

# rossio

estudos de Lisboa

9

DEZ 2020



LISBOA  
CÂMARA MUNICIPAL

[gabineteestudos olisiponenses](#)

# Lisboa – um legado geológico a preservar

José Romão

Catarina Moniz



1

## Introdução

A cidade de Lisboa expandiu-se urbanisticamente de forma progressiva e ao longo do tempo, com particular incidência no início do século XIX; porém, o seu crescimento foi sempre condicionado pelas características fisiográficas da região onde se insere. O relevo associado à sua paisagem e a presença sempre determinante do Rio Tejo constituem características indissociáveis da beleza desta cidade ribeirinha. O ondulado que caracteriza este relevo deve-se à presença de formas geomorfológicas resultantes essencialmente da erosão fluvial actuante sobre diferentes rochas que compõem o seu substrato, condicionada por controlo estrutural, ou seja, pela disposição geométrica dessas rochas.

De facto, a morfologia que caracteriza a cidade de Lisboa é constituída por uma sucessão de vales e interflúvios de que se destacam tradicionalmente as suas sete colinas (São Vicente, Santo André, Castelo, Santana, São Roque, Chagas e Santa Catarina), podendo o número destas ser superior consoante os autores (Oliveira, 1990).

Este relevo resulta da actuação de diferentes processos geológicos/geomorfológicos sobre as rochas presentes, condicionados especialmente pela erosão fluvial associada ao encaixe da rede hidrográfica local, que evoluiu em função do Rio Tejo, onde desagua.

Os terrenos que integram a cidade são marcados por significativa diversidade geológica, como pode ser observado nas diferentes edições das cartas geológicas que abrangem a totalidade da cidade de Lisboa, tendo sido a primeira publicada pelos Serviços Geológicos de Portugal em 1940, na escala 1:20.000, a partir dos trabalhos e das belíssimas minutas de campo de P. Choffat e de J. C. Berkeley-Cotter, e as últimas publicadas em 2005 (Folha 34-D) e 2008 (Folha 34-B).

As unidades litológicas representadas cartograficamente testemunham uma história geológica desde há cerca de 110 milhões de anos até à actualidade, marcada por considerável variabilidade geoambiental.

Os geoambientes variaram ao longo do tempo, desde marinhos pouco profundos a recifais, mais antigos, a continentais lacustres e fluviais, mais recentes.

Nesta longa história sobressai a ocorrência de episódios vulcânicos de natureza basáltica, muitas vezes subaéreos, que ocorreram há cerca de 80 a 70 milhões de anos.

123

A geodiversidade da cidade de Lisboa é consequência da sua longa história geológica de muitos milhões de anos, primeiro num contexto tectónico de abertura do Oceano Atlântico, e posteriormente na conjuntura de convergência e colisão da África com a Península Ibérica, que persiste até à actualidade e que se manifesta por importante actividade sísmica que tem afectado a Capital e de que há registo nos tempos históricos.

As formações rochosas constituem os testemunhos preservados do registo geológico, ou seja, do balanço entre a sedimentação e a erosão, e a posterior deformação que terão sofrido. A sua observação na paisagem actual (nos afloramentos) permite reconstituir a história geológica da região, desde os antigos ambientes geográficos em que se depositaram, à actuação dos diferentes processos geológicos posteriores, até à actualidade.

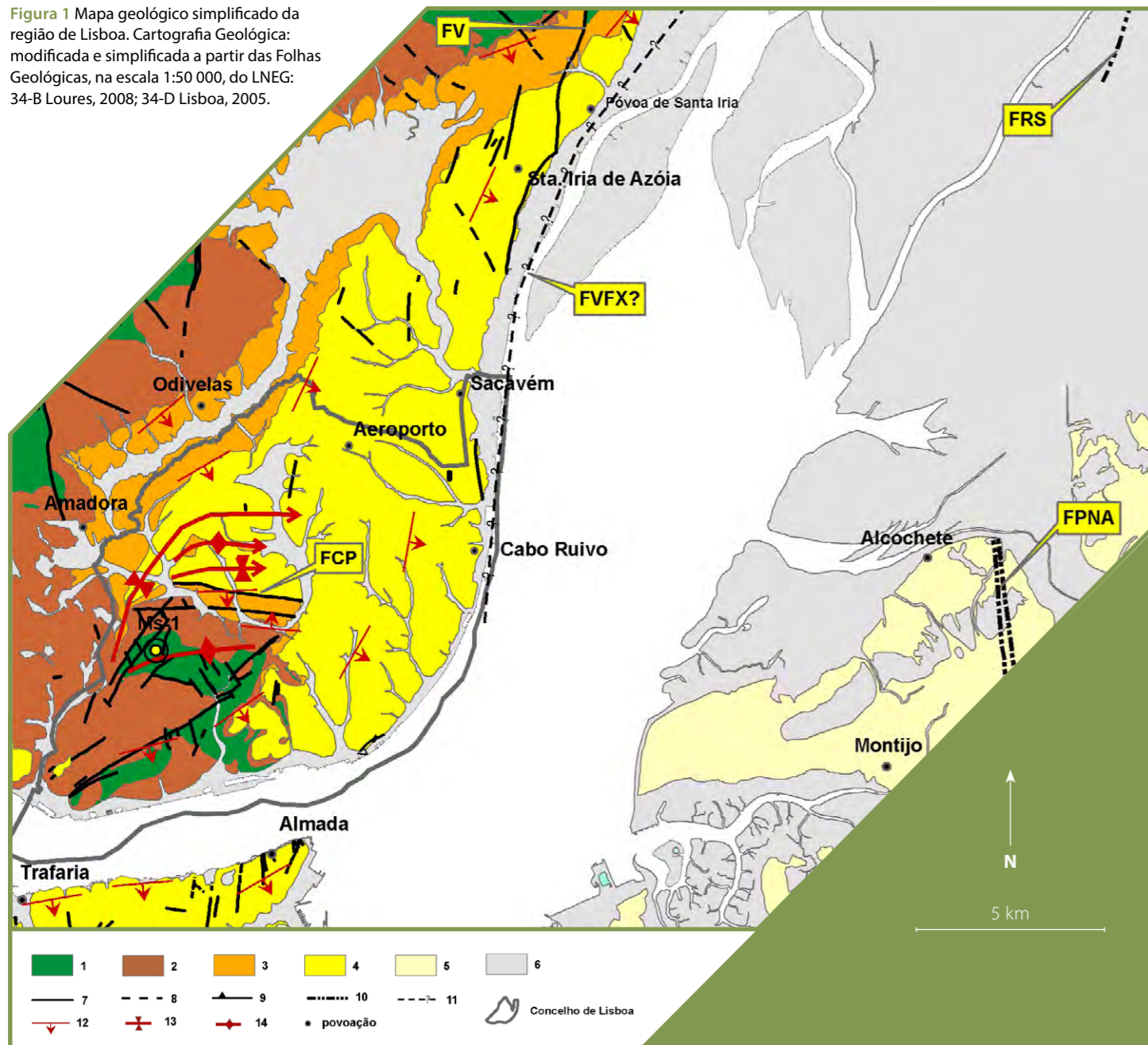
A geodiversidade está intimamente associada às paisagens e relaciona-se com a biosfera, fornecendo a base para a vida na Terra, estabelecendo uma forte ligação entre organismos vivos, pessoas e suas culturas (Stanley, 2000).

O conceito de geodiversidade continua em construção com diferentes tipos de abordagens, no que respeita à sua relevância e constituição (Fontana *et al.*, 2015).

Porém, a geodiversidade tem sido definida, em termos gerais, como composta pela multiplicidade de ambientes geológicos, fenómenos e processos antigos e actuais que dão origem às paisagens, aos afloramentos rochosos e seus constituintes, às estruturas presentes nas rochas, bem como os próprios elementos que são originados a partir da erosão, constituindo o suporte para a vida na Terra e a única fonte de conhecimento da paleobiodiversidade.

O objectivo fundamental deste trabalho é a divulgação e promoção de diversos aspectos relativos à geodiversidade no ambiente urbano de Lisboa numa perspectiva da sua geoconservação, tendo em conta a preservação e defesa do seu património geológico que testemunha a memória do passado da Terra. Pretende-se valorizar características e singularidades geológicas relevantes em ambiente urbano para permitir o incremento do conhecimento e aprendizagem da história geológica e geopaisagística da região, que devem ser protegidos para o tempo presente e futuro.

**Figura 1** Mapa geológico simplificado da região de Lisboa. Cartografia Geológica: modificada e simplificada a partir das Folhas Geológicas, na escala 1:50 000, do LNEG: 34-B Loures, 2008; 34-D Lisboa, 2005.



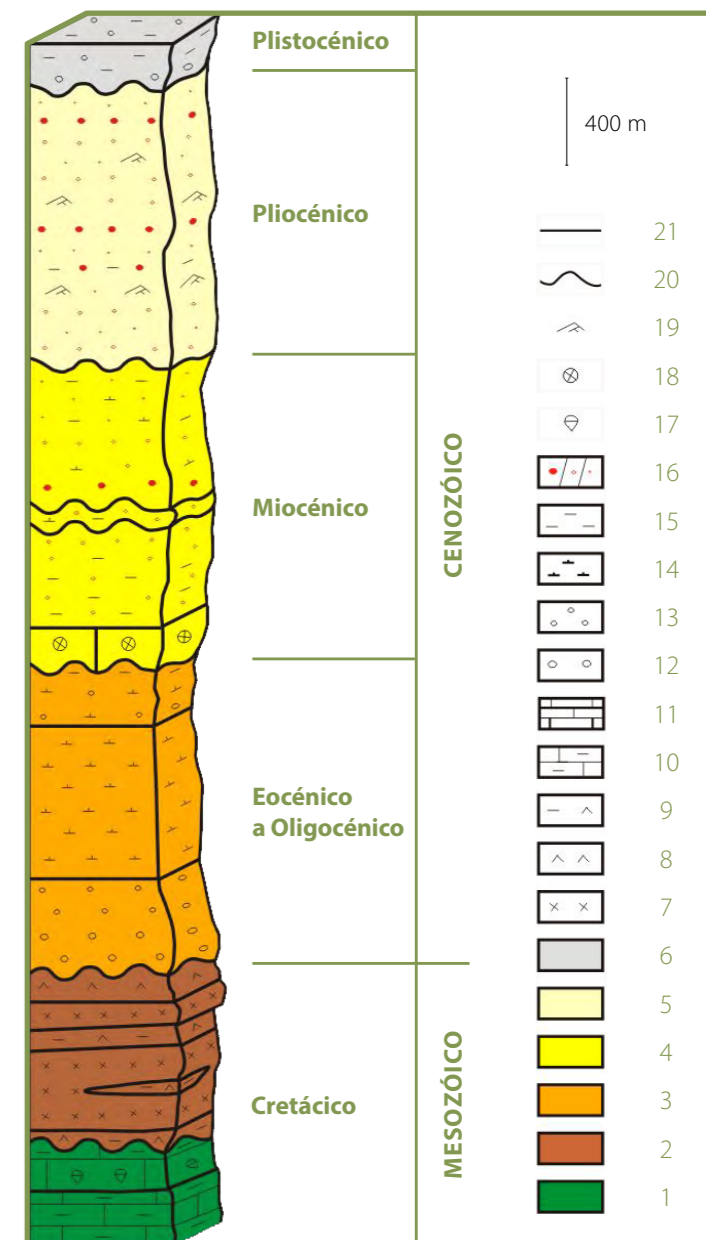
**1 e 2** unidades cretácicas: **1** formações de Caneças e de Bica; **2** Complexo Vulcânico de Lisboa | **3 a 6** unidades cenozóicas: **3** formação de Benfica; **4** sedimentos miocénicos; **5** sedimentos pliocénicos e plio-pleistocénicos; **6** sedimentos holo-pleistocénicos (principalmente aluviões e terraços fluviais) | **7 a 9** Falhas afectando cartograficamente as unidades aflorantes: **7** Falhas; **FV** Falha de Vialonga; **FCP** Falha da Cruz de Pedr; **8** Falha provável; **9** Cavalgamento | **10 e 11** acidentes tectónicos maiores inferidos por dados de sub-superfície: **FVFX** provável prolongamento para sul da Zona de Falha de Vila Franca de Xira; **FRS** Falha do Rio Sorraia (no troço vestibular); **FPNA** Zona de Falha de Pinhal Novo-Alcochete | **12** monoclinal | **13** sinforma | **14** antiforma.

## 2

### As rochas de Lisboa: o que nos contam

Os terrenos que constituem actualmente o substrato da cidade de Lisboa testemunham uma história geológica com muitos milhões de anos, traduzida pelos sedimentos, que se depositaram desde o Mesozóico até à actualidade, e a instalação de rochas eruptivas, sendo possível reconstituir a sua evolução geológica regional e à escala global. Assim, a génese e preservação dos sedimentos do Mesozóico está intimamente associada com a evolução da Bacia Lusitânica, tendo esta resultado de extensão da crosta continental e consequente fragmentação do supercontinente *Pangea*, seguida da abertura e expansão do Oceano Atlântico. Por outro lado, o registo sedimentar posterior, do Cenozóico, é o testemunho da evolução da Bacia do Baixo Tejo, associada à convergência África-Ibéria, no contexto da Orogenia Alpina. A Bacia Lusitânica foi preenchida no Mesozóico pela acumulação alternada de sedimentos detríticos e carbonatados, acompanhados por alguns episódios vulcânicos e intrusões magmáticas. Contudo, as fases iniciais da sua evolução, que decorreram durante o Triásico e Jurássico, não estão representadas nas rochas aflorantes em Lisboa, só ocorrendo unidades dos tempos posteriores, de idade cretácica (Figura 1). O registo sedimentar aflorante de idade cretácica depositou-se há cerca de 110 a 94 milhões de anos, em condições de generalizada subida do nível do mar de origem eustática, que foi acompanhada por subsidência regional da própria bacia, testemunhando a maior transgressão do Cretácico. As camadas mais antigas que afloram são compostas por calcários margosos apinhoados conquíferos e por margas [topo do “Belasiano” de Choffat, (1885, 1886), actualmente conotado com o topo da formação de Caneças] (Figura 2); contêm abundância de conteúdo fóssilífero típico de um ambiente de transição, ou seja, de um ambiente lagunar de águas salobras ou salgadas. A variabilidade composicional e faunística sugere que as lagunas de águas pouco profundas, durante os períodos de maré cheia seriam invadidas pelo mar alterando assim as suas propriedades salinas, que permitiria a ocorrência de nutrientes em quantidades favoráveis para o desenvolvimento de moluscos marinhos, nomeadamente ostreídeos, gastrópodes e equinodermes. Com a continuada subida do nível do mar, há um ligeiro aprofundamento das águas, tendo-se então depositado

**Figura 2** Coluna estratigráfica e litológica simplificada da região de Lisboa.

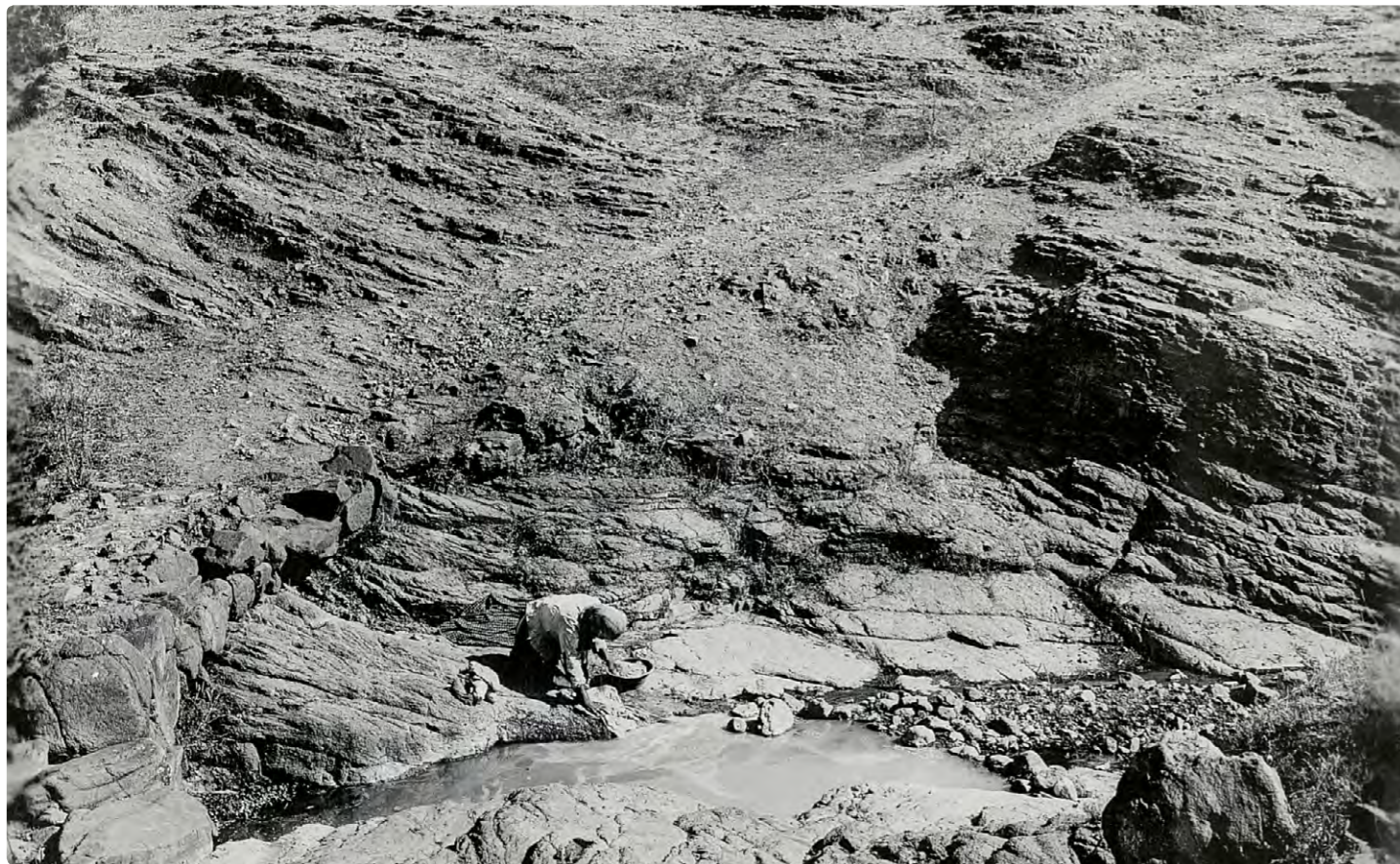


**1** formações de Caneças e de Bica (Cretácico) | **2** Complexo Vulcânico de Lisboa (Cretácico Superior) | **3** formação de Benfica (Paleogénico) | **4** unidades do Miocénico | **5** unidades do Pliocénico | **6** unidades do Plistocénico (Quaternário) | **7** escoadas basálticas | **8** tufo vulcânicos | **9** alternâncias de piroclastos com sedimentos | **10** calcário margoso | **11** calcário | **12** conglomerado | **13** arenito | **14** marga | **15** argila/argilite | **16** areia grosseira/média/fina | **17** rudistas | **18** coraliários | **19** estratificação entrecruzada | **20** limite estratigráfico inconforme | **21** limite estratigráfico normal

cerca de 50 metros de camadas de calcários compactos, por vezes cristalinos, porém mais margosos para o topo, caracterizados por abundância de rudistas (formação de Bica). Estas formações carbonatadas recifais originaram-se em ambientes submersos logo abaixo da superfície das águas do mar, caracterizados por incidência de luz solar, o que favorece a abundância generalizada de vida. Aos cerca de 95 milhões de anos inicia-se um evento regressivo à escala global, marcado pela descida rápida do nível das águas do mar que vai provocar a erosão subaérea dos calcários da parte superior da formação de Bica. Posteriormente, há cerca de 83 a 69 milhões de anos (Martín-Chivelet *et al.*, 2019), associados a um curto período

compressivo eventualmente relacionado com a rotação e ajustamentos da Microplaca Ibérica, ocorreram numerosos eventos vulcânicos sucessivos, de composição basáltica. Estes episódios de actividade vulcânica compreenderam fases explosivas, com a deposição de níveis de piroclastos, e fases efusivas, com a instalação de escoadas basálticas, ocorrendo também alguns episódios de deposição sedimentar confinada, evidenciados pela presença de margas vermelhas com cinzas vulcânicas, arenitos e argilas vermelhas com níveis de brechas caóticas, contendo por vezes fósseis, indicando que a sedimentação se processou em meio lacustre e fluvial (Choffat, 1950). Este conjunto de rochas de natureza predominantemente magmática tem sido designado de

**Figura 3** Afloramento de escoadas basálticas (do Complexo Vulcânico de Lisboa); Ribeira a sudoeste dos moinhos de Famões (a oeste de Odivelas). Choffat. 1916. In Choffat (1951). Arquivo do LNEG. Lisboa.



Complexo Vulcânico de Lisboa (Choffat, 1950) (Figura 3). Os modelos vulcanológicos conhecidos sugerem a ocorrência de um edifício vulcânico principal, de altura superior a 2000 metros, como responsável pela emissão dos materiais ígneos mencionados, que estaria localizado na região de Mafra (Serralheiro, 1978). Após um longo período erosivo iniciou-se, próximo dos 40 milhões de anos, a deposição de cerca de 400 metros de sedimentos detríticos fluviais da formação de Benfica que assentam sobre uma superfície erosiva talhada sobre os materiais vulcânicos e sedimentares já mencionados. Estes sedimentos foram depositados em ambiente continental por uma drenagem pouco organizada numa vasta área em

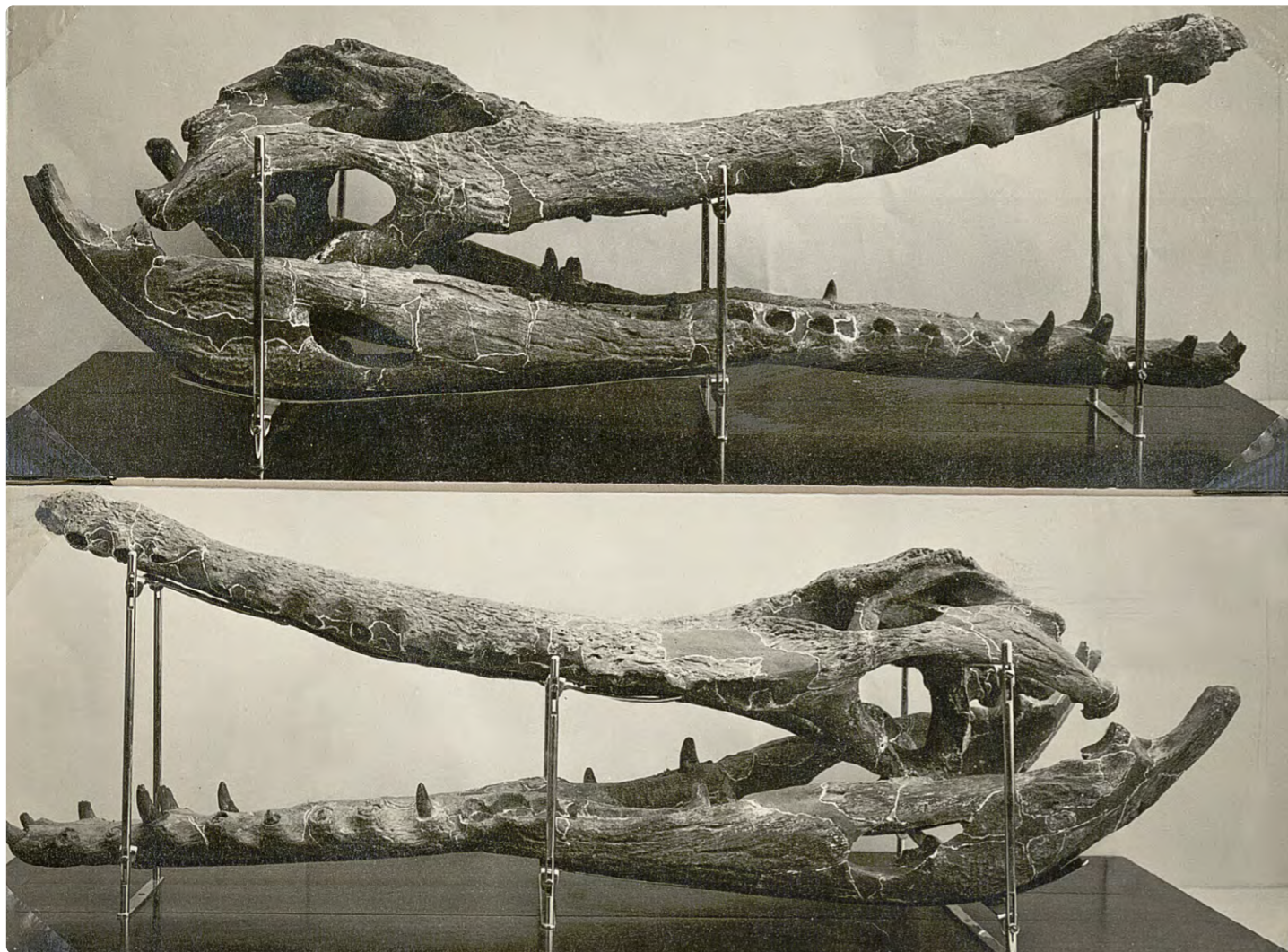
subsidiência que ultrapassava os limites actuais da Bacia do Baixo Tejo que, no entanto, começava a esboçar-se. Estes sedimentos incluem depósitos conglomeráticos em leques aluviais proximais e arenitos e argilitos avermelhados em leques distais (Reis *et al.*, 2001). Localmente ocorrem horizontes de calcários brancos interpretados como originados em pequenas depressões endorreicas de natureza lacustre e palustre (Azevedo, 1991). Posteriormente à deposição dos sedimentos acima descritos ocorreu o desenvolvimento principal da Bacia do Baixo Tejo (Cabral *et al.*, 2003) gerada por um regime compressivo que desencadeou inversão tectónica da Bacia Lusitânica, em resultado da convergência do continente africano

**Figura 4** Parque Eduardo VII – Vista do lago existente à data, junto ao Marquês de Pombal: a sua construção terá aproveitado a escavação de uma antiga pedreira; Os afloramentos que se observam na vertente do lago correspondem a camadas sedimentares com cerca de 21 a 22 milhões de anos, idade próxima da base do Miocénico. Zbyszewski. 1937. In Zbyszewski (1954). Arquivo do LNEG. Lisboa.



relativamente ao bloco continental ibérico (Curtiss, 1999; Kullberg *et al.*, 2006; Ribeiro *et al.*, 1979, 1990; entre outros). Esta bacia sofre subsidência originando uma transgressão testemunhada pela deposição de sedimentos marinhos de litoral e fluviais estuarinos e deltaicos, de idade miocénica com cerca de 22 milhões de anos a cerca de 10 milhões de anos, bem representados na cidade de Lisboa.

**Figura 5** *Gavialosuchus americanus*: crânio de crocodilo – recolhido na jazida fossilífera em Chelas, em estratos arenosos de ambiente fluvial, de idade miocénica de cerca de 13 milhões de anos –; Exemplar muito bem conservado, com um comprimento total de 111,4 cm, que pode ser visitado no Museu Geológico. Vianna e Moraes. 1941. In Vianna e Moraes (1941, 1945). Arquivo do LNEG. Lisboa.



Estes sedimentos são variados, correspondendo a argilas e argilitos, por vezes negros e piritosos, margas, calcários areníticos, areias e arenitos, frequentemente fossilíferos, com abundância de moluscos lamelibrânquios, particularmente ostreídeos, peixes, ossos de cetáceos, jazidas de vegetais fósseis e de mamíferos, entre outros (Pais e Legoinha, 2006; Pais *et al.*, 2003) (Figuras 4 e 5).

Finalmente sobre as unidades descritas anteriormente ocorrem, por contacto erosivo, sedimentos aluvionares recentes ao longo das principais ribeiras, como nos vales da ribeira de Algés, de Alcântara, de Benfica, do Campo Grande, da Baixa, da Avenida Almirante Reis, e de Chelas. Todas as rochas descritas acima, de idades muito diferentes, que constituem o substrato aflorante de Lisboa encontram-se deformadas por acções tectónicas associadas à abertura do Atlântico e à Orogenia Alpina, actualmente ainda actuante. Estas deformações estão expressas nas rochas por dobramentos (arqueamentos das rochas) e falhas (fracturação com movimentação ao longo da fractura de blocos anteriormente adjacentes) (Figura 1).

Os dobramentos apresentam duas direcções estruturais, nomeadamente a de direcção próxima de E-W na região ocidental, como os sinformas (dobra que fecha para baixo) de Benfica-Carnide-Musgueira e de Benfica, o antiforma de Monsanto e ainda vários dobramentos menores a sul do doma de Monsanto. Para leste (E) do meridiano de Campolide, as unidades estão dispostas segundo uma estrutura em monoclinial (inclinação das camadas no mesmo sentido) suave de direcção aproximadamente N-S a NNE-SSW, disposta ao longo da margem direita do Rio Tejo, inclinando para E, mergulhando sob as aluviões recentes do rio e constituindo uma faixa que se vai estreitando progressivamente para NNE (Moniz, 2010; Moniz e Cabral, 2006).

As falhas presentes terminam no geral à longitude do Campo Grande, não afectando a estrutura em monoclinial, situada a leste, apresentando diferentes orientações, como as de direcção NE-SW e E-W, e também NW-SE e aproximadamente N-S. Exibem comprimentos compreendidos entre algumas centenas de metros e cerca de 6 km, e inclinações acentuadas (geralmente superiores a 70°). Na área situada a leste de Lisboa, já no vale do Tejo, destacam-se ainda falhas maiores regionais consideradas activas (com actividade nos últimos 2 milhões de anos), ocultas sob as aluviões do rio e cuja localização e traçado precisos são ambíguos. Este conjunto de falhas próximas, comumente designadas por (zona de) “Falha do Vale Inferior do Tejo”, incluem o prolongamento para sul da zona de falha NNE-SSW de Vila Franca de Xira (Cabral e Moniz, 2011; Moniz, 2010), eventualmente responsável pelo monoclinial de Lisboa, anteriormente referido. Integram ainda o prolongamento meridional, sob o “Mar da Palha”, no estuário do Tejo, um

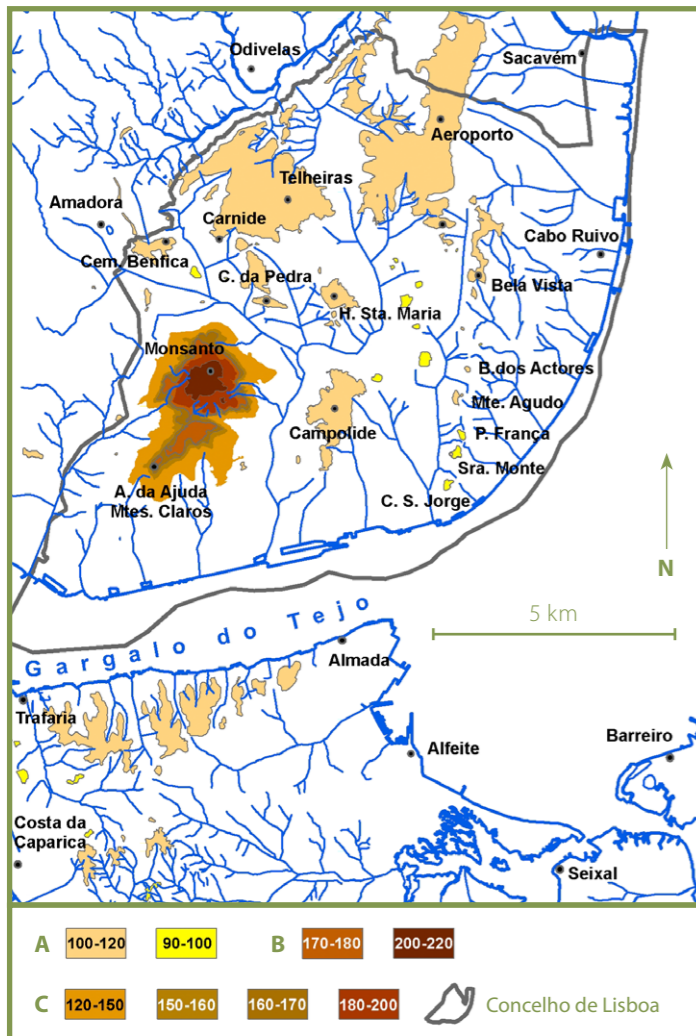
sistema de falhas complexo de orientação NNE-SSW, como a falha do Rio Sorraia, identificada através de sísmica de reflexão (Baptista e Moniz, 2008; Walker, 1983). A falha de Azambuja (Cabral *et al.*, 2004) poderá ser a expressão aflorante deste sistema de falhas a norte, e eventualmente constituir a fonte sismogénica do sismo de Benavente de 1909 (Cabral *et al.*, 2009). Há ainda a considerar o prolongamento setentrional da zona de falha de Pinhal Novo-Alcochete, passando na região de Alcochete (Moniz, 2010; Moniz e Cabral, 2014).

### 3

#### As (geo)paisagens e a sua história

Lisboa é caracterizada por ter uma paisagem acidentada. O seu modelado pode ser sucintamente descrito pela presença de diversas elevações correspondentes a interflúvios, alguns com topo aplanado a cotas de cerca de 110 m constituindo vestígios de uma antiga superfície de erosão entalhada pelo encaixe fluvial, separadas por vales fluviais associados a esse encaixe. Identificam-se ainda dois relevos também de topo aproximadamente aplanado culminando a cotas mais altas, de cerca de 180 m, na área da Ajuda sobre escoadas basálticas do Complexo Vulcânico de Lisboa, e de 210-220 m no Alto de Monsanto desenvolvido sobre rochas carbonatadas de idade cretácica (Figura 6). Encontram-se assim representadas na paisagem actual testemunhos de uma vasta superfície de aplanagem presentemente a uma altitude de cerca de 110 m, que foi erodida pela incisão fluvial e por vezes rebaixada (provavelmente testemunhada pelos topos a cerca de 90 a 100 m, como o Castelo de S. Jorge), acima da qual se destacam os relevos mais altos da Ajuda e Monsanto. A superfície de aplanagem a 110 m encontra-se talhada no geral sobre rochas de idade cenozóica, principalmente miocénica, mas também sobre outras mais antigas e está amplamente representada pelos seus testemunhos na zona da Graça (Nossa Senhora do Monte), Penha de França (Monte Agudo), Bela Vista, Campolide, Telheiras, Aeroporto, Cruz da Pedra, Carnide, entre outros locais. Encontra-se ainda representada na margem esquerda do Rio Tejo, no topo das colinas de Almada, prolongando-se para sul até aproximadamente à Costa da Caparica (Figura 7). A idade desta superfície de aplanagem é difícil de precisar, estimando-se ter cerca de 1 milhão de anos.

**Figura 6** Mapa hipsométrico simplificado da região de Lisboa com os testemunhos de uma antiga superfície de aplanação e os relevos mais altos que dela sobressaem. Intervalos de altitudes em metros. De forma a evidenciar a erosão da antiga superfície de aplanação, desenharam-se parte dos cursos de água da região. Mapa obtido a partir das folhas topográficas na escala 1:25 000.



A vestígios da antiga superfície de aplanação (100-120 m) e do seu provável rebaixamento 90-100 m | B relevos mais altos: Alto da Ajuda (170-180 m) e Monsanto (200-220 m) | C vertentes dos relevos mais altos onde a superfície de aplanação se encontra embutida (120-170 m e 180-200 m).

Os níveis a cotas mais altas são mais antigos e associados a rochas mais resistentes à erosão. Principalmente a preservação do nível de Monsanto poderá ser justificada como um relevo de dureza, ou seja, estará condicionada pelas litologias mais resistentes à erosão (rochas calcárias de idade cretácica), sendo um testemunho muito degradado de um antigo relevo tectónico associado ao antiforma de Monsanto. Assim, a partir da paisagem actual podemos reconstituir a paisagem mais antiga (há cerca de 1 Ma), que deveria corresponder a uma vasta planície aproximadamente horizontal situada a uma cota próxima do nível do mar contemporâneo, e onde se espriava um Rio Tejo antigo, junto à sua foz, donde sobressairiam alguns relevos mais altos (Ajuda e Monsanto). Esta planície fluvial, ou de transição para litoral, estender-se-ia para a actual margem Sul, estando testemunhada no topo das colinas de Almada, evidenciando uma paisagem anterior à incisão fluvial do rio no actual "Gargalo do Tejo".

Este encaixe do Rio Tejo e dos seus afluentes na superfície de aplanação resultou da resposta erosiva da rede hidrográfica a uma descida relativa, progressiva do nível do mar devida principalmente a um levantamento regional do continente. Gerou-se assim a instalação e encaixe de cursos de água que erodiram e dissecaram esta superfície em pequenos retalhos preservados no topo de interflúvios separados por vales fluviais. Exceptua-se provavelmente o sector vestibular do rio Tejo compreendido aproximadamente entre Vila Franca de Xira e Alcochete (incluindo o "Mar da Palha"), onde o levantamento terá sido escasso ou nulo, devido à presença de falhas activas que acomodaram o deslocamento diferencial. O estuário do Rio Tejo, junto a Lisboa, apresenta duas orientações distintas: a oriente tem um traçado NE-SW ocupando uma área extensa que se vai alargando para sul, com inúmeros depósitos de terraços fluviais escalonados na margem esquerda contrastando com a sua ausência na margem de Lisboa até aproximadamente ao paralelo de Sacavém, onde apresenta uma largura de cerca de 15 km. Para sul, o seu alargamento produz uma espécie de mar de pequena profundidade, o "Mar da Palha", até ao Cais do Sodré. Para jusante, e até à foz o Rio Tejo muda de orientação para E-W a ENE-WSW, tornando-se muito mais estreito e encaixado, com cerca de 2 km de largura, separando Lisboa das colinas de Almada, num troço vestibular designado por "Gargalo do Tejo" (Figura 6).

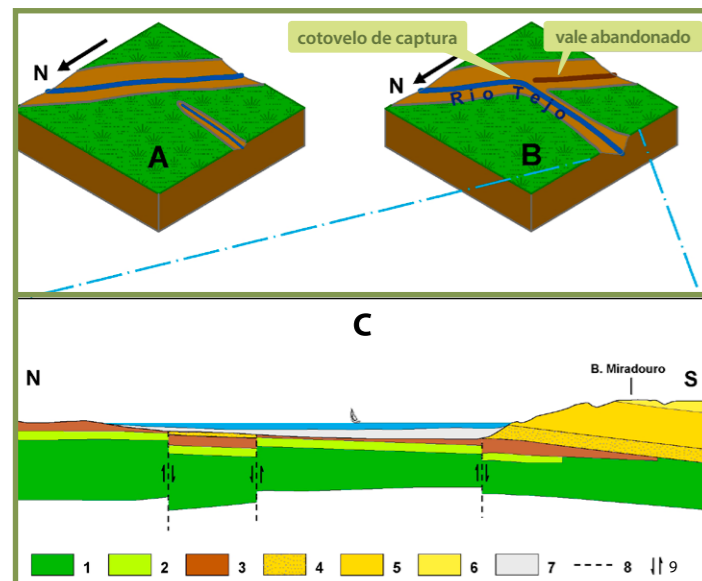
Como se referiu, este sector vestibular do Rio Tejo ocorreu após o desenvolvimento da aplanção regional situada a cerca de 100 m de cota, resultando do encaixe de um canal fluvial. A mudança de orientação do percurso do rio de NNE-SSW para E-W no seu troço mais a jusante é eventualmente consequência de uma captura (Figura 8) facilitada pelo encaixe de uma linha de água de direcção próxima de E-W a favor da orientação das camadas sedimentares nesta área (aproximadamente E-W), correspondendo assim a um canal ortoclinal num contexto de morfologia em costeira (Cabral, 1995; Moniz, 2010). Contudo, nesse processo de captura não é de excluir o papel de uma zona de fractura profunda (falha do Gargalo do Tejo), proposta por Ribeiro *et al.* (1986, 1990) que terá localizado e facilitado o referido encaixe. Uma reconstituição possível muito simples da evolução do Rio Tejo na região considera que, após a deposição dos

sedimentos do Miocénico em ambiente fluvial, lacustre e marinho litoral num contexto de actividade tectónica intensa com subsidência acentuada da Bacia do Baixo Tejo, ocorreu até ao final do Pliocénico (até há cerca de 3 milhões de anos) uma sedimentação fluvial numa larga planície aluvial associada a uma drenagem proveniente de noroeste, bem testemunhada por sedimentos predominantemente arenosos e cascalhentos que constituem a parte superior do enchimento sedimentar da Bacia, testemunhados por exemplo na parte Norte da Península de Setúbal (Figura 1). O encaixe do Rio Tejo com o seu traçado NE-SW, poderá ter-se iniciado no Quaternário inferior, há cerca de 2 milhões de anos e a sua foz situada na Península de Setúbal corresponderia a uma extensa planície litoral. Só posteriormente, há menos de 1 milhão de anos terá ocorrido a captura referida no Gargalo, passando a sua foz a ser mais confinada, na localização actual.

**Figura 7** Vista sobre a margem Sul do Rio Tejo (Cacilhas-Almada) – Observa-se a vertente íngreme e o topo aplanado (aplanação de 100-120 m): nesta vertente afloram os estratos sedimentares de idade miocénica; O monumento do Cristo Rei virá a ser erguido no topo da vertente no extremo oeste (à direita na fotografia). Choffat. Anterior a 1919. In Choffat (1950). Arquivo do LNEG. Lisboa.



**Figura 8** Esquema simplificado do processo de captura fluvial e corte geológico no sector do “Gargalo do Tejo”.



**A e B** Processo ilustrativo em que um curso de água por erosão remontante captura outro, que poderá justificar a mudança de orientação do Rio Tejo no sector do “Gargalo” (sem escala):

- A antes da captura
- B após a captura

**C** corte geológico (modificado de Moniz, 2005):

- 1 e 2 unidades do Cretácico
- 3 Complexo Vulcânico de Lisboa
- 4 a 6 unidades do Miocénico
- 7 sedimentos fluviais actuais
- 8 e 9 falhas:
  - 8 inferidas por sondagens
  - 9 sua movimentação provável.

Note-se que no corte geológico não ocorrem sedimentos do Paleogénico (ver Figura 2), o que indicia uma paleogeografia desta idade e neste local mais alta que a envolvente.

#### 4

##### Preservar, valorizar e divulgar

Certos aspectos da geodiversidade da cidade de Lisboa apresentados nos capítulos antecedentes foram focados, ainda que de forma individualizada e muito abreviada, na descrição dos geomonumentos que se encontram ilustrados nos percursos geológicos temáticos da cidade, intitulados ambientes de deposição e pedreiras. Estes itinerários temáticos foram criados e desenvolvidos pelo Município de Lisboa num projecto sobre conservação de património geológico em contexto urbano. Deste projeto resultou a disponibilização de informações sobre os itinerários já mencionados e alguns aspectos dos geomonumentos no *website* do município, que também pode ser acedido através de dispositivos móveis, como *smartphones* e *tablets*. Considerando a grande diversidade paisagística de Lisboa, com as suas colinas e a configuração do Rio Tejo, para além da sua geodiversidade, seria interessante seleccionar sítios panorâmicos da cidade, como por exemplo os miradouros de Santa Catarina, da Rocha de Conde de Óbidos, de São Pedro de Alcântara, da Senhora do Monte, entre outros, para se contar histórias científicas sobre as formas do relevo e o traçado do rio, e mostrar outros aspectos de natureza geológica. Nestes locais singulares, de grande beleza paisagística, poderiam ser explanadas interpretações sobre a génese e configuração das principais geoformas da cidade através de painéis expositivos com esquemas facilmente dedutíveis, que também poderiam ser disponibilizadas em aplicações de dispositivos móveis. Estes geossítios paisagísticos estão em condições de integrar os percursos já editados pelo Município de Lisboa e ser considerados como lugares de relevância geoturística, ou então de integrar novos percursos a elaborar. A implementação de abordagens interpretativas das geopaisagens observadas nos miradouros panorâmicos e nos locais onde se encontram os geomonumentos já conhecidos, para além de outros geossítios ainda por reconhecer, promoveria o geoturismo da cidade e enriqueceria significativamente o seu património geológico. A descrição e interpretação dos geossítios panorâmicos e dos geomonumentos seriam melhor disponibilizadas através da sua ilustração em três níveis de informação no *website* do Município de Lisboa, em função do tipo de público-alvo que se pretende atingir. No primeiro nível de informação, os conteúdos a

disponibilizar poderão ser organizados de forma relativamente simples, sendo caracterizados por leitura clara e fácil, porém associados a histórias geológicas atractivas e figurativas, que serão representativas das geopaisagens e/ou geomonumentos. Esta divulgação de conteúdos de carácter generalista pretende alcançar e fixar intuitivamente a atenção do público em geral, sempre numa perspectiva de estimular o seu interesse e curiosidade. No segundo nível de informação, as histórias geológicas iniciais serão aprofundadas através do fornecimento de detalhes para uma melhor interpretação dos geossítios e geopaisagens. Os raciocínios a implementar nos conteúdos a disponibilizar pretendem apelar à lógica dedutiva, tendo implícito que os diferentes aspectos geológicos podem ser interpretados segundo processos naturais semelhantes aos que se observam actualmente ou seja “o presente é a chave para entender o passado” (Huton, 1788). Neste nível pretende-se elaborar modelos interpretativos e esquemas figurativos que irão permitir validar conclusões, no geral, evidentes pelo processo dedutivo e de acordo com o princípio das causas atuais de James Hutton (1788). Este nível de informação é dirigido a um público mais culto e naturalmente mais exigente, no geral com um nível de educação mais elevado. Pretende-se atingir a população estudantil e de geoturistas com interesse na compreensão e evolução do planeta Terra. No terceiro nível de informação, os conteúdos a disponibilizar e a interpretar à luz do estado actual do conhecimento científico incluiriam um conjunto mais completo de informação geológica. Este último nível de informação é dirigido a geoturistas, estudantes do ensino superior, amantes das ciências, em particular da Geologia, e a técnicos especialistas nas áreas das Ciências da Terra, que pretendem aprofundar o conhecimento geológico sobre os lugares, quer em relação à forma de obter os dados quer aos modelos geológicos vigentes. Seria ainda interessante que os três níveis de informação delineados estivessem ajustados aos ciclos educativos do sistema de ensino português. Em termos muito gerais considera-se que os dois primeiros níveis de informação podem estar adaptados ao desenvolvimento de saberes da comunidade escolar nos primeiros ciclos de ensino, e o último nível, mais avançado, é destinado a participantes com conhecimentos científicos na área das geociências.

Realça-se ainda a possibilidade de destacar a observação da tipologia e características das rochas ornamentais, por vezes fossilíferas, utilizadas em pavimentos, edifícios comuns e ainda em edifícios históricos, em particular dos que fazem parte do Património da Humanidade. As histórias associadas à proveniência, tipologia e diversidade das referidas rochas podem ser apresentadas em painéis expositivos e integrados no *website* do Município de Lisboa. Este tipo de informação é comum em monumentos de outros países, como por exemplo em grandes cidades como Viena, Paris, Cracóvia, entre outras. Têm sido publicados artigos sobre as rochas ornamentais de alguns monumentos de Lisboa, nomeadamente da capela de S. João Baptista da igreja de São Roque (Sequeira, 2017) e os seus pavimentos rochosos (Ramalho e Sequeira, 2017a), bem como sobre os pavimentos perdidos do Convento de S. Francisco de Lisboa (Ramalho e Sequeira, 2017b). O Parque Florestal de Monsanto, com cerca de 1000 hectares de extensão, corresponde a um lugar de características muito próprias, que incorpora geossítios de elevada singularidade. A valorização e divulgação do seu património geológico, na perspectiva da sua preservação e conservação, seriam interessantes para dinamizar o seu espaço e permitiria ainda o seu aproveitamento recreativo, educativo e cultural para a população em geral. A inventariação do património geológico (associado às rochas carbonatadas do Cretácico e ao “Complexo Vulcânico de Lisboa”) e a definição dos seus trilhos permitiria uma significativa valorização e dinamização do parque. A divulgação da rota sedimentar e vulcânica de Monsanto poderia ser efectuada através de painéis expositivos como histórias ilustradas.

#### 5

##### Considerações finais

A geodiversidade da cidade de Lisboa resultou de uma longa história geológica que se iniciou há cerca de 110 milhões de anos, primeiro num contexto de abertura do Oceano Atlântico Norte e, posteriormente, como testemunho da evolução da bacia do Baixo Tejo no contexto da convergência da África com a Ibéria, associada à orogenia Alpina (Pais *et al.*, 2006). A história geológica e geopaisagística encontra-se preservada em diversos locais no espaço urbano da cidade, apresentando, para além do valor científico, valor pedagógico e educativo, bem como cultural e geoturístico.

O actual modelado geomorfológico da cidade, que define a paisagem observável, foi originado nos últimos 1 a 2 milhões de anos, em consequência da actuação dos agentes erosivos sobre diferentes litologias que integram e caracterizam as várias formações geológicas presentes. Os efeitos da erosão geraram geopaisagens (como colinas dispersas, separadas por ribeiras e pelo Rio Tejo), de características peculiares que podem ser interpretadas e narradas como testemunhos da história geológica recente da região. Atendendo ao exposto, considera-se uma importante mais-valia para o espaço urbano da cidade a integração de novos geossítios, incluindo em particular os miradouros panorâmicos, no *website* do Município de Lisboa, bem como a criação de novos itinerários geológicos, nomeadamente no Parque de Monsanto, e a actualização dos já existentes. Justifica-se ainda a construção de painéis expositivos nos geossítios mais emblemáticos da cidade com explicações interpretativas das geopaisagens observadas e da geologia do próprio lugar. A elaboração de produtos cartográficos a escalas apropriadas com itinerários e guias interpretativos, que incluem lugares com relevância geohistórica, geopaisagística e apelo aos sentidos, pode ser concretizada para a cidade de Lisboa, constituindo sistemas organizados em rede. Estes produtos didácticos e educativos podem ainda ser implementados e dinamizados nas redes sociais como elementos que geram interactividade entre o público em geral, a população estudantil e os geoturistas, nacionais e internacionais, em particular. Esta dinâmica pode ser ainda complementada com a introdução de materiais ilustrativos didácticos e apelativos, com explicações na forma de histórias - “histórias contadas”.

## BIBLIOGRAFIA

AZEVEDO, T.M., “Éssai de reconstitution paléogéographique du bassin de Lisbonne au Paléogène”, in *Mem. e Not.*, nº 112, 1991, pp. 525-564.

BAPTISTA, R., MONIZ, C., “Corte Geológico”, in *Folha 34-B Loures, da Carta Geológica de Portugal, na escala 1:50 000*, Lisboa, Departamento de Geologia, Instituto Nacional de Engenharia, Tecnologia e Inovação, 2008.

CABRAL, J., *Neotectónica em Portugal Continental*, Memórias do Instituto Geológico e Mineiro, 31, Lisboa, Ministério da Indústria e Energia, 1995, p. 265.

CABRAL, J., MONIZ, C., “Tectónica”, in *Notícia Explicativa da Folha 34-B Loures*, Lisboa, Instituto Nacional de Engenharia, Tecnologia e Inovação, 2011, pp. 33-41.

CABRAL, J., BATLLO, J., COSTA, P.T., CARVALHO, J., MONIZ, C., “The 1909 Benavente earthquake (Lower Tagus Valley, Portugal). Seismic risk in moderate seismicity area: from hazard to vulnerability”, in *What did we learn since the 1909 Provence (Lambesc) Earthquake ?*, Aix en Provence (France), Université Paul-Cézanne, 2009, p. 37.

CABRAL, J., MONIZ, C., RIBEIRO, P., TERRINHA, P., MATIAS, L., “Analysis of seismic reflection data as a tool for the seismotectonic assessment of a low activity intraplate basin- the Lower Tagus Valley (Portugal)”, in *Journal of Seismology*, nº 7, 2003, pp. 431-447.

CABRAL, J., RIBEIRO, P., FIGUEIREDO, P., PIMENTEL, N., MARTINS, A., “The Azambuja fault: An active structure located in an intraplate basin with significant seismicity (Lower Tagus Valley, Portugal)”, in *Journal of Seismology*, nº 8, 2004, pp. 347-362.

CHOFFAT, P., *Recueil de monographies stratigraphiques sur le Système Crétacique du Portugal. 1<sup>er</sup> étude: Contrées de Cintra, Bellas et de Lisbonne*, Lisboa, Mem Sec. Trab. Geol. Portugal, 1885, p. 68.

CHOFFAT, P., *Recueil d'études paléontologiques sur la faune crétacique du Portugal. 1<sup>er</sup> série: Espèces nouvelles ou peu connues*, Lisboa, Mem Sec. Trab. Geol. Portugal, 1886, p. 40.

CHOFFAT, P., *Géologie du Cénozoïque du Portugal*, (Oeuvre posthume), Lisboa, Comun. Serviços Geológicos de Portugal, Suplemento ao Tomo XXX, 1950, p. 182.

CHOFFAT, P., *Planches et coupes géologiques de la région éruptive au Nord du Tage* (oeuvre posthume), Memórias dos Serviços Geológicos de Portugal, Lisboa, 1951.

CHOFFAT, P., BERKELEY-COTTER, J.C., *Carta Geológica de Lisboa. Escala 1:20.000*, (Obra Póstuma), Lisboa, Serviços Geológicos de Portugal, 1940.

CURTISS, M.L., “Structural and kinematic evolution of a Miocene to Recent sinistral restraining bend: the Montejunto massif, Portugal”, in *Journal of Structural Geology*, nº 21, 1999, pp. 39-54.

FONTANA, R.C., MENEGAT, R., MIZUSAKI, A.P., “Geoconservação em grandes cidades e proposição dos itinerários geológicos de Porto Alegre: contribuições metodológicas para valoração integrada de unidades geológicas”, in *Geociências*, nº 34(4), 2015, pp.897-918.

HUTON, J., “Theory of the Earth; or an Investigation of the Laws Observable in the Composition, Dissolution, and Restoration of Land Upon the Globe”, in *Transactions of the Royal Society of Edinburgh*, nº 1(2), 1788, pp. 209-304.

KULLBERG, J.C., ROCHA, R.B., SOARES, A.F., REY, J., TERRINHA, P., CALLAPEZ, P., MARTINS, L., “A Bacia Lusitaniana: Estratigrafia, Paleogeografia e Tectónica”, in Dias, R., Araújo, A., Terrinha, P., Kullberg, J.C. (eds.), *Geologia de Portugal no contexto da Ibéria*, Évora, Universidade de Évora, 2006, pp. 317-368.

LNEG (EX INETI), *Folha Geológica 34-D Lisboa da Carta Geológica de Portugal, na Escala de 1:50.000*, Lisboa, Instituto Nacional de Engenharia, Tecnologia e Inovação (INETI), 2005.

LNEG (EX INETI), *Folha Geológica 34-B Loures da Carta Geológica de Portugal, na Escala de 1:50.000*, Lisboa, Instituto Nacional de Engenharia, Tecnologia e Inovação (INETI), 2008.

MARTÍN-CHIVELET, J., FLOQUET, M., GARCÍA-SENZ, J., “A Synthesis Essay, in Late Cretaceous Post-Rift to Convergence in Iberia”, in *The Geology of Iberia: a Geodynamic Approach, The Alpine Cycle*, nº 3, 2019, pp. 354-360.

MONIZ, C., “Corte Geológico”, in *Folha Geológica 34-D Lisboa da Carta Geológica de Portugal, na Escala de 1:50.000*, Lisboa, Instituto Nacional de Engenharia, Tecnologia e Inovação (INETI), 2005.

MONIZ, C., *Contributo para o conhecimento da Falha de Pinhal Novo-Alcochete, no âmbito da Neotectónica do Vale Inferior do Tejo*, Lisboa, Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa (Dissertação de Mestrado), 2010, p.128.

MONIZ, C., CABRAL, J., “Tectónica”, in *Notícia Explicativa da Folha 34-D Lisboa*, Lisboa, Instituto Nacional de Engenharia, Tecnologia e Inovação, 2006, pp. 28-40.

MONIZ, C., CABRAL, J., “The Pinhal Novo-Alcochete fault zone in the seismotectonic framework of the Lower Tagus Valley (Lisbon Region)”, in *Livro de Resumos da 2ª Reunión Ibérica sobre Fallas Activas y Paleosismología, Iberfault, Sesión 1: Fallas activas cuaternarias en la zona continental de Iberia*, Lorca, Espanha, 2014, pp. 3-6.

OLIVEIRA, M.A., *Guia Turístico de Portugal de A a Z*, Lisboa, Círculo dos Leitores, 1990, p. 344.

PAIS, J., LEGOINHA, P., “Cenozóico”, in *Notícia Explicativa da Folha 34-D Lisboa*, Lisboa, Instituto Nacional de Engenharia, Tecnologia e Inovação, 2006, pp. 10-27.

PAIS, J., LOPES, C., LEGOINHA, P., RAMALHO, E., FERREIRA, J., RIBEIRO, I., AMADO, A., SOUSA, L., TORRES, L., BAPTISTA, R., REIS, R., “Sondagem de Belverde (Bacia do Baixo Tejo, península de Setúbal, Portugal)”, in *Ciências da Terra*, Monte de Caparica, Universidade Nova de Lisboa, Vol. Especial V, CD-Rom, 2003, pp. A99-A102.

PAIS, J., MONIZ, C., CABRAL, J., CARDOSO, J., LEGOINHA, P., MACHADO, S., MORAIS, M.A., LOURENÇO, C., RIBEIRO, M.L., HENRIQUES, P., FALÉ, P., *Notícia Explicativa da Folha 34-D, Lisboa. Escala 1:50 000*, Lisboa, Instituto Nacional de Engenharia, Tecnologia e Inovação, 2006, p. 74.

RAMALHO, M.M., SEQUEIRA, J., “Caminhando sobre criptas e sepulturas: os pavimentos da igreja de São Roque de Lisboa”, in Fernandes, L., Bugalhão, J., Fernandes, P. (coord.), *Debaixo dos nossos pés: pavimentos históricos de Lisboa*, Lisboa, Museu de Lisboa, 2017a, pp. 176-179.

RAMALHO, M.M., SEQUEIRA, J., “Os pavimentos perdidos do Convento de S. Francisco de Lisboa”, in Fernandes, L., Bugalhão, J., Fernandes, P. (coord.), *Debaixo dos nossos pés: pavimentos históricos de Lisboa*, Lisboa, Museu de Lisboa, 2017b, pp. 168-171.

REIS, R.P., PAIS, J., ANTUNES, M.T., “Sedimentação aluvial na região de Lisboa. O “Complexo de Benfica””, in *Geogaceta*, nº 29, 2001, pp. 91-94.

RIBEIRO, A., ANTUNES, M.T., FERREIRA, M.P., ROCHA, P.B., SOARES, A.F., ZBYSZEWSKI, G., ALMEIDA, F.M., CARVALHO, D., MONTEIRO, J.H., *Introduction à la Géologie Générale du Portugal*, Lisboa, Serv. Geol. Portugal, 1979, p. 114.

RIBEIRO, A., KULLBERG, M.C., KULLBERG, J.C., MANUPPELLA, G., PHIPPS, S., “A review of Alpine tectonics in Portugal: Foreland detachment in basement and cover rocks”, in *Tectonophysics*, nº 184, 1990, pp. 357-366.

RIBEIRO, A., RAMALHO, M., AZEVEDO, T.M., CABRAL, J., *Estratigrafia e Tectónica da Cadeia da Arrábida. Estratigrafia e Tectónica da Península de Setúbal*, Livro-guia da Excursão B2/B3 do 2º Congresso Nacional de Geologia, Lisboa, 1986.

SEQUEIRA, J., “Rochas ornamentais da Capela de S. João Baptista da Igreja de S. Roque em Lisboa: Tipologia, nomenclatura e enquadramento geológico dos locais de ocorrência”, in *Revista Cidade Solidária*, nº 38, 2017, pp.108-119.

SERRALHEIRO, A., *Contribuição para a actualização do conhecimento do Complexo vulcânico de Lisboa*, Lisboa, Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa (Trabalho Adicional à Dissertação de Doutoramento), 1978, p. 39.

STANLEY, M., “Geodiversity and why we need it”, in *Earth Heritage*, nº 14, 2000, pp. 15-18.

VIANNA, A.; MORAES, A., “Sobre um Crâneo de Crocodilo Fóssil encontrado no Mioceno de Lisboa”, *Actas do I Congresso Nacional de Ciências Naturais*, in *Boletim da Sociedade Portuguesa de Ciências Naturais*, Vol. XIII, Suplemento III, 1941, pp. 542-546.

VIANNA, A.; MORAES, A., “Sur un Crâne de Crocodile Fossile découvert dans le Miocène de Lisbonne”, in *Boletim da Sociedade Geológica de Portugal*, Vol. IV, 1945, pp. 161-170.

WALKER, D.J., *Final Report – Seismic Intrepretation for Petrogal Concession areas 45, 46, 47/48, GPEP*, Lisboa (Relatório Interno, não publicado), 1983.

ZBYSZEWSKI, G., “LAquitaniien supérieur de Lisbonne et du Ribatejo”, in *Comunicações dos Serviços Geológicos de Portugal*, Tomo XXXV, 1954, pp. 99-154.