

Homogeneização da Cartografia Geológica do Cenozóico da Área Metropolitana de Lisboa (AML)

Homogenization of the Cenozoic Geological Mapping of the Lisbon Metropolitan Area (AML)

RÚBEN DIAS* & JOÃO PAIS**

Palavras-chave: Cartografia geológica; Cenozóico; Bacia do Baixo Tejo; Área Metropolitana de Lisboa; Portugal.

Resumo: Neste trabalho procura identificar-se alguns dos problemas relacionados com a cartografia do Cenozóico da Área Metropolitana de Lisboa (AML) na sequência do protocolo de colaboração entre a Junta Metropolitana de Lisboa, Instituto Geológico e Mineiro e a Fundação da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa destinado a enquadrar o desenvolvimento da Cartografia Geológica na AML.

A região da AML integra-se na Bacia do Baixo Tejo, que se estende, com direcção aproximadamente NE-SW, desde o litoral ocidental (Península de Setúbal), até à área de Placência, em Espanha.

Este protocolo, que teve como principal objectivo a revisão e actualização da cartografia geológica de base e produção de cartografia geológica temática para a região da AML, permitiu que se efectuasse a normalização e homogeneização das unidades litostratigráficas representadas na carta geológica, estabelecer correlações entre elas (Tabela I) e a elaboração de mapas de conjunto a várias escalas.

Keywords: Geological mapping; Cenozoic; Lower Tagus Basin; Área Metropolitana de Lisboa; Portugal.

Abstract: The main aspects related with the geological mapping of the Cenozoic units of the “Lisbon Metropolitan Area” (AML) are presented. The mapped area makes part of the “Lower Tagus Basin” which extends from the littoral western part of the Setúbal Peninsula and crosses the Portugal/Spain border in the Castelo Branco region. The basin was differentiated during the Eocene and evolved up to the present. The mapped unities are integrated in the evolution of the basin and reflect the different infill stages under different sedimentary contexts.

Taking into account the relations between the sediments infill and their genetic environments, the basin can be subdivided in 3 sectors: the distal one, with alternating marine and continental deposits in the Lisboa area and always marine in most of the Setúbal Peninsula; the middle sector with continental environments and some brackish episodes during high sea levels; and the proximal sector with exclusively continental sedimentation.

In the distal sector, high-resolution stratigraphy could be achieved for the Neogene deposits; fifteen lithostratigraphic units have been characterized for the Lisboa region, twelve for the Almada area and eight for the remaining Setúbal Peninsula region. In the middle sector, that occupies great part of Ribatejo and Alto Alentejo provinces, it was possible to characterize just five units for the same time interval. In some areas, a number of units were merged due to their lithological similarity.

The AML project allowed to normalize and homogenize the mapped lithostratigraphic units and to establish some correlations between them. These facts are reflected in the presentation of general maps from which the 1/100 000 scale map is an example.

The lithostratigraphic units and symbols are also presented as well as the old units used in the geological maps at the 1/50 000 scale.

INTRODUÇÃO

O protocolo de colaboração assinado entre a Junta Metropolitana de Lisboa, Instituto Geológico e Mineiro e a Fundação da Faculdade de Ciências e Tecnologia da

Universidade Nova de Lisboa teve como objectivo a revisão e actualização da cartografia geológica de base e a produção de cartografia temática correspondente à Área Metropolitana de Lisboa (AML).

A AML ocupa uma área de 2.962,6 km² e estende-se por 18 concelhos. Desenvolve-se por regiões ocupadas

* Laboratório Nacional de Energia e Geologia (LNEG/LGM) – Departamento de Geologia, Estrada da Portela, Zambujal, Apartado 7586, 2721-288 Alfragide. ruben.dias@ineti.pt

** Centro de Investigação em Ciência e Engenharia Geológica, Departamento de Ciências da Terra, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Quinta da Torre, 2829-516 Caparica. jjp@fct.unl.pt

pela Bacia Lusitânica, de evolução mesozóica, e pela Bacia do Baixo Tejo que tem vindo a evoluir durante o Cenozóico. Na área, afloram o maciço ígneo de Sintra, a que estão associados numerosos filões de rochas básicas e ácidas, e rochas vulcânicas do Cretácico Superior. É abrangida pelas folhas da carta geológica na escala 1/50 000, 30-C Torres Vedras, 30-D Alenquer, 31-C Coruche, 34-A Sintra, 34-B Loures, 35-A Sto. Estêvão, 34-C Cascais, 34-D Lisboa, 35-C Sto. Isidro de Pegões, 38-B Setúbal e 39-A Águas de Moura (Fig. 1).

A Bacia do Baixo Tejo corresponde a extensa unidade estrutural, de direcção aproximada de NE-SW, que se estende desde o litoral ocidental da Península de Setúbal até à área de Placência, em Espanha. Ocupa todo o Ribatejo, grande parte do Alto-Alentejo e a região sul da Beira Baixa, prolongando-se para Espanha. A bacia diferenciou-se no Eocénico, e tem evoluído até a actualidade. A sua instalação tem sido interpretada como resultante de tracção secundária relativamente à compressão pirenaica

(CARVALHO *et al.*, 1983-85; CUNHA, 1996, 1999). A bacia pode ser subdividida em diferentes sectores, em função das relações do enchimento e respectivos ambientes, designadamente:

- sector distal, a sudoeste, ocupando as regiões de Lisboa e da Península de Setúbal, mais próximo do Atlântico e onde ocorrem fácies marinhas com algumas intercalações continentais e salobras;
- sector intermédio, ocupando o Ribatejo e parte do Alto Alentejo, com fácies continentais e alguns episódios de ambientes salobros quando dos níveis marinhos elevados;
- sector proximal, a nordeste, que ultrapassa a fronteira com Espanha, apenas com fácies continentais.

A AML ocupa o sector distal e parte do intermédio. Isto é, distribui-se pela área mais próxima da abertura ao oceano da depressão que veio a evoluir na dependência do actual rio Tejo e dos seus precursores.

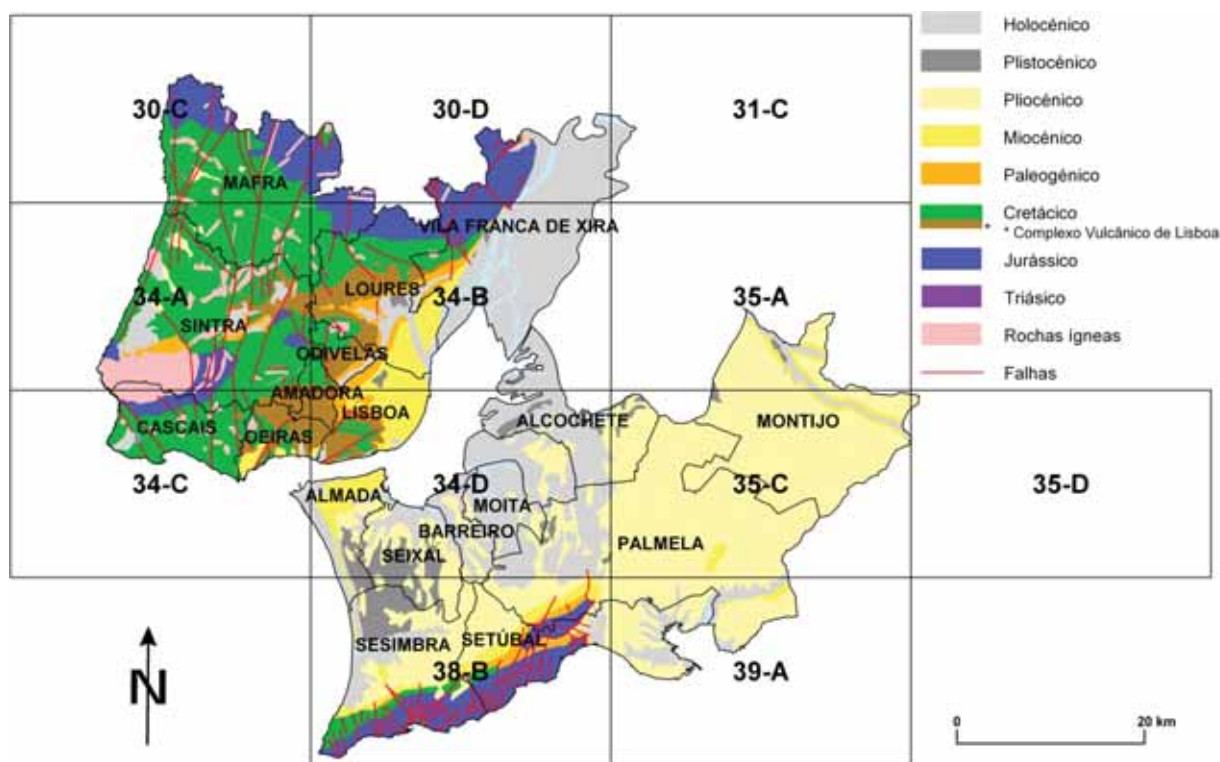


Fig. 1 – Mapa geológico da região da AML com os limites dos concelhos e esquema das correspondentes folhas da Carta Geológica, na escala 1/50 000 (adaptado da Carta Geológica de Portugal à escala 1:500 000, 1992).

- Geological mapping of the AML area, with administrative boundaries and corresponding distribution of geological maps at the 1:50 000 scale.

A cartografia geológica da Bacia do Baixo Tejo iniciou-se com Choffat que começou os levantamentos conducentes à edição do conjunto das 4 cartas na escala 1/50 000 de Sintra, Cascais, Lisboa e Loures entre 1935 e 1950. Em 1940 foi publicada a Carta Geológica de Lisboa na escala 1:20 000, também de sua autoria, depois da sua morte (1919). Anteriormente à publicação destas cartas, apenas existiam para esta região mapas na escala 1:500 000 da autoria de RIBEIRO e NERY DELGADO (1876, 1878) e de NERY DELGADO e CHOFFAT (1899).

A partir dos finais da década de 1950, G. ZBYSZEWSKI e O. DA VEIGA FERREIRA procederam aos levantamentos da maioria das folhas ainda hoje em utilização (Tabela 1). Algumas destas foram alvo de reedição recente, feita com o contributo de G. MANUPPELLA (Tabela 1). Foi ainda publicada a Carta Geológica do Concelho de Lisboa, na escala 1/10 000 (ALMEIDA, 1986).

AZEVEDO (1983) caracterizou as unidades pliocénicas e quaternárias da Península de Setúbal, tendo elaborado a respectiva cartografia geológica na escala 1:50 000. BARBOSA (1995) redefiniu as principais unidades do sector intermédio da Bacia do Baixo Tejo (Ribatejo e Alto Alentejo) e elaborou um mapa à escala 1/200 000.

A informação obtida foi sintetizada na Carta Geológica de Portugal Continental na escala 1/500 000, editada pelos Serviços Geológicos de Portugal em 1992.

O longo intervalo de tempo (cerca de 35 anos), e a produção não sequencial das diferentes folhas, às vezes afastadas geograficamente, conduziu à multiplicação de unidades estratigráficas com designações diferentes e a limites de unidades deslocados de folha para folha e de local para local. O seu significado e integração só a pouco e pouco foram sendo feitos. Para isso, contribuíram estudos de estratigrafia e de paleontologia que permitiram datar com rigor numerosas unidades, estabelecer correlações entre elas, e compreender a sua integração no contexto da evolução temporal e espacial do enchimento da bacia. Assim, foi possível reduzir significativamente o número de designações e ter uma visão integrada da sua distribuição espacial. As unidades são compreendidas como correspondendo a respostas sedimentares aos eventos tectónicos, climáticos, e respectivos processos físicos e químicos que têm controlado a evolução da bacia. As oscilações do nível do mar e a orogénese são, de longe, os mais significativos.

Neste contexto, e levando em conta a zonografia antes referida para a Bacia do Baixo Tejo, com um sector mais distal com forte influência marinha, com fósseis mais abundantes, e os sectores intermédio e proximal,

com maior influência continental, é possível caracterizar e seguir a distribuição espacial de unidades com significado genético, correspondentes a etapas melhor ou pior balizadas por linhas de tempo definidas através de datações controladas por jazidas fossilíferas. Os limites entre elas correspondem a superfícies de descontinuidade de valor regional, mais ou menos fáceis de seguir no terreno. Se na região de Lisboa-Península de Setúbal a influência marinha conduziu, muitas vezes, a deposição de unidades litologicamente contrastantes, no interior da bacia, os ambientes fluviais acumularam rochas mais semelhantes, ainda que com algumas variações laterais de fácies, às vezes alteradas pela presença de ferro, manganês e carbonato de cálcio, com desenvolvimento de couraças ferruginosas e/ou crostas carbonatadas. Este facto conduz a que a resolução obtida no sector distal seja muito superior à dos sectores intermédio e proximal, onde as unidades tendem a ser mais uniformes, muito menos fossilíferas e os contrastes litológicos menos significativos.

EVOLUÇÃO DA BACIA DO BAIXO TEJO NOS SECTORES DISTAL E INTERMÉDIO

A Bacia do Baixo Tejo funcionou em regime endorreico no Paleogénico. Acumularam-se, essencialmente, depósitos de leques aluviais alimentados a partir dos relevos marginais (Maciço Hespérico e Bacia Lusitânica). Estes materiais afloram nas margens da bacia, constituindo banda quase contínua, rodeando-a por completo. Estes sedimentos têm tomado nomes diferentes consoante a posição espacial na bacia. Na margem direita constituem a Formação de Benfica, na zona de Lisboa-Península de Setúbal, a Formação de Monsanto, no sector intermédio, e a Formação de Cabeço do Infante, na área proximal. Na margem esquerda da bacia ocorre a Formação de Vale de Guizo.

Estas formações são constituídas, predominantemente, por depósitos grosseiros, conglomeráticos, a que se associam alguns corpos arcóscicos mais finos, crostas calcárias, às vezes bastante desenvolvidas e, mesmo, alguns calcários lacustres e/ou palustres (PAIS e DIAS, 2006).

O Atlântico invadiu a bacia no início do Miocénico. A partir de então, a sedimentação na região de Lisboa e da Península de Setúbal ocorreu na interface oceano-continente, com oscilações da linha de costa dependentes das variações do nível do mar e dos efeitos da tectónica.

TABELA 1

Lista das cartas geológicas correspondentes à Área Metropolitana de Lisboa, ano de publicação e autores.

List of the AML geological maps, year of publication and authors.

Carta Geológica de Portugal Escala 1/50000	Ano	Edição	Autores	Notícia Explicativa	Ano	Autores	Páginas
30-C Torres Vedras	1954	1ª	R. de Matos; M. de Matos; J. L. Telo; P. Carreira de Deus; J. de Oliveira; L. Rodrigues & F. Nery	S	1954	G. Zbyszewski; F. Mollinho D'almeida & C. Torre de Assunção	33
30-D Alenquer	1962	1ª	J. Camarate França; G. Zbyszewski; O. da Veiga Ferreira; M. de Matos; J. L. Telo; P. Carreira de Deus; L. Rodrigues; A. Rodrigues & F. Nery	S	1965	G. Zbyszewski; C. Torre de Assunção	104
31-C Coruche	1967	1ª	G. Zbyszewski; O. Veiga Ferreira; A. Rodrigues & L. Rodrigues	S	1968	G. Zbyszewski & O. Veiga Ferreira	43
34-A Sintra	1991	3ª	Coordenação - F. Mollinho de Almeida	S	1993	M. M. Ramalho; J. Pais; J. Rey; P. Y. Berthou; C. A. M. Alves; T. Palácios; N. Leal & M. C. Kulberg	77
34-B Loures	1981	2ª	G. Zbyszewski; G. Manuppella; O. da Veiga Ferreira; L. Rodrigues & A. Rodrigues	S	1964	G. Zbyszewski	86
35-A Santo Estevão	1968	1ª	G. Zbyszewski; O. da Veiga Ferreira; M. de Matos; P. Carreira de Deus; J. de Oliveira; L. Rodrigues; A. Rodrigues & F. Nery	S	1969	G. Zbyszewski & O. da Veiga Ferreira	27
34-C Cascais	1999	4ª	Coordenação - M. M. Ramalho	S	2001	M. M. Ramalho; J. Rey; G. Zbyszewski; C. A. Matos Alves; T. Palácios; F. Mollinho de Almeida; C. Costa & M. C. Kulberg	104
F - 4 Lisboa*	1950	1ª	P. Choffat	S	1963	G. Zbyszewski	93
35-C Santo Isidro de Pegões	1966	1ª	G. Zbyszewski; O. da Veiga Ferreira; M. de Matos; A. Rodrigues & L. Rodrigues	S	1968	G. Zbyszewski & O. da Veiga Ferreira	23
35-D Montemor-o-Novo	1994	1ª	A. Carvalhosa; G. Zbyszewski; O. da Veiga Ferreira; A. Rodrigues & L. Rodrigues	S	1994	A. Carvalhosa & G. Zbyszewski	86
38-B Setúbal	1994	2ª	Coordenação - G. Manuppella	S	1999	G. Manuppella; M. T. Antunes; J. Pais; M. M. Ramalho & J. Rey	143
39-A Águas de Moura	1972	1ª	G. Zbyszewski; O. Veiga Ferreira; M. Telles Antunes; P. Carreira de Deus; L. Rodrigues & A. Rodrigues	S	1976	Zbyszewski; M. Telles Antunes; O. da Veiga Ferreira & A. Barros e Carvalhosa	59
31-A Santarém**	1952	1ª	G. Zbyszewski; M. de Matos; P. Carreira de Deus; J. de Oliveira & L. Rodrigues;	S	1953	G. Zbyszewski	16
30-B Bombarral**	1965	1ª	G. Zbyszewski; J. Camarate França; O. Veiga Ferreira; G. Manuppella; L. Rodrigues & A. Rodrigues	S	1966	G. Zbyszewski; O. da Veiga Ferreira; G. Manuppella & C. Torre de Assunção	90

* Carta Geológica dos Arredores de Lisboa, na escala 1/50 000, Folha 4

** Cartas geológicas onde se circunscreve o concelho da Azambuja, o qual já não faz parte da Área Metropolitana de Lisboa

Aparentemente, a primeira entrada do mar deu-se de Sul, tendo definido um golfo estreito e pouco penetrativo. Na sua dependência gerou-se uma barreira de corais com orientação N-S, desde, pelo menos, a região de Belverde (Seixal) até Lisboa. No Burdigaliano, o mar terá galgado a barreira ocidental entre Lisboa e o Espichel. A Arrábida constituiu uma ilha desde a sua elevação no Burdigaliano superior ($\approx$ de 17 Ma) (ANTUNES *et al.*, 1995). A penetração do mar na bacia definiu golfos mais ou menos extensos consoante o nível do mar, a taxa de subsidência e os acarreios sedimentares.

Os depósitos cenozóicos da Península de Setúbal estão representados por sedimentos paleogénicos ainda mal conhecidos e, sobretudo, por depósitos neogénicos. Foram estudados, de modo sumário, pelo Barão W. L. VON ESCHWEGE (1831) e por SHARPE (1834; 1841) a quem se deve a primeira síntese estratigráfica acerca do Cenozóico, referindo, pela primeira vez, unidades litostratigráficas como as “Almada beds”. Ulteriormente, são de realçar os trabalhos de COTTER (*in* DOLLFUS, COTTER & GOMES, 1903-1904, COTTER, 1956) que definiu 15 divisões para o Miocénico da região de Lisboa, de CHOFFAT (1906; 1908; 1950) e de ZBYSZEWSKI (ZBYSZEWSKI *et al.* 1965; ZBYSZEWSKI, 1967). Este, ao tentar estabelecer correlações dos depósitos miocénicos da Península de Setúbal com os de Lisboa reconheceu haver dificuldades (p.87): “*En se basant sur l'échelle stratigraphique établie par Berkeley Cotter on a tenté à diverses reprises de retrouver dans l'Arrábida les horizons miocènes connus à Lisbonne (...) Les levés géologiques récents ont montré qu'il était possible d'établir un parallélisme entre les principaux termes des deux séries, mais qu'une séparation des horizons, telle qu'elle a été faite à Lisbonne ne peut être ici qu'artificielle*”. Verificou que as divisões definidas por COTTER, I, IVb, Va e Vb do Miocénico de Lisboa são muito menos espessas na margem esquerda do Tejo e não ocorrem na Serra da Arrábida. As variações de fácies e de faunas são menos acentuadas (ZBYSZEWSKI *et al.*, 1965; ZBYSZEWSKI, 1967). É muito menor o contributo de sedimentos de origem continental, faltando, a bem dizer, as assentadas não marinhas.

A partir de 1958, foram conseguidos novos resultados referentes à estratigrafia e paleontologia do Cenozóico de Portugal, nomeadamente da Bacia do Baixo Tejo, através principalmente dos trabalhos de M. T. ANTUNES e colaboradores nacionais (J. PAIS, A. NASCIMENTO, P. LEGONHA e L. SOUSA) e internacionais (nomeadamente

G. GINSBURG, P. MEIN e S. SEN) e também de AZEVÊDO (1983), CUNHA (1996), PIMENTEL (1997) e BARBOSA (1995). Desses trabalhos resultaram diversas sínteses.

ANTUNES *et al.* (2000) estabeleceram um quadro estratigráfico para o Miocénico da região de Lisboa-Península de Setúbal em contexto de estratigrafia sequencial, onde reconheceram um conjunto de 10 sequências deposicionais de 3.^a ordem, separadas por superfícies de discontinuidades de valor regional, devidamente controladas por datações de elevada resolução.

Estes resultados servem de quadro de referência para o estabelecimento de correlações com os depósitos miocénicos do interior da bacia.

Enquanto o sector distal funcionava na vizinhança da linha de costa, mais para o interior os precursores do Tejo iam transportando e acumulando sedimentos arenosos, às vezes com barras de seixos e calhaus, principalmente mais para montante; em locais mais abrigados e calmos, ou nos momentos de estio, formavam-se charcos e depositavam-se corpos mais argilosos. De modo geral, ocorre um corpo com alternância de leitos de arenitos arcóscicos e de argilas na base, tornando-se mais arenítico para o topo, com barras de seixos e calhaus, com algumas lenticulas argilosas. Esta situação manteve-se durante grande parte do Miocénico, e corresponde à Formação de Alcoentre. Depois, no Miocénico superior, houve efeito de barreira no sector distal. No interior formaram-se pântanos e alguns lagos que permitiram a acumulação de argilas (Argilas de Tomar) que se estendem pelo Ribatejo e pelo Alentejo. Na actual margem esquerda do Tejo, esta unidade assenta sobre os depósitos de Alcoentre, sendo muitas vezes difícil de individualizar.

Na margem direita, a alimentação de águas carbonatadas a partir das unidades essencialmente jurássicas da Bacia Lusitânica, em combinação com o clima quente e relativamente seco, conduziu à formação de calcários lacustres e palustres (Calcários de Almoester) e de crostas calcárias, muito frequentes na região de Santarém e Almoester; a separação entre os Calcários de Almoester e as Argilas de Tomar é frequentemente difícil de reconhecer. Na margem esquerda também se formaram localmente calcários lacustres, palustres e crostas carbonatadas no Miocénico Superior, a partir da circulação de águas carbonatadas provenientes de rochas metassedimentares e intrusivas do Paleozóico.

No Miocénico superior (Tortoniano médio) o mar retirou-se da Península de Setúbal. A linha de costa afastou-se mais para ocidente do que actualmente.

No Pliocénico, o pré-Tejo transportou areias arcóscicas que se estendem desde o sector proximal e penetram mesmo na Bacia de Alvalade, galgando o horst de Belverde-Senhor das Chagas, não longe de Alcácer do Sal. Na Península de Setúbal, longe da área fonte, as areias são finas, bem calibradas e praticamente desprovidas de leitos de calhaus. Contudo, na base ocorrem canais cascalhentos que erosionam os depósitos marinhos miocénicos, correspondendo ao início da sedimentação fluvial. Na região do Laranjeiro, estes níveis incluem clastos de basaltos provenientes da região de Lisboa, denunciando a existência de drenagem local de N e NW para o interior da Península de Setúbal. O conjunto corresponde às Areias de Santa Marta, que no interior (sector intermédio da bacia) constituem as Areias de Ulme, mais grosseiras e menos evoluídas.

No Pliocénico superior, o levantamento de relevos no sector proximal conduziu ao aumento de energia do rio, e ao transporte e acumulação de mantos de cascalheiras (Conglomerados de Almeirim) que se estendem até ao litoral actual, onde constituem os Conglomerados de Belverde. Nesta altura grande parte da Bacia do Baixo Tejo ficou preenchida por sedimentos. Quase só na Península de Setúbal continuaram a existir condições para se acumularem depósitos de leques aluviais (Formação de Marco Furado), em grande parte alimentados a partir da Serra da Arrábida e de relevos mais a sudeste. Houve processos de desenvolvimento de crostas ferruginosas que também já tinham ocorrido no passado. Contudo, é difícil datar este episódio climático porque está marcado em todas as rochas do Cenozóico da Bacia, às vezes definindo mesmo os limites estratigráficos, como, por exemplo, o limite entre o Miocénico e o Pliocénico na bacia de Alvalade. Na parte norte da Península, a subsidência continua até os nossos dias. O Mar da Palha é disso testemunho.

Mais para o interior iniciaram-se os processos de incisão fluvial, conduzindo à formação de sucessivos terraços morfológicos que acompanham o trajecto do Tejo e dos seus afluentes. No Ribatejo, o rio corre num canal largo e pouco profundo, com extensa planície aluvial, frequentemente invadida pelas águas quando das cheias sazonais.

Em síntese, no sector distal a resolução estratigráfica conseguida é muito elevada para as unidades do Neogénico. Neste intervalo, são individualizadas 15 unidades litostratigráficas na região de Lisboa, 12 na de Almada e 8 na restante Península de Setúbal. Para o

sector intermédio, que abrange grande parte do Ribatejo e do Alto Alentejo, apenas foi possível cartografar, para o mesmo intervalo de tempo, o máximo de 5 unidades. Nalgumas regiões foi, mesmo assim, necessário fundir unidades, por a semelhança lítica dificultar a sua individualização.

CARTOGRAFIA

As cartas geológicas do Projecto AML foram elaboradas, de modo geral, com base nas minutas de campo, à escala 1/25 000, correspondentes a levantamentos geológicos existentes no arquivo do LNEG/LGM (ex-IGM). Excepcionalmente, utilizou-se informação geológica a outras escalas, por falta de minutas geológicas à escala 1/25 000, designadamente informação proveniente de cartas geológicas à escala 1/50 000 e 1/200 000.

A adaptação à nova base topográfica da cartografia geológica efectuada sobre bases topográficas antigas, às vezes a diferentes escalas, trouxe problemas e dificuldades (Fig. 2). A incongruência entre informação geológica e topografia deve-se a:

- diferentes sistemas de projecção;
- informação geológica a escalas diferentes;
- topografia antiga desactualizada.

Assim, parte da informação geológica que se adaptou à nova base topográfica teve de ser validada com trabalhos de campo, nos quais houve problemas acrescidos, principalmente na região de Lisboa, devido ao crescimento urbanístico.

Com vista a tentar definir critérios que permitissem separar as unidades litostratigráficas descritas, efectuaram-se trabalhos de campo em toda a área da bacia. Este reconhecimento permitiu conhecer melhor a sua dinâmica a nível regional, desde o Miocénico até a actualidade. Permitiu elaborar modelos e formular hipóteses que, ulteriormente, poderão ser melhorados, com estudos de maior detalhe e a maior escala. Como já foi referido, a separação entre algumas das unidades litostratigráficas foi difícil de efectuar por terem litologias semelhantes e os critérios de reconhecimento nem sempre serem muito fiáveis.

As grandes unidades consideradas no âmbito deste trabalho, para a Bacia Terciária do Baixo Tejo, e a sua relação com as unidades anteriormente utilizadas estão sintetizadas na tabela 2.

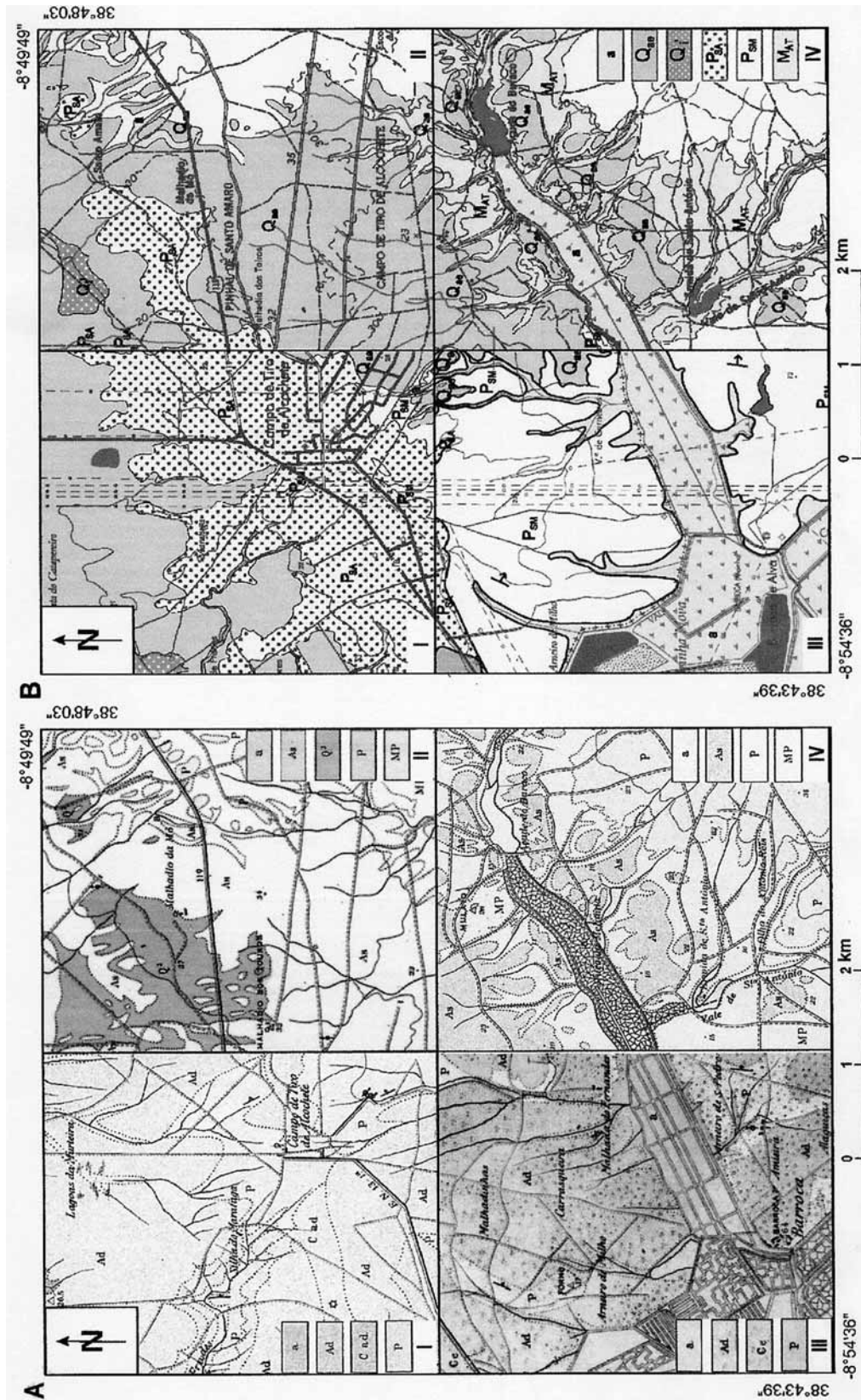


Fig. 2 – Exemplos de excertos de folhas contíguas da Carta Geológica na escala 1:50 000, anteriores ao projecto AML (A) e resultantes deste (B). Como se constata, algumas unidades geológicas mudavam de designação na passagem de uma folha para a outra e os limites geológicos (ponteados), por vezes, não tinham continuidade. A-I, 34-B Loures; A-II, 35-A Santo Estevão; A-III, Folha 4 (Carta Geológica dos Arredores de Lisboa); A-IV, 35-C Santo Isidro de Pegões; B-I, 34-B Loures; B-II, 35-A Santo Estevão; B-III, 34-D Lisboa; B-IV, 35-C Santo Isidro de Pegões. Ano de publicação, edição e autores, na Tabela 1, legenda da respectiva cartografia geológica, na Tabela 2.

– Examples of excerpts of contiguous geologic maps at the 1:50 000 scale, prior to the AML project (a) and resulting from it (b). It can be seen that some geologic units changed designation from one sheet to the next, and that the geologic limits (stippled), sometimes did not have continuity. A-I, 34-B Loures; A-II, 35-A Santo Estevão; A-III, Folha 4 (Carta Geológica dos Arredores de Lisboa); A-IV, 35-C Santo Isidro de Pegões; B-I, 34-B Loures; B-II, 35-A Santo Estevão; B-III, 34-D Lisboa; B-IV, 35-C Santo Isidro de Pegões. Year of publication, edition and authors in Table 1, legend of geologic maps -in table 2.

CONCLUSÃO

Em síntese, podemos concluir que um dos grandes benefícios do projecto de fornecimento de cartografia para a AML foi a homogeneização, no contexto do Cenozóico, das unidades que constituem o enchimento da Bacia do Baixo Tejo, permitindo a elaboração de mapas de conjunto, de que a carta na escala 1/100 000 é um exemplo.

Este estudo também permitiu melhorar o conhecimento dos limites entre as grandes unidades do Cenozóico da Bacia do Baixo Tejo, e a elaboração de modelos

e formulação de hipóteses do preenchimento da bacia que posteriormente poderão ser testados, melhorados e validados, o que já se tem verificado durante a preparação da Folha 5 da carta Geológica de Portugal na escala 1/200 000.

AGRADECIMENTOS

Agradece-se aos Profs. Miguel Ramalho e João Cabral pela revisão do artigo e contribuição para a sua melhoria. Agradece-se, também, à Dr.^a Catarina Moniz as sugestões e comentários efectuados.

TABELA 2

Quadro síntese com as designações de unidades utilizadas na cartografia da AML e respectivos símbolos, e as unidades usadas anteriormente.

Synthetic table with denomination of the used and former lithostratigraphic unities and symbols in the AML mapping.

Símbolo	Designações na AML	Designações antigas nas cartas geológicas 1/50 000 e/ou notícias explicativas
a	Aluviões	Aluviões modernos (a)
a	Aluviões, Aterros	Aterros (A)
v	Depósitos de vertente	Depósitos de vertente (v)
ap	Areias de praia	Areias de praia (A) Areias de duna e de praia (Ad)
af	Areias de praia fluvial	Dunas (d) Areias de duna (ad)
d	Dunas	Dunas (d, Qd) Areias de praia (Ap, ap) Areias de duna e de praia (Ad)
Q _d	Dunas consolidadas	Dunas consolidadas (dc)
Q _{ac}	Dunas antigas e areias eólicas indiferenciadas	Areias de dunas (Ad, Qae) Calhaus e areias de duna (Cad) Pleistocénico (Q) Pliocénico (P) Areias de duna e de praia (Ad) Areias superficiais de vales e de terraços (As) Depósitos dos terraços 8-15m (Tirreniano II) (Q ₄) Depósitos dos terraços 25-40m (Tirreniano I) (Q ₃) Areias superficiais eólicas (As)
Q _m	Depósitos de terraços marinhos	Areias e cascalheiras de praias antigas (Q) Terraços (Qt)
Q _f	Depósitos de terraços fluviais	Depósitos de terraços (Q) Depósitos de antigas praias e terraços (Q) Areias superficiais (eólicas, etc.) (As) Depósitos de antigos terraços fluviais (Q) Plistocénico indiferenciado (Q) Depósitos dos terraços 8-15m do nível do rio na estiagem (Q ₄) Depósitos dos terraços 25-40m do nível do rio na estiagem (Q ₃) Depósitos dos terraços 50-65m do nível do rio na estiagem (Q ₂) Depósitos dos terraços 75-95m do nível do rio na estiagem (Q ₁) Depósitos dos terraços 8-15m (Tirreniano II) (Q ₄) Depósitos dos terraços 25-40m (Tirreniano I) (Q ₃) Depósitos dos terraços 50-65m (Siciliano II) (Q ₂) Areias e cascalheiras de praia antigas (Q) Plistocénico (Q) Calhaus e areias de duna (Cad) Areias e calhaus (Adc) Calhaus e areias (Cad) Calhaus (Cc) Cascalheiras de terraços (Q) Areias e cascalheiras de terraços (Q)

Símbolo	Designações na AML	Designações antigas nas cartas geológicas 1/50 000 e/ou notícias explicativas
Q _i	Areias e cascalheiras de génese indiferenciada	Pleistocénico (Q) Areias superficiais de vales e de terraços (As) Areias superficiais (eólicas, etc.) Depósitos de antigas praias e terraços (Q) Areias superficiais (eólicas, etc.) (As) Areias de dunas (Ad) Areias e cascalheiras de praias antigas (Q)
Q _{i'}	Cascalheiras de génese indiferenciada	Areias de dunas e calhaus (Adc) Calhaus e areias de duna (Cad) Pleistocénico (Q) Depósitos dos terraços 25-40m (Tirreniano I) (Q ₃) Cascalheiras de terraços (Q) Depósitos dos terraços 8-15m (Tirreniano II) (Q ₄) Formações dos terraços 25-40m (Tirreniano I) (Q ₃) Depósitos dos terraços 25-40m do nível do rio na estiagem (Q ₃)
Q _{MF}	Formação de Marco Furado	Areias e cascalheiras de terraços (Q) Formações vermelhas de Gamita e Vale de Grou (P') Complexo arenito-argiloso de Aljeruz e de Monte do Pinheiro (P) Conglomerados de Marco Furado (P _{MF}) Complexo greso-argiloso de Pegões (P) Complexo greso-calcário de Aqualva de Cima (M _{PC}) Areias e calhaus (Adc) Calhaus e areias (Cad) Calhaus (Cc) Camada com fauna astiana do Alfeite (Pa)
Q _{PC}	Formação de Porto do Concelho	Areias de dunas (Qad) Areias de duna e de praia (Ad) Areias e calhaus (Adc) Calhaus e areias (Cad)
Q _{Be}	Conglomerado de Belverde	Conglomerado de Belverde (P _{be}) Areias de duna e de praia (Ad) Areias e calhaus (Adc) Calhaus e areias (Cad) Camada com fauna astiana do Alfeite (Pa) Pliocénico indiferenciado (P)
P _{SI}	Areias e argilas de Silveira	Pliocénico (P) Grés e areias da Barreira Alva, do Seixal, etc.
P _{SA}	Formação de Serra de Almeirim	Areias de duna e calhaus (Ad) Calhaus e areias de dunas (Cad) Pliocénico (P) Calhaus (Cc) Depósitos dos terraços 25-40m (Tirreniano I) (Q ₃) Depósitos dos terraços 60-70m (Siciliano II) (Q ₂) Depósitos dos terraços 75-95m (Siciliano I) (Q ₁) Depósitos dos terraços 50-65m (Siciliano II) (Q ₂) Grés e conglomerados da Serra de Almeirim, cascalheiras dos planaltos (P ₃) Grés e conglomerados da Serra de Almeirim (P ₃)
P _U	Formação de Ulme	Complexo greso-argiloso de Pegões (P) Complexo greso-argiloso de Coruche (M _p) Complexo greso-argiloso de Bombel (M _p) Complexo arenito-argiloso de Aljeruz e de Monte do Pinheiro (P) (parte) Formação areno-argilosa da Marateca (MP) (parte) Grés e argilas de Cruz do Campo (P ¹⁻²) Grés e argilas com vegetais de N.ª Senhora da Saúde e de Vale de Santarém (M _p) Complexo argilo-gresoso de Fazendas de Almeirim (M _p) Pliocénico (P)

Símbolo	Designações na AML	Designações antigas nas cartas geológicas 1/50 000 e/ou notícias explicativas
P _{SM}	Formação de Santa Marta	Areias de dunas (Ad) Pliocénico (P) Areias e calhaus (Adc) Pleistocénico (Q) Camada com fauna astiana do Alfeite (Pa) Pliocénico indiferenciado (P) Camadas de Sobreda (M ⁵ _{VIII}) Complexo greso-argiloso de Pegões (P) Complexo greso-argiloso de Coruche (M _P) Complexo greso-argiloso de Bombel (M _P) Areias feldspáticas de Fonte da Telha e de Coína (P _{TC}) Formações vermelhas de Gamita e Vale de Grou (P') Complexo arenito-argiloso de Algeruz e de Monte do Pinheiro (P) (parte)
M _{AI}	Formação de Almoester	Intercalações calcárias do (M ⁴⁻⁵) – Complexo de vertebrados do Archino Calcários de Santarém (P ²) Calcários, grés e argilas com <i>Hipparion gracile</i> de Azambuja (M ₅)
M _{Ma}	Arenitos de Marateca	Complexo com vertebrados de Aveiras de Baixo e calcários de Vale Paraíso (M ⁴⁻⁵) Camadas com <i>Gryphaea gryphoides</i> de V. N. Da Rainha e complexo detritico da Ota (M ¹⁻⁴) Formação marinha da Marateca. Palma e Alcácer do Sal (complexo argilo-gresoso de Palma se do Vale da Marateca com zonas calcárias (M) Complexo argilo-gresoso de Landeira com intercalações calcárias (M ³⁻⁴)
M _{AT}	Formação de Alcoentre e de Tomar indiferenciadas	Complexo argilo-gresoso de Fazendas de Almeirim (M _P) Calcários, grés e argilas com <i>Hipparion gracile</i> de Azambuja (M ⁵) Calcários, grés e argilas com vertebrados de Quinta do Marmelal e camadas com <i>Crassostrea crassissima</i> do Calhariz e de Alcanhões (M ⁴) Complexo argilo-gresoso de Coruche (M _P) Formação areno-argilosa de Marateca (M _P) (parte) Complexo argilo-gresoso de Bombel (M _P) Complexo gresso-calcário de Aqualva de Cima (M _P) Complexo arenito-argiloso de Algeruz e Monte do Pinheiro (parte)
M _{Ac}	Formação de Alcoentre	Complexo detritico de Ota e de Alcoentre com intercalações calcárias (M ¹⁻⁴) Complexo de Archino e de Vila Nova da Rainha (M ⁴⁻⁵) Complexo Helveciano e Burdigaliano de Ota, Camarnal e Vale de Moura (M ¹⁻⁴) Calcários do Vale de Paraíso (M ₅) Grés e argilas com vegetais de N. ^a Senhora da Saúde e de Vale de Santarém (P ₁) – parte Calcários, grés e argilas com vertebrados de Quinta do Marmelal e camadas com <i>Crassostrea crassissima</i> do Calhariz e de Alcanhões (M ₄) Formação dos arenitos de Ota Complexo com vertebrados de Archino Argilas de Archino Complexo com vertebrados de Aveiras de Baixo Camadas com <i>Gryphaea gryphoides</i> de Vila Nova da Rainha e complexo detritico de Ota, Camarnal, etc. Formação dos Arenitos de Ota com intercalações calcárias Formação dos Arenitos de Ota com intercalações argilosas
M _{gg}	Calcários e argilas com <i>Gryphaea gryphoides</i>	Calcários e argilas com <i>Gryphaea gryphoides</i> (M ³ _m)
M _{CR}	Areolas de Cabo Ruivo	Tortoniano (M ⁴ _{VII}) Areolas com <i>Chlamys macrotis</i> de Cabo Ruivo (M ⁴ _{VIIb})
M _{BP}	Areolas de Braço de Prata	Tortoniano (M ⁴ _{VII}) Areolas com <i>Flabellipecten tenuisulcatus</i> de Braço de Prata (M ⁴ _{VIIa})
M _{CB}	Areolas de Cabo Ruivo e areolas de Braço de Prata indiferenciadas	Areolas de Cabo Ruivo (M ⁴ _{VIIb}) Areolas de Braço de Prata (M ⁴ _{VIIa})
M _{RL}	Depósitos de Ribeira da Lage	Depósitos de Ribeira da Lage (M _L)
M _{QA}	Areias e margas de Quinta do Anjo	Areias e margas de Quinta do Anjo (M _{AN})
M _{GM}	Conglomerados de Guarda-Mor	Conglomerados de Guarda-Mor (M _{GM})

Símbolo	Designações na AML	Designações antigas nas cartas geológicas 1/50 000 e/ou notícias explicativas
M _{Mv}	Calcários de Marvila	Calcário com <i>Pycnodonta squarosa</i> var. <i>gigantea</i> de Marvila (M ³ _{Vlc})
M _{Gr}	Grés dos Grilos	Grés dos Grilos com <i>Shizaster scillae</i> (M ³ _{Vlb})
M _{MG}	Calcários de Marvila e Grés dos Grilos indiferenciadas	Calcários de Marvila (M ³ _{Vlc}) Grés dos Grilos (M ³ _{Vlb})
M _{Xa}	Argilas de Xabregas	Argilas azuis de Xabregas (M ³ _{Vla})
M _{hm}	Calcários lacustres com <i>Hispanotherium matritensis</i>	Calcários lacustres com <i>Hispanotherium matritensis</i> (M ³ _l)
M _{Pe}	Depósitos glauconíticos de Penedo	Depósitos glauconíticos de Penedo (M _{Pe})
M _{Pi}	Arenitos e calcoarenitos de Pinhal e Castelo de Palmela	Arenitos e calcoarenitos de Pinhal e Castelo de Palmela (M _{Pi})
M _{QC}	Calcários de Quinta das Conchas	Calcários com fósseis espáticos e <i>Anomia choffati</i> da Quinta das Conchas (M ³ _{Vc})
M _{VC}	Argilitos e margas de Azeitão	Areias de Vale de Chelas (M ³ _{Vb})
M _{VC}	Areias de Vale de Chelas	Areias de Vale de Chelas (M ³ _{Vb})
M _{VQ}	Areias de Vale de Chelas e Calcários de Quinta das Conchas indiferenciadas	Calcários de Quinta das Conchas (M ³ _{Vc}) Areias de Vale de Chelas (M ³ _{Vb})
M _{Mu}	Calcários de Musgueira	Calcários com <i>Chlamys scabrella</i> de Musgueira (M ³ _{va3}) Calcários e areias de Musgueira e Casal Vistoso (M ² _{va})
M _{QT}	Areias de Quinta da Torre	Areias de Quinta da Torre (M _{Tc})
M _{FF}	Calcarenitos e margas de Foz da Fonte e Penedo Sul	Calcarenitos e margas de Foz da Fonte e Penedo Sul (M _{FF})
M _{Az}	Argilitos e margas de Azeitão	Arenitos e margas de Azeitão (M _{Az})
M _{pm}	Areias com <i>Placuna miocenica</i>	Areias com <i>Placuna miocenica</i> (M ³ _{va2}) Calcários e areias de Musgueira e Casal Vistoso (M ² _{va})
M _{CV}	Calcários de Casal Vistoso	Calcários com <i>Chlamys scabrella</i> de Casal Vistoso (M ³ _{al})
M _{OB}	Areias de Quinta do Bacalhau	Areias de Quinta do Bacalhau (M ² _{IVb})
M _{FT}	Argilas de Forno do Tijolo	Areias azuis de Forno do Tijolo (M ² _{IVa})
M _{EC}	Calcários de Entre-Campos (“Banco real”)	Banco Real (M ² _{III})
M _{Ec}	Banco Real	Banco Real (M ² _{III})
M _{Es}	Areolas de Estefânia	Areolas com <i>Chlamys pseudo-pandorae</i> de Avenida da Estefânia (M ² _{II}) Areolas de Estefânia (M ¹ _{II})
M _{Pr}	Argilas dos Prazeres	Argilas e calcários com <i>Venus ribeiroi</i> de Prazeres (M ² _I) Argilas dos Prazeres (M ¹ _I)
M _{Pa}	Calcários margosos de Palhavã	Calcários margosos de Palhavã (M _{Pa})
Ø _{SN}	Calcários da Senhora das Necessidades	Calcários da Senhora das Necessidades (Ø _N) Calcários oligocénicos da Portela das Necessidades
Ø _{Pi}	Conglomerados, arenitos e margas de Picheleiros	Conglomerados, arenitos e margas de Picheleiros (Ø _P)
Ø _{Bf}	Formação de Benfica	Formação de Benfica (Ø) Complexo de Cheganças (Alenquer) e Casais (Carregado) (EØ) Complexo detriticos de Abrigada com intercalações calcárias (EØ) “Complexo de Benfica” (Parte) (Ø) Arenitos da Quinta da Marquesa
Ø _{Bf} ^a	Formação de Benfica (calcários de Alformelos)	Formação de Benfica (Calcários de Alformelos) (Ø)

BIBLIOGRAFIA

- ALMEIDA, F. M. (1986) – Carta Geológica do Concelho de Lisboa, na escala 1/10 000. *Serv. Geol. Portugal*, Lisboa.
- ANTUNES, M. T., ELDERFIELD, H., LEGOINHA, P. & PAIS, J. (1995) – Datações isotópicas com Sr do Miocénico do flanco Sul da Serra da Arrábida. *Com. Inst. Geol. Min.*, Lisboa, 81: 73-78.
- ANTUNES, M. T., LEGOINHA, P., CUNHA, P. & PAIS, J. (2000) – High resolution stratigraphy and Miocene facies correlation in Lisbon and Setúbal Peninsula (Lower Tagus Basin, Portugal). *Ciências da Terra (UNL)*, Lisboa, 14: 183-190.
- AZEVÊDO, M. T. M. (1983) – *O sinclinal de Albufeira, evolução pós-miocénica e reconstituição paleogeográfica*. Dissert. doutoramento, Universidade de Lisboa, 302 p.
- BARBOSA, B. (1995) – *Alostratigrafia e litostratigrafia das unidades continentais da Bacia terciária do baixo Tejo. Relações com o eustatismo e a tectónica*. Dissert. Doutoramento, Univ. de Lisboa, 253 p.
- CARVALHO, A. M. G., RIBEIRO, A. & CABRAL, J. (1983-85) – Evolução paleogeográfica da bacia cenozóica do Tejo-Sado. *Bol. Soc. Geol. Portugal*, Lisboa, XXIV: 209-212.
- CHOFFAT, P. (1906) – Sur la Tectonique de la chaîne de L'Arrabida entre les embouchures du Tage et du Sado. *Bulletin de la Société Géologique de France*, Paris, 4^a Série, 6. 237 p.
- (1908) – Essai sur la tectonique de la Chaîne de l'Arrábida. *Com. Serv. Geol. Portugal*, Lisboa, 89 p.
- (1950) – Géologie du Cenozoïque du Portugal. *Com. Serv. Geol. Portugal*, Lisboa, XXX, suppl., 183 p.

- COTTER, J. C. B. (1956) - O Miocénico marinho de Lisboa. *Com. Serv. Geol. Portugal*, Lisboa, XXXVI, supl., 170 p.
- CUNHA, P. P. (1996) – Unidades litostratigráficas do Terciário da Beira-Baixa (Portugal). *Com. Inst. Geol. Min.*, Lisboa, 82: 87-130.
- (1999) – Testemunhos geomorfológicos e sedimentológicos cenozóicos da transição da colmatação sedimentar para a gliptogénese, na área de Sarzedas-Vila Velha de Rodão (sector NE da Bacia do Baixo Tejo). *Enc. Geom.*, Com., Coimbra, pp. 61-68.
- DELGADO, S. F. N. & CHOFFAT, P. (1899) – Carta Geológica de Portugal, esc. 1/500 000, *Serv. Geol. Portugal*, Lisboa.
- DOLLFUS, G., COTTER, J. C. B. & GOMES, J. P. (1903-1904) – Mollusques Tertiaires du Portugal/ Planches de Céphalopodes, Gastéropodes et Pélécypodes laissées par F. A. Pereira da Costa/ accompagnées d'une explication sommaire et d'une esquisse géologique. *Imprim. l'Acad. R. Sci.*, Lisbonne, pp. 1-44.
- ESCHWEGE, G. BARÃO DE (1831) – Memória geognóstica ou golpe de vista do perfil das estratificações das diferentes rochas, de que he composto o terreno desde a Serra de Cintra na linha Noroeste a Sudoeste até Lisboa, atravessando o Tejo até à Serra da Arrabida, e sobre a sua idade relativa. *Mem. Acad. R. Sci. Lisboa*, XI(I): 253-280.
- OLIVEIRA, J. T. & PEREIRA, E. (Coord. Soco Hercínico); ALMEIDA, J. P., CARVALHOSA, D., CARVALHOSA, A., FERREIRA, J. N. FERREIRA, GONÇALVES, F., OLIVEIRA, V., RIBEIRO, A., RIBEIRO, M. L., SILVA, A. F., NORONHA, F. & YOUNG, T. (Colaboradores Soco Hercínico) (1992) – Carta Geológica de Portugal, esc. 1/500 000, *Serv. Geol. Portugal*, Lisboa.
- PAIS, J. & DIAS, R. (2006) – Cartografia Geológica do Cenozóico da Área Metropolitana de Lisboa. (In: Costa, C. N., ed.), *Conferência Regional, Cartografia Geológica Aplicada a Áreas Urbanas. O Caso da Área Metropolitana de Lisboa*, 62-72.
- PIMENTEL, N. L. (1997) – *O Terciário da Bacia do Sado. Sedimentologia e análise tectono-sedimentar*. Dissertação de Doutoramento, Univ. Lisboa, 381 p.
- RIBEIRO, C. & DELGADO, J. F. NERY. (1876) – Carta Geológica de Portugal (escala 1:500 000), *Serv. Geol. Portugal*, Lisboa.
- (1878) – Carta geológica de Portugal na escala 1:500 000, 2.^a edição. *Serv. Geol. Portugal*, Lisboa.
- SHARPE, D. (1834) – On the strata in the immediate neighbourhood of Lisbon and Oporto. *Proc. Geol. Soc.*, London, 1 [1826-1833]: 394-396.
- (1841) – On the geology of the neighbourhood of Lisbon. *Trans. Geol. Soc.*, London, VI, sections 1, 9, 11, 12 and 13.
- ZBYSZEWSKI, G. (1967) – Contributions à l'étude du Miocène de la Serra da Arrábida. *Com. Serv. Geol. Portugal*, Lisboa, LI: 37-148.
- ZBYSZEWSKI, G., VEIGA FERREIRA, O., MANUPPELLA, G. & ASSUNÇÃO, C. T. (1965) – Carta geológica de Portugal na escala 1/50 000. Notícia explicativa da folha 38-B, Setúbal. *Serv. Geol. Portugal*, Lisboa.

*Artigo recebido em Junho de 2009
Aceite em Novembro de 2009*