário do Rio Mira demonstra que nesta fase existe um afluxo importante de sedimentos terrígenos caracterizados por classes dimensionais mais elevadas (Cabral & *alii*, 2006; Freitas & *alii*, 2003; Cearreta & *alii*, 2003; Alday & *alii*, 2006).

A intensificação dos processos erosivos associada à descida brusca das águas do mar até cotas equivalentes aos -60 m, pode, desta forma, explicar a ausência de depósitos correlativos associados a esta fase.

Por fim, atendendo às características do vale da Ribeira de Toledo, à forma como conflui com o rio Alcabrichel e à proximidade de dois estreitamentos (gargantas do Vimeiro e Porto Novo) correspondentes a ferrolhos de rocha dura (calcários da unidade Vimeiro), não deixa de ser pertinente considerar que a planície aluvial situada a montante da garganta do Vimeiro e toda a bacia hidrográfica da Ribeira de Toledo se desenvolveram em função de um nível de base local. Nestas condições, ainda mais difícil se torna propor uma idade para a génese da referida planície, mesmo que o título hipotético.

#### 2.3.3.2 Dinâmica geomorfológica durante o Boreal

A cronologia absoluta da ocupação pré-histórica de Toledo (Quadro 2.1) situa o horizonte B no período Boreal (Araújo, 1998; Araújo, este volume), o qual tem sido caracterizado por um quadro climático húmido e de intensa expansão arbórea nas vertentes e interflúvios, e arbustiva nos fundos de vale e terras férteis, dominando o pinhal em sectores litorais com campos de dunas (Mateus, 1992; Mateus & Queiroz, 1993, 2000; van Leeuwaarden & Queiroz, 2003). As características bióticas correspondem a um factor geomorfológico importante quando se considera a dinâmica de vertentes e a forma como a escorrência actua sobre a superfície. O aumento da cobertura vegetal e, principalmente, a diversificação de estratos vegetais, favorece a protecção do solo face à erosão concentrada e promove processos de escorrência difusa. Este tipo de processos são, como se referiu, mais selectivos e menos eficientes na mobilização dos elementos grosseiros, mas possuem elevada capacidade de transporte da fracção fina dos depósitos, acumulando-os nos sectores da vertente com menos declive. Esta assinatura encontra-se bem marcada na sequência sedimentar do terraço de Toledo, verificando-se, como já foi referido, um aumento do teor em argilas e da calibração das partículas na transição entre os horizontes C e B (Figs. 2.8 e 2.9). Esta transição, marcadamente brusca, não apresenta evidências de turbulência ou impregnação de materiais estranhos a cada um dos horizontes, confirmando que o tipo de transporte seria caracterizado, no sector basal do horizonte B, por uma elevada frequência mas uma magnitude bastante baixa.

É neste contexto que surge a ocupação pré-histórica de Toledo (Quadro 2.1). O desconhecimento da composição sedimentar e biogenética dos sedimentos presentes no rio Alcabrichel, bem como a espessura do respectivo enchimento aluvial, não permite uma abordagem precisa sobre a configuração da linha de costa na altura em que se deu a ocupação arqueológica de Toledo. Ela seria, decerto, bastante diferente da actual, já que se estima a localização

do seu traçado entre as batimétricas -20 e -30 m (Dias & alii, 1997), a mais de 3 km para oeste da posição actual.

A ocupação Boreal do sítio arqueológico de Toledo surge num quadro de subida muito rápida do nível do mar. Dias & alii (2000) contabilizam um deslocamento vertical da linha de costa de cerca de 40 m em apenas dois milénios (10 000 BP–8000 BP).

A subida brusca do nível de base deixou pouca margem para a adaptação dos sistemas fluviais a esta dinâmica transgressiva. O entalhe profundo da rede de drenagem facilitou então a inundação marinha de sectores que até então apenas evoluíam por via da dinâmica fluvial. O sector terminal da bacia do rio Alcabrichel, onde se inclui a sub-bacia da Ribeira de Toledo, não teria respondido de forma diferente especialmente nos sectores que configuram as actuais depressões diapíricas de Maceira e de Santa Rita. Manuppella & alii (1999) afirmam que as aluviões actuais “(...) *estão particularmente desenvolvidas nas ribeiras de Alcabrichel e de Lourinhã onde podem atingir cerca de 21 metros de espessura (...)*”, não acrescentando a localização dos dados recolhidos.

A provável inundação dos sectores mais a montante segue, de resto, a tendência geral verificada no litoral ocidental de Portugal. Nesta fase, o baixo Tejo evidencia o início do estabelecimento de um delta marinho interior de baixa profundidade (~30 m), junto a Benfica do Ribatejo, a 80 km da foz actual. Vis & alii (2008) confirmam a formação de uma pequena bacia interior a partir de 10 200–9780 cal BP, essencialmente associada à inundação pelo mar do fundo do vale do rio Tejo e dos seus tributários, sugerindo uma configuração do litoral num sistema de tipo ria.

Mais a sul, os resultados de sondagens na Lagoa de Melides (Cabral & alii, 2006) evidenciam, entre 9500 cal BP e 7900 cal BP, um aumento brusco e muito significativo na produtividade de conchas e na representatividade dos elementos finos dos sedimentos (argilas e siltes). Os indicadores de paleosalinidade atingem os valores máximos de toda a série sedimentar analisada, sugerindo um baixo nível energético e confirmando uma influência marinha inequívoca e um aumento da espessura da coluna de água.

A rápida inundação dos antigos fundos de vale encontra-se também testemunhada na actual planície aluvial da ribeira do Corgo do Porto, tributária do Rio Mira. A análise de uma série sedimentar obtida por sondagem a 3,5 km da linha de costa actual (Alday & alii, 2006), revelou a inundação do vale do Rio Mira em resultado da subida do nível do mar, admitindo os autores a existência, a partir de 10 000 cal BP, de um ambiente marinho aberto de tipo ria, que se estenderia para montante da localização da sondagem.

### 2.3.3.3 *Dinâmica geomorfológica pós-Boreal*

A transição entre os horizontes B e A1 encontra-se extremamente bem marcada na Fig. 2.9 pelo aumento significativo nos valores da média gráfica dos sedimentos. De facto, o horizonte A1 surge abarrancando o horizonte subjacente, apontando para uma reactivação da dinâmica de vertentes. A transição brusca entre B e A1 pode ser correlativa da passagem do Holocénico antigo para o Holocénico médio. Nesta altura, assiste-se a um aumento da secura, testemunhada pela substituição de ecossistemas baseados em estratos arbóreos por ecossistemas arbustivo-herbáceos, menos eficazes na protecção dos solos à erosão das vertentes (Mateus & Queiroz, 1993).

O aumento da aridez significa que a precipitação se torna mais concentrada no tempo. É possível que este aumento da capacidade erosiva (concentração da precipitação e dos escoamentos), baseada nas modificações ambientais ao nível da vegetação e do clima, se encontre já presente no sector somital do horizonte B, uma vez que este horizonte assume granulometrias crescentes para o topo. A presença de um leito de calhaus angulosos de variadas dimen-



sões na transição entre os horizontes B e A1 (b na Fig. 2.7) evidencia um transporte muito curto e resulta certamente de desabamentos localizados a montante na vertente, dinâmica que ainda hoje se encontra activa.

O final do Holocénico médio fica marcado pelos primeiros sinais de intervenção antrópica nas matas de estrato arbóreo, apontando Queiroz (1999) para uma idade compreendida entre os 5.5 ka a 4 ka BP. A intervenção antrópica que se fará sentir já nesta altura tornam difícil o ensaio de interpretação dos dados relativos às propriedades sedimentológicas fundamentais dos horizontes A1 e A. As oscilações granulométricas verificadas no horizonte A1 denunciam esse facto, pois este horizonte apresenta já remeximentos importantes derivados das práticas agrícolas, característica comum a todo o horizonte A. Neste sentido, será bastante arriscado construir possíveis cenários sem o recurso a outros indicadores paleoambientais.

A subida progressiva do nível do mar até ao máximo da transgressão flandriana originou, de certo, uma perda na capacidade de transporte dos sistemas de drenagem. Sectores que antes eram dominados por processos erosivos, são, a partir deste momento, progressivamente colmatados por sedimentos dando início à formação de planícies aluviais. No seguimento deste processo generalizado de assoreamento dos fundos de vale os recursos aquáticos teriam começado a extinguir-se na depressão diapírica de Maceira possivelmente após o mesmo episódio transgressivo. A dinâmica de colmatção apenas terá sido concluída já em tempo histórico, no século XVII, com a colmatção da paleofoz do rio Alcabrichel que corresponderia, como já foi referido, ao actual sistema praia duna de Santa Rita (Trindade, 2001).

#### 2.4. Conclusão

---

No âmbito da ocupação arqueológica de Toledo, datada pelo método  $^{14}\text{C}$  do Mesolítico Inicial, procurou-se compreender a sucessão de eventos presentes na sequência sedimentar posta a descoberto no decurso dos trabalhos de escavação nesta jazida. A conservação do terraço de Toledo e a análise fundamental e textural detalhada dos seus sedimentos permitiu diferenciar vários pacotes sedimentares, com géneses distintas, e estimar a forma como se processou a evolução geomorfológica neste sector da bacia da ribeira de Toledo.

A série sedimentar analisada é predominantemente constituída por areias e possui cinco horizontes distintos, em alguns casos separados por discordâncias de sedimentação. A presença destes hiatos de informação constitui um dos principais problemas na interpretação paleoambiental proposta.

A análise detalhada da sequência sedimentar permitiu distinguir, claramente, um elemento de terraço herdado e respectivo depósito aluvial (topo do horizonte D e horizonte C), e um conjunto de níveis coluvionares (B, A1 e A), dos quais se salienta o horizonte B por conter uma ocupação pré-histórica datada do Boreal.

Os vestígios da dinâmica geomorfológica do fundo de vale e das vertentes anteriores ao Boreal (horizontes D e C) são escassos e marcados pela existência de descontinuidades erosivas e por uma truncatura do depósito da antiga planície aluvial. A existência de uma forma de terraço bem definida e conservada aponta para a individualização do terraço de Toledo durante o último máximo glaciário. As evidências de forte actividade erosiva sobre a superfície do terraço e sobre os depósitos correlativos são interpretadas, com algumas reservas, como tendo origem no Bølling-Allerød, podendo ter-se prolongado pelo Drias recente.

A entrada no Holocénico marca uma mudança fundamental no tipo de processos dominantes neste sector da bacia da ribeira de Toledo. Os processos fluviais são definitivamente substituídos por processos de vertente, cujo produto se encontra bem evidenciado nos hori-

zontes B, A1 e A. A ocupação pré-histórica de Toledo localiza-se no sector basal deste pacote coluvionar, numa altura em que o nível do mar se encontrava bastante mais distante, entre as batimétricas -30/-20m. O profundo entalhe da rede de drenagem, a existência de duas depressões diapíricas ao longo do traçado do rio Alcabrichel e as espécies faunísticas de origem aquática recuperadas durante as campanhas de escavações (Araújo, 1998) apontam para a existência de um sistema marinho aberto de tipo ria, que inundaria as bacias de Santa Rita e de Maceira à data da ocupação pré-histórica.

O dinâmica geomorfológica pós-Boreal caracteriza-se pela intensificação da dinâmica erosiva e pela intensa intervenção antrópica nas vertentes, materializadas nos horizontes A1 e A. Os fundos de vale iniciam um processo de assoreamento progressivo que só se conclui já em tempo histórico (século XVII) com a colmatação da laguna litoral de Santa Rita, dando lugar ao actual sistema de praia-duna.

