



DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS DA VIDA

FACULDADE DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE DE COIMBRA

Vegetação e solo: calcários *versus* filitos

Filipe Manuel Ferreira Rodrigues Covelo

2014



DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS DA VIDA

FACULDADE DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE DE COIMBRA

Vegetação e solo: calcários *versus* filitos

Dissertação apresentada à Universidade de Coimbra para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Biodiversidade, realizada sob a orientação científica da Professora Doutora Fátima Sales (Universidade de Coimbra) e da Professora Doutora Manuela da Vinha (Universidade de Coimbra)

Filipe Manuel Ferreira Rodrigues Covelo

2014

Agradecimentos

Este trabalho é o culminar do esforço de várias pessoas, sem as quais não era possível a sua concretização. Cabe-me agradecer a todos pelo empenho, dedicação, estímulo e conhecimentos transmitidos.

Os meus primeiros agradecimentos vão para as minhas orientadoras Doutora Fátima Sales e Doutora Manuela da Vinha, por aceitarem orientar esta dissertação e se apresentarem sempre disponíveis para me mostrar o caminho certo a seguir e a encontrar soluções para os desafios que estiveram envolvidos neste trabalho;

Ao Doutor César Garcia (Museu Bocage, Lisboa) e ao Doutor José Paulo Sousa (Departamento de Ciências da Vida da Universidade de Coimbra) pelas dicas e disponibilidade no esclarecimento de dúvidas que surgiram durante a realização da análise estatística dos meus dados;

Agradeço ao Mestre António Santos, à Doutora Lídia Catarino, Sr. Carlos Maia, e à Sr^a Manuela Blanco do Departamento de Ciências da Terra da Universidade de Coimbra pelo apoio no tratamento e realização das análises de solo;

Ao Sr. Arménio Matos pelas discussões na identificação do material vegetal e transmissão do seu precioso saber. À Sr^a D. Manuela Patão, técnica de herbário, pela desinfestação do material colhido, constante disponibilidade e incentivo à superação das dificuldades. À Liliana Cordeiro que me incluiu na sua lista de formandos em técnicas de montagem de material de herbário;

A todos meus amigos e colegas, em especial para o Daniel Almeida, Cidália Gomes, Lucie Mota, Daniela Tavares, Joana Costa e João Alegre por todo o apoio, incentivo, amizade e consideração;

À Sara Rodrigues pelo imenso apoio, paciência e compreensão nos momentos mais complicados. Por estar sempre ao meu lado e fazer de mim alguém mais completo;

Aos meus pais e família, por tudo o que me ofereceram e permitiram concretizar. Sem eles nada seria possível.

A todos, o meu mais sincero,

Obrigado!

Resumo

Na zona periurbana de Coimbra distinguem-se solos de calcários, margas, calcários margosos e margo-calcários pertencentes à Orla Ocidental das Bacias Mesocenozóicas, e solos de filitos inseridos no setor Coimbra – Espinhal – Alvaiázere da zona da Ossa Morena. Calcários e filitos estão muito próximos e, como tal, supõe-se que o clima e a vegetação circundante não constituam os fatores principais causadores de variação da composição florística nos dois tipos de solo. A zona periurbana de Coimbra constitui, assim, um modelo para o estudo da influência do tipo de solo no coberto vegetal. O objetivo principal desta investigação foi comparar o elenco florístico nestes dois tipos de solo.

Foram selecionadas duas áreas em cada tipo de solo de forma a realizar: (1) análises de solo de 12 colheitas: cor, pH, condutividade elétrica, teor de humidade, teor de matéria orgânica, difração de raio X, textura e fluorescência de raio X; e (2) análise da vegetação em 48 quadrados de amostragem: levantamento florístico e abundância do coberto vegetal pela metodologia DAFOR. Os dados foram analisados estatisticamente em Canoco for Windows 4.5.

Os solos das áreas de calcários e os solos das áreas de filitos mostraram ter características texturais e físico-químicas distintas. Os solos calcários apresentaram valores de pH, condutividade elétrica e de teor de humidade superiores aos solos de filitos, locais onde se identificou maior presença de matéria orgânica. Os solos calcários apresentaram textura limo-argilo-siltoso e os minerais mais abundantes foram a calcite, e o quartzo. Os solos de filitos apresentaram texturas limosa, limo-arenosa e limo-siltosa e os minerais mais abundantes foram o quartzo e as micas. Nas áreas de solos calcários os óxidos existentes em maior percentagem foram o CaO e o SiO₂ e os elementos traço com maior peso foram o Zr e Sr; nos solos de filitos os óxidos com maior percentagem foram SiO₂ e o Al₂O₃ e os elementos traço com maior peso foram o Zr e o V.

No total da investigação foram identificadas 288 *taxa* distribuídas por 61 famílias (com predominância da Fabaceae, Asteraceae e Poaceae), mostrando assim a enorme diversidade da vegetação periurbana da Coimbra. Verifica-se que existe uma distinção clara entre a vegetação das áreas de solos calcários e de solos de filitos e que os fatores ambientais que mais influenciam a ordenação das espécies e dos locais de amostragem são pH, a mineralogia e a influência antropogénica. Espécies como *Cistus albidus*,

Cistus monspeliensis e *Bellis perennis* predominam nos solos de calcários e *Erica arborea*, *Cistus salviifolius* e *Glandura prostrata* subsp. *prostrata* nos solos de filitos.

A partir destes resultados concluiu-se que as diferenças na vegetação se devem sobretudo à mineralogia dos solos, que estabelece características físico-químicas distintas, e à influência da ação antropogénica.

Palavras-chave: análise multivariada, áreas periurbanas, solos calcários, solos de filitos, vegetação mediterrânea.

Abstract

The peri-urban area of Coimbra has two kinds of soil (1) limestone, marl, marly limestone and limy-marl belonging to the West Belt of the Mesocenozoic Basin, and (2) phyllite soils inserted in the Coimbra – Espinhal – Alvaiázere sector of the Ossa Morena zone. These limestones and phyllites are near-by. Therefore, it is assumed that climate and surrounding vegetation do not constitute main factors causing variation in the floristic composition in the two types of soil. Thus, this peri-urban area constitutes a model to study the influence of soil type on plant cover. The main objective of this investigation was to compare the floristic composition in these two soil types.

Two areas were selected in each soil type in order to: (1) analyse 12 soil samples: color, pH, electrical conductivity, moisture, organic matter, X-ray diffraction, texture and X-ray fluorescence; and (2) analyse the vegetation in 48 quadrats: floristic composition and abundance using DAFOR methodology. Data were statistically analysed in *Canoco for Windows 4.5*.

The areas of limestone soil and the areas of phyllite soils have distinct texture and distinct physical-chemistry. Limestone soils had pH, electrical conductivity and moisture content higher than the phyllite soils; the latter had higher organic matter. Limestone soils had silt-clay-silty texture and the most abundant minerals were calcite, and quartz. The texture of the phyllite soils was limy, lime-sandy and lime-silty and the most abundant minerals were quartz and mica. In the areas of limestone soils the oxides with higher percentage were CaO and SiO₂ and the commoner trace elements were Zr and Sr; in phyllite soils, the oxides with higher percentage were SiO₂ and Al₂O₃ and the commoner trace elements were Zr and V.

A total of 288 taxa, in over 61 families (with a predominance of Fabaceae, Asteraceae and Poaceae) were identified, which shows the enormous diversity of the peri-urban vegetation of Coimbra. It was found a clear distinction between the vegetation of the areas of limestone soil and phyllite soil; also, the environmental factors that influence the ordering of species and sampling sites are pH, mineralogy and anthropogenic influence. Species such as *Cistus albidus*, *Cistus monspeliensis* and *Bellis perennis* predominate in soils of limestone; *Erica arborea*, *Cistus salviifolius* and *Glandura prostrata* subsp. *prostrata* predominate in phyllite soils.

It was concluded that the differences in vegetation are mostly due to the mineralogy of the soils, which establishes distinct physicochemical properties, plus the anthropogenic influence.

Keywords: limestone soils, Mediterranean vegetation, multivariate analysis, peri-urban areas, soils of phyllites.

Índice

Resumo	V
Abstract.....	VII
1. Introdução.....	1
1.1. Aspectos gerais da geologia de Portugal	4
1.1.1. Zonas calcárias em Portugal	5
1.1.2. Zonas xistosas em Portugal	6
1.2. O solo.....	9
1.3. A evolução da floresta Portuguesa e a vegetação mediterrânea	12
1.4. Interação solo-plantas	14
1.5. O local da investigação	16
1.5.1. Localização das áreas de investigação.....	16
1.5.2. O clima	18
1.5.3. Hidrografia.....	22
1.5.4. Vegetação	22
1.6. Objetivos.....	24
2. Materiais e métodos	25
2.1. Seleção das áreas de investigação.....	27
2.2. Amostragem de solos.....	30
2.3. Preparação de amostras para análise.....	31
2.4. Metodologias analíticas	32
2.5. Tratamento de material vegetal.....	35
2.6. Amostragem do coberto vegetal	38
2.7. Tratamento estatístico da vegetação	40
3. Resultados	43
3.1. Cor do Solo	45
3.2. Análises texturais e físico-químicas.....	45
3.3. Flora das áreas de investigação.....	54
3.4. Tratamento estatístico da vegetação	60
4. Discussão de resultados.....	67
4.1. Análises texturais e físico-químicas.....	69
4.2. Vegetação de solos calcários versus vegetação de solos de filitos	72

5. Conclusões	75
6. Trabalho futuro.....	79
Referências bibliográficas	83
Anexos.....	91

Índice de figuras

Figura 1 – Unidades geomorfológicas em que Portugal se encontra dividido.....	4
Figura 2 – Carta Geológica de Portugal.....	5
Figura 3 – Excerto da carta geológica de Portugal.....	8
Figura 4 – Exemplos das rochas encontradas nas áreas de solos calcários e solos de filitos.....	8
Figura 5 – Esquema de representação do perfil e horizontes de um solo florestal.....	11
Figura 6 – Excerto da Carta de Solos de Portugal.....	12
Figura 7 – Flor de: <i>Cistus albidus</i> (zonas calcárias) e <i>Calluna vulgaris</i> (zonas xistosas).	14
Figura 8 – Localização e distância entre as áreas de investigação.....	17
Figura 9 – Excerto da carta geológica de Coimbra (Norte).	17
Figura 10 – Classificação climática de Köppen – Geiger da Península Ibérica e Ilhas Baleares.....	18
Figura 11 – Esquema da formação do <i>horst</i> em escadaria como no Maciço Marginal de Coimbra.....	19
Figura 12 – Gráfico das normais termo-pluviométricas da estação meteorológica de Coimbra/Bencanta entre 1971 e 2000.....	20
Figura 13 – Média da temperatura mínima do ar na área de investigação.....	20
Figura 14 – Média da temperatura máxima do ar na área de investigação.....	21
Figura 15 – Vegetação das áreas de investigação.....	23
Figura 16 – Efeitos da ação antropogénica durante a investigação.....	27
Figura 17 – Vista aérea de na Bostelim na zona de solos de filitos.....	28
Figura 18 – Vista aérea de Torres do Mondego na zona de solos de filitos.....	28
Figura 19 – Vista aérea de Relvinha na zona de solos calcários.....	29
Figura 20 – Vista aérea de Souselas na zona de solos calcários.....	29
Figura 21 – Método de colheita de solo.....	30
Figura 22 – Tratamento de solo para análise.....	32
Figura 23 – Tratamento do material vegetal.....	37
Figura 24 – Exemplo de um dos transetos em Souselas.....	38
Figura 25 – Amostragem do coberto vegetal.....	39
Figura 26 – Gráficos de linhas dos parâmetros físico – químicos das amostras de solos das áreas de investigação.....	48
Figura 27 – Exemplos dos gráficos da análise de difração de raio x das amostras de solo de Torres do Mondego 2 e Souselas 3.....	49
Figura 28 – Diagrama da classificação de textura do solo das áreas das áreas de investigação.....	50

Figura 29 – Diagramas de linhas dos teores de óxidos (em % peso) das amostras de solos das áreas de investigação.....	52
Figura 30 – Gráficos de linhas dos elementos de traço (mg/kg) das amostras de solos das áreas de investigação.....	53
Figura 31 – Exemplos de <i>taxa</i> encontrados nas áreas de investigação.	59
Figura 32 – Ordenação CCA do total dos dados de abundância de espécies.....	62
Figura 33 – Ordenação CCA utilizando um <i>weight range</i> de 10% das espécies.	63
Figura 34 – Ordenação CA do total dos dados de abundância de espécies.....	65
Figura 35 – Gráficos de relação entre pH e condutividade elétrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$) e teor de humidade (%) e argila (%).....	69
Figura 36 – Acumulação de água da chuva à superfície resultante da escorrência no solo e da sua pouca permeabilidade.	70

Índice de tabelas

Tabela 1 – Dimensão das áreas de investigação.....	28
Tabela 2 – Locais de amostragem de solo.....	31
Tabela 3 – Exemplo de entrada do livro de campo.	36
Tabela 4 – Designações dadas às áreas, transetos, quadrados e taxa.....	39
Tabela 5 – Comprimento do gradiente da análise DCA.....	41
Tabela 6 – Ações antropogénicas identificadas nas áreas de investigação.....	42
Tabela 7 – Caracterização das amostras de solo relativamente à cor.....	45
Tabela 8 – Resultados das análises físico – químicas dos solos das áreas de investigação.	47
Tabela 9 – Resultados das análises de difração raio X dos solos das áreas de investigação.	49
Tabela 10 – Check-list das áreas de investigação.....	54
Tabela 11 – Análise da diversidade vegetal das áreas investigadas com a abundância (%) das famílias em cada área..	60
Tabela 12 – Valores de F e P (teste de <i>Monte Carlo</i> , com 499 simulações) e fator de inflação das variáveis ambientais selecionadas para a elaboração da CCA.....	61
Tabela 13 – Sumário da ordenação CCA e CA.....	61
Tabela 14 – As 10 espécies de cada um dos dois tipos de solo com abundância (DAFOR) mais fortemente correlacionadas com as áreas e as variáveis ambientais.....	64

1. Introdução

Solos desenvolvidos em rochas calcárias (calcários, margas, calcários margosos e margo-calcários) e em filitos (rochas metassedimentares ricas em alumínio, de cor diversa e granulação fina a afanítica, com clivagem fina e brilho sedoso devido à presença de mica; Cerqueira, 2001) diferem em vários aspetos químicos e estruturais, sendo o pH uma das principais distinções. Os solos desenvolvidos em calcários são alcalinos enquanto os solos desenvolvidos em filitos são ácidos.

A geologia particular na periferia de Coimbra proporciona o estudo da influência do tipo de solo na constituição da vegetação de uma forma particularmente exemplar, já que existem calcários e filitos extraordinariamente próximos. Assim, postula-se que a influência climática e da vegetação circundante não constituem fatores principais causadores de variação da composição florística e que as diferenças encontradas no coberto vegetal serão devidas essencialmente ao tipo de solo.

A periferia de Coimbra constitui ainda um modelo para o estudo da vegetação periurbana. As áreas periurbanas são assim designadas por se localizarem para além dos subúrbios das cidades. São zonas de transição, ou zonas de interação, onde as atividades urbanas e rurais se justapõem e as características da paisagem são sujeitas a modificações rápidas induzidas pela atividade humana (Douglas, 2006; Fernandes, 2008).

A preocupação com um planeamento coerente dos sistemas de espaços verdes urbanos (*Green Infrastructures*) está a crescer na medida do crescimento da urbanização. As Nações Unidas preveem que em 2015 a urbanização na Europa tenha um aumento de 80%. A degradação das zonas verdes em torno das zonas urbanizadas tem vindo a ser investigada bem como a implicação desta degradação na saúde e bem-estar humanos (Tzoulas *et al.*, 2007).

O impacto da crescente urbanização na biodiversidade foi investigada por Grodefroid & Koedam (2003) na área periurbana de Bruxelas. Verificaram que existem alterações na composição e distribuição da flora nas áreas de fronteira relativamente à encontrada no interior florestal. Esse biótipo de fronteira foi descrito como sendo de grande diversidade, verificando-se o declínio de algumas espécies com o avanço para o interior florestal (de 414 espécies encontradas, 108 mostraram essa tendência).

Estas áreas de fronteira mostram ser suscetíveis à existência de espécies invasoras e indicadoras de perturbação que afetam as comunidades vegetais mais sensíveis e trazem graves problemas de conservação. Zonas com urbanização moderada

permitem em muitos casos um aumento da diversidade vegetal embora esta se deva muitas vezes à introdução de espécies invasoras (McKinney, 2008).

Assim, a presente investigação da vegetação na zona periurbana de Coimbra constitui um contributo para a caracterização florística de vários locais verdes ainda preservados num contexto de desenvolvimento urbano mais humanizado e melhor planeado.

1.1. Aspetos gerais da geologia de Portugal

São duas as principais unidades geológicas de Portugal, as quais diferem litológica, estrutural e cronologicamente (Fig. 1). O Maciço Hespérico ou Antigo, que ocupa cerca de 70% do território e é constituído por formações anteriores ao Mesozóico (há mais de 299 Ma), (Apêndice 1), embora localmente coberto por formações mais recentes do Mesozóico e do Cenozóico (Ribeiro *et al.*, 1979). É nesta unidade geológica que se encontram as formações xistosas, das quais os filitos constituem um litótipo.

A outra grande unidade é a Cobertura Epi-Hercínica constituída pelas Orlas Sedimentares Mesocenozóica Ocidental e Algarvia (Meridional) que ocupam cerca de 30% do país (Fig. 1) (Ribeiro *et al.*, 1979). As principais zonas calcárias estão aqui localizadas.

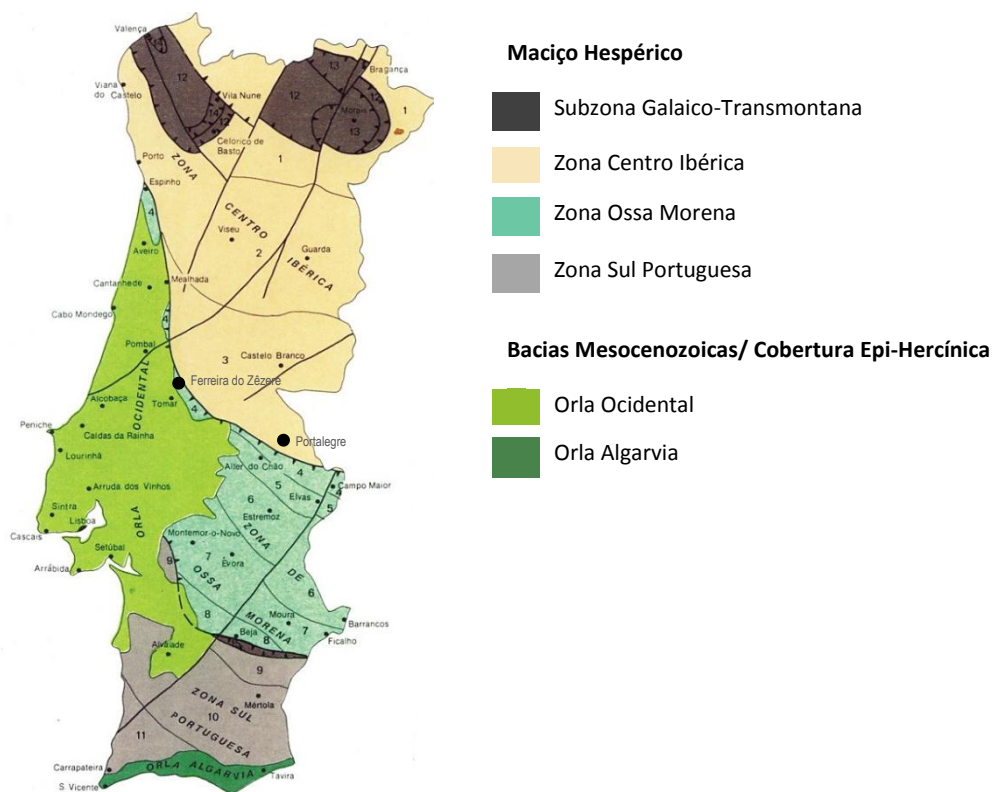


Figura 1 – Unidades geomorfológicas em que Portugal se encontra dividido (Serviços Geológicos de Portugal, 1992). O Maciço Hespérico possui maior área e mais diversificada; na Cobertura Epi-Hercínica encontram-se as zonas calcárias.

1.1.1. Zonas calcárias em Portugal

A formação da Cobertura Epi-Hercínica está relacionada com a abertura do Oceano Atlântico, que levou à separação do continente Europeu e do continente Norte-Americano e com deformação provocada pelo Ciclo Alpino, que culminou com o levantamento das principais cordilheiras atuais. Os materiais rochosos originados nestes eventos são de diferentes tipologias constituindo unidades sedimentares detríticas (conglomerados, arenitos e argilas) ou carbonatadas (Galopim de Carvalho, 1984).

Das rochas carbonatadas mais importantes do território português destacam-se os calcários da idade mesozóica. Os calcários da idade paleozóica, entretanto afectados por metamorfismo regional (metacarbonatos, calcários cristalinos e mármore), são de menor extensão, não deixando, todavia, de apresentar um enorme interesse económico e científico.

Como já foi referido, no território continental Português os calcários dispõem-se nas Orlas Ocidental e Algarvia (Fig. 1). Constituem importantes manchas caracterizadas por diferentes unidades sedimentares a que corresponde tipologia diversa. A idade das formações ocupa as três épocas do Jurássico (Manuppella *et al.*, 1981) (Apêndice 1 e Fig.2).

Na Orla Ocidental e de norte para sul, as primeiras formações calcárias localizam-se no distrito de Aveiro, na Anadia e Mealhada, sendo constituídas por calcários margosos e margas acinzentadas ou cinzento-azuladas com afloramentos de calcários dolomíticos e dolomitos calcários de cor amarela do Jurássico inferior. Em seguida, no distrito de Coimbra, encontram-se manchas com várias idades do Jurássico em Cantanhede, Coimbra, (Fig. 3) (com idade do Jurássico inferior a área mais representativa é a de Souselas com



Figura 2 – Carta Geológica de Portugal (Serviços Geológicos de Portugal, 1992). ★: Área de investigação que se encontra detalhada na fig.3.

sequências calcário-margosas e de calcários em plaquetas e argilas acastanhadas terminando com intercalações calcário-argilosas, em que predominam calcários (Fig. 4a), margas, calcários margosos e margo-calcários), Figueira da Foz, Verride e Montemor-o-Novo. Logo a seguir e abrangendo parte dos distritos de Coimbra e Santarém, situa-se a grande mancha de Condeixa-Serra de Sicó-Alvaiázere-Tomar. Mais a sul encontra-se a zona dos grandes maciços calcários, vulgarmente designada Maciço Calcário Estremenho, com formações carbonatadas, calcários margosos e margas-argilosas mas também argilo-gresosas e margo-gresosas. Esta grande unidade está delimitada pelas seguintes localidades: Leiria, Ourém, Alcanede, Rio Maior, Benedita, Turquel e Alcobaça. Na península de Setúbal encontram-se os calcários do Jurássico Médio e Superior de elevado grau de pureza pertencentes às zonas calcárias de Sesimbra-Cabo Espichel e Melides-Santiago do Cacém (Manuppella & Moreira, 1975; Manuppella *et al.*, 1981).

Por último, a Orla Algarvia é composta por duas zonas: a do Barlavento, com afloramentos do Jurássico Inferior e Superior, e a do Sotavento do Jurássico Médio (Manuppella *et al.*, 1981).

1.1.2. Zonas xistosas em Portugal

O Maciço Hespérico está dividido em zonas geotectónicas que tiveram diferentes percursos geológicos (Fig. 1). A Subzona Galaico – Transmontana é caracterizada pela existência de rochas com um alto grau de metamorfismo e de complexos máficos-ultramáficos. A Zona Centro Ibérica (ZCI) compreende áreas com metamorfismo de grau médio a alto e granitóides abundantes em contraste com áreas sem metamorfismo ou com metamorfismo de grau baixo. Na ZCI o contacto entre os quartzitos do Ordovícico Inferior e o Complexo Xisto-Grauváquico do Proterozóico Superior-Câmbrico é feito por discordância angular (Ribeiro *et al.*, 1979). O Complexo Xisto-Grauváquico, agora designado por Super Grupo Dúrico-Beirão divide-se em dois grupos, o Grupo do Douro e o Grupo das Beiras. O segundo é constituído por filitos e metagrauvaques com intercalações de metaconglomerados, quartzitos e raros metacarbonatos, (Marques, 2007; Ribeiro *et al.*, 1979) constituindo sequências do tipo *flysch* - sequências sedimentares que resultam de processos sin-orogénicos em zonas marinhas (Ški, S. D. & Walton, E. K., 2011). A Zona Sul Portuguesa, cujas rochas mais antigas são do Devónico (Fig. 2), é caracterizada pela existência de um Complexo

Vulcano-Sedimentar composto por quartzitos, filitos, rochas vulcânicas ácidas e básicas ao qual pertencem depósitos de sulfuretos maciços presentemente explorados (Ribeiro, *et al.*, 1979).

A Zona da Ossa Morena é constituída por terrenos xistosos, geralmente muito deformados, de rochas do Proterozóico ao Carbónico, e pontuada por rochas carbonatadas e granitóides, quartzodiorito e rochas básicas associadas. Ainda existe alguma controvérsia quanto à fronteira que a Zona da Ossa Morena faz a norte com a ZCI mas, de forma geral, considera-se que a transição se faz no cavalgamento de Ferreira do Zêzere – Portalegre (Fig. 1). O limite norte da Ossa Morena, constituído pela Faixa Blastomilonítica, distribui-se pelas regiões de Portalegre, Abrantes e prolonga-se para norte, numa faixa estreita, até Ferreira do Zêzere (Pereira *et al.*, 1998). Três sectores estreitos com rochas plutono-metamórficas, comparáveis às da região de Portalegre, prolongam-se daqui até à região de Espinho (sector da Foz do Douro, sector Espinho – Albergaria-a-Velha – Águeda e o setor Coimbra – Espinhal – Alvaiázere) e têm como fronteira a ZCI, onde se encontra a falha de Porto – Coimbra – Tomar (Fig. 3). Estes sectores possuem rochas metassedimentares embora a sua litologia, estrutura e metamorfismo sejam distintos. (Chaminé *et al.*, 2003)

O sector Coimbra – Espinhal – Alvaiázere é de especial interesse para esta investigação sendo constituído essencialmente pelo Complexo Cristalofílico ou Série Negra (Pereira *et al.*, 1998). Esta formação encontra-se no contacto entre a ZCI e a Bacia Mesocenozóica Ocidental; no Alto Alentejo constitui a base da Zona Ossa-Morena que cavalga a ZCI (Ribeiro *et al.*, 1979). A Série Negra é formada por rochas de idade Proterozóica provável (Fig. 2) (Serviços Geológicos de Portugal, 1992) e constituída por filitos negros, bastante deformados, com intercalações de quartzitos negros, alguns metagrauvaques e por vezes intrusões de diabases (Chaminé *et al.*, 2003). Os filitos são rochas afaníticas, de cor escura brilhante devido à recristalização das micas, muito deformadas e fraturadas (Fig. 4b), mostrando-se bastante alteradas, principalmente próximo da falha que marca o limite com a ZCI. Este facto torna difícil a datação da deposição da Série Negra, levando a que vários autores proponham períodos diferentes para a sua origem (Ribeiro *et al.*, 1979). As rochas apresentam uma clivagem de fluxo fina (clivagem xistenta), com filonetes de quartzo a cortar a clivagem ou concordantes com a clivagem.



Figura 3 – Excerto da carta geológica de Portugal (1992), na região de Coimbra. **1** - Calcários margosos e margas (Jurássico), onde se localizam duas zonas de estudo; **2** - Grés de Silves: depósitos detríticos (conglomerados, arenitos, e pelitos) com idade do Triásico (Palain, 1976); **3** - Série Negra de filitos (Proterozóico Superior), onde se localizam duas áreas de estudo; **4** – Grupo das Beiras (Proterozóico Superior – Câmbrico); — Falha Porto-Coimbra-Tomar.



Figura 4 – Exemplos das rochas encontradas nas áreas de solos **a)** calcários e solos de **b)** filitos. As barras correspondem a 2cm.

1.2. O solo

FitzPatrick (1980) indica numa breve descrição que o solo é uma formação espaço-tempo contínua na parte superior da crosta terrestre. Costa (1991) designa o solo como um meio natural para o desenvolvimento das plantas terrestres, inalterado ou modificado pelas atividades humanas. Cerqueira (2001) refere que “*o solo pode ser definido como um corpo natural, sujeito a evolução, resultante da acção conjunta do clima e seres vivos sobre as rochas, de acordo com determinadas condições topográficas, durante um certo período de tempo*”.

O solo resulta da meteorização das rochas a que se associa a atividade orgânica. É a existência da atividade orgânica que distingue um solo de um rególito, que é a rocha meteorizada inorganicamente. Os principais agentes de meteorização das rochas são agentes atmosféricos, principalmente o oxigénio. Na origem de um solo há assim processos físicos, químicos e biológicos (incorporação de matéria orgânica resultante da ocupação da rocha meteorizada por seres vivos). O solo pode ser ainda originado por processos de transporte e sedimentação ou ser formado no próprio local da rocha subjacente (Cerqueira, 2001; Costa, 1991).

A matéria mineral inclui fragmentos de rocha com diferentes graus de meteorização, minerais primários (ex: quartzo, feldspato meteorizado, zircão) que dificilmente são meteorizados e minerais secundários (minerais de argila, óxidos e hidróxidos de alumínio e ferro mais ou menos hidratados, carbonatos de cálcio, magnésio e ainda outros sais). Esta matéria mineral é de dimensões variáveis sendo a sua constituição o que define a textura do solo: detritos de diâmetro 2 - 0,2 mm designam-se areia grossa, de 0,2 - 0,02 mm areia fina, de 0,02 - 0,002 mm limo ou silte e aos de diâmetro inferior a 0,002 mm argila (Costa, 1991). As areias são bastante permeáveis, móveis e possuem fraco poder de retenção de água e elementos nutritivos, as argilas são de características inversas.

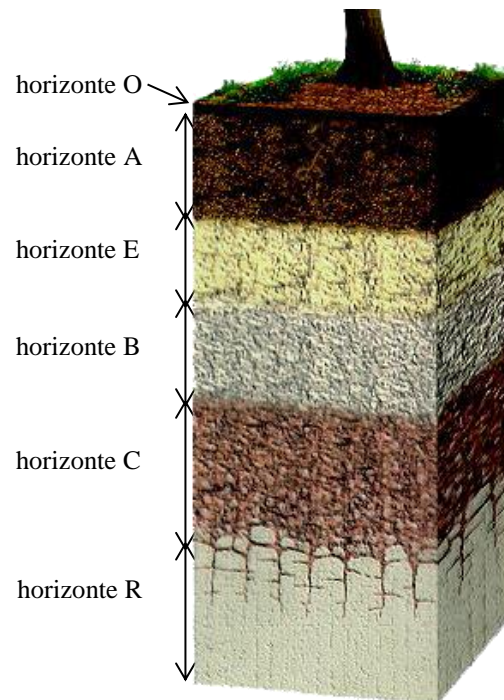
A matéria orgânica resulta da atividade de seres vivos, está mais ou menos decomposta pelos organismos decompositores, sendo constituída essencialmente por azoto, fósforo e enxofre além do carbono, hidrogénio e oxigénio. São denominados solos orgânicos, aqueles que possuem mais de 30% de matéria orgânica (no caso de possuírem textura média ou fina) ou mais de 20% de matéria orgânica (quando possuem textura grossa), os restantes são considerados solos minerais (Costa, 1991).

A formação do solo é um processo que se inicia com a alteração física e química da rocha, ocorrendo esta na envolvimento da componente biológica. Todas estas alterações modificam os materiais mais superficiais dando origem a diferentes camadas paralelas (os horizontes) que resultam da alteração e migração dos constituintes do solo. Os horizontes podem variar mais ou menos acentuadamente dependendo da profundidade (Costa, 1991; Hillel, 2003).

Ao realizar um corte vertical nestes horizontes obtém-se o perfil do solo, sendo possível conhecer a sua origem e processos de transformação. Segundo a FAO (2006) ao observar-se um perfil de forma descendente os principais horizontes (Fig. 5) são:

- 1) Horizonte H: formado por material orgânico não decomposto ou parcialmente decomposto, saturado de água durante um longo período de tempo ou drenado artificialmente.
- 2) Horizonte O: também composto por matéria orgânica decomposta ou parcialmente decomposta mas saturado de água por um curto período de tempo. Inclui ainda uma pequena percentagem de fração mineral.
- 3) Horizonte A: formado à superfície ou abaixo do horizonte O. É composto por matéria orgânica humificada com origem na decomposição de restos de seres vivos e matéria mineral formando uma camada de cor escura.
- 4) Horizonte E: é caracterizado pela perda eluvial de alumino-silicatos, ferro, alumínio, deixando uma concentração de silte e areia. A maior parte da estrutura de rocha original encontra-se destruída sendo geralmente diferenciado do horizonte B pela cor mais clara e textura mais grossa. Encontra-se normalmente entre o O e o B mas a sua posição pode ser variável.
- 5) Horizonte B: horizonte mineral localizado abaixo dos horizontes A, E, O ou H, onde as características da rocha original se encontram completamente destruídas. Pode ser formado pela concentração iluvial de argilas, ferro, alumínio, húmus, carbonatos, gesso ou sílica. É característico pela acumulação relativa ou residual de sesquióxidos ou minerais de argila menos solúveis que os carbonatos.
- 6) Horizonte C: composto por material rochoso não consolidado (diferente ou igual ao material que deu origem ao solo), sem as características referenciadas nos anteriores horizontes, pouco afetado por processos pedogénéticos.

7) Horizonte R: constituído pela rocha mãe e a partir do qual se formaram os horizontes suprajacentes, pode conter fissuras provocadas pelas raízes e ocupadas por argilas.



Copyright © 2005 Pearson Prentice Hall, Inc.

Figura 5 – Esquema de representação do perfil e horizontes de um solo florestal. Adaptado da Pearson Prentice Hall, Inc. (wps.prenhall.com/esm_tarbuck_escience_11/32/8318/2129529.cw/index.html)

A sequência de horizontes não é obrigatoriamente esta e em alguns solos o perfil não apresenta tanta diversidade, esta sendo invariavelmente determinada pelas condições a que o solo se encontra exposto. Existem solos mais evoluídos em que os horizontes O, A, E e B são bem definidos e solos mais pobres em que os mesmos horizontes apresentam apenas alguns centímetros ou nem existem.

A cor dos solos é uma propriedade importante para os distinguir, esta dependendo principalmente dos materiais originários, da quantidade de matéria orgânica e da percentagem de óxidos de ferro.

Segundo a Carta de solos de Portugal (1971) os solos das áreas de investigação são: cambissolos calcários nas áreas calcárias (Relvinha e Souselas) e litossolos êutricos (associados a luvisolos) nas áreas de filitos (Torres do Mondego e Bostelim) (Fig. 6). Os cambissolos são solos pouco desenvolvidos, com horizontes pouco definidos, que se formam em regiões temperadas, enquanto os litossolos são solos esqueléticos, pouco espessos que se desenvolvem em regiões declivosas.

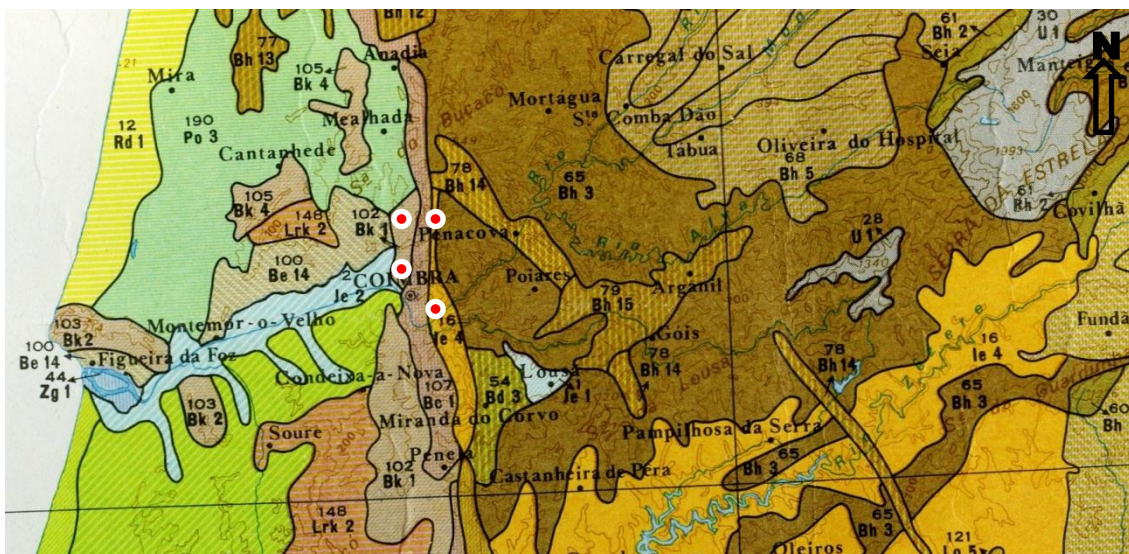


Figura 6 – Excerto da Carta de Solos de Portugal (SROA, 1971). ● – Localização das áreas de investigação. BK: Cambissolos calcários; Le4: litossolos éútricos (associados a luvisolos).

1.3. A evolução da floresta Portuguesa e a vegetação mediterrânea

A atual floresta Portuguesa continental está condicionada pelo relevo que é o resultante da tectónica alpina, por um grande número de alterações climáticas e modificações provocadas pelo Homem (Cheddadi *et al.*, 1996; Naveh & Lieberman, 1994). Até ao fim do Eocénico (~34 Ma) (Cenozóico) esta região apresentava um clima quente e húmido e a vegetação era composta por espécies que restam hoje na Laurissilva, por exemplo na Macaronésia (floresta rica em elementos da família Lauraceae, mas não só). O arrefecimento gradual que se seguiu teve episódios dramáticos durante as várias glaciações do Pleistocénico e essas espécies tropicais foram sendo substituídas por espécies da atual taiga (coníferas, bétulas) (Tenório *et al.*, 2001). Após a última glaciação e a amenização da temperatura, (ou seja no Holocénico) a maioria das espécies de clima frio acabaram por desaparecer restando apenas alguns vestígios, como *Nardus stricta*, *Menyanthes trifoliata*, *Pinus sylvestris* (Sales, com. pess.). O nosso território e algumas áreas do Mediterrâneo foram sendo gradualmente ocupados por espécies da Fagossilva (*Quercus* spp, *Castanea sativa*), restando alguns refúgios com relíquias da floresta tropical (Laurissilva) e da Taiga (Tenório *et al.*, 2001).

Com a iniciação da pastorícia, depois a agricultura e mais tarde os Descobrimentos, grande parte do território foi desflorestado levando ao declínio da Fagossilva e a desertificação das montanhas (Tenório *et al.*, 2001). Estas áreas foram sendo ocupadas por urzais (*Erica* spp e *Calluna vulgaris*), giestais (*Cytisus* spp), tojais (*Ulex* spp) e matos mistos (Paiva, com. pess.) até ao surgimento da Lei das Árvores que conduziu à rearborização do território com *Pinus pinaster* tornando a floresta Portuguesa num imenso pinhal (Devy-Vareta, 1986). Já a meio do século XX, devido ao crescente interesse no desenvolvimento da indústria da celulose, muita da área de pinhal foi substituída por eucaliptal (Devy-Vareta, 1993) (principalmente *Eucalyptus globulus*), verificando-se o declínio da riqueza florística que viria a ser acentuado com a introdução de várias espécies invasoras de *Acacia* (Marchante, 2001).

Atualmente, Portugal Continental divide-se entre a região eurossiberiana e a região mediterrânea (Rivas-Martinez, 1987) e apesar de todas as alterações provocadas pelo Homem apresenta uma enorme diversidade de espécies. A região de clima mediterrânico (onde se encontram as áreas de investigação) é caracterizada como uma vegetação esclerófila e marcescente de *Juniperus* spp, *Myrtus* spp, *Olea* spp, *Phillyrea* spp, *Pistacea* spp e *Quercus* spp (Hogan & Caley, 2008).

A vegetação do tipo mediterrânico encontra-se em vários pontos do planeta, sendo possível identificar este bioma no Hemisfério Norte (Califórnia e em torno da bacia do Mediterrâneo) e no Hemisfério Sul (Centro do Chile, Oeste Sul Africano e Sul da Austrália). Em ambos os hemisférios as áreas localizam-se entre os 30 - 45° de latitude (Di Castri & Monney, 1973; Davis *et al.*, 1996) e na zona oeste ou sudoeste dos continentes (Dallman, 1998). Estas áreas constituem apenas 5% do total da terra emersa do planeta. No entanto, apesar desta dimensão reduzida apresentam uma enorme diversidade localizando-se aí cerca de 20 % das espécies vegetais conhecidas (Presti, 2010).

Vegetação das zonas calcárias e xistosas em Portugal

As zonas calcárias e xistosas em estudo apresentam uma vegetação do tipo mediterrânico, associada a um clima mediterrânico.

Existem semelhanças entre a zona calcária em estudo e outras áreas também calcárias do país que possuem clima mediterrânico, como por exemplo a serra da Arrábida (Pedro, 1991), o Maciço Calcário Estremenho (Espírito Santo, 1999) e o

Barrocal Algarvio (Gomes & Ferreira, 2005). Na zona calcária aqui estudada foi recentemente feito um levantamento florístico (Antunes, 2012) e verifica-se que são vários os *taxa* comuns entre estas áreas de calcários, por exemplo: *Cistus albidus* (Fig. 7a), *Cistus monspeliensis*, *Orchis italica*, *Smilax aspera*, *Bupleurum rigidum* subsp. *paniculatum* e *Daphne gnidium*.

Embora o solo e o clima sejam mais variáveis entre as áreas xistosas dispersas pelo país, estas apresentam algumas semelhanças florísticas entre si. A Serra de Portel localizada no Alto Alentejo de solo maioritariamente xistoso, possui nas zonas menos intervencionadas e protegidas superfícies de montados de sobreiro ou mistos com várias associações fitossociológicas (Beliz, 1990). A serra da Malcata constitui uma área com grande diversidade paisagística. A sul possui uma vegetação mesomediterrânica, sub-húmida a húmida, luso-extremadurenses, de sobreiro; a centro e norte possui séries de carvalho-negral ou carvalho-pardo-das-beiras (Pinto-Gomes *et al.*, 2002). São características deste tipo de solo *Calluna vulgaris* (Fig. 7b), *Genista triacanthos*, *Myrtus communis* e diferentes espécies de *Erica* e *Lavandula*.



Figura 7 – Flor de: a) *Cistus albidus* (zonas calcárias) e b) *Calluna vulgaris* (zonas xistosas).

1.4. Interação solo-plantas

O solo é um componente essencial para o desenvolvimento de plantas, estas encontram-se adaptadas àquelas que lhes oferecem melhores condições de crescimento. Solos com uma elevada percentagem de argila são mais férteis devido ao seu poder adsorvente de elementos nutritivos enquanto os solos arenosos são bem drenados, mais secos e aquecem facilmente. A matéria orgânica também é importante pois corrige

deficiências nutritivas. No entanto, solos com muita matéria orgânica podem tornar-se ácidos, uma vez que durante a decomposição são libertados compostos orgânicos que acidificam o solo. (Cerqueira, 2001; Rheinheimer *et al.*, 2000).

É do solo que as raízes absorvem grande parte dos elementos nutritivos, preferindo as plantas elementos simples e fáceis de absorver por osmose. Além destes elementos dissolvidos e acessíveis às plantas, existem elementos permutáveis e não assimiláveis (Costa, 1991).

São considerados elementos essenciais para o desenvolvimento vegetal (Cerqueira, 2001; Costa, 1991):

Fósforo – É um macronutriente importante para a germinação uma vez que é acumulado nos tecidos de reserva e faz parte da molécula de ATP (trifosfato de adenosina). Concentração reduzida de fósforo dá origem a manchas necróticas nas folhas e atraso na maturação;

Potássio – Importante para o desenvolvimento de raízes e na permeabilidade da membrana celular. A sua deficiência provoca clorose marginal nas folhas e diminui a resistência a pragas e doenças;

Cálcio – A sua deficiência provoca necrose de regiões meristemáticas e deformações nas folhas jovens. É muito usado como corretor de solos uma vez que tem a capacidade de unir as argilas e as tornar pouco permeáveis e de corrigir o pH de solos ácidos.

Magnésio – É um constituinte da clorofila, e é necessário para muitas enzimas envolvidas na transferência de grupos fosfato. A sua deficiência causa clorose nas nervuras e abscisão foliar.

O ferro, manganês, zinco, cobre, molibdénio e boro são micronutrientes essenciais para as plantas embora a quantidade necessária seja reduzida (Johnston, 2005).

O pH do solo é particularmente relevante para o desenvolvimento vegetal, este indica a atividade dos iões de hidrogénio na solução do solo. Baixo pH (<4,5) pode resultar na dissolução de alguns elementos (Fe, Al, Mn) tornando-os tóxicos para as plantas, enquanto que elevado pH (>8,0) torna o Fe, Mn, Zn menos assimiláveis pelas plantas. Concentração muito elevada de sais é também prejudicial aos vegetais, sendo detetada a partir de análises de condutividade elétrica (Brady & Weil, 2012).

1.5. O local da investigação

Nesta investigação compara-se a vegetação em dois tipos de solo com processos de formação geológica distintos: (1) solo desenvolvido sobre calcário e (2) solo desenvolvido sobre filitos. Estes dois tipos de solo estão muito próximos, de modo que os locais estudados têm a vantagem rara de os fatores ambientais que condicionam a vegetação serem essencialmente os relativos ao solo.

1.5.1. Localização das áreas de investigação

A zona de investigação é na região periurbana de Coimbra tendo sido selecionadas (Fig. 8): (1) duas áreas de amostragem no solo calcário (margas, calcários margosos e margo-calcários), a mata da Relvinha ou Monte de São Miguel situado a NO de Coimbra e o Monte Brasfemes na zona de Souselas, a norte da cidade; e (2) duas áreas de amostragem no solo de filitos da Série Negra, junto a Bostelim a NNE de Coimbra e Torres do Mondego a SSE da cidade.

Apesar dos solos de Relvinha e Souselas serem ambos de génese calcária, os da Relvinha são, segundo Soares *et al.* (1985), “margas e calcários margosos de Eiras”, em que a montante existe um depósito de aluvião em fração cascalhenta de tendência oligomítica em quartzo e quartzito que o autor denomina “areias vermelhas de Ingote” (Fig. 9). Devido à escorrência e à ação antropogénica este depósito de aluvião estará a influenciar a composição química e física do solo calcário.

A altitude das zonas de amostragem varia entre 53 - 200 m (Souselas, 62 - 106 m; Relvinha, 52 - 91 m; Torres do Mondego, 53-88 m; e Bostelim que é relativamente plano a 200 m). A distância entre as quatro zonas de investigação é bastante reduzida: a zona calcária em Souselas encontra-se apenas a 2 km da zona de filitos de Bostelim; a zona calcária da Relvinha localiza-se a 5,8 km da zona de filitos de Torres do Mondego.

Este tópico encontra-se desenvolvido de forma mais detalhada na secção de Materiais e Métodos.

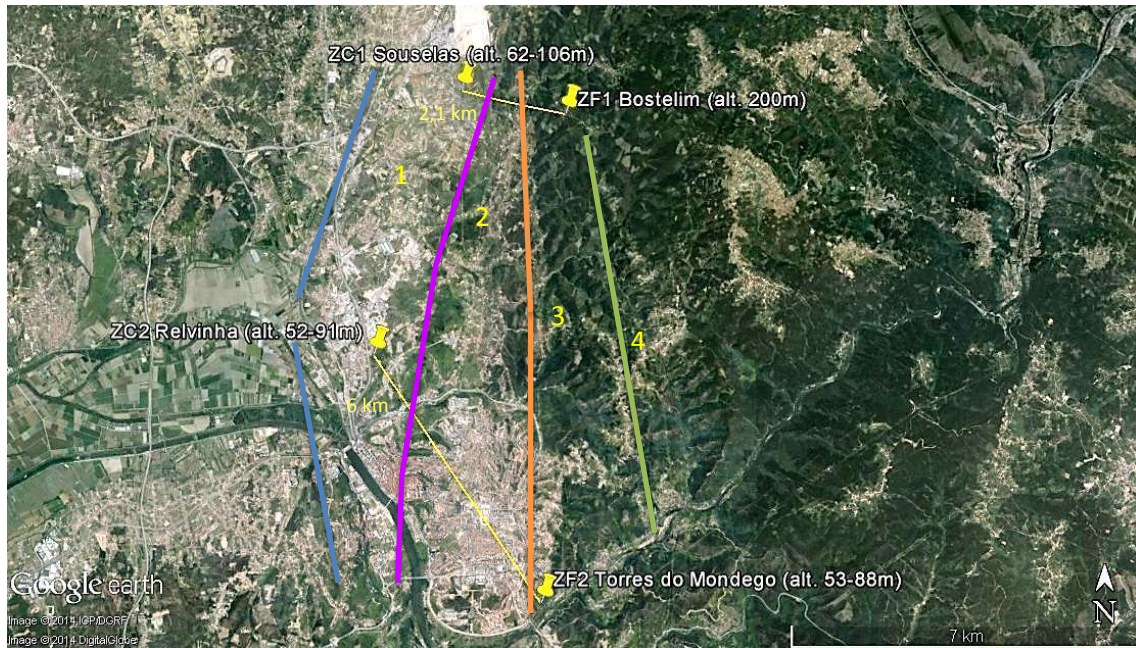



Figura 8 – Localização e distância entre as áreas de investigação. As retas coloridas indicam aproximadamente os limites dos diferentes tipos de solo. **1** - Margas, calcários margosos e margocalcários (Jurássico) onde se localizam duas áreas de estudo; **2** - Zona de Grés de Silves (Triásico); **3** - Série Negra de filitos (Proterozóico Superior) onde se localizam duas áreas de estudo; **4** – Grupo das Beiras (Proterozóico Superior – Câmbrio).  - Indica os quatro locais de estudo; ZC: os locais em solo calcário, ZF: os locais em solos de filitos.

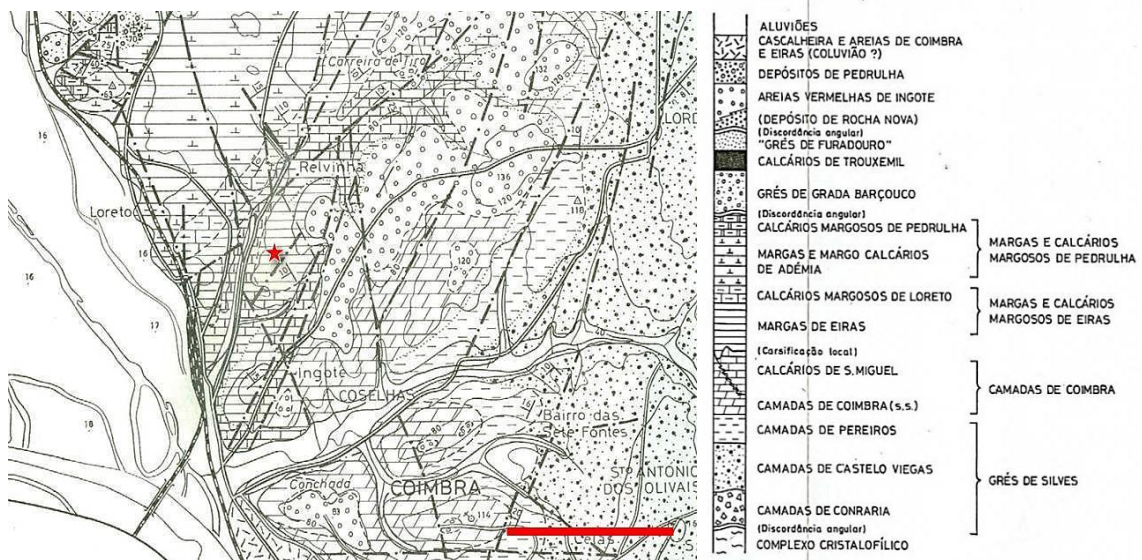



Figura 9 – Excerto da carta geológica de Coimbra (Norte). : Área de investigação da Relvinha; a barra corresponde a 1km (Soares *et al.* 1985).

1.5.2. O clima

A zona estudada insere-se num macrobioclima mediterrânico e, à escala mesoclimática, numa região de influência atlântica (Ferreira, 2005). Aqui o clima é caracterizado por verões quentes, secos, com forte luminosidade e grande insolação e por invernos amenos e húmidos, que resultam da influência atlântica (Câmara Municipal de Coimbra, 2012). Segundo a classificação climática de Köppen as áreas em estudo são do tipo Csb (Fig. 10), um subtipo menos comum do clima mediterrânico, temperado com verões secos e menos quentes (Pell *et al.*, 2007).

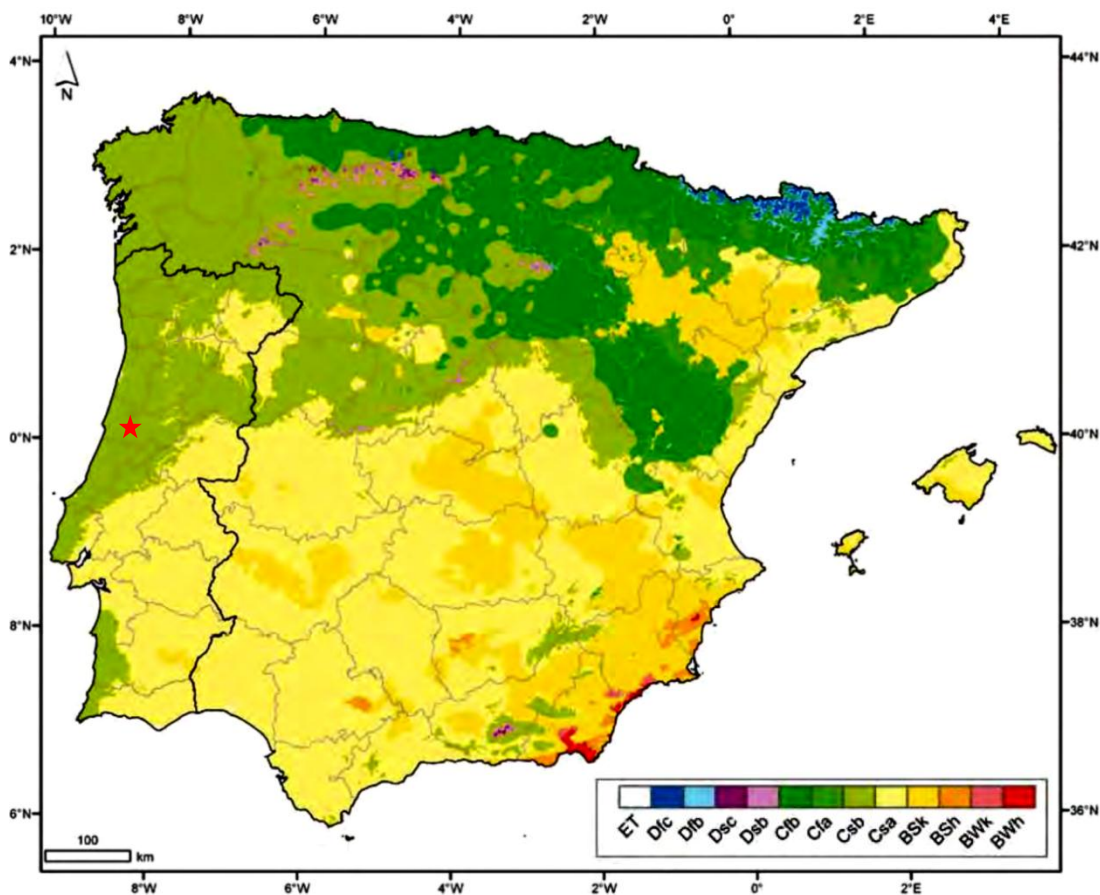


Figura 10 – Classificação climática de Köppen – Geiger da Península Ibérica e Ilhas Baleares. ★: Área de investigação (AEMET & IPM, 2011).

Localmente este clima é modificado pela configuração do terreno e pelas características da morfologia urbana. No sector central encontra-se o rio Mondego e a sua área de aluvião; a planície que se estende desde o Atlântico termina no Maciço Marginal de Coimbra, onde se inicia uma estrutura de *horst* em escadaria que se ergue a partir da falha Porto – Coimbra – Tomar e segue nos blocos montanhosos de xisto para este (Rebelo, 1985; Marques *et al.*, 2009) (Fig. 11).

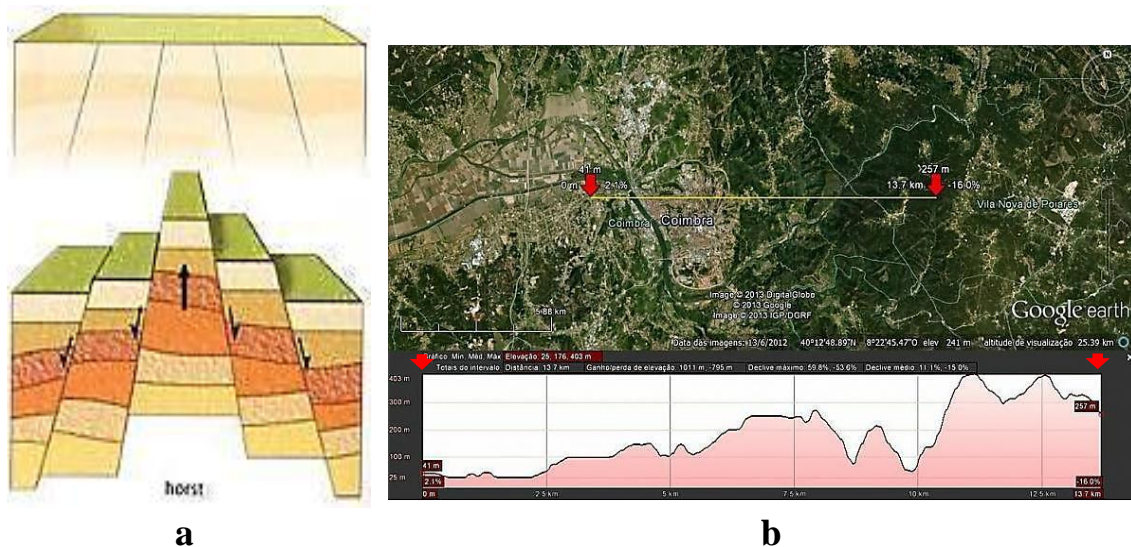


Figura 11 – **a)** Esquema da formação do *horst* em escadaria como no Maciço Marginal de Coimbra; **b)** Perfil da orografia a oeste e a este da estrutura de *horst* em escadaria que se ergue ao longo da falha Porto – Coimbra – Tomar, ou seja, desde a planície, a zona de calcários, passando pela zona de falha, seguida pelo crescente relevo para este já na zona de filitos.

Os dados termo-pluviométricos que se seguem foram obtidos a partir dos registos das: Agência Estatal de Meteorologia de Espanha e do Instituto de Meteorologia Português (AEMET & IPM, 2011) e do sítio *internet* do Instituto Português do mar e da Atmosfera (<https://www.ipma.pt/pt/>). Para esta investigação foram utilizados os dados da estação climatológica Coimbra/Bencanta, (latitude: 40°12'N; longitude: 08°27'W; altitude: 35m) uma vez que esta é a que representa melhor as diferentes condições e fatores climáticos que afetam a área em estudo.

Os dados termopluiométricos da estação Coimbra/Bencanta recolhidos entre 1971 – 2000 mostram que as médias das temperaturas médias do ar da zona concelhia de Coimbra encontram-se entre 9,6 – 21,6°C em janeiro e julho respetivamente (Fig. 12). As temperaturas médias mínimas mais baixas registaram-se entre os meses de novembro e fevereiro o que coincidiu com os meses em que os valores de precipitação total média (PTM) foram mais elevados (Fig. 12 e 13). Verifica-se assim, que a PTM não foi regular ao longo do ano atingindo os seus valores mais baixos em julho (12,8 mm) e agosto (14,4 mm) em concordância com os meses em que a temperatura média máxima foi mais elevada (aproximadamente 28,5°C em agosto) (Fig. 12 e 14).

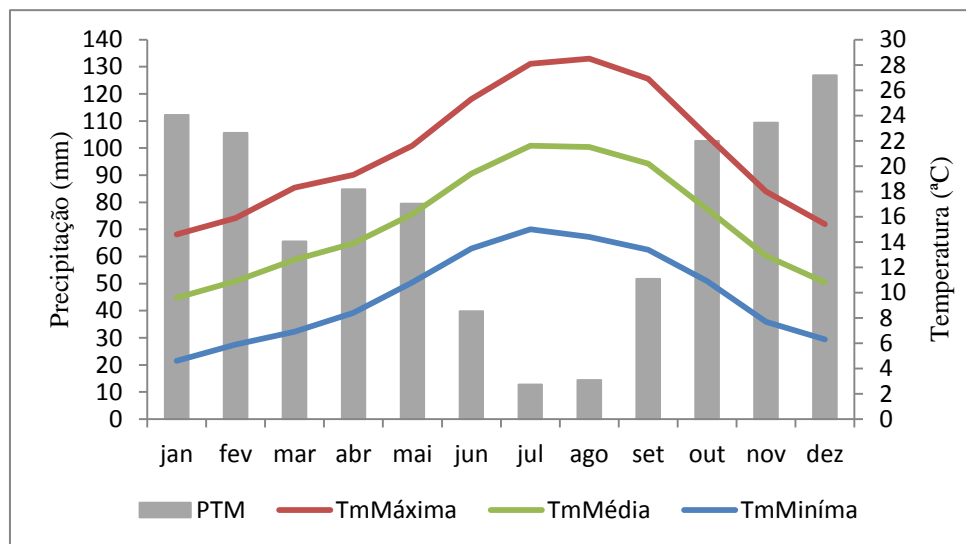


Figura 12 – Gráfico das normais termo-pluviométricas da estação meteorológica de Coimbra/Bencanta entre 1971 e 2000. A precipitação é mínima nos meses em que as temperaturas são máximas, julho e agosto. PTM: precipitação total média; Tm: temperatura média.

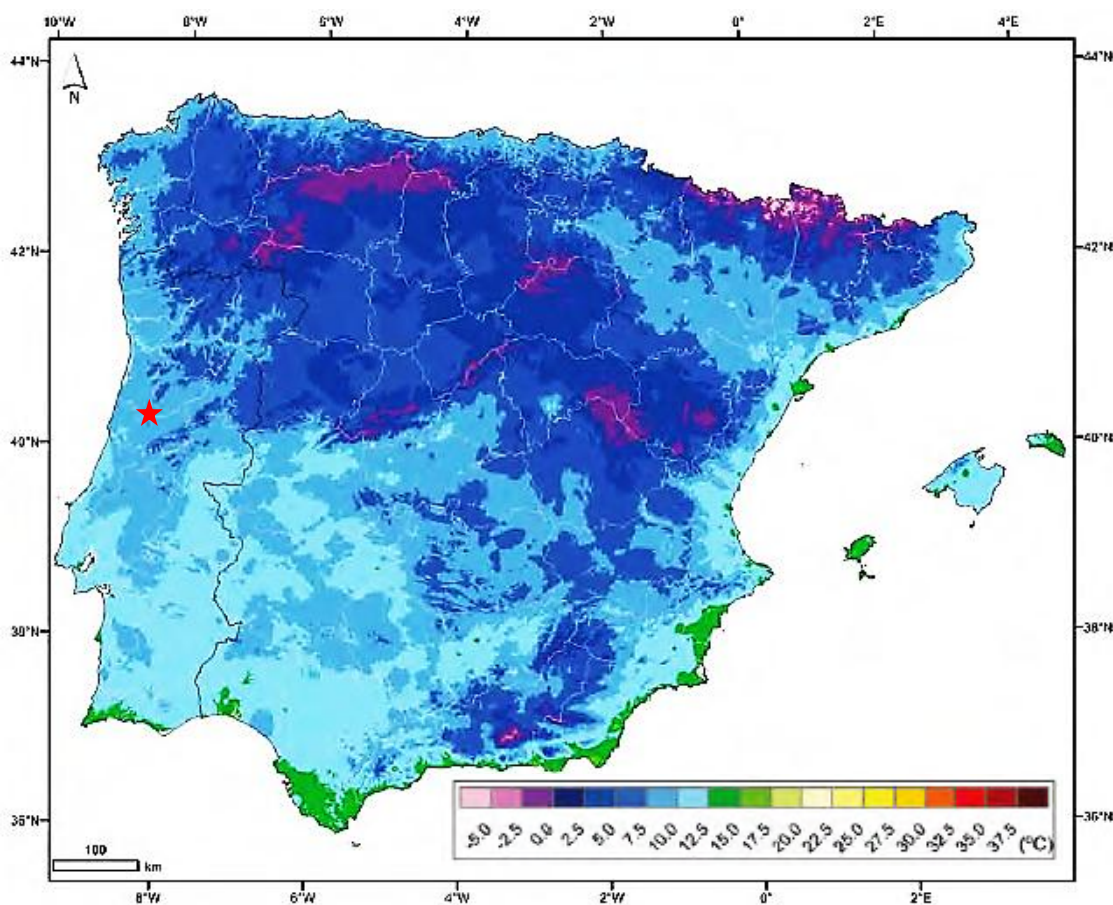


Figura 13 – Média da temperatura mínima do ar na área de investigação (*) no contexto da Península Ibérica e Ilhas Baleares de 1971 – 2000 (AEMET & IPM, 2011).

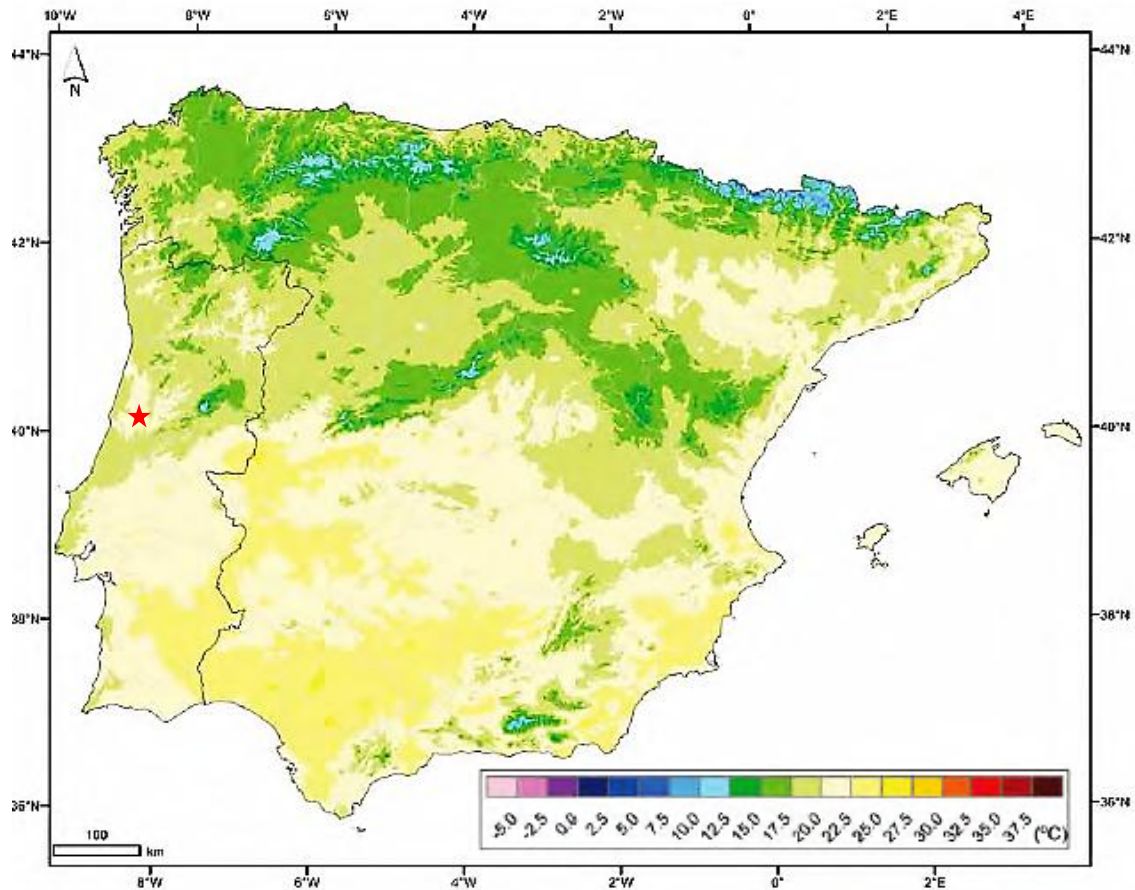


Figura 14 – Média da temperatura máxima do ar na área de investigação (★) no contexto da Península Ibérica e Ilhas Baleares de 1971 – 2000 (AEMET & IPM, 2011).

De salientar que as áreas de investigação se localizam na zona periurbana e que nestas a temperatura pode ser ligeiramente inferior às da cidade de Coimbra, uma vez que se forma uma “ilha de calor urbano” (Marques *et al.*, 2009) levando ao aumento do valor médio de temperatura.

Como já foi referido, as áreas estudadas estão localizadas a curta distância umas das outras prevendo-se que os normais termo-pluviométricos sejam semelhantes. No entanto, nas saídas de campo fica-se com a perceção de que a área de Bostelim, certamente devido à proximidade ao maciço marginal de Coimbra e à maior altitude, se distingue por uma humidade do ar mais elevada.

1.5.3. Hidrografia

A zona de investigação está inserida na bacia hidrográfica do Mondego, a segunda maior totalmente portuguesa com uma área de 6659 km². Apresenta uma orientação NE-SO e encontra-se encaixada a SE pela Cordilheira Central no planalto da Beira Alta, e a NO pelas serras do Caramulo e do Buçaco antes de entrar na zona de planície que se estende até à Figueira da Foz. O rio divide-se em três zonas: o alto Mondego (entre os vales glaciares do maciço da Serra da Estrela); médio Mondego (desde a Serra da Estrela até Coimbra); e o baixo Mondego (de Coimbra até à foz). Os principais afluentes do rio Mondego são o Dão, o Pranto, Arunca, Ceira e o Alva (Administração da região hidrográfica do centro, 2012).

1.5.4. Vegetação

A zona de investigação encontra-se sobre uma forte influência antropogénica que tem alterado a estrutura e a composição dos diferentes estratos vegetais. Devido ao avanço de espécies invasoras e da fragmentação de habitats para a construção de acessos, as áreas que preservam vestígios de vegetação nativa são cada vez menores. Uma observação inicial das áreas de investigação permitiu fazer uma caracterização muito sumária da vegetação existente (Fig. 15):

Zona de solos desenvolvidos em calcários – Souselas: é uma área com um estrato herbáceo e arbustivo de pequenas dimensões, onde são comuns *Cistus albidus*, *Cistus monspeliensis*, *Jasminum fruticans*, *Anthyllis vulneraria* subsp. *maura*, *Fumana ericifolia*, *Thymus zygis* subsp. *sylvestris*, e várias espécies de Orchidaceae.

Zona de solos desenvolvidos em calcários – Relvinha: esta área é um olival há muito abandonado no qual foi acontecendo ocupação gradual dos três estratos vegetais. Trata-se de uma vertente com exposição a oeste. As espécies comuns são: *Crataegus monogyna*, *Smilax aspera*, *Cistus monspeliensis*, *Olea europaea*, *Origanum vulgare* subsp. *virgatum*, *Bellis perennis*, *Osyris alba*, *Geum sylvaticum* e *Quercus faginea* subsp. *broteroi*.

Zona de solos desenvolvidos em filitos – Bostelim: localizada num misto de olival, cuja vegetação é cortada anualmente, e área florestal separadas por um caminho. Das quatro áreas em estudo esta é a mais ruderalizada. É uma zona de vegetação pouco densa na qual o estrato herbáceo é composto sobretudo por espécies anuais, o estrato

arbustivo é pouco reduzido em altura e o arbóreo composto por indivíduos de dimensões consideráveis. São comuns no local *Cistus salviifolius*, *Rubus ulmifolius*, *Pinus pinaster*, *Dactylis glomerata*, *Avena barbata* subsp. *barbata*, *Olea europaea* e *Quercus faginea* subsp. *broteroi*.

Zona de solos desenvolvidos em filitos – Torres do Mondego: localiza-se no limite da transição entre os filitos da Série Negra e os arenitos vermelhos do Grés de Silves. É uma zona com o estrato arbustivo bem desenvolvido em altura e de tal forma denso que chega a impedir a passagem. Encontram-se vários indivíduos de *Erica arborea*, *Cistus salviifolius*, *Quercus suber*, *Arbutus unedo*, *Lavandula stoechas* e *Myrtus communis*.

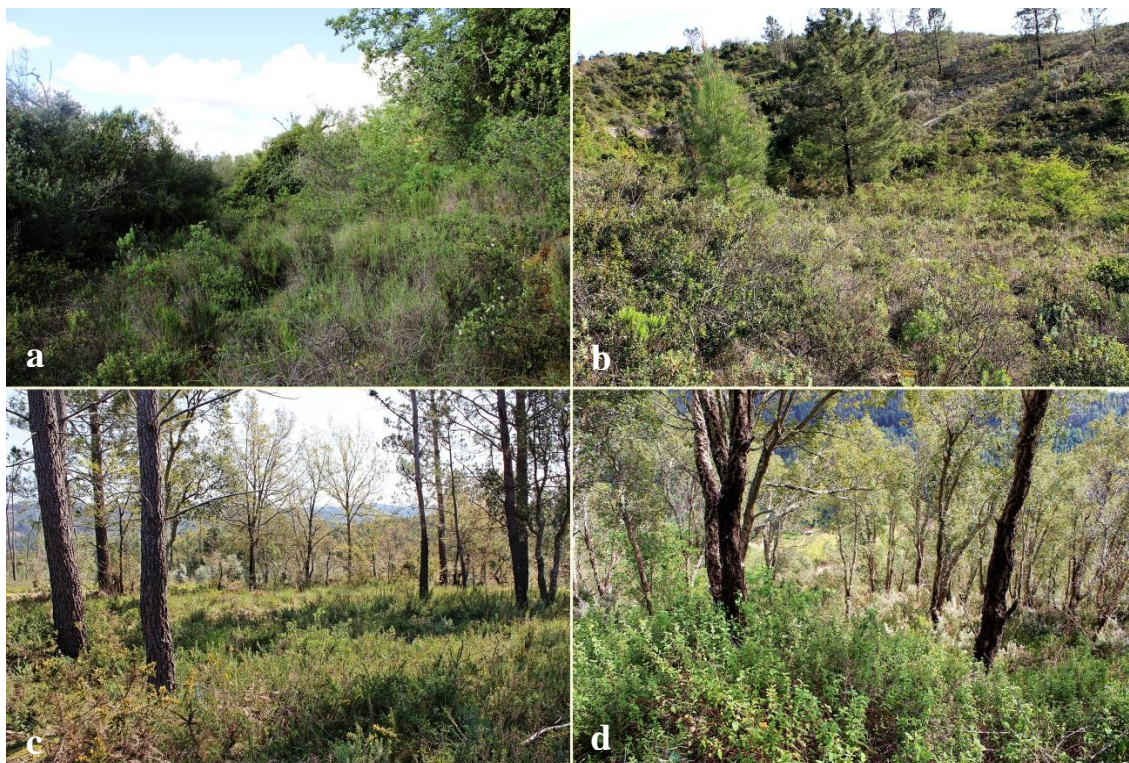


Figura 15 – Vegetação das áreas de investigação. **a)** Relvinha: solos calcários; **b)** Souselas: solos calcários; **c)** Bostelim: solos de filitos; **d)** Torres do Mondego: solos de filitos.

1.6. Objetivos

Os objetivos gerais desta investigação consistem em comparar o elenco florístico em dois tipos de solo, um desenvolvido sobre calcários e o outro sobre filitos, selecionando locais suficientemente próximos para que as diferenças climáticas entre os locais sejam mínimas e interfiram o menos possível com a distribuição das espécies e as diferenças de composição florística sejam devidas essencialmente às diferenças de composição do solo. É ainda um objetivo complementar contribuir para o conhecimento da diversidade vegetal da zona periurbana de Coimbra.

Os objetivos específicos são:

1. Caracterizar o solo das áreas selecionadas em termos da sua mineralogia e das suas propriedades físico-químicas;
2. Caracterizar floristicamente as áreas selecionadas;
3. Comparar os solos e a composição florística das áreas;
4. Analisar a influência da atividade antropogénica na distribuição florística;
5. Contribuir para o conhecimento da diversidade vegetal da zona periurbana de Coimbra.

Para concretizar estes objetivos será necessário:

1. Desenho experimental adequado a tratamento estatístico
2. Extenso trabalho de campo com (a) seleção criteriosa de áreas por cada tipo de solo, (b) desenho de transetos e quadrados para recolha de dados, (c) avaliação da abundância ao longo de três estações do ano, (d) colheita de material vegetal para identificação e para coleção biológica (herbário), (e) colheita de várias amostras de solo de cada área estudada.
3. Trabalho de laboratório para (a) identificação do material vegetal, (b) análise do solo.
4. Tratamento estatístico dos dados recolhidos durante o trabalho de campo.

2. Materiais e métodos

2.1. Seleção das áreas de investigação

A seleção das áreas de investigação foi realizada com base na observação dos locais com vegetação melhor preservada na zona periurbana de Coimbra contemplando os dois tipos de solo já referidos. Isto exigiu uma extensa procura, uma vez que tais áreas são reduzidas quer pela construção (a oeste) quer pela plantação de eucalipto (a este). Os critérios para a escolha das áreas de investigação foram (1) preservação adequada da vegetação, (2) distância reduzida entre os locais, e consequentemente, a sua proximidade da falha Porto-Coimbra-Tomar, e (3) altitude comparável.

A antropogenização é maior em Souselas e Bostelim. Souselas é um local onde se verifica a prática de motociclismo e a passagem de rebanhos em pastoreio (Fig. 16a). Bostelim foi sujeito a um derrube da vegetação arbórea e ao corte de algum estrato arbustivo e herbáceo (Fig. 16b). De salientar que as zonas de filitos selecionadas constituem provavelmente os últimos vestígios de vegetação nativa.



Figura 16 – Efeitos da ação antropogénica durante a investigação. **a)** Pastoreio na área de Souselas; **b)** derrube da vegetação arbórea na área de Bostelim.

As áreas de investigação apresentam no total 67.200 m², sendo igual o total para cada tipo de solo (33.600 m²) (tabela 1). A dimensão de cada área foi definida considerando como base a área mais pequena – “Bostelim” na zona de filitos (Fig. 17); na zona de calcários foi selecionada uma área com as mesmas dimensões – “Relvinha” (Fig.19). Embora as áreas “Souselas” (Fig. 20) e “Torres do Mondego” (Fig.18) pudessem ser maiores, a área de estudo definida aí, foi de modo a não ser muito discrepante relativamente às mais pequenas, e também, a não exceder a capacidade da investigação.

A dimensão das áreas foi calculada utilizando o software “Google Earth pro” que calcula as áreas no mapa através de uma ferramenta de desenho do perímetro.

Tabela 1 – Dimensão das áreas de investigação

Área (m ²)	Solos de calcários		Solos de filitos		Total
	Relvinha	Souselas	Bostelim	Torres do Mondego	
	13.600	20.000	13.600	20.000	33.600

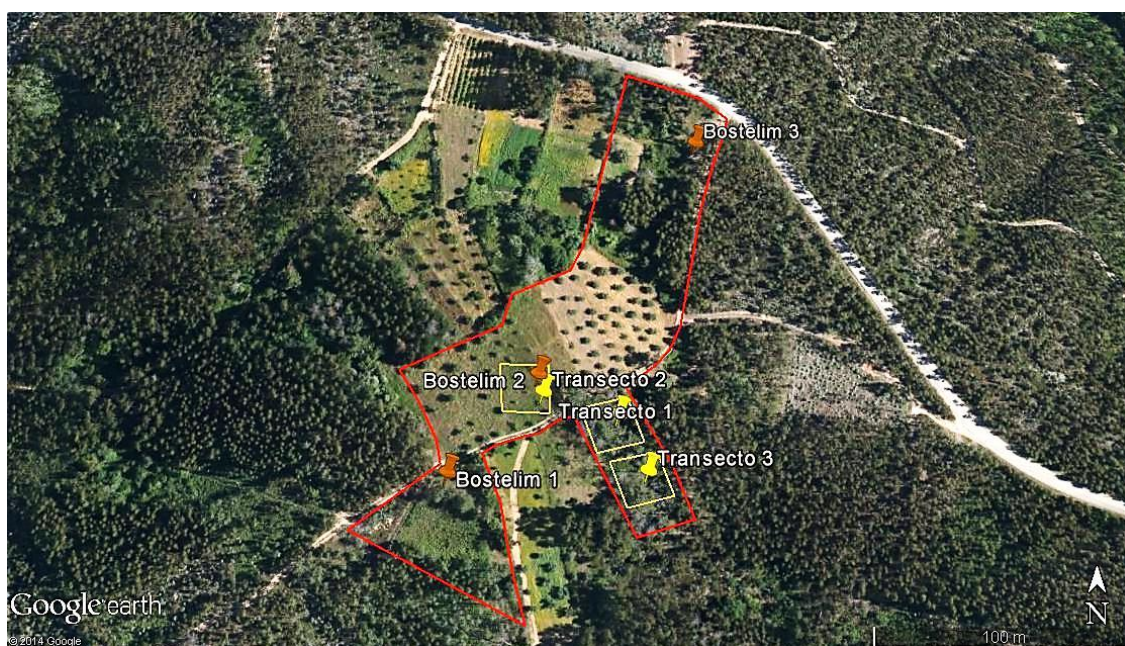


Figura 17 – Vista aérea de na Bostelim na zona de solos de filitos. — : Área de investigação; : pontos de amostragem do solo; — : área de cada transecto (Google Earth, 2012).

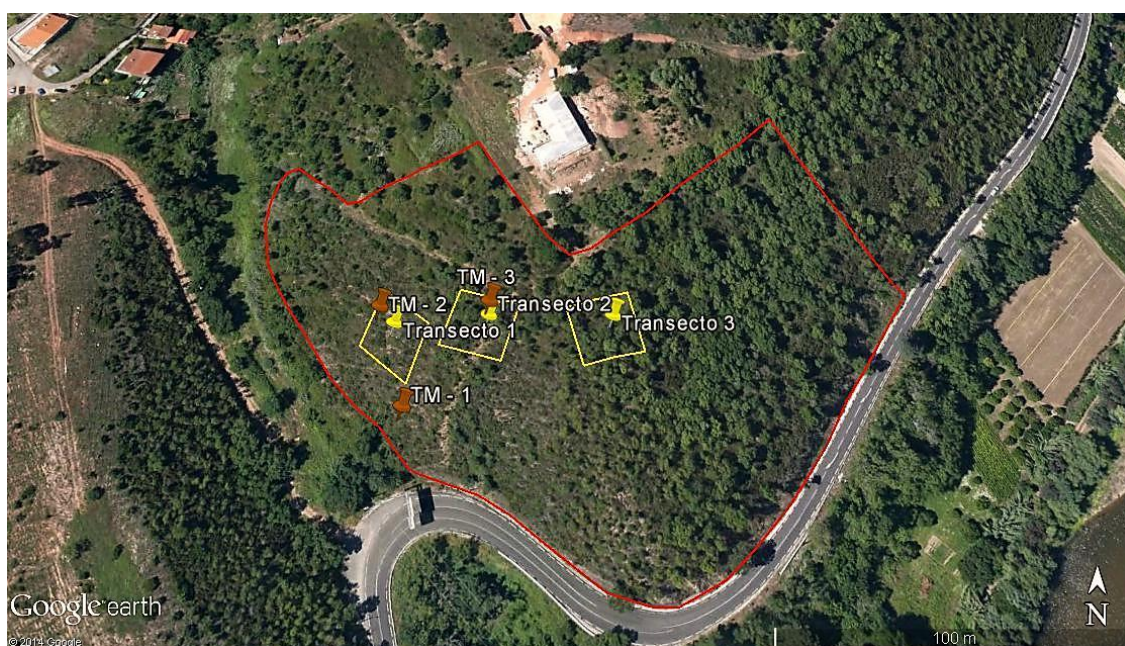


Figura 18 – Vista aérea de Torres do Mondego na zona de solos de filitos. — : Área de investigação; : pontos de amostragem do solo; — : área de cada transecto (Google Earth, 2012).



Figura 19 – Vista aérea de Relvinha na zona de solos calcários. — : Área de investigação; 📍 : pontos de amostragem de solo; — : área de cada transecto (Google Earth, 2012).

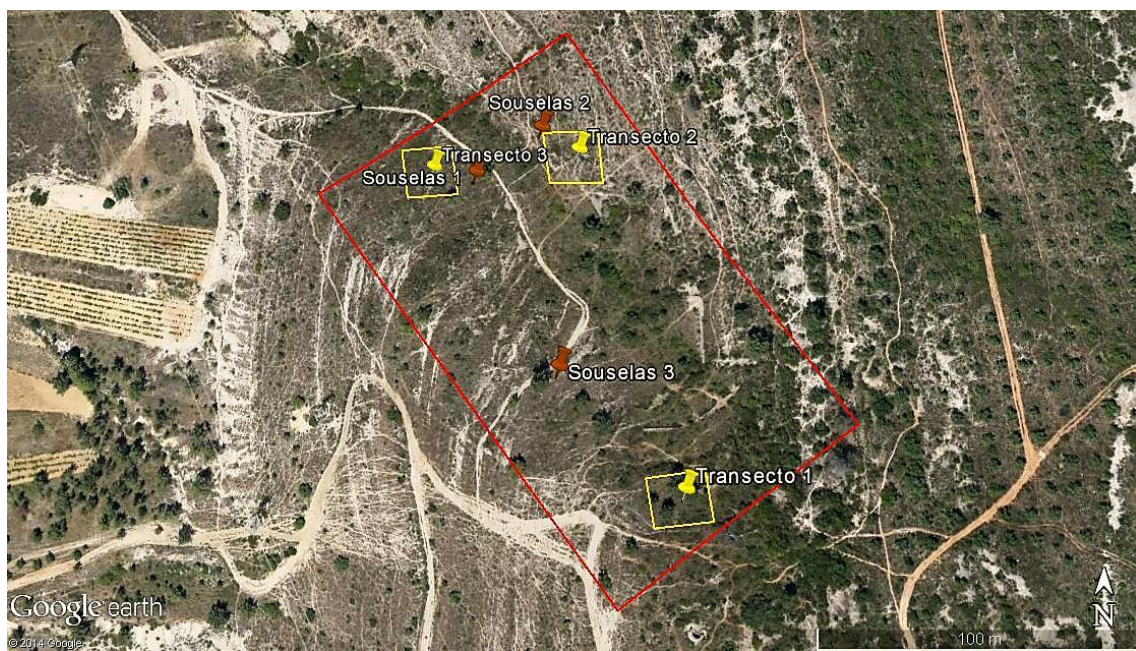


Figura 20 – Vista aérea de Souselas na zona de solos calcários. — : Área de investigação; 📍 : pontos de amostragem do solo; — : área de cada transecto (Google Earth, 2012).

2.2. Amostragem de solos

Foram realizadas amostras compósitas na colheita de solo. Em cada área de investigação foram colhidas 3 amostras para obter uma caracterização mais representativa. A amostragem do solo foi realizada segundo Chaparro *et al.* (2008). Numa área de 1m² retirou-se a cobertura vegetal (Fig. 21a) e em seguida realizaram-se quatro cortes no solo de 25 – 30 cm de profundidade para observação do perfil (Fig. 21b), colheu-se uma porção de solo de cada corte (Fig. 21c), e juntando-se de seguida estas porções (Fig. 21d). Durante a colheita foram ainda registadas as coordenadas de cada ponto de amostragem (Tabela 2).



Figura 21 – Método de colheita de solo. **a)** Limpeza do terreno (4 m²); **b)** cortes para a colheita de amostras compósitas e observação do perfil; **c)** recolha transversal de solo; **d)** amostra compósita.

Tabela 2 – Locais de amostragem de solo (coordenadas: graus, minutos, segundos)

	Latitude	Longitude
Relvinha 1	40°13'57.12" N	8°26'4.28" W
Relvinha 2	40°14'0.48" N	8°26'1.71" W
Relvinha 3	40°13'55.54" N	8°26'0.23" W
Souselas 1	40°16'51.03" N	8°24'52.24" W
Souselas 2	40°16'51.54" N	8°24'51.17" W
Souselas 3	40°16'48.59" N	8°24'50.86" W
Bostelim 1	40°16'32.05" N	8°23'22.97" W
Bostelim 2	40°16'33.37" N	8°23'21.39" W
Bostelim 3	40°16'36.73" N	8°23'18.48" W
Torres do Mondego 1	40°11'15.42" N	8°23'43.20" W
Torres do Mondego 2	40°11'16.50" N	8°23'43.62" W
Torres do Mondego 3	40°11'16.56" N	8°23'42.18" W

2.3. Preparação de amostras para análise

O solo foi colocado a secar em estufa a 40°C (Fig. 22a) seguindo-se o processo de preparação das amostras. Este iniciou-se com um esbroamento do solo (Fig. 22b) e uma crivagem a 2 mm, usando peneiro com malha *nylon* (Fig. 22c) seguindo-se a homogeneização do solo com uma granulometria inferior a 2 mm (Fig. 22d), aplicando-se depois o método do quarteamento (Fig. 22.e,f) (dois dos lados opostos foram utilizados para a realização das análises, os restantes guardaram-se para eventuais falhas na realização de análises) para se dividir a amostra. A partir da fração inferior a 2 mm obteve-se o solo para as análises de (1) cor do solo, (2) pH, (3) condutividade elétrica, (4) matéria orgânica, (5) difração de raio X e (6) textura (Fig. 22g). O restante solo foi crivado com um crivo de 125 µm (Fig. 22h), para ser analisado por fluorescência de raios X.



Figura 22 – Tratamento de solo para análise. **a)** Secagem do solo em estufa a 40°C; **b)** esbroamento; **c)** crivagem a 2 mm; **d)** homogeneização do solo inferior a 2 mm; **e, f)** quarteamento; **g)** repetição do quarteamento e separação de solo para a realização de análises; **h)** crivagem a 125 µm; **i)** amostras de solo.

2.4. Metodologias analíticas

Cor

A identificação da cor do solo das áreas de investigação foi realizada a partir da Munsell Soil Color Charts (1994) e da observação das amostras de solo com uma granulometria <2mm. A cor é identificada a partir da combinação da matiz (ex.:YR – iniciais de yellow red, 10 – designa a posição da matiz no grupo), do valor ou clareza da cor cromática (6) e do croma ou saturação (4). Seguidamente é indicada uma descrição da combinação (light yellowish brown).

pH

Foi realizada uma suspensão solo/água na proporção 2/5 (60 g de amostra crivada a <2 mm e 150 ml de água destilada) e colocada no agitador durante 15 m. No fim de calibrado o medidor de pH Hanna modelo pH 21, colocou-se o eléctrodo na suspensão e registou-se o valor após este estabilizar (metodologia proposta pela BCR - Community Bureau of Reference).

Condutividade elétrica

Foi realizada uma suspensão solo/água (30g de amostra crivada a <2 mm e 150 ml de água milli Q) e agitou-se com uma vareta. Ficou 24h em repouso e fez-se uma decantação de forma a medir a condutividade elétrica com maior precisão. Utilizou-se o medidor de condutividade elétrica Hanna 8633 (metodologia proposta pela BCR - Community Bureau of Reference).

Teor de humidade

Os cadinhos de porcelana, com as respetivas tampas, usados para a determinação do teor de humidade no solo foram primeiro secos na estufa a 105° C durante 24h. Depois de frios em exsiccador foram pesados e dentro deles colocou-se 30 g da amostra crivada a <2 mm, que foram secas na estufa a 105° C durante 24h. Depois de frios em exsiccador foram pesados. A diferença de peso dá o teor de humidade do solo (segundo NP-84-1965).

Teor de matéria orgânica

A determinação da percentagem de matéria orgânica foi realizada para partir do método LOI (*loss-on-ignition*). É difícil determinar a temperatura e duração ótimas que evitem perda da água estrutural das argilas e de outros constituintes inorgânicos provocados pelas altas temperaturas, como tal nesta metodologia optou-se pelo método mais recorrente disponível.

Utilizaram-se as amostras secas onde se determinou o teor de humidade no solo, que se encontravam nos cadinhos dentro dos exsiccadores. As amostras foram novamente pesadas e colocadas na mufla a 360° C durante 2h (método adaptado de ASTM (2000) e Salehi *et al.* (2011)). Depois de frias em exsiccadores, foram pesadas e a diferença de pesos dá o teor de matéria orgânica.

Difração de raio X

As análises mineralógicas por difração de raio X foram realizadas a partir de amostras com uma fração <2 mm. Uma quantidade da amostra, suficiente para ocupar o espaço da janela do porta-amostra foi moída num almofariz de ágata até ficar em pó. Seguidamente foi colocada dentro do porta-amostra para a leitura no difractómetro de raio X de marca Philips PW 3710. Foi usada uma ampola de Cu, com um potencial de 40Kv e 20mA de amperagem. O difractómetro faz a leitura entre os 2° e 60°C, sendo os picos de difração registados num difractograma. A interpretação dos difractogramas foi feita usando o *software* APD 3.6J – Automatic Powder Diffraction, da Philips.

Textura

As análises de textura foram realizadas com uma fração de solo <2 mm depois de retirada a matéria orgânica com H₂O₂, o que destrói os agregados de partículas organominerais. As análises granulométricas foram realizadas com um granulómetro laser Coulter LS 230 que tem a capacidade de medir a dimensão de partículas de dimensão 0,4 a 2000 µm. Dos resultados calcularam-se as proporções de areia, silte e argila.

Fluorescência de raio X

As amostras da fração crivada a <125 µm foram colocadas em pequenos *beakers*, prensadas manualmente, para se obter uma superfície plana, tapadas com película transparente aos raios X e foram analisadas com um espectrómetro portátil Niton XL3t GOLDD+ Series x-ray fluorescence, que determinou os valores de óxidos (SiO₂, TiO₂, Al₂O₃, Fe₂O₃, MnO, MgO, CaO, K₂O, P₂O₅, Cl, S) e elementos traço (Zr, Sr, Rb, Th, Pb, As, Zn, Cu, Cr, V, Sc, Nb, Bi) por fluorescência de raio X de um modo expedito. Para cada análise foram feitas 3 incidências de raio X, em locais diferentes da superfície do pó para garantir a melhor representação da amostra.

Tratamentos de erros analíticos

O erro analítico ou reprodutividade analítica indica a concordância entre os resultados obtidos nas repetições realizadas nas mesmas condições, o que pressupõe fazer repetições para cada tipo de amostras. Quanto maior o número de repetições melhor a estimação do erro analítico, mas havendo vários tipos de amostras o processo

pode ficar demasiado moroso, além de que o erro analítico depende dos teores, sendo maior para teores mais baixos.

Uma variante desta metodologia está descrito em Gill (1997) e foi usada neste trabalho, pois as amostras analisadas possuem composições distintas. Foram analisadas várias amostras em duplicado e calculou-se a média e a diferença entre os valores obtidos, calculando-se a percentagem da diferença em relação à média. A mediana destes valores dá uma estimação do coeficiente de variação. Este é o valor de erro analítico, sendo que quanto menor seja o seu valor maior é a precisão das análises.

O erro analítico foi tratado para as análises de pH (0,14%), condutividade elétrica (2,5%), teor de humidade (4,2%), teor em matéria orgânica (2,02%) e fluorescência de raio X (óxidos <9,55% exceto S – 13,93% e elementos traço <13,49%). Para MgO, P₂O₅, Cl não se calcularam erros, pois não houve possibilidade de realizar repetições.

2.5. Tratamento de material vegetal

A investigação requereu a identificação de um elevado número *taxa*. Para tal, foi recolhido material vegetal ao longo das saídas de campo realizadas entre abril de 2013 e junho de 2014. O período de maior colheita e acompanhamento do desenvolvimento da vegetação foi entre os meses de fevereiro e junho do corrente ano.

Colheita do material vegetal

Materiais: livro de campo, etiquetas de quadrados de cartolina, lápis, borracha, sacos de plástico, lupa de campo, pá e tesoura, fita métrica, GPS, máquina fotográfica, tripé, esteira, cadernos A5 com argolas de metal, fita-cola.

A maioria do material foi colhido apenas para identificação e as amostras foram simplesmente coladas com fita-cola em vários cadernos (Fig. 23d). Foi decidido que apenas material de Orchidaceae seria colhido para inclusão em herbário porque esta família está particularmente envelhecida no herbário de Coimbra (COI).

As plantas foram colhidas completas, com raiz, caule, folhas, flores, frutos e sementes (Fig. 23a). No momento da colheita, colocou-se a etiqueta com o número de colheita e o material vegetal no saco de plástico.

No livro de campo foram registados (Tabela 3 e Fig. 23b): número de colheita; data; local de colheita com pormenor; altitude; habitat e ecologia com referência a: tipo de estação, solo, vegetação, abundância relativa da planta colhida (sistema DAFOR:

dominante, abundante, frequente, ocasional, rara (Hill, 2005); descrição breve da planta com referência aos caracteres que são perdidos com a colheita e secagem; e nome do *taxon*, se conhecido na altura da colheita.

Tabela 3 – Exemplo de entrada do livro de campo.

Nº	Data	Localidade	Altitude	Habitat e ecologia	Descrição	Identificação
1	19.v.2014	Portugal, Beira Litoral, Coimbra, direção de Eiras, encosta W monte São Miguel (mata da Relvinha).	61m	Encosta exposta a W, local exposto com sombras localizadas. Solo calcário de grão fino, com elementos de grão grosso dispersos. Olival abandonado, com vegetação natural densa composta por: <i>Cistus monspeliensis</i> ; <i>Crataegus monogyna</i> ; <i>Olea europaea</i> ; <i>Lonicera etrusca</i> ; solo com cobertura densa de briófitas. DAFOR: ocasional	Planta herbácea; folhas verdes; corola lilás.	<i>Anacamptis pyramidalis</i>

Processamento e secagem do material vegetal

Material: papel de jornal com dimensões cerca de 45 x 55 cm, prensa de secagem manual, dois cintos de prensa, lápis, tesoura da poda e um pincel.

As plantas foram prensadas e secas numa folha de jornal. Quando o exemplar ultrapassou os limites da folha de jornal foi dobrado ou cortado de forma a não perder o padrão da ramificação; umas páginas das folhas foram viradas para baixo e outras para cima; as flores foram colocadas entre pedaços de papel extra para proteção (Fig. 23c). Entre cada folha com exemplar e a respetiva etiqueta foram colocadas 3 folhas de jornal mas o primeiro e último exemplar foram fechados com 5 folhas.

As três folhas de jornal entre os exemplares foram substituídas todos os dias por papel seco. Por último, os exemplares foram desinfestados pelo frio durante 3+3 dias a -18° C.

Montagem do material vegetal

Material: folhas de cartolina para montagem do Herbário de Coimbra, papel vegetal, papel branco normal, cola de madeira, pincéis, régua, tesoura, almofada de areia fina, três potes de vidro, clips, pinça, duas agulhas de cozer, linha para cozer e papel de cozinha.

A etiqueta foi colocada no canto inferior direito e a cápsula colada na parte superior da folha de cartolina, sendo ajustada à direita ou à esquerda conforme a posição do material. O exemplar foi colocado do lado que melhor mostra as suas características. A planta foi colada sobre a cartolina (Fig. 23e) e os exemplares mais volumosos foram cozidos. Material excedente foi colocado dentro da cápsula. A cola secou com o peso de uma almofada de areia fina sobre os exemplares. Depois de seco o exemplar foi colocado dentro da camisa branca de papel vegetal (Fig. 23f). Os exemplares montados foram incluídos no Herbário COI. A metodologia empregue foi a utilizada no Herbário COI.



Figura 23 – Tratamento do material vegetal. **a)** Colheita de espécie (*Anacamptis pyramidalis*); **b)** registo de dados no livro de campo; **c)** processo de secagem com colocação de pedaços de papel entre as flores para que estas não se colem quando prensadas; **d)** caderno de amostras de material vegetal para identificação; **e)** montagem de material vegetal (*Orchis anthropophora*); **f)** exemplar de herbário (*Himantoglossum robertianum*).

Identificação do material vegetal

A identificação dos *taxa* foi realizada à lupa a partir do material colhido no campo e utilizando a *Flora iberica* (Castroviejo *et al.*, 1986-2014). Para as famílias ainda não publicadas nesta obra utilizou-se bibliografia alternativa: Asteraceae, Geraniaceae, Linaceae, Polygalaceae e Vitaceae, a Nova Flora de Portugal, (Franco, 1971-1984); Poaceae a Nova flora de Portugal (Franco & Afonso, 1998). A nomenclatura de todos os *taxa* foi atualizada com base nas bases de dados disponíveis nos sítios *internet* do *Royal Botanic Gardens Kew* (<http://apps.kew.org/wcsp/home.do>), *International Plant Names Index* (<http://www.ipni.org/index.html>), *ILDIS - International Legume Database & Information Service* e *Global Compositae Checklist* (<http://compositae.landcare.research.co.nz/>). A circunscrição das famílias foi atualizada de acordo com o APG III (2009).

2.6. Amostragem do coberto vegetal

Com vista ao futuro tratamento estatístico foram marcados 3 transetos com orientação N/S de 20m de comprimento cada, dentro de cada área de investigação. Ao longo dos transetos marcaram-se quadrados (Fig. 24) proporcionais a (1) tamanho das áreas, (2) diversidade vegetal e (3) capacidade da investigação. Os quadrados foram de 100m² totalizando 1.200m² em cada área de investigação (Fig. 24). A localização dos transetos foi definida aleatoriamente, embora em Torres do Mondego fosse necessário considerar a inclinação do terreno que, por ser elevada constituía uma limitação ao desenvolvimento do trabalho de campo (Fig. 25a).

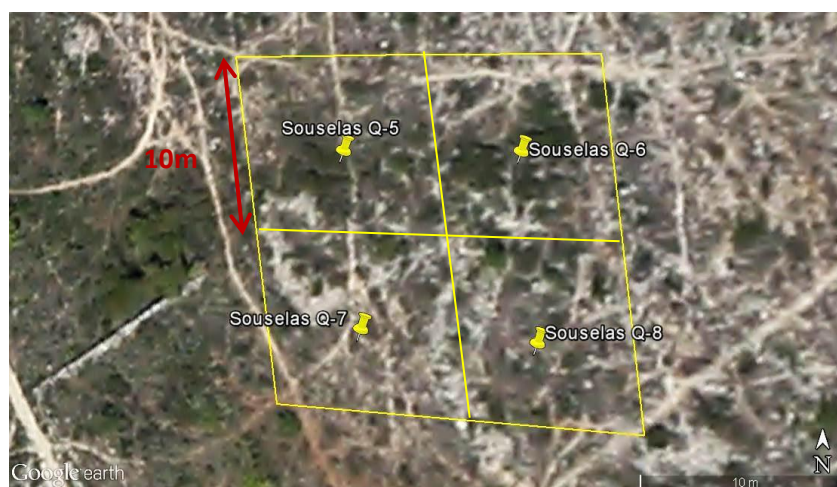


Figura 24 – Exemplo de um dos transetos em Souselas, com indicação de 4 quadrados usados para a investigação 📌 : centro de cada quadrado.

Em cada quadrado foi realizada a identificação de espécies e classificada a sua abundância com base na escala DAFOR (Fig. 25b) que, dependendo do número de indivíduos, estabelece uma categoria de 1-5 para cada *taxon* (D – dominante, 5; A – abundante, 4; F – frequente, 3; O – ocasional, 2; R – raro, 1) (Hill, 2005). A categoria “raro” é utilizada quando apenas um indivíduo é observado, ocasional para 2-6 indivíduos, frequente para 7-50 indivíduos, abundante para 30-200 indivíduos e dominante para espécies mais de 200 indivíduos observados. Para esta metodologia foram realizadas 5 saídas de campo a cada área de investigação entre os meses de janeiro e junho de 2014, sendo que em cada nova saída foi atualizado o valor da abundância; o valor mais elevado foi o utilizado na análise dos dados.

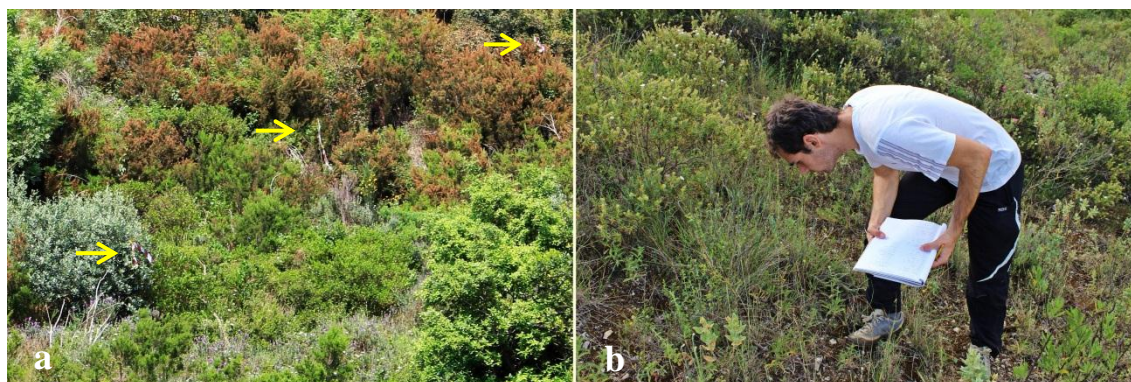


Figura 25 – Amostragem do coberto vegetal. a) Marcação dos quadrados na área de Torres do Mondego; b) Registo da abundância segundo o método DAFOR.

Por causa do tratamento estatístico, áreas, transetos, quadrados e taxa foram designados cuidadosamente (Tabela 4).

Tabela 4 – Designações dadas às áreas, transetos, quadrados e taxa

	Área	Transeto	Quadrado	Taxa
Designação	Nº	—	Nº 1-12	Composição das primeiras letras do nome genérico + do restritivo específico + da subespécie
Exemplo	1: Relvinha 2: Souselas 3: Bostelim 4: T. Mondego	O nº do quadrado indica automaticamente o transeto porque cada área tem 3 transetos e cada transeto tem 4 quadrados	308 , é um quadrado no Bostelim do 2º transeto	<i>Cistus albidus</i> : Cisalb ; <i>Centaureum grandiflorum</i> subsp. <i>majus</i> : Cengrandmaj

Os dados registados no campo foram colocados na base de dados *File Maker pro 13*, para posteriormente serem utilizados em tratamento estatístico de forma a ordenar as espécies de acordo a sua abundância e a influência das variáveis ambientais.

2.7. Tratamento estatístico da vegetação

Com o objetivo de analisar as relações entre as espécies vegetais, as áreas de investigação e as variáveis ambientais recorreu-se à análise estatística multivariada.

A análise CCA (Análise de Correspondência Canónica) é uma técnica de análise multivariada aqui utilizada para descrever as relações entre as comunidades vegetais e os fatores ambientais (ter Braak & Šmilauer, 2002).

São necessárias duas matrizes, a primeira com os dados das espécies e a segunda com os dados das variáveis ambientais. Estas duas matrizes têm de estar codificadamente relacionadas para que as relações entre estas possam ser calculadas e representadas no diagrama de ordenação; além disso, é necessário um cuidado especial na escolha das variáveis ambientais para que a ordenação tenha um significado ecológico (McCune, 1997). A introdução de variáveis supérfluas pode introduzir ruído ao modelo e causar interpretações erradas, devendo ser eliminadas as que apresentem multicolinearidade ($R^2 \geq 0,9$) porque têm como consequência erros-padrão elevados. (Garcia, 2006).

Deve ser ainda utilizado o teste de simulação *Monte Carlo* para detetar as variáveis com maior significância; destas, podem ser selecionadas manualmente as que se julgarem adequadas.

O resultado da ordenação é o produto da variabilidade dos dados florísticos e da variabilidade dos dados ambientais. A distribuição das espécies e das *samples* (quadrados) é representada por pontos (ou outro símbolo) e as variáveis ambientais são representadas por vetores que indicam a direção do gradiente máximo. O comprimento e posição de cada vetor são proporcionais à correlação da variável com os eixos (Garcia, 2006). É possível, assim, avaliar os quadrados e as espécies que estão mais relacionados com as variáveis ambientais.

Os dados foram analisados utilizando o *software* estatístico CANOCO for Windows 4.5 (ter Braak & Šmilauer, 2002). Inicialmente realizou-se uma análise DCA (*Detrended Correspondence Analysis*; Hill & Gauch, 1980), usando apenas a matriz de espécies para decidir o tipo de modelo de análise a desenvolver – de resposta linear ou

unimodal. Verificou-se que o comprimento do gradiente do eixo 1 (o relevante) é >3 unidades de desvio padrão, ou seja, os dados apresentam muita heterogeneidade ecológica (elevado valor de β -diversidade) (McCune et al., 2000) sendo, por isso, necessário realizar uma análise do tipo modelo unimodal (Tabela 5).

Tabela 5 – Comprimento do gradiente da análise DCA

Eixos	1	2	3	4
Comprimento do gradiente	3,788	4,448	1,435	1,550

Para ordenar as espécies e os quadrados de acordo com as afinidades florísticas existem duas opções, realizar uma CA (*Correspondence Analysis*) ou uma DCA (*Detrended Correspondence Analysis*). Estas duas análises são unimodais e de gradiente indireto. A DCA é utilizada para eliminar o *arch effect*, que muitas vezes aparece nas CA, uma falsa ordenação ao longo do primeiro eixo e que não corresponde à realidade ecológica (Hill & Gauch, 1980). No entanto, a metodologia de retificação (*detrended*) da DCA acaba por ser algo arbitrária e em alguns casos pode eliminar aspetos estruturais subjacentes aos dados. Existe ainda controvérsia quanto ao uso preferencial de uma CA ou DCA. Nesta investigação foram testadas as duas análises, não se verificando *arch effect* na CA. Como tal, e tendo em conta a perceção de campo da distribuição das espécies, optou-se por apresentar uma CA (a DCA encontra-se no Apêndice 2).

A distribuição das espécies e a correlação com as variáveis ambientais foi analisada com uma CCA (*Canonical Correspondence Analysis*). Nesta, foi utilizado o valor médio das variáveis ambientais em cada área de investigação, já que as análises de solo foram apenas 3 em cada área. Foram selecionadas a partir do teste *Monte Carlo* as que apresentaram um nível de significância $p < 0,05$ e as que permitiram uma interpretação ecológica consistente. Algumas das restantes variáveis ambientais foram utilizadas como suplementares para apoiar a discussão dos resultados.

Quer na CA quer na CCA foi aplicado o *downweighting of rare species* como forma de dar menor peso na análise às espécies raras na amostragem. Na criação de um dos gráficos da CCA foi selecionada a opção *weight range* com um valor de 10%, para que ele mostre apenas as espécies mais abundantes da investigação. O valor foi selecionado de acordo com a experiência de campo.

Variáveis ambientais

Do total das 45 variáveis ambientais consideradas inicialmente, 19 foram selecionadas para a análise de acordo com os seguintes critérios (Apêndice 3): (1) valores médios das variáveis de solo pela significância no desenvolvimento vegetal (Costa, 1991; Cerqueira, 2001 e Johnston, 2005); (2) dados do clima selecionados pela variabilidade que apresentam entre as áreas de investigação: insolação (Souselas e Bostelim: 2500 – 2600 h; Relvinha e Torres do Mondego: 2600 – 2700 h) e precipitação (Souselas: 1000 – 1200 mm; Bostelim: 1200 – 1400 mm; Relvinha e Torres do Mondego: 800 – 1000 mm) (Agência Portuguesa do Ambiente, 1931-1960); e (3) influência antropogénica (ação antropogénica em cada área foi avaliada numericamente (Tabela 6).

Tabela 6 – Ações antropogénicas identificadas nas áreas de investigação. Os valores totais foram usados na matriz de variáveis ambientais.

	Relvinha	Souselas	Bostelim	T. do Mondego
Área cultivada	0	0	1	0
Herbívora	0	1	1	0
Desflorestação	0	0	1	0
Passagem de veículos	0	1	1	0
Terreno cultivado abandonado	1	0	1	0
Total	1	2	5	0

3. Resultados

3.1. Cor do Solo

A cor dos solos em calcários situa-se entre os tons claros do castanho, e os solos dos filitos são amarelos no Bostelim e vermelhos acastanhados nas Torres do Mondego, que evidencia a presença de óxidos de ferro, em que o estado de oxidação do ferro é +3 (Fe^{3+}) (Tabela 7).

Tabela 7 – Caracterização das amostras de solo relativamente à cor segundo a Munsell Soil Color Charts (1994).

Área de investigação	Pontos de amostragem de solo	Valores	Cor do solo
Relvinha	Relvinha 1	10 YR 6/4	light yellowish brown
	Relvinha 2	10 YR 6/4	light yellowish brown
	Relvinha 3	10 YR 6/4	light yellowish brown
Souselas	Souselas 1	10 YR 7/3	very pale brown
	Souselas 2	10 YR 7/4	very pale brown
	Souselas 3	2,5 Y 4/7	pale brown
Bostelim	Bostelim 1	10 YR 7/6	Yellow
	Bostelim 2	2,5 Y 7/6	Yellow
	Bostelim 3	2,5 Y 7/6	Yellow
T. Mondego	T. Mondego 1	2,5 YR 7/4	light reddish brown
	T. Mondego 2	2,5 YR 6/8	light red
	T. Mondego 3	2,5 YR 6/8	light red

3.2. Análises texturais e físico-químicas

Os resultados das análises físico-químicas e mineralógicas realizadas aos solos das áreas de investigação (Tabelas 8 e 9) mostram a existência de valores distintos entre os diferentes tipos de solos, evidenciando o controlo da litologia nas propriedades destes solos pouco desenvolvidos (cambissolos e litossolos).

Em relação ao pH os valores registados mostram que os solos das áreas calcárias apresentam um pH alcalino com valores de $8,59 \pm 0,06$ na Relvinha e $8,77 \pm 0,09$ em Souselas, em contraste com os solos das áreas de filitos que são ácidos com valores de $5,68 \pm 0,49$ no Bostelim e $6,34 \pm 0,39$ nas Torres do Mondego (Tabela 8 e Fig. 26a).

Os resultados das análises de condutividade elétrica mostram que os solos de filitos (Bostelim - $30,63 \pm 10,66 \mu\text{S}/\text{cm}$ e Torres do Mondego - $51,27 \pm 13,05 \mu\text{S}/\text{cm}$) possuem valores inferiores em relação aos solos de calcários (Relvinha - $78,65 \pm 14,08 \mu\text{S}/\text{cm}$ e Souselas - $71,40 \pm 5,63 \mu\text{S}/\text{cm}$) ou seja verifica-se uma menor quantidade de sais presentes na solução (Tabela 8 e Fig. 26b).

Os solos com maior retenção de água são os das áreas calcárias. Na Relvinha e Souselas o teor de humidade é de $4,77 \pm 0,40\%$ e $5,47 \pm 0,84\%$ respetivamente, enquanto nos solos de filitos o teor de humidade é de $2,24 \pm 0,48\%$ no Bostelim e $2,37 \pm 0,08\%$ nas Torres do Mondego. Os solos das áreas calcárias apresentam, aproximadamente, o dobro da percentagem de humidade no solo comparativamente aos solos das áreas de filitos (Tabela 8 e Fig. 26c).

Os solos em Torres do Mondego ($4,41 \pm 0,88\%$), Bostelim ($4,39 \pm 0,33\%$) e Relvinha ($4,01 \pm 0,18\%$) apresentam uma percentagem de matéria orgânica significativamente superior à da área de Souselas ($2,49 \pm 0,55\%$). No entanto, apesar das amostras da Relvinha mostrarem uma percentagem de MO próxima dos valores dos solos de filitos, verifica-se que no conjunto das áreas, os solos calcários apresentam menores percentagens de MO no solo (Tabela 8 e Fig. 26d).

As análises de difração de raio X permitiram identificar os minerais existentes na fração <2 mm dos solos das diferentes áreas de investigação, mas não foram feitas lâminas sedimentadas para a identificação dos minerais argilosos. Os minerais identificados nos solos das áreas de estudo são principalmente quartzo, feldspatos, micas, calcite e minerais de argila.

O solo da Relvinha possui quartzo e micas, alguma calcite e quantidades reduzidas de feldspato e argilas. O solo da área de Souselas tem muita calcite, algum quartzo e micas e pouco feldspato e argilas. O solo do Bostelim apresenta muito quartzo e micas, pouco feldspato, hematite e argilas. O solo em Torres do Mondego tem uma grande quantidade de quartzo e micas, pouco feldspato e argilas, e encontraram-se também a de vestígios de óxidos de titânio e sulfuretos de ferro (Tabela 9 e Fig. 27).

Em relação à textura, analisando o diagrama de classificação de solos verifica-se que as amostras dos solos da Relvinha e Souselas apresentam uma textura limo-argilo-siltoso, nestes casos as granulometrias predominantes são o silte ($57,18\%$ na Relvinha e $57,55\%$ em Souselas) e as argilas ($33,87\%$ na Relvinha e $31,38\%$ em Souselas). As amostras de solos de filitos possuem texturas limosas, limo-arenosas e limo-siltosas ou seja são mais variadas do que as texturas nos solos calcários e possuem mais areia e menos argila (Fig. 28).

Tabela 8 – Resultados das análises físico – químicas dos solos das áreas de investigação.

Área de investigação		Relvinha			Souselas			Bostelim			T. Mondego			Erro (%)
Pontos de amostragem de solo		Relvinha 1	Relvinha 2	Relvinha 3	Souselas 1	Souselas 2	Souselas 3	Bostelim 1	Bostelim 2	Bostelim 3	T. Mondego 1	T. Mondego 2	T. Mondego 3	
pH		8,57	8,66	8,54	8,68	8,78	8,86	5,36	6,24	5,43	6,58	6,55	5,89	0,14
Condutividade elétrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$)		92,6	64,45	78,9	67,9	77,9	68,4	30,2	41,5	20,2	58,7	58,9	36,2	2,50
Teor de humidade %		4,99	5,01	4,31	4,91	6,44	5,07	2,75	2,17	1,81	2,44	2,29	2,39	4,20
Teor de matéria orgânica %		3,81	4,17	4,06	2,43	3,06	1,96	4,73	4,09	4,34	5,43	3,92	3,89	2,02
Textura	argila (%)	34,74	38,78	28,08	29,27	33,96	30,9	22,12	19,14	8,88	11,75	12,94	17,27	
	silte (%)	56,60	57,00	57,93	57,66	54,74	60,24	58,49	63,09	26,19	42,38	37,77	60,32	
	areia (%)	8,67	4,22	13,99	13,07	11,3	8,86	19,39	17,77	64,93	45,86	49,29	22,41	
Peso de óxido (%)	SiO ₂	40,03	43,70	45,06	24,65	29,16	19,46	43,36	44,31	43,67	44,05	51,43	47,41	4,19
	TiO ₂	0,83	0,87	0,89	0,39	0,53	0,32	1,29	1,39	1,31	1,11	1,12	1,05	1,33
	Al ₂ O ₃	8,21	8,09	10,33	6,10	6,66	4,46	13,49	15,60	14,84	11,81	12,89	14,87	9,55
	Fe ₂ O ₃ total	5,64	5,44	6,20	3,63	4,51	3,10	6,98	5,36	6,69	5,60	5,97	6,96	0,80
	MnO	0,04	0,07	0,04	-	-	-	-	-	-	0,20	0,14	0,09	1,98
	MgO	1,29	1,66	-	1,86	1,93	-	0,90	1,08	1,38	-	1,05	1,18	
	CaO	8,12	5,13	3,51	34,04	24,70	37,13	0,09	0,29	0,14	0,51	0,36	0,25	8,97
	K ₂ O	7,09	6,79	7,34	4,79	5,47	4,22	7,33	8,87	8,18	7,71	7,26	8,29	0,96
	P ₂ O ₅	0,19	0,30	0,33	-	-	-	0,33	0,41	0,36	0,42	0,45	0,42	
	Cl	0,06	0,06	0,05	0,05	0,06	0,05	0,05	0,03	0,04	0,05	0,04	0,06	
S	0,07	-	-	0,08	-	0,07	-	-	-	-	-	-	-	13,93
Elementos traço (mg/kg)	Zr	233,92	259,80	220,19	121,35	162,35	94,49	422,64	310,52	298,89	335,34	333,12	335,17	2,15
	Sr	103,90	64,40	82,63	265,10	211,26	311,12	127,22	160,84	122,65	105,93	103,75	131,43	0,69
	Rb	67,16	70,50	74,37	32,09	41,92	28,31	77,57	89,82	88,07	86,35	84,51	85,02	1,17
	Th	11,32	12,75	11,52	-	6,12	5,37	17,12	18,76	18,60	15,50	14,33	13,95	8,66
	Pb	26,28	26,14	35,67	-	11,46	-	-	32,00	31,77	47,83	31,21	35,37	6,66
	As	9,77	11,52	11,43	-	-	-	36,80	24,01	16,16	17,36	13,33	13,61	13,49
	Zn	88,80	100,82	62,52	32,19	33,17	23,54	-	36,39	39,90	44,69	31,32	45,46	7,38
	Cu	39,21	32,58	33,72	-	26,43	-	-	37,48	-	28,59	-	58,07	12,94
	Cr	187,42	171,41	169,13	-	156,93	-	211,10	91,33	214,86	165,60	146,76	203,44	8,26
	V	123,93	124,84	139,94	-	65,04	67,94	200,24	257,25	224,70	179,69	178,17	167,55	7,41
	Sc	123,28	79,56	-	363,15	323,87	381,99	-	-	-	-	-	-	3,51
	Nb	16,85	17,82	16,93	10,18	11,26	7,66	21,95	22,66	22,10	20,22	19,05	21,74	4,46
	Bi	8,75	12,43	9,71	-	-	-	17,16	19,05	18,89	-	13,79	13,21	10,03

- dados abaixo do limite de deteção dos elementos químicos.

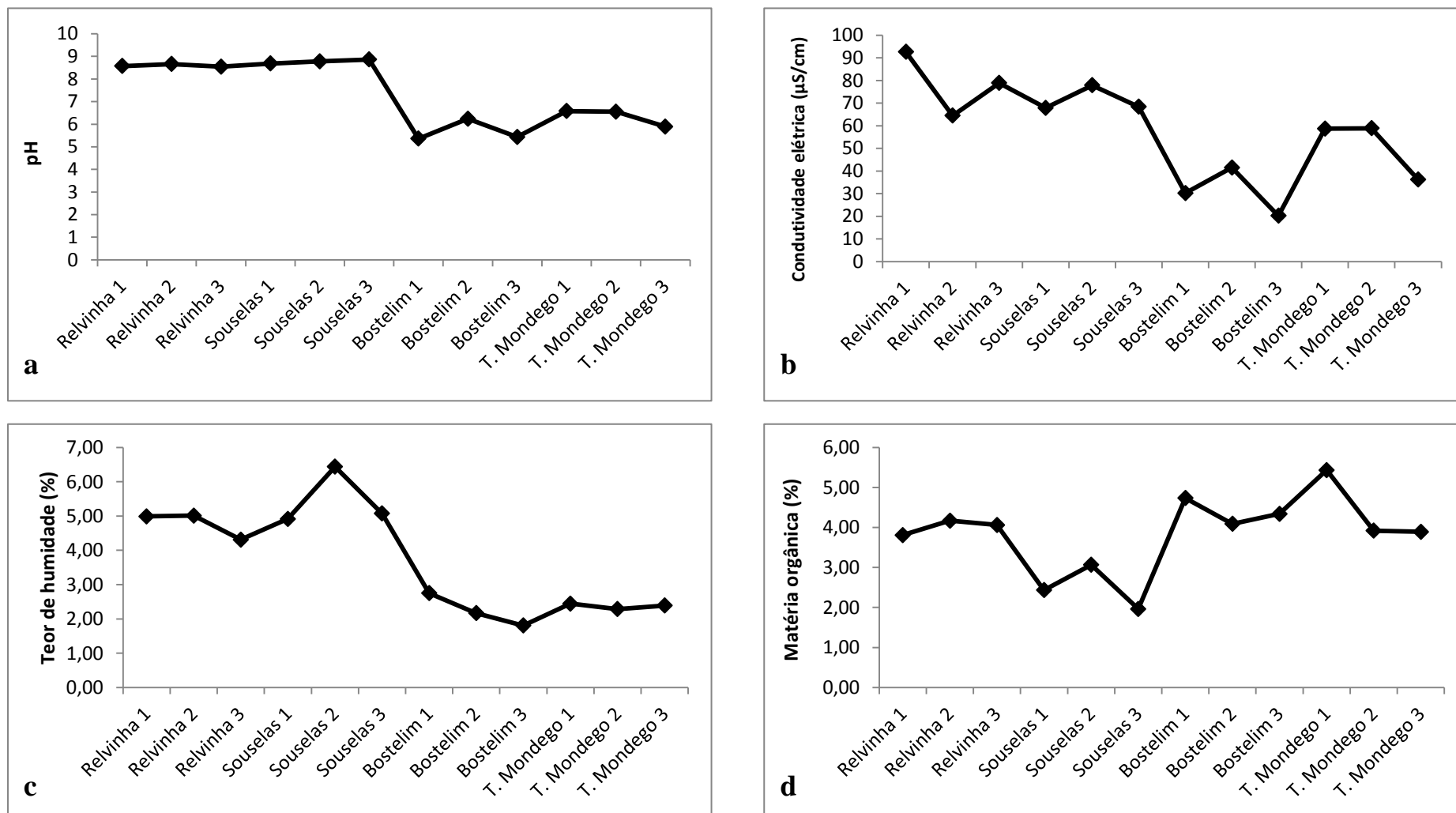


Figura 26 – Gráficos de linhas dos parâmetros físico – químicos das amostras de solos das áreas de investigação de: **a)** pH, **b)** condutividade elétrica (μS/cm), **c)** teor de humidade (%) e **d)** matéria orgânica.

Tabela 9 – Resultados das análises de difração raio X dos solos das áreas de investigação.

Área de investigação		Relvinha		Souselas		Bostelim		T. Mondego	
Pontos de amostragem de solo		Relvinha 1	Relvinha 2	Souselas 2	Souselas 3	Bostelim 1	Bostelim 2	T. Mondego 1	T. Mondego 2
Minerais	Quartzo	XXXX	XXXXXx	XXX	X	XXXXXx	XXXXx	XXXXXx	XXXXXXX
	Calcite	Xx		XXx	XXXX				
	Dolomite		Xx						
	Feldspato	x	x			x	x	x	x
	Hematite						x		
	Micas (moscovite, biotite)	XXXx	XXXXx	XXX	x	XXXXXx	XXXX	XXXXx	XXXXXX
	Argilas (clorite, vermiculite, caulinite)	x	x	x	x	x	x	x	x
	Óxido de Ti							x	x
	Sulfuretos de Fe							x	x

X – indicação referente a 1000 contagens por segundo no pico do mineral, x – indicação referente a 500 contagens por segundo no pico do mineral.

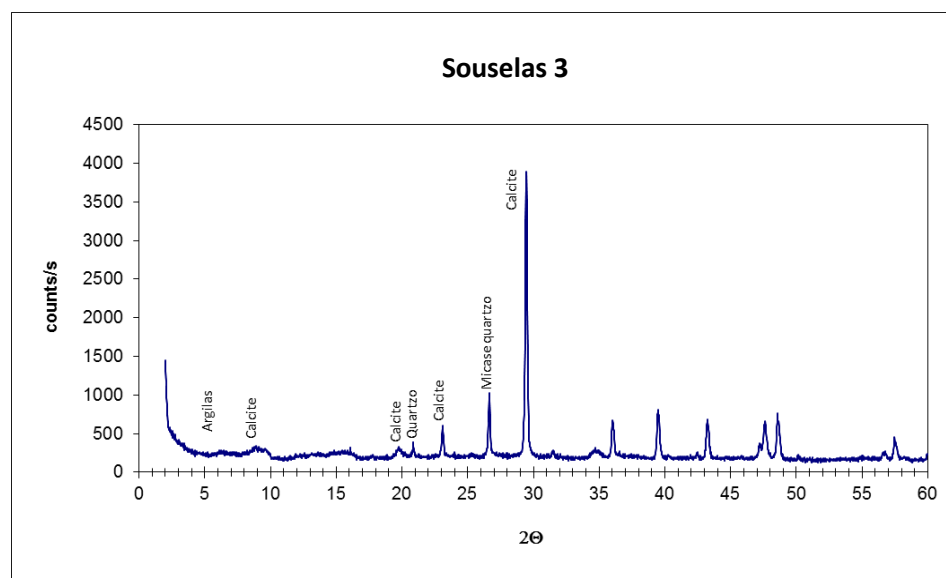
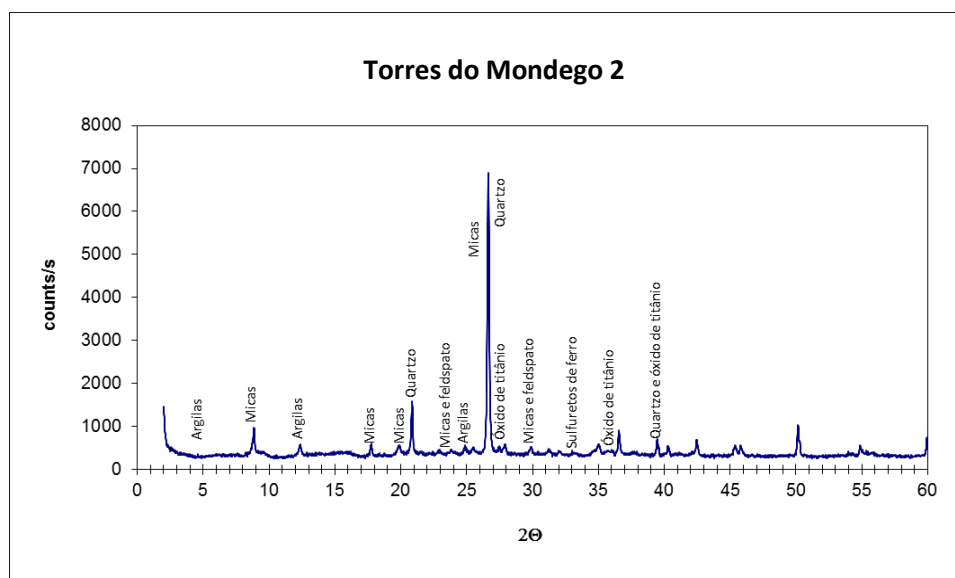


Figura 27 – Exemplos dos gráficos da análise de difração de raio x das amostras de solo de Torres do Mondego 2 e Souselas 3.

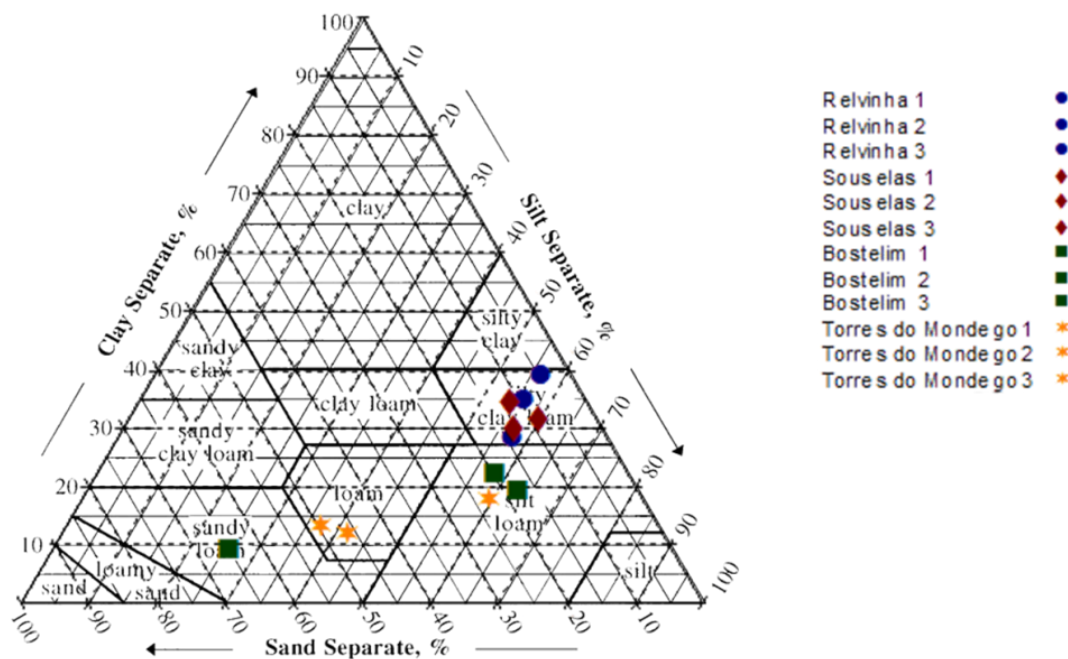


Figura 28 – Diagrama da classificação de textura do solo das áreas das áreas de investigação (adaptado da FAO, 2006). Na legenda não diferencia cada amostra, pois o símbolo é o mesmo, diferenciar apenas a área.

A tabela 8 mostra-nos que o óxido mais abundante nos solos das áreas de filitos é o SiO₂, (43,78 ± 0,48% no Bostelim e 47,63 ± 3,70% em Torres do Mondego) enquanto nas áreas de calcários verifica-se uma distinção: na Relvinha o óxido mais abundante é o SiO₂ - 42,93 ± 2,61% e em Souselas é o CaO - 31,96 ± 6,47%. As percentagens de TiO₂, Al₂O₃, Fe₂O_{3t}, K₂O e P₂O₅ são maiores nos solos dos filitos do que nos solos dos calcários (Tabela 8 e Fig. 29) e apresentam uma relação semelhante à verificada com o SiO₂, ou seja existe uma distinção entre os solos calcários da Relvinha e de Souselas enquanto os solos das duas áreas onde ocorrem filitos apresentam percentagens semelhantes destes óxidos (Tabela 8 e Fig. 29).

Nos solos das áreas de calcários o CaO existe em percentagens (31,96 ± 6,47% na área de Souselas e 5,59 ± 2,34% na área da Relvinha) bastante superiores em relação às áreas de filitos (0,17 ± 0,11% nos solos de Bostelim e 0,37 ± 0,13% nos solos das Torres do Mondego) (Tabela 8 e Fig. 29). O MgO apresenta teores superiores nos solos de Souselas - 1,26 ± 1,09% e Bostelim - 1,12 ± 0,24%, não se verificando uma distinção por tipo de solo (Tabela 8).

Reduzidas percentagens de S foram detetadas nos solos da Relvinha (0,01 ± 0,02%) e Souselas (0,05 ± 0,04%) foi também detetado MnO na Relvinha (0,05 ±

0,02%) e nas Torres do Mondego ($0,14 \pm 0,05\%$) (Tabela 8). O enxofre nos solos pode ocorrer sob a forma de sulfuretos meteorizados ou sob a forma de sulfatos secundários. Vestígios de sulfuretos foram detetados por difração de raios-X nos solos de filitos, mas não foram detetados nos solos de calcários, pelo que o S nestes solos deve estar sob a forma de sulfatos não cristalinos.

Em relação aos valores dos elementos traço, aqueles que existem em maior abundância nos solos de filitos são o Zr (Bostelim – $344,02 \pm 68,34$ mg/kg e Torres do Mondego – $334,54 \pm 1,24$ mg/kg) e o V (Bostelim – $227,40 \pm 28,60$ mg/kg e Torres do Mondego – $175,14 \pm 6,62$ mg/kg) verificando-se semelhanças entre os valores das duas áreas. Nos solos de calcários verifica-se uma distinção entre a Relvinha (Zr – $237,97 \pm 20,11$ mg/kg e o Cr – $175,99 \pm 9,97$ mg/kg) e Souselas (Sc – $302,36 \pm 121,98$ mg/kg e o Sr – $262,50 \pm 49,98$ mg/kg) (Tabela 8 e Fig. 30).

Os valores de Zr, Rb, Th, Pb, V, Nb, Bi apresentam uma relação idêntica aos óxidos de SiO₂, TiO₂, Al₂O₃, Fe₂O_{3t}, K₂O e P₂O₅, identificando-se valores superiores dos solos de filitos em relação aos solos de calcários. Verifica-se também distinção nas áreas de solos calcários onde os valores da Relvinha são superiores aos de Souselas (Tabela 8 e Fig. 30).

Os solos calcários de Souselas são os que mostram valores superiores de Sr ($262,50 \pm 49,98$ mg/kg) sendo seguidos pelas áreas de filitos (Bostelim – $136,90 \pm 20,85$ mg/kg e Torres do Mondego – $113,70 \pm 15,39$ mg/kg), e em quantidade mais inferior pelos solos da Relvinha ($83,64$ mg/kg $\pm 19,77$) (Tabela 8 e Fig. 30c).

A Relvinha ($84,04 \pm 19,58$ mg/kg) é a área com maior valor de Zn, as Torres do Mondego ($40,49 \pm 7,95$ mg/kg) e Souselas ($29,63 \pm 5,30$ mg/kg) apresentam valores intermédios e o Bostelim ($25,43 \pm 22,09$ mg/kg) é a área com valor mais baixo (Fig. 30g). Na Relvinha ($175,99 \pm 9,97$ mg/kg), Bostelim ($157,21 \pm 96,62$ mg/kg) e Torres do Mondego ($171,93 \pm 28,86$ mg/kg) valores de Cr são semelhantes, em Souselas encontram-se abaixo do limite de deteção em duas amostras não tendo por isso valores significativos. O Sc apenas foi detetado com significância nos solos calcários de Souselas – $302,36 \pm 121,98$ mg/kg (Tabela 8).

A área de Bostelim ($25,66 \pm 10,42$ mg/kg) apresentou valores consideráveis As, as Torres de Mondego ($14,77 \pm 2,25$ mg/kg) e a Relvinha ($10,91 \pm 0,99$ mg/kg) tiveram quantidades mais reduzidas e em Souselas este encontra-se abaixo do limite de deteção (Tabela 8 e Fig. 30f).

Resultados

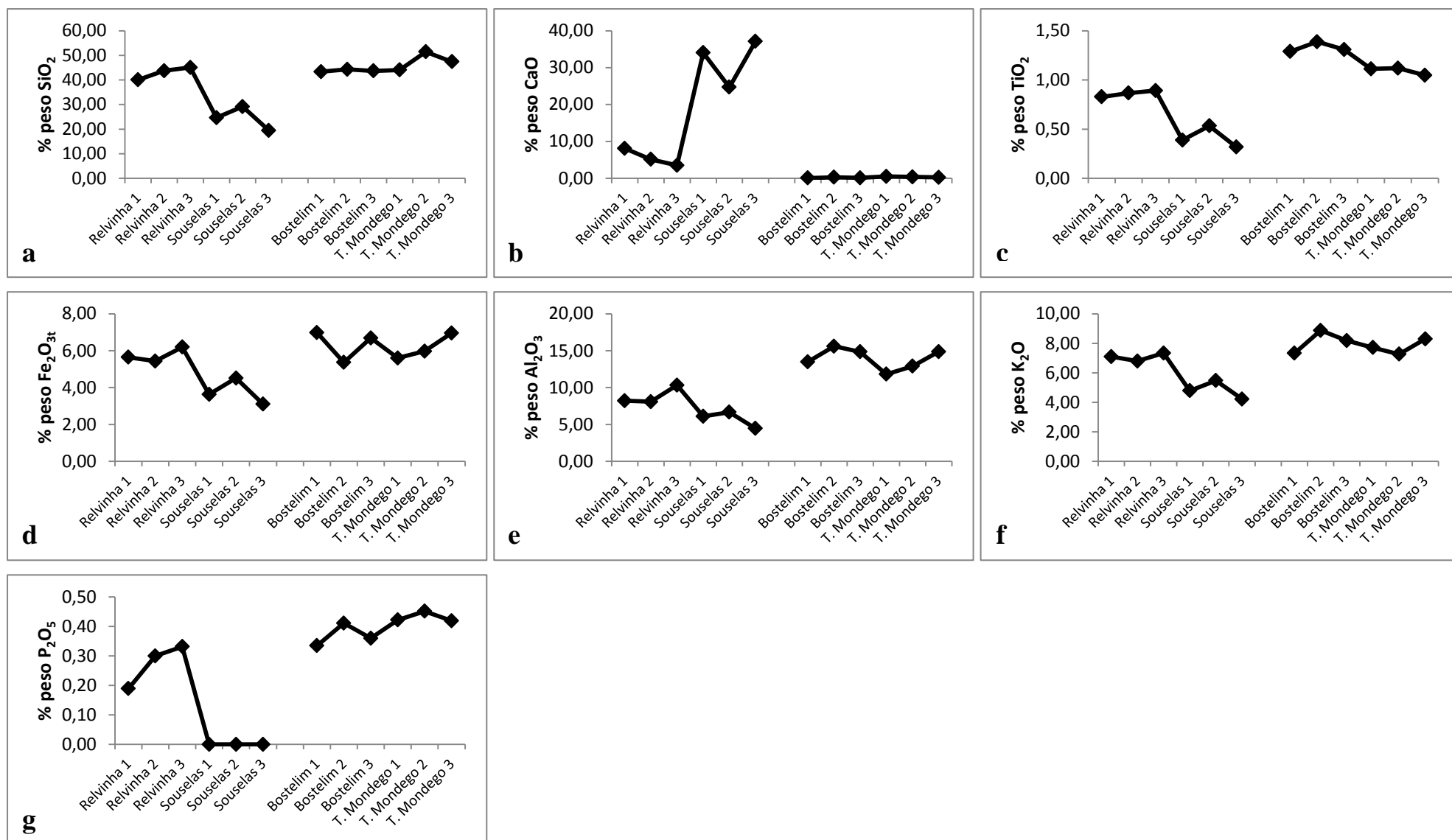


Figura 29 – Diagramas de linhas dos teores de óxidos (em % peso) das amostras de solos das áreas de investigação: **a)** SiO₂, **b)** CaO, **c)** TiO₂, **d)** Fe₂O_{3t}, **e)** Al₂O₃, **f)** K₂O e **g)** P₂O₅.

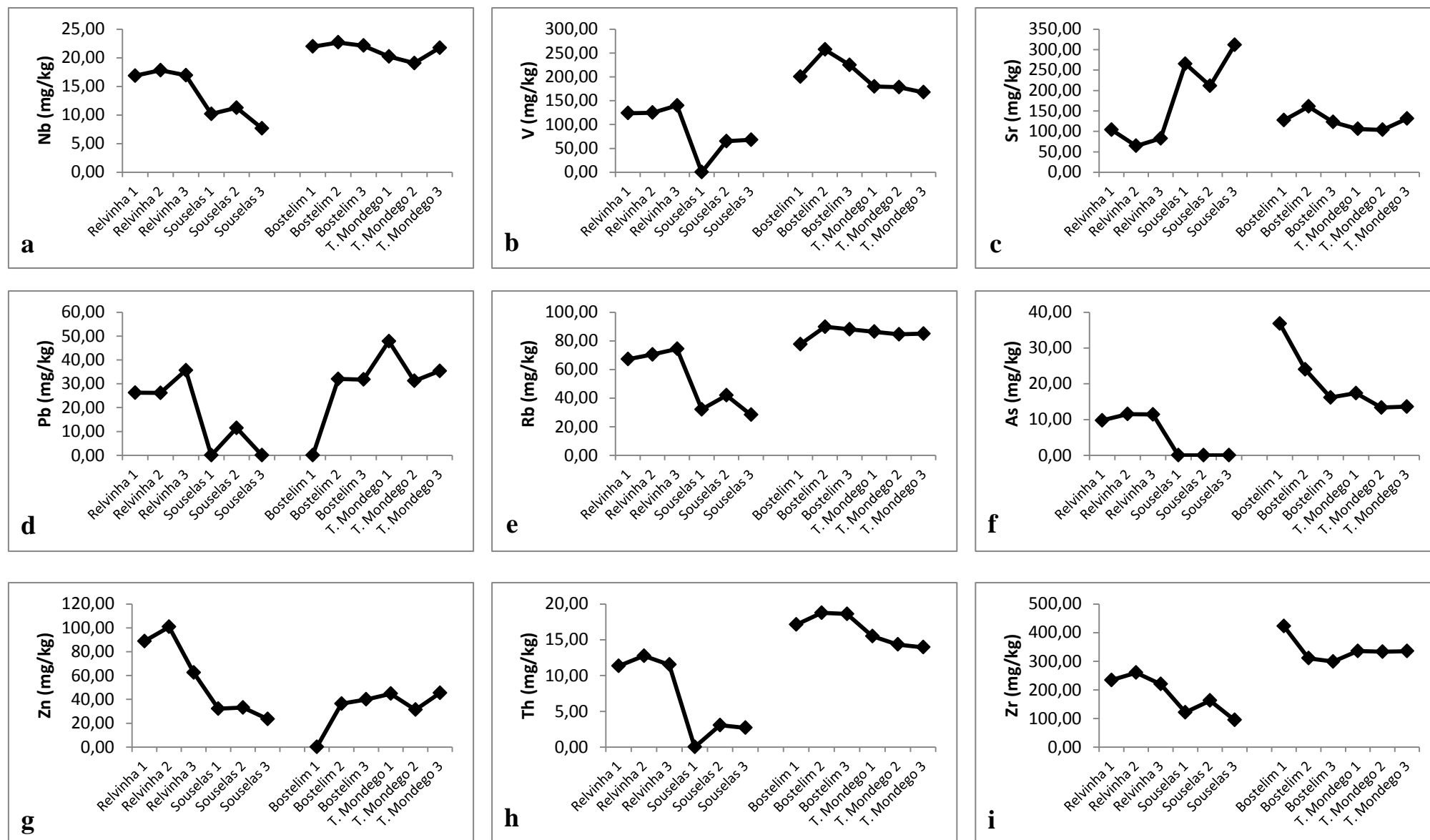


Figura 30 – Gráficos de linhas dos elementos de traço (mg/kg) das amostras de solos das áreas de investigação: a) Nb; b) V; c) Sr; d) Pb; e) Rb; f) As; g) Zn; h) Th; i) Zr.

3.3. Flora das áreas de investigação

As espécies identificadas nas quatro áreas de investigação estão listadas na tabela 10.

Tabela 10 – Check-list das áreas de investigação. As espécies estão ordenadas por famílias e estas por ordem alfabética. X: presença na área.

Família	Espécie	Solos de calcários		Solos de filitos	
		Relvinha	Souselas	Bostelim	Torres do Mondego
Adoxaceae	<i>Viburnum tinus</i> L.				X
Amaryllidaceae	<i>Allium baeticum</i> Boiss.		X		
Amaryllidaceae	<i>Allium roseum</i> L.	X	X		
Amaryllidaceae	<i>Allium sphaerocephalon</i> L.			X	
Amaryllidaceae	<i>Narcissus bulbocodium</i> L.		X		
Anacardiaceae	<i>Pistacia lentiscus</i> L.	X	X		X
Apiaceae	<i>Ammoides pusilla</i> (Brot.) Breistr.		X		
Apiaceae	<i>Bupleurum gerardi</i> All.	X			
Apiaceae	<i>Bupleurum rigidum</i> L. subsp. <i>paniculatum</i> (Brot.) H. Wolff		X		
Apiaceae	<i>Daucus carota</i> L. subsp. <i>carota</i>			X	
Apiaceae	<i>Daucus crinitus</i> Desf.		X		
Apiaceae	<i>Eryngium campestre</i> L.	X	X		
Apiaceae	<i>Foeniculum vulgare</i> Mill.	X	X		X
Apiaceae	<i>Pimpinella villosa</i> Schousb.				X
Apiaceae	<i>Thapsia minor</i> Hoffmanns. & Link		X	X	
Apiaceae	<i>Torilis arvensis</i> (Huds.) Link	X	X	X	X
Araceae	<i>Arisarum simorrhinum</i> Durieu	X	X		X
Araliaceae	<i>Hedera hibernica</i> (G. Kirchn.) Bean	X	X	X	
Aristolochiaceae	<i>Aristolochia paucinervis</i> Pomel	X			
Asparagaceae	<i>Asparagus aphyllus</i> L.	X	X	X	X
Asparagaceae	<i>Drimys maritima</i> (L.) Stearn	X	X	X	X
Asparagaceae	<i>Leopoldia comosa</i> (L.) Parl.	X	X		
Asparagaceae	<i>Ornithogalum narbonense</i> L.		X		
Asparagaceae	<i>Ruscus aculeatus</i> L.				X
Asparagaceae	<i>Scilla monophyllos</i> Link			X	
Aspleniaceae	<i>Asplenium onopteris</i> L.	X			
Aspleniaceae	<i>Asplenium trichomanes</i> L. subsp. <i>quadrivalens</i> D.E. Meyer		X		
Aspleniaceae	<i>Ceterach officinarum</i> Willd. subsp. <i>officinarum</i>		X		
Asteraceae	<i>Achillea ageratum</i> L.	X			
Asteraceae	<i>Aetheorhiza bulbosa</i> (L.) Cass. subsp. <i>bulbosa</i>				X
Asteraceae	<i>Andryala integrifolia</i> L.	X		X	X
Asteraceae	<i>Anthemis arvensis</i> L. subsp. <i>arvensis</i>			X	
Asteraceae	<i>Bellis perennis</i> L.	X	X		
Asteraceae	<i>Carlina gummifera</i> (L.) Less.		X		
Asteraceae	<i>Carlina racemosa</i> L.	X	X	X	X
Asteraceae	<i>Centaurea melitensis</i> L.		X		
Asteraceae	<i>Centaurea pullata</i> L.	X	X		
Asteraceae	<i>Chamaemelum nobile</i> (L.) All.			X	
Asteraceae	<i>Cichorium intybus</i> L.			X	
Asteraceae	<i>Cirsium filipendulum</i> Lange			X	
Asteraceae	<i>Coleostephus myconis</i> (L.) Rchb.f.			X	X
Asteraceae	<i>Crepis capillaris</i> (L.) Wallr.		X		
Asteraceae	<i>Crepis vesicaria</i> L. subsp. <i>taraxacifolia</i> (Thuill.) Thell.	X	X		
Asteraceae	<i>Cynara cardunculus</i> L.	X	X		
Asteraceae	<i>Dittrichia viscosa</i> (L.) Greuter subsp. <i>viscosa</i>		X	X	
Asteraceae	<i>Galactites tomentosa</i> Moench			X	X
Asteraceae	<i>Helichrysum stoechas</i> (L.) Moench subsp. <i>stoechas</i>	X	X		
Asteraceae	<i>Jacobaea vulgaris</i> Gaertn.			X	
Asteraceae	<i>Leontodon saxatilis</i> Lam. subsp. <i>rothii</i> Maire		X	X	X

Asteraceae	<i>Leontodon tuberosus</i> L.	X	X		
Asteraceae	<i>Filago gallica</i> (L.) L.		X		
Asteraceae	<i>Logfia minima</i> (Sm.) Dumort.			X	
Asteraceae	<i>Pallenis spinosa</i> (L.) Cass. subsp. <i>spinosa</i>	X	X		
Asteraceae	<i>Pulicaria odora</i> (L.) Rchb.	X	X	X	
Asteraceae	<i>Rhagadiolus edulis</i> Gaertn.			X	
Asteraceae	<i>Staelhelina dubia</i> L.		X		
Asteraceae	<i>Tolpis barbata</i> (L.) Gaertn.			X	X
Asteraceae	<i>Urospermum picroides</i> (L.) Scop. ex F.W.Schmidt		X	X	X
Boraginaceae	<i>Echium tuberculatum</i> Hoffmanns. & Link	X	X		X
Boraginaceae	<i>Glandora prostrata</i> (Loisel.) D.C. Thomas subsp. <i>prostrata</i>			X	X
Boraginaceae	<i>Myosotis discolor</i> Pers. subsp. <i>dubia</i> (Arrond.) Blaise			X	
Brassicaceae	<i>Arabis planisiliqua</i> (Pers.) Rchb.		X		
Brassicaceae	<i>Cardamine hirsuta</i> L.				X
Brassicaceae	<i>Raphanus raphanistrum</i> L. subsp. <i>raphanistrum</i>			X	
Brassicaceae	<i>Rapistrum rugosum</i> (L.) All. subsp. <i>rugosum</i>		X		
Campanulaceae	<i>Campanula erinus</i> L.		X		
Campanulaceae	<i>Campanula rapunculus</i> L.	X			
Caprifoliaceae	<i>Centranthus calcitrapae</i> (L.) Dufur.	X		X	X
Caprifoliaceae	<i>Dipsacus comosus</i> Hoffmanns. & Link	X			
Caprifoliaceae	<i>Lonicera etrusca</i> Santi	X	X	X	
Caprifoliaceae	<i>Lonicera periclymenum</i> L. subsp. <i>periclymenum</i>	X	X	X	
Caprifoliaceae	<i>Scabiosa atropurpurea</i> L.	X	X		
Caryophyllaceae	<i>Petrorhagia dubia</i> (Raf.) G.López & Romo			X	
Caryophyllaceae	<i>Silene longicilia</i> (Brot.) Otth		X		
Caryophyllaceae	<i>Silene vulgaris</i> (Moench) Garcke subsp. <i>vulgaris</i>			X	
Caryophyllaceae	<i>Stellaria media</i> (L.) Vill.			X	
Cistaceae	<i>Cistus albidus</i> L.		X		
Cistaceae	<i>Cistus crispus</i> L.	X	X	X	X
Cistaceae	<i>Cistus monspeliensis</i> L.	X	X		
Cistaceae	<i>Cistus salviifolius</i> L.	X		X	X
Cistaceae	<i>Fumana ericifolia</i> Wallr.		X		
Cistaceae	<i>Tuberaria guttata</i> (L.) Fourr.			X	X
Cistaceae	<i>Tuberaria lignosa</i> (Sweet) Samp.			X	
Convolvulaceae	<i>Convolvulus arvensis</i> L.			X	
Convolvulaceae	<i>Cuscuta epithymum</i> (L.) L.			X	
Crassulaceae	<i>Sedum album</i> L.		X		
Crassulaceae	<i>Sedum forsterianum</i> Sm.		X		X
Cucurbitaceae	<i>Bryonia dioica</i> Jacq.				X
Cyperaceae	<i>Carex flacca</i> Schreb.	X			
Cyperaceae	<i>Carex pilulifera</i> L. subsp. <i>pilulifera</i>		X		
Dennstaedtiaceae	<i>Pteridium aquilinum</i> (L.) Kuhn subsp. <i>aquilinum</i>			X	
Dioscoreaceae	<i>Dioscorea communis</i> (L.) Caddick & Wilkin				X
Ericaceae	<i>Arbutus unedo</i> L.	X		X	X
Ericaceae	<i>Calluna vulgaris</i> (L.) Hull			X	
Ericaceae	<i>Erica arborea</i> L.				X
Ericaceae	<i>Erica cinerea</i> L.			X	
Ericaceae	<i>Erica lusitanica</i> Rudolphi	X		X	
Ericaceae	<i>Erica scoparia</i> L. subsp. <i>scoparia</i>			X	X
Ericaceae	<i>Erica umbellata</i> Loefl. ex L.			X	
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia exigua</i> L.	X	X		
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia pterococca</i> Brot.	X			
Euphorbiaceae	<i>Mercurialis annua</i> L.				X
Fabaceae	<i>Acacia melanoxylon</i> R.Br.				X
Fabaceae	<i>Anthyllis vulneraria</i> subsp. <i>maura</i> (Beck) Maire	X	X		
Fabaceae	<i>Coronilla valentina</i> L. subsp. <i>glauca</i> (L.) Batt.	X	X		
Fabaceae	<i>Cytisus grandiflorus</i> (Brot.) DC. subsp. <i>grandiflorus</i>			X	
Fabaceae	<i>Cytisus striatus</i> (Hill) Rothm.				X
Fabaceae	<i>Dorycnopsis gerardi</i> (L.) Boiss.				X
Fabaceae	<i>Genista triacanthos</i> Brot.			X	X
Fabaceae	<i>Genista tridentata</i> L.			X	

Resultados

Fabaceae	<i>Lathyrus amphicarpos</i> L.			X	
Fabaceae	<i>Lathyrus aphaca</i> L.	X			
Fabaceae	<i>Lathyrus clymenum</i> L.			X	X
Fabaceae	<i>Lathyrus hirsutus</i> L.			X	
Fabaceae	<i>Lathyrus sphaericus</i> Retz.	X	X	X	
Fabaceae	<i>Lathyrus sylvestris</i> L.		X		
Fabaceae	<i>Lotus glareosus</i> Boiss. & Reut.			X	
Fabaceae	<i>Lotus hispidus</i> Desf. ex DC.			X	
Fabaceae	<i>Medicago arabica</i> (L.) Huds.			X	
Fabaceae	<i>Medicago lupulina</i> L.	X		X	
Fabaceae	<i>Medicago minima</i> (L.) L.		X		
Fabaceae	<i>Medicago orbicularis</i> (L.) Bartal.	X			
Fabaceae	<i>Medicago polymorpha</i> L.			X	
Fabaceae	<i>Ononis reclinata</i> L. subsp. <i>reclinata</i>		X		
Fabaceae	<i>Ononis spinosa</i> L.	X			
Fabaceae	<i>Ononis viscosa</i> L. subsp. <i>breviflora</i> (DC.) Nyman	X	X		
Fabaceae	<i>Ornithopus compressus</i> L.				X
Fabaceae	<i>Scorpiurus muricatus</i> L.	X	X		
Fabaceae	<i>Scorpiurus vermiculatus</i> L.			X	X
Fabaceae	<i>Trifolium angustifolium</i> L.			X	X
Fabaceae	<i>Trifolium arvense</i> L.				X
Fabaceae	<i>Trifolium campestre</i> Schreb.	X	X	X	X
Fabaceae	<i>Trifolium gemellum</i> Pourr. ex Willd.			X	X
Fabaceae	<i>Trifolium glomeratum</i> L.				X
Fabaceae	<i>Trifolium subterraneum</i> L.			X	
Fabaceae	<i>Ulex minor</i> Roth			X	X
Fabaceae	<i>Vicia benghalensis</i> L.			X	
Fabaceae	<i>Vicia disperma</i> DC.				X
Fabaceae	<i>Vicia hirsuta</i> (L.) Gray			X	
Fabaceae	<i>Vicia lutea</i> L. subsp. <i>lutea</i>				X
Fabaceae	<i>Vicia parviflora</i> Cav.	X	X		
Fabaceae	<i>Vicia sativa</i> L. subsp. <i>nigra</i> (L.) Ehrh.	X	X	X	X
Fabaceae	<i>Vicia sativa</i> L. subsp. <i>sativa</i>			X	
Fagaceae	<i>Quercus faginea</i> Lam. subsp. <i>broteroi</i> (Cout.) A.Camus	X		X	X
Fagaceae	<i>Quercus robur</i> L.			X	X
Fagaceae	<i>Quercus suber</i> L.	X		X	X
Gentianaceae	<i>Blackstonia acuminata</i> (W.D.J. Koch & Ziz) Dom			X	
Gentianaceae	<i>Blackstonia perfoliata</i> (L.) Huds.	X	X	X	
Gentianaceae	<i>Centaureum grandiflorum</i> (Pers.) Druce subsp. <i>grandiflorum</i>	X	X		
Gentianaceae	<i>Centaureum grandiflorum</i> (Pers.) Druce subsp. <i>majus</i> (Hoffmanns. & Link) Díaz Lifante	X	X		X
Gentianaceae	<i>Centaureum maritimum</i> (L.) Fritsch ex Janch.			X	
Geraniaceae	<i>Geranium columbinum</i> L.			X	
Geraniaceae	<i>Geranium dissectum</i> L.			X	
Geraniaceae	<i>Geranium molle</i> L.			X	
Geraniaceae	<i>Geranium purpureum</i> Vill.	X	X	X	X
Geraniaceae	<i>Geranium rotundifolium</i> L.			X	
Hypericaceae	<i>Hypericum humifusum</i> L.				X
Hypericaceae	<i>Hypericum perforatum</i> L.	X	X	X	X
Iridaceae	<i>Gladiolus communis</i> L.	X	X		X
Juncaceae	<i>Juncus bufonius</i> L.			X	
Lamiaceae	<i>Ajuga iva</i> (L.) Schreb.		X		
Lamiaceae	<i>Cleonia lusitanica</i> (Loefl. Ex L.) L.		X		
Lamiaceae	<i>Clinopodium menthifolium</i> (Host) Stace subsp. <i>menthifolium</i>				X
Lamiaceae	<i>Clinopodium nepeta</i> (L.) Kuntze subsp. <i>spruneri</i> (Boiss.) Bartolucci & F.Conti	X	X	X	
Lamiaceae	<i>Clinopodium vulgare</i> L.			X	
Lamiaceae	<i>Lavandula stoechas</i> L.		X	X	X
Lamiaceae	<i>Micromeria juliana</i> (L.) Benth. ex Rchb.		X		
Lamiaceae	<i>Nepeta tuberosa</i> L.		X		
Lamiaceae	<i>Origanum vulgare</i> L. subsp. <i>virens</i> (Hoffmanns. & Link) Bonnier & Layens	X	X	X	
Lamiaceae	<i>Prunella vulgaris</i> L.	X		X	
Lamiaceae	<i>Rosmarinus officinalis</i> L.		X		

Resultados

Poaceae	<i>Cynosurus echinatus</i> L.	X		X	X
Poaceae	<i>Dactylis glomerata</i> L. subsp. <i>hispanica</i> (Roth) Nyman		X		
Poaceae	<i>Dactylis glomerata</i> L. subsp. <i>lusitanica</i> Stebbins & Zohary	X	X	X	X
Poaceae	<i>Danthonia decumbens</i> (L.) DC.			X	
Poaceae	<i>Gastridium ventricosum</i> (Gouan) Schinz & Thell.		X		X
Poaceae	<i>Helictotrichon marginatum</i> (Lowe) Röser			X	
Poaceae	<i>Hordeum marinum</i> Huds. subsp. <i>gussoneanum</i> (Parl.) Thell.			X	
Poaceae	<i>Hordeum murinum</i> L. subsp. <i>murinum</i>			X	
Poaceae	<i>Hyparrhenia hirta</i> (L.) Stapf	X	X		X
Poaceae	<i>Lolium rigidum</i> Gaudin			X	
Poaceae	<i>Melica minuta</i> L.	X			X
Poaceae	<i>Phalaris minor</i> Retz.	X		X	
Poaceae	<i>Phleum pratense</i> L.	X			
Poaceae	<i>Poa trivialis</i> L.			X	
Poaceae	<i>Vulpia ciliata</i> Dumort.	X			
Poaceae	<i>Vulpia geniculata</i> (L.) Link			X	
Polygalaceae	<i>Polygala monspeliaca</i> L.		X		
Polygalaceae	<i>Polygala vulgaris</i> L.			X	
Polygonaceae	<i>Fallopia convolvulus</i> (L.) Á.Löve			X	
Polygonaceae	<i>Rumex bucephalophorus</i> L. subsp. <i>hispanicus</i> (Steinh.) Rech.f.			X	
Polygonaceae	<i>Rumex conglomeratus</i> Murray			X	
Primulaceae	<i>Anagallis arvensis</i> L.	X	X	X	X
Primulaceae	<i>Anagallis monelli</i> L.	X	X		
Primulaceae	<i>Asterolinon linum-stellatum</i> (L.) Duby			X	
Ranunculaceae	<i>Anemone palmata</i> L.	X			X
Ranunculaceae	<i>Delphinium pentagynum</i> Lam.		X		
Ranunculaceae	<i>Ranunculus bullatus</i> L.	X			
Ranunculaceae	<i>Ranunculus ollissiponensis</i> Pers. subsp. <i>ollissiponensis</i>	X			
Ranunculaceae	<i>Ranunculus trilobus</i> Desf.			X	
Resedaceae	<i>Reseda media</i> Lag.				X
Rhamnaceae	<i>Rhamnus alaternus</i> L.	X	X	X	X
Rosaceae	<i>Agrimonia eupatoria</i> L. subsp. <i>eupatoria</i>		X	X	
Rosaceae	<i>Crataegus monogyna</i> Jacq.	X	X	X	X
Rosaceae	<i>Geum sylvaticum</i> Pourr.	X	X	X	
Rosaceae	<i>Pyracantha coccinea</i> M.Roem.	X			
Rosaceae	<i>Rosa canina</i> L.				X
Rosaceae	<i>Rosa sempervirens</i> L.	X	X		X
Rosaceae	<i>Rubus ulmifolius</i> Schott	X	X	X	X
Rosaceae	<i>Sanguisorba hybrida</i> (L.) Font Quer			X	
Rosaceae	<i>Sanguisorba verrucosa</i> (Link ex G.Don) Ces.	X	X	X	X
Rubiaceae	<i>Crucianella angustifolia</i> L.		X		
Rubiaceae	<i>Galium aparine</i> L.			X	
Rubiaceae	<i>Galium parisiense</i> L.	X	X	X	
Rubiaceae	<i>Rubia peregrina</i> L.	X	X	X	X
Rubiaceae	<i>Sherardia arvensis</i> L.		X	X	X
Rutaceae	<i>Ruta chalepensis</i> L.				X
Rutaceae	<i>Ruta montana</i> (L.) L.	X	X		
Santalaceae	<i>Osyris alba</i> L.	X			
Selaginellaceae	<i>Selaginella denticulata</i> (L.) Spring	X	X		X
Smilacaceae	<i>Smilax aspera</i> L.	X	X	X	X
Solanaceae	<i>Solanum chenopodioides</i> Lam.			X	
Solanaceae	<i>Solanum nigrum</i> L.	X			
Thymelaeaceae	<i>Daphne gnidium</i> L.	X	X	X	X
Verbenaceae	<i>Verbena officinalis</i> L.	X			
Vitaceae	<i>Vitis vinifera</i> L.		X		
Xanthorrhoeaceae	<i>Simethis mattiazii</i> (Vand.) Sacc.			X	

No conjunto da investigação foram identificadas 61 famílias e 288 *taxa*: Relvinha, 110; Souselas, 135; Bostelim, 143; e nas Torres do Mondego, 95 (Tabela 10 e Fig. 31). A família Orchidaceae é numerosa nas áreas de solos calcários apresentando um total de 12 *taxa* (5 na Relvinha e 11 em Souselas); nos solos de filitos aparece apenas uma espécie comum às duas áreas (Tabela 10). Foi preparado material para 9 exemplares de herbário (um dos exemplares está ilustrado na fig. 23f).

Alguns *taxa* não estão registados numa determinada área, embora tenham sido observados mas fora do perímetro de investigação. Por exemplo, *Ophrys lutea* nos registos aparece apenas em Souselas (Tabela 10); no entanto, foi também observada na Relvinha, mas fora da área.

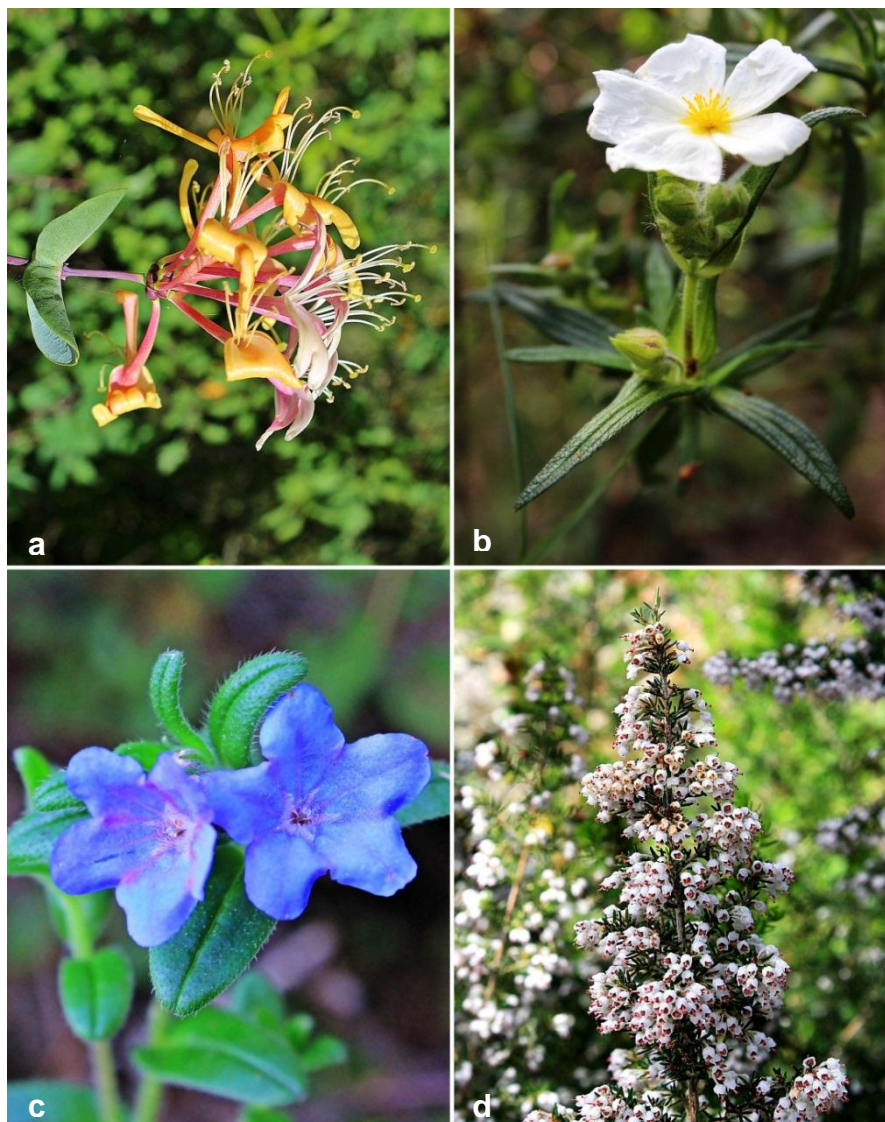


Figura 31 – Exemplos de *taxa* encontrados nas áreas de investigação. **a)** *Lonicera etrusca* (Relvinha); **b)** *Cistus monspeliensis* (Souselas); **c)** *Glandura prostrata* subsp. *prostrata* (Bostelim); **d)** *Erica arborea* (Torres do Mondego).

No conjunto das áreas investigadas verifica-se que Bostelim apresenta a maior diversidade específica apesar de ter dimensão inferior às Torres do Mondego e Souselas. No Bostelim foram identificados 143 *taxa* (49,65% do total da investigação), sendo notória a diferença em relação à outra área de solos de filitos, as Torres do Mondego, com 95 dos *taxa* (32,99%). As famílias que se destacam por possuírem maior diversidade são as Fabaceae (mais elevada nas Torres do Mondego: 16,84%), as Poaceae (mais elevada no Bostelim: 13,99%) e as Asteraceae (mais elevada em Souselas: 12,59%) (Tabela 11).

Tabela 11 – Análise da diversidade vegetal das áreas investigadas com a abundância (%) das famílias em cada área. Foram selecionadas apenas as famílias que possuem mais de 2 *taxa* em pelo menos 2 áreas de investigação. A negrito estão as três famílias com maior diversidade.

Famílias	Relvinha % taxa	Souselas % taxa	Bostelim % taxa	T. Mondego % taxa	Total da investigação % taxa
Apiaceae	3,64	5,19	2,10	3,16	3,47
Asparagaceae	2,73	2,96	2,10	3,16	2,08
Asteraceae	10,0	12,59	11,19	8,42	10,42
Caprifoliaceae	4,55	2,22	2,10	1,05	1,74
Cistaceae	2,73	2,96	2,80	3,16	2,43
Ericaceae	1,82	0,0	4,20	3,16	2,43
Gentianaceae	2,73	2,22	2,10	1,05	1,74
Fabaceae	10,91	8,89	14,69	16,84	14,24
Fagaceae	1,82	0,0	2,10	3,16	1,04
Lamiaceae	5,45	8,89	4,20	3,16	5,9
Orchidaceae	4,55	8,15	0,70	1,05	4,51
Plantaginaceae	0,91	2,22	2,10	1,05	2,08
Poaceae	11,82	8,15	13,99	12,63	11,11
Rosaceae	5,45	4,44	4,20	5,26	3,13
Rubiaceae	1,82	2,96	2,80	2,11	1,74
Totais	70,92	71,85	71,36	68,42	68,06

3.4. Tratamento estatístico da vegetação

A matriz da abundância (DAFOR) dos *taxa* registados apresenta 196 *taxa* em 48 quadrados, num total de 1.585 registos; a matriz das variáveis ambientais engloba as 19 selecionadas e encontra-se no apêndice 3.

Para a ordenação CCA, as variáveis ambientais selecionadas a partir do teste *Monte Carlo* foram o pH, micas, e influência antropogénica (todas as variáveis apresentam um *pvalue* = 0,002). Pode verificar-se que o fator de inflação das variáveis

ambientais necessárias para explicar a ordenação das espécies é <10 , indicando uma baixa multicolinearidade (Tabela 12).

Tabela 12 – Valores de F e P (teste de *Monte Carlo*, com 499 simulações) e fator de inflação das variáveis ambientais selecionadas para a elaboração da CCA.

Variáveis ambientais	Fator de inflação	F	P
pH	5.8541	10.05	0.0020
Micas	4.3007	6.43	0.0020
Influência antropogénica	2.2951	8.05	0.0020

Verifica-se também que os valores próprios entre CA e a CCA são semelhantes nos primeiros 4 eixos (Tabela 13), o que indica que as variáveis ambientais incluídas na CCA são satisfatórias para explicar a variação florística encontrada na CA. Verifica-se ainda, que o resultado da CA explica 52,4% da variação total entre as áreas.

Tabela 13 – Sumário da ordenação CCA e CA.

Eixos canónicos	CCA				CA			
	1	2	3	4	1	2	3	4
Valores próprios	0,604	0,399	0,280	0,389	0,618	0,455	0,344	0,294
Correlação espécies-variáveis ambientais	0,991	0,980	0,978	0,000	0,984	0,761	0,667	0,931
% de variância cumulativa:								
das espécies	18,5	30,7	39,3	51,2	18,9	32,8	43,3	52,4
da relação espécies-variáveis ambientais	47,0	78,1	100,0	0,0	46,6	67,2	79,1	99,0
Soma dos valores próprios					3,268			3,268
Soma dos valores próprios canónicos					1,283			1,283

A ordenação CCA está representada nos dois gráficos: um com o total dos levantamentos (Fig. 32) e o outro com um *weight range* de 10% (Fig. 33). A ordenação CA encontra-se no gráfico da figura 34 que apresenta a distribuição das espécies para a totalidade dos levantamentos efetuados.

A ordenação CCA mostra uma diferenciação clara no primeiro e segundo eixo. No eixo 1 observa-se a distinção entre as áreas de solos de calcários e solos de filitos. As áreas da Relvinha e Souselas estão correlacionadas positivamente com valores elevados de pH, condutividade elétrica, humidade do solo, calcite e argila; em Torres do Mondego e Bostelim identifica-se uma correlação positiva com os valores de micas, K_2O , matéria orgânica e quartzo. No eixo 2 verifica-se a diferenciação entre as áreas de solos de filitos. Bostelim tem uma correlação positiva com a variável influência antropogénica e precipitação (Fig. 32 e 33).

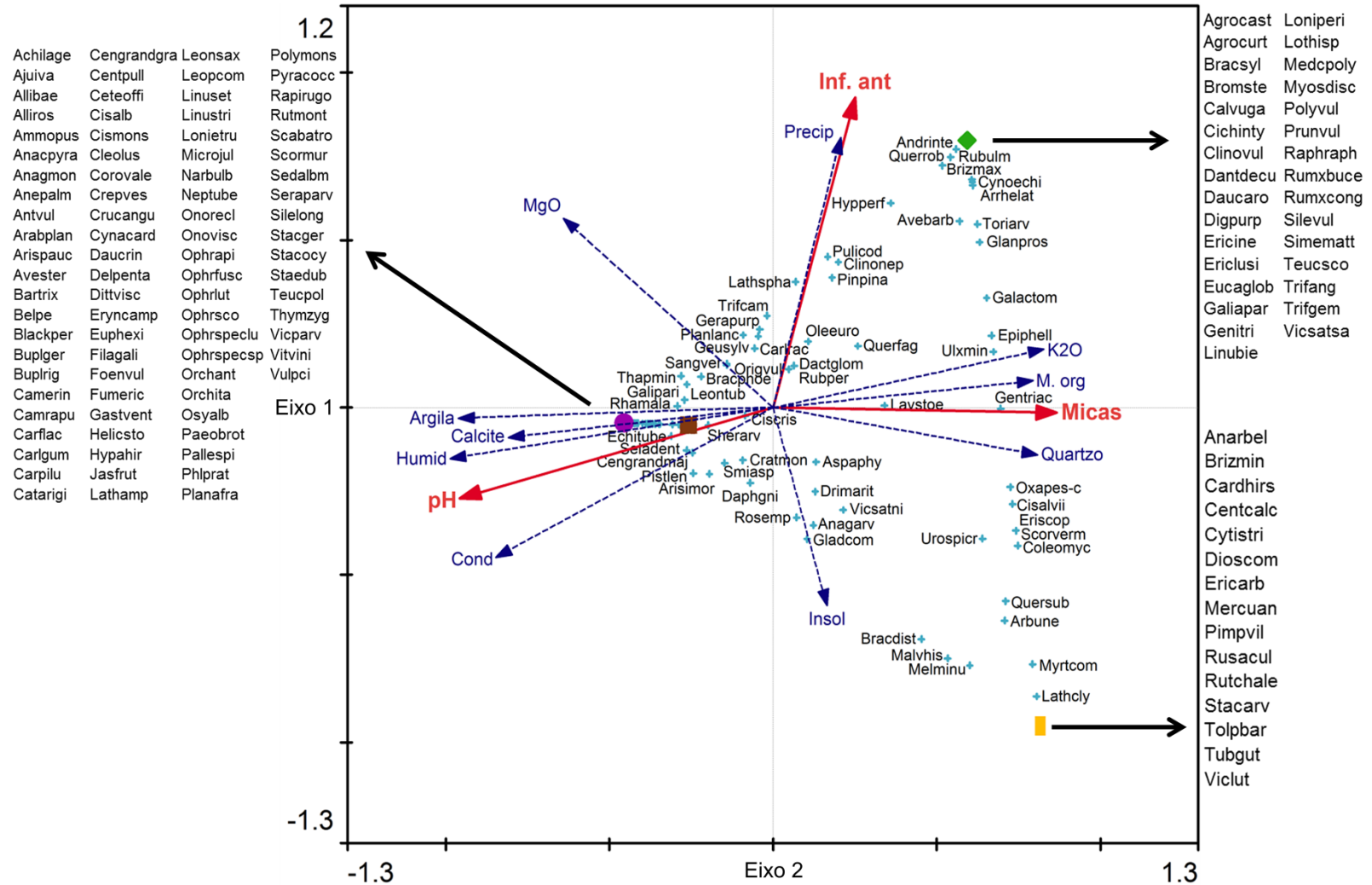


Figura 32 – Ordenação CCA do total dos dados de abundância de espécies. Estão representadas as áreas investigação, as variáveis ambientais seleccionadas com os valores médios por área e as variáveis suplementares com valores médios por área. ■: área da Relvinha; ●: área de Souselas; ◆: área de Bostelim; ■: área de Torres do Mondego; +: espécies; ►: variáveis ambientais; ►: variáveis suplementares. As abreviaturas podem ser consultadas no apêndice 4.

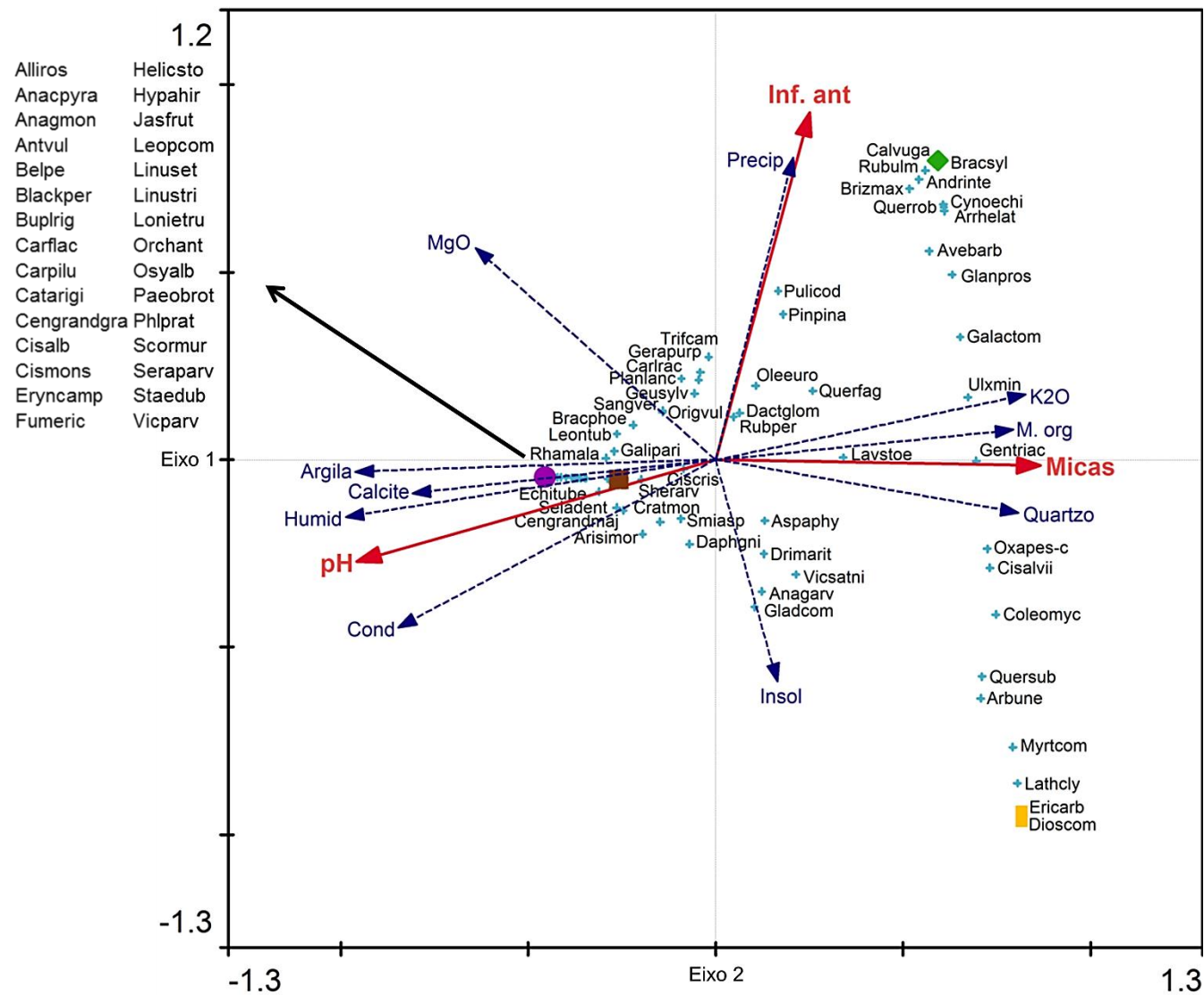


Figura 33 – Ordenação CCA utilizando um *weight range* de 10% das espécies. Estão representadas as áreas investigação, as variáveis ambientais selecionadas com os valores médios por áreas e as variáveis suplementares com valores médios por área. ■: área da Relvinha; ●: área de Souselas; ◆: área de Bostelim; □: área de Torres do Mondego; +: espécies; ►: variáveis ambientais; ►: variáveis suplementares. As abreviaturas podem ser consultadas no apêndice 4.

Ao ser elaborada com *weight range* de 10% (Fig. 33), a CCA mostra as espécies com maior peso na correlação entre as áreas e as variáveis ambientais. Dessas foram selecionadas as espécies que apresentam maior abundância (Tabela 14).

Tabela 14 – As 10 espécies de cada um dos dois tipos de solo com abundância (DAFOR) mais fortemente correlacionadas com as áreas e as variáveis ambientais (fig. 33).

Solos de calcários (DAFOR)	Solos de filitos (DAFOR)
<i>Cistus albidus</i> (3-4)	<i>Cistus salviifolius</i> (2-5)
<i>Osyris alba</i> (2-4)	<i>Erica arborea</i> (2-4)
<i>Cistus monspeliensis</i> (1-4)	<i>Arrhenatherum elatius</i> subsp. <i>elatius</i> (2-4)
<i>Bellis perennis</i> (1-4)	<i>Glandura prostrata</i> subsp. <i>prostrata</i> (2-3)
<i>Blackstonia perfoliata</i> (2-3)	<i>Coleostephus myconis</i> (1-4)
<i>Jasminum fruticans</i> (2-3)	<i>Genista triacanthos</i> (1-3)
<i>Staehelina dubia</i> (2-3)	<i>Lathyrus clymenum</i> (1-3)
<i>Anthyllis vulneraria</i> subsp. <i>maura</i> (1-3)	<i>Myrtus communis</i> (1-3)
<i>Allium roseum</i> (1-3)	<i>Galactites tomentosa</i> (1-3)
<i>Lonicera etrusca</i> (1-3)	<i>Quercus suber</i> (1-3)

Na ordenação CA (Fig. 34) as espécies e quadrados têm uma relação muito semelhante à da CCA, embora se verifiquem algumas diferenças nos quadrados de cada área de investigação. Essa diferença é particularmente notória no Bostelim.

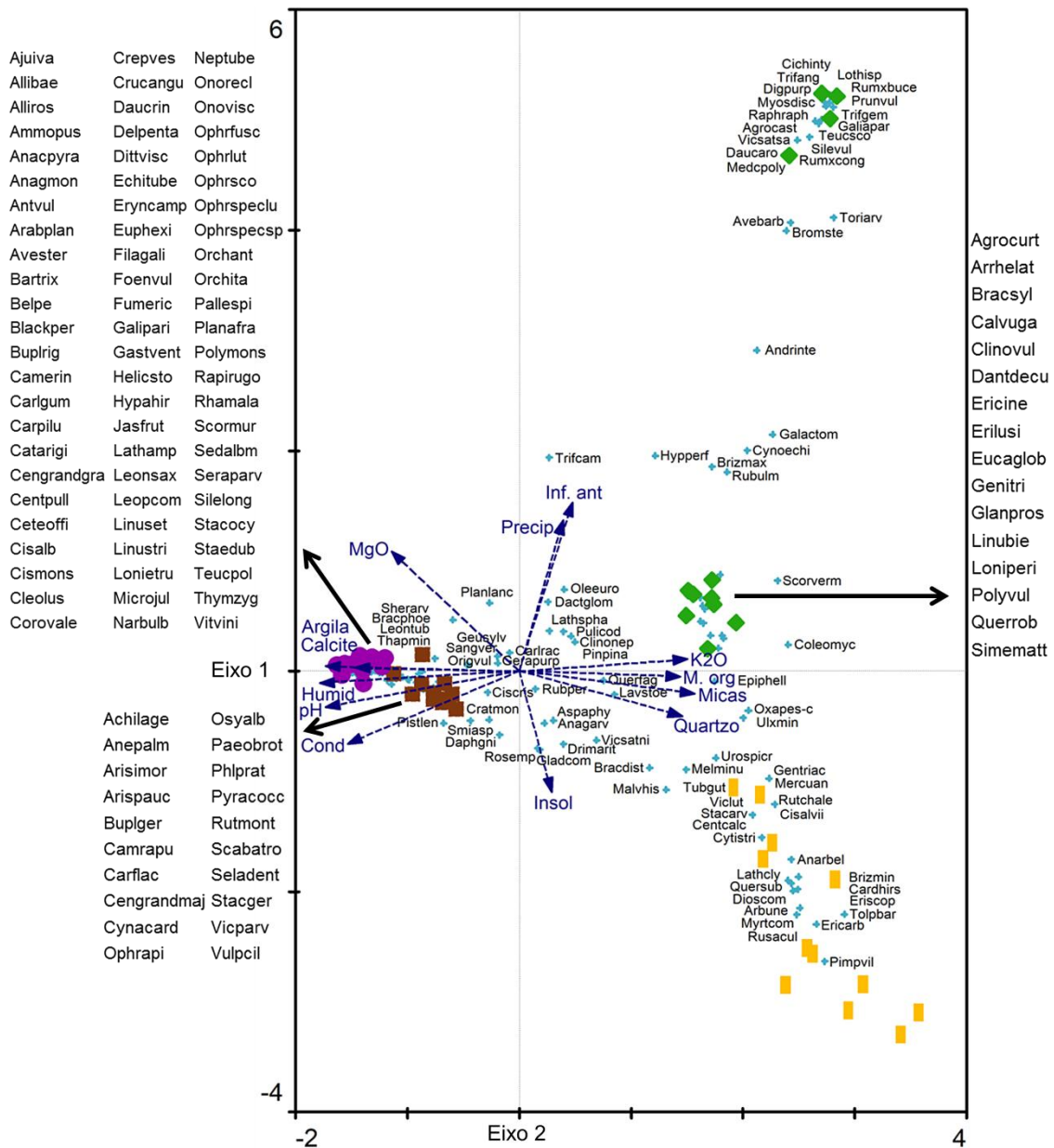


Figura 34 – Ordenação CA do total dos dados de abundância de espécies. Estão representadas as áreas investigação e as variáveis suplementares com valores médios por área. ■: área da Relvinha; ●: área de Souselas; ◆: área de Bostelim; ■: área de Torres do Mondego; + : espécies; -▶: variáveis suplementares. As abreviaturas podem ser consultadas no apêndice 4.

4. Discussão de resultados

4.1. Análises texturais e físico-químicas

O pH do solo e a sua condutividade elétrica (Fig. 35a) são importantes pois influenciam a quantidade de sais disponíveis para as plantas. Os solos das áreas investigadas apresentam valores de pH distintos (Tabela 8) que se devem principalmente à composição mineralógica.

A condutividade elétrica reflete a maior quantidade de sais solúveis, esta é superior nos solos calcários, e pode dever-se à maior quantidade de cloretos e sulfatos que estes solos mostram, na generalidade, teores mais elevados de S e de Cl (Tabela 8).

Os solos das áreas calcárias e margo-calcárias de Souselas e da Relvinha são predominantemente argilosos, o que condiciona muitas das suas características físico-químicas. Cerca de 32,62% do grão destes solos possui dimensão de argila (Tabela 8 e Fig. 28), fazendo com que estes sejam pouco permeáveis e levando à acumulação de água à superfície (Fig. 35b). Esta situação confere-lhes elevada capacidade de campo e reduz a infiltração de água para horizontes inferiores. Consequentemente acumula-se água em pequenas depressões (Fig. 36) o que explica a presença de espécies características de sítios mais húmidos, como briófitos e ciperáceas (Tabela 10). No entanto, em locais com maior inclinação o solo torna-se seco devido à escorrência, desenvolvendo-se aí espécies adaptadas a condições de *stress* hídrico como *Carlina gummifera* (Barceloux, 2012).

Outra característica do solo argiloso é a riqueza em nutrientes disponíveis para as plantas, pois as argilas fixam os catiões impedindo que estes sejam arrastados pela água. No entanto, os solos argilosos têm pouca macroporosidade, sendo por isso solos bastante compactos e pouco oxigenados (Cerqueira, 2001).

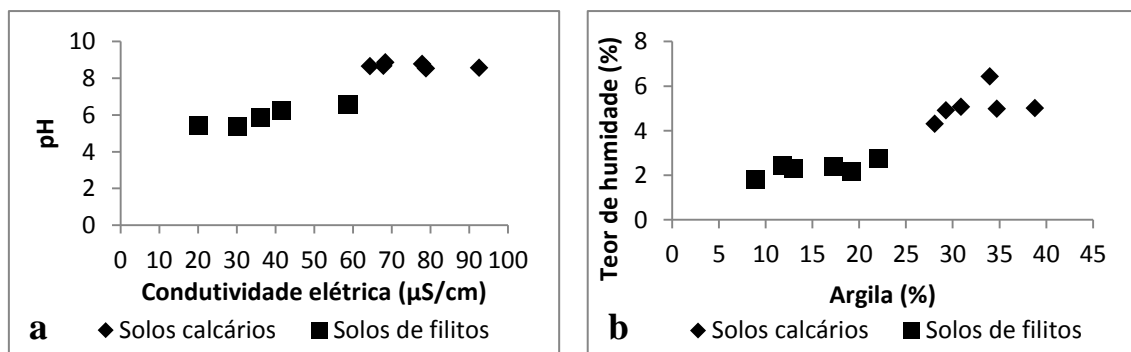


Figura 35 – Gráficos de relação entre pH e condutividade elétrica (µS/cm) e teor de humidade (%) e argila (%).



Figura 36 – Acumulação de água da chuva à superfície resultante da escorrência no solo e da sua pouca permeabilidade.

Os solos das áreas de Torres do Mondego e Bostelim são francos e franco siltosos, possuindo maior percentagem de areia (36,61%) do que os das áreas de solo calcário (10,02%). Assim, são solos mais permeáveis e com maior macroporosidade onde a infiltração de água se faz rapidamente resultando, no geral, em solos mais secos que os da Relvinha e Souselas (Tabela 8 e Fig. 28).

Nestes casos investigados a ação adsorvente da argila não é determinante para as diferenças de produtividade entre os solos uma vez que se verifica que as rochas de filitos e os respetivos solos apresentam maior diversidade mineralógica (quartzo, micas, feldspato, óxidos de ferro, ilmenite, apatite, zircão) do que as rochas calcárias (calcite e dolomite) (Tabela 9) proporcionando ao seu solo uma maior riqueza em elementos importantes ao desenvolvimento vegetal (Zn, K, P, Fe) (Costa, 1991; Cerqueira, 2001 e Johnston, 2005). Assim, verifica-se que apesar de os solos argilosos reterem grande quantidade de iões pela ação adsorvente das argilas, apresentam valores inferiores em elementos essenciais ao desenvolvimento vegetal quando comparados com os solos de filitos.

Os valores MO registados nos solos de filitos (Tabela 8 e Fig. 26d) podem ser justificados pela maior dimensão do substrato arbustivo nestes solos, e pela ação do cálcio como estimulador da atividade dos organismos decompositores nas áreas de solos

calcários. O pH ligeiramente ácido nos solos dos filitos inibe a ação dos organismos decompositores, cuja atividade diminui com a diminuição do pH do solo (Andrews *et al.*, 2003). Salienta-se, no entanto, que neste trabalho não foi investigada a ação dos organismos decompositores.

Os solos da Relvinha, Bostelim e Torres do Mondego apresentam elevada percentagem de SiO_2 devido à maior abundância de quartzo em relação a Souselas. Verifica-se também a mesma situação em relação à quantidade de micas (aluminossilicatos de K hidratados) refletindo-se nas percentagens de K_2O , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , elementos que entram na sua composição. Em relação às contagens de calcite e dolomite na área de Souselas e da Relvinha (embora nesta não tenha sido indicada a presença dolomite) é importante referir que, pela composição química destes minerais, é possível justificar os valores mais elevados de CaO e MgO (Tabela 8 e 9).

Alguns elementos traço ocorrem em substituição dos elementos maiores nas malhas dos minerais e os seus teores nos solos refletem esta relação. Os solos de Souselas possuem os mais altos teores de CaO e de Sr, este substituindo o anterior na malha da calcite. O vanádio substitui o Fe, o Rb substitui o K e o Nb substitui o Ti na malha das micas, pelo que os solos dos filitos são os mais enriquecidos nestes elementos (Tabela 8).

Os solos nos filitos são os mais enriquecidos em As. Este elemento ocorre na pirite e arsenopirite, que contudo não foram detetados, mas o As possui uma grande afinidade para a matéria orgânica e oxi-hidróxidos nos solos, que o adsorvem (Reimann *et al.*, 2009), pelo que os mais elevados teores de As nos solos dos filitos pode ser devido à maior quantidade destes componentes nestes solos. O Zr forma o mineral zircão, que ocorre em filitos. O Th pode substituir o Zr no zircão. A apatite é o principal mineral de P nos filitos. O zircão é quase insensível à meteorização e a apatite é também resistente, pelo que permanecem nos solos dos filitos. O Pb pode ocorrer como sulfureto ou pode substituir o K na malha de minerais com K, tais com o feldspato potássico e as micas.

Verifica-se que, no global da investigação, os resultados das análises dos solos das áreas de filitos (Torres do Mondego e Bostelim) são bastante idênticos, enquanto as diferenças entre a Relvinha e Souselas são notórias, sendo possível considerar que estas diferenças se devem ao depósito de aluvião com fração cascalhenta “areias vermelhas de Ingote” (Soares *et al.* 1985) existente a montante da área da Relvinha (Fig. 9).

4.2. Vegetação de solos calcários versus vegetação de solos de filitos

Diversidade vegetal nos dois tipos de solo

De acordo com os resultados verifica-se que as famílias mais abundantes são Fabaceae, Poaceae e Asteraceae (Tabela 11), o que se repete em outras áreas mediterrâneas (Pedro, 1991; Ribeiro, 2006; Pacheco, 2009) sendo possível dizer que estas são as famílias mais representativas da flora mediterrânica. O índice de cistáceas, que é um indicador do grau de influência mediterrânica na flora de uma determinada área (Ribeiro, 2006; Cueto *et al.*, 1997), atinge 2,43% no conjunto das áreas de investigação (Tabela 11), sendo superior ao apresentado na serra do Caramulo, 1,32% (Ribeiro, 2006), e até superior ao da serra de Maria-Los-Vélez (Almeria), que é de 2,30 (Cueto *et al.*, 1997).

A partir de uma análise comparativa das famílias entre as áreas de investigação percebemos que se verificam algumas diferenças. A percentagem de taxa das famílias Fabaceae (Bostelim: 14,69; Torres do Mondego: 16,84), Poaceae (Bostelim: 13,99; Torres do Mondego: 12,63) e Ericaceae (Bostelim: 4,20; Torres do Mondego: 3,16) são superiores nos solos de filitos; de forma oposta, verifica-se que as famílias Orchidaceae (Relvinha: 4,55; Souselas: 8,15), Lamiaceae (Relvinha: 5,45; Souselas: 8,89), Apiaceae (Relvinha: 3,64; Souselas: 5,19) apresentam maior percentagem nos solos calcários (Tabela 11).

Tal como foi referido no início da introdução (Grodefroid & Koedam, 2003), a influência antropogénica nas zonas periurbanas pode induzir maior diversidade vegetal pela introdução de espécies, invasoras (como *Eucalyptus globulus* subsp. *globulus* e *Oxalis pes-caprae* encontrados no Bostelim e até em Torres do Mondego (Marchante *et al.*, 2014) ou não, e prejudicar as espécies nativas mais sensíveis. A menor influência antropogénica em Torres do Mondego permitiu a formação de um estrato arbustivo bastante denso que impede o aparecimento de espécies com ciclos reprodutivos rápidos e por consequência diminuição da diversidade vegetal (Tabela 10 e 11). A comparação dos fatores antropogénicos entre a Relvinha e Souselas não é tão relevante (Tabela 6).

Relação entre a diversidade vegetal e as variáveis ambientais

Verifica-se que a CCA não é particularmente influenciada pelas variáveis ambientais, ou seja, estas estão a atuar de forma explicativa e não como alteradoras da

distribuição florística. Contudo, verifica-se alguma diferença relativamente à CA pelo facto de as variáveis ambientais se apresentarem com valores médios. Estes levam à formação de aglomerados de quadrados por área (Fig. 32 e 34).

A distinção existente na CCA (Fig. 32) ao longo do eixo 1 entre as áreas de solos calcários e de filitos é originada principalmente pelas diferenças na composição físico-química e mineralógica dos solos.

Os resultados mais surpreendentes verificam-se ao longo do eixo 2 (Fig. 32).

Por um lado as duas áreas de solos de filitos estão muito afastadas. Esta diferenciação resulta da forte influência antropogénica verificada no Bostelim. Aqui, localizam-se várias espécies ruderais, como: *Avena barbata* subsp. *barbata*, *Raphanus raphanistrum*, *Digitalis purpurea*, *Teucrium scorodonia*, indicadoras dessa influência humana. Existe ainda uma grande diferença entre os transetos do Bostelim verificada na CA (Fig. 34). De facto, a heterogeneidade do Bostelim é elevada com um transeto onde a influência antropogénica é ainda maior. Neste, a vegetação é composta por um grau elevado de espécies anuais porque o local foi cultivado até há pouco tempo.

Em contraste, as duas áreas de solos de calcários estão muito próximas, embora os solos sejam mais diferentes entre si do que nas áreas de solos de filitos. A vegetação ali parece não ser afetada (pelo menos graficamente) por tais diferenças do solo.

As espécies mais correlacionadas com os solos de calcários e solos de filitos coincidem com espécies comuns na serra da Arrábida (Pedro, 1991) e serra de Portel (Beliz, 1990) respetivamente.

Aspetos metodológicos

Das 288 espécies identificadas na investigação apenas 196 foram registadas nos quadrados. A maior diferença foi encontrada em Souselas cuja diversidade vegetal elevada pedia um quarto transeto. No entanto, por causa da análise estatística as diferentes áreas tiveram que ser analisadas com o mesmo número de amostragens.

5. Conclusões

A vegetação dos solos calcários estudados é especificamente diferente da dos solos de filitos. As diferenças entre as áreas de investigação devem-se sobretudo à mineralogia que origina solos com características físico-químicas distintas e influencia desta forma a estrutura da vegetação e a composição florística.

É interessante verificar que a diferença existente entre os solos de Souselas e Relvinha não é significativa em termos da análise estatística da vegetação, ou seja, flutuações no solo de calcários não afetam fundamentalmente a sua composição florística.

Verificou-se também, que a influência antropogénica é uma variável decisiva na determinação da estrutura e diversidade da vegetação.

Concluiu-se que a zona investigada, apesar de periurbana, apresenta elevada diversidade florística que deve ser preservada.

6. Trabalho futuro

A investigação abordou vários pontos importantes que permitiram obter conclusões acerca da distinção entre a vegetação de solos calcários e solos de filitos. No entanto existem alguns aspetos a desenvolver:

- Realizar mais saídas de campo de forma a realizar uma colheita de dados que inclua todas as estações anuais;
- Proceder a um tratamento estatístico mais aprofundado com vista à elaboração de um artigo científico;
- Seria muito interessante estender esta investigação a outros grupos vegetais com as briófitas e até fungos.
- Dada a abundância de insetos e aves nesta zona seria possível investigar vetores de polinização e dispersão.

Referências bibliográficas

- Administração da região hidrográfica do centro (2012). Caracterização geral e diagnóstico – caracterização geológica e geomorfológica. *Plano de gestão das bacias hidrográficas dos rios Vouga, Mondego e Lis, integrados na região hidrográfica 4*. Ministério da agricultura, do mar, do ambiente e do ordenamento do território.
- AEMET & IPM (2011). *Atlas climático Ibérico: temperatura do ar e precipitação (1971-2000)*. Closas-Orcoyen S. L.: Madrid.
- Agência Portuguesa do Ambiente (1931-1960). Atlas do ambiente. Ministério da agricultura, do mar, do ambiente e do ordenamento de território.
- Andrews, J. E., Brimblecombe, P., Jickells, T. D., Liss, P. S. & Reid, B. (2003). *An Introduction to Environmental Chemistry* (2^a ed.). Wiley-Blackwell: United States.
- Antunes, T. M. F. (2012). Flora e Vegetação da zona calcária Souselas/Brasfemes. Dissertação de mestrado em Biologia. Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade de Coimbra: Coimbra.
- APG III (2009). An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 161, 105-121.
- ASTM (2000). Standard test methods for moisture, ash, and organic matter of peat and other organic soils - Method D 2974-00. ASTM international: West Conshohocken.
- Barceloux, D. G. (2012). *Medical Toxicology of Natural Substances: Foods, Fungi, Medicinal Herbs, Plants, and Venomous Animals*. Wiley: New Jersey.
- Brady, N. C. & Weil, R. R. (2012). *Elementos da natureza e propriedades dos solos* (3^o ed.). Bookman: Porto Alegre.
- Beliz, J. M. (1990). *A serra de Portel, flora e vegetação* (vol. 8). Serviço Nacional de Parques, Reservas e Conservação da Natureza: Lisboa.
- Câmara Municipal de Coimbra. (2012). *Plano Director Municipal revisão*. Coimbra.
- Castroviejo S. et al. (1986-2014). *Flora iberica. Plantas vasculares de la Peninsula Iberica, e Islas Baleares*. Real Jardín Botánico, CSIC: Madrid.
- Cerqueira, J. (2001). *Solos e Clima em Portugal* (2^a ed.). Clássica Editora: Lisboa.
- Chaminé, H. I., Gama Pereira, L. C., Fonseca, P. E., Noronha, F., & Lemos de Sousa, M. J. (2003). Tectonoestratigrafia da faixa de cisalhamento de Porto–Albergaria-a-Velha–Coimbra–Tomar, entre as Zonas Centro-Ibérica e de Ossa-Morena (Maciço Ibérico, W de Portugal). *Cadernos Lab. Xeolóxico de Laxe*, 28, 37-78.
- Chaparro, M. E., Sinito, A., Ramasamy, V., Marinelli, C., Mullainathan, S. & Murugesan, S. (2008). Magnetic measurements and pollutants of sediments from Cauvery and Palaru River, India. *Environmental Geology*, 56 (2), 425-437.

- Cheddadi, R., Yu, G., Guiot, J., Harrison, S.P. & Collin Prentice, I. (1996). The climate of Europe 6000 years ago. *Climate Dynamics*, 13 (1), 1-9.
- Costa, J. V. B. da (1991). *Caracterização e constituição do solo* (4ª ed.) Fundação Calouste Gulbenkian: Lisboa.
- Cueto, M., Aguirre, A., Guirao, N., Alcocer, F., Soler, M., Castro, H., Domené, J., Mendonza, R. & Guirado, J. (1997). Análisis y problemática de gestión de los recursos naturales (florísticos y faunísticos) en el parque natural Sierra María-Los Vélez (Almería). In Garcá-Russell, L. & Flores, A. (Eds.) *Recursos naturales y medio ambiente en el sureste peninsular* (95-114). Instituto de Estudios Almerienses: Almería.
- Dallman, P. (1998). *Plant life in the word's mediterranean climates*. University of California Press: California.
- Davis, G. W., Richardson, D. M., Keeley, J. E. & Hobbs, R. J. (1996). Mediterranean-types: The influence of biodiversity on their Functioning. In: Mooney, H., Cushman, J., Medina, E., Sala O. & Schulze E. (Eds.) *Functional Roles of Biodiversity: A global Perspective* (151-183). John Wiley & Sons: New Jersey.
- Devy-Vareta, N. (1986). Para uma geografia histórica da floresta portuguesa – do declínio das matas medievais a política florestal do Renascimento (séc. XVI e XVII). *Revista da Faculdade de Letras – Geografia*, 2, 5-40.
- Devy-Vareta, N. (1993). A floresta no espaço e no tempo em Portugal. Tese de Doutoramento. Faculdade de Letras da Universidade do Porto: Porto.
- Di Castri, F. & Mooney, H.A. (1973). *Mediterranean-type ecosystems. Origin and structure*. Springer: Berlin.
- Douglas, I. (2006). Peri-urban ecosystems and societies transitional zones and contrasting values. In: McGregor, D., Simon, D. & Thompson D. (Eds). *Peri Urban Interface: Approaches to Sustainable Natural and Human Resource Use*, (18-29). Earthscan Publications Ltd: London.
- Espírito Santo, M. D. (1999). Habitats naturais e de espécies da flora do Maciço Calcário Estremenho. *Quercetea*, 1, 89-101.
- FAO (2006). *World reference base for soil resources - a framework for international classification, correlation and communication*. World soil resources reports: Roma.
- Fernandes, J. L. S. (2008). Requalificação da periferia urbana. Expansão urbana, forma urbana e sustentabilidade urbana na requalificação da periferia de Coimbra. Dissertação de mestrado. Instituto Universitário de Lisboa: Lisboa.
- Ferreira, D. de Brum (2005). *O Ambiente Climático. Geografia de Portugal 1. Ambiente Físico*. Círculo de Leitores: Lisboa.
- FitzPatrick, E. A. (1980). *Soils, their formation, classification and distribution*: Longman: London.

- Franco, J. A. (1971 - 1984). *Nova Flora de Portugal (Continente e Açores)*, Volumes 1 e 2. Edição do Autor: Lisboa.
- Franco, J. A. & Afonso M. L. R. (1998). *Nova Flora de Portugal (Continente e Açores)*, Vol. 3 (2). Escolar Editora: Lisboa.
- Garcia C., (2006). Briófitos epífitos de ecossistemas florestais em Portugal, biodiversidade e conservação. Tese de Doutoramento em Biologia (ecologia). Faculdade de Ciências - Universidade de Lisboa: Lisboa.
- Galopim de Carvalho, A. M. (1984). Aspectos gerais da geomorfologia da Península Ibérica. *Geonovas: Revista da Associação Portuguesa de Geólogos*, 1 (7), 133-142.
- Gill, R. (1997). *Modern analytical geochemistry: an introduction to quantitative chemical analysis techniques for earth, environmental and materials scientists*. Routledge: London.
- Godefroid, S., & Koedam, N. (2003). Distribution pattern of the flora in a peri-urban forest: an effect of the city–forest ecotone. *Landscape and Urban Planning*, 65 (4), 169-185.
- Gomes, C. J. & Ferreira, R. (2005). *Flora e vegetação do Barrocal Algarvio (Tavira-Portimão)*. Ingrasa - Artes gráficas: Cádiz.
- Hill, M.O. & Gauch, H.G. (1980). Detrended correspondence analysis: an improved ordination technique. *Vegetatio*, 42, 47-58.
- Hill, D. (2005). *Handbook of biodiversity methods: survey, evaluation and monitoring*. Cambridge University Press: Cambridge.
- Hillel, D. (2003). Soil physics and soil physical characteristics. In: Hillel, D., (Ed.). *Introduction to Environmental Soil Physics* (3-17). Academic Press: Burlington.
- Hogan, C. M. & Caley, K. J. (2008). Biological diversity in the Mediterranean Basin. In: Cutler J. C. (Eds.). *Encyclopedia of Earth*. Environmental Information Coalition, National Council for Science and the Environment: Washington, D.C.
- International Stratigraphic Chart (2013). *International commission on stratigraphy*. Acedido a 20 de junho de 2013 em <http://www.stratigraphy.org/index.php/ics-chart-timescale>.
- Johnston, A. E. (2005) *Trace elements in soil: status and management. Essential trace elements for plants, animals and humans*. Agriculture University of Island: Reykjavík.
- Manuppella, G. & Moreira, J. C. (1975). *Panorama dos calcários Jurássicos portugueses*. II Congresso Ibero-Americano de Geologia Económica (1975). Buenos Aires.
- Manuppella, G., Moreira, J. C. & Romão, M. L. (1981). Calcários portugueses - sua utilização industrial. *Boletim de Minas*, 18 (4), 271-283.

- Marchante, H. (2001) Invasão dos ecossistemas dunares portugueses por Acácia: uma ameaça para a biodiversidade nativa. Dissertação de mestrado em ecologia, Faculdade de Ciências e Tecnologia - Universidade de Coimbra: Coimbra.
- Marchante, H; Morais, M; Freitas & Marchante, E. (2014). *Guia prático para a identificação de plantas invasoras em Portugal*. Imprensa da Universidade de Coimbra: Coimbra.
- Marques, D., Ganho, N. & Cordeiro, A. (2009). O contributo de estudos climáticos à escala local para o ordenamento urbano. O exemplo de Coimbra (Portugal). 1º Congresso de Desenvolvimento Regional de Cabo Verde; 15º Congresso APDR; 2º Congresso Lusófono da Ciência Regional; 3º Congresso de Gestão e Conservação da Natureza. Cabo Verde.
- Marques, R. M. (2007). A geologia da região de Miranda do Corvo, Lousã, Penela e Castanheira de Pêra-Contributos para o seu conhecimento e aplicações didáticas. Dissertação de mestrado, Faculdade de Ciências e Tecnologia - Universidade de Coimbra: Coimbra.
- McCune, B. (1997). Influence of noisy environmental data on canonical correspondence analysis. *Ecology*, 78, 2617-2623.
- McCune, B., Rosentreter, R., Ponzetti, J. M. & Shaw, D.C. (2000). Epiphyte habitats in an old conifer forest in Western Washington, USA. *The Bryologist*, 103 (3), 417-427.
- McKinney, M. (2008). Effects of urbanization on species richness: A review of plants and animals. *Urban Ecosystems*, 11(2), 161-176.
- Munsell Soil Color Charts (1994). Revised Edition. Macbeth Division of Kollmorgen Instruments Corporation: New York.
- Naveh, Z. & Lieberman, A.S. (1994). *Landscape Ecology: Theory and Application*. Springer Verlag: New York.
- Pacheco, A., Vasconcelos, T., Silva, V., Portugal, J., Monteiro, A. & Moreira I. (2009) *Influência do tipo de solo na vegetação espontânea em olivais intensivos no Alentejo (Portugal)*. XII Congresso da SEMh/XIX Congresso da ALAM/II Congresso da IBCM.
- Palain, C. (1976). *Une série détritique terrigène. Les "Grés de Silves": Trias et Lias inférieur du Portugal*. Memórias, Serviços Geológicos de Portugal: Lisboa.
- Pedro, J. G. (1991). *Vegetação e flora da Arrábida*. Serviço Nacional de Parques e Reservas e Conservação da Natureza: Lisboa.
- Pell, M. C., Finlayson, B. L. & McMahon, T.A. (2007). Updated world map of the Koppen-Geiger climate classification. *Hydrology and Earth System Sciences*, 11, 1633–1644.
- Pereira, E., Romão, A. & Conde, L. N. (1998). Excursão 4: Geologia da transversal de Tomar-Mação: sutura entre a Zona Centro-Ibérica (ZCI) e Zona de Ossa-Morena

- (ZOM). In: Tomás Oliveira, J. & Dias, R. P. (Eds.). *Livro guia das excursões do V Congresso Nacional de Geologia* (159-188). Lneg: Lisboa.
- Pinto-Gomes, C. J., Alvarez, M. L., Gonçalves, P. C., Caldeira, R., & Silveira, S. C. (2002). As séries de vegetação da Reserva Natural da Serra da Malcata. *Quercetea*, 3, 141-154.
- Presti, R. M. L. (2010). *Geological Vs. Climatological Diversification in the Mediterranean Area: Micro- and Macroevolutionary Approaches in Anthemis L. (Compositae, Anthemideae)*. Logos Verlag: Berlin.
- Rebelo, F. M. S. (1985). *Nota sobre o conhecimento geomorfológico da área de Coimbra (Portugal)*. Memórias e Notícias, Museu e Laboratório mineralógico e geológico da Universidade de Coimbra: Coimbra.
- Reimann, C., Matschullat, J., Birke, M. & Salminen, R. (2009). Arsenic distribution in the environment: The effects of scale. *Applied geochemistry*, 24, 1147-1167.
- Rheinheimer, D., Santos, E., Kaminski, J., Xavier, F. (2000). Aplicação superficial de calcário no sistema plantio direto consolidado em solo arenoso. *Ciência Rural: Santa Maria*, 30 (2), 263-268.
- Ribeiro, A., Antunes, M. T., Ferreira, M. P., Rocha, R. B., Soares, A. F., Zbyszewski, G., Almeida, F., Carvalho, D. & Monteiro, J. H. (1979). *Introduction à la géologie générale du Portugal*. Serviços Geológicos de Portugal: Lisboa.
- Ribeiro P. M. C. (2006) Caracterização da flora vascular e do padrão da dinâmica da paisagem na Serra do Caramulo. Análise do estado de conservação de taxa prioritários. Tese de Doutoramento - Universidade de Coimbra: Coimbra.
- Rivas-Martinez S. (1987) *Nociones de sobre fitosociologia, biogeografía y bioclimatología. La vegetación de España*. Colección aula abierta, Universidad de Alcalá: Madrid.
- Salehi, M. H., Beni, O. H., Harchegani, H. B., Borujeni, I. E., & Motaghian, H. R. (2011). Refining soil organic matter determination by loss-on-ignition. *Pedosphere*, 21 (4), 473-482.
- Serviços Geológicos de Portugal (1992). Carta Geológica de Portugal à escala 1/500000 (5ª ed). Lisboa.
- Ški, S. D. & Walton, E. K. (2011). *Sedimentary features of flysch and greywackes*: Elsevier Science: Amsterdam.
- Soares, A. F., Marques, J. F. & Rocha, R. B. (1985). *Contributo para o conhecimento geológico de Coimbra*. Memórias e Notícias, Museu e Laboratório mineralógico e geológico da Universidade de Coimbra: Coimbra.
- SROA (1971). Carta de solos de Portugal à escala 1: 1 000 000. Secretaria de estado da agricultura, disponível em http://eusoils.jrc.ec.europa.eu/EuDASM/PT/port_x22.jpg.

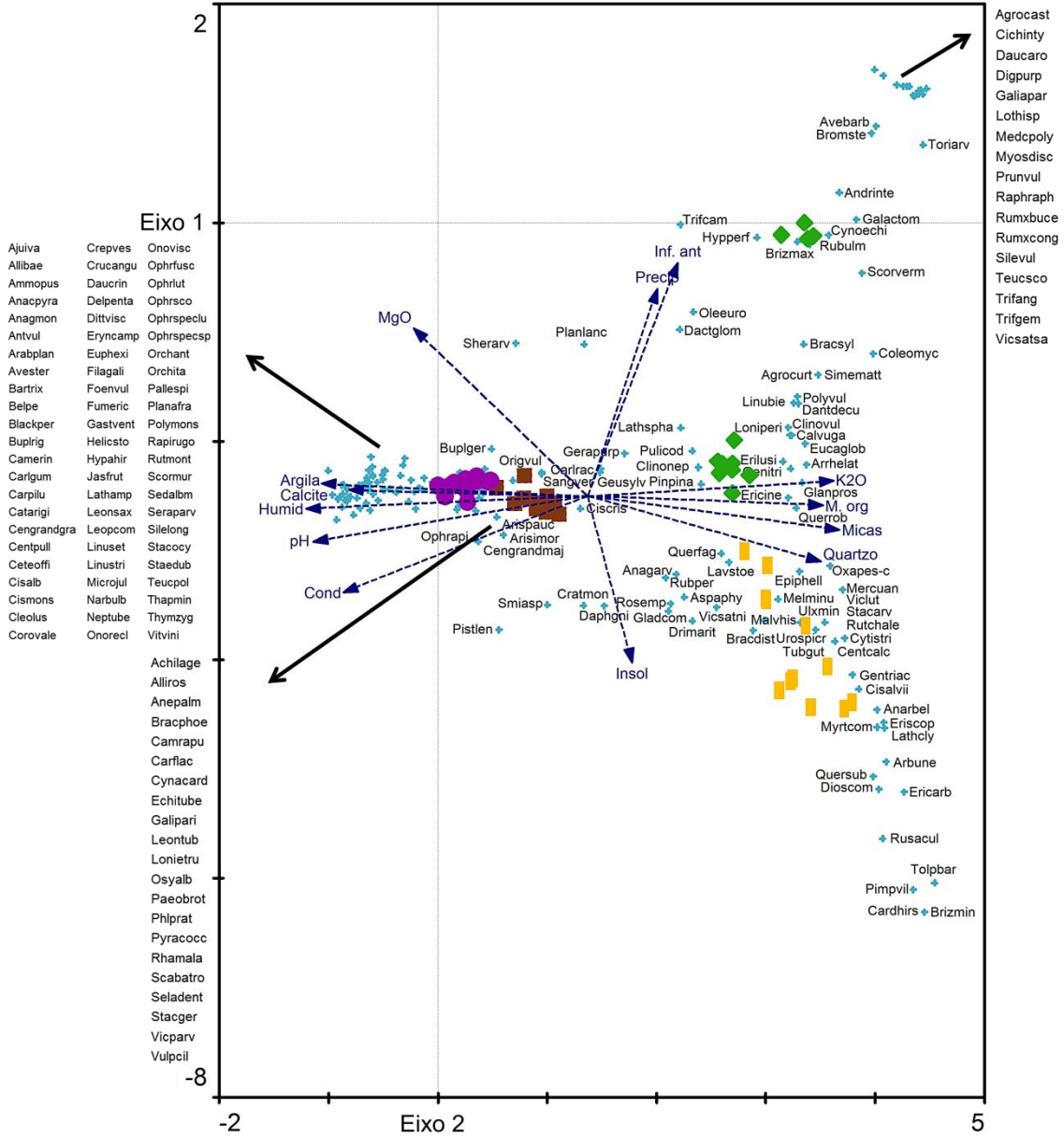
- Tenorio, M. C., Morla, C. & Ollero, H. S. (Eds). (2001). *Los bosques ibéricos - Una interpretación geobotánica*. Editorial Planeta: Barcelona.
- ter Braak, C. J. F. & Šmilauer, P. (2002). Canoco reference manual and CanoDraw for Windows user's guide: software for canonical community ordination. Version 4.5 Microcomputer Power: USA.
- Tzoulas, K., Korpela, K., Venn, S., Yli-Pelkonen, V., Kazmierczak, A., Niemela, J., et al. (2007). Promoting ecosystem and human health in urban areas using green infrastructure: a literature review. *Landscape and urban planning*, 81 (3), 167-178.

Apêndices

Apêndice 1 – Quadro estratigráfico de Eras, Períodos e Épocas (adaptado de International Stratigraphic Chart, 2013)

Era	Período	Época	Nº de anos atrás (Ma)	
Cenozoico	Quaternário		2	Orlas Meridional e Ocidental
	Terciário		65	
Mesozoico	Cretácico	Superior	65	
		Médio	99	
		Inferior	145	
	Jurássico	Superior/Dogger	161	
		Médio/Malm	175	
		Inferior/Lias	199	
	Triássico	Superior	228	
		Médio	245	
		Inferior	251	
Paleozoico	Pérmico		299	Maciço Hespérico
	Carbonífero		359	
	Devónico		416	
	Silúrico		443	
	Ordoviciano		488	
	Câmbrico		542	
Pré-câmbrico	Neoproterozoico		1000	
	Mesoproterozoico		1600	
	Paleoproterozoico		2500	
	Arcaico		>2500	

Apêndice 2 - Ordenação DCA do total dos dados de abundância de espécies. Estão representadas as áreas investigação e as variáveis suplementares com valores médios por área. ■: área da Relvinha; ●: área de Souselas; ◆: área de Bostelim; ■: área de Torres do Mondego; +: espécies; ►: variáveis suplementares. As abreviaturas podem ser consultadas no apêndice 4.



Apêndice 3 – Matriz das variáveis ambientais utilizadas para o tratamento estatístico.

QUADRADO	pH	Cond	Humid	M. org	Precip	Insol	Al2O3	CaO	MgO	Zn	Cu	K2O	Quartzo	Calcite	Micas	Areia	Argila	Fe2O3t	Inf. ant
101	8,59	78,65	4,77	4,01	1000	2700	8,87	5,59	0,99	84,04	29,74	7,07	4,75	0,75	4,00	8,96	33,87	5,76	1,00
102	8,59	78,65	4,77	4,01	1000	2700	8,87	5,59	0,99	84,04	29,74	7,07	4,75	0,75	4,00	8,96	33,87	5,76	1,00
103	8,59	78,65	4,77	4,01	1000	2700	8,87	5,59	0,99	84,04	29,74	7,07	4,75	0,75	4,00	8,96	33,87	5,76	1,00
104	8,59	78,65	4,77	4,01	1000	2700	8,87	5,59	0,99	84,04	29,74	7,07	4,75	0,75	4,00	8,96	33,87	5,76	1,00
105	8,59	78,65	4,77	4,01	1000	2700	8,87	5,59	0,99	84,04	29,74	7,07	4,75	0,75	4,00	8,96	33,87	5,76	1,00
106	8,59	78,65	4,77	4,01	1000	2700	8,87	5,59	0,99	84,04	29,74	7,07	4,75	0,75	4,00	8,96	33,87	5,76	1,00
107	8,59	78,65	4,77	4,01	1000	2700	8,87	5,59	0,99	84,04	29,74	7,07	4,75	0,75	4,00	8,96	33,87	5,76	1,00
108	8,59	78,65	4,77	4,01	1000	2700	8,87	5,59	0,99	84,04	29,74	7,07	4,75	0,75	4,00	8,96	33,87	5,76	1,00
109	8,59	78,65	4,77	4,01	1000	2700	8,87	5,59	0,99	84,04	29,74	7,07	4,75	0,75	4,00	8,96	33,87	5,76	1,00
110	8,59	78,65	4,77	4,01	1000	2700	8,87	5,59	0,99	84,04	29,74	7,07	4,75	0,75	4,00	8,96	33,87	5,76	1,00
111	8,59	78,65	4,77	4,01	1000	2700	8,87	5,59	0,99	84,04	29,74	7,07	4,75	0,75	4,00	8,96	33,87	5,76	1,00
112	8,59	78,65	4,77	4,01	1000	2700	8,87	5,59	0,99	84,04	29,74	7,07	4,75	0,75	4,00	8,96	33,87	5,76	1,00
201	8,77	71,40	5,47	2,49	1200	2600	5,74	31,96	1,26	29,63	8,81	4,83	2,00	3,25	2,00	11,08	31,38	3,75	2,00
202	8,77	71,40	5,47	2,49	1200	2600	5,74	31,96	1,26	29,63	8,81	4,83	2,00	3,25	2,00	11,08	31,38	3,75	2,00
203	8,77	71,40	5,47	2,49	1200	2600	5,74	31,96	1,26	29,63	8,81	4,83	2,00	3,25	2,00	11,08	31,38	3,75	2,00
204	8,77	71,40	5,47	2,49	1200	2600	5,74	31,96	1,26	29,63	8,81	4,83	2,00	3,25	2,00	11,08	31,38	3,75	2,00
205	8,77	71,40	5,47	2,49	1200	2600	5,74	31,96	1,26	29,63	8,81	4,83	2,00	3,25	2,00	11,08	31,38	3,75	2,00
206	8,77	71,40	5,47	2,49	1200	2600	5,74	31,96	1,26	29,63	8,81	4,83	2,00	3,25	2,00	11,08	31,38	3,75	2,00
207	8,77	71,40	5,47	2,49	1200	2600	5,74	31,96	1,26	29,63	8,81	4,83	2,00	3,25	2,00	11,08	31,38	3,75	2,00
208	8,77	71,40	5,47	2,49	1200	2600	5,74	31,96	1,26	29,63	8,81	4,83	2,00	3,25	2,00	11,08	31,38	3,75	2,00
209	8,77	71,40	5,47	2,49	1200	2600	5,74	31,96	1,26	29,63	8,81	4,83	2,00	3,25	2,00	11,08	31,38	3,75	2,00
210	8,77	71,40	5,47	2,49	1200	2600	5,74	31,96	1,26	29,63	8,81	4,83	2,00	3,25	2,00	11,08	31,38	3,75	2,00
211	8,77	71,40	5,47	2,49	1200	2600	5,74	31,96	1,26	29,63	8,81	4,83	2,00	3,25	2,00	11,08	31,38	3,75	2,00
212	8,77	71,40	5,47	2,49	1200	2600	5,74	31,96	1,26	29,63	8,81	4,83	2,00	3,25	2,00	11,08	31,38	3,75	2,00
301	5,68	30,63	2,24	4,39	1400	2600	14,65	0,17	1,12	25,43	12,49	8,13	5,00	0,00	4,75	34,03	16,71	6,34	5,00
302	5,68	30,63	2,24	4,39	1400	2600	14,65	0,17	1,12	25,43	12,49	8,13	5,00	0,00	4,75	34,03	16,71	6,34	5,00
303	5,68	30,63	2,24	4,39	1400	2600	14,65	0,17	1,12	25,43	12,49	8,13	5,00	0,00	4,75	34,03	16,71	6,34	5,00
304	5,68	30,63	2,24	4,39	1400	2600	14,65	0,17	1,12	25,43	12,49	8,13	5,00	0,00	4,75	34,03	16,71	6,34	5,00
305	5,68	30,63	2,24	4,39	1400	2600	14,65	0,17	1,12	25,43	12,49	8,13	5,00	0,00	4,75	34,03	16,71	6,34	5,00
306	5,68	30,63	2,24	4,39	1400	2600	14,65	0,17	1,12	25,43	12,49	8,13	5,00	0,00	4,75	34,03	16,71	6,34	5,00

Apêndices

307	5,68	30,63	2,24	4,39	1400	2600	14,65	0,17	1,12	25,43	12,49	8,13	5,00	0,00	4,75	34,03	16,71	6,34	5,00
308	5,68	30,63	2,24	4,39	1400	2600	14,65	0,17	1,12	25,43	12,49	8,13	5,00	0,00	4,75	34,03	16,71	6,34	5,00
309	5,68	30,63	2,24	4,39	1400	2600	14,65	0,17	1,12	25,43	12,49	8,13	5,00	0,00	4,75	34,03	16,71	6,34	5,00
310	5,68	30,63	2,24	4,39	1400	2600	14,65	0,17	1,12	25,43	12,49	8,13	5,00	0,00	4,75	34,03	16,71	6,34	5,00
311	5,68	30,63	2,24	4,39	1400	2600	14,65	0,17	1,12	25,43	12,49	8,13	5,00	0,00	4,75	34,03	16,71	6,34	5,00
312	5,68	30,63	2,24	4,39	1400	2600	14,65	0,17	1,12	25,43	12,49	8,13	5,00	0,00	4,75	34,03	16,71	6,34	5,00
401	6,34	51,27	2,37	4,41	1000	2700	13,19	0,37	0,74	40,49	19,21	7,75	6,25	0,00	5,25	39,19	13,99	6,18	0,00
402	6,34	51,27	2,37	4,41	1000	2700	13,19	0,37	0,74	40,49	19,21	7,75	6,25	0,00	5,25	39,19	13,99	6,18	0,00
403	6,34	51,27	2,37	4,41	1000	2700	13,19	0,37	0,74	40,49	19,21	7,75	6,25	0,00	5,25	39,19	13,99	6,18	0,00
404	6,34	51,27	2,37	4,41	1000	2700	13,19	0,37	0,74	40,49	19,21	7,75	6,25	0,00	5,25	39,19	13,99	6,18	0,00
405	6,34	51,27	2,37	4,41	1000	2700	13,19	0,37	0,74	40,49	19,21	7,75	6,25	0,00	5,25	39,19	13,99	6,18	0,00
406	6,34	51,27	2,37	4,41	1000	2700	13,19	0,37	0,74	40,49	19,21	7,75	6,25	0,00	5,25	39,19	13,99	6,18	0,00
407	6,34	51,27	2,37	4,41	1000	2700	13,19	0,37	0,74	40,49	19,21	7,75	6,25	0,00	5,25	39,19	13,99	6,18	0,00
408	6,34	51,27	2,37	4,41	1000	2700	13,19	0,37	0,74	40,49	19,21	7,75	6,25	0,00	5,25	39,19	13,99	6,18	0,00
409	6,34	51,27	2,37	4,41	1000	2700	13,19	0,37	0,74	40,49	19,21	7,75	6,25	0,00	5,25	39,19	13,99	6,18	0,00
410	6,34	51,27	2,37	4,41	1000	2700	13,19	0,37	0,74	40,49	19,21	7,75	6,25	0,00	5,25	39,19	13,99	6,18	0,00
411	6,34	51,27	2,37	4,41	1000	2700	13,19	0,37	0,74	40,49	19,21	7,75	6,25	0,00	5,25	39,19	13,99	6,18	0,00
412	6,34	51,27	2,37	4,41	1000	2700	13,19	0,37	0,74	40,49	19,21	7,75	6,25	0,00	5,25	39,19	13,99	6,18	0,00

Apêndice 4 – Explicação dos códigos das espécies das figuras 32,33 e 34 e apêndice 2.

Nome da espécie	Código da espécie	Nome da espécie	Código da espécie	Nome da espécie	Código da espécie
<i>Achillea ageratum</i>	Achilager	<i>Daucus carota</i> subsp. <i>carota</i>	Daucaro	<i>Origanum vulgare</i> subsp. <i>virens</i>	Origvul
<i>Agrostis castellana</i>	Agrocast	<i>Daucus crinitus</i>	Daucrin	<i>Osyris alba</i>	Osyalb
<i>Agrostis curtisii</i>	Agrocurt	<i>Delphinium pentagynum</i>	Delpenta	<i>Oxalis pes-caprae</i>	Oxapes-ca
<i>Ajuga iva</i>	Ajuiva	<i>Digitalis purpurea</i> subsp. <i>purpurea</i>	Digpurp	<i>Paeonia broteri</i>	Paeobrot
<i>Allium baeticum</i>	Allibae	<i>Dioscorea communis</i>	Dioscom	<i>Pallenis spinosa</i> subsp. <i>spinosa</i>	Pallespi
<i>Allium roseum</i>	Alliros	<i>Dittrichia viscosa</i> subsp. <i>viscosa</i>	Dittvisc	<i>Phleum pratense</i>	Phlprat
<i>Ammoides pusilla</i>	Ammopus	<i>Drimia maritima</i>	Drimarit	<i>Pimpinella villosa</i>	Pimpvil
<i>Anacamptis pyramidalis</i>	Anacpyra	<i>Echium tuberculatum</i>	Echituber	<i>Pinus pinaster</i>	Pinpina
<i>Anagallis arvensis</i>	Anagarv	<i>Epipactis helleborine</i> subsp. <i>helleborine</i>	Epiphelle	<i>Pistacia lentiscus</i>	Pistlen
<i>Anagallis monelli</i>	Anagmon	<i>Erica arborea</i>	Ericarb	<i>Plantago afra</i>	Planafra
<i>Anarrhinum bellidifolium</i>	Anarbel	<i>Erica cinerea</i>	Ericine	<i>Plantago lanceolata</i>	Planlanc
<i>Andryala integrifolia</i>	Andrinte	<i>Erica lusitanica</i>	Erilusi	<i>Polygala monspeliaca</i>	Polymons
<i>Anemone palmata</i>	Anepalm	<i>Erica scoparia</i> subsp. <i>scoparia</i>	Eriscop	<i>Polygala vulgaris</i>	Polyvul
<i>Anthyllis vulneraria</i> subsp. <i>Maura</i>	Antvul	<i>Eryngium campestre</i>	Eryncamp	<i>Prunella vulgaris</i>	Prunvul
<i>Arabis planisiliqua</i>	Arabplan	<i>Eucalyptus globulus</i> subsp. <i>globulus</i>	Eucaglob	<i>Pulicaria odora</i>	Pulicod
<i>Arbutus unedo</i>	Arbune	<i>Euphorbia exigua</i>	Euphexi	<i>Pyracantha coccinea</i>	Pyracocc
<i>Arisarum simorrhinum</i>	Arisimor	<i>Filago gallica</i>	Filagalic	<i>Quercus faginea</i> subsp. <i>broteroi</i>	Querfag
<i>Aristolochia paucinervis</i>	Arispauc	<i>Foeniculum vulgare</i>	Foenvul	<i>Quercus robur</i>	Querrob
<i>Arrhenatherum elatius</i> subsp. <i>elatius</i>	Arrhelat	<i>Fumana ericifolia</i>	Fumeric	<i>Quercus suber</i>	Quersub
<i>Asparagus aphyllus</i>	Aspaphy	<i>Galactites tomentosa</i>	Galactom	<i>Raphanus raphanistrum</i> subsp. <i>raphanistrum</i>	Raphraph
<i>Avena barbata</i> subsp. <i>barbata</i>	Avebarb	<i>Galium aparine</i>	Galiapar	<i>Rapistrum rugosum</i> subsp. <i>rugosum</i>	Rapirugo
<i>Avena sterilis sterilis</i>	Avester	<i>Galium parisiense</i>	Galipari	<i>Rhamnus alaternus</i>	Rhamala
<i>Bartsia trixago</i>	Bartrix	<i>Gastridium ventricosum</i>	Gastvent	<i>Rosa sempervirens</i>	Rosemp

Apêndices

<i>Bellis perennis</i>	Belpe	<i>Genista tridentata</i>	Genitri	<i>Rubia peregrina</i>	Rubper
<i>Blackstonia perfoliata</i>	Blackper	<i>Genista triacanthos</i>	Gentriac	<i>Rubus ulmifolius</i>	Rubulm
<i>Brachypodium distachyon</i>	Bracdist	<i>Geranium purpureum</i>	Gerapurp	<i>Rumex bucephalophorus</i> subsp. <i>hispanicus</i>	Rumxbuc
<i>Brachypodium phoenicoides</i>	Bracphoe	<i>Geum sylvaticum</i>	Geusylv	<i>Rumex conglomeratus</i>	Rumxcong
<i>Brachypodium sylvaticum</i>	Bracsyl	<i>Gladiolus communis</i>	Gladcom	<i>Ruscus aculeatus</i>	Rusacul
<i>Briza maxima</i>	Brizmax	<i>Glandora prostrata</i> subsp. <i>prostrata</i>	Glanpros	<i>Ruta chalepensis</i>	Rutchale
<i>Briza minima</i>	Brizmin	<i>Helichrysum stoechas</i> subsp. <i>stoechas</i>	Helicstoe	<i>Ruta montana</i>	Rutmont
<i>Bromus sterilis</i>	Bromste	<i>Hyparrhenia hirta</i>	Hypahir	<i>Sanguisorba verrucosa</i>	Sangver
<i>Bupleurum gerardi</i>	Buplger	<i>Hypericum perforatum</i>	Hypperf	<i>Scabiosa atropurpurea</i>	Scabatro
<i>Bupleurum rigidum</i> subsp. <i>paniculatum</i>	Buplrig	<i>Jasminum fruticans</i>	Jasfrut	<i>Scorpiurus muricatus</i>	Scormur
<i>Calluna vulgaris</i>	Calvuga	<i>Lathyrus amphicarpos</i>	Lathamp	<i>Scorpiurus vermiculatus</i>	Scorverm
<i>Campanula erinus</i>	Camerin	<i>Lathyrus clymenum</i>	Lathcly	<i>Sedum album</i>	Sedalbm
<i>Campanula rapunculus</i>	Camrapu	<i>Lathyrus aphaca</i>	Lathsphae	<i>Selaginella denticulata</i>	Seladent
<i>Cardamine hirsuta</i>	Cardhirs	<i>Lavandula stoechas</i>	Lavstoe	<i>Serapias parviflora</i>	Seraparv
<i>Carex flacca</i>	Carflac	<i>Leontodon saxatilis</i> subsp. <i>rothii</i>	Leonsax	<i>Sherardia arvensis</i>	Sherarv
<i>Carlina gummifera</i>	Carl gum	<i>Leontodon tuberosus</i>	Leontub	<i>Silene longicilia</i>	Silelong
<i>Carlina racemosa</i>	Carlrac	<i>Leopoldia comosa</i>	Leopcom	<i>Silene vulgaris</i> subsp. <i>vulgaris</i>	Silevul
<i>Carex pilulifera</i> subsp. <i>pilulifera</i>	Carpilu	<i>Linum bienne</i>	Linubie	<i>Simethis mattiazii</i>	Simematt
<i>Catapodium rigidum</i> subsp. <i>rigidum</i>	Catarigi	<i>Linum setaceum</i>	Linuset	<i>Smilax aspera</i>	Smiasp
<i>Centaurium grandiflorum</i> subsp. <i>grandiflorum</i>	Cengrandgra	<i>Linum strictum</i>	Linustric	<i>Stachys arvensis</i>	Stacarv
<i>Centaurium grandiflorum</i> subsp. <i>majus</i>	Cengrandmaj	<i>Lonicera etrusca</i>	Lonietru	<i>Stachys germanica</i>	Stacger
<i>Centranthus calcitrapae</i>	Centcalc	<i>Lonicera periclymenum</i> subsp. <i>periclymenum</i>	Loniperi	<i>Stachys ocymastrum</i>	Stacocy
<i>Centaurea pullata</i>	Centpull	<i>Lotus hispidus</i>	Lothisp	<i>Staelhelia dubia</i>	Staedub
<i>Ceterach officinarum</i> subsp. <i>officinarum</i>	Ceteoffic	<i>Malva hispanica</i>	Malvhis	<i>Teucrium polium</i> subsp. <i>polium</i>	Teucpol
<i>Cichorium intybus</i>	Cichinty	<i>Medicago polymorpha</i>	Medcpoly	<i>Teucrium scorodonia</i>	Teusco
<i>Cistus albidus</i>	Cisal b	<i>Melica minuta</i>	Melminu	<i>Thapsia minor</i>	Thapmin
<i>Cistus salviifolius</i>	Cisalvii	<i>Mercurialis annua</i>	Mercuan	<i>Thymus zygis</i> subsp. <i>sylvestris</i>	Thymzyg
<i>Cistus crispus</i>	Ciscris	<i>Micromeria juliana</i>	Microjul	<i>Tolpis barbata</i>	Tolpbar

<i>Cistus monspeliensis</i>	Cismons	<i>Myosotis discolor</i> subsp. <i>dubia</i>	Myosdisc	<i>Torilis arvensis</i>	Toriarv
<i>Cleonia lusitanica</i>	Cleolus	<i>Myrtus communis</i>	Myrtcom	<i>Trifolium angustifolium</i>	Trifang
<i>Clinopodium nepeta</i> subsp. <i>spruneri</i>	Clinonepe	<i>Narcissus bulbocodium</i>	Narbulb	<i>Trifolium campestre</i>	Trifcam
<i>Clinopodium vulgare</i>	Clinovul	<i>Nepeta tuberosa</i>	Neptube	<i>Trifolium gemellum</i>	Trifgem
<i>Coleostephus myconis</i>	Coleomyc	<i>Olea europaea</i>	Oleeuro	<i>Tuberaria guttata</i>	Tubeut
<i>Coronilla valentina</i> subsp. <i>glauca</i>	Corovalen	<i>Ononis reclinata</i> subsp. <i>reclinata</i>	Onorecl	<i>Ulex minor</i>	Ulxmin
<i>Crataegus monogyna</i>	Cratmon	<i>Ononis viscosa</i> subsp. <i>breviflora</i>	Onovisc	<i>Urospermum picroides</i>	Urospicro
<i>Crepis vesicaria</i> subsp. <i>taraxacifolia</i>	Crepves	<i>Ophrys apifera</i>	Ophrapi	<i>Vicia lutea</i> subsp. <i>lutea</i>	Viclut
<i>Crucianella angustifolia</i>	Crucangu	<i>Ophrys fusca</i> subsp. <i>fusca</i>	Ophrfusc	<i>Vicia parviflora</i>	Vicparv
<i>Cynara cardunculus</i>	Cynacard	<i>Ophrys lutea</i>	Ophrlut	<i>Vicia sativa</i> subsp. <i>nigra</i>	Vicsatnig
<i>Cynosurus echinatus</i>	Cynoechi	<i>Ophrys scolopax</i>	Ophrsco	<i>Vicia sativa</i> subsp. <i>sativa</i>	Vicsatsat
<i>Cytisus striatus</i>	Cytistria	<i>Ophrys speculum</i> subsp. <i>lusitanica</i>	Ophrspeclu	<i>Vitis vinifera</i>	Vitvini
<i>Dactylis glomerata</i> subsp. <i>hispanica</i>	Dactglom	<i>Ophrys speculum</i> subsp. <i>speculum</i>	Ophrspecsp	<i>Vulpia ciliata</i>	Vulpcil
<i>Danthonia decumbens</i>	Dantdecu	<i>Orchis anthropophora</i>	Orchant		
<i>Daphne gnidium</i>	Daphgni	<i>Orchis italica</i>	Orchita		