

CARINA ISABEL CARVALHO DOS REIS

**ANÁLISE PALINOLÓGICA E MINERALÓGICA DE
SOLOS PORTUGUESES E O SEU POTENCIAL NA
PRÁTICA FORENSE**

Orientador Interno: Prof. Doutor Frederico Almada

Co-orientadores: Prof. Doutora Ana Mafalda Faria e Prof. Doutor Pedro Dinis

Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias

Departamento de Biologia

Lisboa

2010

CARINA ISABEL CARVALHO DOS REIS

**ANÁLISE PALINOLÓGICA E MINERALÓGICA DE
SOLOS PORTUGUESES E O SEU POTENCIAL NA
PRÁTICA FORENSE**

Dissertação apresentada para a obtenção do
Grau de Mestre em Biologia no Curso de
Mestrado em Biologia do Desenvolvimento,
conferido pela Universidade Lusófona de
Humanidades e Tecnologias.

Orientador: Prof. Doutor Frederico Almada

Co-orientadores: Prof. Doutora Ana Mafalda
Faria e Prof. Doutor Pedro Dinis

Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias

Departamento de Biologia

Lisboa

2010

AGRADECIMENTOS

Ao longo da elaboração deste trabalho, muitas foram as pessoas e instituições que estiveram presentes e envolvidas nesta extensa caminhada dando o seu apoio, amizade, conforto e conhecimento científico, proporcionando passo a passo o desenvolvimento deste processo e que, por isso, merecem os meus sinceros agradecimentos, em especial:

A Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias, por ter aprovado o projecto de mestrado.

O Departamento de Botânica e a Faculdade de Ciências da Terra e da Vida, da Universidade de Coimbra, que facultaram as condições técnicas e logísticas necessárias para a concretização desta investigação.

O Prof. Frederico Almada, pela sua colaboração, empenhamento, preocupação e acima de tudo, pela aceitação em ser o meu orientador científico, o que se revelou uma tarefa bastante árdua, mas que o fez com uma incansável disponibilidade, dando sempre o seu apoio e proporcionando a concretização deste trabalho fornecendo conselhos preciosos para a finalização desta dissertação.

A Prof. Doutora Mafalda Faria, antes de mais por ter aceitado ser minha co-orientadora científica. Agradeço todas as horas que “perdeu” comigo, sempre disponível e pronta a ajudar, pelos ensinamentos sábios que me facultou na preparação das amostras, pelo seu precioso auxílio na identificação dos grãos de pólen, por todo o material fornecido para a realização deste trabalho, pelas revisões precisas da dissertação e sobretudo, pela proposta do tema que me proporcionou trabalhar numa área que muito me agradou. Muito obrigada pelo apoio, disponibilidade, paciência, amizade e ajuda técnica e científica.

O Prof. Pedro Dinis, por ter aceitado ser meu co-orientador científico. Muito obrigada pelo seu apoio, dedicação e pela paciência que demonstrou na explicação de todas as minhas dúvidas. Agradeço o tempo dispendido na preparação, identificação e explicação dos resultados das amostras de geologia, sempre feito com boa disposição e com ensinamentos extremamente sábios. Obrigada por me ter aberto as portas do laboratório de sedimentologia e me ter acolhido na minha “antiga casa” e, principalmente, por todos os conselhos e sugestões precisas para a finalização desta dissertação.

A todos os meus amigos que directa ou indirectamente me apoiaram, tornando esta longa caminhada menos penosa. Agradeço principalmente à Joana, à Lídia, à Rute, à Alexandra e à Judite, verdadeiras amigas, que tanto me incentivaram com a sua força, boa disposição, companhia e amizade, acreditando sempre no bom desenlace deste trabalho.

Os meus pais e irmã, que tanto me apoiaram e pelo orgulho e confiança que sempre sentiram e depositaram em mim e, o mais recente membro da família, o meu sobrinho Afonso, que tantos momentos de alegria me proporcionou dando mais alento para terminar esta dura jornada.

O Helder por todo o apoio, disponibilidade, confiança, carinho e incentivo que sempre me deu ao longo da elaboração deste trabalho. Agradeço o acompanhamento na recolha das amostras e os conselhos e sugestões úteis que me forneceu para a elaboração desta dissertação e, acima de tudo, pela paciência infinita e pelo encorajamento nos momentos mais difíceis, não fosse ele o meu psicólogo preferido.

A todos vós o meu sincero e profundo OBRIGADO!

RESUMO

O presente trabalho apresenta o estudo palinológico e mineralógico da camada superficial do solo, de dois Distritos de Portugal (Coimbra e Setúbal), com vista à determinação do potencial forense da utilização de amostras de solo, no que respeita à identificação do tipo de comunidade vegetal e material mineralógico da qual a amostra teve origem, que poderá ser utilizado para ligar pessoas e objectos ao local do crime.

Para cumprir estes objectivos, foram recolhidas e estudadas amostras da camada superficial de solo, em locais com o mesmo tipo de comunidade vegetal (floresta mista) e diferente tipo de comunidade vegetal (dunas, matagal). Para o estudo polínico foram recolhidas 5 amostras de solo por local, totalizando 30 amostras, para o estudo da mineralogia foram recolhidas 2 amostras de solo por local, totalizando 12 amostras.

Nas análises palinológicas das amostras identificaram-se 56 *taxa* sendo 5 de esporos, 2 de grãos de pólen de gimnospérmicas e 49 de grãos de pólen de angiospérmicas. Sempre que possível recorreu-se à caracterização das formas ao nível da espécie, contudo na maior parte dos casos a sua identificação foi feita ao nível do género.

No que respeita ao estudo geológico foi realizada a análise granulométrica através da crivagem e por difracção a laser, originando como resultados a percentagem de minerais pesados contidos em cada amostra e a percentagem de minerais de fracção menor (argilas e siltes) e de fracção maior (areias, areão e seixo). A análise mineralógica foi efectuada através do estudo dos minerais por difracção de raios x em argilas, em lâminas glicoladas e pela fracção densa, resultando em valores quantitativos de minerais de quartzo, filossilicatos e feldspatos, em valores quantitativos e semi-quantitativos de minerais de ilite, moscovite, esmectite, clorite, interstratificados e caulinite e, por último, através do estudo da fracção densa, identificaram-se ao microscópio petrográfico, para cada amostra, os minerais pesados transparentes, num total de 12 tipos (alteritos, andaluzite, anfíbola, biotite, distena, epídoto, estauroilite, granada, moscovite, silimanite, turmalina e zircão). Por fim, contabilizaram-se os minerais opacos presentes em cada amostra.

Os resultados obtidos sugerem que estes dois Distritos são extremamente díspares em termos palinológicos e mineralógicos, o que vem apoiar a ideia que numa cena de crime, o estudo do solo tem uma importância crucial, salientando assim o seu valor probatório e o seu potencial forense, sendo uma extraordinária ferramenta da investigação criminal, aliando pessoas aos locais do crime e/ou pessoas com pessoas, possibilitando assim, uma maior fiabilidade na caracterização do tipo de ambiente de onde uma amostra é originária.

PALAVRAS-CHAVE: Palinologia, Mineralogia, Forense, Solo e Cena do Crime.

ABSTRACT

This paper presents a study of pollen and mineralogical composition of the surface layer of soil in two districts of Portugal (Coimbra and Setúbal). The aim of the study was to determine the value of soil samples, as regards the type of mineralogical material, and plant community, from which the sample originated, as forensic evidences to connect people and objects to the crime scene.

To accomplish these objectives samples were collected, sorted and studied from the surface layer of soil in places with the same type of plant community (mixed forest) and in places with different type of plant community (dunes, scrub), with a total of 42 samples.

For the pollen analysis 5 soil samples were collected per site, totaling 30 samples. The mineralogical study consisted in the collection of 2 soil samples per location, accounting for 12 samples.

In pollen analysis, 56 *taxa* were identified, including 5 types of spores, 2 types of pollens from gymnosperms and 49 types from angiosperm. Whenever possible we identified the samples at the species level, however most of them were only identified at the genus level.

Geological analysis was performed with gradings by sieving and laser diffraction, leading to results such as the percentage of heavy minerals contained in each sample and the percentage of lower mineral fraction (clay and silt) and the largest fraction (sands, gravel and pebble). The mineralogical analysis was carried out through the study of minerals by x-ray diffraction, on clay strip glycol and the dense fraction, resulting in quantitative values of minerals quartz, feldspar and phyllosilicates in quantitative values and semi-quantitative mineral illite, muscovite, smectite, chlorite, kaolinite and interstratified and finally through the study of dense fraction were identified by petrographic microscope for each sample transparent heavy minerals, a total of 12 types (alterite, andalusite, amphibole, biotite, kyanite, epidote, staurolite, garnet, muscovite, sillimanite, tourmaline and zircon). Finally the opaque minerals present in each sample were accounted.

The results suggest that these two districts are extremely diverse in terms of mineralogical and pollen composition, which seems to support the idea that in a crime scene, the study of the soil is of crucial importance, thus highlighting its probative value and potential forensic, and an extraordinary tool of criminal investigation, linking people to crime scenes and / or people with people, thus enabling a more reliable way to characterize the type of environment where a sample was generated.

KEY WORDS: Palynology, mineralogy, forensic, soils and crime scene.

ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

APA – American Psychological Association

µm – Micrómetro (unidade de medida – a milionésima parte do metro)

% - Percentagem

Al – Símbolo químico do alumínio

Mg – Símbolo químico do magnésio

Fe – Símbolo químico do ferro

Ca – Símbolo químico do cálcio

K – Símbolo químico do potássio

pH – Símbolo da grandeza físico-química 'potencial hidrogeniónico'

FBI – Federal Bureau of Investigation

Km² – Quilómetro quadrado

ha – Hectare

cm² – Centímetro quadrado

g – Grama

KOH – Hidróxido de Potássio

HCl – Ácido Clorídrico

HF – Ácido Fluorídrico

r.p.m. – Rotações por minuto

Ø – log2diâmetro, com diâmetro em mm

Å – ångström

DRX – Difracção Raios X

I – Intensidade do pico

W – Largura do pico

FC – Factor de Conversão (baseado do poder reflector do mineral)

°C – Graus Celsius

IS – Índice de Similaridade

NI – Não Identificados

SLFM1 – Serra da Lousã, floresta mista, local 1

SLFM2 – Serra da Lousã, floresta mista, local 2

SLFM3 – Serra da Lousã, floresta mista, local 3

SLFM4 – Serra da Lousã, floresta mista, local 4

SLFM5 – Serra da Lousã, floresta mista, local 5

SLM1 – Serra da Lousã, matos, local 1

SLM2- Serra da Lousã, matos, local 2

SLM3 – Serra da Lousã, matos, local 3

SLM4 – Serra da Lousã, matos, local 4

SLM5 – Serra da Lousã, matos, local 5

AFM1 – Alentejo, floresta mista, local 1

AFM2 – Alentejo, floresta mista, local 2

AFM3 – Alentejo, floresta mista, local 3

AFM4 – Alentejo, floresta mista, local 4

AFM5 – Alentejo, floresta mista, local 5

AM1 – Alentejo, matos, local 1

AM2 – Alentejo, matos, local 2

AM3 – Alentejo, matos, local 3

AM4 – Alentejo, matos, local 4

AM5 – Alentejo, matos, local 5

FC – Factor de conversão

QT – Quantidade

RX – Raios x

QEMSCAN - Quantitative Evaluation of Minerals by Scanning Electron Microscopy

BSE - Back Scattered Electron

SE - Secondary Electron

EDS - Energy Dispersive Spectrometers

ÍNDICE GERAL

AGRADECIMENTOS	1
RESUMO	3
ABSTRACT	5
ABREVIATURAS E SÍMBOLOS	7
ÍNDICE GERAL	9
ÍNDICE DE QUADROS	13
ÍNDICE DE FIGURAS	16
INTRODUÇÃO	20
CAPÍTULO 1	23
1. AS IMPRESSÕES DIGITAIS DAS PLANTAS	24
1.1 PALINOLOGIA	24
1.1.1 ESPOROS	26
1.1.2 GRÃOS DE PÓLEN	27
1.1.2.1 COMPOSIÇÃO E ESTRUTURA DA PAREDE	30
1.1.2.2 TAMANHO	31
1.1.2.3 ABERTURA	32
1.1.2.4 FORMA	33
1.1.2.5 ORNAMENTAÇÃO	34
1.1.2.6 PRODUÇÃO E SUA DISPERSÃO	35
CAPÍTULO 2	38
2. A PELE DA TERRA	39
2.1 GEOLOGIA	39

2.2 SOLOS	41
2.2.1 COMPONENTES DO SOLO	41
2.2.2.1. MATÉRIA MINERAL	42
2.2.1.2 MATÉRIA ORGÂNICA	45
CAPÍTULO 3	46
3. O ESTUDO DOS SOLOS E A CENA DE CRIME	47
3.1 A CENA DO CRIME	47
3.2 A CIÊNCIA FORENSE	49
3.2.1 A PALINOLOGIA FORENSE	51
3.2.1.1 AMOSTRAS DE SOLO	52
3.2.2 A GEOLOGIA FORENSE	53
3.2.2.1 AMOSTRAS DE SOLO	55
CAPÍTULO 4	56
4. ÁREAS DE ESTUDO	57
4.1 DISTRITO DE COIMBRA	57
4.1.1 SERRA DA LOUSÃ	59
4.1.2 PRAIA DE QUIAIOS (FIGUEIRA DA FOZ)	60
4.2 DISTRITO DE SETÚBAL	63
4.2.1 ALCÁCER DO SAL	65
4.2.2 SANTIAGO DO CACÉM	66
4.2.3 PRAIA DO PORTO DAS CARRETAS – ST. ANDRÉ (SANTIAGO DO CACÉM)	68

MÉTODOS	71
1. MÉTODOS DE RECOLHA, PREPARAÇÃO E ESTUDO DAS AMOSTRAS DE PALINOLOGIA	72
1.1 RECOLHA DE AMOSTRAS	72
1.2 PREPARAÇÃO LABORATORIAL	73
2. MÉTODOS DE RECOLHA, PREPARAÇÃO E ESTUDO DAS AMOSTRAS DE GEOLOGIA	75
2.1 RECOLHA DE AMOSTRAS	75
2.2 PREPARAÇÃO LABORATORIAL	76
RESULTADOS	79
1. AMOSTRAS PALINOLÓGICAS	80
1.1 DISTRITO DE COIMBRA	82
1.2 DISTRITO DE SETÚBAL	94
2. AMOSTRAS DE GEOLOGIA	105
2.1 GRANULOMETRIA	105
2.1.1 DISTRITO DE COIMBRA	107
2.1.2 DISTRITO DE SETÚBAL	115
2.2 COMPOSIÇÃO MINERALÓGICA	122
2.2.1 MINERALOGIA DA AMOSTRA TOTAL (DRX)	122
2.2.2 MINERAIS DE ARGILA EM LÂMINAS SEDIMENTARES	126
2.2.3 MINERALOGIA DA FRACÇÃO DENSA	130
3. COMPARAÇÃO DOS RESULTADOS NOS DOIS DISTRITOS	138
3.1 AMOSTRAS PALINOLÓGICAS	139
3.2 AMOSTRAS DE GEOLOGIA	141

DISCUSSÃO	151
1. AMOSTRAS PALINOLÓGICAS	152
2. AMOSTRAS DE GEOLOGIA	154
3. AS AMOSTRAS PALINOLÓGICAS E MINERALÓGICAS E O SEU POTENCIAL FORENSE	156
CONCLUSÕES GERAIS E PERSPECTIVAS FUTURAS	158
BIBLIOGRAFIA	161
ÍNDICE REMISSIVO	171
APÊNDICES	i
APÊNDICE I	ii
APÊNDICE II	lvii
APÊNDICE III	lxii
APÊNDICE IV	lxx

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 1 - Classificação sistemática dos esporos e grãos de pólen identificados nas amostras.	27
Quadro 2 - Forma das aberturas.	33
Quadro 3 - Exemplos de formas dos grãos de pólen.	34
Quadro 4 - Exemplos de minerais primários.	43
Quadro 5 - Índice de similaridade (IS) entre as 5 amostras das dunas de Quiaios.	85
Quadro 6 - Índice de similaridade (IS) entre as 5 amostras da floresta mista da Serra da Lousã.	90
Quadro 7 - Índice de similaridade (IS) entre as 5 amostras dos matos da Serra da Lousã.	93
Quadro 8 - Índice de similaridade (IS) entre as 5 amostras das dunas de St. André.	97
Quadro 9 - Índice de similaridade (IS) entre as 5 amostras da floresta mista do Alentejo.	101
Quadro 10 - Índice de similaridade (IS) entre as 5 amostras dos matos do Alentejo.	105
Quadro 11 - Percentagem dos minerais pesados nas amostras da Serra da Lousã (Floresta mista e Matos) e Quiaios (Dunas).	106
Quadro 12 - Percentagem dos minerais pesados nas amostras do Alentejo (Floresta Mista e Matos) e Quiaios (Dunas).	106
Quadro 13 - Índice de similaridade das fracções granulométricas das amostras de Quiaios 1 e Quiaios 5.	114
Quadro 14 - Índice de similaridade das fracções granulométricas das amostras da Serra da Lousã Floresta Mista 1 e Serra da Lousã Floresta Mista 5.	114
Quadro 15 - Índice de similaridade das fracções granulométricas das amostras da Serra da Lousã Matos 1 e Serra da Lousã Matos 5.	114
Quadro 16 - Índice de similaridade das fracções granulométricas das amostras de St. André 1 e St. André 5.	121
Quadro 17 - Índice de similaridade das fracções granulométricas das amostras de Alentejo Floresta Mista 1 e Alentejo Floresta Mista 5.	121
Quadro 18 - Índice de similaridade das fracções granulométricas das amostras de Alentejo Matos 1 e Alentejo Matos 5.	121
Quadro 19 - Valores semi-quantitativos totais de quartzo, filossilicatos e feldspatos nas amostras da Serra da Lousã (Floresta mista e Matos) e Quiaios (Dunas).	123
Quadro 20 - Índice de similaridade (IS) dos valores semi-quantitativos totais dos minerais de quartzo, filossilicatos e feldspatos das amostras de Quiaios 1 e Quiaios 5.	123
Quadro 21 - Índice de similaridade (IS) dos valores semi-quantitativos totais dos minerais de quartzo, filossilicatos e feldspatos das amostras da Serra da Lousã Floresta Mista 1 e Serra da Lousã Floresta Mista 5.	124

Quadro 22 - Índice de similaridade (IS) dos valores semi-quantitativos totais dos minerais de quartzo, filossilicatos e feldspatos das amostras da Serra da Lousã Matos 1 e Serra da Lousã Matos 5.	124
Quadro 23 - Valores semi-quantitativos totais de quartzo, filossilicatos e feldspatos nas amostras do Alentejo (Floresta mista e Matos) e St. André (Dunas).	125
Quadro 24 - Índice de similaridade (IS) dos valores semi-quantitativos totais dos minerais de quartzo, filossilicatos e feldspatos das amostras de St. André 1 e St. André 5.	125
Quadro 25 - Índice de similaridade (IS) dos valores semi-quantitativos totais dos minerais de quartzo, filossilicatos e feldspatos das amostras do Alentejo Floresta Mista 1 e Alentejo Floresta Mista 5.	125
Quadro 26 - Índice de similaridade (IS) dos valores semi-quantitativos totais dos minerais de quartzo, filossilicatos e feldspatos das amostras do Alentejo Matos 1 e Alentejo Matos 5.	126
Quadro 27 - Frequência relativa dos minerais de argila nas amostras referentes à Floresta Mista 1 e 5 e aos Matos 1 e 5 da Serra da Lousã e às dunas de Quiaios 1 e 5; I10-14 – Interstratificados.	126
Quadro 28 - Índice de similaridade (IS) dos minerais de argila das amostras de Quiaios 1 e Quiaios 5.	127
Quadro 29 - Índice de similaridade (IS) dos minerais de argila das amostras da Serra da Lousã Floresta Mista 1 e Serra da Lousã Floresta Mista 5.	127
Quadro 30 - Índice de similaridade (IS) dos minerais de argila das amostras da Serra da Lousã Matos 1 e Serra da Lousã Matos 5.	128
Quadro 31 - Frequência relativa dos minerais de argila nas amostras referentes à Floresta Mista 1 e 5 e aos Matos 1 e 5 do Alentejo e às dunas de St. André 1 e 5; I10-14 – Interstratificados.	128
Quadro 32 - Índice de similaridade (IS) dos minerais de argila das amostras de St. André 1 e St. André 5.	129
Quadro 33 - Índice de similaridade (IS) dos minerais de argila das amostras do Alentejo Floresta Mista 1 e Alentejo Floresta Mista 5.	129
Quadro 34 - Índice de similaridade (IS) dos minerais de argila das amostras do Alentejo Matos 1 e Alentejo Matos 5.	130
Quadro 35 - Frequência relativa dos minerais pesados transparentes e abundância relativa dos minerais opacos nas amostras da Serra da Lousã Floresta Mista 1 e 5.	131
Quadro 36 - Frequência relativa dos minerais pesados transparentes e abundância de minerais opacos nas amostras da Serra da Lousã Matos 1 e 5.	131
Quadro 37 - Frequência relativa dos minerais pesados transparentes e abundância de minerais opacos nas amostras das Dunas de Quiaios 1 e 5.	132
Quadro 38 - Índice de similaridade dos minerais pesados das amostras da Serra da Lousã Floresta Mista 1 e Serra da Lousã Floresta Mista 5.	133
Quadro 39 - Índice de similaridade dos minerais pesados das amostras da Serra da Lousã Matos 1 e Serra da Lousã Matos 5.	133

Quadro 40 - Índice de similaridade dos minerais pesados das amostras de Quiaios 1 e Quiaios 5.	134
Quadro 41 - Frequência relativa dos minerais pesados transparentes e abundância de minerais opacos nas amostras do Alentejo Floresta Mista 1 e 5.	135
Quadro 42 - Frequência relativa dos minerais pesados transparentes e abundância de minerais opacos nas amostras do Alentejo Matos 1 e 5.	135
Quadro 43 - Frequência relativa dos minerais pesados transparentes e abundância de minerais opacos nas amostras das Dunas de St. André 1 e 5.	136
Quadro 44 - Índice de similaridade dos minerais pesados das amostras de Alentejo Floresta Mista 1 e Alentejo Floresta Mista 5.	137
Quadro 45 - Índice de similaridade dos minerais pesados das amostras de Alentejo Matos 1 e Alentejo Matos 5.	137
Quadro 46 - Índice de similaridade dos minerais pesados das amostras de St. André1 e St. André5.	138

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - A relação da Palinologia com outras sub-disciplinas.	26
Figura 2 - Camadas do pólen: A. Intina e exina; B. Nexina; C. Sexina e D. Camadas da sexina.	31
Figura 3 - Esquema dum grão de pólen do <i>Pinus</i> .	36
Figura 4 - A relação da Geologia Forense com outras sub-disciplinas.	54
Figura 5 - Representação do distrito de Coimbra.	58
Figura 6 - Representação do distrito de Setúbal.	64
Figura 7 - Frequência relativa dos grãos de pólen identificados na amostra de Quiaios 2.	82
Figura 8 - Frequência relativa dos grãos de pólen identificados na amostra de Quiaios 3.	83
Figura 9 - Distribuição de <i>Corylus avelana</i> em Portugal Continental.	83
Figura 10 - Frequência relativa dos grãos de pólen identificados na amostra de Quiaios 4.	84
Figura 11 - Frequência relativa dos grãos de pólen identificados na amostra de Quiaios 5.	84
Figura 12 - Distribuição de <i>Pinus Pinea</i> (A) e de <i>Pinus Pinaster</i> (B) em Portugal Continental.	85
Figura 13 - Frequência relativa dos grãos de pólen identificados na amostra de Serra da Lousã Floresta Mista 1 (SL FM1).	86
Figura 14 - Distribuição de <i>Quercus pyrenaica</i> (A), <i>Quercus robur</i> (B), <i>Quercus rotundifolia</i> (C), <i>Quercus faginea</i> (D), <i>Quercus suber</i> (E) e <i>Quercus coccifera</i> (F) em Portugal Continental.	87
Figura 15 - Frequência relativa dos grãos de pólen identificados na amostra de Serra da Lousã Floresta Mista 2 (SL FM2).	87
Figura 16 - Frequência relativa dos grãos de pólen identificados na amostra de Serra da Lousã Floresta Mista 3 (SL FM3).	88
Figura 17 - Frequência relativa dos grãos de pólen identificados na amostra de Serra da Lousã Floresta Mista 4 (SL FM4).	88
Figura 18 - Frequência e abundância relativas dos grãos de pólen identificados na amostra de Serra da Lousã Floresta Mista 5 (SL FM5).	89
Figura 19 - Distribuição de <i>Calluna vulgaris</i> em Portugal Continental.	89
Figura 20 - Frequência relativa dos grãos de pólen identificados na amostra de Serra da Lousã Matos 1 (M1).	90
Figura 21 - Distribuição de <i>Chamaespartium tridentatum</i> em Portugal Continental.	91
Figura 22 - Frequência relativa dos grãos de pólen identificados na amostra de Serra da Lousã Matos 2 (M2).	91

Figura 23 - Frequência relativa dos grãos de pólen identificados na amostra de Serra da Lousã Matos 3 (M3).	92
Figura 24 - Frequência relativa dos grãos de pólen identificados na amostra de Serra da Lousã Matos 4 (M4).	92
Figura 25 - Distribuição de <i>Halimium</i> em Portugal Continental.	93
Figura 26 - Frequência relativa dos grãos de pólen identificados na amostra de Serra da Lousã Matos (M5).	93
Figura 27 - Frequência relativa dos grãos de pólen identificados na amostra de St. André 2.	95
Figura 28 - Distribuição de <i>Euphorbia hirsuta</i> em Portugal Continental.	95
Figura 29 - Frequência relativa dos grãos de pólen identificados na amostra de St. André 3.	95
Figura 30 - Frequência relativa dos grãos de pólen identificados na amostra de St. André 4.	96
Figura 31 - Frequência relativa dos grãos de pólen identificados na amostra de St. André 5.	96
Figura 32 - Distribuição de <i>Rosmarinus officinalis</i> em Portugal Continental.	97
Figura 33 - Frequência relativa dos grãos de pólen identificados na amostra de Alentejo Floresta Mista 1 (A FM1).	98
Figura 34 - Distribuição de <i>Quercus suber</i> em Portugal Continental.	98
Figura 35 - Frequência relativa dos grãos de pólen identificados na amostra de Alentejo Floresta Mista 2 (A FM2).	99
Figura 36 - Frequência relativa dos grãos de pólen identificados na amostra de Alentejo Floresta Mista 3 (A FM3).	99
Figura 37 - Distribuição de <i>Avena sativa</i> em Portugal Continental.	100
Figura 38 - Frequência relativa dos grãos de pólen identificados na amostra de Alentejo Floresta Mista 4 (A FM4).	100
Figura 39 - Distribuição de <i>Eucalyptus globulus</i> em Portugal Continental.	100
Figura 40 - Frequência relativa dos grãos de pólen identificados na amostra de Alentejo Floresta Mista 5 (A FM5).	101
Figura 41 - Frequência relativa dos grãos de pólen identificados na amostra de Alentejo Matos 1 (A M1).	102
Figura 42 - Frequência relativa dos grãos de pólen identificados na amostra de Alentejo Matos (A M2).	103
Figura 43 - Frequência relativa dos grãos de pólen identificados na amostra de Alentejo Matos 3 (A M3).	103
Figura 44 - Frequência relativa dos grãos de pólen identificados na amostra de Alentejo Matos 4 (A M4).	104

Figura 45 - Frequência relativa dos grãos de pólen identificados na amostra de Alentejo Matos 5 (A M5).	104
Figura 46 - Representação gráfica da curva acumulada e da curva de frequência da amostra de Quiaios 1.	108
Figura 47 - Representação gráfica da curva acumulada e da curva de frequência da amostra de Quiaios 5.	109
Figura 48 - Representação gráfica da curva acumulada e da curva de frequência da amostra de Serra da Lousã Floresta Mista 1 (FM1).	110
Figura 49 - Representação gráfica da curva acumulada e da curva de frequência da amostra de Serra da Lousã Floresta Mista 5 (FM5).	111
Figura 50 - Representação gráfica da curva acumulada e da curva de frequência da amostra de Serra da Lousã Matos 1 (M1).	112
Figura 51 - Representação gráfica da curva acumulada e da curva de frequência da amostra de Serra da Lousã Matos 5 (M5).	113
Figura 52 - Representação gráfica da curva acumulada e da curva de frequência da amostra de St. André 1.	115
Figura 53 - Representação gráfica da curva acumulada e da curva de frequência da amostra de St. André 5.	116
Figura 54 - Representação gráfica da curva acumulada e da curva de frequência da amostra do Alentejo Floresta Mista 1 (FM1).	117
Figura 55 - Representação gráfica da curva acumulada e da curva de frequência da amostra do Alentejo Floresta Mista 5 (FM5).	118
Figura 56 - Representação gráfica da curva acumulada e da curva de frequência da amostra do Alentejo Matos 1 (M1).	119
Figura 57 - Representação gráfica da curva acumulada e da curva de frequência da amostra do Alentejo Matos 5 (M5).	120
Figura 58 - Abundância relativa dos grãos de pólen presentes nas dunas de Quiaios e St. André.	139
Figura 59 - Abundância relativa dos grãos de pólen presentes nas amostras da Serra da Lousã Floresta Mista (SLFM) e do Alentejo Floresta Mista (AFM).	140
Figura 60 - Abundância relativa dos grãos de pólen presentes na Serra da Lousã Matos (SLM) e do Alentejo Matos (AM).	141
Figura 61 - Percentagem dos minerais pesados presentes nas amostras de Quiaios e St. André.	142
Figura 62 - Percentagem dos minerais pesados presentes nas amostras da Serra da Lousã Floresta Mista e do Alentejo Floresta Mista.	142
Figura 63 - Percentagem dos minerais pesados presentes nas amostras da Serra da Lousã Matos e do Alentejo Matos.	143

Figura 64 - Frequência relativa das fracções granulométricas presentes nas dunas de Quiaios e St. André.	143
Figura 65 - Frequência relativa das fracções granulométricas presentes na floresta mista da Serra da Lousã e do Alentejo.	144
Figura 66 - Frequência relativa das fracções granulométricas presentes nos matos da Serra da Lousã e do Alentejo.	144
Figura 67 - Valores semi-quantitativos de quartzo, filossilicatos e feldspatos presentes nas amostras das dunas de Quiaios e St. André.	145
Figura 68 - Valores semi-quantitativos de quartzo, filossilicatos e feldspatos presentes nas amostras da floresta mista da Serra da Lousã e do Alentejo.	146
Figura 69 - Valores semi-quantitativos de quartzo, filossilicatos e feldspatos presentes nas amostras de matos da Serra da Lousã e do Alentejo.	146
Figura 70 - Frequência relativa dos minerais de argila nas amostras de Quiaios e St. André.	147
Figura 71 - Frequência relativa dos minerais de argila nas amostras da floresta mista da Serra da Lousã e do Alentejo.	148
Figura 72 - Frequência relativa dos minerais de argila nas amostras de matos da Serra da Lousã e do Alentejo.	148
Figura 73 - Frequência relativa dos minerais pesados e abundância relativa dos opacos das amostras de Quiaios e St. André.	149
Figura 74 - Frequência relativa dos minerais pesados e abundância relativa dos opacos das amostras da floresta mista da Serra da Lousã e do Alentejo.	150
Figura 75 - Frequência relativa dos minerais pesados e abundância relativa dos opacos das amostras de matos da Serra da Lousã e do Alentejo.	150

INTRODUÇÃO

A palinologia como metodologia forense é recente e consiste no estudo dos palinomorfos (estruturas biológicas, microscópicas e ácido-resistentes) no contexto da investigação civil e criminal, isto é, o estudo destas estruturas aplicado à resolução de questões legais (palinologia forense) (Bryant & Mildenhall, 1998; Milne, Bryant & Mildenhall, 2005).

A palinologia forense é frequentemente utilizada em investigações criminais no Reino Unido (Wiltshire, 2006 a,b; Wiltshire & Black, 2006), Austrália (Milne *et al.*, 2005) e mais raramente noutros países (e.g. Estados Unidos da América (Bryant & Jones, 2006) e Canadá (Mathewes, 2006)).

A principal aplicação forense da palinologia consiste na prestação de provas associativas, isto é, na assistência para provar ou negar uma relação entre pessoas e objectos, com lugares ou com outras pessoas. Por exemplo, o pólen do solo contido no calçado dum suspeito ou no vestuário pode ser analisado e comparado com as amostras controlo do solo do local do crime.

Os casos descritos na bibliografia demonstram a aplicabilidade da palinologia em casos de rapto, homicídio, genocídio, violação, terrorismo, tráfico de estupefacientes, assalto e roubo, fogo posto, importação ilegal de materiais, bem como, em casos de crimes contra a natureza (e.g. comércio ilegal de espécies selvagens ameaçadas) (Morgan, Wiltshire, Parker & Bull, 2006; Mildenhall, Wiltshire & Parker, 2006).

Em geral, a palinologia forense pode ser utilizada para relacionar um suspeito com o local do crime ou com um indício descoberto nesse local; relacionar um item descoberto em outro local com o local do crime; determinar a origem ou o percurso de um item (e.g. drogas ilícitas, objectos); ajudar a determinar o período de deposição de restos humanos (cadavéricos ou esqueletizados); diferenciar locais de crime dos locais de deposição de restos humanos; ajudar a determinar o que aconteceu às vítimas durante o período peri-mortem.

Por outro lado, o estudo da mineralogia faz parte de uma ciência forense, a Geologia Forense, que está directamente relacionada com a aplicação de dados e técnicas geológicas em assuntos e questões de tribunal. Assim, todas as sub-disciplinas das geociências têm potenciais aplicações forenses, sendo todavia, a mineralogia, a sedimentologia, a petrologia e a geoquímica as que mais contribuem para os estudos forenses.

As rochas, os minerais, os solos e os materiais relacionados têm valor probatório. O valor reside no ilimitado número de tipos de material e o largo número de medições e observações que podem ser efectuadas com estes materiais. Por exemplo, o número de tamanhos dos grãos e a sua distribuição, combinado com as cores, formas e mineralogia é quase ilimitado. Estes materiais são identificáveis, reconhecíveis e podem ser caracterizados. É esta diversidade de matérias da Terra, combinada com a capacidade de medir e observar os diferentes tipos, que prevê o poder de discriminação forense (Pye & Croft, 2004).

Apesar de vários aspectos da geologia e da ciência do solo poderem ser úteis num contexto forense, a aplicação mais comum envolve o uso de sedimentos e de partículas do solo, como um tipo de vestígios que podem ser úteis, ligando um suspeito à cena de crime ou a outro local com interesse para a investigação. Outras aplicações, incluem o uso da geofísica e outras técnicas de sensoriamento remoto, para localizar sepulturas clandestinas, armas, ou outros itens enterrados, investigações de fraudes, roubos, tráfico de vida selvagem, adulterações de produtos comerciais, investigação de fontes de poluição ambiental, e investigação das causas dos acidentes e falhas em engenharia civil (Pye, 2007).

Neste sentido, a combinação da mineralogia à palinologia pode ser peculiarmente importante na prática forense, porque aumenta o poder probatório das evidências ligando pessoas aos locais do crime e pessoas com pessoas, permitindo assim, uma maior fiabilidade na determinação do tipo de ambiente (“environmental profiling”) de onde uma amostra foi originada (Brown, Smith & Elmhurst, 2002).

Esta dissertação foi realizada no âmbito do Mestrado de Biologia do Desenvolvimento da Universidade Lusófona, em colaboração com o Departamento de Ciências da Terra da Universidade de Coimbra. Assim, tem como principais objectivos:

1. Determinar as características palinológicas de duas regiões distintas de Portugal (Distrito de Coimbra e Distrito de Setúbal), bem como as suas diferentes associações vegetais (Floresta mista, matos e dunas);
2. Determinar as evidências mineralógicas das mesmas regiões onde foram efectuados os estudos palinológicos, com o intuito de caracterizar os diferentes tipos de materiais mineralógicos, em termos de constituição, forma e tamanho;
3. Comparar e correlacionar os resultados obtidos de palinologia e mineralogia nas duas regiões;
4. Evidenciar os perfis palinológicos e a constituição mineralógica da camada superficial do solo, com o intuito de estabelecer o valor forense da utilização de amostras de solo em Portugal como indicadores do tipo de habitat e da região em que têm origem.

Nesta dissertação, após uma breve descrição do que é a Palinologia e a Mineralogia e como estas ciências se processam em termos forenses, foram caracterizadas as áreas de estudo e apresentados os materiais e métodos utilizados para as análises palinológicas e mineralógicas, finalizando com uma apresentação dos resultados e a sua respectiva discussão.

Na presente dissertação, a norma utilizada para citações e referência bibliográfica será a Norma APA.

Capítulo 1

AS IMPRESSÕES DIGITAIS DAS PLANTAS

1. AS IMPRESSÕES DIGITAIS DAS PLANTAS

1.1 Palinologia

1.1.1 Esporos

1.1.2 Grãos de pólen

1.1.2.1 Composição e estrutura da parede

1.1.2.2 Tamanho

1.1.2.3 Abertura

1.1.2.4 Forma

1.1.2.5 Ornamentação

1.1.2.6 Produção e sua dispersão

1. AS IMPRESSÕES DIGITAIS DAS PLANTAS

Os esporos e os grãos de pólen são estruturas microscópicas, com uma grande variabilidade de características físicas, que os palinólogos utilizam para identificar, como provenientes de uma única família de planta, género ou mesmo espécie. Por causa da sua complexa morfologia, os palinólogos chamam aos esporos e grãos de pólen “as impressões digitais das plantas” e foi, através do seu estudo e do conhecimento da sua ciência, a Palinologia, que se desenrolou todo este trabalho, com a análise e identificação destes elementos invisíveis ao olho nu.

1.1 Palinologia

O termo Palinologia (proveniente do grego palynos, pó) foi definido pelos ingleses Hyde & Williams, em 1944, e referia-se ao estudo dos esporos e grãos de pólen das plantas e suas aplicações práticas. Estes dois alergologistas ingleses estudavam os efeitos patogénicos da absorção das poeiras atmosféricas e o seu trabalho envolveu armadilhas em partículas

anemófilas (partículas transportadas pelo vento) e na identificação das sequências temporais das anteras (libertação do pólen) para a elaboração dos designados “calendários de pólen”.

Foi só no século passado, na década de 70, que se assistiu à asserção da Palinologia como disciplina de pleno direito. O termo adquire um carácter científico, abrangendo os esporomorfos (esporos e grãos de pólen) e os microorganismos plânctónicos (algas, acritarcas, dinoflagelados, escolecodontes). À medida que iam surgindo nos resíduos palinológicos outras estruturas resistentes aos “rigorosos” processos de destruição, as mesmas foram sendo incluídas no âmbito dos objectos de estudo da Palinologia. Todos os organismos ou estruturas orgânicas microscópicas resistentes aos ataques químicos são, colectivamente designados por palinomorfos.

O estudo dos esporos e dos grãos de pólen só é possível devido a determinadas particularidades que estes possuem, nomeadamente: as suas características morfológicas distintivas, permitindo assim a sua identificação taxonómica, isto porque cada espécie possui forma, estrutura e ornamentação próprias, o que permite apurar a planta produtora; a sua produção em grande número (cerca de 100 – 100.000 por antera), o que facilita a recolha e o estabelecimento de estudos estatísticos; as suas pequenas dimensões (geralmente inferior a 200 μm), o que facilita o seu transporte e a sua deposição, passando despercebidos pelas pessoas; e a sua elevada resistência à degradação, devido ao facto da sua camada mais externa (exina) ser constituída por moléculas de elevado peso molecular, esporopoleninas, extremamente resistentes e indigestíveis, o que permite a acumulação e conservação de um grande número de palinomorfos nos solos, possibilitando também que ao realizar a preparação laboratorial das amostras de solo com ácidos, os esporos e os grãos de pólen resistam a este tratamento eliminando-se apenas a matéria inorgânica e orgânica, promovendo assim a sua identificação ao microscópio.

A Palinologia interactua com diversas sub-disciplinas, nomeadamente, a arqueologia, a paleoecologia, a geocronologia, a melissopalínologia, a taxonomia, o estudo das alergias, a interacção planta/animal e a palinologia forense (fig. 1).

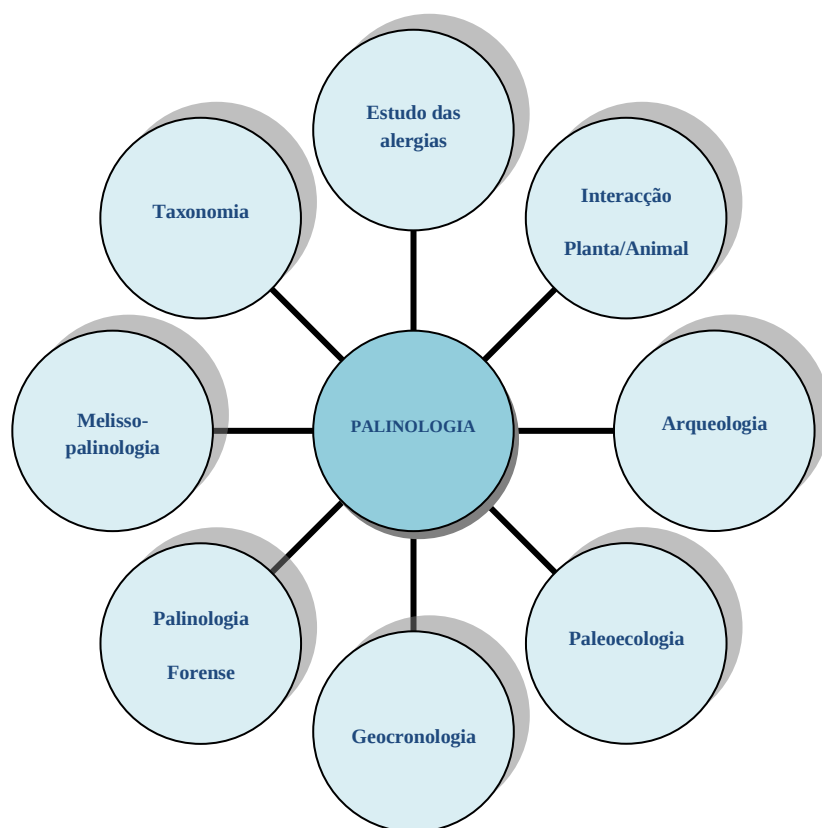


Figura 1: A relação da Palinologia com outras sub-disciplinas (Adaptado de Coyle, 2005).

O presente trabalho baseia-se, fundamentalmente, no estudo de grãos de pólen, razão pela qual estes palinomorfos serão alvo de um estudo mais detalhado.

1.1.1 Esporos

Os esporos são células reprodutoras assexuadas das plantas verdes (pteridófitas e briófitas), e também dos fungos e das algas. Um esporo é basicamente uma célula envolvida por uma parede celular que a protege até as condições ambientais se mostrarem favoráveis à sua germinação. A parede celular (exina) é constituída por esporopolenina (nome dado aos biopolímeros acetólise-resistentes), uma das estruturas mais resistentes de todos os seres vivos e apresenta vantagens à sobrevivência em períodos de seca.

A sua morfologia é diversificada, sendo o seu principal carácter estrutural condicionado pela forma como se realiza a associação dos esporos na tétrada, isto porque,

durante o processo de meiose, a célula mãe divide-se em quatro segundo dois processos, o tetraédrico e o tetragonal, originando, respectivamente, esporos com marca trilete e monolete. No que respeita ao tamanho, os esporos podem variar entre 1 μm e os 2 mm.

Neste trabalho os esporos que foram observados nas diversas amostras foram contabilizados mas não foram identificados, razão pela qual não serão descritos em pormenor.

1.1.2 Grãos de pólen

A nível macroscópico, os grãos de pólen aparentam ser uma massa fina de poeira amarela. No entanto, quando examinada ao microscópio, é perfeitamente aparente que esta massa consiste em milhares de grãos de pólen individuais com uma forma e tamanho que é única das espécies de plantas que os produzem. Apesar de microscópicos em tamanho, os grãos de pólen aparecem numa grande quantidade de formas e tamanhos, e muitos têm camadas complexas na sua superfície (Coyle, 2005).

A função última do grão de pólen é assegurar o transporte do gametófito masculino desde a antera até ao estigma para que possa ocorrer a fertilização. Esse transporte é efectuado maioritariamente pelo vento, embora possa ser operado por insectos e outros animais.

De seguida, será apresentada uma classificação sistemática dos esporos e grãos de pólen identificados nas amostras palinológicas das 30 amostras estudadas (quadro 1):

Quadro 1: Classificação sistemática dos esporos e grãos de pólen identificados nas amostras.

Pteridófitas		
Plantas vasculares sem sementes. Estão representadas por cerca de 10.500 espécies em todo mundo.	Cryptogrammaceae	<i>Cryptogramma</i>
	Dryopteridaceae	<i>Dryopteris</i>
	Lycopodiaceae	<i>Lycopodium</i>
	Polypodiaceae	<i>Polypodium</i>

	Pteridaceae	<i>Pteris</i>
Gimnospérmicas		
Formam um ramo de plantas com sementes que não formam flores e que apresentam as sementes nuas. Apesar de existirem apenas 750 espécies, são o segundo grupo dominante do ambiente terrestre.	Cupressaceae	<i>Juniperus</i>
	Pinaceae	<i>Pinus</i>
Angiospérmicas		
Plantas com flor. Divisão altamente diversa com cerca de 290000 espécies.	Amaranthaceae (Chenopodiaceae)	
	Amaryllidaceae	<i>Pancratium</i>
	Apiaceae (Umbelliferae)	<i>Eryngium maritimum</i>
		<i>Pimpinella</i>
	Asteraceae (Compositae)	<i>Artemisia</i>
		<i>Helichrysum</i>
	Betulaceae	<i>Alnus</i>
		<i>Alnus glutinosa</i>
		<i>Betula</i>
	Brassicaceae	<i>Malcomia</i>
	Caryophyllaceae	<i>Silene</i>
	Cistaceae	<i>Cistus</i>
		<i>Cistus psilosepalus</i>
		<i>Halimium</i>
		<i>Helianthemum</i>
	Corylaceae	<i>Corylus avellana</i>
	Convolvulaceae	<i>Calystegia</i>
	Cyperaceae	<i>Carex</i>

	Ericaceae	<i>Erica</i>
		<i>Calluna vulgaris</i>
	Euphorbiaceae	<i>Euphorbia</i>
	Fagaceae	<i>Castanea sativa</i>
		<i>Quercus</i>
	Hypericaceae	<i>Hypericum</i>
	Lamiaceae	<i>Lavandula</i>
		<i>Rosmarinus officinalis</i>
		<i>Thymus</i>
	Leguminosae (Fabaceae)	<i>Acacia</i>
		<i>Chamaespartium tridentatum</i>
		<i>Cytisus</i>
		<i>Genista</i>
		<i>Trifolium</i>
		<i>Ulex</i>
	Liliaceae	<i>Allium</i>
		<i>Asparagus</i>
	Saxifragaceae	<i>Saxifraga</i>
	Myrtaceae	<i>Eucalyptus</i>
	Nymphaeaceae	<i>Nymphaea</i>
	Oleaceae	<i>Olea</i>
	Plantaginaceae	<i>Plantago</i>
	Poaceae (Gramineae)	<i>Aegilops</i>
		<i>Avena sativa</i>
		<i>Dactylis</i>

		<i>Lagurus ovatus</i>
	Polygonaceae	<i>Rumex</i>
	Rosaceae	<i>Rubus</i>
	Salicaceae	<i>Salix</i>
	Scrofularaceae	<i>Verbascum</i>
	Thymeleaceae	<i>Daphne</i>
	Urticaceae	<i>Urtica</i>

1.1.2.1 Composição e estrutura da parede

As flores produzem pólen e néctar, duas fontes ricas de nutrientes. Os grãos de pólen são extremamente ricos em proteínas (16-40% do seu peso seco) (Stanley & Liskens, 1975). O seu peso seco compreende, ainda, 1-7 % de amido, 0-15% de açúcares (Faegri & van der Pijl, 1969), 1-20% de lípidos (Stanley *et al.*, 1975) e 0,9-6,5% minerais (Pons, 1970). No caso de plantas de germinação lenta, a água constitui 50 ou 20% dos grãos de pólen, (Stanley *et al.*, 1975). O néctar é constituído, principalmente, por açúcares (Faegri *et al.*, 1969).

As paredes dos grãos de pólen são constituídas por celulose, proteínas e várias quantidades de esporopolenina (Punt, Hoen, Blackmore, Nilsson & Le Thomas, 2007), que é resistente à maior parte dos ácidos mas é susceptível à oxidação.

Estas estruturas conservam-se melhor em ácidos, ambientes anaeróbicos, mas são gradualmente degradadas em ambientes aeróbios e alcalinos. O protoplasma existente no interior dos grãos de pólen decompõe-se rapidamente, mas a outra parede externa pode permanecer preservada por muitos milhões de anos se os grãos forem enterrados rapidamente num ambiente anaeróbico ou ácido (Coyle, 2005).

A parede dos grãos de pólen é constituída basicamente por duas camadas, a intina (camada mais interna das restantes camadas, subjacente à exina e que delimita a superfície citoplasmática - a intina não é resistente à acetólise, portanto está ausente no material

preparado convencionalmente para palinologia (Punt *et al.*, 2007) e a exina (camada mais externa da parede do palinomorfo que é extremamente resistente à acção dos ácidos e bases e composta primariamente por esporopolenina (Punt *et al.*, 2007)). Ao microscópio óptico a exina pode ser subdividida em outra duas camadas, a nexina uma camada interna e homogénea e a sexina (fig. 2), externa com elementos de diferentes formas geométricas que formam os detalhes da estrutura da parede e determinam o padrão de escultura.

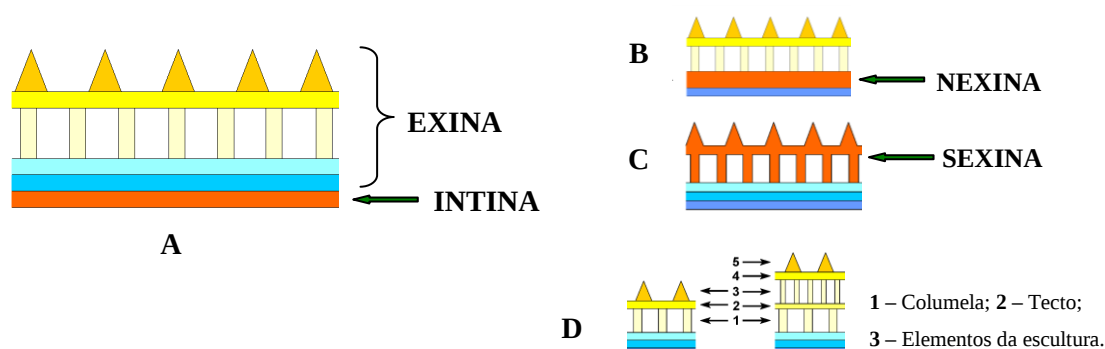


Figura 2: Camadas do pólen: **A.** Intina e exina; **B.** Nexina; **C.** Sexina e **D.** Camadas da sexina (adaptado de Punt *et al.*, 2007).

1.1.2.2 Tamanho

Os grãos de pólen têm um raio de aproximadamente entre 5 a 200 μm de diâmetro, mas a maior parte deles possuem um raio de tamanho de 20 a 70 μm .

O diâmetro do grão de pólen de cada espécie de planta geralmente tem um tamanho limite de raio. Ao nível da família, a variação no tamanho do raio pode ser bastante largo, mas ao nível da espécie por exemplo, a variação no tamanho do raio decresce. Assim, a dimensão do tamanho total dum grão de pólen numa espécie pode ajudar a diferenciar outras espécies dentro do mesmo género.

O tamanho é uma ferramenta que ajuda a colocar um tipo de pólen numa categoria geral (género), ainda que o potencial da variação do tamanho dentro dum género faz o

tamanho por si mesmo uma forma discutível para identificar grãos de pólen para o nível de espécie de plantas (Coyle, 2005).

1.1.2.3 Abertura

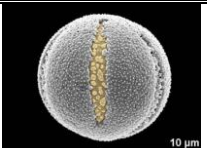
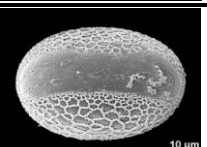
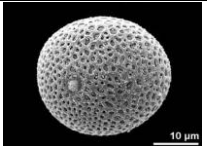
A definição de abertura, segundo Erdtman (1947), caracteriza-se como uma região especializada mais fina da esporoderme, que geralmente, difere na ornamentação e/ou na estrutura (Punt *et al*, 2007).

As aberturas são descritas como simples se estão presentes apenas numa camada ou compostas se afectarem mais do que uma camada da parede. Em aberturas compostas a sua forma pode diferir entre camadas. As ectoaberturas ocorrem na sexina/ectexina, endoaberturas na nexina/endexina e mesoaberturas encontram-se por vezes numa posição intermédia entre uma ecto- e endoabertura.

Vários tipos de abertura são reconhecidos na base da sua forma (colpo, poro, sulco, ulco) (Quadro 2), posição (*ana* - prefixo que indica a posição das aberturas na face distal; *cata* - prefixo que indica a posição das aberturas na face proximal; *zona* - prefixo que indica tipo anel e *zono* - prefixo que indica as aberturas localizadas equatorialmente) ou fusão (*sin-*).

Nos grãos de pólen as aberturas usualmente funcionam como sítios de germinação mas também podem fornecer rotas de transferência de água e outras substâncias. Os termos são normalmente conjugados, como por exemplo, ectoabertura, endoabertura, inabertura, omniabertura, pseudoabertura, triabertura.

Quadro 2: Forma das aberturas (adaptado de Hesse *et al.*, 2009).

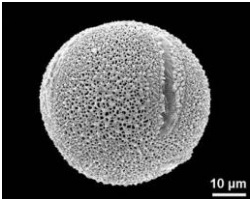
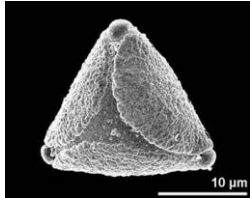
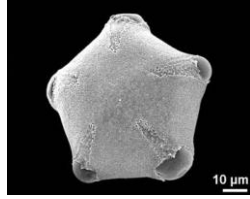
FIGURA	NOME	DEFINIÇÃO
	Colpo	Abertura alongada com comprimento/boca de raio maior que 2;
	Poro	Termo geral aplicado em palinologia para uma abertura circular ou elíptica com comprimento/boca menor que 2;
	Sulco	Ectoabertura latitudinal alongada, situada no pólo distal ou proximal de um grão de pólen;
	Ulco	Ectoabertura redonda situada no pólo distal ou proximal dum grão de pólen;

1.1.2.4 Forma

A forma de um grão de pólen é definida pela relação entre o seu diâmetro polar e o seu diâmetro equatorial, ou seja, para exprimir a forma de um grão de pólen é importante identificar os seus “pólos”. Este termo foi adoptado por analogia à forma da Terra e, da mesma maneira, indica uma posição bem definida.

Os grãos de pólen podem ter várias formas podendo ser esféricos, triangulares, elípticos, hexagonais ou pentagonais (Quadro 3), ou exibir qualquer número de variações numa base geométrica. Por exemplo, um grão de pólen triangular também pode ser triangular convexo, triangular côncavo, ou triangular com protuberâncias nos ápices ou lados.

Quadro 3: Exemplos de formas dos grãos de pólen (adaptado de Hesse *et al*, 2009).

FIGURA	FORMA
	Esférica
	Triangular
	Pentagonal

Além da forma geral, existem variações na taxa dos diâmetros polares e equatoriais, tal que alguns grãos são mais finos num plano que noutro. Tal como o tamanho, a forma é importante para ajudar a colocar um tipo de pólen numa categoria geral, mas a forma sozinha não é usualmente suficiente para uma identificação precisa para o nível de espécie de planta (Coyle, 2005).

1.1.2.5 Ornamentação

A ornamentação refere-se ao padrão da superfície dos grãos de pólen. Podem ser bastantes simples ou muito ornamentados, mas a ornamentação dos grãos de pólen é a mesma em plantas da mesma espécie. Os tipos de padrão consistem nas variações das depressões da superfície ou das suas protuberâncias (Coyle, 2005).

Sendo assim, a escultura dos grãos de pólen pode ser bastante variada, como por exemplo (Punt *et al.*, 2005):

- a) **Psilada:** escultura lisa desprovida de ornamentação;
- b) **Foveolada:** depressões no tecto maiores que 1 µm guardando entre si uma distância maior que 1 µm;

- c) **Escabrada:** ornamentação com grânulos de sexina menores que 1 μm de altura;
- d) **Verrugada:** provida de verrugas (elementos da exina, não pontiagudos, não constrictos na base e cujo diâmetro basal é geralmente maior que o diâmetro transversal);
- e) **Baculada:** provida de báculos que são pequenos bastonetes da sexina dispostos radialmente;
- f) **Pilada:** apresentando pequenos processos de sexina constituídos de cabeça mais ou menos espessada e colo semelhante a um bastão (pilos);
- g) **Espinhosa:** com espinhos (elementos pontiagudos da ornamentação da exina, com altura igual ou superior a 1 μm);
- h) **Estriada:** com depressões estreitas, mais ou menos paralelas, separadas por arestas;
- i) **Rugulada:** provida de elementos de ornamentação salientes sendo pelo menos duas vezes ou mais alto que largo, de forma e distribuição irregular;
- j) **Reticulada:** apresentando retículos (ornamentação com muros que circundam lumens maiores que 1 μm , onde a largura dos muros é sempre mais estreita que o diâmetro dos lumens); (As definições de ornamentação seguem Barth & Melhem, 1988).

Alguns grãos de pólen têm superfícies que parecem quase sempre pequenas quando visíveis ao microscópio óptico, contudo, os diversos padrões das superfícies emergem quando são examinados ao microscópio electrónico em ampliações e resoluções elevadas (Coyle, 2005).

1.1.2.6 Produção e sua dispersão

O pólen pode dispersar-se ou ser transportado de diversas formas, e cada modo parece estar relacionado com quantidade de pólen que cada planta produz. O grão de pólen pode ser transportado de planta para planta, pelo vento, pela água ou por animais, podendo a polinização ser cruzada ou existir autopolinização (Coyle, 2005).

Na autopolinização, as partes masculinas e femininas das plantas (anteras e estigma) amadurecem ao mesmo tempo. Estas plantas têm um mecanismo adaptativo que vai afectar o processo de polinização ou dependem do vento ou dos organismos para movimentarem o pólen a curta distância das anteras para o estigma. Este é um método eficiente de dispersão,

isto porque são produzidos por antera só 100 ou menos grãos de pólen. O pólen destas plantas pode ser encontrado ao seu redor, e porque só alguns grãos são produzidos, eles são raros comparados com os polinizados pelo vento (anemófilos) ou pelos animais (entomófilos).

A cleistogamia é um tipo de polinização que ocorre antes das flores abrirem ou em flores que nunca chegam a abrir o que resulta invariavelmente numa autopolinização (Coyle, 2005).

Os grãos de pólen cuja polinização é efectuada pelo vento (anemofilia), característicos das monocotiledóneas e coníferas, são produzidos em grande número (Birks & Birks, 1980) e são geralmente pequenos (20-30 μm de diâmetro) com grande capacidade de flutuação, como os grãos de pólen das gramíneas. No entanto, há excepções como é o caso do género *Pinus* em que os grãos de pólen são grandes e têm uma grande capacidade de flutuação, isto porque têm na sua estrutura um ou dois sacos de ar (fig. 3), aumentando o volume e a área superficial sem aumentar o seu peso (Faegri *et al.*, 1969).

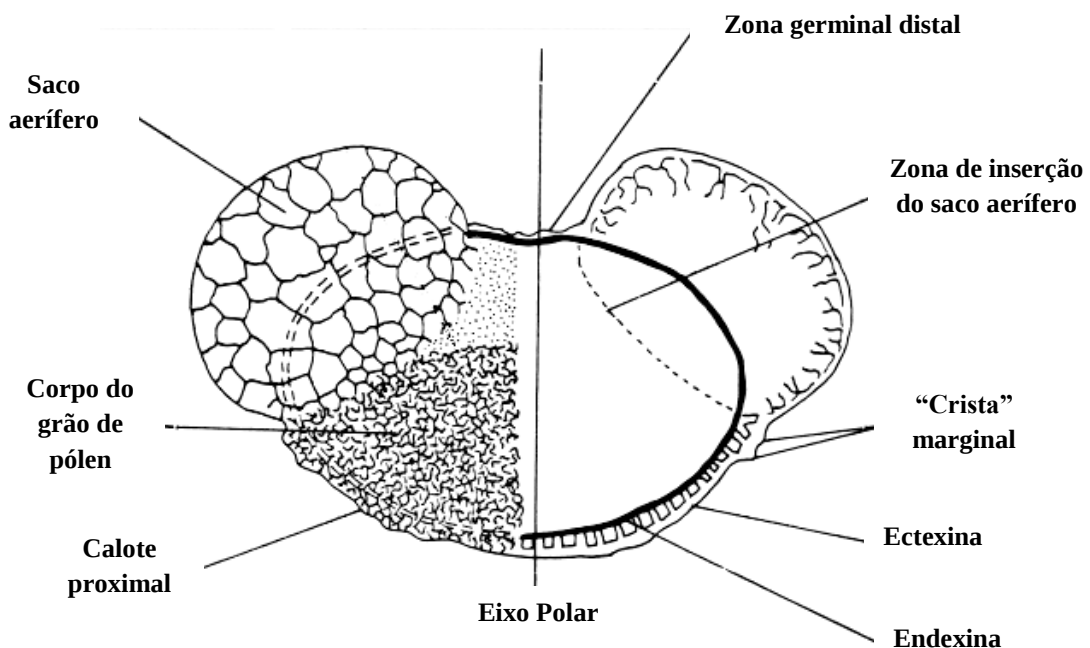


Figura 3: Esquema dum grão de pólen do *Pinus* (adaptado de Reille, 1990).

Estes grãos de pólen não têm viscosidade e a sua exina é fina e desprovida de ornamentação. Algumas angiospérmicas são secundariamente anemófilas, como os géneros *Betula*, *Quercus* e *Fraxinus*. Os grãos de pólen destes géneros têm a exina espessa e/ou

ornamentada, o que se deve ao facto destas plantas terem sido, até recentemente, entomófilas (Faegri *et al.*, 1969).

Os grãos de pólen das plantas entomófilas, característicos das angiospérmicas, são, de um modo geral, produzidos em menor número que os do tipo anemófilo. Contudo, há excepções. As flores de alguns géneros (e.g., *Rosa* e *Cistus*) que não produzem néctar, têm uma grande abundância de grãos de pólen sendo, por isso, denominadas “flores de pólen” (Cook, 1965). Na sua maioria, os grãos de pólen das angiospérmicas são de grandes dimensões (10-300 μm de diâmetro) (Faegri *et al.*, 1969).

Os grãos de pólen mais pequenos são, geralmente, muito viscosos, sendo esta uma adaptação ao transporte pelos insectos, e têm tendência para se agregarem, formando unidades polínicas constituídas por dois, quatro (e.g., *Ericaceae*) ou mais (e.g., *Acacia*). As exinas dos grãos de pólen das espécies entomófilas são geralmente muito ornamentadas, como por exemplo, nas famílias *Cistaceae* e *Compositae*. Nesta última família, a exina dos grãos de pólen têm espinhos, outra adaptação a este tipo de transporte (Faegri *et al.*, 1969).

No entanto, outras espécies entomófilas possuem grãos de pólen pouco viscosos e pouco ornamentados, como, por exemplo, as espécies do género *Rubus* e da família *Leguminosae*. É importante salientar que os grãos de pólen das espécies entomófilas podem sofrer, parcialmente, dispersão pelo vento.

No que respeita às plantas subaquáticas, muitas contam com as correntes de água para dispersar os grãos de pólen. Isto é um método inseguro para a fertilização, como resultado, as anteras produzem milhares de grãos para compensar o número extremo de grãos de pólen que não entram em contacto com o estigma receptivo. O pólen é normalmente pequeno e sem ornamentações e as suas paredes são compostas por celulose (Coyle, 2005).

Capítulo 2

A PELE DA TERRA

2. A PELE DA TERRA

2.1 Geologia

2.2 Solos

2.2.1 Componentes do solo

2.2.1.1 Matéria mineral

2.2.1.2 Matéria orgânica

2. A PELE DA TERRA

Os solos são o principal sistema de suporte da vida e do bem-estar humano. A abundância de vida, de habitats e de actividades humanas reflectem a grande variedade de solos que são a “pele da Terra” e é através do seu estudo que se consegue determinar uma diversidade de características próprias de cada local, de cada região, de cada País. A ciência que estuda esta “pele” designa-se por Geologia, a qual constitui uma ferramenta fundamental para o conhecimento de todos os elementos que caracterizam a Terra, tendo sido ela a principal responsável pela elaboração deste trabalho, no que concerne ao estudo e identificação da parte mineralógica.

2.1 Geologia

A Geologia analisa o ambiente físico do homem e os objectos estudados são complexos e pertencem essencialmente ao mundo mineral.

Em geologia é necessário ter presente o conceito de tempo geológico, tão diferente da escala temporal da nossa vida. Temos a noção de que a Terra é perfeitamente estática: as montanhas, os rios, os lagos e os oceanos já existiam muito antes de nascermos e mantêm o mesmo aspecto durante a nossa existência e assim persistirão, muito para além da nossa vida. A unidade de tempo em geologia é o milhão de anos. Uma montanha pode levar dezenas de

milhões de anos para se formar; um oceano pode abrir, crescer, fragmentar um continente e separar por distâncias de milhares de quilómetros diferentes placas tectónicas (Reis, 1986).

É sobre a acção de agentes internos e, até variável profundidade, de agentes externos, que a crosta terrestre sofre modificações complexas que abrangem misturas de massas, deformações e transformações destas resultantes. Além de flutuações de nível, tremores de terra, dobras e fracturas, vulcanismo e acções metamórficas com eles relacionadas, verificam-se, até variável profundidade, fenómenos de alteração, desagregação e transporte, provocados pelo ar, pela água ou pelos gelos, os quais afectam extraordinariamente a configuração da superfície da Terra.

As rochas são massas formativas da crosta terrestre, que mantêm em cada caso certa uniformidade de composição e características. Segundo o seu modo de formação, podem agrupar-se as rochas em três divisões fundamentais: as rochas eruptivas ou ígneas (originadas por massas em fusão ígnea, vindas de regiões profundas da Terra, e que solidificam no interior da crosta terrestre ou depois de se derramarem sobre a superfície desta), as rochas sedimentares (formadas à superfície da Terra por acumulação de produtos da desagregação de rochas preexistentes, de restos de seres vivos, ou ainda por precipitação química) e as rochas metamórficas (resultantes de rochas preexistentes devido a agentes de metamorfismo – fortes pressões, temperaturas muito elevadas, etc.) (Costa, 2008).

Os produtos da desintegração destas rochas consolidadas são arrastados e redistribuídos. Deste modo, novas porções da litosfera ficam ao alcance dos agentes atmosféricos, ao passo que os sedimentos acumulados ficam sujeitos a novas alterações: desintegração mais pronunciada ou consolidação (e, em certos casos, recristalização), a que pode seguir-se novo ciclo de desagregação, transporte e depósito (Costa, 2004).

Os solos estão presentes na camada exterior da superfície terrestre do planeta e, como tal, abrangem uma grande (embora decrescente) proporção da superfície planetária, desempenhando um papel fundamental no funcionamento do contemporâneo sistema da Terra. (Ritz, Dawson & Miller, 2009).

Os solos estão, assim, entre os mais complexos sistemas conhecidos. A Ciência que estuda o Solo ou Pedologia, provem do grego *pedon*, (solo ou terreno) e *logos* (conhecimento) e tem por objecto o esclarecimento da génese do solo e, de maneira geral, de todos os processos e fenómenos que nele ocorrem, sendo o mesmo definido como um corpo natural, sujeito a evolução, resultante da acção conjunta do clima e dos seres vivos sobre as rochas, de acordo com determinadas condições topográficas, durante um certo período de tempo. A formação do solo é devida à destruição progressiva das rochas sob a influência de causas diversas, processo este que tem o nome de pedogénese (Cerqueira, 2001).

O presente trabalho baseia-se, fundamentalmente, no estudo da mineralogia dos solos, razão pela qual estes materiais geológicos serão estudados mais detalhadamente.

2.2 Solos

Diversos tipos de solos ocorrem em diferentes paisagens, não de forma aleatória mas segundo padrões, identificados há 125 anos, pelo pedólogo pioneiro russo Vasiliy Dokuchaev (1846-1903), em função do material de origem, do clima, do relevo e dos organismos vivos que actuam ao longo do tempo, ou, como ele o disse, da “idade da paisagem”.

2.2.1 Componentes do solo

Na maior parte dos casos o solo é constituído principalmente por *matéria mineral sólida*, à qual, até uma profundidade variável, está associada *matéria orgânica*. Pode porém ser quase desprovido de matéria orgânica ou, ao contrário, ser formado principalmente por esta, com muito pouca matéria mineral.

Em qualquer dos casos contém proporções variáveis de *água* com substâncias dissolvidas (*solução do solo*) e ar (*atmosfera do solo*). Para muitos fins é conveniente considerar o solo como uma mistura de materiais sólidos, líquidos e gasosos e tratá-lo como um sistema anisotrópico em que se distinguem fases sólida, líquida e gasosa.

A matéria mineral sólida do solo pode conter, em quantidades bastante variáveis, fragmentos de rocha e minerais primários, e minerais de origem secundária, que resultam da alteração dos primeiros, nomeadamente os minerais da argila, óxidos e hidróxidos de alumínio e ferro, e em alguns casos, carbonatos de cálcio, magnésio, etc. (Costa, 2004).

A matéria orgânica do solo é constituída por restos de plantas e outros organismos, em estado mais ou menos avançado de alteração (devida principalmente à actividade de microrganismos), incluindo substâncias no estado coloidal. (Costa, 2004). Deste modo, para muitos fins, o solo caracteriza-se pela composição, características e comportamento dos seus constituintes sólidos.

Quando os solos contêm mais de 20% de matéria orgânica (nos casos de textura grosseira) ou mais de 30% (se a textura é média ou fina), em espessura superior a 30 cm, são considerados como *solos orgânicos*. Todos os restantes, que são os mais vulgares, designam-se por *solos minerais*.

A caracterização dos solos é feita com base em diferentes parâmetros: cor, textura, percentagem de matéria orgânica, pH, porosidade e permeabilidade, capacidade de retenção da água, consistência, etc.

2.2.1.1 Matéria mineral

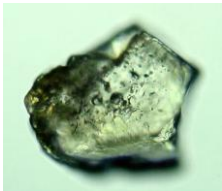
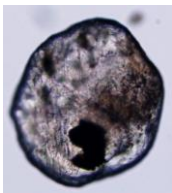
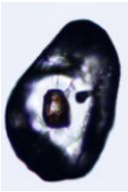
No material que constitui a porção mineral do solo podem ser encontrados desde fragmentos de rochas até partículas de dimensões coloidais. O solo é formado por uma mistura de grãos com formas e tamanhos variados, que são classificados em três categorias, se excluirmos os materiais grosseiros (com mais de 2 mm de diâmetro): a **areia**, formada pelos detritos mais ou menos ásperos, com diâmetro entre 2 mm e 0,05 mm; o **silte**, formado por partículas muito finas, entre 0,05 e 0,002 mm e a **argila**, constituída por elementos com um diâmetro inferior a 0,002 mm (Cerqueira, 2001).

Os minerais secundários podem ocorrer no solo por síntese *in situ* de produtos resultantes da meteorização dos minerais primários menos resistentes; por simples alteração da estrutura determinados minerais primários verificada *in situ* e herdados da rocha-mãe. Os minerais secundários de ocorrência mais frequente são minerais de argila (silicatos de alumínio no estado cristalino), silicatos não cristalinos, óxidos e hidróxidos de ferro e de alumínio (e em certos solos também de manganês e de titânio), e carbonatos de cálcio e de magnésio (Costa, 2004).

1) Minerais primários

Os minerais primários que podem ocorrer nos solos são, como é compreensível, os minerais que entram na composição das rochas que constituem a crosta terrestre. Podem, portanto encontrar-se quartzo, feldspatos, feldspatóides, micas, piroxenas, anfíbolos, olivinas, apatite, magnetite, turmalina, rútilo, ilmenite, zircão, calcite, granadas, epídoto, zoizite, etc, etc (quadro 4).

Quadro 4: Exemplos de minerais primários (Fotos da autora).

FIGURA	MINERAL
	OLIVINA (Mg₂SiO₄-Fe₂SiO₄)
	APATITE [Ca₅(PO₄)₃(OH,F,Cl)]
	TURMALINA Na(Mg,Fe,Mn,Li,Al)₃Al₆[Si₆O₁₈](BO₃)₃(OH,F)₄
	ZIRCÃO ZrSiO₄

A natureza e a proporção de minerais primários num determinado solo dependem, como não podia deixar de ser, da natureza da rocha-mãe e do tipo desse solo. De um ponto de vista geral, pode dizer-se no entanto que os minerais primários mais frequentes e abundantes no solo são o **quartzo** e os **feldspatos**, estando os restantes usualmente presentes em quantidades reduzidas. É lógico que assim suceda, pois tais minerais são os que predominam nas rochas que constituem a maior parte da crosta terrestre.

2) Minerais secundários

Embora a composição química das rochas seja de grande importância na natureza dos minerais secundários existentes no solo, a composição química e mineralógica destes é também consequência de outros factores, e do tempo durante o qual actuam, tais como o clima, os microorganismos e a topografia, os quais, em certas condições, podem ser determinantes.

Os minerais secundários presentes na fracção argila são responsáveis pela maioria dos processos importantes que dizem respeito à fertilidade, às características físicas e químicas e manejo dos solos. O termo argila é usado para os materiais que resultam directamente da acção da meteorização e/ou da acção hidrotermal ou que se depositaram como sedimentos fluviais, marinhos, lacustres ou eólicos. É uma rocha constituída essencialmente por minerais argilosos, geralmente cristalinos, que quimicamente são silicatos hidratados podendo conter catiões, tais como: Al, Mg, Fe, Ca, K, podendo ainda conter outros minerais, os minerais não argilosos, além de matéria orgânica e outras impurezas e, caracterizada fisicamente por possuir um conteúdo elevado de partículas inferiores ou iguais a 2 μm (Gomes, 1986).

Entre os minerais não silicatados, os óxidos, hidróxidos e oxi-hidróxidos de Fe e Al são minerais secundários de grande importância nas propriedades dos solos, isto porque, mesmo em concentrações baixas têm geralmente elevado poder de pigmentação e influenciam a coloração dos solos. Neste grupo incluem-se vários minerais (hematite, goethite, magnetite, gibbsite, etc.), cuja formação é influenciada pelas condições ambientais, e cujo teor no solo está relacionado com o material de origem, com o grau de alteração, o clima e com os processos pedogenéticos.

2.2.1.2 Matéria orgânica

Os detritos orgânicos provêm dos restos de animais e vegetais (estrume, animais mortos, folhas raízes, ramos, dejectos, etc.) que são decompostos pela acção de outros seres vivos, geralmente microorganismos (bactérias, fungos, etc.). As transformações sofridas, devido a fermentações, putrefacções, etc., dão origem a compostos diferentes dos que existem nos seres vivos que lhe deram origem. Os principais compostos são os ácidos húmicos e os humatos, sendo muito importantes os humofosfatos de cálcio. Em conjunto estes compostos é que tomam o nome de húmus ou complexo húmico (Cerqueira, 2001).

Capítulo 3

**O ESTUDO DOS SOLOS
E A CENA DO CRIME**

3. O ESTUDO DOS SOLOS E A CENA DO CRIME

3.1 A Cena do Crime

3.2 A Ciência Forense

3.2.1 A Palinologia Forense

3.2.2 A Geologia Forense - Mineralogia

3. O ESTUDO DOS SOLOS E A CENA DO CRIME

O estudo dos solos pode ser realizado de diferentes formas e ter diversas finalidades, contudo, o presente trabalho tem um intuito muito próprio, comprovar que as análises palinológicas e mineralógicas de amostras da camada superficial do solo numa cena de crime, podem ser ferramentas criminais bastante importantes e cruciais, ajudando na investigação, colocando suspeitos, vítimas ou objectos no local do crime, ou, simplesmente ilibando-os.

3.1 A Cena do Crime

Cada cena de crime é única. O objectivo da cena do crime é reconhecer, recolher, acondicionar e enviar os diferentes tipos de vestígios para os laboratórios de referência para que, depois de devidamente estudados, forneçam elementos importantes para a investigação criminal (Pinheiro, 2008).

As acções tomadas no início de uma investigação na cena do crime podem desempenhar um papel crucial na resolução de um caso. Uma investigação cuidadosa e meticulosa é fundamental para garantir que o potencial da prova não é estragado, destruído ou que as testemunhas não são negligenciadas (Reno, Marcus, Robinson, Brennan & Travis, 2000).

Mas o que realmente constitui uma cena do crime? Qualquer local pode tornar-se numa cena de crime e é geralmente, um local onde um crime ou incidente ocorreu e que acabou em processo judicial. Existem dois tipos de cena do crime, a principal e a secundária.

A cena de crime principal é uma área, lugar ou coisa onde o incidente sucedeu ou onde uma elevada concentração de evidências físicas podem ser encontradas, por exemplo, onde ocorreu uma suspeita de morte súbita. Enquanto a cena de crime secundária compreende lugares ou coisas onde as provas físicas relacionadas com determinados incidentes podem ser encontradas. A evidência física é geralmente transportada para longe da cena de crime principal.

Na investigação duma cena de crime é necessário ter em conta as evidências físicas que são encontradas no local (Pinheiro, 2008).

É fundamental proteger o local o mais rapidamente possível. Com esta protecção evita-se a contaminação e a destruição de vestígios. Deve ser impedida a entrada de pessoas que não sejam imprescindíveis à investigação. Deve, também, ser feita a identificação de todas as pessoas que se encontrem na cena do crime. A protecção do local é assim, um dos aspectos de maior importância no resultado final da investigação.

Numa cena de crime deve-se identificar, recolher e aproveitar cada pedaço de evidência física que possa estar presente, proporcionando provas valiosas que poderiam ser escondidas entre uma infinidade de material sem valor. Para que isto aconteça, a investigação tem que ser metódica, lógica e completa (Horswell, 2004). Assim, a execução do exame da cena do crime compreende quatro fases distintas que devem ser respeitadas, e integralmente cumpridas, para que o resultado final seja o esperado (Pinheiro, 2008). São elas:

1ª Fase: Pesquisa preliminar – corresponde à fase em que se organiza e planeia a forma mais congruente para aquele caso e em que se procede à procura e recolha de vestígios essenciais à investigação;

2ª Fase: Procura na cena do crime, registo dos achados e recolha de vestígios. A cada elemento da equipa deve ser atribuída(s) tarefa(s), de acordo com a sua competência técnica quer do ponto de vista teórico quer prático;

3ª Fase: Pesquisa final: corresponde à fase em que se procede a uma revisão exaustiva de todos os aspectos da procura que foram efectuados;

4ª Fase: Saída da cena do crime. Corresponde à fase em que a equipa abandona a cena do crime. Tal apenas deverá acontecer quando todos os elementos da equipa estiverem convencidos que o local foi correcta e completamente escrutinado.

No final é necessário manter a credibilidade da prova material, e para que isso aconteça existem duas questões essenciais: a continuidade da prova e a cadeia de custódia. A primeira assegura-se através da preservação e registo da cena do crime e da não contaminação das amostras e vestígios recolhidos (assinalando os locais onde foram recolhidos); a segunda é assegurada através da embalagem, etiquetagem e armazenagem das amostras e vestígios (de modo a assinalar as circunstâncias e locais onde foram recolhidos) e o seu transporte correcto até ao laboratório e, uma vez aí analisados, eventualmente até ao Tribunal.

3.2 A Ciência Forense

Desde sempre se procura uma forma fidedigna de determinar as causas que levam às mortes suspeitas e identificar os responsáveis pelos graves crimes cometidos. Muito tempo antes dos testes genéticos e de se poder recorrer a ferramentas de alta tecnologia da ciência forense moderna, a detecção de um crime dependia maioritariamente da sorte, da persistência e da determinação dos investigadores. Infelizmente, aqueles que se encontram dentro do sistema legal, e também fora dele, duvidaram da segurança da ciência emergente e, tentaram bloquear o seu progresso para lhe dar um uso menos próprio. Na actualidade, tais desconfianças foram postas de lado à medida que a detecção forense provou ter a capacidade de ajudar na captura de suspeitos.

A visão contemporânea da ciência forense é que é a aplicação da ciência à lei e esta ciência é baseada em duas premissas principais: primeiro, os investigadores da cena do crime, como cientistas forenses, baseiam o seu trabalho no chamado Princípio da Troca de Locard (descrito na secção 3.2.2, p53); segundo, no intuito de identificar um indivíduo, os investigadores trabalham na cena do crime com a noção de que na natureza não existem dois indivíduos idênticos, ou seja, cada um de nós é único.

Felizmente, a ciência forense está em constante desenvolvimento. Embora seja verdade que as «provas nunca mentem» e que uma única fibra é quase sempre o suficiente para assegurar um mandato de busca ou fazer uma detenção, raramente um item de prova basta para colocar alguém na cadeia. A lei exige provas materiais irrefutáveis que possam corroborar o depoimento de uma testemunha ocular e, de preferência, também uma confissão, se se pretende assegurar uma condenação. Todavia, os verdadeiros investigadores de cenas do crime, raramente têm a oportunidade de confrontar um suspeito, a não ser que sejam chamados a depor em tribunal, isto porque, muito deles são técnicos de laboratório que se especializam numa só área da ciência forense. Os biólogos forenses examinam vestígios humanos como o sangue, o cabelo e a saliva. Os geólogos forenses analisam a composição dos solos encontrados, por exemplo num tapete numa viatura. Os químicos forenses observam resíduos químicos à procura de vestígios de drogas, explosivos, tinta, entre outros. Os antropólogos forenses podem calcular o sexo, a idade e a identidade de uma pessoa através dos seus ossos e os palinólogos forenses examinam os palinomorfos para confirmar a presença ou ausência de um indivíduo ou objecto num determinado local.

Quando não existem testemunhas oculares, a ciência pode tornar-se uma testemunha silenciosa que coloca um criminoso ou exclui um inocente do local do crime (Roland, 2008).

O presente trabalho incide em duas ciências forenses, a palinologia forense e a geologia forense, razão pela qual vão ser estudadas com mais pormenor.

3.2.1 A Palinologia Forense

Em palinologia forense os palinomorfos, especialmente o pólen e os esporos, são excelentes indicadores do local, isto porque, se forem transferidos dum lugar para um criminoso, uma vítima ou qualquer objecto, os mesmos poderão vir a ser recuperados. A associação de transferência pode então ser avaliada em termos da probabilidade do autor da infracção, a vítima ou o objecto ter contactado um lugar específico.

O conhecimento do modo e a quantidade de produção do pólen são importantes na palinologia forense. Se a produção do pólen e os padrões de dispersão do pólen numa área particular forem conhecidos, pode-se prever assim, a associação de pólen nessa área. Se pólen e esporos inesperados estiverem presentes em números invulgares, poderá ser necessária uma pesquisa para examinar porque espécies atípicas estão presentes. Uma compreensão básica da produção e dos padrões de dispersão do pólen nos maiores tipos de plantas é excepcionalmente importante para cenas de crime personalizadas, ao decidirem se a análise do pólen terá um valor probatório numa determinada cena de crime. Os métodos de dispersão do pólen, os níveis relativos de produção de pólen e o seu potencial para a preservação são critérios essenciais para determinar o potencial forense do pólen de diferentes plantas (Coyle, 2005).

Mesmo em condições de deposição adversas, como os ambientes oxidativos que são ciclicamente seco e húmidos, a maior parte dos grãos de pólen sobrevivem na superfície do solo e em detritos de folhas, por menos por alguns anos. Isto implica que as plantas não necessitam de florescer na altura em que o crime foi cometido pois o grão de pólen pode ser encontrado no solo, na própria planta, ou em artigos encontrados ou removidos numa cena de crime. Esta resistência à degradação também quer dizer que a evidência forense que é recolhida e armazenada correctamente por muitos anos pode ainda reter pólen podendo ligar a evidência ao local do crime (Coyle, 2005).

3.2.1.1 Amostras de solo

O valor dos elementos fornecidos pela análise do pólen é diferente para cada caso. O valor probatório depende do questionado, do tipo de grãos de pólen presentes, da produção do pólen e dos padrões de dispersão de cada *Taxa* (família/género/espécie), da qualidade da associação de grãos de pólen encontrados e como um tipo específico de aglutinação do pólen é comparado com os outros.

O solo, a sujidade e a poeira são elementos comuns em quase todas as cenas de crime. Como tal, deverão ser recolhidos com muito cuidado, pois muitas vezes estes elementos contêm quantidades abundantes de grãos de pólen e esporos. Amostras de sujidade recolhidas em roupa, pele, cabelos, calçado ou no veículo da vítima, podem ser úteis na ligação da vítima com o local onde o crime ocorreu (Mildenhall, 1988). A lama encontrada num veículo roubado ou dum veículo usado num crime pode ligar o veículo com a cena do crime ou levar ao local onde foi roubado. A sujidade encontrada associada a objectos ou outros tipos de meio de transporte (i.e. avião, bicicleta, moto, barco, etc) pensada para ser associada a um crime também pode produzir provas de pólen úteis na ligação dos elementos de um crime específico ou uma localidade geográfica específica (Brown & Llewellyn, 1991).

O estudo das amostras de solo pode ser muito importante em casos criminais, nomeadamente o pólen aprisionado na lama, terra, poeira ou agregado a um objecto pode ligar um suspeito e/ou um objecto a uma cena de crime. Da mesma forma, os itens deixados numa cena de crime podem conter pólen que pode ligar um suspeito ao crime ou indicar a área em que o indivíduo vive ou trabalha.

Em veículos, o solo, a sujidade e a poeira podem ser recolhidos em pneus, em tapetes, bancos, guarda-lamas, pára-choques, placas, radiadores, filtros de ar, etc.

Os sapatos são úteis se tiverem nas solas manchas com solo ou sujidade, ou tenham costuras onde o pólen pode acumular-se mesmo após uma limpeza normal. Mesmo sapatos com sola lisa podem conter poeira fina que pode resultar em milhares de grãos de pólen (Coyle, 2005).

3.2.2 A Geologia Forense

A Terra é constituída por rochas ígneas, metamórficas e sedimentares, cada uma delas com uma variedade de minerais e/ou fósseis que se originam em áreas específicas e, estas rochas, são frequentemente modificadas e redistribuídas para outras localizações pelo vento, pela água e pelos seres vivos. Em toda a parte, porque os tamanhos, tipos e distribuição dos materiais terrestres são tão variados, a probabilidade dum material da Terra ser dum local único é elevada. Portanto, o valor probatório destes materiais é importante na maioria dos casos.

A análise de solos é uma das melhores aplicações da geologia em casos forenses (Ruffell *et al.*, 2004). A contribuição potencial do estudo das rochas, minerais e sedimentos para investigações criminais é reconhecida há mais de um século, mas os seus protagonistas não eram, de facto, geólogos (Pye, 2007).

O criminologista americano, Professor Hans Gross, o cientista forense alemão, George Popp e o cientista forense francês, Edmond Locard (Director do Laboratório de Polícia Técnica em Lyon) foram alguns dos que contribuíram para o desenvolvimento desta ciência (Pye *et al.*, 2004). E, foi Edmond Locard, que em 1929, estabeleceu um dos princípios fundamentais da geologia forense, conhecido como o princípio de Locard: *”Quando dois objectos entram em contacto, existe sempre transferência de material. O método de detecção pode não ser sensível o suficiente para demonstrar isto, ou a taxa de decaimento pode ser tão rápida que todos os elementos de prova de transferência tenham desaparecido após um determinado tempo. No entanto, a transferência tem sempre lugar”* (Hayes, 2002).

Contudo, foi só a partir de 1975 que foi editado o primeiro livro sobre geologia forense, existindo nos tempos de hoje pouca literatura respeitante a esta área.

Hoje, a maior parte dos laboratórios de todo o mundo, seja público ou privado, estudam os solos numa cena de crime. O FBI (Federal Bureau of Investigation) foi um dos primeiros laboratórios forenses nos Estados Unidos a estender o uso dos solos e análises mineralógicas em casos criminais (Finley, 2004). Muito antes de 1935, os laboratórios do FBI trabalhavam com solos, depois de 1939, a separação de minerais pesados e a identificação dos minerais eram práticas correntes nestes laboratórios em casos com solos.

Podemos afirmar que a geologia forense se inspira fortemente nos métodos e informações dum vasto leque de outras disciplinas científicas, incluindo a física, a química, a biologia e diversas subdisciplinas. Existem também ligações importantes com as ciências sociais e outras áreas relacionadas com os seres humanos e as actividades humanas, incluindo a antropologia, a arqueologia, a história, a geografia, a medicina e a engenharia (fig. 4). Grande parte da superfície da Terra tem sido fortemente modificada pelas actividades humanas, e há poucas áreas onde os solos podem ser considerados como totalmente naturais (Pye, 2007).

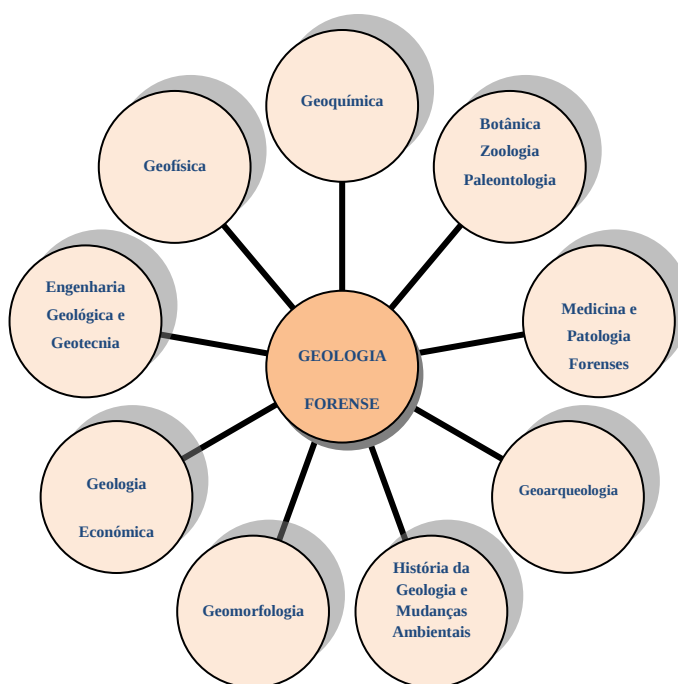


Figura 4: A relação da Geologia Forense com outras sub-disciplinas (retirado de Pye, 2007).

O estudo da mineralogia para aplicações forenses divide-se, essencialmente, em dois grupos: análise do solo e análise de materiais invulgares como o vidro, fragmentos de rochas e pó, minerais dos géneros alimentícios transformados, da manufactura, da cosmética e dos produtos farmacêuticos. A análise dos solos é uma das mais recentes aplicações da geologia em casos forenses. Murray e Tedrow (1992) deram um inestimável contributo do papel da mineralogia na sequência de procedimentos analíticos que o solo ou os minerais podem ser investigados. Houck (2001) e Junger (1996) seguiram o procedimento de Palenik em termos da sequência da análise dos solos, através da análise da cor, do conteúdo orgânico, da microscopia da fracção fina e grosseira, da identificação de minerais pesados e claros e os

seus estudos especializados. Estes estudos especializados são os responsáveis pelo debate na literatura (Ruffell *et al.*, 2004).

3.2.2.1 Amostras de solo

A análise forense de solos e sedimentos é um campo de rápido desenvolvimento, que tem a sua raiz na geociência e que aplica os princípios das geociências para a arena forense.

Algumas propriedades dos solos podem ser determinadas de forma relativamente rápida com equipamentos simples e a baixo custo, mas outras requerem a utilização de equipamento altamente sofisticado que frequentemente envolve longos períodos de tempo e custos significativamente mais elevados (Bull, Parker & Morgan, 2006).

Na maioria dos casos, é conveniente fazer uso de várias técnicas diferentes que fornecem informações sobre uma série de características físicas, químicas, mineralógicas e biológicas.

Capítulo 4

ÁREAS DE ESTUDO

4. ÁREAS DE ESTUDO

4.1 Distrito de Coimbra

4.1.1 Caracterização Geográfica

4.1.2 Cobertura Vegetal

4.2 Distrito de Setúbal

4.2.1 Caracterização Geográfica

4.2.2 Cobertura Vegetal

4. ÁREAS DE ESTUDO

O presente trabalho teve como áreas de amostragem duas regiões de Portugal, o distrito de Coimbra, onde foram recolhidas amostras na Serra da Lousã (Floresta mista e matos) e Praia de Quiaios (Dunas) e o distrito de Setúbal, nas zonas de Alcácer do Sal (Floresta mista), Santiago do Cacém (Matos) e Praia de St. André (Dunas).

4.1 Distrito de Coimbra

O distrito de Coimbra está situado na Região Centro do País. Esta região é caracterizada por ser eminentemente florestal, embora de significativa diversidade paisagística; contém o maior maciço montanhoso do continente: a Serra da Estrela e possui uma vasta e singular zona húmida: a Ria de Aveiro.

Numa perspectiva geológica e litológica, a Região apresenta-se muito variada. Com efeito, os três principais tipos de formações rochosas estão amplamente representados. Nota-se, no entanto, uma predominância das rochas eruptivas e metamórficas. As formações sedimentares, mais recentes, localizam-se fundamentalmente junto ao litoral e estão associadas quer a períodos de invasão e regressão marinhas (e.g. arenitos, calcários, margas),

quer à existência de zonas húmidas (e.g. aluviões), quer, ainda, à actividade oceânica moderna (e.g. dunas). A mancha granítica ocupa praticamente toda a Beira Alta, prolongando-se até Castelo Branco, enquanto o complexo xisto-grauváquico se espraia pela Beira Baixa e parte interior da Beira Litoral (Pena & Cabral, 1992).

O distrito de Coimbra é pertencente, na sua maior parte, à província tradicional da Beira Litoral, embora vários concelhos da sua parte leste se dividam entre as províncias da Beira Alta e da Beira Baixa. Limita a norte com o Distrito de Aveiro e com o Distrito de Viseu, a leste com o Distrito da Guarda e com o Distrito de Castelo Branco, a sul com o Distrito de Leiria e a oeste com o Oceano Atlântico.

Apresenta uma área de 3947 km² (12º maior distrito português) e tem como população residente (2006), 436.056 pessoas (fig. 5).



Figura 5: Representação do distrito de Coimbra (in <http://i.pbbase.com>).

A principal característica geográfica do distrito de Coimbra é o vale do rio Mondego, que domina a paisagem em todo o ocidente do distrito e constitui, com os vales de dois dos seus afluentes, o Rio Alva e o Rio Ceira, as principais características da zona oriental.

A costa é em geral arenosa e baixa, com excepção do Cabo Mondego. Para norte estendem-se dunas extensas, que se prolongam vários quilómetros para o interior, semeadas de pequenas lagoas.

Este trabalho incidiu basicamente em duas zonas do distrito de Coimbra, a Serra da Lousã e a Praia de Quiaios (Figueira da Foz), razão pela qual estas zonas serão estudadas com mais detalhe.

4.1.1 Serra da Lousã

A descrição da Serra da Lousã tem por base o estudo realizado por Costa (1992).

a. Localização

O perímetro florestal da Serra da Lousã (40° 10` N e 8° 10` O) situa-se no concelho da Lousã, distrito de Coimbra. Localiza-se aproximadamente a 30 km a sudeste da cidade de Coimbra e compreende uma área total de 9334 ha.

b. Geologia

A Serra da Lousã é um sistema montanhoso, cuja altitude varia entre os 300 e os 1204 metros, atingidos no Pico de Trevim. Constitui o acidente orográfico mais elevado do extremo sudoeste da cordilheira central e, com as Serras do Açor e Estrela, constitui a parte nacional do Sistema Montanhoso Luso-Castelhano.

Esta área de estudo apresenta vários tipos de solos, cuja distribuição está relacionada com a litologia da região, com a morfologia geral do terreno (varia de acidentado a muito acidentado) e, ainda, com o coberto vegetal. Nesta área podemos reconhecer a presença dos seguintes principais tipos de solo:

1. Mediterrânicos Pardos, de xistos ou grauvaques;
2. Litólicos Húmidos Para-Litossolos ou Rankers, de xistos ou grauvaques;
3. Litólicos Húmidos, de xistos ou grauvaques.

c. Cobertura vegetal

Nesta área, é possível distinguir cinco grandes tipos de coberturas vegetais. Os matos ocupam a maior área (51,3%) e são compostos principalmente por *Erica australis*, *Erica umbellata*, *Erica arborea*, *Calluna vulgaris*, *Cytisus ssp.*, *Cistus psilosepalus*, *Halimium alyssoides*, *Rubus ssp.*, *Chamaespartium tridentatum*, *Ulex minor* e *Pteridium aquilinum* (Costa, 1992).

As florestas de coníferas estão divididas em dois sistemas. Um é constituído pelos velhos povoamentos de coníferas (coníferas de alto fuste) como *Pinus sylvestris*, *Pseudotsuga menziessi* e *Cupressus lusitanica*, com uma pobre camada arbustiva (Costa, 1992) e compreende 12,6% da área. O segundo sistema (coníferas de baixo fuste) corresponde aos novos povoamentos de coníferas, principalmente de *Pinus nigra*, *Pinus pinaster* e *Pinus sylvestris* (Costa, 1992) e ocupa uma área de 19%. Os povoamentos de caducifólias (floresta caducifólia), normalmente situados junto a cursos de água, ocupam a menor área (2,6%) e são formados principalmente por *Quercus robur*, *Quercus pyrenaica*, *Quercus suber*, *Quercus rubra*, *Castanea sativa* e *Castanea sp.* (Costa, 1992). Na floresta mista, tipo de cobertura existente no cercado, é possível encontrar ambos os tipos de árvores, com predominância das coníferas.

Nos três tipos de floresta a camada arbustiva é bem desenvolvida, ocorrendo principalmente as seguintes espécies: *Ruscus aculeatus*, *Daphne gnidium*, *Arbutus unedo*, *Viburnum tinus*, *Rubia peregrina*, *Frangula alnus*, *Crataegus monogyna*, *Corylus avellana*, *Rubus ssp.*, *Ulex europaeus*, *Erica australis*, *Erica umbellata*, *Erica arborea*, *Calluna vulgaris*, *Chamaespartium tridentatum* e *Pteridium aquilinum* (Costa, 1992).

4.1.2 Praia de Quiaios (Figueira da Foz)

a. Localização

A Figueira da Foz é uma cidade do distrito de Coimbra, situada na desembocadura do rio Mondego com o Oceano Atlântico. Compreende uma área de 379,1 km² e 63.229

habitantes (2007). Quiaios é uma freguesia que pertence ao concelho da Figueira da Foz, com 49,54 km² de área e 3 118 habitantes (2001).

b. Geologia

A área estudada está distribuída pela folha 19-C da carta geológica de Portugal Continental (Rocha, Manuppella, Mouterde, Ruget & Zbyszewski, 1981), sendo “constituída por terrenos em que a idade se estende desde o Pérmico / Triásico até aos dias de hoje. Inclui duas bacias constituídas por terrenos Cretácicos e Terciários. O ponto mais alto da Serra da Boa Viagem atinge 258 metros, no marco geodésico de Bandeira. A parte é atravessada, de S para N, por três vales afluentes do rio Mondego. Contem a Formação da Figueira da Foz que é constituída por arenitos mais ou menos argilosos, finos a grosseiros e intercalados com sucessões de natureza argilosa”.

O campo dunar de Quiaios inclui dois tipos de dunas diferenciados: por um lado as dunas frontais do cordão litoral - activas e instáveis - e por outro as dunas mais antigas com formas bem conservadas e consolidadas. A tipologia das dunas, a especificidade dos espaços interdunares, a pujança das dunas primárias e a excelência das dunas longitudinais associada ao bom estado de conservação, conferem-lhe, no contexto europeu a primazia quer em termos de desenvolvimento espacial quer em termos de unidade sedimentar e ecológica.

c. Cobertura vegetal

Sendo um sítio que como o nome indica, é dominado pela presença de dunas, abrange tipos de habitats prioritários, destacando-se, pela sua representatividade, as florestas dunares de *Pinus pinea* e *Pinus pinaster* (Projecto_Praia_Quiaios, 2010, 6 de Setembro).

Por outras razões destaca-se também as depressões húmidas intra dunares, que devido à sua distribuição geográfica está insuficientemente representado. Este tipo de habitat é formado por pequenos planos de água pouco profundos que existem apenas durante o Inverno ou no fim da Primavera, com uma flora bastante característica e capaz de resistir aos períodos de seca estival. É constituído por formações psamófilas e heliófilas densas, fisionomicamente dominadas pelo salgueiro arbustivo *Salix arenaria* (é um dos dois únicos

sítios onde ocorre) e incluindo também diversas ciperáceas (*Scirpoides holoschoenus*, *Schoenus nigricans*, *Carex arenaria*) e gramíneas típicas das depressões alagadiças das dunas costeiras. Nas depressões com período de encharcamento mais prolongado, o salgueiro-negro (*Salix atrocinerea*) partilha a dominância do estrato arbustivo. Colonizam habitualmente áreas deprimidas nas dunas secundárias dos sistemas dunares costeiros, em territórios com bioclimas eutemperados ou submediterrânicos, representando a etapa final de colonização dessas depressões, que sofrem habitualmente encharcamento sazonal mais ou menos prolongado (ainda que não constituam verdadeiros ambientes palustres). Os salgueirais de *Salix arenaria* constituem mosaicos com juncais de *Scirpoides holoschoenus* (classe *Molinio-Arrhenatheretea*) nas áreas deprimidas das dunas secundárias e terciárias. Não é ainda claro se as relações entre os salgueirais e os juncais de *Scirpoides holoschoenus* são de natureza serial ou catenal (Instituto de Conservação da Natureza [ICN]. Plano Sectorial da Rede Natura, 2000).

✓ **Dunas embrionárias**

Na praia onde as águas da preia-mar depositam os detritos orgânicos desenvolve-se uma vegetação terofítica e migratória onde ocorrem: *Euphorbia peplis*, *Salsola kali*, *Cakile maritima*, *Honkenia peploides*, etc.

Na praia alta, onde a areia é muito móvel, encontra instalada uma comunidade dominada pelo pequeno hemiptófito *Elymus farctus ssp. boreali-atlanticus* acompanhado frequentemente de *Eryngium maritimum*, *Otanthus maritimus*, *Polygonum maritimum*, *Euphorbia paralias*.

✓ **Dunas brancas**

Nas cristas das dunas, onde a areia ainda possui uma mobilidade elevada, domina o hemiptófito *Ammophila arenaria ssp. australis* (estorno) acompanhado de *Calystegia soldanella*, *Euphorbia paralia*, *Otanthus maritimus*, *Medicago marina*, *Eryngium maritimum*, *Pancratium maritimum* entre outras.

✓ **Dunas cinzentas**

Por detrás das cristas dunares a areia encontra-se fixada por caméfitos, esta formação é chamada de duna cinzenta. É na costa de Portugal Continental onde se encontram as mais belas dunas cinzentas da Europa e com maior diversidade de espécies *Crucianella marítima*,

Artemisia crithmifolia (= *A. campestris*), *Helichrysum picardi*, *Malcolmia littorea*, *Anagallis monelli* var. *microphylla*, *Scrophularia frutescens* (= *S. canina*), *Silene littorea*, *Silene niceensis* (= *S. arenaria*, *S. littoralis*), *Cyperus capitatus*, *Aetheorhiza bulbosa* (= *Crepis bulbosa*), *Leontodon taraxoides arenaria*, *Pancratium maritimum*, *Euphorbia portlandica*, *Medicago marina*, *Corynephorus canescens* var. *maritimus*, *Iberis procumbens*, *Senecio gallicus*, *Paronychia argêntea*, *Helianthemum* sp, *Sedum sediforme*, *Seseli tortuosum*.

4.2 Distrito de Setúbal

O distrito de Setúbal está situado numa parte da Região de Lisboa e Vale do Tejo e outra na Região do Alentejo. Apesar que as áreas de estudo relativas ao distrito de Setúbal pertencem somente à Região do Alentejo.

A Região de Lisboa e Vale do Tejo tem as seguintes características: três cabos penetram mais ou menos profundamente pelo oceano: o cabo Carvoeiro, o cabo da Roca e o cabo Espichel; um pequeno arquipélago surge a poucas milhas da costa: o arquipélago das Berlengas; dois grandes estuários que concentram à sua volta importantes pólos de desenvolvimento económico e urbano: o estuário do Tejo e o estuário do Sado; o rio Tejo, que atravessa a Região em diagonal, dividindo-a, grosso modo, em duas grandes zonas: uma, para norte, com uma fisionomia predominantemente em mosaico, e outra, para sul, mais homogénea e com maiores extensões florestais e quatro relevos de alguma envergadura: as serras de Aire e Candeeiros, a serra de Montejunto, a serra de Sintra e a serra da Arrábida (Costa, Aguiar, Capelo, Lousã & Capelo, 1998).

A maior parte deste território é, numa perspectiva geológica, de origem recente, como o atestam as formações sedimentares do Mesozóico e do Cenozóico. Os calcários, as margas, os arenitos, as areias, os aluviões, etc., que as constituem foram sendo formados ou depositados no decurso de sucessivos ciclos de invasão e regressão do mar. As bacias hidrográficas dos rios Tejo e Sado (formados no Pliocénio) desempenharam um papel fundamental na deposição dos aluviões e de algumas areias e cascalheiras. As dunas e areias eólicas do litoral são já de existência muito recente (Quaternário) (Pereira, Ribeiro & Gama, 2009).

No que concerne à região alentejana, mais propriamente ao Alentejo Litoral, que se estende desde a península de Tróia a Odeceixe, apresenta uma grande variedade de rochas sedimentares e ígneas que representam cerca de 380 milhões de anos da história da Terra. Neste importante património geológico estão preservadas etapas do desenvolvimento de bacias sedimentares com magmatismo associado, distribuídas por três Eras do Fanerozóico (v.g. Carta Geológica de Portugal, folha sul, escala 1/500 000 Serviços Geológicos de Portugal, 1992; Oliveira, 1984): Paleozóico (Devónico superior – Carbónico inferior, ~ 370 - 310 milhões de anos): etapas de formação do supercontinente Pangea; Mesozóico (Triásico-Jurássico superior, ~ 250 - 145 milhões de anos): processos de fragmentação do supercontinente Pangea e abertura do Oceano Atlântico; e, Cenozóico (Paleogénico-Neogénico, <65 milhões de anos): evolução da margem continental Atlântica da Península Ibérica (Pereira *et al.*, 2009).

O distrito de Setúbal encontra-se dividido entre as províncias tradicionais da Estremadura e do Baixo Alentejo. Limita a norte com o distrito de Lisboa e com o distrito de Santarém, a leste com o distrito de Évora e com o distrito de Beja, a sul com o distrito de Beja e a oeste com o Oceano Atlântico. Tem uma área de 5064 km² (8º maior distrito português) e uma população residente (2006) de 815.858 pessoas (fig. 6).



Figura 6: Representação do distrito de Setúbal (*in* <http://i.pbbase.com>).

O relevo do distrito de Setúbal é maioritariamente planícies, as principais serras do distrito de Setúbal são a Serra da Arrábida e a Serra de Grândola.

Este trabalho incidiu basicamente em três zonas do distrito de Setúbal, Alcácer do Sal, Santiago do Cacém e a Praia de St. André, por isso será estudado mais detalhadamente.

4.2.1 Alcácer do Sal

a. Localização

Alcácer do Sal é uma cidade pertencente ao distrito de Setúbal, região Alentejo e subregião do Alentejo Litoral, com cerca de 6 600 habitantes. É sede de um município de grandes dimensões, com 1479,94 km² de área mas apenas 13 354 habitantes (2006), subdividido em 6 freguesias. O município é limitado a norte pelos municípios de Palmela, Vendas Novas e Montemor-o-Novo, a nordeste por Viana do Alentejo, a leste pelo Alvito, a sul por Ferreira do Alentejo e por Grândola, a oeste também por Grândola, através de um braço do Estuário do Sado e a noroeste, através do Estuário do Sado, por Setúbal.

b. Geologia

A área estudada situa-se na região litoral do Baixo Alentejo. Está representada na carta geológica de Portugal (Folha 39-C de Alcácer do Sal) dos Serviços Geológicos de Portugal (Antunes, 1983).

Visualizando a Carta Biogeográfica de Portugal, esta cidade faz parte do Superdistrito Sadense que é uma área onde os solos são frequentemente de origem aluvionar, resultantes de areias podzolizadas ou assentes em cascalheiras duras e arenitos miocénicos (formação de Marateca). Engloba a Península de Setúbal, as areias do Vale do Sado até Melides e St^a Margarida do Sado (Costa *et al*, 1998).

c. Cobertura Vegetal

A floresta mista em Alcácer do Sal é representada essencialmente por *Sedum sediforme* (Crassulaceae), *Lagurus ovatus* (Poaceae), *Pinus pinea*, *Quercus suber* (Fabaceae), *Quercus ilex*, *Genista triacanthos* (Fabaceae), *Genista anglica*, *Anthyllis lamosa*, *Amaranthaceae*, *Verbascum sinuatum*, *Verbascum thapsus*, *Avena*, *Poa*, *Andruela antigifolia*, *Briza máxima*, *Centauria shenocephala*, *Asparagus aphyllus*, *Solanum sodomorum*, *Delphinium nanum/perigrinum*, *Linaria spartia*, *Silene scabriflora*, *Rumex bucephalophorus*, entre outras.

4.2.2 Santiago do Cacém

a. Localização

Santiago do Cacém é uma cidade do distrito de Setúbal, região do Alentejo e subregião do Alentejo Litoral, com uma população residente de 6568 habitantes. É sede de um dos maiores municípios de Portugal, com 1058,62 km² de área e 31105 habitantes (2001), subdividido em 11 freguesias. O município é limitado a norte pelo termo de Grândola, a nordeste por Ferreira do Alentejo, a leste por Aljustrel, a sul por Ourique e Odemira e a oeste por Sines e tem litoral no oceano Atlântico. É o único município de todo o Alentejo que contém 2 cidades dentro do seu termo.

b. Geologia

Sob o ponto de vista geomorfológico a área do concelho de Santiago do Cacém pode-se dividir em três unidades distintas: a zona montanhosa; a planície litoral e a planície do Vale do Sado (Programa Rede Social, 2002).

Na **zona montanhosa**, as serras de Grândola e Cercal constituem uma espécie de Charneira de orientação quase uniforme fazendo a divisão das outras unidades, com inclinações diferenciadas; A **zona litoral** é aplanada e baixa, na parte noroeste do Concelho, dando mesmo lugar à formação de lagoas, devido à existência de um cordão de dunas e areias

de praia junto ao litoral. A área do concelho nesta planície é reduzida e a **planície do Vale do Sado** é uma zona aplanada com ligeiras ondulações, dissecada pela rede hidrográfica, constituída pelo rio Sado e seus afluentes. A forma do relevo está associada quase sempre às formações xistosas subjacentes, que apresentam em geral relevos arredondados. Quanto ao relevo pode-se observar que as freguesias situadas perto das cumeadas têm o terreno acidentado, o solo é argiloso, calcário ou xistoso, nomeadamente as freguesias de: Santiago do Cacém, São Francisco, Santa Cruz, São Bartolomeu da Serra e parte de Abela e Cercal do Alentejo. São planícies, ou ligeiramente onduladas com solo arenoso as freguesias de Alvalade, Ermidas do Sado, São Domingos, Cercal e Santo André. As maiores elevações encontram-se na serra do Cercal com 364 metros de altitude, nas serras do Martinel e da Senhora do Livramento situadas na freguesia de São Francisco. Ao nível das depressões, existem numerosos vales e várzeas no concelho (Programa Rede Social, 2002).

A área estudada situa-se na região litoral do Baixo Alentejo. Está representada na carta geológica de Portugal (Folha 42-C Santiago do Cacém), dos Serviços Geológicos de Portugal (Inverno, Manuppella, Zbyszewski, Pais & Ribeiro, 1993). Na Carta Biogeográfica de Portugal, Santiago do Cacém está situado no Superdistrito Serrano-Monchique, que é um território constituído pela Serra sienítica de Monchique e serras xistosas (também quartzíticas e metavulcánicas) e graníticas, em geral de baixa ou média altitude (Grândola, Cercal, S. Luís, Espinhaço de Cão, Caldeirão) (Costa *et al*, 1998).

c. Cobertura Vegetal

O coberto vegetal é essencialmente dominado por espécies florestais como *Pinus pinaster* e *Eucalyptus globulus*. Porém, em alguns locais, ocupando extensões consideráveis, podem ainda encontrar-se outras espécies, tal como: *Quercus suber*, *Olea europaea*, *Arbutus unedo* e *Pinus pinea* em estruturas de tipo montado, matagais e mato (Carvalho, Figueira, Jones, Sérgio & Sim-Sim, 2002).

4.2.3 Praia do Porto das Carretas – St. André (Santiago do Cacém)

a. Localização

Localizada no concelho de Santiago do Cacém, distrito de Setúbal, também designada por Praia da Vacaria.

b. Geologia

No que respeita à Geologia, a Praia do Porto das Carretas (St. André) na Carta Biogeográfica de Portugal, pertence ao Superdistrito Costeiro Vicentino que é caracterizado por ser um território silicioso, constituído por areias (charnecas) e xistos, com a excepção da Carrapateira que é calcícola, situado entre Melides e os calcários da Península de Sagres. Situa-se também nesta unidade uma grande área de dunas consolidadas e dunas fósseis sobre xistos (Costa *et al*, 1998).

c. Cobertura vegetal

Na zona do limite superior da maré do sistema dunar a flora é exclusivamente constituída por espécies anuais, devido à perturbação sazonal a que está sujeita - a maré. No entanto, a deposição de detritos orgânicos transportados pela maré gera um manancial de nutrientes que é explorado por estas espécies para obterem uma rápida produção de biomassa. Devido à sua tolerância à salinidade do substrato e à sua necessidade destes nutrientes, estas plantas dizem-se **halonitrófilas** e são geralmente plantas suculentas de crescimento rápido. Das espécies mais frequentes citam-se *Cakile maritima* (eruca-marítima) e *Salsola kali*, mais raramente aparecendo *Euphorbia peplis* (Biologia no Verão, 2010).

A flora que compõe a duna embrionária é ligeiramente mais rica, sendo maioritariamente de espécies perenes, apesar da instabilidade do meio. Consiste basicamente em colónias de *Elymus farctus*, *Polygonum maritimum*, *Euphorbia paralias*, *Medicago marina*, *Otanthus maritimus* e muito raramente *Glaucium flavum* (papoila-das-areias). É uma

zona muito instável pelo que estas plantas têm de lidar frequentemente com o soterramento, além de terem de suportar os efeitos da salidade.

A duna primária é uma etapa mais evoluída da embrionária, com uma flora semelhante, mas mais rica devido à menor hostilidade. Tipicamente a planta que domina é *Ammophila arenaria* (estorno), um elemento importantíssimo para a fixação da areia e a estabilização das dunas, que forma geralmente tufos altaneiros. *Elymus farctus* está aqui ausente. Outras espécies podem ser encontradas, todas elas adaptadas a este ambiente em constante mudança: *Eryngium maritimum* (cardo-rolador), *Calystegia soldanella*, *Armeria pungens*, *Euphorbia paralias*, *Otanthus maritimus* (cordeirinho-das-praias), *Pancratium maritimum* (narciso-das-areias), *Lotus creticus*, *Silene littorea*, *Malcolmia littorea* e *Herniaria maritima*. Em Santo André, a duna primária não está individualizada, correspondendo ao talude da duna secundária, ou por vezes estando ausente e havendo um intermédio entre esta e a duna secundária (Biologia no Verão, 2010).

A duna secundária apresenta uma vegetação bastante característica, onde moitas compactas de espécies arbustivas de maior porte alternam com áreas despidas de vegetação (nos locais mais expostos ao vento) ou com um coberto baixo e esparso de herbáceas e subarbustos (em locais mais abrigados). Tipicamente em Portugal a duna secundária integra duas espécies estruturantes, entre várias outras dependentes do sistema em causa: *Corema album* (camarinha) e *Juniperus phoenicea* (zimbro-das-areias), que são aquelas de maior porte que constituem as moitas. No caso de Santo André são também frequentes *Artemisia crithmifolia* (artemísia) e pontualmente algumas espécies das areias pós-dunares.

Ao nível de pequenos subarbustos e herbáceas, regista-se em Santo André a presença frequente de *Helichrysum picardii* (perpétua-das-areias), *Iberis procumbens*, *Thymus carnosus*, *Sedum sediforme*, *Armeria pungens*, *Anagallis monelli*, *Linaria lamarckii* e *Linaria ficalhoana*.

As areias depositadas para o interior, para trás da duna secundária, são revestidas por um coberto vegetal mais ou menos contínuo, composto por pequenos arbustos bem adaptados à secura mas que são incapazes de combater a instabilidade do solo e de sobreviver às condições mais rigorosas da duna secundária, como a salinidade que é praticamente nula. As condições menos hostis permitem o maior desenvolvimento desta vegetação em relação à

duna secundária, podendo até apresentar uma cobertura arbórea de pinheiro-bravo. Dos arbustos destacam-se *Stauracanthus spectabilis* (tojo-espectacular), *Lavandula sampaiana* (rosmaninho), *Helichrysum picardii*, *Santolina impressa*, *Halimium calycinum* e *Thymus camphoratus*, pela sua dominância (Biologia no Verão, 2010).

MÉTODOS

1. MÉTODOS DE RECOLHA, PREPARAÇÃO E ESTUDO DAS AMOSTRAS DE PALINOLOGIA

1.1 Recolha de amostras

1.2 Preparação laboratorial

1. MÉTODOS DE RECOLHA, PREPARAÇÃO E ESTUDO DAS AMOSTRAS DE PALINOLOGIA

Para a recolha, a preparação e o estudo de amostras palinológicas, o Palinólogo tem que ter presente um grande número de cuidados a fim de evitar ao máximo a contaminação por outros grãos de pólen ou esporos, que podem levar a resultados erróneos. Tendo presente esta conduta deu-se início à recolha de amostras e a todo um conjunto de procedimentos laboratoriais visando a sua análise palinológica.

1.1 Recolha de amostras

No presente estudo foram recolhidas 30 amostras da camada superficial do solo, das áreas de estudo atrás referidas, tendo sido seleccionadas da seguinte forma:

- Distrito de Coimbra: 5 amostras numa zona de floresta mista e 5 amostras numa zona de matos, pertencentes à Serra da Lousã e 5 amostras das dunas da praia de Quiaios (Figueira da Foz);
- Distrito de Setúbal: 5 amostras numa zona de floresta mista de Alcácer do Sal, 5 amostras numa zona de Matos de Santiago do Cacém e 5 amostras das dunas da praia do Porto das Carretas (St. André).

A rotina que foi utilizada no processo de amostragem compreende as seguintes fases:

- Selecção da zona de recolha de amostras através da observação visual com o intuito de seleccionar as zonas de matos, de floresta mista e dunas;

- Recolha de cerca de 1cm^2 de solo, da camada mais superficial para cada amostra, com uma espátula e colocado num frasco esterilizado, devidamente etiquetado e hermeticamente fechado. As 5 amostras recolhidas em cada local possuíam uma distância de cerca de 100 m entre elas;
- Anotação das características vegetais do local.

1.2 Preparação laboratorial

Para determinar a constituição polínica das amostras recolhidas na camada superficial do solo foi necessário extrair os grãos de pólen, por meio de acetólise. Este método permitiu destruir todos os outros componentes existentes na camada superficial do solo com excepção da exina dos grãos de pólen.

O processo de acetólise, hoje universalmente utilizado no estudo da morfologia polínica, foi desenvolvido por Erdtman (1960) e equivale a uma “fossilização acelerada” dos grãos de pólen, removendo os materiais de natureza lípidica que o envolvem e aumentam a sua transparência.

Assim, tendo em conta este procedimento, a análise laboratorial das amostras recolhidas efectuou-se da seguinte forma:

- 1) Colocou-se 2g de solo (aproximadamente) de cada amostra num tubo de vidro (16 mm) identificado, juntou-se cerca 2/3 de hidróxido de potássio (KOH) e centrifugou-se a 3000 r.p.m durante 5 minutos;
- 2) Foi colocada uma vareta fina de vidro em cada tubo e aqueceram-se os tubos, numa estufa a $100\text{ }^{\circ}\text{C}$, durante 20 minutos. Retiraram-se as amostras da estufa e passaram-se por um crivo de $200\text{ }\mu\text{m}$, sob um copo de precipitação e colocaram-se em tubos previamente identificados, preenchendo-os com KOH;
- 3) Pesaram-se os tubos, colocaram-se numa centrífuga a 3000 r.p.m durante 5 minutos e decantou-se todas as amostras, agitando-se posteriormente num agitador eléctrico;
- 4) Foi colocado ácido clorídrico (HCl), agitou-se e colocou-se novamente na centrífuga nas 3000 r.p.m durante 5 minutos. Decantaram-se as amostras e foi colocado ácido fluorídrico (HF), deixando repousar durante 48 horas;

- 5) Após as 48 horas, os tubos foram agitados num agitador eléctrico e colocados numa centrífuga nas 3000 r.p.m durante 5 minutos. Decantou-se, colocou-se água destilada, centrifugou-se nas 3000 r.p.m durante 5 minutos e decantou-se novamente;
- 6) Fez-se a mistura de acetólise numa proveta, adicionando-se lentamente, com uma pipeta, 1 volume de ácido sulfúrico para 9 volumes de anidrido acético, agitando-se com uma vareta de vidro. Adicionou-se um pouco da mistura a cada tubo e agitou-se, enchendo, em seguida, os tubos até $\frac{3}{4}$ do seu volume. Foi colocada uma vareta fina de vidro em cada tubo e aqueceram-se os tubos, numa estufa a 100 °C durante 10 minutos. Retiraram-se os tubos de ensaio, centrifugaram-se e decantaram-se bem.
- 7) Adicionou-se água destilada, agitou-se, encheram-se os tubos com água, centrifugou-se e decantou-se. Repetiu-se este procedimento.
- 8) Colocou-se as soluções em tubos de ependorf previamente identificados e colocou-se uma gota de glicerina em cada um deles.

Colocou-se 1 gota de cada tubo numa lâmina de vidro e algumas gotas de parafina fundida junto ao bordo da lâmina, cobriu-se com uma lamela, e aqueceu-se a lâmina com um aquecedor eléctrico à temperatura de 100 °C, para que a parafina difundisse para o seu interior e rodeasse a gota de solução. Por fim, removeu-se o excesso de parafina, as preparações foram etiquetadas e observadas ao microscópio óptico (400x).

Foram contabilizados e identificados 200 grãos de pólen por amostra, apesar de alguns autores considerarem apenas 100 grãos de pólen para efectuar a abundância relativa (Horrocks, 2004). Por outro lado, em algumas amostras, não foi possível em 2 g de solo, contabilizar os 200 grãos de pólen, como se refere na secção dos resultados.

2. MÉTODOS DE RECOLHA, PREPARAÇÃO E ESTUDO DAS AMOSTRAS DE GEOLOGIA

2.1 Recolha de amostras

2.2 Preparação laboratorial

2. MÉTODOS DE RECOLHA, PREPARAÇÃO E ESTUDO DAS AMOSTRAS DE GEOLOGIA

Para a recolha, a preparação e o estudo de amostras de geologia, é necessário ter presente que, apesar de estas não serem tão susceptíveis a contaminação, devem também ser correctamente recolhidas, seladas e identificadas para não levar a resultados incorrectos no laboratório.

2.1 Recolha de amostras

No presente estudo foram recolhidas 12 amostras da camada superficial do solo, tendo sido seleccionadas da seguinte forma:

- Distrito de Coimbra: 2 amostras numa zona de floresta mista e 2 amostras numa zona de matos, pertencentes à Serra da Lousã e 2 amostras das dunas da praia de Quaios (Figueira da Foz);
- Distrito de Setúbal: 2 amostras numa zona de floresta mista de Alcácer do Sal, 2 amostras numa zona de matos de Santiago de Cacém e 2 amostras das dunas da praia do Porto das Carretas (St. André).

A rotina que foi utilizada no processo de amostragem compreende as seguintes fases:

- Após a recolha das amostras palinológicas das diferentes zonas (matos, floresta mista e dunas) procedeu-se à recolha das amostras mineralógicas nos mesmos locais.
- Recolha de cerca de 100 g de solo, da camada mais superficial para cada amostra, com uma pá e colocada num saco plástico esterilizado, devidamente etiquetado e

hermeticamente fechado. As 2 amostras recolhidas em cada local possuíam uma distância de cerca de 400 m entre elas (correspondentes ao local 1 e local 5 das amostras de palinologia).

2.2 Preparação laboratorial

As análises laboratoriais compreenderam 2 passos, o estudo da granulometria e o estudo da mineralogia.

No que respeita à granulometria, a dimensão das partículas dos sedimentos foi analisada por dois métodos:

- 1) **Crivagem:** Após pesagem das sub-amostras com 50 a 200 gr (em função da dimensão aproximada das maiores partículas presentes), estas passaram no crivo de 63 μm por via húmida para remover a fracção inferior a 63 μm . Após secas a 50° C, a fracção maior que 63 μm foi pesada e crivada durante 15 minutos num agitador de crivos (Retsch AS 200) em coluna com incrementos de $1/2\phi$ ($\phi = -\log_2 \text{diâmetro}$, com diâmetro em mm). Foram utilizados os crivos de 15,8 mm, 11,2 mm, 7,92 mm, 5,6 mm, 4 mm, 2,8 mm, 2 mm, 1,4 mm, 1 mm, 0,71 mm, 0,5 mm, 0,355 mm, 0,25 mm, 0,125 mm, 0,09 mm e 0,063 mm. As percentagens foram determinadas após pesagem, com duas casas decimais, das quantidades retidas nos vários crivos.
- 2) **Difracção Laser:** Após remoção da fracção superior a 2 mm, foi medida a dimensão das partículas num granulómetro laser Coulter LS 230 que tem a capacidade de medir a dimensão de partículas com 0,4 a 2000 μm . Os resultados baseiam-se numa escala de “crivos” com os mesmos incrementos da escala considerada para a crivagem para o intervalo 0,5-2000 μm (0,5 μm , 0,71 μm , 1 μm , 1,4 μm , 2 μm , 2,8 μm , 4 μm , 7,8 μm , 11 μm , 15,6 μm , 22 μm , 31 μm , 38 μm , 63 μm e as dimensões superiores a 63 μm consideradas na crivagem).

Os resultados dos dois métodos foram introduzidos em folhas de cálculo Excel para análise conjunta. Determinaram-se parâmetros estatísticos característicos das distribuições granulométricas (média, desvio-padrão e assimetria) através do método dos momentos (Krumbein & Pettijohn, 1938).

O estudo da mineralogia das amostras foi efectuado de 3 formas distintas:

- 1) **Mineralogia da amostra total:** foi feita uma avaliação semi-quantitativa da composição mineralógica das amostras totais através de difracção de raios X (DRX). As amostras totais foram reduzidas a pó e passadas num difractómetro de RX Philips PW 3710 entre os 2 e os 60°, com avanço de 1,2°/minuto. Com base nas áreas de reflexões características, foram avaliadas as percentagens de quartzo, feldspatos e filossilicatos. As áreas das reflexões basais foram multiplicadas pelos seguintes factores de conversão: quartzo (3.33 Å) por 0,5, feldspato (3.18 a 3,25 Å) por 0,5, ilite-mica (10 Å) por 1, interstratificados (12-14 Å) por 1, clorite (14 Å) por 1 e montmorilonite (16-17 Å) por 0,33. Os resultados para a ilite- mica (10 Å), interstratificados, clorite e montmorilonite foram somados para se obter o conteúdo em filossilicatos.
- 2) **Minerais de argila em lâminas sedimentadas:** foi feita uma avaliação semi-quantitativa da composição mineralógica da fracção inferior a 2 µm nas várias sub-amostras por DRX. Para separação da fracção inferior as sub-amostras criaram-se suspensões com partículas menores que 63 µm. Sempre que necessário juntaram-se 2-3 gotas de amónia diluída a 10%. As amostras mais difíceis de suspender foram lavadas com água desionizada. Após obtenção de boas suspensões, a fracção inferior a 2 µm foi separada por centrifugação segundo a lei de Stokes, sendo montadas lâminas sedimentadas desta fracção. As lâminas normais, sem qualquer tratamento, foram analisadas num difractómetro de RX Philips PW 3710, no intervalo de 2 a 30°, com avanço de 1,2°/minuto. As lâminas com reflexões aos 14Å foram sujeitas a tratamentos por glicol (48 horas) e aquecimento (550°C durante 2 horas) seguidos de novas passagens de DRX entre 2 e 15°. As análises semi-quantitativas foram realizadas sobre as lâminas glicoladas, multiplicando-se as áreas das reflexões da caulinite (7 Å) por 0,5, da ilite (10 Å) por 1, de interstratificados (12-14 Å) por 1, da clorite (14 Å) por 1 e da montmorilonite (16-17 Å) por 0,33.
- 3) **Mineralogia da fracção densa:** procedeu-se à determinação dos minerais pesados presentes na fracção de 63 µm a 500 µm. A separação dos minerais pesados foi realizada em tetrabromoetano (densidade de 2,875), num balão preparado para o efeito. Os minerais mais densos que o tetrabromoetano foram recolhidos e montados sobre resina (Bálsamo do Canadá) em lâminas de microscópio. A determinação das espécies minerais

foi feita em microscópio petrográfico, utilizando-se um contador de pontos e analisando-se 100 elementos transparentes por lâmina. A selecção de grãos a analisar foi feita pelo método das fiadas (Galehouse, 1971), em que se analisam os elementos presentes em sucessivas linhas dispostas paralelamente. Fez-se também uma determinação independente do número de minerais opacos encontrados para os 100 elementos transparentes.

RESULTADOS

1. Amostras palinológicas

1.1 Distrito de Coimbra

1.2 Distrito de Setúbal

2. Amostras de geologia

2.1 Granulometria

2.1.1 Mineralogia

2.2 Difracção a laser

2.2.1 Distrito de Coimbra

2.2.2 Distrito de Setúbal

2.3 Composição mineralógica

2.3.1 Mineralogia da amostra total (DRX)

2.3.2 Minerais de argila em lâminas sedimentadas (lâminas glicoladas)

2.3.3 Mineralogia da fracção densa (minerais pesados)

3. Comparação dos resultados dos 2 Distritos

3.1 Amostras palinológicas

3.2 Amostras de geologia

1. Amostras palinológicas

Depois das observações e contagens concluídas elaboraram-se quadros e gráficos, onde constam os palinomorfos, devidamente agrupados, identificados por amostra e a respectiva abundância relativa. Neste sentido, foi contabilizado para cada amostra um total de 200 grãos de pólen, contudo em algumas amostras, não foi possível contabilizar este número, sendo apresentado a quantidade exequível dos grãos de pólen reconhecidos.

Foram, somente reconhecidos alguns grãos de pólen até à espécie, no entanto, a maioria foi identificada até ao género ou à família. Não foi possível identificar alguns grãos de pólen, porque ou estavam em mau estado (grãos de pólen não identificados - NI), normalmente fracturados ou dobrados, ou não apresentavam, ao microscópio óptico, características distintivas. No total identificaram-se 56 *taxa* distribuídos por 5 de esporos, 2 de grãos de pólen de gimnospérmicas e 49 de grãos de pólen de angiospérmicas. Para uma melhor visualização das associações florísticas de cada local estudado foram elaborados gráficos.

Depois de apresentados e discutidos os resultados da frequência relativa dos grãos de pólen através de gráficos, efectuou-se também, uma comparação entre as amostras estudadas através do índice de similaridade (IS), referido e utilizado por Maizeret *et al.* (1986), Holisova *et al.* (1986) e Homolka (1986) (**Apêndice I**):

$$IS (j,k) = \Sigma \min (R_{ij}, R_{ik});$$

em que R_{ij} é a frequência relativa da espécie i na lista j e R_{ik} é a frequência relativa da espécie i na lista k .

O valor máximo do IS é 100, e compreende a situação em que as duas amostras são idênticas.

Para identificar os palinomorfos de cada amostra foi necessário ter em consideração alguns aspectos distintivos que os mesmos evidenciam. Com este intuito, apresenta-se no **Apêndice II**, as diferentes características que algumas famílias e géneros de esporos e grãos de pólen identificados apresentam, algumas das quais foram comparadas com bibliografia existente como o Atlas Polínico (Reille, 1992) ou recorrendo a amostras de referência.

Depois de devidamente identificados e contabilizados foram elaborados gráficos que a seguir se apresentam, distribuídos pelas diversas amostras e divididos pelos dois Distritos estudados.

1.1 Distrito de Coimbra

Neste distrito foram realizadas, como já foi referido anteriormente, recolhas nas dunas de Quiaios e na Serra da Lousã (Floresta Mista e Matos). São esses resultados que a seguir se representam.

A amostra 1 da praia de Quiaios (Quiaios 1) foi recolhida junto ao mar, razão pela qual a quantidade de grãos de pólen é ínfima, uma vez que o material (areia) que continha os palinórmorfos, está constantemente sujeito à invasão da água do mar, sendo repetidamente lavado e, por essa razão, não contem a quantidade pretendida (200 grãos de pólen). Assim, foram somente identificados 2 grãos de pólen, um pertencente ao género *Pinus* e outro ao género *Olea*, neste último a sua presença pode ser justificada por este tipo de pólen ser anemófilo, ou seja, transportado pelo vento.

A amostra 2 da praia de Quiaios (Quiaios 2) foi recolhida cerca de 100 m de distância da amostra 1, apesar de ainda ter uma certa proximidade da água do mar, nesta amostra foi ainda possível recolher 28 palinórmorfos.

Verificando a figura 7, facilmente se percebe que existe um predomínio de grãos de pólen de *Pinus* (9,5%), os outros (*Ericaceae*, *Olea* e *Poaceae*) estão presentes com a mesma quantidade, enquanto 6 palinórmorfos (3%) não se conseguiram reconhecer (NI), uma vez que não apresentavam características distintivas para a sua correcta identificação.

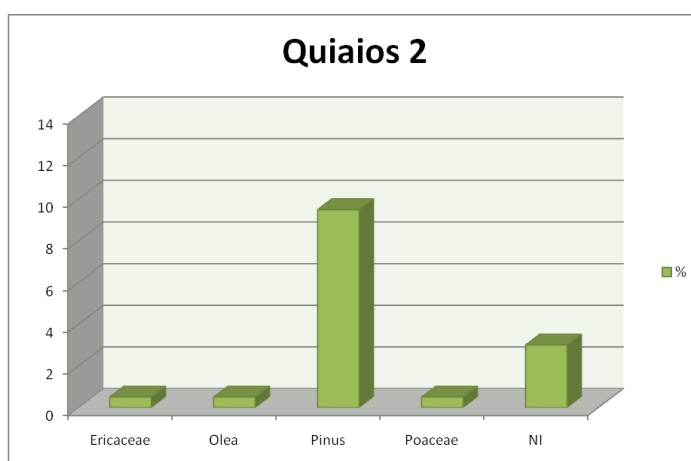


Figura 7: Frequência relativa dos grãos de pólen identificados na amostra de Quiaios 2.

Na amostra 3 (Quiaios 3) já foi possível identificar 200 grãos de pólen, sendo o género *Pinus* o mais predominante (75,5%), seguido da família *Ericaceae* com 10% e a *Poaceae* com 3,5%. Os restantes palinomorfos estão distribuídos uniformemente ao longo desta amostra. Foi ainda possível identificar todos os grãos de pólen pelo que nesta amostra não aparece representado NI – não identificados.

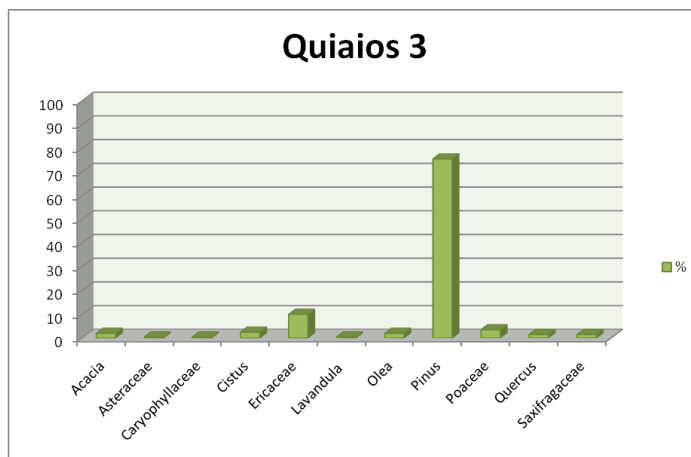


Figura 8: Frequência relativa dos grãos de pólen identificados na amostra de Quiaios 3.

Nesta amostra 4 (Quiaios 4) comparativamente à anterior, a única diferença que se denota é o aparecimento, embora em escassa quantidade (0,5%), de *Eucalyptus* e da *Corylus avelana*. A presença de *Corylus avelana* pode ser justificada por ter sido plantada perto do local da recolha, uma vez que a flora desta região não comporta este tipo de planta (fig.9). De referir ainda, que o género *Lavandula* que se encontra representado na amostra anterior, aqui não está presente.



Figura 9: Distribuição de *Corylus avelana* em Portugal Continental.

(in <http://www.jb.utad.pt>)

Relativamente aos restantes grãos de pólen, novamente o *Pinus* é o mais representativo da amostra (68%) seguindo-se as famílias *Poaceae* (10,5%) e *Ericaceae* (8,5%).

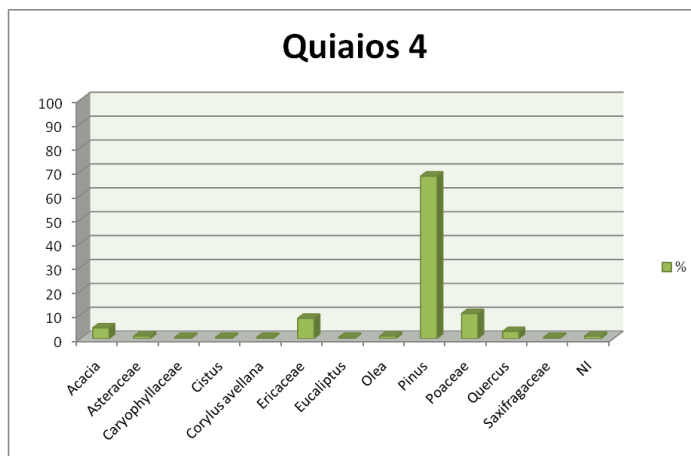


Figura 10: Frequência relativa dos grãos de pólen identificados na amostra de Quiaios 4.

Por fim, a amostra 5 (Quiaios 5), distanciada cerca de 400 m da amostra 1, contém uma diferença basilar de grãos de pólen, com 14 diferentes tipos de grãos de pólen, apesar de *Pinus*, continuar a ser o representante mais significativo (49%), salienta-se a ocorrência substancial de *Carex* (17%) e de grãos de pólen da família *Fabaceae* (10%), também denominada por *Leguminosae* (leguminosas) que apresentam uma ampla distribuição geográfica. Nesta amostra está representado ainda a espécie *Eryngium maritimum* (3,5%), vulgarmente denominado por cardo-marítimo e relativamente frequente na costa portuguesa, razão pela qual se encontra, também aqui representado.

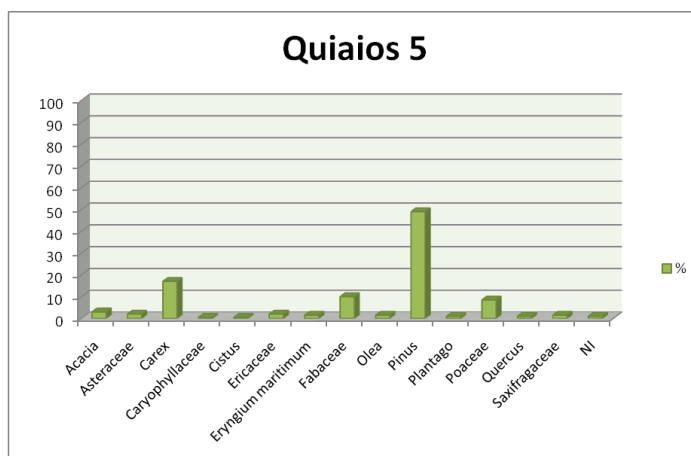


Figura 11: Frequência relativa dos grãos de pólen identificados na amostra de Quiaios 5.

Nestas 5 amostras das dunas de Quiaios foram somente identificados até à espécie dois grãos de pólen: *Corylus avellana* e *Eryngium maritimum*, todos os restantes foram identificados até à família ou género. No que respeita ao *Pinus*, convém salientar que apesar de estar apresentado só o género, nesta região estão presentes as espécies *Pinus Pinea* e *Pinus Pinaster* (fig. 12), contudo devido às semelhanças nas características distintivas, foi difícil efectuar a sua identificação separadamente.

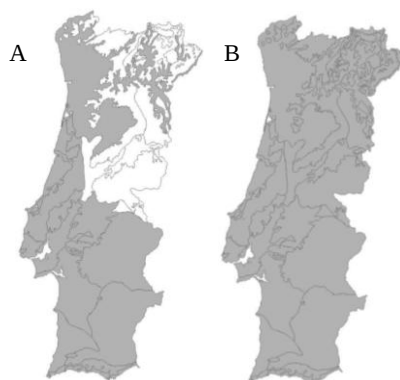


Figura 12: Distribuição de *Pinus Pinea* (A) e de *Pinus Pinaster* (B) em Portugal Continental.
(in <http://www.jb.utad.pt>)

Após a apresentação dos gráficos referentes à frequência relativa dos grãos de pólen em cada uma das amostras de Quiaios, procedeu-se ao estudo do índice de similaridade (**Apêndice I**) entre elas, verificando-se que as amostras que possuem um maior grau de semelhança são de Quiaios 3/Quiaios 4 com um IS de 86,5, seguindo-se Quiaios 4/Quiaios 5 com 68 e Quiaios 3/Quiaios 5 com 62 (quadro 5).

Amostras	IS
Quiaios 1/Quiaios 2	1
Quiaios 1/Quiaios 3	1
Quiaios 1/Quiaios 4	1
Quiaios 1/Quiaios 5	1
Quiaios 2/Quiaios 3	11
Quiaios 2/Quiaios 4	12
Quiaios 2/Quiaios 5	12
Quiaios 3/Quiaios 4	86,5
Quiaios 3/Quiaios 5	62
Quiaios 4/Quiaios 5	68

Quadro 5: Índice de similaridade (IS) entre as 5 amostras das dunas de Quiaios.

Analizadas as 5 amostras das dunas de Quiaios, serão apresentados de seguida os resultados obtidos pelas 5 amostras correspondentes à Floresta Mista da Serra da Lousã.

A amostra 1 da Floresta Mista da Serra da Lousã (Serra da Lousã - FM1), representada na figura 13, apresenta 18 *taxa* diferentes. Observando a figura, facilmente se denota que o *Pinus* neste local é novamente o palinomorfo mais representativo (68%), seguido da família *Poaceae* (16%) ou mais vulgarmente designada por gramíneas. A família *Fabaceae*, o género *Quercus* e a família *Rosaceae* também estão bem representados com 11,5%, 10% e 7%, respectivamente.

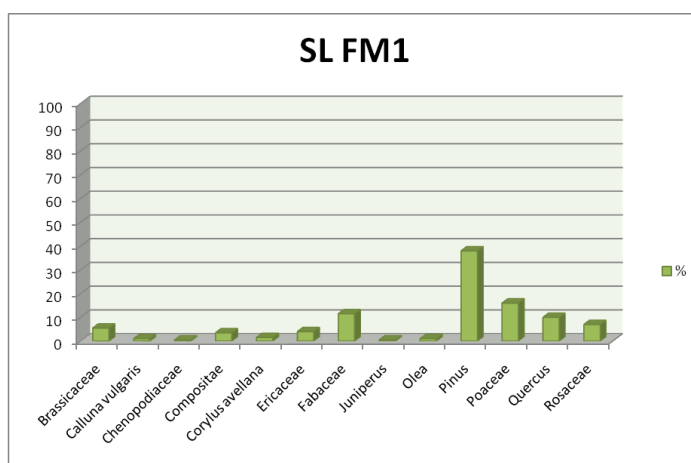


Figura 13: Frequência relativa dos grãos de pólen identificados na amostra de Serra da Lousã Floresta Mista 1 (SL FM1).

Nesta amostra não foi realizada a distinção entre as diferentes espécies de *Quercus*, uma vez que as mesmas apresentam características distintivas muito semelhantes, neste sentido a figura 14 apresenta a distribuição de algumas das espécies de *Quercus* presentes na região estudada, apesar de existirem mais espécies, como é o caso de *Quercus ilex*, que não se encontra aqui representado.

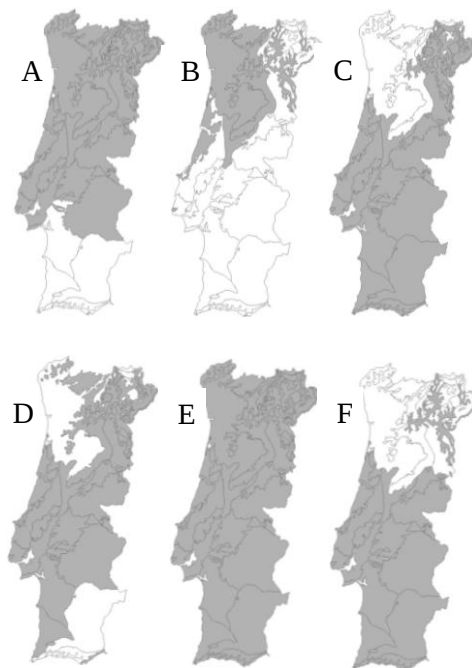


Figura 14: Distribuição de *Quercus pyrenaica* (A), *Quercus robur* (B), *Quercus rotundifolia* (C), *Quercus faginea* (D), *Quercus suber* (E) e *Quercus coccifera* (F) em Portugal Continental (in <http://www.jb.utad.pt>).

A amostra 2 (Serra da Lousã – FM2), representada na figura 15, ao contrário do evidenciado na amostra anterior, contém mais grãos de pólen da família *Poaceae* (20%) e do género *Quercus* (18,5%), sendo que o género *Pinus* ocupa o terceiro lugar da frequência relativa (14%) e a família *Brassicaceae* apresenta-se representada com 10,5%. Nesta amostra há a particularidade de estar presente esporos do género *Polypodium* (4%), um tipo de feto bastante frequente nesta região.

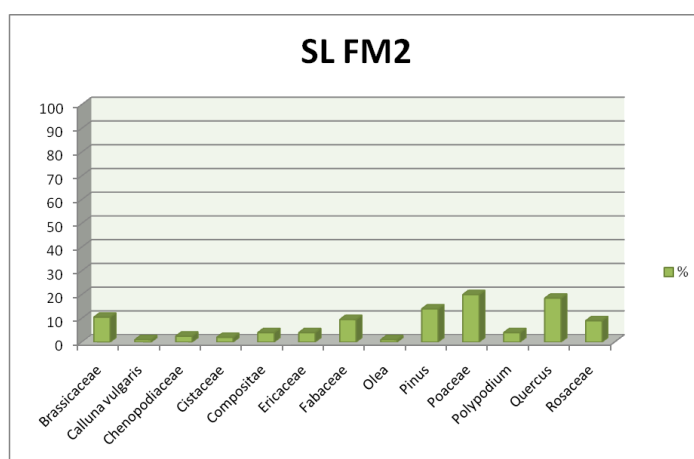


Figura 15: Frequência relativa dos grãos de pólen identificados na amostra de Serra da Lousã Floresta Mista 2 (SL FM2).

Nesta amostra 3 (Serra da Lousã – FM3), estão representados 10 tipos diferentes de grãos de pólen, sendo os mais frequentes os da família *Pinaceae* (74,5%), *Poaceae* (12%) e *Brassicaceae* (3,5%).

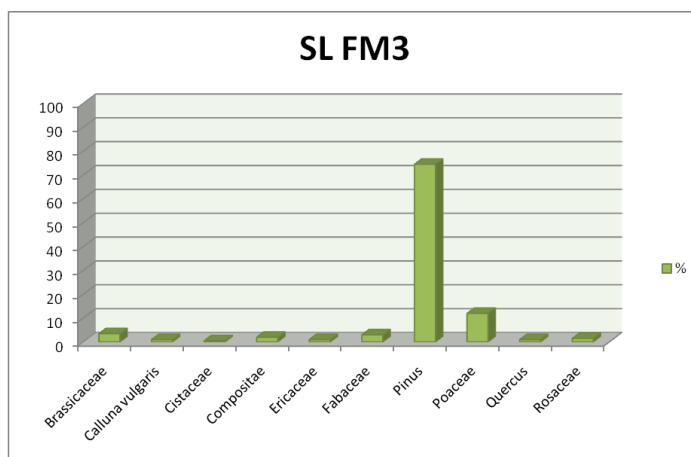


Figura 16: Frequência relativa dos grãos de pólen identificados na amostra de Serra da Lousã Floresta Mista 3 (SL FM3).

Relativamente à amostra 4 (Serra da Lousã- FM4), pode-se referir que a mesma é muito idêntica à anterior, salientando porém, a ocorrência de exemplares da família *Umbelliferae* (1,5%), *Chenopodiaceae* (1%) e de *Polypodium* (2,5%).

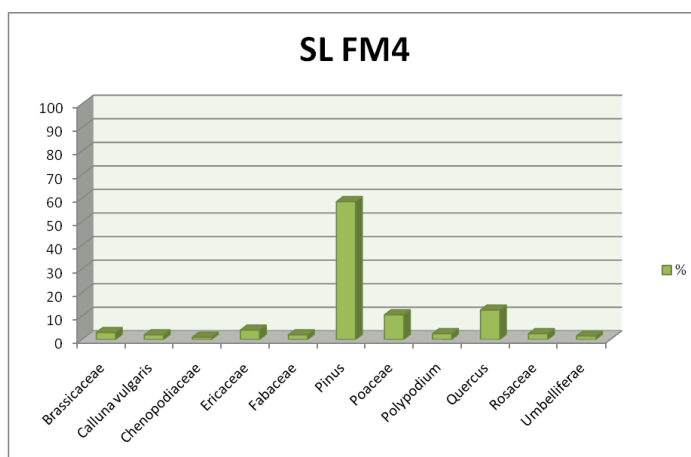


Figura 17: Frequência relativa dos grãos de pólen identificados na amostra de Serra da Lousã Floresta Mista 4 (SL FM4).

Finalmente, a amostra 5 (Serra da Lousã- FM5), para além dos grãos de pólen presentes nas amostras anteriores, apresenta também uma percentagem muito reduzida de *Castanea sativa* (0,5%) e de *Dyopteris* (1,5%).

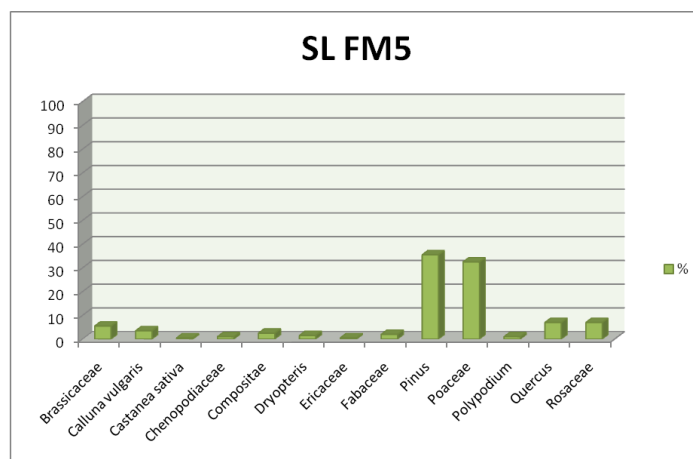


Figura 18: Frequência e abundância relativas dos grãos de pólen identificados na amostra de Serra da Lousã Floresta Mista 5 (SL FM5).

De referir, que nestas 5 amostras da Floresta Mista da Serra da Lousã, está representado uma espécie da família *Ericacea*, *Calluna vulgaris*, que se encontra fortemente representada (fig. 19) em Portugal Continental.



Figura 19: Distribuição de *Calluna vulgaris* em Portugal Continental (in <http://www.jb.utad.pt>).

Relativamente ao IS destas 5 amostras de Floresta Mista (quadro 6), pode-se concluir que as amostras que apresentam mais analogias entre elas são as SLFM3/SLFM4 com 78,5, SLFM1/SLFM5 com 77,5, SLFM1/SLFM2 com 71,9 e SLFM1/SLFM4 com 71,5, sendo que as amostras SLFM2/SLFM3 são as que têm menos semelhanças apresentando um IS inferior a 50 (39,5).

Amostras	IS
SLFM1/SLFM2	71,9
SLFM1/SLFM3	64,5
SLFM1/SLFM4	71,5
SLFM1/SLFM5	77,5
SLFM2/SLFM3	39,5
SLFM2/SLFM4	53
SLFM2/SLFM5	61,5
SLFM3/SLFM4	78,5
SLFM3/SLFM5	59
SLFM4/SLFM5	65

Quadro 6: Índice de similaridade (IS) entre as 5 amostras da floresta mista da Serra da Lousã.

As amostras que a seguir se apresentam são referentes aos 5 locais recolhidos numa zona de Matos na Serra da Lousã. Como já acontecia no antecedente, estas amostras distam de cerca de 100 m umas das outras.

Ao observar a amostra 1 dos Matos da Serra da Lousã, representada na figura 20, logo se denota que os grãos de pólen mais representativos correspondem à família *Ericaceae* (36,5%), *Pinaceae* (30,5%), *Poaceae* (10,5%) e *Ericaceae*, mais concretamente à espécie *Calluna vulgaris* (9%). Esta amostra contém ainda grãos de pólen de *Ulex* (4,5%), *Chamaespartium tridentatum* (1,5%), de nome vulgar carqueija, e que se encontra distribuído principalmente no Norte do nosso país (fig. 21), apesar de aparecer aqui também na Região Centro e *Rubus* (1%).

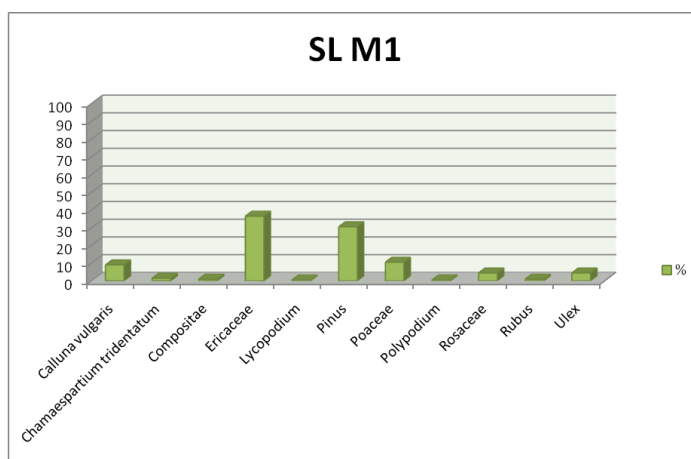


Figura 20: Frequência relativa dos grãos de pólen identificados na amostra de Serra da Lousã Matos 1 (M1).



Figura 21: Distribuição de *Chamaespartium tridentatum* em Portugal Continental (in <http://www.jb.utad.pt>).

A amostra 2 (Serra da Lousã - M2) apresenta 12 tipos diferentes de grãos de pólen, sendo os mais representativos os pertencentes à família *Ericaceae* (22,5%), em que está também discriminado uma espécie da mesma família, *Calluna vulgaris* com 9% e à família *Rosaceae* (10%). Comparativamente à amostra anterior, verifica-se algumas diferenças bastante significativas, mais concretamente no que diz respeito à presença da família *Cistaceae*, na espécie *Cistus psilosepalus* (3%) e *Alnus glutinosa* (0,5%).

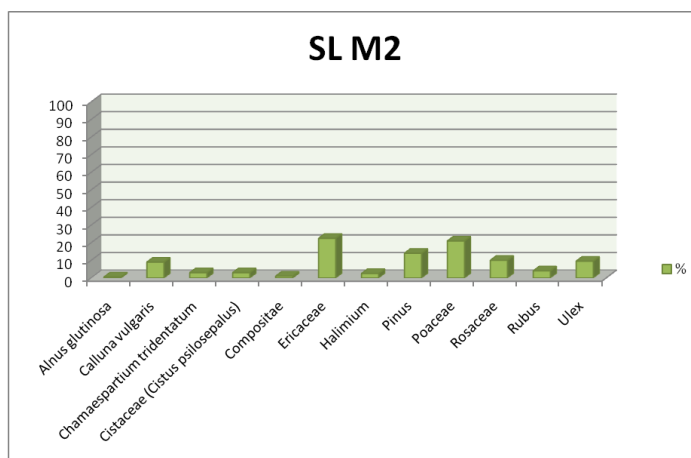


Figura 22: Frequência relativa dos grãos de pólen identificados na amostra de Serra da Lousã Matos 2 (M2).

A amostra 3 (Serra da Lousã – M3) pouco difere das anteriores, sendo novamente as famílias *Poaceae* (35%), *Ericaceae* (12%), com a espécie *Calluna vulgaris* a apresentar 7,5% de frequência relativa, e o género *Ulex* (13,5%) as mais representativas.

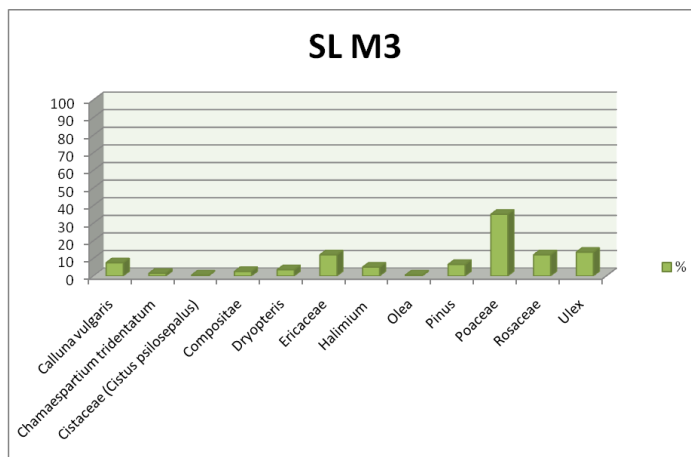


Figura 23: Frequência relativa dos grãos de pólen identificados na amostra de Serra da Lousã Matos 3 (M3).

As amostras 4 (Serra da Lousã – M4) e 5 (Serra da Lousã – M5) são em tudo muito idênticas, a única diferença que se deve apontar é no que respeita à presença do género *Dryopteris* (1,5%) na amostra 4 (figura 24), estando ausente na amostra 5 (figura 26), e que por sua vez tem grãos de pólen do género *Halimium* (7%), numa percentagem considerável e que não estão presentes na amostra 4. Este género de pólen é conhecido pelo nome vulgar de sargaça e encontra-se principalmente representado na zona norte e centro do país (fig. 25).

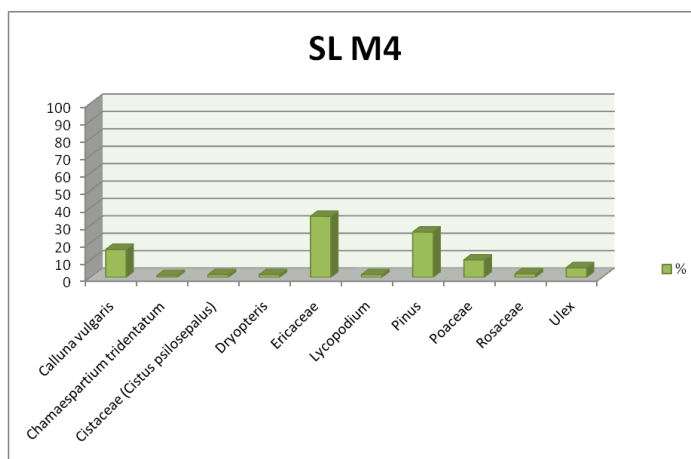


Figura 24: Frequência relativa dos grãos de pólen identificados na amostra de Serra da Lousã Matos 4 (M4).



Figura 25: Distribuição de *Halimium* em Portugal Continental (in <http://www.jb.utad.pt>).

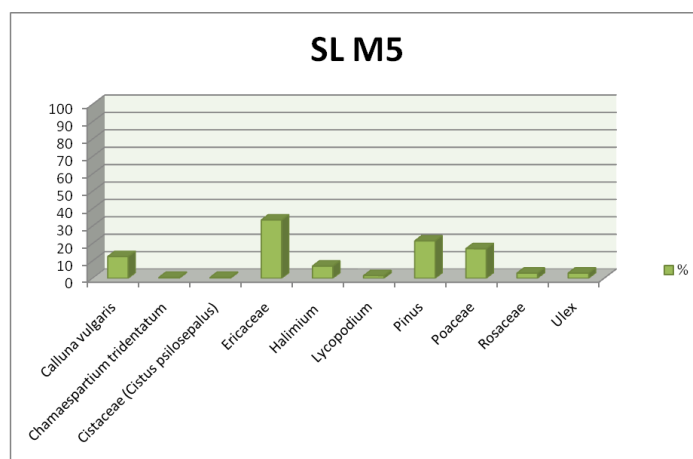


Figura 26: Frequência relativa dos grãos de pólen identificados na amostra de Serra da Lousã Matos (M5).

No que respeita ao IS destas 5 amostras de matos da Serra da Lousã, conclui-se que as amostras que se aproximam mais em termos de evidências palinológicas são as da SLM1/SLM4 e SLM4/SLM5, com um índice de similaridade de 88 e 85 respectivamente, seguindo-se as amostras SLM2/SLM3 e SLM2/SLM5 com IS de 72 e, as amostras que se apresentam mais díspares são as SLM3/SLM4 com 46,5 e SLM1/SLM3 com 48 (quadro 7).

Amostras	IS
SLM1/SLM2	68,5
SLM1/SLM3	48
SLM1/SLM4	88
SLM1/SLM5	81,5
SLM2/SLM3	72
SLM2/SLM4	65,5
SLM2/SLM5	72
SLM3/SLM4	46,5
SLM3/SLM5	55
SLM4/SLM5	85

Quadro 7: Índice de similaridade (IS) entre as 5 amostras dos matos da Serra da Lousã.

1.2 Distrito de Setúbal

De seguida, serão apresentados os resultados pertencentes às amostras do distrito de Setúbal. De igual forma, como aconteceu com as amostras do distrito de Coimbra, também aqui foram recolhidas 5 amostras em três locais distintos, nomeadamente, dunas, floresta mista e matos, perfazendo um total de 15 amostras.

A primeira amostra é a St. André 1 e que, como já se verificou com a primeira amostra das dunas de Quiaios (Coimbra) apresenta uma abundância relativa muito pequena, em virtude da sua colheita ter sido realizada perto do mar. Neste sentido, esta amostra apresenta somente 4 grãos de pólen (e não os 200 pólenes como as restantes), sendo 3 de *Pinus* e 1 de *Asteraceae*, também conhecida por *Compositae*.

Na amostra St. André 2 já se conseguiu identificar os 200 grãos de pólen, apesar de a mesma se encontrar a uma distância de cerca de 100 m da primeira recolha. Neste sentido, foram identificados 16 *taxa*, sendo os mais representativos os das famílias *Fabaceae* (18,5%) e do género *Pinus* (18%), do género *Quercus* (9%), da família *Rosaceae* (8,5%) e do género *Rumex* (8,5%).

De salientar ainda que esta amostra apresenta plantas características das areias marítimas, nomeadamente da família *Umbelliferae* (*Eryngium maritimum*) com 2,5% e o género *Pancratium* pertencente à família *Amaryllidaceae* com uma frequência relativa de 4%. Surge também nesta amostra uma planta do género *Euphorbia* (3%), característica de relvados húmidos e rípicola e que se encontra amplamente distribuída em Portugal Continental, como se pode verificar pela figura 28.

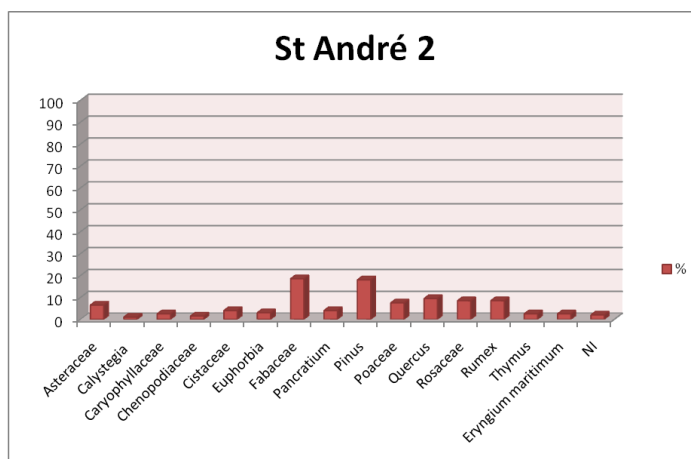


Figura 27: Frequência relativa dos grãos de pólen identificados na amostra de St. André 2.



Figura 28: Distribuição de *Euphorbia hirsuta* em Portugal Continental (in <http://www.jb.utad.pt>).

A amostra St. André 3 continua a ter como palinomorfo dominante o *Pinus* (75%), seguido do género *Quercus* (5,5%). Apesar desta amostra apresentar menos diversidade de grãos de pólen comparativamente à anterior, convém referir que a mesma manifesta o género *Artemisia* (4,5%) pertencente à família *Asteraceae* e o género da família *Brassicaceae*, *Malcolmia* (3,5%), vulgarmente designado por Goivinho-da-praia e que é característico das areias marítimas.

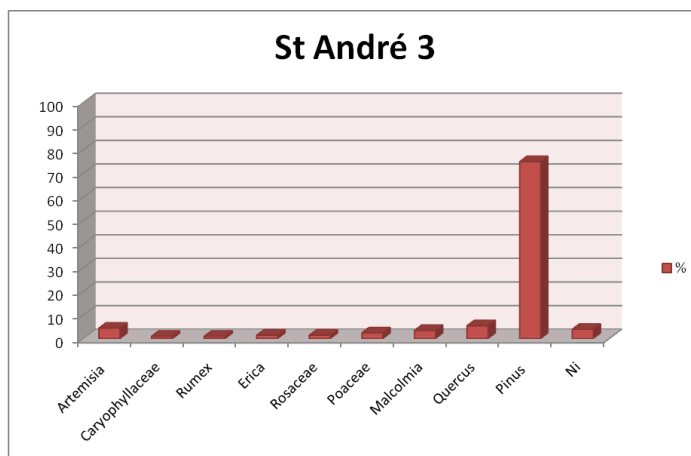


Figura 29: Frequência relativa dos grãos de pólen identificados na amostra de St. André 3.

Novamente na amostra St. André 4, o género *Pinus* é o mais abundante com 35% de frequência relativa, seguindo-se a família *Rosaceae* e o género *Rumex*, ambos com 12,5%. As diferenças nesta amostra, comparativamente com as anteriores são no que respeita à presença de grãos de pólen de *Olea* (4%), *Salix* (3,5%), *Acacia* (3%), *Saxifrageae* (1%) e *Urtica* e *Plantago*, ambos com uma percentagem muito ínfima de 0,5%.

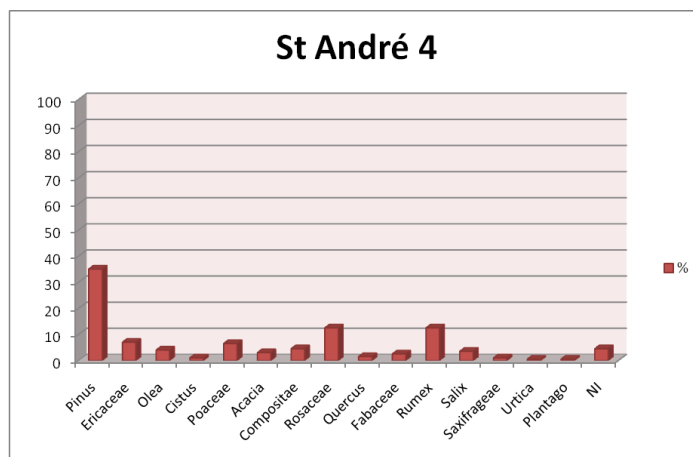


Figura 30: Frequência relativa dos grãos de pólen identificados na amostra de St. André 4.

Para finalizar as amostras das dunas, a amostra St. André 5, apresenta diferenças significativas relativamente às amostras anteriores, nomeadamente na presença dos géneros *Halimium/Helianthemum*, ambos pertencentes à família *Cistaceae*, com uma frequência relativa de 10%, do género *Nymphaea* (3,5%), importante aqui salientar que este género está aqui representado devido à proximidade de uma lagoa, do género *Hypericum* (2%) e de *Rosmarinus officinalis* (1%), vulgarmente designado por alecrim e que se encontra amplamente distribuído por Portugal Continental (fig. 32).

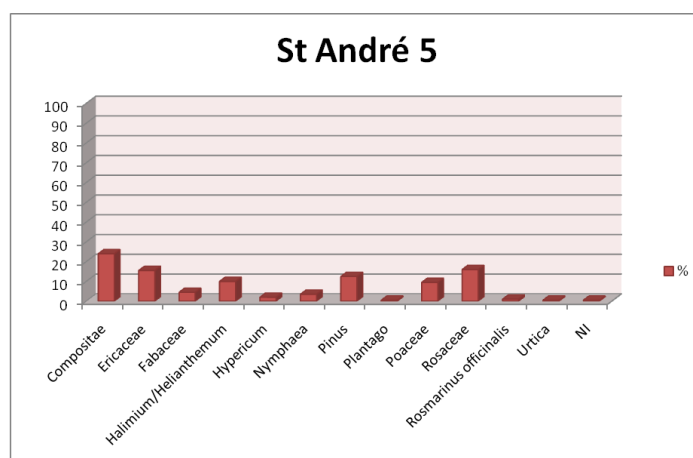


Figura 31: Frequência relativa dos grãos de pólen identificados na amostra de St. André 5.



Figura 32: Distribuição de *Rosmarinus officinalis* em Portugal Continental (in <http://www.jb.utad.pt>).

Depois de representadas as frequências relativas dos grãos de pólen nas 5 amostras das dunas de St. André, efectuou-se o estudo do IS entre cada uma das amostras, verificando-se que o mesmo foi inferior a 50, o que quer dizer que não existem semelhanças entre as amostras. As amostras St André 2/St André 4, St. André 3/St André 4 e St André 4/St André 5, com 47,5 e 47, são, ainda assim, as que apresentam mais semelhanças.

Amostras	IS
St. André 1/St. André 2	2
St. André 1/St. André 3	1,5
St. André 1/St. André 4	1,5
St. André 1/St. André 5	1,5
St. André 2/St. André 3	31,5
St. André 2/St. André 4	47,5
St. André 2/St. André 5	33,5
St. André 3/St. André 4	47
St. André 3/St. André 5	18,5
St. André 4/St. André 5	47

Quadro 8: Índice de similaridade (IS) entre as 5 amostras das dunas de St. André.

Passando agora para as amostras da zona de floresta mista, verificamos que a amostra AFM1 apresenta 17 *taxa* distintos, sendo que o mais predominante é o género *Quercus* (25,5%). Este género pertencente à família *Fagaceae*, contém duas espécies de árvores bastante características desta região, nomeadamente o sobreiro (*Quercus suber*) (fig.34) e a azinheira (*Quercus ilex*), sendo que se encontram aqui englobadas e representadas no mesmo género, uma vez que apresentam características distintivas muito semelhantes.

No que respeita à composição do resto da amostra, os grãos de pólen que se apresentam em segundo lugar de frequência relativa são os das famílias *Poaceae* (23,5%) ou vulgarmente conhecida por gramíneas, seguida da *Chenopodiaceae* (15,5%) e *Fabaceae* (11%) ou também designada por leguminosas.

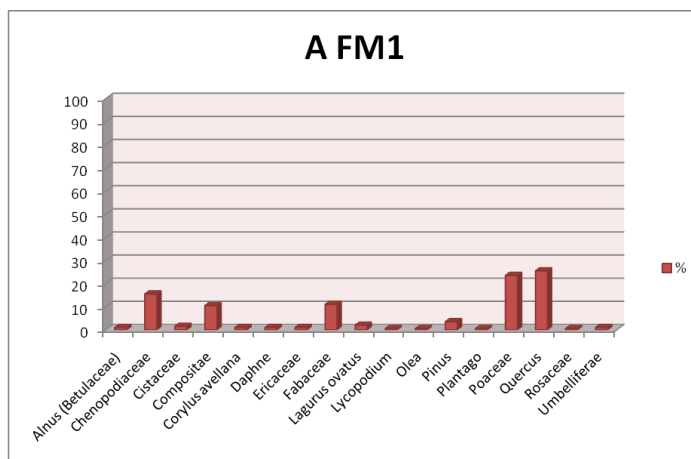


Figura 33: Frequência relativa dos grãos de pólen identificados na amostra de Alentejo Floresta Mista 1 (A FM1).



Figura 34: Distribuição de *Quercus suber* em Portugal Continental (in <http://www.jb.utad.pt>).

A amostra AFM2 não apresenta grande discrepância relativamente com a anterior, sendo que o género *Pinus* se encontra aqui mais bem representado (24%).

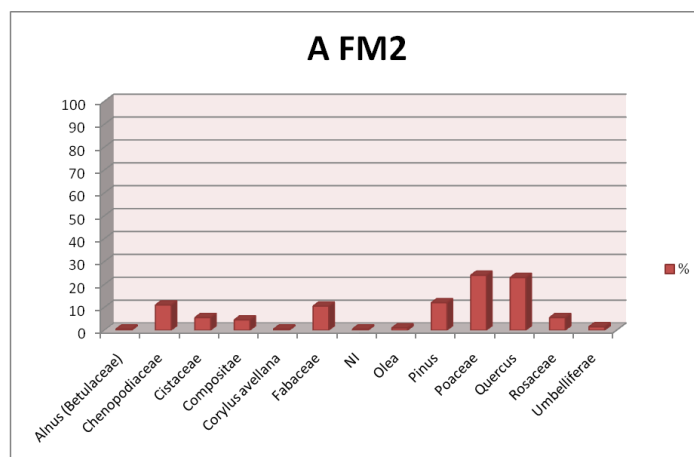


Figura 35: Frequência relativa dos grãos de pólen identificados na amostra de Alentejo Floresta Mista 2 (A FM2).

Na amostra AFM3 convém salientar a presença de grãos de pólen da família *Pteridaceae* (1%), do género *Salix* (1%) e de *Avena sativa* (1%) (fig. 36).

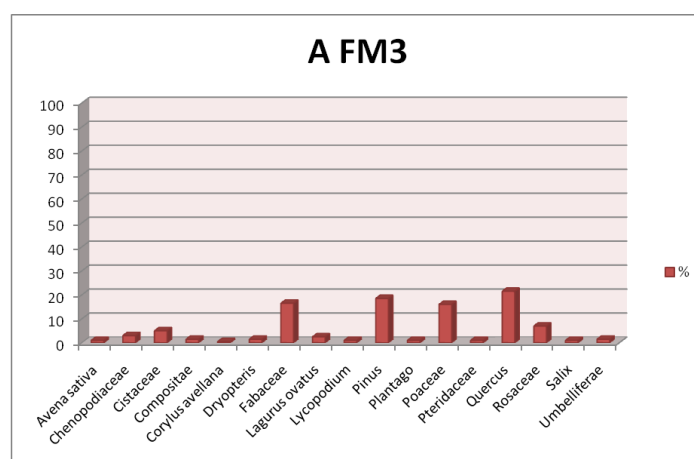


Figura 36: Frequência relativa dos grãos de pólen identificados na amostra de Alentejo Floresta Mista 3 (A FM3).

Este último palinomorfo concernente à família *Poaceae*, vulgarmente conhecido por aveia, está distribuído por todo o nosso país (fig. 37), uma vez que é um dos cereais de cultivo frequente.



Figura 37: Distribuição de *Avena sativa* em Portugal Continental (in <http://www.jb.utad.pt>).

No que concerne à amostra AFM4 é de referir o aparecimento de grãos de pólen da família *Betulaceae* (1%) e do género *Eucalyptus* (0,5%) (fig. 38).

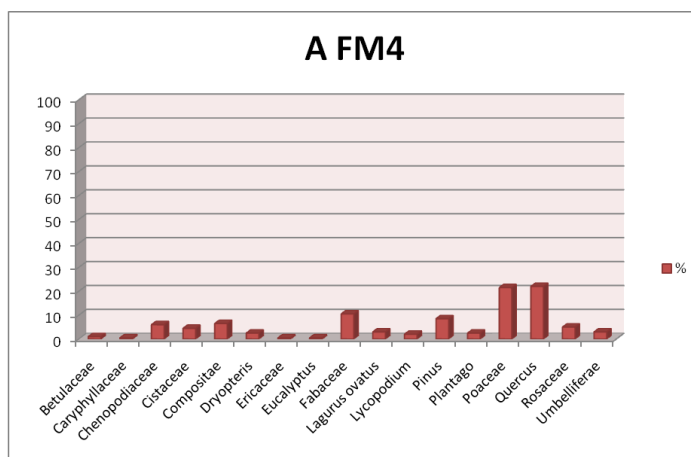


Figura 38: Frequência relativa dos grãos de pólen identificados na amostra de Alentejo Floresta Mista 4 (A FM4).

Este último género, pertencente à família *Myrtaceae*, está fortemente distribuído por Portugal Continental na espécie *Eucalyptus globulus* (fig.39), a qual figura em praticamente todo o país.



Figura 39: Distribuição de *Eucalyptus globulus* em Portugal Continental (in <http://www.jb.utad.pt>).

Por último, a amostra AFM5 ostenta grãos de pólen do género *Helianthemum* (2,5%) e da família *Brassicaceae* (0,5%), que não se encontram nas 4 amostras anteriores, sendo que nesta amostra estes palinomorfos estão representados em quantidades ínfimas.

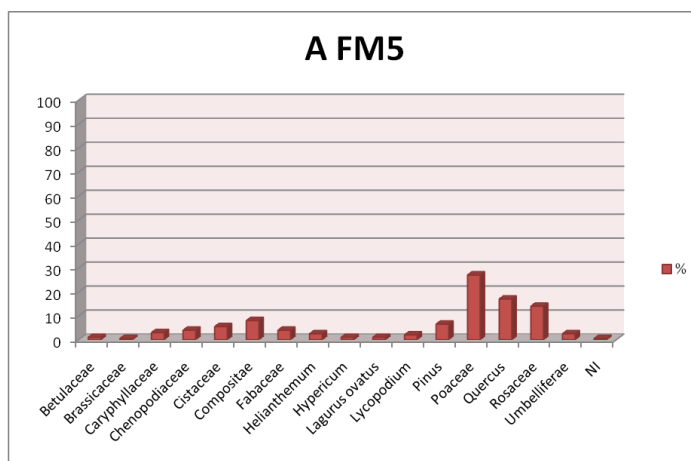


Figura 40: Frequência relativa dos grãos de pólen identificados na amostra de Alentejo Floresta Mista 5 (AFM5).

No que concerne ao IS destas 5 amostras de floresta mista do Alentejo, pode-se verificar que as amostras que se apresentam mais próximas em termos de evidências palinológicas são as AFM2/AFM4 com 84 e AFM1/AFM2 com 80,5. De referir ainda que nestas amostras o IS foi sempre superior a 50, o que significa que as mesmas apresentam bastantes similaridades, sendo que as amostras AFM1/AFM3, são as que apresentam um IS mais baixo de 63 (quadro 9).

Amostras	IS
AFM1/AFM2	80,5
AFM1/AFM3	63
AFM1/AFM4	76,5
AFM1/AFM5	64,5
AFM2/AFM3	77
AFM2/AFM4	84
AFM2/AFM5	73
AFM3/AFM4	78
AFM3/AFM5	63,5
AFM4/AFM5	76

Quadro 9: Índice de similaridade (IS) entre as 5 amostras da floresta mista do Alentejo.

As amostras da zona de matos do Distrito de Setúbal, que a seguir se apresentam, são as últimas cinco amostras aqui representadas, e como nas anteriores, também elas distam de cerca de 100m umas das outras.

Começando pela primeira amostra de matos do Alentejo (M1), verificamos que a família que se encontra em evidência é a *Ericaceae* (36,5%), discriminada com o nome da própria família e com a espécie *Calluna vulgaris* (9%). Esta amostra contém ainda em quantidades significativas o género *Pinus* (30,5%) e a família *Poaceae* (10,5%).

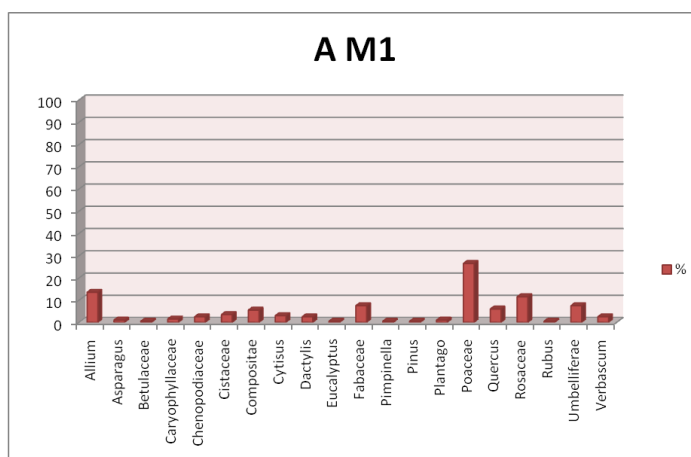


Figura 41: Frequência relativa dos grãos de pólen identificados na amostra de Alentejo Matos 1 (A M1).

A amostra M2 evidencia uma certa diversidade de grãos de pólen, dos 21 *taxa* identificados, os mais representativos pertencem às famílias *Poaceae* (18,5), *Fabaceae* (10,5%), *Compositae* (8,5%), *Rosaceae* (8%) e *Umbelliferae* (6,5%). De referir ainda, que esta amostra contém ainda grãos de pólen das famílias *Alliaceae* (*Allium*), *Scrophulariaceae* (*Verbascum*), *Asparagaceae* (*Asparagus*), *Poaceae* (*Dactylis* e *Aegilops*), *Fabaceae* (*Trifolium* e *Cytisus*), *Cistaceae*, *Caryophyllaceae* e *Betulaceae*. Aparece também representado nesta amostra com uma frequência relativa muito reduzida (0,5%), o género *Lycopodium* referente à família *Lycopodiaceae*.

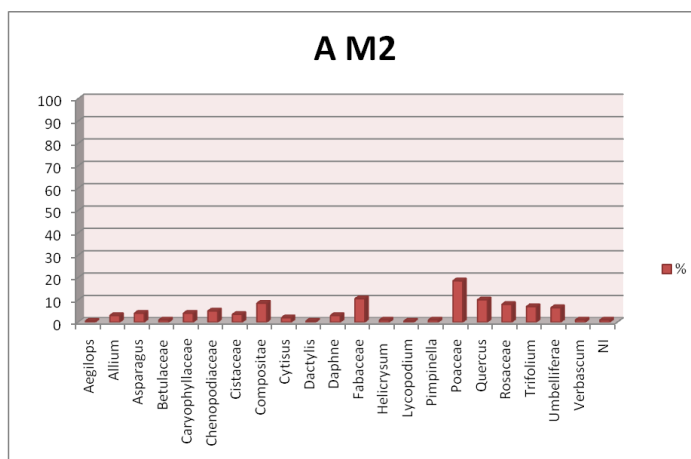


Figura 42: Frequência relativa dos grãos de pólen identificados na amostra de Alentejo Matos (A M2).

No que respeita à amostra 3 da região de matos (M3) e comparativamente com as amostras anteriores, denota-se que os grãos de pólen mais proeminentes são os correspondentes à família *Compositae* (12%), ao género *Quercus* (9,5%) e à família *Fabaceae* (8,5%). De referir ainda, que esta amostra apresenta o género *Rumex* (2,5%) da família *Polygonaceae*, mais vulgarmente conhecido por azedas e a família *Ericaceae* (2%).

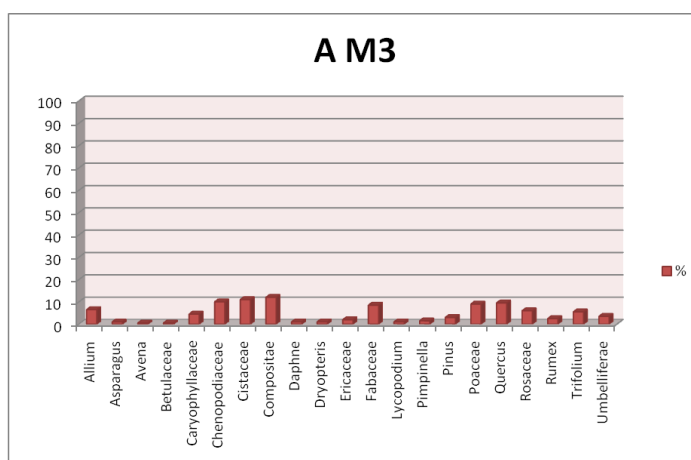


Figura 43: Frequência relativa dos grãos de pólen identificados na amostra de Alentejo Matos 3 (A M3).

A amostra M4, não difere muito das anteriores, os grãos de pólen que se encontram em evidência são os do género *Quercus* (29%), e como já foi referido anteriormente, nesta região existem as espécies *Quercus ilex* e *Quercus suber*, os da família *Fabaceae* (14,5%) e os do género *Rumex* (8,5%). Nesta amostra há também a referir a presença de *Plantago* e de *Silene*, géneros estes que não estão representados nas 3 amostras de matos anteriores.

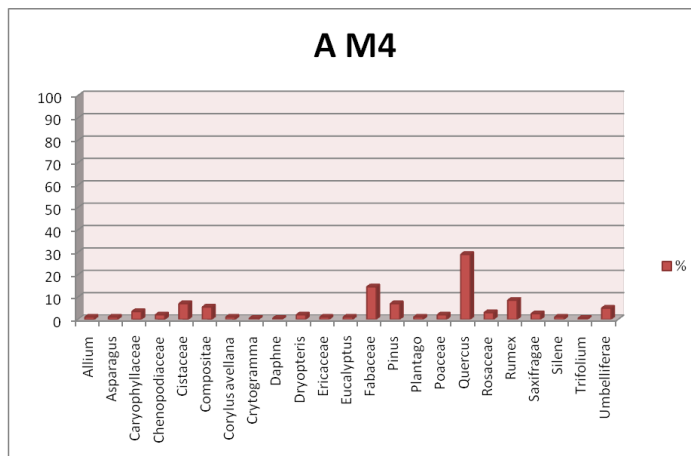


Figura 44: Frequência relativa dos grãos de pólen identificados na amostra de Alentejo Matos 4 (A M4).

Por último a amostra M5 apresenta 23 palinomorfos distintos identificados, em que a sua totalidade é equivalente aos *taxa* presentes nas amostras anteriores, sendo de salientar a presença de *Corylus avellana*, (0,5%) e da família *Saxifragae* (0,5%), dois tipos de grãos de pólen que não estiveram representados nas outras 4 amostras. No que concerne à frequência relativa mais alta, ela pertence aos grãos de pólen da família *Fabaceae* com 19,5%, seguida das famílias *Umbelliferae* e *Poaceae* com 7,5% e 6,5%, respectivamente.

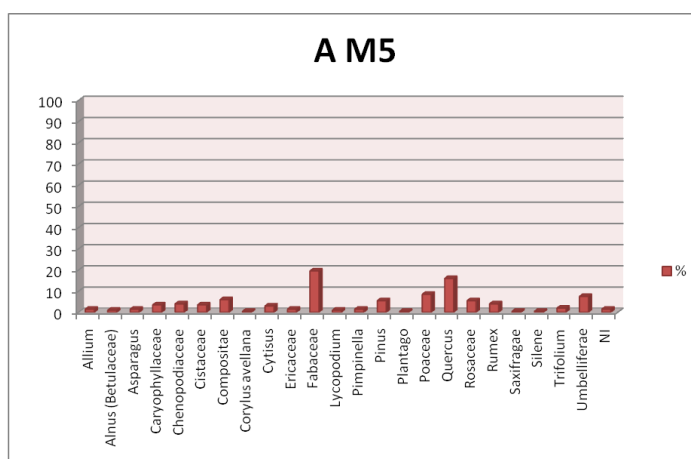


Figura 45: Frequência relativa dos grãos de pólen identificados na amostra de Alentejo Matos 5 (A M5).

Analisando o IS destas 5 amostras de matos do Alentejo, pode-se concluir que as mesmas apresentam diferenças significativas entre elas, sendo que as que mais se assemelham são as AM2/AM3 e AM4/AM5, ambas com um IS de 70, enquanto as AM1/AM4 são as que se apresentam mais díspares com um IS de 40 (quadro 10).

Amostras	IS
AM1/AM2	69
AM1/AM3	54
AM1/AM4	40
AM1/AM5	57
AM2/AM3	70
AM2/AM4	48
AM2/AM5	68,5
AM3/AM4	55
AM3/AM5	67
AM4/AM5	70

Quadro 10: Índice de similaridade (IS) entre as 5 amostras dos matos do Alentejo.

2. Amostras de geologia

No que respeita às amostras de geologia, após concluídas as observações e as contagens, elaboraram-se quadros e gráficos, onde constam a granulometria e a composição mineralógica das diferentes amostras analisadas, agrupadas pelos diferentes métodos utilizados e sinalizadas pelos diferentes locais.

O estudo da granulometria compreendeu dois métodos distintos: o de crivagem e o de difracção a laser, enquanto a análise da composição mineralógica foi realizada através do estudo da mineralogia da amostra total, dos minerais de argila em lâminas sedimentadas e da mineralogia da fracção densa.

De seguida, apresentam-se os resultados de cada um dos métodos utilizados, distribuídos pelos locais dos dois distritos estudados (Coimbra e Setúbal).

2.1. Granulometria

Após a crivagem, procedeu-se ao cálculo das percentagens dos minerais pesados presentes em cada uma das amostras. Estas foram determinadas após pesagem, com duas

casas decimais, das quantidades retidas nos vários crivos e apresentadas nos quadros que a seguir se apresentam.

Quadro11: Percentagem dos minerais pesados nas amostras da Serra da Lousã (Floresta mista e Matos) e Quiaios (Dunas).

AMOSTRA	Minerais pesados	Minerais leves	% Minerais pesados
Quiaios 1	0,137	16,930	0,80%
Quiaios 5	0,284	30,550	0,92%
Serra da Lousã - FM1	0,281	9,45	2,89%
Serra da Lousã - FM5	0,253	8,000	3,07%
Serra da Lousã - M1	0,323	11,560	2,72%
Serra da Lousã - M5	0,625	24,350	2,50%

Observando o quadro 11, podemos concluir que, apesar da distância (cerca de 400 m) do local 1 para o local 2 das diferentes amostras (floresta mista, matos e dunas), a percentagem dos minerais pesados é sensivelmente idêntica, não existindo uma grande disparidade de valores. De salientar ainda, que os locais que contêm mais quantidade destes minerais são os correspondentes à floresta mista, local 1 e 5, com 2,89% e 3,07%, respectivamente, enquanto os locais 1 e 5 das dunas são os que apresentam menor quantidade.

Quadro 12: Percentagem dos minerais pesados nas amostras do Alentejo (Floresta Mista e Matos) e Quiaios (Dunas).

AMOSTRA	Minerais pesados	Minerais leves	% Minerais pesados
St. André 1	0,144	28,250	0,51%
St. André 5	0,031	10,170	0,30%
Alentejo - FM1	0,053	13,600	0,39%
Alentejo - FM5	0,066	26,310	0,25%
Alentejo - M1	0,743	35,500	2,05%
Alentejo - M5	0,391	123,190	0,32%

O quadro 12, corresponde aos locais 1 e 5 de floresta mista, matos e dunas do Distrito de Setúbal e, comparativamente ao quadro anterior, podemos referir que, a percentagem destes minerais é muito reduzida e uniforme em 5 locais, excepto no local 1 dos matos, que apresenta 2,05%.

No método de difracção a laser, os resultados serão apresentados em gráficos para cada uma das amostras, divididas por Distritos, ilustrando as curvas acumuladas e as curvas de frequência correspondentes às fracções granulométricas (fracção < 63 μm e fracção >63 μm).

De salientar que a Análise Granulométrica dos solos é o processo que tende definir, para determinadas faixas pré-estabelecidas de tamanho de grãos, a percentagem em peso que cada fracção possui em relação à massa total da amostra em análise.

2.1.1 Distrito de Coimbra

O distrito de Coimbra está representado por 6 amostras divididas pelos diferentes locais de recolha, nomeadamente 2 amostras para a zona de Dunas de Quiaios (Quiaios1 e Quiaios5), 2 amostras para a zona da Floresta Mista da Serra da Lousã (FM1 e FM5) e 2 amostras para a zona de Matos da Serra da Lousã (M1 e M5). Como anteriormente, já foi referido, cada uma destas amostras distam cerca de 400m umas das outras.

A amostra de Quiaios 1, com um peso da toma para análise de 112,670g, é composta quase na sua totalidade por material de fracção areno-cascalhenta (>63 μm), como se pode verificar na fig. 46, a grande maioria corresponde a areias (cerca de 99,97%).

Quiaios 1

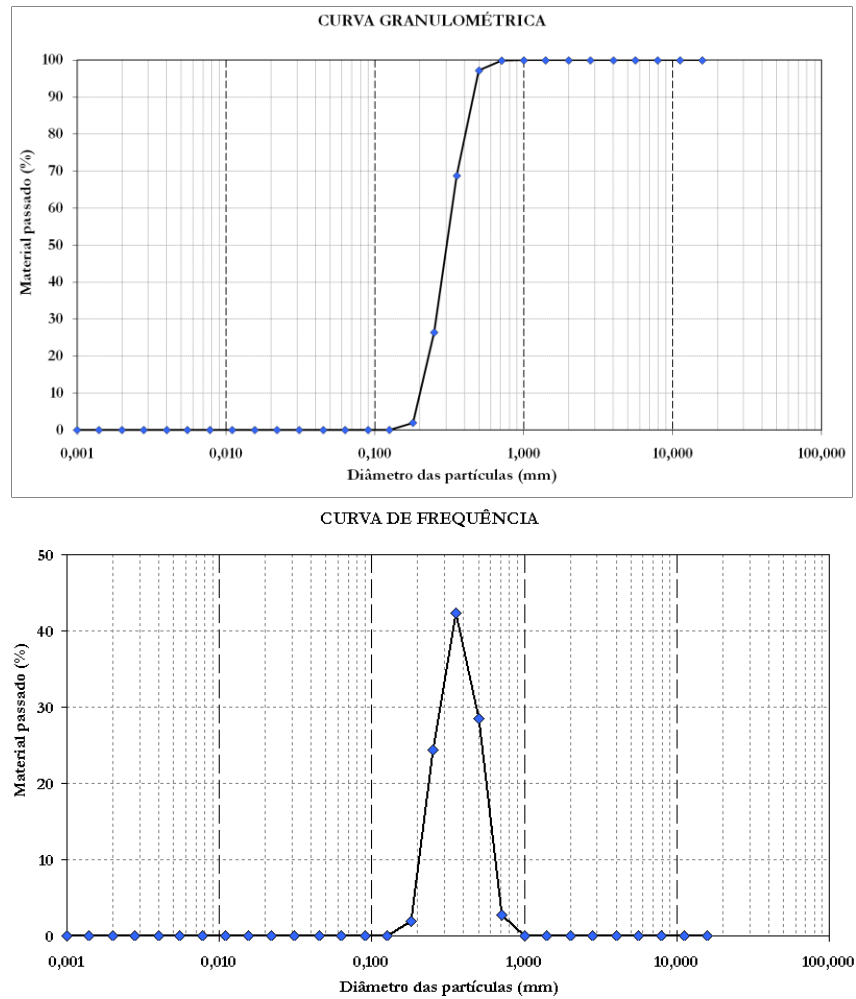


Figura 46: Representação gráfica da curva acumulada e da curva de frequência da amostra de Quiaios 1.

A amostra de Quiaios 5 (fig. 47), com um peso da toma para análise de 130,120g, apresenta na sua composição, como também acontece com a amostra anterior, uma frequência relativa de areias de 99,01% ($>63 \mu\text{m}$).

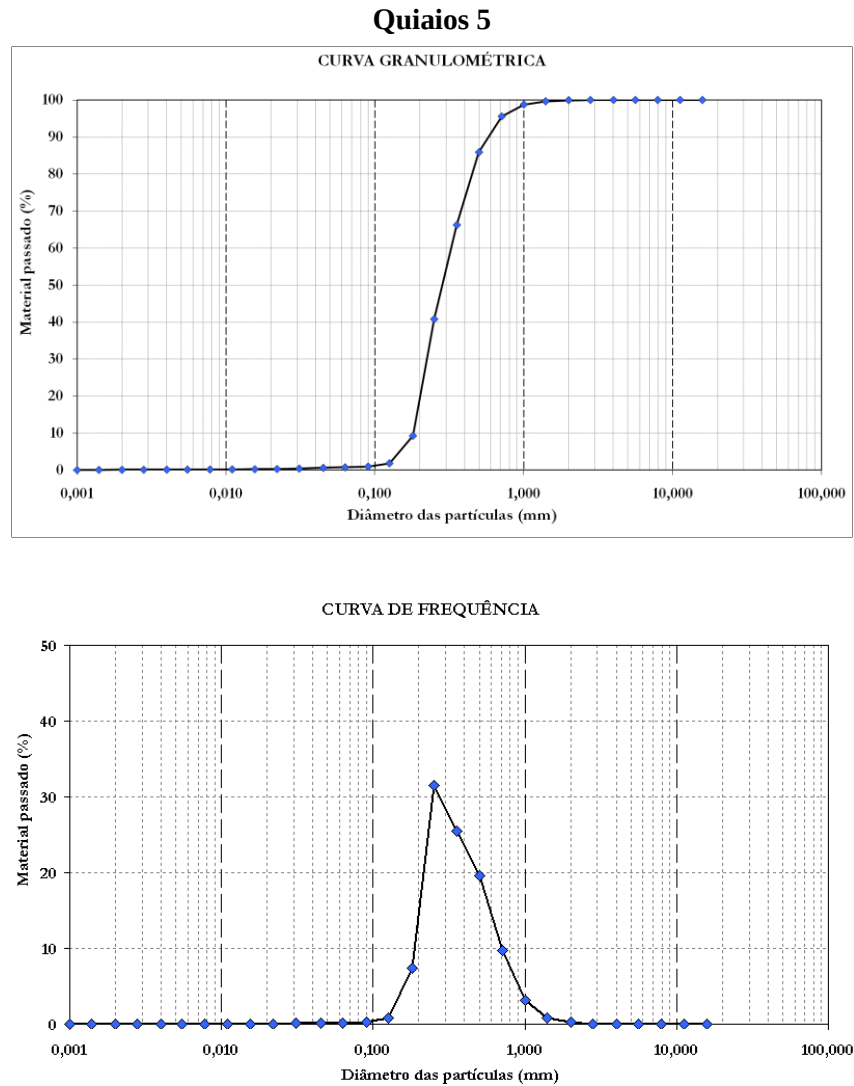


Figura 47: Representação gráfica da curva acumulada e da curva de frequência da amostra de Quiaios 5.

No que respeita à amostra de Serra da Lousã FM 1, e contrariamente ao que se verificou nas amostras de Quiaios, o material predominante pertence aos siltes, material fino, com cerca de 40,85%, seguido das areias com 33,24%, do areão com 11,61% e do seixo com 11,33% (fig. 48). De referir ainda que esta amostra tinha um peso da toma para análise de 102,740g.

Serra da Lousã (FM1)

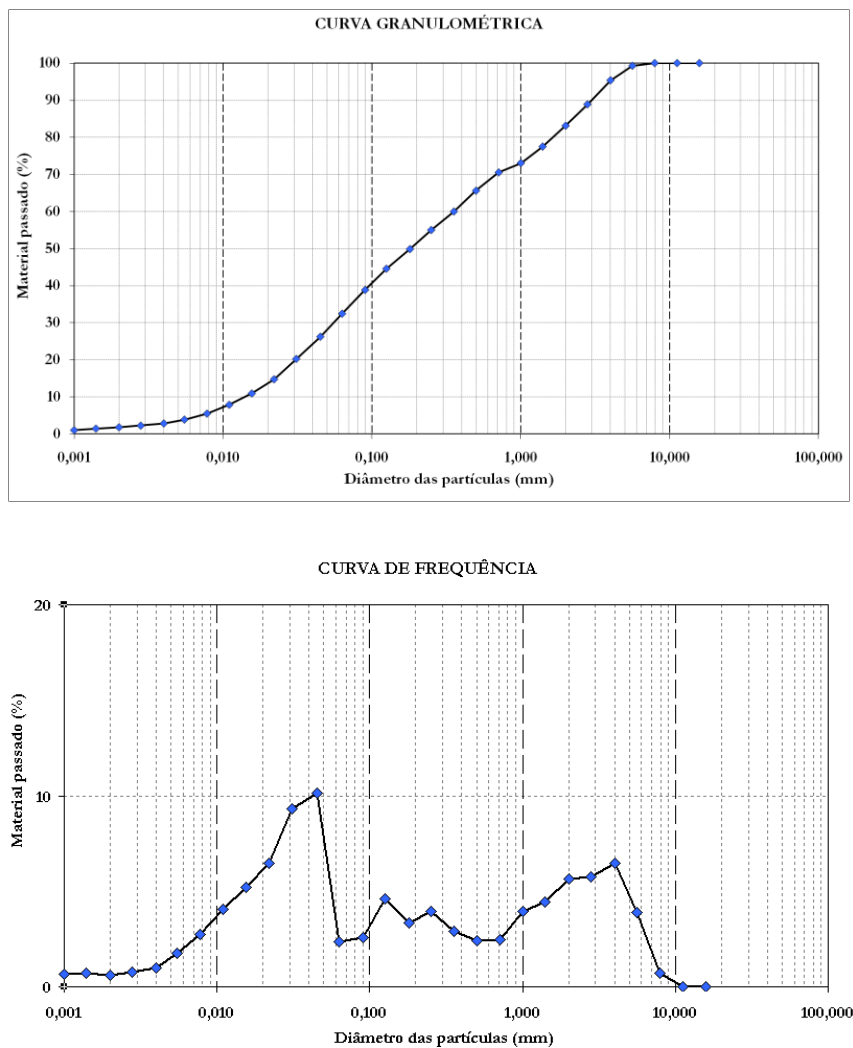


Figura 48: Representação gráfica da curva acumulada e da curva de frequência da amostra de Serra da Lousã Floresta Mista 1 (FM1).

Na amostra Serra da Lousã FM5 (fig. 49), com um peso da toma para análise de 78,280g, os siltes continuam a ser os materiais mais frequentes (63,60%), contudo e, contrariamente à amostra anterior, o seixo apresenta-se em segundo lugar com 13,86%.

Serra da Lousã (FM5)

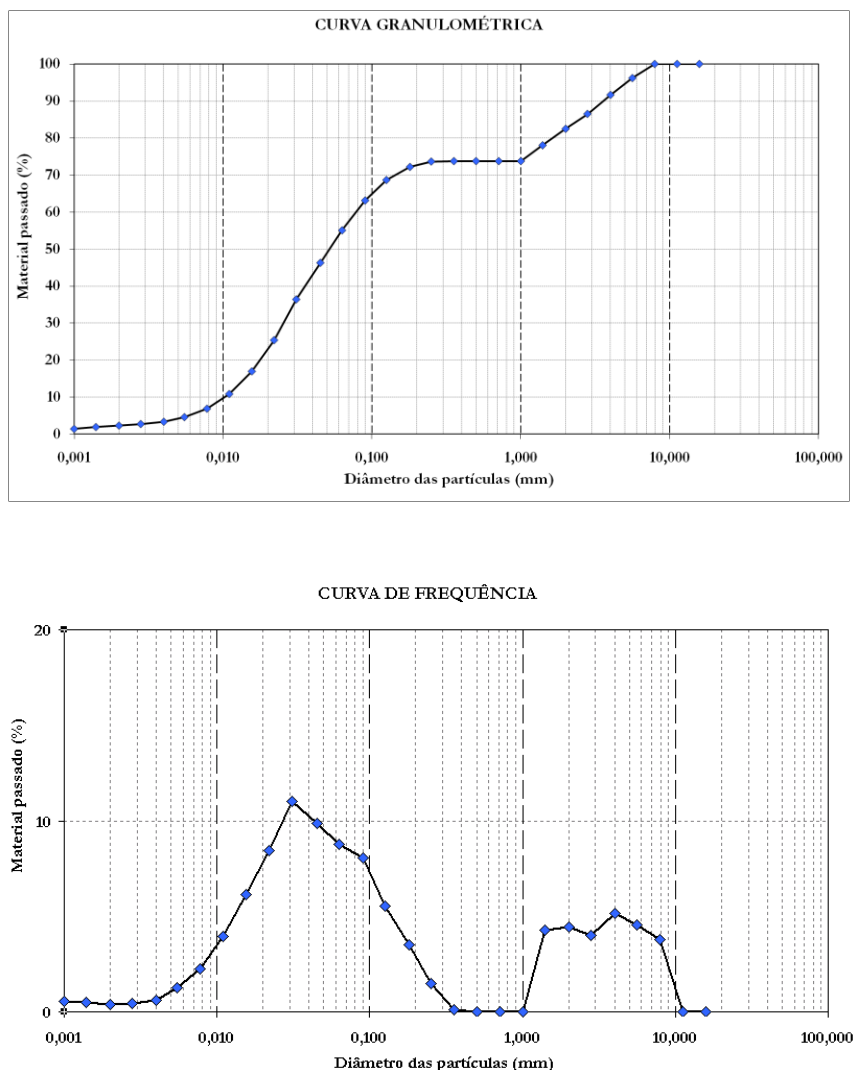


Figura 49: Representação gráfica da curva acumulada e da curva de frequência da amostra de Serra da Lousã Floresta Mista 5 (FM5).

Relativamente à amostra da Serra da Lousã M1, os materiais que se destacam são os referentes à fracção areno-cascalhenta ($>63 \mu\text{m}$), nomeadamente as areias com 36,72%. Os siltes aparecem logo em seguida com 28,01%, o seixo com 17,87% e o areão com 15,36%. A argila representa o último lugar com 2,04% (fig. 50).

Serra da Lousã (M1)

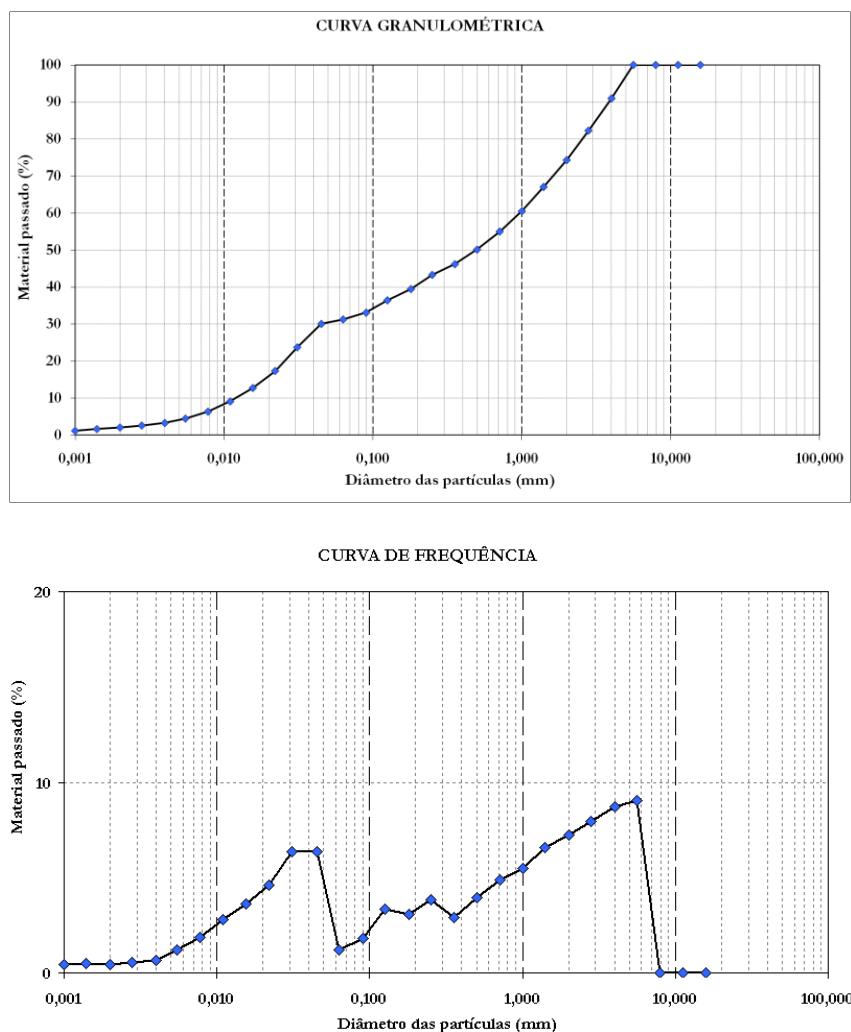


Figura 50: Representação gráfica da curva acumulada e da curva de frequência da amostra de Serra da Lousã Matos 1 (M1).

Por fim, a amostra M5 da Serra da Lousã com um peso da toma para análise de 109,990g (fig. 51), não difere muito da M1, isto porque, o material que continua a ser o predominante é o correspondente à fracção areno-cascalhenta, novamente as areias com 37,96%, mas no que respeita à frequência relativa de seixo, esta amostra comparativamente com a anterior é bastante superior com 35,69%.

Serra da Lousã (M5)

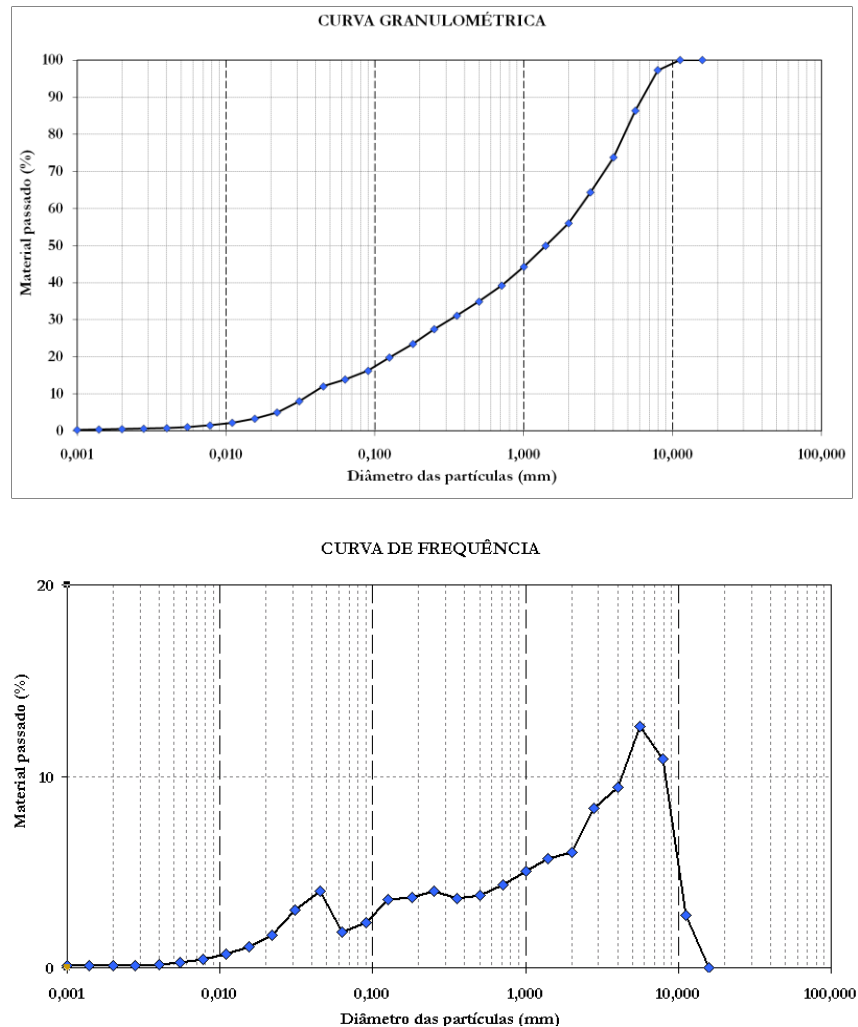


Figura 51: Representação gráfica da curva acumulada e da curva de frequência da amostra de Serra da Lousã Matos 5 (M5).

Depois de apresentados e discutidos os resultados da frequência relativa dos materiais analisados no granulómetro e por crivagem do distrito de Coimbra através de gráficos, efectuou-se também, uma comparação entre as amostras estudadas através do índice de similaridade (IS), referido anteriormente, que se apresentam de seguida:

Quadro 13: Índice de similaridade das fracções granulométricas das amostras de Quiaios 1 e Quiaios 5.

Material	Quiaios1	Quiaios5	IS
Argila	0,02	0,13	0,02
Siltes	0,01	0,51	0,01
Areias	99,97	99,01	99,01
Areão	0	0,35	0
Seixo	0	0	0
TOTAL	100	100	99,04

Quadro 14: Índice de similaridade das fracções granulométricas das amostras da Serra da Lousã Floresta Mista 1 e Serra da Lousã Floresta Mista 5.

Material	SLFM1	SLFM5	IS
Argila	2,97	3,05	2,97
Siltes	40,85	63,60	40,85
Areias	33,24	10,64	10,64
Areão	11,61	8,85	8,85
Seixo	11,33	13,86	11,33
TOTAL	100	100	74,64

Quadro 15: Índice de similaridade das fracções granulométricas das amostras da Serra da Lousã Matos 1 e Serra da Lousã Matos 5.

Material	SLM1	SLM5	IS
Argila	2,04	0,49	0,49
Siltes	28,01	11,44	11,44
Areias	36,72	37,96	36,72
Areão	15,36	14,42	14,42
Seixo	17,87	35,69	17,87
TOTAL	100	100	80,94

Observando o quadro 13, conclui-se que as duas amostras de Quiaios (1 e 5) são em tudo muito idênticas, obtendo um IS de quase 100, ou seja, estas duas amostras contêm praticamente as mesmas proporções dos diferentes materiais. No que respeita aos gráficos 14 e 15, apesar do IS ser superior a 50, ele apresenta-se mais baixo que nas amostras de Quiaios 1 e 5, com 74,64 na Floresta Mista e 80,94 nos Matos, ambos da Serra da Lousã, evidenciando contudo, também uma forte similaridade entre as amostras.

2.1.2 Distrito de Setúbal

O distrito de Setúbal, como se verificou anteriormente com o distrito de Coimbra, está caracterizado por 6 amostras divididas pelos diferentes locais de recolha, nomeadamente 2 amostras para a zona da Floresta Mista Alcácer do Sal (FM1 e FM5), 2 amostras para a zona de Matos de Santiago do Cacém (M1 e M5) e 2 amostras para a zona de Dunas de St. André (St. André1 e St. André5).

A amostra de St. André 1 contém 114,550 g de peso da toma para análise (fig. 52), sendo composta quase na sua totalidade por areias (99,99%) e o restante por areão (0,01%).

St. André 1

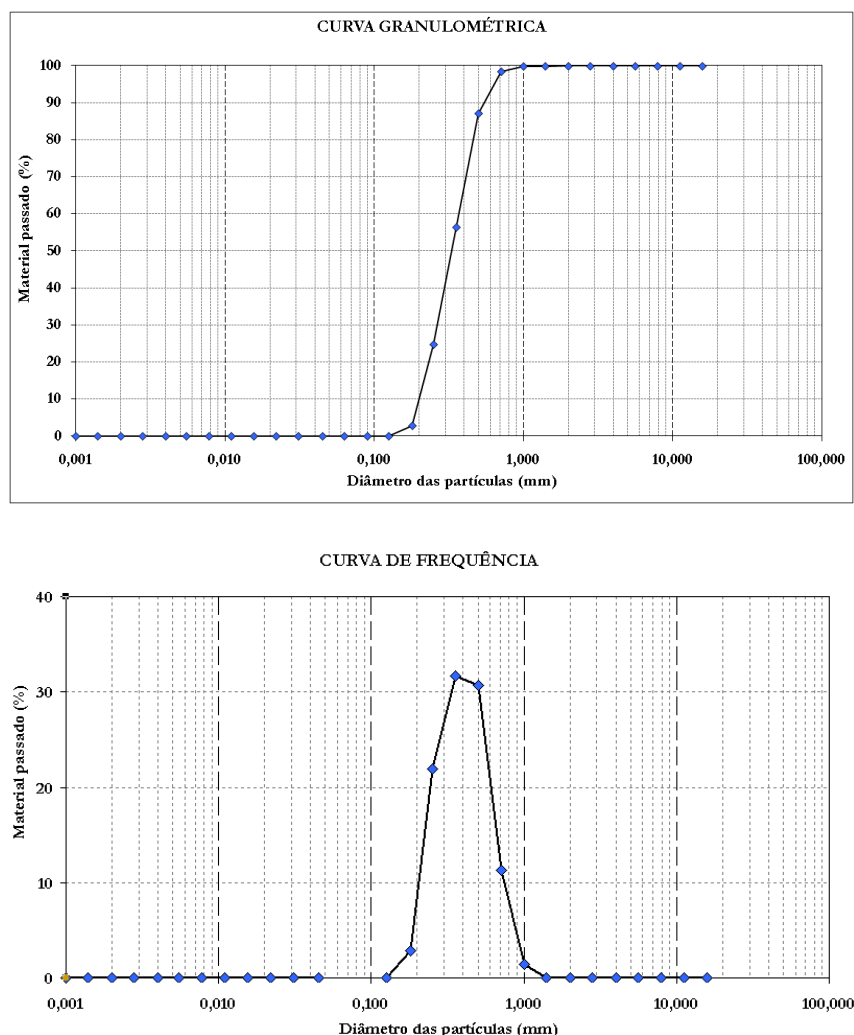


Figura 52: Representação gráfica da curva acumulada e da curva de frequência da amostra de St. André 1.

Com um peso da toma para análise de 98,660 g, a amostra de St. André 5 (fig. 53) apresenta algumas diferenças comparativamente com a anterior, apesar de distar da mesma cerca de 400m, esta apresenta uma frequência relativa de areias mais baixa (91,59%), estando o resto da amostra dividida por materiais como siltes (6,99%), argila (0,89%) e areão (0,53%).

St. André 5

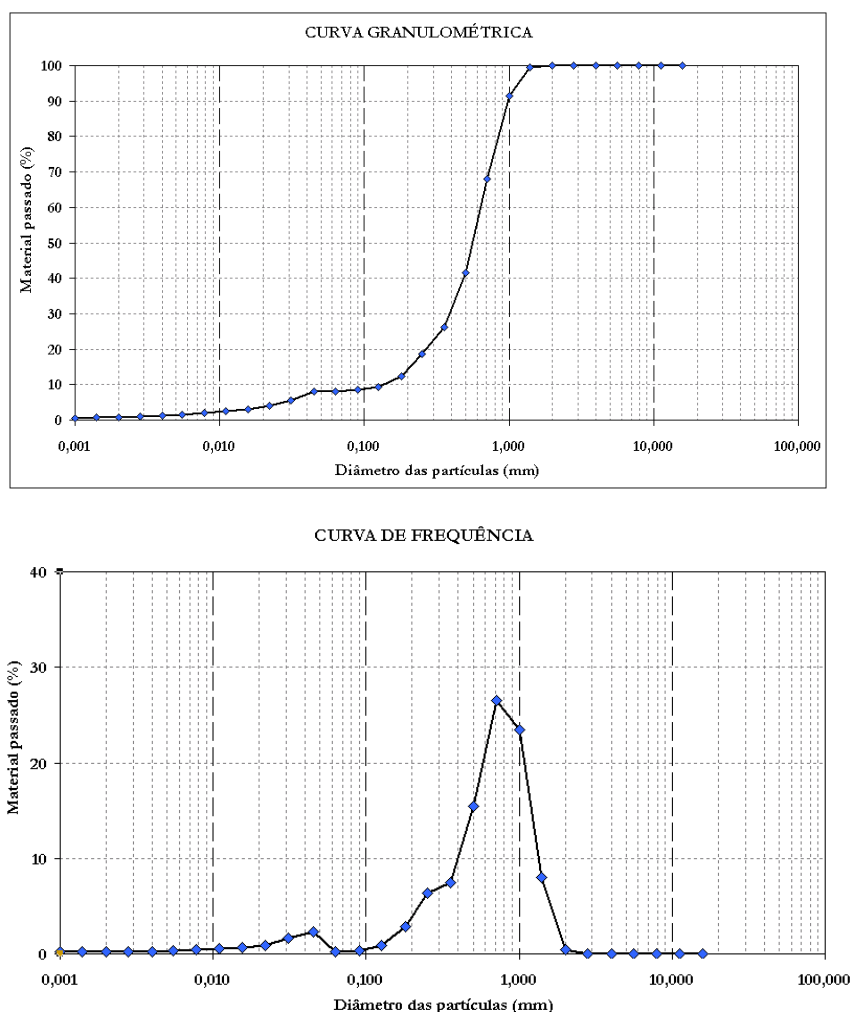


Figura 53: Representação gráfica da curva acumulada e da curva de frequência da amostra de St. André 5.

A amostra de Floresta Mista 1 do Alentejo (FM1) apresenta um peso da toma para análise de 90,280 g (fig. 54), sendo também aqui as areias as que se apresentam em maior quantidade com 81,47%, seguindo-se os siltes com 10,56% e o areão com 4,19%.

Alentejo (FM1)

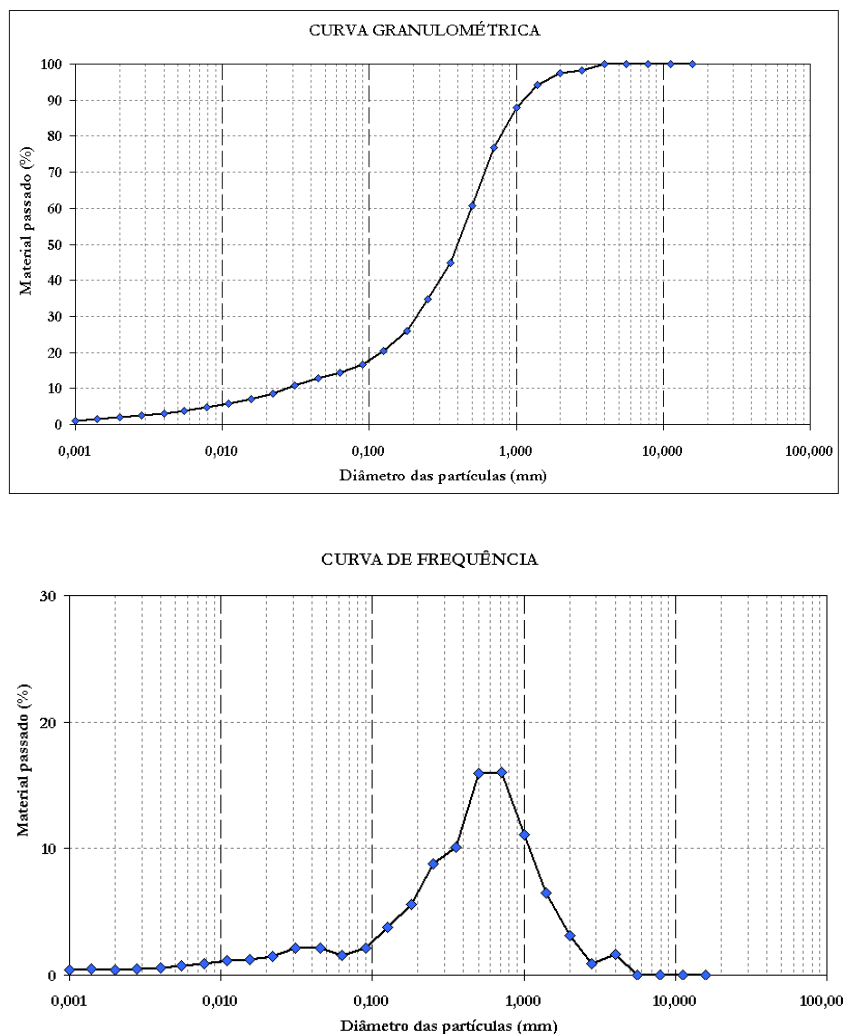


Figura 54: Representação gráfica da curva acumulada e da curva de frequência da amostra do Alentejo Floresta Mista 1 (FM1).

No que respeita à amostra do Alentejo FM5 e comparando com a anterior, não se notam diferenças muito significativas, uma vez que as areias continuam a ser o material mais significativo com 81,70%, aparecendo depois o areão com 7,41% e os seixos com 1,93% (fig. 55).

Alentejo (FM5)

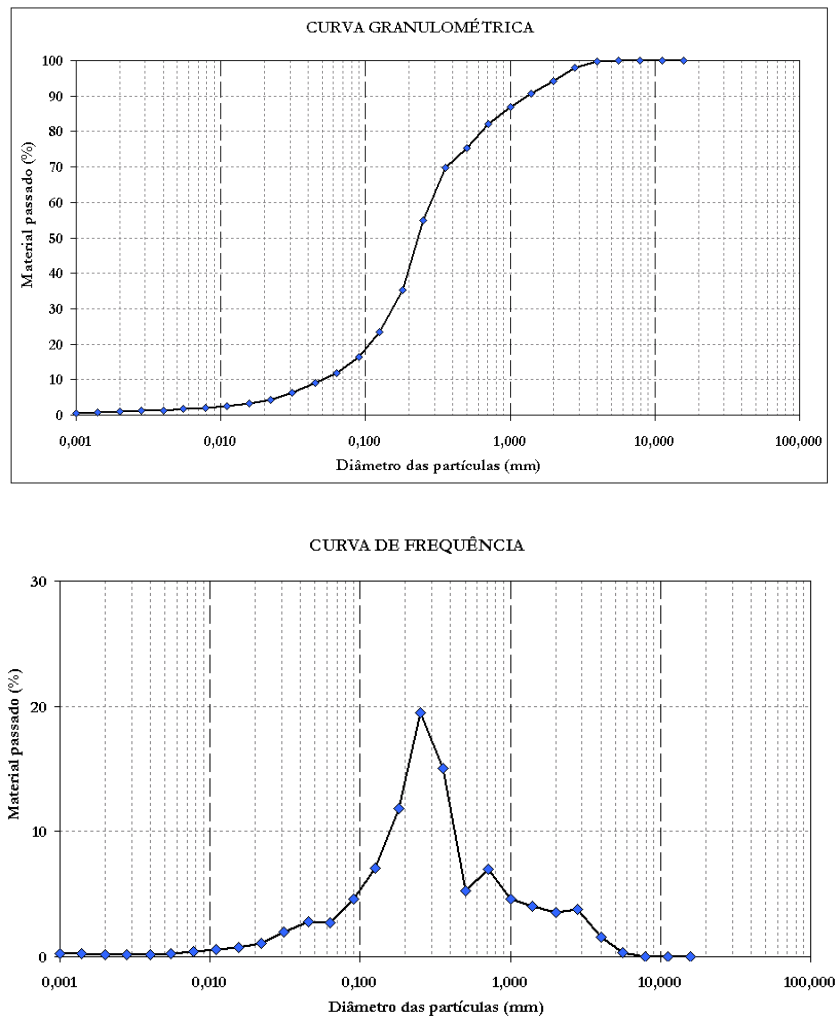


Figura 55: Representação gráfica da curva acumulada e da curva de frequência da amostra do Alentejo Floresta Mista 5 (FM5).

As últimas duas amostras do Alentejo correspondem à zona de Matos 1 e 5 e contêm um peso da toma para análise de 130 g e 99,840 g, respectivamente.

No que respeita à primeira amostra, Alentejo (M1), os materiais predominantes são areias com 40,53%, siltes com 33,57%, seixo com 9,94%, argila com 9,28% e areão com 6,68% (fig. 56).

Alentejo (M1)

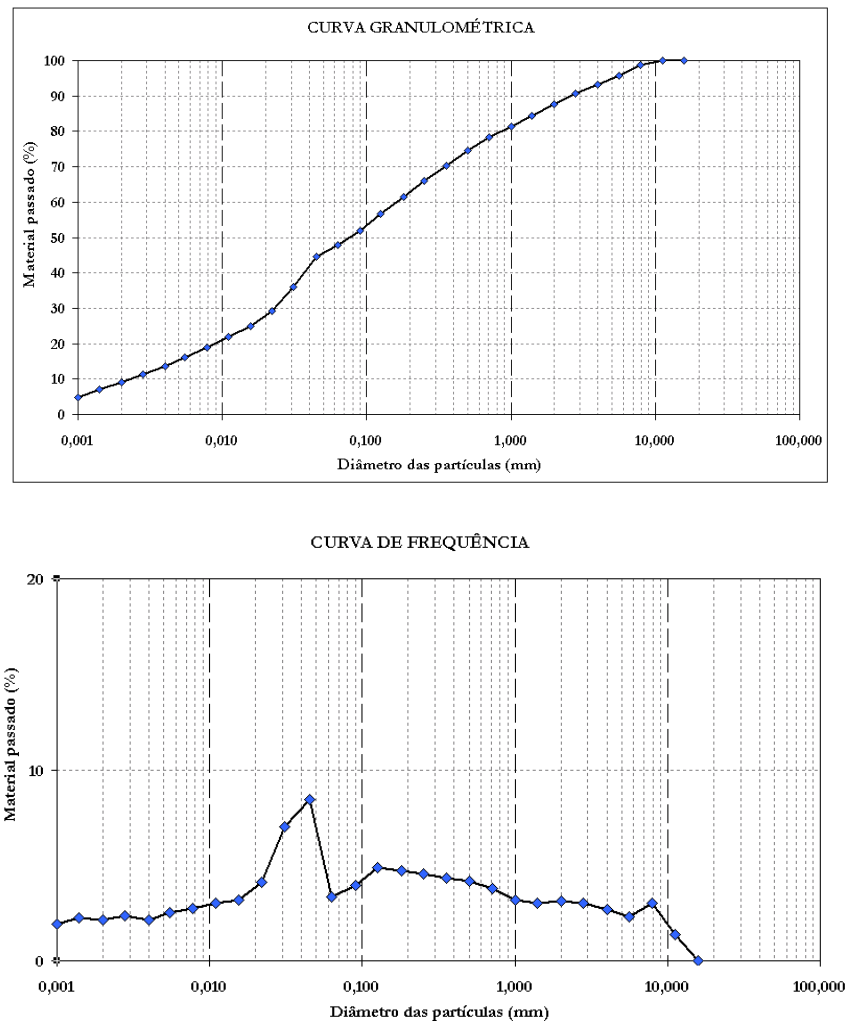


Figura 56: Representação gráfica da curva acumulada e da curva de frequência da amostra do Alentejo Matos 1 (M1).

Por último, a amostra Alentejo (M5) é muito semelhante à anterior, com 45,43% de areias e 32,41% de siltes, conforme se pode observar na figura 57.

Alentejo (M5)

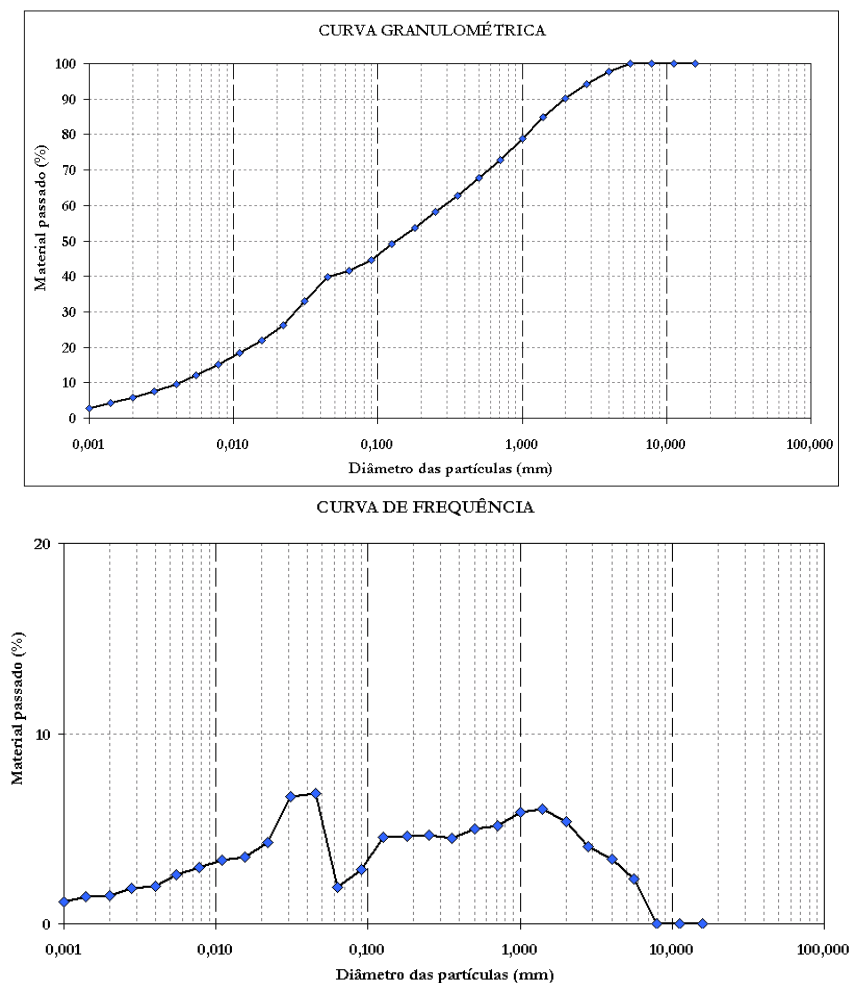


Figura 57: Representação gráfica da curva acumulada e da curva de frequência da amostra do Alentejo Matos 5 (M5).

Depois de expostos e comentados os resultados da frequência relativa dos materiais analisados no granulómetro e por crivagem do distrito de Setúbal através de gráficos, e tal como aconteceu anteriormente com as amostras de Coimbra, realizou-se também, uma comparação entre as amostras estudadas através do índice de similaridade (IS), que se apresentam de seguida:

Quadro 16: Índice de similaridade das fracções granulométricas das amostras de St. André 1 e St. André 5.

Crivagem	St. André1	St. André5	IS
Argila	0	0,89	0
Siltes	0	6,99	0
Areias	99,99	91,59	91,59
Areão	0,01	0,53	0,01
Seixo	0	0	0
TOTAL	100	100	91,60

Quadro 17: Índice de similaridade das fracções granulométricas das amostras de Alentejo Floresta Mista 1 e Alentejo Floresta Mista 5.

Crivagem	AFM1	AFM5	IS
Argila	1,99	0,92	0,92
Siltes	10,56	8,04	8,04
Areias	81,47	81,70	81,47
Areão	4,19	7,41	4,19
Seixo	1,79	1,93	1,79
TOTAL	100	100	96,41

Quadro 18: Índice de similaridade das fracções granulométricas das amostras de Alentejo Matos 1 e Alentejo Matos 5.

Crivagem	AM1	AM5	IS
Argila	9,28	6,26	6,26
Siltes	33,57	32,41	32,41
Areias	40,53	45,43	40,53
Areão	6,68	9,79	6,68
Seixo	9,94	6,11	6,11
TOTAL	100	100	91,99

Analisando os quadros 16, 17 e 18, facilmente se conclui que as amostras apresentam um IS muito próximo de 100, mais propriamente 91,60 nas amostras St André 1/St André5, 96,41 nas amostras AFM1/AFM5 e 91,99 nas amostras AM1/AM5, o quer evidenciar a grande semelhança entre elas.

2.2 Composição mineralógica

2.2.1 Mineralogia da amostra total (DRX)

O estudo da mineralogia da amostra total foi realizado através da difracção de raios X (DRX). A difracção de raios X (DRX) é a técnica que só por si fornece informações mais amplas, precisas e detalhadas quanto à qualificação, caracterização e quantificação dos minerais presentes numa argila. Além disso, a DRX é uma técnica de análise não destrutiva, rápida e muito versátil (permite vários tipos de preparação e tratamento dos espécimes). Tem apenas o obstáculo de não se poder aplicar a minerais não cristalinos ou com cristalinidade incipiente (Gomes, 1986).

Assim, através do estudo de difractogramas (**Apêndice III**), que é o resultado gráfico da difracção de raios X, foram elaborados quadros que a seguir se apresentam. Nestes quadros estão representados os valores semi-quantitativos dos minerais de quartzo, filossilicatos e feldspatos presentes em cada uma das amostras de cada região dos dois distritos estudados (Coimbra e Setúbal).

Os três minerais, representados nos próximos gráficos, apresentam algumas características importantes, nomeadamente, o mineral QUARTZO é um dos mais abundantes e ocorre como constituinte principal de muitas rochas ígneas, sedimentares e metamórficas. Encontra-se também como mineral acessório e como mineral secundário em filões e jazigos metassomáticos; os FILOSSILICATOS, ou como vulgarmente se designam, silicatos em folhas, formam folhas paralelas de tetraedros de silicato. São exemplos de filossilicatos, os minerais do grupo das micas (moscovite, biotite), do grupo da serpentina, do grupo das argilas (caulinite, esmectite, ilite), o talco, a clorite, etc., e, finalmente o grupo dos FELDSPATOS são os constituintes mais abundantes das rochas ígneas. A ubiquidade dos feldspatos conjuntamente com a sua grande gama de composições químicas levou, inevitavelmente, a que sejam utilizados como a base principal da classificação das rochas ígneas. Estes minerais são os constituintes principais da maior parte dos gneisses e xistos, dos pegmatitos simples e são também comuns em filões minerais (Deer, Howie & Zussman, 2008).

De mencionar que, quer para os minerais argilosos quer para minerais não argilosos qualquer estimativa semi-quantitativa baseia-se na relação directa entre as intensidades de certos máximos de difracção específicos de cada espécie mineral e os teores das mesmas (Gomes, 1986).

Quadro 19: Valores semi-quantitativos totais de quartzo, filossilicatos e feldspatos nas amostras da Serra da Lousã (Floresta mista e Matos) e Quiaios (Dunas).

	Quartzo	Filossilicatos	Feldspatos
Serra da Lousã - FM1	0,71	0,25	0,04
Serra da Lousã – FM5	0,61	0,36	0,03
Serra da Lousã - M1	0,64	0,33	0,03
Serra da Lousã – M5	0,68	0,29	0,03
Quiaios 1	0,93	0,03	0,04
Quiaios 5	0,85	0,08	0,07

Observando o quadro 19, é de referir que o quartzo está bem representado nas dunas (areias) de Quiaios, sendo dos três minerais o que se encontra aqui em maiores quantidades, os filossilicatos apresentam-se uniformemente distribuídos na floresta mista e matos, contudo apresentam-se em quantidades mais reduzidas nas amostras de Quiaios 1 e Quiaios 5 e, por fim, os feldspatos contêm particularmente as mesmas quantidades nas três zonas estudadas do distrito de Coimbra.

De seguida serão apresentados os índices de similaridade (IS) das amostras do distrito de Coimbra, com o intuito de se efectuar uma comparação entre as mesmas.

Quadro 20: Índice de similaridade (IS) dos valores semi-quantitativos totais dos minerais de quartzo, filossilicatos e feldspatos das amostras de Quiaios 1 e Quiaios 5.

Minerais	Quiaios1	Quiaios5	IS
Quartzo	93	85	85
Filossilicatos	3	8	3
Feldspatos	4	7	4
TOTAL	100	100	92

Quadro 21: Índice de similaridade (IS) dos valores semi-quantitativos totais dos minerais de quartzo, filossilicatos e feldspatos das amostras da Serra da Lousã Floresta Mista 1 e Serra da Lousã Floresta Mista 5.

Minerais	SLFM1	SLFM5	IS
Quartzo	71	61	61
Filossilicatos	25	36	25
Feldspatos	4	3	3
TOTAL	100	100	89

Quadro 22: Índice de similaridade (IS) dos valores semi-quantitativos totais dos minerais de quartzo, filossilicatos e feldspatos das amostras da Serra da Lousã Matos 1 e Serra da Lousã Matos 5.

Minerais	SLM1	SLM5	IS
Quartzo	64	68	64
Filossilicatos	33	29	29
Feldspatos	3	3	3
TOTAL	100	100	96

Os quadros 20, 21 e 22 apresentam os índices de similaridade referente às amostras do distrito de Coimbra e, no que concerne à comparação entre as várias amostras, pode-se concluir que as amostras que apresentam um maior grau de semelhança são as correspondentes à floresta mista 1 e 5 com um IS de 96, ou seja, estas amostras são praticamente iguais, seguido das amostras das dunas (Quiaios 1 e 5) com um IS de 92 e, por fim, as amostras deste distrito que apresentam um IS mais baixo e que, por isso, são as menos semelhantes correspondem aos matos 1 e 5 da Serra da Lousã com um IS de 89.

Quadro 23: Valores semi-quantitativos totais de quartzo, filossilicatos e feldspatos nas amostras do Alentejo (Floresta mista e Matos) e St. André (Dunas).

	Quartzo	Filossilicatos	Feldspatos
Alentejo - FM1	0,97	0,00	0,03
Alentejo - FM5	0,95	0,00	0,05
Alentejo - M1	0,85	0,09	0,06
Alentejo - M5	0,75	0,12	0,13
St. André 1	0,95	0,01	0,04
St. André 5	0,98	0,00	0,01

Relativamente ao distrito de Setúbal (quadro 23), o quartzo aparece bem representado e apresentando as quantidades mais elevadas nas três zonas desta região (dunas, floresta mista e matos), enquanto os filossilicatos e os feldspatos aparecem em quantidades ínfimas mas também uniformemente distribuídos.

Depois de examinados os valores semi-quantitativos totais dos minerais de quartzo, filossilicatos e feldspatos presentes nas amostras do distrito de Coimbra, será apresentado de seguida os quadros do IS das amostras referentes ao distrito de Setúbal.

Quadro 24: Índice de similaridade (IS) dos valores semi-quantitativos totais dos minerais de quartzo, filossilicatos e feldspatos das amostras de St. André 1 e St. André 5.

Minerais	St. André1	St. André5	IS
Quartzo	95	98	95
Filossilicatos	1	0	0
Feldspatos	4	2	2
TOTAL	100	100	97

Quadro 25: Índice de similaridade (IS) dos valores semi-quantitativos totais dos minerais de quartzo, filossilicatos e feldspatos das amostras do Alentejo Floresta Mista 1 e Alentejo Floresta Mista 5.

Minerais	AFM1	AFM5	IS
Quartzo	97	95	95
Filossilicatos	0	0	0
Feldspatos	3	5	3
TOTAL	100	100	98

Quadro 26: Índice de similaridade (IS) dos valores semi-quantitativos totais dos minerais de quartzo, filossilicatos e feldspatos das amostras do Alentejo Matos 1 e Alentejo Matos 5.

Minerais	AM1	AM5	IS
Quartzo	85	75	75
Filossilicatos	9	12	9
Feldspatos	6	13	6
TOTAL	100	100	90

Verificando os quadros 18, 19 e 20, facilmente se nota que o IS destas amostras do distrito de Setúbal é praticamente igual nas amostras dos três tipos de locais (dunas, floresta mista e matos), apresentando todas um IS elevado, 97, 98 e 90, respectivamente, o que quer dizer que estas amostras são muito idênticas entre si.

2.2.2 Minerais de argila em lâminas sedimentadas (lâminas glicoladas)

Nesta parte do trabalho, recorreu-se aos difractogramas de amostras glicoladas (**Apêndice III**) para a semi-quantificação dos minerais de argila, assim, identificaram-se minerais de caulinite, ilite, moscovite, esmectite, clorite e interstratificados, sendo de seguida apresentados os quadros com a frequência relativa dos diferentes minerais presentes nas amostras dos dois distritos estudados.

Quadro 27: Frequência relativa dos minerais de argila nas amostras referentes à Floresta Mista 1 e 5 e aos Matos 1 e 5 da Serra da Lousã e às dunas de Quiaios 1 e 5; I10-14 – Interstratificados.

	Esmectite	Clorite	I10-14	Ilite	Caulinite
Quiaios 1	0,0	0,0	0,0	100,0	0,0
Quiaios 5	0,0	0,0	0,0	100,0	0,0
Serra da Lousã - M1	0,0	17,9	5,7	62,7	13,6
Serra da Lousã - M5	0,0	17,4	5,0	65,4	12,2
Serra da Lousã – FM1	0,0	16,8	4,7	64,1	14,4
Serra da Lousã - FM5	0,0	26,2	0,0	66,7	7,1

Ao observar o quadro 27, pode-se concluir que o mineral de argila exclusivo das amostras de Quiaios é a Ilite, sendo este mineral também o que apresenta uma maior frequência relativa nas zonas de floresta mista e matos da Serra da Lousã.

No que respeita aos minerais de clorite e caulinite, verifica-se por exemplo, que na região de matos da Serra da Lousã, eles apresentam uma frequência relativa bastante semelhante, enquanto na região da floresta mista, estes dois minerais apresentam algumas disparidades, sendo que a frequência relativa respeitante aos minerais das amostras da floresta mista 1 é sensivelmente o dobro da dos minerais das amostras da floresta mista 5.

De referir ainda, que no que concerne aos interstratificados, os mesmos revelam uma frequência relativa semelhante nas amostras de matos 1 e 5, enquanto nas amostras da floresta mista 1, estes minerais apresentam uma frequência relativa de 4,7%, não estando presentes na amostra de floresta mista 5. Por fim, o mineral de esmectite não foi encontrado nestas amostras referentes ao Distrito de Coimbra.

Depois de apresentados e discutidos os resultados da frequência relativa dos minerais de argila, realizou-se também, uma comparação entre as amostras estudadas do distrito de Coimbra, através do índice de similaridade (IS), que se apresentam de seguida.

Quadro 28: Índice de similaridade (IS) dos minerais de argila das amostras de Quiaios 1 e Quiaios 5.

Minerais de argila	Quiaios1	Quiaios5	IS
Esmectite	0	0	0
Clorite	0	0	0
Interstratificados	0	0	0
Ilite	100	100	100
Caulinite	0	0	0
TOTAL	100	100	100

Quadro 29: Índice de similaridade (IS) dos minerais de argila das amostras da Serra da Lousã Floresta Mista 1 e Serra da Lousã Floresta Mista 5.

Minerais de argila	SLM1	SLM5	IS
Esmectite	0	0	0
Clorite	17,9	17,4	17,4
Interstratificados	5,7	5	5
Ilite	62,7	65,4	62,7
Caulinite	13,6	12,2	12,2
TOTAL	100	100	97,3

Quadro 30: Índice de similaridade (IS) dos minerais de argila das amostras da Serra da Lousã Matos 1 e Serra da Lousã Matos 5.

Minerais de argila	SLFM1	SLFM5	IS
Esmectite	0	0	0
Clorite	16,8	26,2	16,8
Interstratificados	4,7	0	0
Ilite	64,1	66,7	64,1
Caulinite	14,4	7,1	7,1
TOTAL	100	100	88

Observando os quadros 28, 29 e 30, correspondentes ao índice de similaridade (IS) entre as amostras do distrito de Coimbra, facilmente se nota que as amostras que são totalmente idênticas, com um IS de 100, são as correspondentes às dunas de Quiaios 1 e Quiaios 5. As amostras SLM1/SLM5 apresentam um IS de 97,3 e as SLFM1/SLFM5 um IS de 88, verificando-se também aqui nestas amostras uma elevada semelhança.

Quadro 31: Frequência relativa dos minerais de argila nas amostras referentes à Floresta Mista 1 e 5 e aos Matos 1 e 5 do Alentejo e às dunas de St. André 1 e 5; I10-14 – Interstratificados.

	Esmectite	Clorite	I10-14	Ilite	Caulinite
St. André 1	0,0	0,0	0,0	100,0	0,0
St. André 5	0,0	0,0	0,0	86,4	13,6
Alentejo - M1	0,0	4,5	0,0	70,2	25,3
Alentejo - M5	3,2	10,9	0,0	81,5	4,4
Alentejo - FM1	0,0	0,0	0,0	70,9	29,1
Alentejo - FM5	0,0	21,4	0,0	78,6	0,0

Observando o quadro 31, verifica-se que as amostras apresentam diferenças bastantes significativas. No que respeita às dunas de St. André o mineral predominante é a ilite com 100% em St. André 1 e 86,4% em St. André 5, sendo este mineral e, tal como aconteceu com as amostras do Distrito de Coimbra, o que se encontra melhor representado em todas as amostras do Distrito de Setúbal.

No que respeita ao mineral de caulinite, este encontra-se em maiores quantidades na floresta mista 1 (29,1%) e na região de matos1 (25,3%), contudo não foi identificado nas dunas de St. André 1 e na floresta mista 5.

O mineral de clorite apresenta uma frequência relativa de 21,4% na floresta mista 5, enquanto nas dunas de St. André (1 e 5) e na floresta mista 1 o mesmo não foi verificado. Por fim, o mineral esmectite só foi verificado nas amostras de matos 5 com uma frequência relativa de 3,2% e os interstratificados não foram identificados nestas amostras do Distrito de Setúbal.

De seguida e, tal como aconteceu com as amostras do distrito de Coimbra, apresenta-se o IS para as amostras do distrito de Setúbal, efectuando-se assim, uma comparação entre as amostras estudadas.

Quadro 32: Índice de similaridade (IS) dos minerais de argila das amostras de St. André 1 e St. André 5.

Minerais de argila	St. André1	St. André5	IS
Esmectite	0	0	0
Clorite	0	0	0
Interstratificados	0	0	0
Ilite	100	86,4	86,4
Caulinite	0	13,6	0
TOTAL	100	100	86,4

Quadro 33: Índice de similaridade (IS) dos minerais de argila das amostras do Alentejo Matos 1 e Alentejo Matos 5.

Minerais de argila	AM1	AM5	IS
Esmectite	0	3,2	0
Clorite	4,5	10,9	4,5
Interstratificados	0	0	0
Ilite	70,2	81,5	70,2
Caulinite	25,3	4,4	4,4
TOTAL	100	100	79,1

Quadro 34: Índice de similaridade (IS) dos minerais de argila das amostras do Alentejo Floresta Mista 1 e Alentejo Floresta Mista 5.

Minerais de argila	AFM1	AFM5	IS
Esmectite	0	0	0
Clorite	0	21,4	0
Interstratificados	0	0	0
Ilite	70,9	78,6	70,9
Caulinite	29,1	0	0
TOTAL	100	100	70,9

Verificando os quadros 32, 33 e 34, facilmente se identifica que as amostras das dunas de St. André (1 e 5) e, tal como se verificou com as do distrito de Coimbra, são aquelas que apresentam um grau de semelhança mais elevado, possuindo um IS de 86,4. No que respeita às amostras de matos (1 e 5) e da floresta mista (1 e 5), as mesmas apresentam um IS de 79,1 e 70,9, respectivamente, que, apesar de não ser tão elevado como o das dunas, também revela uma certa semelhança entre as mesmas.

2.2.3 Mineralogia da fracção densa (minerais pesados)

O trabalho rotineiro de identificação deste grupo de terrígenos foi realizado, na maior parte dos casos, com o auxílio do microscópio petrográfico de luz transmitida. Desta forma, foi apenas possível reconhecer as espécies transparentes, ficando de fora a possibilidade de identificação dos exemplares opacos. O estudo ao microscópio não permite normalmente reconhecer eventuais variedades dentro de uma espécie de mineral transparente.

Os minerais transparentes identificados pertencem ao grupo dos silicatos e dos fosfatos. No **Apêndice IV** apresenta-se uma breve descrição como se processa a identificação deste tipo de minerais, quais as suas características fundamentais, os critérios práticos de identificação óptica e a sua proveniência. Em primeiro lugar apresentam-se os silicatos de estrutura mais simples: olivina, zircão, granada, silimanite, andaluzite, distena e estauroлите. A seguir faz-se referência a outros com estruturas mais complexas: epídoto, turmalina, piroxenas, anfíbola e biotite. Por fim, no grupo dos fosfatos menciona-se a presença de apatite (fosfato de cálcio).

Os resultados das frequências relativas dos minerais pesados das amostras analisadas, bem como a abundância dos minerais opacos contabilizados numa área de 100 minerais pesados serão apresentados nos quadros seguintes.

O primeiro distrito a ser analisado e, como se tem verificado anteriormente é o de Coimbra com as suas amostras da Floresta Mista (FM1 e FM5), de Matos (M1 e M5) e das dunas (Quiaios 1 e Quiaios 5).

Quadro 35: Frequência relativa dos minerais pesados transparentes e abundância relativa dos minerais opacos nas amostras da Serra da Lousã Floresta Mista 1 e 5.

Serra da Lousã - FM 1		Serra da Lousã - FM 5	
Alterito	94%	Alterito	98%
Biotite	4%	Biotite	1%
Moscovite	2%	Moscovite	1%
100%			
Opacos	42	Opacos	26

O quadro 35 apresenta os diferentes minerais presentes nas amostras da floresta mista da Serra da Lousã, sendo que o alterito é o mineral quase exclusivo destas duas amostras. No que concerne aos minerais opacos eles estão em maior quantidade em FM1 com 42 minerais em 100.

Quadro 36: Frequência relativa dos minerais pesados transparentes e abundância de minerais opacos nas amostras da Serra da Lousã Matos 1 e 5.

Serra da Lousã - M1		Serra da Lousã - M5	
Alterito	86%	Alterito	89%
Biotite	11%	Biotite	9%
Moscovite	3%	Moscovite	2%
100%			
Opacos	79	Opacos	26

Os minerais predominantes nas zonas de matos da Serra da Lousã (quadro 36) são novamente os alteritos, de referir apenas que, e comparativamente às amostras anteriores, nestas duas amostras é possível encontrar uma frequência relativa de biotite bastante substancial. Relativamente aos minerais opacos, a sua ocorrência em M1 é bastante superior à encontrada em M5.

Quadro 37: Frequência relativa dos minerais pesados transparentes e abundância de minerais opacos nas amostras das Dunas de Quiaios 1 e 5.

Quiaios 1		Quiaios 5	
Alteritos	25%	Alteritos	21%
Andaluzite	36%	Andaluzite	25%
Anfíbola	5%	Anfíbola	14%
Biotite	1%	Biotite	0%
Distena	1%	Distena	0%
Estaurolite	5%	Estaurolite	16%
Granada	1%	Granada	1%
Moscovite	1%	Moscovite	2%
Silimanite	1%	Silimanite	4%
Turmalina	23%	Turmalina	16%
Zircão	1%	Zircão	0%
Não Identificado	0%	Não Identificado	1%
100%			
Opacos	10	Opacos	11

No que concerne às amostras das dunas da Serra da Lousã e, comparando com as anteriores, facilmente se nota que as mesmas figuram uma maior diversidade, ocorrendo aqui 12 minerais diferentes (quadro 37).

Os minerais predominantes são, contrariamente ao verificado anteriormente, a andaluzite e a turmalina, sendo que os alteritos estão aqui também em grandes quantidades.

No que respeita aos minerais opacos, eles apresentam-se muito pouco representados, 10/11 em 100.

Depois de discutidos os resultados da frequência relativa dos minerais pesados do distrito de Coimbra através de quadros, efectuou-se também, uma comparação entre as amostras estudadas através do índice de similaridade (IS), que se apresentam de seguida:

Quadro 38: Índice de similaridade dos minerais pesados das amostras da Serra da Lousã Floresta Mista 1 e Serra da Lousã Floresta Mista 5.

Minerais pesados	SLFM1	SLFM5	IS
Andaluzite	0	0	0
Alteritos	94	98	94
Anfíbola	0	0	0
Apatite	0	0	0
Biotite	4	1	1
Distena	0	0	0
Estaurolite	0	0	0
Granada	0	0	0
Moscovite	2	1	1
Silimanite	0	0	0
Turmalina	0	0	0
Zircão	0	0	0
Não Identificado	0	0	0
TOTAL	100	100	96

Quadro 39: Índice de similaridade dos minerais pesados das amostras da Serra da Lousã Matos 1 e Serra da Lousã Matos 5.

Minerais pesados	SLM1	SLM5	IS
Alteritos	86	89	86
Biotite	11	9	9
Granada	0	0	0
Moscovite	3	2	2
TOTAL	100	100	97

Quadro 40: Índice de similaridade dos minerais pesados das amostras de Quiaios 1 e Quiaios 5.

Minerais pesados	Quiaios1	Quiaios5	IS
Alteritos	25	21	21
Andaluzite	36	25	25
Anfibola	5	14	5
Apatite	0	0	0
Biotite	1	0	0
Distena	1	0	0
Epídoto	0	0	0
Estaurolite	5	16	5
Granada	1	1	1
Moscovite	1	2	1
Silimanite	1	4	1
Turmalina	23	16	16
Zircão	1	0	0
Não Identificado	0	1	0
TOTAL	100	100	75

Observando os quadros 38, 39 e 40, facilmente se pode concluir, que as amostras pertencentes à Serra da Lousã, nomeadamente, floresta mista e matos, têm um IS muito próximo de 100, o que quer dizer que são muito semelhantes, existindo poucas diferenças entre elas. No que respeita às amostras de Quiaios 1 e Quiaios 5, elas apresentam um IS de 75, ou seja, ainda apresentam algumas semelhanças.

De seguida, e da mesma forma que foram apresentados os minerais pesados presentes nas amostras do distrito de Coimbra, também aqui serão os do distrito de Setúbal.

Quadro 41: Frequência relativa dos minerais pesados transparentes e abundância de minerais opacos nas amostras do Alentejo Floresta Mista 1 e 5.

Alentejo - FM1		Alentejo - FM5	
Alteritos	8%	Alteritos	11%
Andaluzite	18%	Andaluzite	32%
Estaurolite	20%	Estaurolite	5%
Silimanite	1%	Silimanite	1%
Turmalina	53%	Turmalina	48%
Zircão	0%	Zircão	1%
Não Identificado	0%	Não Identificado	2%
100%			
Opacos	31	Opacos	26

Observando o quadro 41, verifica-se que estão presentes 6 minerais pesados, sendo a andaluzite e a turmalina, aqueles que possuem a frequência relativa mais significativa, tanto em FM1 como em FM5. A quantidade de minerais opacos nestas duas amostras é sensivelmente a mesma, 31 em FM1 e 26 em FM5 num universo de 100.

Quadro 42: Frequência relativa dos minerais pesados transparentes e abundância de minerais opacos nas amostras do Alentejo Matos 1 e 5.

Alentejo - M1		Alentejo - M5	
Alterito	97%	Alterito	94%
Biotite	2%	Biotite	1%
Granada	0%	Granada	1%
Moscovite	1%	Moscovite	4%
100%			
Opacos	84	Opacos	50

No que respeita à zona de matos e, comparativamente com o quadro anterior, denota-se que nestas amostras existem 4 minerais pesados diferentes (quadro 42), em que os alteritos são os minerais quase exclusivos, existindo uma ínfima frequência de biotite e moscovite. Os

opacos aparecem na amostra M1 em grande quantidade, 84 em 100, sendo que na amostra M5 eles correspondem a metade (50).

Quadro 43: Frequência relativa dos minerais pesados transparentes e abundância de minerais opacos nas amostras das Dunas de St. André 1 e 5.

St. André 1		St. André 5	
Alteritos	12%	Alteritos	11%
Andaluzite	31%	Andaluzite	24%
Apatite	0%	Apatite	1%
Distena	1%	Distena	0%
Epídoto	0%	Epídoto	1%
Estaurolite	12%	Estaurolite	14%
Moscovite	1%	Moscovite	3%
Silimanite	2%	Silimanite	0%
Turmalina	39%	Turmalina	45%
Zircão	1%	Zircão	0%
Não Identificado	1%	Não Identificado	1%
100%			
Opacos	16	Opacos	32

Para finalizar, o quadro 43 referente à zona de dunas de St. André apresenta 11 minerais pesados diferentes, sendo a andaluzite e a turmalina os que melhor se encontram representados. No que respeita aos minerais opacos eles apresentam-se com 16 em St. André 1 e 32 em St. André 5, ou seja, esta última amostra tem o dobro da primeira.

Depois de explanados os resultados da frequência relativa dos minerais pesados do distrito de Setúbal através de quadros, e na continuidade do que foi feito para as amostras de Coimbra, realizou-se também, uma comparação entre as amostras estudadas através do índice de similaridade (IS), que se expõem de seguida:

Quadro 44: Índice de similaridade dos minerais pesados das amostras de Alentejo Floresta Mista 1 e Alentejo Floresta Mista 5.

Minerais pesados	AFM1	AFM5	IS
Andaluzite	18	32	18
Alteritos	8	11	8
Anfíbola	0	0	0
Apatite	0	0	0
Biotite	0	0	0
Distena	0	0	0
Estaurolite	20	5	5
Granada	0	0	0
Moscovite	0	0	0
Silimanite	1	1	1
Turmalina	53	48	48
Zircão	0	1	0
Não Identificado	0	2	0
TOTAL	100	100	80

Quadro 45: Índice de similaridade dos minerais pesados das amostras de Alentejo Matos 1 e Alentejo Matos 5.

Minerais pesados	AM1	AM5	IS
Alteritos	97	94	94
Biotite	2	1	1
Granada	0	1	0
Moscovite	1	4	1
TOTAL	100	100	96

Quadro 46: Índice de similaridade dos minerais pesados das amostras de St. André1 e St. André5.

Minerais pesados	St.André1	St. André5	IS
Alteritos	12	11	11
Andaluzite	31	24	24
Anfibola	0	0	0
Apatite	0	1	0
Biotite	0	0	0
Distena	1	0	0
Epídoto	0	1	0
Estaurolite	12	14	12
Granada	0	0	0
Moscovite	1	3	1
Silimanite	2	0	0
Turmalina	39	45	39
Zircão	1	0	0
Não Identificado	1	1	1
TOTAL	100	100	88

Os quadros 44, 45 e 46 apresentam o IS das amostras da região do Alentejo, onde se pode verificar que as amostras AM1/AM5, pertencentes à zona de matos, contêm um IS de 96, o que quer dizer que as mesmas apresentam características mineralógicas muito semelhantes. Em segundo lugar ocorrem as amostras de St.André1/St.André5 com um IS de 88 e, por fim, as amostras AFM1/AFM5 com 80, prevalecendo aqui também grandes semelhanças em termos mineralógicos.

3. Comparação dos resultados nos 2 Distritos

Após a apresentação dos resultados, tanto das análises palinológicas como das análises de geologia, é de todo importante efectuar uma comparação entre os dois distritos estudados, no intuito de correlacionar dados e efectivar comparações entre estas duas regiões tão diferentes em termos topográficos e climatéricos.

Neste sentido, foram elaborados gráficos equiparando os diferentes grãos de pólen e minerais encontrados nas dunas (Quiaios e St. André), floresta mista (Serra da Lousã e Alentejo) e matos (Serra da Lousã e Alentejo).

3.1 Amostras palinológicas

No que respeita à análise palinológica, podemos concluir que na zona das dunas de Quiaios e St. André existem diferenças substanciais (figura 58), mais concretamente em termos de diversidade, sendo que Quiaios apresenta 17 *taxa* diferentes e St. André quase o dobro, 30.

Verifica-se então, que as discrepâncias entre estas regiões são na presença de certos palinomorfos que ocorrem em Quiaios e na sua ausência em St. André, e vice-versa, sendo que, quando estão presentes os mesmos palinomorfos as suas quantidades são substancialmente diferentes. Assim, a amostra de Quiaios apresenta grãos de pólen de *Carex*, *Corylus avellana*, *Eucalyptus* e *Lavandula*, que não estão presentes na amostra de St. André e, por outro lado, esta última região ostenta grãos de pólen de *Artemisia*, *Chenopodiaceae*, *Cistaceae*, *Compositae*, *Euphorbia*, *Halimium/Helianthemum*, *Hypericum*, *Malcolmia*, *Nymphaea*, *Pancratium*, *Rosaceae*, *Rumex*, *Salix*, *Thymus*, *Rosmarinus officinalis* e *Urtica* que, efectivamente não estão figurados nas dunas de Quiaios. De referir ainda, que o palinomorfo mais representativo nas duas regiões é o género *Pinus*, com 405 espécimes encontradas em Quiaios e 284 em St. André.

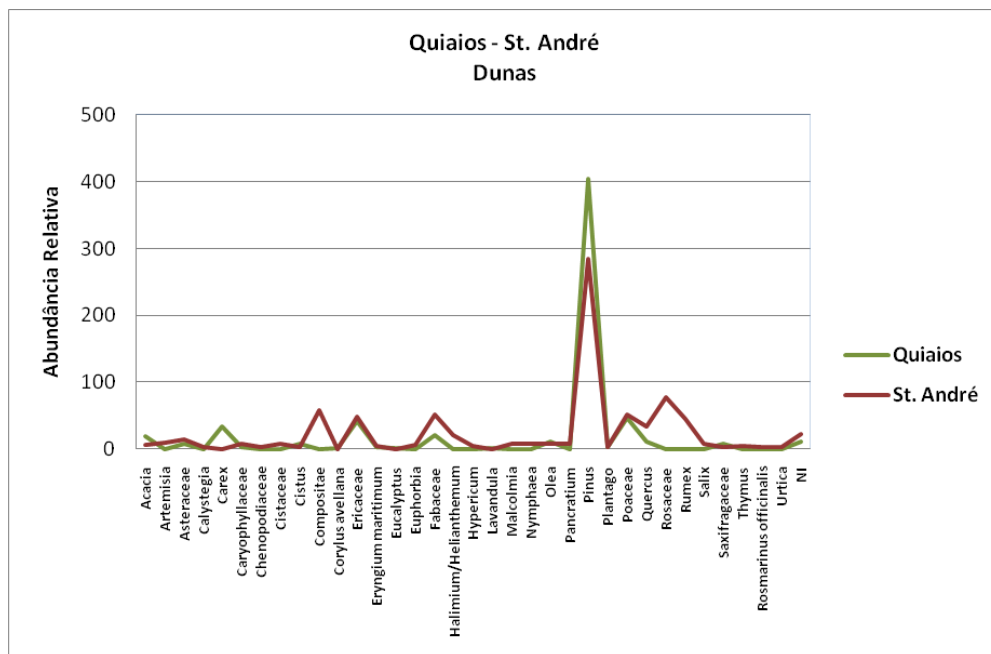


Figura 58: Abundância relativa dos grãos de pólen presentes nas dunas de Quiaios e St. André.

A zona de floresta mista da Serra da Lousã e do Alentejo e, tal como se verificou no gráfico anterior, também apresenta muitas desigualdades em termos de abundância relativa e presença/ausência de grãos de pólen (figura 59). Na Serra da Lousã foram identificados 18 taxa, comparativamente à zona do Alentejo que apresentou 27. Os grãos de pólen mais representativos e presentes nas duas regiões foram, nomeadamente, os da família *Fabaceae* (SLFM-56; AFM-105), do género *Pinus* (SLFM-441; AFM-98), da família *Poaceae* (SLFM-182; AFM-224), do género *Quercus* (SLFM-98; AFM-218) e da família *Rosaceae* (SLFM-54; AFM-64). Os géneros *Juniperus* e *Polypodium* apresentam-se representados na floresta mista da Serra da Lousã e estão ausentes nas amostras do Alentejo, contudo, nas amostras AFM figuram os grãos de pólen *Alnus*, *Avena sativa*, *Betulaceae*, *Caryophyllaceae*, *Daphne*, *Eucalyptus*, *Halimium/Helianthemum*, *Hypericum*, *Lagurus ovatus*, *Lycopodium*, *Plantago*, *Pteridaceae* e *Salix*, os quais não estão presentes nas amostras SLFM.

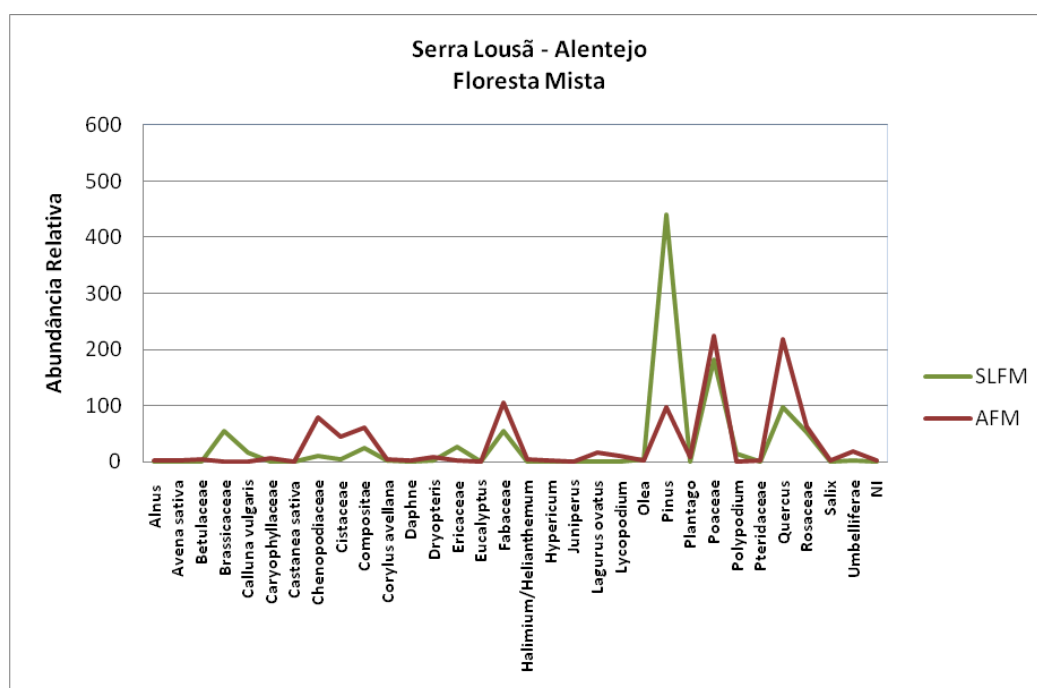


Figura 59: Abundância relativa dos grãos de pólen presentes nas amostras da Serra da Lousã Floresta Mista (SLFM) e do Alentejo Floresta Mista (AFM).

Para finalizar a comparação das amostras palinológicas do distrito de Coimbra com as do distrito de Setúbal, a figura 60 que a seguir se apresenta, corresponde à zona de matos das regiões da Serra da Lousã e do Alentejo. Também aqui existem algumas disparidades, indo ao encontro do que se explanou anteriormente, evidenciando e reforçando igualmente, que estas duas regiões são muito distintas em termos palinológicos. Assim, os únicos

palinomorfos que se assemelham mais em termos de abundância relativa e, que estão presentes nas duas regiões, são os pertencentes à família *Poaceae* (SLM-187; AM-129) e à *Rosaceae* (SLM-63; AM-68), sendo que os referentes a *Alnus glutinosa*, *Calluna vulgaris*, *Chamaespartium tridentatum*, *Cistus psilosepalus*, *Halimium/Helianthemum*, *Olea*, *Polypodium* e *Ulex*, encontram-se somente presentes na zona da Serra da Lousã e os respeitantes a *Aegilops*, *Allium*, *Asparagus*, *Avena sativa*, *Betulaceae*, *Caryophyllaceae*, *Chenopodiaceae*, *Cistaceae*, *Corylus avellana*, *Cryptogramma*, *Cytisus*, *Dactylis*, *Daphne*, *Eucalyptus*, *Fabaceae*, *Helicrysum*, *Pimpinella*, *Plantago*, *Quercus*, *Rumex*, *Saxifragae*, *Silene*, *Trifolium*, *Umbelliferae* e *Verbascum* estão unicamente figurados nos matos do Alentejo.

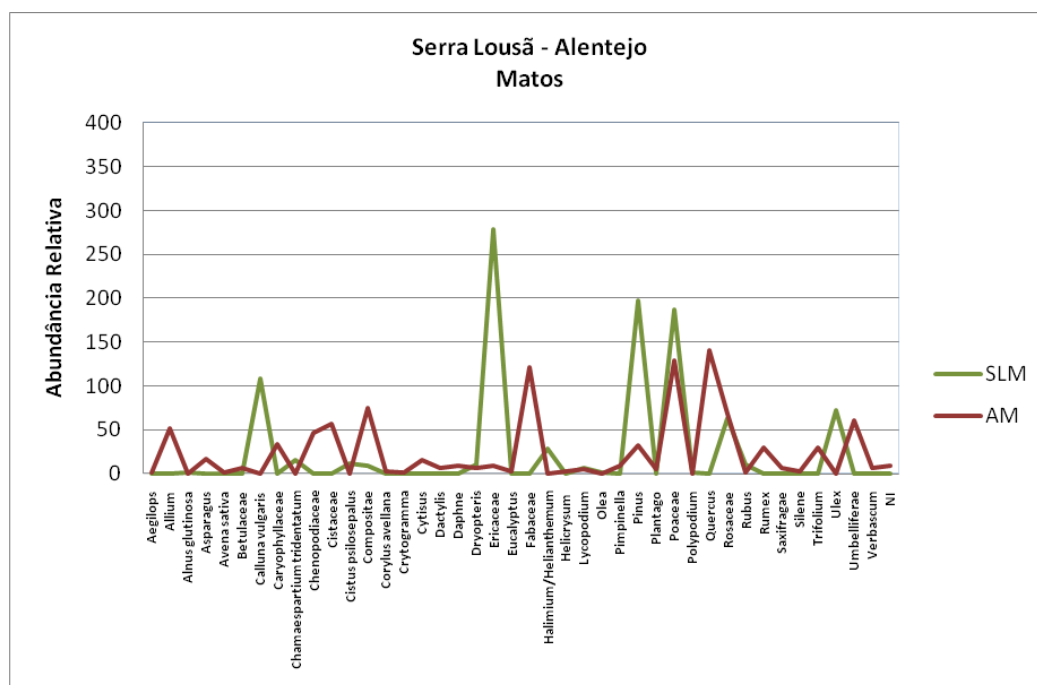


Figura 60: Abundância relativa dos grãos de pólen presentes na Serra da Lousã Matos (SLM) e do Alentejo Matos (AM).

3.2 Amostras de geologia

Analizadas as amostras respeitantes à palinologia, de seguida efectuar-se-á o estudo comparativo em termos mineralógicos das amostras dos dois distritos estudados. Assim, os gráficos que a seguir se apresentam são os respeitantes à comparação da percentagem dos minerais pesados presentes nas amostras das dunas de Quiaios (1 e 5) e de St. André (1 e 5).

Observando as figuras 61, 62 e 63 podemos concluir que os minerais pesados apresentam-se melhor representados nas amostras referentes ao distrito de Coimbra, notando-se assim, uma disparidade de valores entre os distritos estudados e, que na realidade, era isso mesmo que se pretendia reforçar.

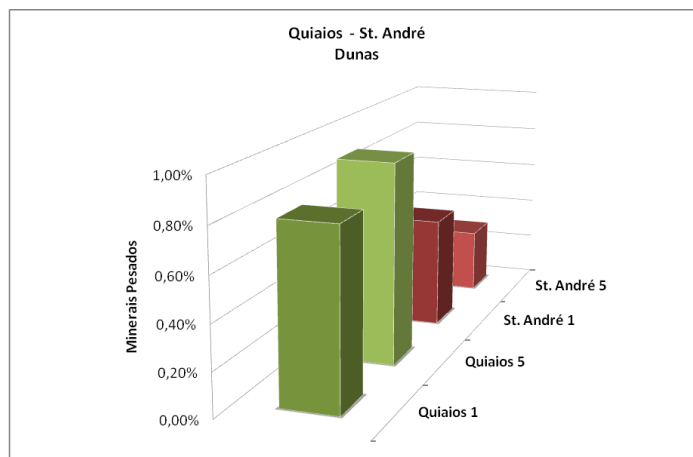


Figura 61: Percentagem dos minerais pesados presentes nas amostras de Quiaios e St. André.

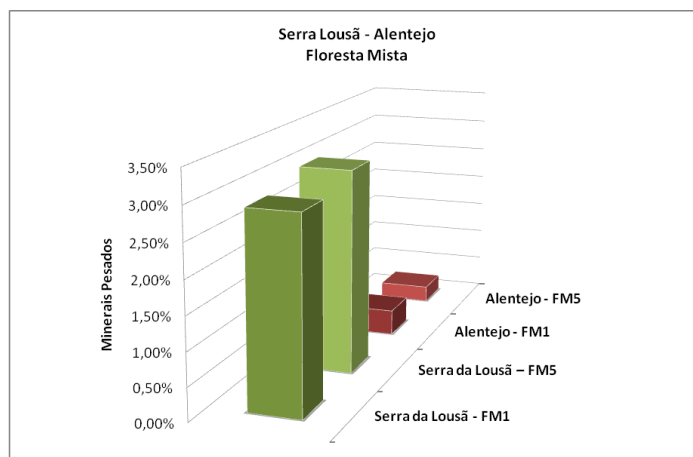


Figura 62: Percentagem dos minerais pesados presentes nas amostras da Serra da Lousã Floresta Mista e do Alentejo Floresta Mista.

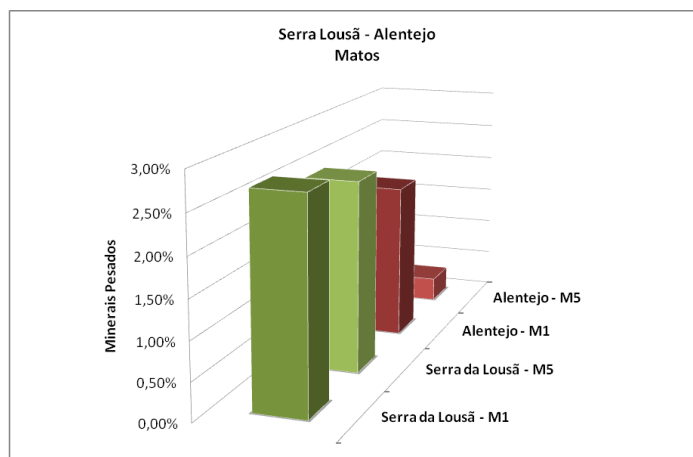


Figura 63: Percentagem dos minerais pesados presentes nas amostras da Serra da Lousã Matos e do Alentejo Matos.

Apresentadas as discrepâncias entre a percentagem dos minerais pesados, é agora altura de analisar a frequência relativa das fracções granulométricas presentes nas dunas, na floresta mista e nos matos dos dois distritos estudados. Assim, observando a figura 64, poder-se-á concluir que em termos de concentração de minerais da fracção areno-cascalhenta ($> 63\mu\text{m}$), nomeadamente de areias, estas constituem a quase totalidade das amostras (Quiaios1-99,97%; Quiaios5-99,01%; St.André1-99,99% e St.André5-91,59%), pelo que é facilmente notório que as amostras de dunas não são fáceis de diferenciar, apesar de que a amostra St.André5 distancia-se das outras em termos de frequência relativa de siltes com 6,99%.

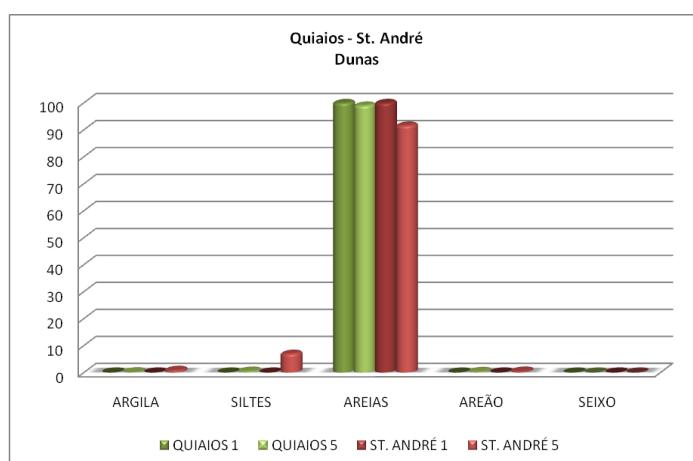


Figura 64: Frequência relativa das fracções granulométricas presentes nas dunas de Quiaios e St. André.

No que concerne à próxima figura 65 e, contrariamente ao anterior, já se verificam algumas divergências, mais precisamente nas concentrações de siltes (fracção $< 63\mu\text{m}$), de areias, de areão e seixo (fracções $> 63\mu\text{m}$). Assim, observando o gráfico conclui-se que as

amostras da floresta mista da Serra da Lousã apresentam uma maior frequência relativa de siltes (SLFM1-40,85%; SLFM5-63,60%), areão (SLFM1-11,61%; SLFM5-8,85%) e seixo (SLFM1-11,33%; SLFM5-13,86%), enquanto as amostras do Alentejo apresentam uma maior concentração de areias (AFM1-81,47%; AFM5-81,70%).

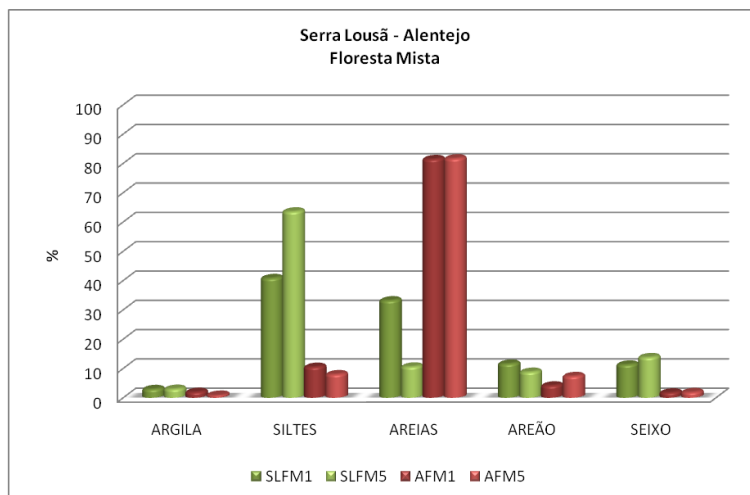


Figura 65: Frequência relativa das fracções granulométricas presentes na floresta mista da Serra da Lousã e do Alentejo.

Por fim, no que respeita à comparação das zonas dos matos, também aqui existem desigualdades, observando a figura 66, pode-se verificar que a argila (AM1-9,28%; AM5-6,26%), os siltes (AM1-33,57%; AM5-32,41%) e as areias (AM1-40,53%; AM5-45,43%) apresentam uma maior frequência relativa na região do Alentejo, por outro lado o areão (SLM1-15,36%; SLM5-14,42%) e o seixo (SLM1-17,87%; SLM5-35,69%) encontram-se mais fortemente representados na região da Serra da Lousã.

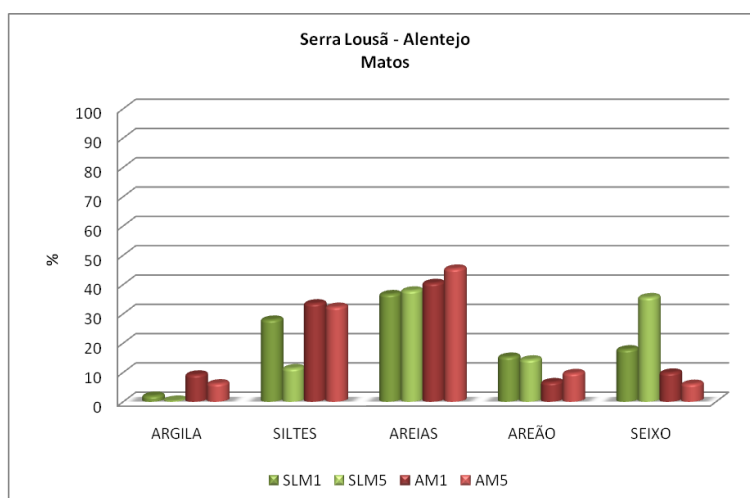


Figura 66: Frequência relativa das fracções granulométricas presentes nos matos da Serra da Lousã e do Alentejo.

Depois de se ter verificado as diferenciações entre os minerais nas duas regiões em termos de granulometria, chegou agora a altura de efectuarmos a comparação sobre os valores semi-quantitativos dos minerais de argila observados nas zonas estudadas.

Assim, e visualizando a próxima figura 67, onde estão representados os valores semi-quantitativos do quartzo, dos filossilicatos e dos feldspatos, é de salientar que em termos gerais, estes minerais apresentam-se figurados com mais importância nas dunas de Quiaios, apesar de, no que respeita ao quartzo não existe uma grande disparidade de valores entre os dois distritos estudados (Quiaios1-0,93; Quiaios5-0,85 e St.André1-0,94; St.André5-0,98).

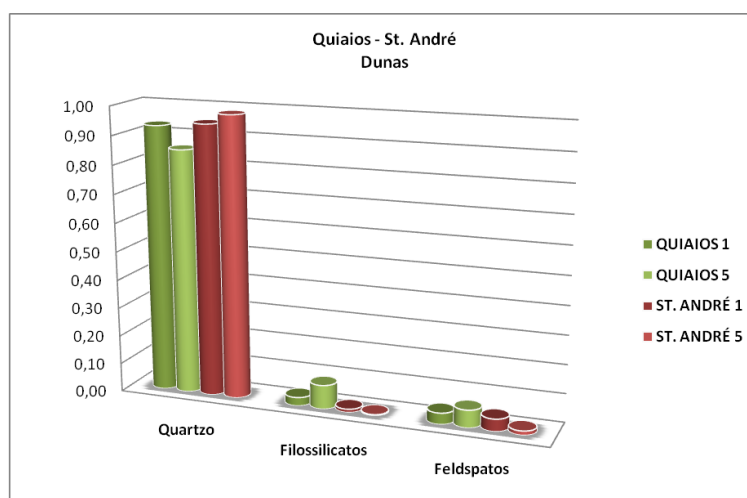


Figura 67: Valores semi-quantitativos de quartzo, filossilicatos e feldspatos presentes nas amostras das dunas de Quiaios e St. André.

No que respeita à floresta mista, denota-se pela figura 68 seguinte, que existe uma equidade de valores relativamente aos feldspatos, contudo no que concerne aos minerais de quartzo e filossilicatos verifica-se uma discrepância de valores entre as regiões da Serra da Lousã e do Alentejo, sendo que o quartzo é o mineral que apresenta valores mais elevados na região do Alentejo (AFM1-0,97; AFM5-0,95) e os filossilicatos na região da Serra da Lousã (SLFM1-0,25; SLFM5-0,36).

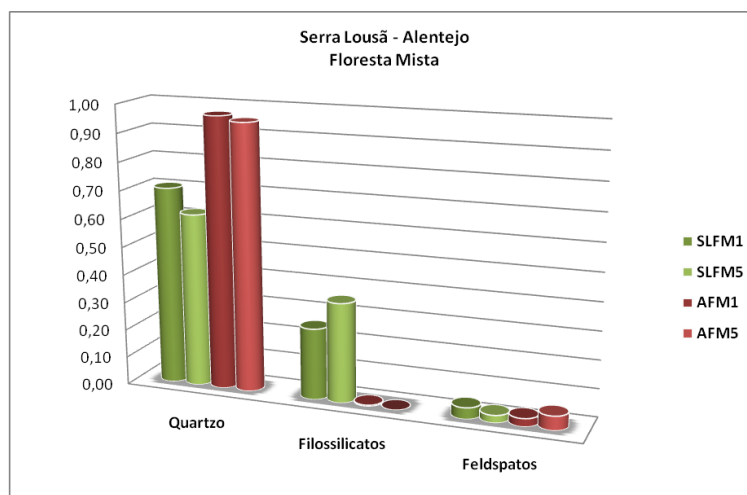


Figura 68: Valores semi-quantitativos de quartzo, filossilicatos e feldspatos presentes nas amostras da floresta mista da Serra da Lousã e do Alentejo.

Para finalizar, falta efectuar a comparação dos mesmos minerais na zona de matos das regiões estudadas. Para isso, elaborou-se a figura 69 seguinte que nos indica, e tal como aconteceu nas representações anteriores, que a presença destes minerais é divergente, isto porque, no que respeita aos minerais de quartzo e de feldspatos, eles apresentam valores semi-quantitativos mais elevados no Alentejo enquanto os filossilicatos estão em maior número na Serra da Lousã.

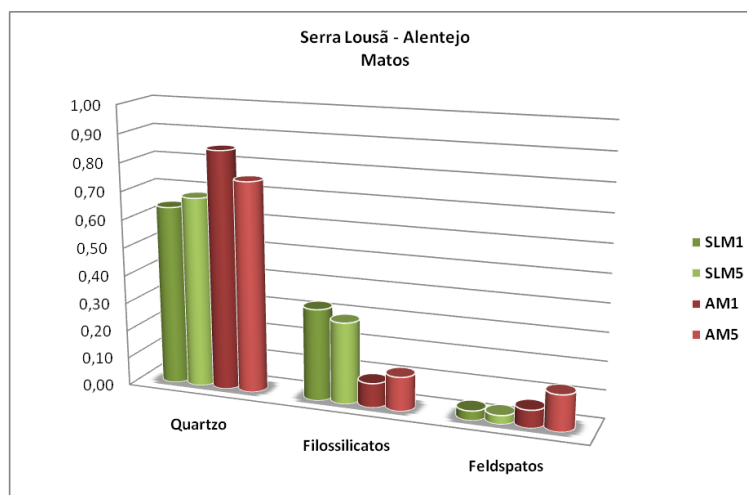


Figura 69: Valores semi-quantitativos de quartzo, filossilicatos e feldspatos presentes nas amostras de matos da Serra da Lousã e do Alentejo.

Feita a comparação dos minerais de argila pela difracção de RX, irá ser apresentado de seguida, o confronto dos minerais de argila em lâminas sedimentadas (glicoladas) para as zonas de dunas, floresta mista e matos, dos dois distritos estudados.

Na figura 70, podemos verificar que o mineral dominante é a ilite, que faz parte da totalidade da amostra (100%), exceptuando o caso de St. André 5, em que este mineral está numa frequência relativa de 86,4%, sendo a amostra complementada com 13,6% de caulinite.

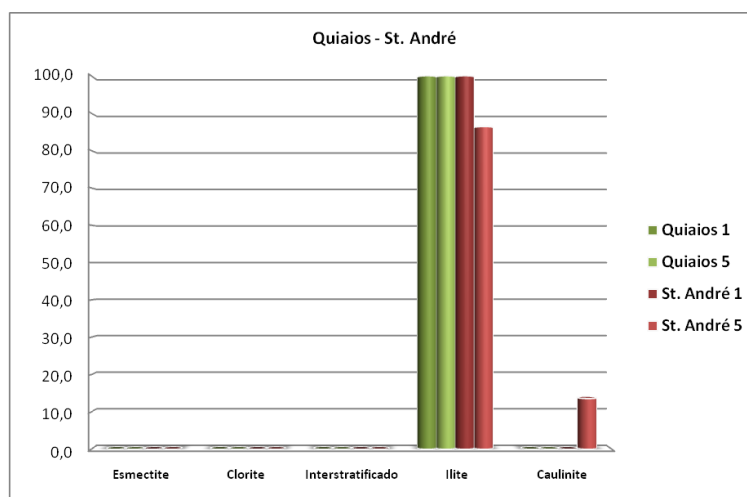


Figura 70: Frequência relativa dos minerais de argila nas amostras de Quiaios e St. André.

A figura 71 diz respeito aos minerais de argila presentes na floresta mista da Serra da Lousã e do Alentejo. Observando a representação gráfica podemos concluir que em termos de frequência relativa destes minerais, estas duas regiões apresentam algumas disparidades, nomeadamente no que diz respeito aos minerais de clorite e de caulinite, em que mesmo dentro da mesma zona, por exemplo, St. André, existe uma diferença de valores, reforçando assim o facto de que estas regiões em termos mineralógicos são extremamente diferentes e, dentro da mesma região poderá também existir desigualdades consideráveis.

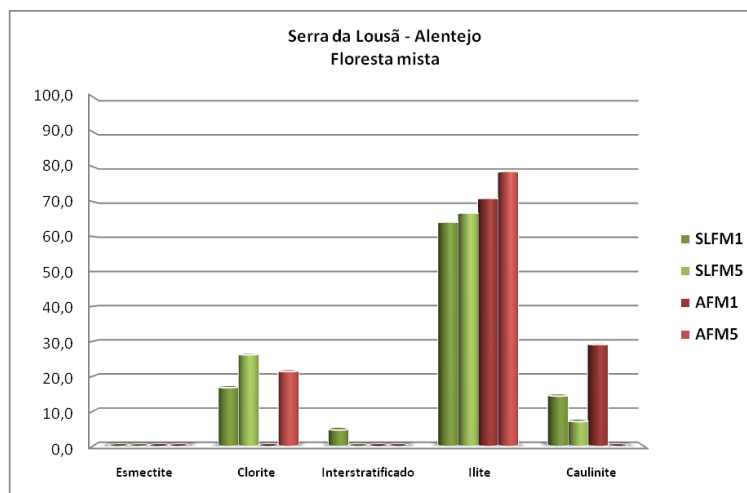


Figura 71: Frequência relativa dos minerais de argila nas amostras da floresta mista da Serra da Lousã e do Alentejo.

Esta próxima figura 72, apesar de ser relativo a uma zona distinta da anterior, matos, curiosamente e, comparando com o gráfico anterior, tem uma topologia muito idêntica, apresentando uma frequência relativa dos minerais de argila em muito semelhante ao que aconteceu com a floresta mista. Aliás, os valores apresentados nestes dois gráficos diferem muito pouco, resultando, por isso, numa representação gráfica em muito idêntica à anterior.

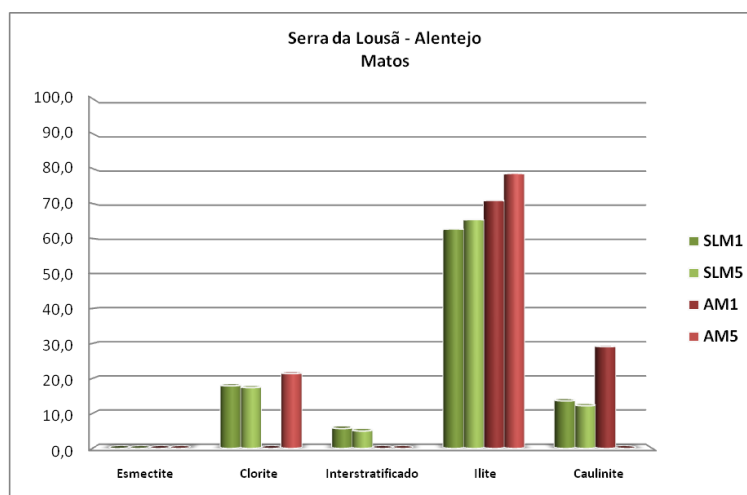


Figura 72: Frequência relativa dos minerais de argila nas amostras de matos da Serra da Lousã e do Alentejo.

Finalmente, os próximos gráficos a serem apresentados serão os últimos deste capítulo de resultados, para se efectivar a comparação dos dois distritos estudados. Eles traduzem a frequência relativa dos minerais pesados transparentes observados e identificados ao microscópio petrográfico, bem como a abundância relativa dos minerais opacos.

Relativamente aos 13 minerais identificados nas dunas de Quiaios e St. André (fig. 73), os que estão melhor representados e em percentagens equivalentes nestas duas regiões são os alteritos, a andaluzite, a estauroлите e a turmalina, apresentando ainda, embora em menores quantidades a moscovite. De referir ainda, que as diferenças detectadas foram ao nível da presença de minerais como a anfíbola e a granada nas amostras de Quiaios e a sua ausência nas de St. André, verificando também que ao nível da presença de opacos na amostra, as dunas de St. André possui maior quantidade destes minerais que Quiaios.

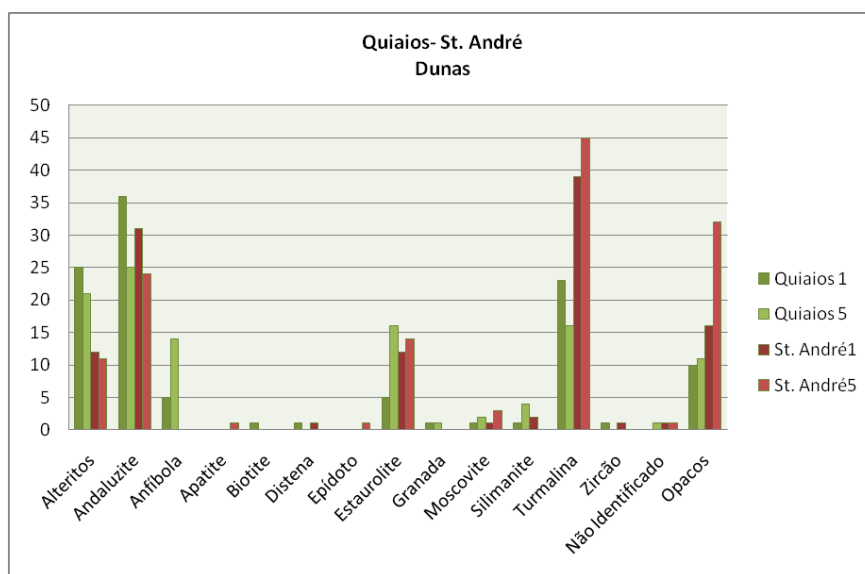


Figura 73: Frequência relativa dos minerais pesados e abundância relativa dos opacos das amostras de Quiaios e St. André.

Relativamente às amostras correspondentes à floresta mista da Serra da Lousã e do Alentejo, verifica-se através da figura seguinte, que estas duas regiões apresentam certas disparidades em termos de minerais pesados, isto porque, apesar de terem em comum alteritos, eles apresentam uma frequência relativa diferente, em que as amostras da Serra da Lousã possuem praticamente só alteritos (SLFM1-94%; SLFM5- 98%) e as do Alentejo uma quantidade mais pequena destes minerais (AFM1-8%; AFM5-11%).

No que respeita aos restantes minerais, de salientar o facto das amostras da Serra da Lousã possuírem minerais como a biotite e a moscovite, que não se encontram presentes no Alentejo, encontrando-se aqui minerais de andaluzite, estauroлите, silimanite e turmalina (fig. 74).

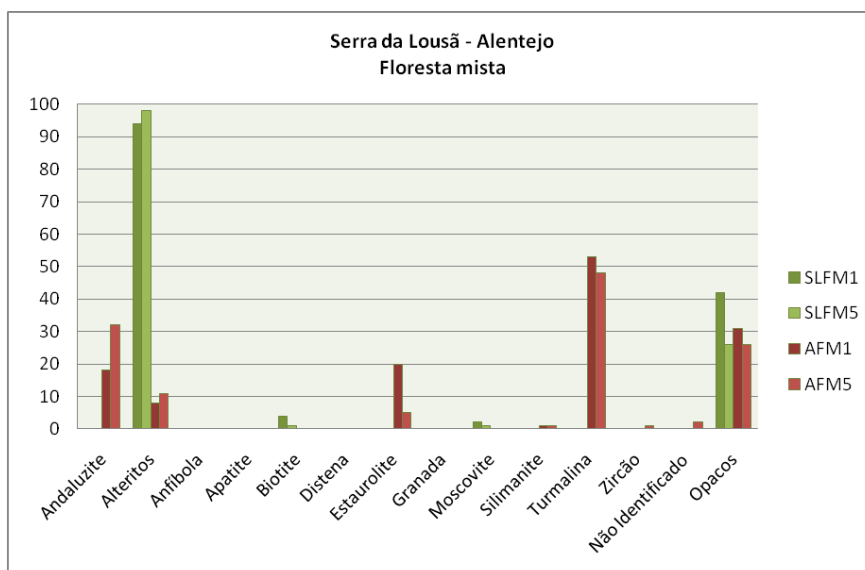


Figura 74: Frequência relativa dos minerais pesados e abundância relativa dos opacos das amostras da floresta mista da Serra da Lousã e do Alentejo.

No que concerne à figura 75, respeitante à zona de matos e, comparativamente com os gráficos anteriores, estas amostras exibem uma menor diversidade de minerais pesados transparentes, que na sua maioria são alteritos (SLM1-86%; SLM5-89%; AM1-97% e AM5-94%), sendo os minerais de biotite e moscovite os predominantes nas amostras da Serra da Lousã e, existindo cerca de 1% de granada na amostra do Alentejo que se encontra ausente na região do distrito de Coimbra.

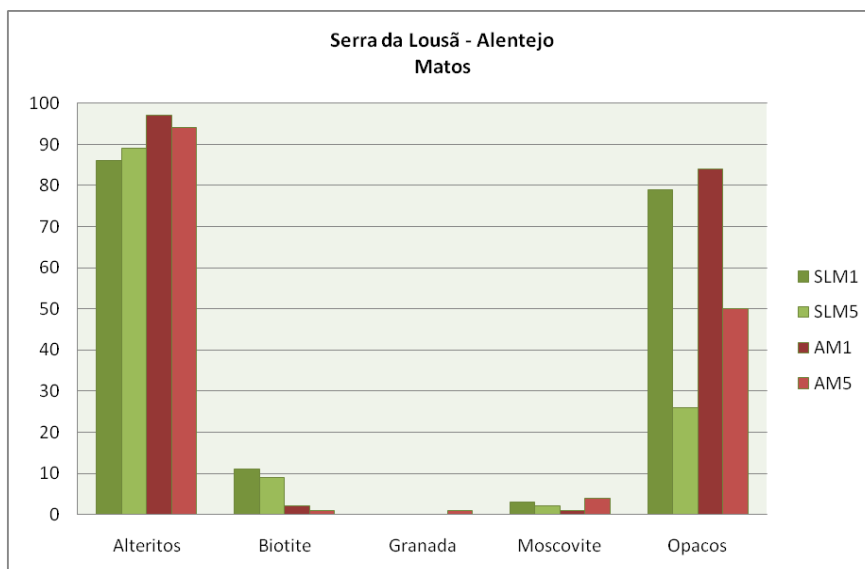


Figura 75: Frequência relativa dos minerais pesados e abundância relativa dos opacos das amostras de matos da Serra da Lousã e do Alentejo.

DISCUSSÃO

1. DISCUSSÃO

1.1 Amostras palinológicas

1.2 Amostras de geologia

1.3 As amostras palinológicas e mineralógicas e o seu potencial forense

1. DISCUSSÃO

A análise dos dados obtidos neste trabalho foi realizada de acordo com os objectivos propostos na introdução, ou seja, determinar as evidências palinológicas de duas regiões distintas de Portugal (distrito de Coimbra e distrito de Setúbal), bem como as suas diferentes associações vegetais (floresta mista, matos e dunas). Outro dos objectivos foi o estabelecimento das evidências mineralógicas das mesmas regiões onde foram efectuados os estudos palinológicos, com o intuito de caracterizar os diferentes tipos de materiais mineralógicos, em termos de constituição, forma e tamanho. Procurou-se também comparar e correlacionar os resultados obtidos de palinologia e mineralogia nas duas regiões e, por fim, evidenciar os perfis palinológicos e a constituição mineralógica da camada superficial do solo, com o intuito de estabelecer o valor forense da utilização de amostras de solo nestas 2 regiões em Portugal Continental como indicadores do tipo de habitat e da região em que têm origem.

1.1 Amostras palinológicas

O estudo dos grãos de pólen e dos esporos tem sido muito importante como ferramenta essencial em investigações forenses como provam casos relatados na Nova Zelândia e nos Estados Unidos (Bruce & Dettman, 1996).

Por exemplo, numa investigação efectuada na Nova Zelândia, grãos de pólen extraídos da lama presente num cadáver não coincidiam com os itens encontrados no solo da área onde o corpo foi descoberto, coincidindo sim, com os grãos de pólen encontrados na lama existente na porta da frente do carro da vítima, o que comprova que o corpo foi removido da cena de crime. Por outro lado, na América, grãos de pólen e esporos presentes nas drogas são utilizados para estabelecerem a origem, o tempo ou o ano de fabrico, bem

como fornecer informações sobre a sua história de viagem, ou seja, a sua rota. Nestes casos, os grãos de pólen contidos nos solos ou nas embalagens podem levar à planta-mãe e à localização geográfica.

Também na Austrália foram realizados estudos para comprovar a utilidade da Palinologia em estudos forenses. Os protagonistas foram dois botânicos, Bruce e Dettman, que em 1996, efectuaram uma investigação para comprovar a utilização da palinologia e o seu potencial forense na camada superficial do solo. Mais especificamente, o estudo das relações entre as associações de grãos de pólen e esporos em solos superficiais e as comunidades de vegetação a partir de uma variedade de habitats e locais em Queensland (Bruce & Dettman, 1996).

Os locais de estudo incluíram uma variedade de tipos de comunidade vegetal provenientes do norte, sudeste e oeste de Queensland na Austrália, sendo os solos analisados em cada uma das comunidades.

Os resultados deste estudo piloto evidenciaram o potencial forense da palinologia em investigações. A variação entre as associações de palinomorfos de diferentes comunidades de vegetação revelou isso mesmo. Constatou-se também que as amostras a partir de um único local, de certa forma, representavam a base da vegetação. Assim, uma pequena quantidade de solo encontrada num item potencial de ligar um suspeito à cena de crime, poderá ser o suficiente para comparar com as amostras controlo retiradas na cena em si. Tal como os tipos de grãos de pólen e esporos encontrados servem para tipificarem tipos de comunidade, também as frequências relativas e a ausência ou presença de palinomorfos podem ligar amostras (Bruce & Dettman, 1996).

Os solos podem ter um valor probatório bastante significativo e várias técnicas de exame do solo têm vindo a ser desenvolvidas, dependendo das suas propriedades físicas e químicas. No entanto, o valor forense do solo, utilizando estas técnicas, é limitado pelo facto do material disponível para análise poder não ser suficiente. Uma vantagem da palinologia forense é isso mesmo, é que, geralmente uma pequena quantidade de solo (às vezes uma colher de chá) tende a ser suficiente para se realizar uma análise precisa.

A Palinologia Forense em Portugal está neste momento a dar os primeiros passos e, para isso, é necessário que se realize um estudo bem definido em termos palinológicos, para utilizar esta ciência como instrumento fundamental nas investigações da cena de crime.

Neste trabalho, foi efectuado o estudo palinológico de duas regiões distintas de Portugal, pertencentes aos Distritos de Coimbra e de Setúbal e, tal como Bruce e Dettman

observaram nas suas amostras recolhidas nas diferentes comunidades vegetais na Austrália, também aqui se pode verificar que cada região é única, com diferentes associações vegetais e, mesmo dentro da mesma comunidade (floresta mista, matos ou dunas) existem diferenças, como se pode verificar nos resultados apresentados, em que as frequências relativas de cada um dos palinomorfos identificados (quer dentro da mesma comunidade, quer em diferentes comunidades ou mesmo efectuando comparações entre os dois Distritos) diferiam em muito e poucas amostras apresentaram um índice de similaridade (IS) próximo dos 100, ou seja, fossem totalmente semelhantes.

Isto acontece porque, apesar de os ecossistemas raramente serem naturais, com enormes manipulações ambientais e onde as pessoas têm grande influência, os perfis palinológicos, de lugar para lugar e de amostra para amostra, são caracterizados pela sua singularidade e variabilidade. Daqui resulta que os modelos de dispersão e os padrões de queda dos grãos de pólen que podem auxiliar os paleoecologistas na interpretação de ambientes passados, onde a intervenção humana foi mínima, será de uso limitado em casos forenses. A quantidade de variação inerente a qualquer sistema torna impossível a construção de bases de dados de perfis palinológicos que possam ser usados com confiança na investigação criminal. Cada amostra de cada cena de crime e cada associação obtida em cada exposição será única e terá uma avaliação independente (Wiltshire, 2009), isto porque, como foi apresentado neste trabalho, ocorrem diferenças marcantes entre amostras que distam apenas 100 m, pelo que cada questão forense terá quer ser esclarecida autonomamente.

Neste estudo, também foi evidenciado o potencial forense da análise palinológica da camada superficial do solo, uma vez que se verificou uma variação entre as associações de palinomorfos das diferentes comunidades, à semelhança do estudo de Bruce e Dettman, o que ilustra que a análise palinológica das amostras de solo é uma ferramenta forense válida na associação de suspeitos e/ou objectos com a cena de crime (Horrocks *et al.*, 1998).

1.2 Amostras de geologia

O solo tem uma complexidade extrema, não só em componentes como minerais, óxidos e matéria orgânica, mas também ao nível da natureza física, tais como a granulometria e a densidade. A análise forense dos solos e dos sedimentos é um campo de rápido

desenvolvimento que tem as suas raízes nas geociências e que aplica os princípios das mesmas para a arena forense (Morgan, Freudiger-Bonzon, Nichols, Jellis, Dunkerley, Zelazowski & Bull, 2009).

A análise forense de sedimentos extraídos de calçado, por exemplo, tem o potencial de trazer muitas informações úteis relativas aos movimentos de uma pessoa, antes, durante e depois da ocorrência de um crime (Morgan *et al.*, 2009). Visto que o calçado está em contacto permanente com o solo, parece haver assim, uma oportunidade razoável de comparar os materiais presentes neste com cenas pertinentes relacionadas com um evento forense, contudo, a realidade é muito mais complicada do que parece. Primeiro, a grande transferência de material sobre as solas dos sapatos pode variar em relação a uma série de características físicas (tipo e tamanho dos grãos e componentes orgânicos) e segundo, a transferência de minerais raramente é feita sobre uma superfície que não é já titular de materiais que possam já ter sido depositados antes do evento forense em questão.

Num artigo referente ao “13th INTERPOL Forensic Science Symposium” que decorreu em Outubro de 2001 em Lyon, França, e que apresenta um resumo dos relatórios sobre as evidências de solo desde 1998, foram apresentados vários casos resolvidos devido à examinação forense deste tipo de evidências. Por exemplo, num caso de homicídio em Iwate no Japão, foi encontrado um corpo de uma vítima enterrado numa praia. Foram recolhidas amostras de solo do veículo dum suspeito e areia da praia para se efectuar análises e posteriormente se realizar a comparação entre as amostras. Os resultados apresentaram um valor invulgar de um mineral designado por augite em ambas as amostras recolhidas, tanto no veículo do suspeito como na praia e, para além disso, a maior parte destas partículas de augite estavam representadas por grandes cristais (1-2 mm) e continham inclusão distintiva. Com a observação destes cristais foi possível efectuar a ligação do suspeito com a vítima, evidenciando-se assim, o potencial forense na análise dos solos.

Com este estudo, pretendeu-se aqui também, evidenciar o potencial forense na análise dos solos em termos de evidências mineralógicas e isso foi conseguido, uma vez que, e tal como aconteceu com as evidências palinológicas, as várias análises realizadas às amostras recolhidas nos dois Distritos de Portugal, apresentaram diferenças significativas, o que se pode observar pelos resultados anunciados, no que respeita à diversidade granulométrica, à disparidade das frequências relativas dos minerais bem como aos valores apresentados do índice de similaridade (comparação entre amostras), reforçando mais uma vez que estes dois distritos são únicos, com características mineralógicas próprias.

Para se efectuar comparações entre amostras de solo de uma cena de crime e uma amostra suspeita, seja ela retirada dum cadáver, dum veículo ou mesmo dum calçado, é necessário realizar vários tipos de análises (crivagem, difracção a laser, estudo da mineralogia da amostra total, estudo dos minerais de argila em lâminas sedimentadas e o estudo da mineralogia da fracção densa), para que os resultados obtidos sejam consistentes, como aqui foi demonstrado, uma vez que, e contrariamente ao que sucede em alguns países, não existe em Portugal um equipamento designado por QEMSCAN (Quantitative Evaluation of Minerals by Scanning Electron Microscopy), que permite, com apenas uma pequena quantidade de solo, obter vários resultados num tempo reduzido efectuando simplesmente uma única análise.

O QEMSCAN é um sistema automatizado de análise mineral e baseia-se na microscopia electrónica de varrimento. Esta técnica é amplamente utilizada não só na geologia sedimentar mas também em muitos ramos da ciência forense. Este sistema utiliza a tecnologia do feixe de electrões combinado com a alta resolução de BSE (Back Scattered Electron) e SE (Secondary Electron) de imagem com EDS (Energy Dispersive Spectrometers) para analisar minerais e permite obter: as imagens das partículas, as associações minerais, a estimativa dos grãos e o tamanho das partículas, as características do minério, a moda mineralógica das amostras, etc. Existem vantagens e limitações para todas as técnicas de análise mineral disponíveis, mas esta técnica tem provado ser bastante robusta, na medida em que podem ser recolhidos grandes quantidades de dados mesmo a partir de amostras muito pequenas e a aquisição dos dados é extremamente rápida. (Pirrie, Power, Rollinson, Wiltshire, Newberry & Campbell, 2009).

Este equipamento poderia ser uma opção futura para obter análises de solo das cenas de crime, contribuindo para isso para um grande desenvolvimento das ciências forenses em Portugal.

1.3 As amostras palinológicas e mineralógicas e o seu potencial forense

A combinação da palinologia e da geologia leva ao designado “perfil ambiental”, que pode ser particularmente importante em fornecer indícios úteis, podendo efectuar a ligação dum suspeito ou suspeitos com uma cena de crime. A base da combinação de técnicas, tais

como a mineralogia e a análise dos grãos de pólen é extremamente importante, uma vez que, pode diminuir a hipótese de uma falsa correspondência.

Um estudo efectuado por Brown (2006) sobre o uso da botânica forense e da geologia em crimes de guerra no NE da Bósnia, através da análise de amostras de palinologia e mineralogia, levou à conclusão que estas ciências actuando em conjunto podem fornecer pistas importantes no que concerne à obtenção do “perfil ambiental” onde as amostras são recolhidas, o que permitiu determinar o local exacto das “valas comuns” de onde muitos corpos foram transferidos (Brown, 2006).

Um outro estudo realizado por Brown, Smith e Elmhurst (2002), demonstrou como a análise do solo (particularmente a sedimentologia) em conjunto com a análise dos grãos de pólen pode refinar ou fortalecer uma associação. Amostras de solo recolhidas num veículo que se suponha que tinha sido utilizado por um suspeito num caso de pessoas desaparecidas foram sujeitas a análises de solo e de palinologia. As características do solo e a petrologia foram utilizadas para redefinir a área usando a geologia e os mapas dos solos, enquanto os grãos de pólen e os restos de plantas foram aproveitados para sinalizar terrenos contendo uma associação de espécies específica. Como resultado, dois corpos foram localizados e as evidências ambientais foram utilizadas no julgamento subsequente. Neste caso, o histórico do veículo era bem conhecido e as cavas de roda e o relevo dos pneus proporcionaram “armadilhas” de solo de confiança. A vantagem de combinar estas técnicas é que as evidências do solo (mineralogia e outras inclusões) permitem uma correspondência de solos/geológica enquanto os grãos de pólen fornecem evidências independentes do tipo de vegetação proporcionando uma combinação que pode ser rara ou mesmo única.

Neste trabalho, foi efectuada toda esta explanação de dados e resultados para fundamentar a tese de que, estes dois Distritos de Portugal contêm associações vegetais e mineralógicas diferentes e que, este estudo contribuirá, para mostrar o valor forense da utilização de amostras de solo em Portugal, nomeadamente como indicadores do tipo de habitat e da região em que têm origem. A utilização em conjunto da análise palinológica com a análise mineralógica aumenta a fiabilidade e eficácia da utilização dos solos na prática forense, nomeadamente para ligar pessoas e/ou objectos a uma cena de crime, refutar álibis ou ilibando pessoas suspeitas de um crime, sendo por isso um excelente auxiliar na investigação criminal.

CONCLUSÕES GERAIS E PERSPECTIVAS FUTURAS

Nos últimos anos, o uso da Geologia e da Palinologia Forenses em casos criminais aumentou em muitas partes do mundo, embora tenha uma história muito mais longa.

A utilização da geologia com a palinologia prevê o designado “perfil ambiental” e pode ser particularmente valiosa na prestação de fortes provas circunstanciais ligando um suspeito ou suspeitos a uma cena de crime.

A base de combinação de técnicas, como a mineralogia e a análise de pólen, serve para diminuir a hipótese de uma falsa correspondência. A geologia forense pode fornecer provas importantes numa escala sub-regional ou de paisagem e a palinologia forense numa escala espacial da cena de crime.

Neste trabalho, foi efectuado pela primeira vez a comparação de duas regiões distintas de Portugal, relativamente à sua composição palinológica e mineralógica, com o intuito de comprovar o potencial forense deste tipo de amostras. Infelizmente, tanto para as evidências palinológicas como para as mineralógicas, dispomos de uma quantidade pequena de amostras, será, assim, importante aumentar o número de amostras a fim de testar as hipóteses aqui sugeridas.

Com a observação das 30 amostras de palinologia e das 12 amostras de geologia, foi possível caracterizar o tipo de cobertura vegetal e de material mineralógico de cada região, mas acima de tudo comprovar a ideia que cada região é única, possuindo flora e mineralogia características e, em quantidades e proporções distintas, sendo por isso possível, com este estudo, efectivar o valor probatório deste tipo de análises, contribuindo para uma melhor investigação numa cena de crime, associando pessoas com um determinado local, pessoas com pessoas e/ou pessoas com objectos, ou seja, aplicar a palinologia e a mineralogia a fins forenses e de ordem judicial.

Os resultados obtidos abrem caminhos para novos estudos, que abarquem uma procura para a elaboração e actualização de um mapa polínico e mineralógico das várias regiões de Portugal, com o intuito de o nosso país estar todo catalogado, sendo por isso mais fácil e eficiente efectuar comparações de amostras numa cena de crime.

No que concerne à elaboração do mapa polínico, o mesmo seria feito, não no intuito de fixar as evidências palinológicas, isso porque não é de todo possível, uma vez que existem factores que levam a que exista uma grande variabilidade (dispersão do pólen, estação do ano, etc), o que exige uma abordagem mais cuidada em cada situação, mas sim para diferenciar e marcar espécies de plantas e associações de plantas que são características de certas regiões

ou de determinados locais (plantas endémicas), diminuindo com isso a área de procura numa investigação criminal.

Relativamente ao mapa mineralógico e, contariamente com o que acontece com a palinologia, ele serviria para fixar os minerais em termos de variabilidade e proporções, isto porque, apesar de estes elementos sofrerem também perturbações, estas são mais morosas, servindo por isso como um excelente auxiliar, facilitando a identificação e comparação de amostras numa cena de crime.

Será importante no futuro, efectuar análises palinológicas e mineralógicas das várias regiões de Portugal, com o objectivo de elaborar uma base de dados, que será frequentemente actualizada e realizar a construção de uma biblioteca contendo as lâminas dos grãos de pólen e as lâminas dos minerais pesados transparentes devidamente ordenadas e catalogadas, para uma mais fácil comparação das amostras recolhidas.

BIBLIOGRAFIA

Biologia noVerão. O lugar mais belo do mundo - Um percurso botânico pelas dunas de Stº André (2010). Programa Operacional Ciência e Inovação 2010. Acedido a 9 Setembro de 2010 em <http://cebv.fc.ul.pt/cienciaonline/ficheiros/O%20lugar%20mais%20belo%20do%20mundo.pdf>

Instituto de Conservação da Natureza [ICN]. Plano Sectorial da Rede Natura, 2000. Dunas com *Salix repens* ssp. *Argentea* (*Salicion arenariae*). In Portal do Instituto de Conservação da Natureza, http://www.icn.pt/psrn2000/caracterizacao_valores_naturais/habitats/2170.pdf. Acedido a 9 de Setembro de 2010.

Mapa do Distrito de Coimbra. In http://www.pbase.com/joseelias/distrito_de_coimbra. Acedido a 9 de Setembro de 2010.

Mapa do Distrito de Setúbal. In <http://www.pbase.com/joseelias/image/112065341>. Acedido a 9 de Setembro de 2010.

Pereira, M.F., Ribeiro, C. & Gama, C. A Geologia no litoral do Alentejo (2009). Departamento de Geociências, Centro de Geofísica de Évora, 1-5. Acedido a 9 de Setembro de 2010 em <http://www.alentejolitoral.pt/Downloads/Ambiente/Recursos%20geol%C3%B3gicos/A%20geologia%20no%20litoral%20do%20Alentejo.pdf>.

Programa Rede Social Santiago do Cacém. (Pré) Diagnóstico Social do Concelho de Santiago do Cacém no âmbito da rede social (documento para aprovação) (2002). Acedido a 9 de Setembro de 2010 em http://195.245.197.216/CLAS/Todos/DOCS_enviados//1509/1.%20Pr%E9-Diagn%F3stico/2.%20Pr%E9-Diagn%F3stico.pdf.

Projecto_Praia_Quiaios (2010, 6 de Setembro). Caminhadas na Praia de Quiaios (Figueira da Foz) [texto colocado no Blog caminhadasnapraiaequiaios.blogspot.com] enviado para <http://caminhadasnapraiaequiaios.blogspot.com>. Acedido a 9 de Setembro de 2010.

<http://www.jb.utad.pt>. Acedido a 10, 12, 13 e 15 de Setembro de 2010.

- Antunes, M.T. (1983). Carta Geológica de Portugal na escala de 1/50 000. Notícia Explicativa da Folha 39-C – ALCÁCER DO SAL. Serviços Geológicos de Portugal, Lisboa, 58 p.
- Barth, O.M. & Melhem, T.S. (1988). *Glossário Ilustrado de Palinologia*. Campinas, Editora da Universidade Estadual de Campinas.
- Birks, H.J.B. & Birks, H.H. (1980). *Pollen production, dispersal, deposition, and preservation*. In: Quaternary Palaeocology. Edward Arnold. C 9: 177-194.
- Brown, A.G. (2006). The use of forensic botany and geology in war crimes investigations in NE Bosnia. *Forensic Science International*. 163: 204–210.
- Brown, A.G., Smith, A. & Elmhurst, O. (2002). The combined use of pollen and soil analyses in a search and subsequent murder investigation. *Journal of Forensic Science*. 47:614–618.
- Brown, A.G., Smith, A. & Llewellyn, P. (1991). *Traces of Guilt: Science fights Crime in New Zealand*. Collins Publishers, New Zealand: Auckland, 106p.
- Bruce, R.G & Dettmann, M.E. (1996). Palynological analyses of Australian surface soils and their potential in forensic science. *Forensic Science International*. 81: 77–94.
- Bryant, V.M. & Jones, G.D. (2006). Forensic Palynology: Current status of a rarely used technique in the United States of America. *Forensic Science International*. 163: 183–197.
- Bryant, V.M. & Mildenhall, D.C. (1998). *Forensic Palynology: A New Way to Catch Crooks*. In: New Developments in Palynomorph Sampling, Extraction, and Analysis (V. Bryant & J. Wrenn, Eds.). Dallas, Estados Unidos: American Association of Stratigraphic Palynologists Foundation, pp 145–155.

- Bubert, H., Lambert, J., Steuernagel, S., Ahlers, F. & Wiermann R. (2002). *Continuous decomposition of sporopollenin from pollen of Typha angustifolia L. by acidic methanolysis*. Zeitschrift für Naturforschung. C 57: 1035– 1041.
- Bull, P.A., Parker, A. & Morgan, R.M. (2006). The forensic analysis of soils and sediment taken from the cast of a footprint. *Forensic Science International*. doi:10.1016/j.forsciint.2006.06.075.
- Carvalho, P., Figueira, R., Jones, M., Sérgio, C. & Sim-Sim, M. (2002). *Biodiversidade da vegetação epifítica liquénica no litoral alentejano. Área de Sines*. Portugaliae, Acta Biol. 20: 225-248.
- Cerqueira, J. (2001). *Solos e clima em Portugal*. (2ª ed.). Lisboa: Clássica Editora, pp. 9-69.
- Cook, (1965). *Reproduction, heredity, and sexuality*. In: An evolutionary survey of the plant kingdom. R. F. Scagel, R. J., Bandoni, G. E. Rouse, W. B. Schofield, J. R. Stein, T. M. Taylor. Blackie and son Ltd. London, Glasgow, 556-585.
- Costa, J. (2004). *Caracterização e constituição do solo*. (7ª ed.). Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.
- Costa, J. (2008). *Estudo e classificação das rochas por exame macroscópico*. (11ª ed.). Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.
- Costa, M. (1998). *Árvores e arbustos florestais*. (2ª ed., Vol. I). Lisboa: Litexa Editora, Lda. 192 p.
- Costa, M.E.R.F.P. (1992). *Metodologias de análise da estrutura de povoamentos mistos: instalação, recolha e análise de dados de parcelas permanentes na Serra da Lousã*. Universidade Técnica de Lisboa. 47 p.
- Costa, J.C., Aguiar, C., Capelo, J., Lousã, M. & Neto, C. (1998) - *Biogeografia de Portugal Continental*, Quercetea, Vol 0: 5-56.

- Coyle, H.M. (2005). *Forensic Botany – Principles and applications to criminal casework*. Washington: CRC Press LLC, 97-115.
- Deer, W.A., Howie, R.A. & Zussman, J. (2008). *Minerais constituintes das rochas – Uma introdução* (3ª Ed.). Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 707 p.
- Erdtman, G. (1947). Suggestions for the classification of fossil and recent pollen grains and spores. *Svensk. Bot. Tidskr.* 41: 104-114.
- Erdtman, G. (1960). The acetolysis method - a revised description. *Svensk. Bot. Tidskr.* 54: 561-564.
- Faegri, K. & L. van der Pijl (1969). *Pollination*. In: The principles of pollination ecology. 2ª edição. Pergamon Press, Oxford, New York, Toronto, Sydney, Braunschweig. C 5:17-158.
- Faria, A.M. (1999). Dieta de corço (*Capreolus capreolus* L.) no Centro e Nordeste de Portugal. Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra para a obtenção do grau de Mestre em Ecologia, orientada por Amadeu Soares, Coimbra.
- Finley, J.A. (2004). *Geologic Material as Physical Evidence*. United States Department of Justice Federal Bureau of Investigation Washington, DC: FBI Law Enforcement Bulletin, Vol.73, N.3.
- Franco, J. & Afonso, M. (1998). *Nova Flora de Portugal (Continente e Açores) – Gramineae*. (Vol. III, Fasc. II). Lisboa: Escolar Editora, 284 p.
- Galehouse, J.S., (1971). Point counting. In: Carver, R.E. (Ed.), *Procedures in Sedimentary Petrology*. Wiley-Interscience, New York, 385-407.
- Gomes, C. (1986). *Argilas. O que são e para que servem*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 7-53.

- Hayes, R.A. (2002). Earth Material as Evidence. Forensic geologists uncover evidence in soil and water. Trial practice. *Michigan Bar Journal*. 42-44.
- Hesse, M., Halbritter, H., Zetter, R., Weber, M., Buchner, R., Frosch-Radivo, A. & Ulrich, S. (2009). *Pollen Terminology - An illustrated handbook*. Austria: SpringerWien NewYork, 266 p.
- Holisová, V., I. Kozená & R. Obrtel (1986). Rumen content vs. Faecal analysis to estimate roe deer diets. *Folia Zoologica* 35 (1): 21-32.
- Homolka, M. (1986). Comparison of two methods applied to study the food of *Lepus europaeus*. *Folia Zoologica* 35 (3): 199-206.
- Horrocks, M. (2004). Sub-sampling and preparing forensic samples for pollen analysis, *Journal Forensic Science*. 49 (5) 1–4.
- Horrocks, M., Coulson, S.A. & Walsh, K.A.J. (1998). Forensic Palynology: variation in the pollen content of soil surface samples. *Journal of Forensic Sciences* 43:320–323.
- Horswell, J. (2004). *The Practice of Crime Scene Investigation*. International Forensic Science and Investigation Series. Washington, D.C: CRC Press, pp 1-84.
- Hyde, H.A. & Williams, D.W. (1944). The Right Word Pollen. *Anal. Circ.*, 8:6.
- Innes, B.(2007). *Os cadáveres acusam. O mundo fascinante da ciência forense e como ela ajudou a resolver mais de 100 crimes*. Lisboa: Editorial Estampa, Lda, 6-45.
- Inverno, C.M.C., Manuppella, G., Zbyszewski, G., Pais, J. & Ribeiro, M.L. (1993). Carta Geológica de Portugal na escala de 1/50 000. Notícia Explicativa da Folha 42-C – SANTIAGO DO CACÉM. Serviços Geológicos de Portugal, Lisboa, 75 p.
- Krumbein, W.C., & Pettijohn, F.J. (1938). *Manual of Sedimentary Petrography*. New York: Appleton-Century-Crofts.

- Macedo, C. (2008). *Minerais constituintes das rochas. Uma introdução*. (3ª ed.). Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.
- Maizeret, C., J. M. Boutin & A. Sempere (1986). Intérêt de la méthode micrographique d'analyse des fèces pour l'étude du régime alimentaire du chevreuil (*Capreolus capreolus*). *Gibier Faune Sauvage* 3: 159-183.
- Mathewes, R.W. (2006). Forensic palynology in Canada: An overview with emphasis on archaeology and anthropology. *Forensic Science International* 163: 163–172.
- Mildenhall, D.C., Wiltshire P.E.J. & Bryant, V.M. (2006). Forensic Palynology: Why do it and how it works. *Forensic Science International* 163: 198–203.
- Milne, L., Bryant, V.M. & Mildenhall, D.C. (2005). *Forensic Palynology*. In: Forensic Botany: Principles and Applications to Criminal Casework. Heather M, Coyle (Eds). New York, Estados Unidos: CRC Press, 217–252.
- Morgan, R.M., Wiltshire, P.E.J., Parker, A. & Bull, P.A. (2006). The role of forensic geoscience in wildlife crime detection. *Forensic Science International*, 162: 152–162.
- Morgan, R.M., Freudiger-Bonzon J., Nichols K.H., Jellis, T., Dunkerley, S., Zelazowski, P. & Bull, P.A. (2009). *The Forensic Analysis of Sediments Recovered from Footwear*. In: Criminal and Environmental Soil Forensics. Ritz, K. *et al.* (Eds.). Springer Science-Business Media B. V. II: 253-268.
- Murray, R.C. & Tedrow, J.C.F. (1992) *Forensic Geology*. 2 Ed. New Jersey: Prentice Hall Inc., Englewood Cliffs, 203 p.
- Oliveira, J.T. (coord.) (1984). Carta Geológica de Portugal na escala de 1/100 000. Notícia explicativa da Folha 7 – Região do Algarve. Serviços Geológicos de Portugal, Lisboa, 77 p.

- Pena, A., & Cabral, J. (1992). *Roteiros da Natureza. Região Centro*. Lisboa: Círculo de Leitores.
- Pinheiro, F. (2008). *CSI Criminal*. Porto: edições Universidade Fernando Pessoa, 134-135.
- Pirrie, D., Power, M.R., Rollinson, G.K., Wiltshire, P.E.J., Newberry, J. & Campbell, H.E. (2009). *Automated SEM-EDS (QEMSCAN®) Mineral Analysis in Forensic Soil Investigations: Testing Instrumental Reproducibility*. In: Criminal and Environmental Soil Forensics. Ritz, K. et al. (Eds.). Springer Science- Business Media B. V. II: 411-430.
- Pons, A. (1970). *Le pollen*. Paris: Presses universitaires de France, 86 p.
- Punt, W., Hoen, P.P., Blackmore, S., Nilsson, S. & Le Thomas, A. (2007). Glossary of pollen and spore terminology. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 143 (1-2): 1-81.
- Pye, K. & Croft, D. J. (2004). *Forensic Geoscience: Principles, Techniques and Applications*. Geological Society, London, Special Publications, 232 p.
- Pye, K. (2007). *Geological and Soil Evidence. Forensic Applications*. New York: CRC Press, 323 p.
- Reille, M. (1990). Leçons de Palynologie et d'analyse pollinique. *Editions du CNRS*, 206p.
- Reille, M. (1992). *Pollen et spores d'Europe et d'Afrique du Norte*. Marseille: Laboratoire de Botanique Historique et Palynologie.
- Reis, R. (1986). *Geologia, objectos e métodos*. Coimbra: Livraria Almedina, 1-102.
- Reno, J., Marcus, D., Robinson, L., Brennan, N. & Travis, J. (2000). *Crime Scene Investigation. A Guide for Law Enforcement*. Technical Working Group on Crime Scene Investigation. Research Report, 47 p.

- Ribeiro, O. (1987). *Portugal, o Mediterrâneo e o Atlântico*. (5ª ed.). Lisboa: Livraria Sá da Costa Editora, 188 p.
- Ritz, K., Dawson, L. & Miller, D. (2009). *Criminal and Environmental Soil Forensics*. UK: Springer, 515p.
- Rocha, R., Manuppella, G., Mousterde, R., Ruget, C. & Zbyszewsky, G. (1981). Carta Geológica de Portugal na escala de 1/50 000. Notícia Explicativa da Folha 19-C – Figueira da Foz. Serviços Geológicos de Portugal, Lisboa, 126 p.
- Roland, P. (2008). *Cenas de crime. Descobrir a ciência por detrás das provas*. Lisboa: Livros d’Hoje. Publicações D. Quixote, 33-50.
- Ruffell, A. & McKinley, J. (2005). Forensic geoscience: applications of geology, geomorphology and geophysics to criminal investigations. *Earth-Science Reviews* 69: 235-247.
- Serviços Geológicos de Portugal (SGP), (1992). Carta Geológica de Portugal 1/500 000, 5ª Edição.
- Stanley, R. & H. Liskens (1975). *Pollen. Biology, biochemistry and management*. Berlin: Springer-Verlag, 307 p.
- Walker, M. (2006). *Entomology and palynology. Evidence from the Natural World*. Pennsylvania: Forensics. The Science of Crime-Solving, 77-85.
- Wiltshire, P.E.J. & Black, S. (2006). The cribriform approach to the retrieval of palynological evidence from the turbinates of murder victims. *Forensic Science International* 163: 224–230.
- Wiltshire, P.E.J. (2006 a). Hair as a source of forensic evidence in murder investigations. *Forensic Science International* 163: 241–248.

Wiltshire, P.E.J. (2006 b). Consideration of some taphonomic variables of relevance to forensic palynological investigation in the United Kingdom. *Forensic Science International* 163: 173–182.

Wiltshire, P.E.J. (2009). *Forensic ecology, botany, and palynology: some aspects of their role in criminal investigation*. In: Criminal and Environmental Soil Forensics. Ritz, K. *et al.* (Eds.). Springer Science- Business Media B. V. II: 129-149.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Acacia, 37, 96

Acetólise, 26, 30, 73, 74

Alliaceae, 102, 140

Alnus glutinosa, 28, 91, 141

Alterito, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 137, 138, 149, 150

Amaryllidaceae, 28, 94

Ammophila, 62, 69

Anagallis, 63, 69

Andaluzite, 130, 132, 133, 134, 135, 136, 137, 138, 149, 150

Andruela, 66

Anfíbulas, 43, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 137, 138, 149

Angiospérmicas, 28, 36, 37, 81

Anthylis, 66

Apatite, 43, 130, 133, 134, 136, 137, 138

Arbutus, 60, 67

Areão, 109, 111, 114, 115, 116, 117, 118, 121, 143, 144

Areia, 42, 62, 63, 65, 66, 68, 69, 82, 94, 95, 108, 109, 111, 112, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 121, 123, 143, 144, 145

Argila, 42, 43, 44, 77, 80, 105, 111, 114, 116, 118, 121, 122, 126, 127, 128, 129, 130, 144, 145, 147, 148, 156

Armeria, 69

Artemisia, 28, 63, 69, 95, 139

Asparagus, 29, 66, 102, 141

Asteraceae, 94, 96

Autopolinização, 35, 36

Avena, 29, 66, 99, 100, 140, 141

B

Betula, 28, 36, 100, 102, 140

Betulaceae, 28, 100, 102, 140, 141

Biotite, 122, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 137, 149, 150

Brassicaceae, 28, 87, 88, 101

Briza, 66

C

Cakine, 60, 66
Calluna vulgaris, 29, 60, 89, 90, 91, 102, 141
Calystegia, 28, 62, 69
Carex, 28, 62, 84, 139
Caryophyllaceae, 28, 102, 140, 141
Castanea sativa, 29, 60, 88
Caulinite, 77, 122, 126, 127, 128, 129, 130, 147
Cena de crime, 21, 47, 48, 51, 52, 53, 152, 153, 154, 156, 157, 159, 160
Centauria, 66
Chamaespartium tridentatum, 29, 60, 90, 91, 141
Chenopodiaceae, 28, 88, 98, 139, 141
Ciência forense, 21, 49, 50, 156, 166
Cistaceae, 28, 37, 91, 96, 102, 139, 141
Cistus, 28, 37, 60, 91, 141
Clorite, 77, 122, 126, 127, 128, 129, 130, 147
Colpo, 32, 33
Compositae, 28, 37, 94, 102, 103, 139
Coníferas, 36, 60
Corylus avellana, 28, 60, 85, 104, 139, 141
Crataegus, 60
Crucianella, 62
Cryptogramma, 141
Cupressus, 60
Cytisus, 29, 60, 102, 141

D

Dactylis, 29, 102, 141
Daphne, 30, 60
Delphinium, 66
Distena, 130, 132, 134, 136, 138
Dyopteris, 27, 92

E

Ectoabertura, 32, 33
Elymus, 62, 68, 69
Endoabertura, 32
Epídoto, 43, 130, 134, 136, 138
Erica, 29, 60
Ericaceae, 29, 37, 83, 84, 90, 91, 102, 103
Eryngium, 28, 62, 69, 84, 85, 94
Esférica, 34
Esmectite, 122, 126, 127, 128, 129, 130
Esporoderme, 32
Esporomorfos, 25
Esporopolenina, 25, 26, 30, 31
Esporos, 24, 25, 26, 27, 51, 52, 72, 81, 87, 152
Estauroilite, 130, 132, 133, 134, 135, 136, 137, 138, 149
Eucalyptus, 29, 67, 83, 100, 139, 140, 141
Euphorbia, 29, 62, 63, 68, 69, 94, 95, 139
Exina, 25, 26, 30, 31, 35, 36, 37, 73

F

Fabaceae, 29, 66, 84, 86, 94, 98, 102, 103, 104, 140, 141
Fagaceae, 29, 97
Feldspatos, 43, 44, 77, 122, 123, 124, 125, 126, 145, 146
Felspatóides, 43
Filossilicatos, 77, 122, 123, 124, 125, 126, 145, 146
Fracção areno-cascalhenta, 107, 111, 112, 143
Frangula, 60
Fraxinus, 36

G

Genista, 29, 66
Gimnospérmicas, 28, 81
Gramíneas, 36, 62, 86, 98
Granada, 43, 130, 132, 133, 134, 135, 137, 138, 149, 150
Granulometria, 76, 105, 145, 154

Grãos de pólen, 24, 25, 26, 27, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 51, 70, 71, 79, 80, 83, 84, 85, 87, 90, 91, 93, 95, 98, 99, 100, 101, 104, 138, 139, 140, 152, 153, 154, 157

Geologia, 21, 39, 50, 53, 54, 59, 61, 65, 66, 68, 75, 105, 138, 156, 157, 159, 162

Geologia forense, 21, 50, 53, 54, 159

H

Halimium, 28, 60, 70, 92, 93, 96, 139, 140, 141

Helianthemum, 28, 63, 96, 101, 139, 140, 141

Helichrysum, 28, 63, 69, 70

Honkenia, 62

Hypericum, 29, 96, 139, 140

I

Ilite, 77, 122, 126, 127, 128, 129, 130, 147

Índice de similaridade, 79, 94, 97, 112, 119, 123, 126, 127, 128, 133, 136, 154, 155

Interstratificado, 77, 126, 127, 128, 129, 130

Intina, 30, 31

J

Juniperus, 28, 69, 140

L

Lagurus ovatus, 30, 66, 140

Lavandula, 29, 70, 83, 139

Leguminosae, 29, 37, 84

Linaria, 66, 69

Lycopodium, 27, 102, 140

M

Magnetite, 43, 44

Malcolmia, 29, 70, 83, 139

Matéria mineral, 41, 42

Matéria orgânica, 41, 42, 44, 154

Medicago, 62, 63, 68

Minerais opacos, 78, 131, 132, 135, 136, 148

Minerais primários, 42, 43, 44

Minerais secundários, 43, 44

Mineralogia forense, 49

Mineralogia, 21, 22, 41, 54, 76, 77, 105, 122, 152, 156, 157, 159

Monocotiledóneas, 36

Montmorilonite, 77

Moscovite, 122, 126, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 137, 149, 150

Myrtaceae, 29, 100

N

Nexina, 31, 32

Nymphaea, 96

O

Olea, 29, 67, 82, 96, 141

Olivina, 43, 130

Otanthus, 62, 68, 69

P

Palinólogos, 24, 50, 72

Pancratium, 28, 62, 63, 69, 94, 139

Pedologia, 41

Pentagonal, 34

Pimpinella, 28, 141

Pinaceae, 28, 88, 90

Pinus, 28, 36, 60, 66, 67, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 94, 95, 96, 98, 102, 139, 140

Piroxenas, 43, 130

Plantago, 29, 96, 103, 140, 141

Poaceae, 29, 66, 82, 83, 86, 87, 88, 90, 91, 98, 99, 102, 104, 140, 142

Polinização cruzada, 34

Polygonum, 68

Polypodium, 27, 87, 88, 140, 141

Poro, 32, 33

Protoplasma, 30

Pseudotsuga, 60

Pteridium, 60

Pteridaceae, 27, 99, 140

Polygonaceae, 30, 103

Palinologia, 20, 21, 22, 24, 25, 26, 31, 33, 50, 76, 141, 152, 153, 156, 157, 159, 160

Palinomorfos, 21, 26, 27, 29, 79, 84, 102, 104, 141, 154

Palinologia forense, 21, 49, 50, 51, 153, 159

Q

Quartzo, 43, 44, 77, 122, 124, 125, 126, 145, 146

Quercus, 29, 36, 60, 66, 67, 86, 87, 94, 95, 97, 98, 103, 140, 141

R

Rochas, 21, 40, 41, 42, 44, 53, 64, 122

Rosa, 30, 37

Rosaceae, 30, 86, 91, 94, 96, 102, 139, 140, 141

Rosmarinus, 29, 96, 97, 139

Rubia, 60

Rubus, 30, 37, 60, 90

Rumex, 30, 66, 94, 96, 103, 139, 141

Ruscus, 60

Rútilo, 43

S

Salix, 30, 61, 62, 96, 99, 139, 140, 162

Salsona, 61, 67

Saxifrageae, 96, 104, 141

Schoenus, 62

Scirpoides, 62

Scrophulariaceae, 102

Sedum, 63, 66, 69

Seixo, 109, 110, 111, 112, 117, 118, 121, 143, 144

Sexina, 31, 32, 35

Silene, 28, 63, 69, 103, 141

Silimanite, 130, 132, 133, 134, 135, 136, 137, 138, 149

Silte, 42, 109, 110, 111, 114, 116, 118, 119, 121, 143, 144

Solanum, 66

Solo, 20, 21, 22, 25, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 49, 51, 52, 53, 54, 55, 65, 67, 69, 72, 73, 74, 75, 76, 107, 152, 153, 154, 155, 156, 157

Sulco, 32, 33

T

Taxa, 34, 52, 53, 81, 86, 94, 97, 102, 104, 139, 140

Thymus, 29, 69, 70, 139

Triangular, 33, 34

Trifolium, 29, 102, 141

Turmalina, 43, 130, 132, 133, 134, 135, 136, 137, 138, 149

U

Ulco, 32, 33

Ulex, 29, 60, 90, 91, 141

Umbelliferae, 28, 88, 94, 102, 104, 141

Urtica, 30, 96, 139

V

Verbascum, 30, 66, 102, 141

Vestígios, 21, 47, 48, 49, 50

Viburnum, 60

Z

Zircão, 43, 130, 132, 133, 134, 135, 136, 137, 138

APÊNDICES

APÊNDICE I

Índice de similaridade das amostras de palinologia:

QUIAIOS

Quadro A1: Índice de similaridade entre as amostras Quiaios 1 e Quiaios 2.

Tipos polínicos	Quiaios 1	Quiaios 2	IS
<i>Acacia</i>	0	0	0
<i>Artemisia</i>	0	0	0
<i>Asteraceae</i>	0	0	0
<i>Calystegia</i>	0	0	0
<i>Carex</i>	0	0	0
<i>Caryophyllaceae</i>	0	0	0
<i>Chenopodiaceae</i>	0	0	0
<i>Cistaceae</i>	0	0	0
<i>Cistus</i>	0	0	0
<i>Compositae</i>	0	0	0
<i>Corylus avellana</i>	0	0	0
<i>Ericaceae</i>	0	0,5	0
<i>Eryngium maritimum</i>	0	0	0
<i>Eucalyptus</i>	0	0	0
<i>Euphorbia</i>	0	0	0
<i>Fabaceae</i>	0	0	0
<i>Halimium/Helianthemum</i>	0	0	0
<i>Hypericum</i>	0	0	0
<i>Lavandula</i>	0	0	0
<i>Malcolmia</i>	0	0	0
<i>Nymphaea</i>	0	0	0
<i>Olea</i>	0,5	0,5	0,5
<i>Pancreatium</i>	0	0	0
<i>Pinus</i>	0,5	9,5	0,5
<i>Plantago</i>	0	0	0
<i>Poaceae</i>	0	0,5	0
<i>Quercus</i>	0	0	0
<i>Rosaceae</i>	0	0	0
<i>Rumex</i>	0	0	0
<i>Salix</i>	0	0	0
<i>Saxifragaceae</i>	0	0	0
<i>Thymus</i>	0	0	0
<i>Rosmarinus officinalis</i>	0	0	0
<i>Urtica</i>	0	0	0
<i>NI</i>	0	3	0
TOTAL	1	14	1

Quadro A2: Índice de similaridade entre as amostras Quiaios 1 e Quiaios 3.

Tipos polínicos	Quiaios 1	Quiaios 3	IS
<i>Acacia</i>	0	2	0
<i>Artemisia</i>	0	0	0
<i>Asteraceae</i>	0	0,5	0
<i>Calystegia</i>	0	0	0
<i>Carex</i>	0	0	0
<i>Caryophyllaceae</i>	0	0,5	0
<i>Chenopodiaceae</i>	0	0	0
<i>Cistaceae</i>	0	0	0
<i>Cistus</i>	0	2,5	0
<i>Compositae</i>	0	0	0
<i>Corylus avellana</i>	0	0	0
<i>Ericaceae</i>	0	10	0
<i>Eryngium maritimum</i>	0	0	0
<i>Eucalyptus</i>	0	0	0
<i>Euphorbia</i>	0	0	0
<i>Fabaceae</i>	0	0	0
<i>Halimium/Helianthemum</i>	0	0	0
<i>Hypericum</i>	0	0	0
<i>Lavandula</i>	0	0,5	0
<i>Malcolmia</i>	0	0	0
<i>Nymphaea</i>	0	0	0
<i>Olea</i>	0,5	2	0,5
<i>Panocratium</i>	0	0	0
<i>Pinus</i>	0,5	75,5	0,5
<i>Plantago</i>	0	0	0
<i>Poaceae</i>	0	3,5	0
<i>Quercus</i>	0	1,5	0
<i>Rosaceae</i>	0	0	0
<i>Rumex</i>	0	0	0
<i>Salix</i>	0	0	0
<i>Saxifragaceae</i>	0	1,5	0
<i>Thymus</i>	0	0	0
<i>Rosmarinus officinalis</i>	0	0	0
<i>Urtica</i>	0	0	0
<i>NI</i>	0	0	0
TOTAL	1	100	1

Quadro A3: Índice de similaridade entre as amostras Quiaios 1 e Quiaios 4.

Tipos polínicos	Quiaios 1	Quiaios 4	IS
<i>Acacia</i>	0	4,5	0
<i>Artemisia</i>	0	0	0
<i>Asteraceae</i>	0	1	0
<i>Calystegia</i>	0	0	0
<i>Carex</i>	0	0	0
<i>Caryophyllaceae</i>	0	0,5	0
<i>Chenopodiaceae</i>	0	0	0
<i>Cistaceae</i>	0	0	0
<i>Cistus</i>	0	0,5	0
<i>Compositae</i>	0	0	0
<i>Corylus avellana</i>	0	0,5	0
<i>Ericaceae</i>	0	8,5	0
<i>Eryngium maritimum</i>	0	0	0
<i>Eucalyptus</i>	0	0,5	0
<i>Euphorbia</i>	0	0	0
<i>Fabaceae</i>	0	0	0
<i>Halimium/Helianthemum</i>	0	0	0
<i>Hypericum</i>	0	0	0
<i>Lavandula</i>	0	0	0
<i>Malcolmia</i>	0	0	0
<i>Nymphaea</i>	0	0	0
<i>Olea</i>	0,5	1	0,5
<i>Pancreatium</i>	0	0	0
<i>Pinus</i>	0,5	68	0,5
<i>Plantago</i>	0	0	0
<i>Poaceae</i>	0	10,5	0
<i>Quercus</i>	0	3	0
<i>Rosaceae</i>	0	0	0
<i>Rumex</i>	0	0	0
<i>Salix</i>	0	0	0
<i>Saxifragaceae</i>	0	0,5	0
<i>Thymus</i>	0	0	0
<i>Rosmarinus officinalis</i>	0	0	0
<i>Urtica</i>	0	0	0
<i>NI</i>	0	1	0
TOTAL	1	100	1

Quadro A4: Índice de similaridade entre as amostras Quiaios 1 e Quiaios 5.

Tipos polínicos	Quiaios 1	Quiaios 5	IS
<i>Acacia</i>	0	3	0
<i>Artemisia</i>	0	0	0
<i>Asteraceae</i>	0	2	0
<i>Calystegia</i>	0	0	0
<i>Carex</i>	0	17	0
<i>Caryophyllaceae</i>	0	0,5	0
<i>Chenopodiaceae</i>	0	0	0
<i>Cistaceae</i>	0	0	0
<i>Cistus</i>	0	0,5	0
<i>Compositae</i>	0	0	0
<i>Corylus avellana</i>	0	0	0
<i>Ericaceae</i>	0	2	0
<i>Eryngium maritimum</i>	0	1,5	0
<i>Eucalyptus</i>	0	0	0
<i>Euphorbia</i>	0	0	0
<i>Fabaceae</i>	0	10	0
<i>Halimium/Helianthemum</i>	0	0	0
<i>Hypericum</i>	0	0	0
<i>Lavandula</i>	0	0	0
<i>Malcolmia</i>	0	0	0
<i>Nymphaea</i>	0	0	0
<i>Olea</i>	0,5	1,5	0,5
<i>Pancreatium</i>	0	0	0
<i>Pinus</i>	0,5	49	0,5
<i>Plantago</i>	0	1	0
<i>Poaceae</i>	0	8,5	0
<i>Quercus</i>	0	1	0
<i>Rosaceae</i>	0	0	0
<i>Rumex</i>	0	0	0
<i>Salix</i>	0	0	0
<i>Saxifragaceae</i>	0	1,5	0
<i>Thymus</i>	0	0	0
<i>Rosmarinus officinalis</i>	0	0	0
<i>Urtica</i>	0	0	0
<i>NI</i>	0	1	0
TOTAL	1	100	1

Quadro A5: Índice de similaridade entre as amostras Quiaios 2 e Quiaios 3.

Tipos polínicos	Quiaios 2	Quiaios 3	IS
<i>Acacia</i>	0	2	0
<i>Artemisia</i>	0	0	0
<i>Asteraceae</i>	0	0,5	0
<i>Calystegia</i>	0	0	0
<i>Carex</i>	0	0	0
<i>Caryophyllaceae</i>	0	0,5	0
<i>Chenopodiaceae</i>	0	0	0
<i>Cistaceae</i>	0	0	0
<i>Cistus</i>	0	2,5	0
<i>Compositae</i>	0	0	0
<i>Corylus avellana</i>	0	0	0
<i>Ericaceae</i>	0,5	10	0,5
<i>Eryngium maritimum</i>	0	0	0
<i>Eucalyptus</i>	0	0	0
<i>Euphorbia</i>	0	0	0
<i>Fabaceae</i>	0	0	0
<i>Halimium/Helianthemum</i>	0	0	0
<i>Hypericum</i>	0	0	0
<i>Lavandula</i>	0	0,5	0
<i>Malcolmia</i>	0	0	0
<i>Nymphaea</i>	0	0	0
<i>Olea</i>	0,5	2	0,5
<i>Pancratium</i>	0	0	0
<i>Pinus</i>	9,5	75,5	9,5
<i>Plantago</i>	0	0	0
<i>Poaceae</i>	0,5	3,5	0,5
<i>Quercus</i>	0	1,5	0
<i>Rosaceae</i>	0	0	0
<i>Rumex</i>	0	0	0
<i>Salix</i>	0	0	0
<i>Saxifragaceae</i>	0	1,5	0
<i>Thymus</i>	0	0	0
<i>Rosmarinus officinalis</i>	0	0	0
<i>Urtica</i>	0	0	0
<i>NI</i>	3	0	0
TOTAL	14	100	11

Quadro A6: Índice de similaridade entre as amostras Quiaios 2 e Quiaios 4.

Tipos polínicos	Quiaios 2	Quiaios 4	IS
<i>Acacia</i>	0	4,5	0
<i>Artemisia</i>	0	0	0
<i>Asteraceae</i>	0	1	0
<i>Calystegia</i>	0	0	0
<i>Carex</i>	0	0	0
<i>Caryophyllaceae</i>	0	0,5	0
<i>Chenopodiaceae</i>	0	0	0
<i>Cistaceae</i>	0	0	0
<i>Cistus</i>	0	0,5	0
<i>Compositae</i>	0	0	0
<i>Corylus avellana</i>	0	0,5	0
<i>Ericaceae</i>	0,5	8,5	0,5
<i>Eryngium maritimum</i>	0	0	0
<i>Eucalyptus</i>	0	0,5	0
<i>Euphorbia</i>	0	0	0
<i>Fabaceae</i>	0	0	0
<i>Halimium/Helianthemum</i>	0	0	0
<i>Hypericum</i>	0	0	0
<i>Lavandula</i>	0	0	0
<i>Malcolmia</i>	0	0	0
<i>Nymphaea</i>	0	0	0
<i>Olea</i>	0,5	1	0,5
<i>Panocratium</i>	0	0	0
<i>Pinus</i>	9,5	68	9,5
<i>Plantago</i>	0	0	0
<i>Poaceae</i>	0,5	10,5	0,5
<i>Quercus</i>	0	3	0
<i>Rosaceae</i>	0	0	0
<i>Rumex</i>	0	0	0
<i>Salix</i>	0	0	0
<i>Saxifragaceae</i>	0	0,5	0
<i>Thymus</i>	0	0	0
<i>Rosmarinus officinalis</i>	0	0	0
<i>Urtica</i>	0	0	0
<i>NI</i>	3	1	1
TOTAL	14	100	12

Quadro A7: Índice de similaridade entre as amostras Quiaios 2 e Quiaios 5.

Tipos polínicos	Quiaios 2	Quiaios 5	IS
<i>Acacia</i>	0	3	0
<i>Artemisia</i>	0	0	0
<i>Asteraceae</i>	0	2	0
<i>Calystegia</i>	0	0	0
<i>Carex</i>	0	17	0
<i>Caryophyllaceae</i>	0	0,5	0
<i>Chenopodiaceae</i>	0	0	0
<i>Cistaceae</i>	0	0	0
<i>Cistus</i>	0	0,5	0
<i>Compositae</i>	0	0	0
<i>Corylus avellana</i>	0	0	0
<i>Ericaceae</i>	0,5	2	0,5
<i>Eryngium maritimum</i>	0	1,5	0
<i>Eucalyptus</i>	0	0	0
<i>Euphorbia</i>	0	0	0
<i>Fabaceae</i>	0	10	0
<i>Halimium/Helianthemum</i>	0	0	0
<i>Hypericum</i>	0	0	0
<i>Lavandula</i>	0	0	0
<i>Malcolmia</i>	0	0	0
<i>Nymphaea</i>	0	0	0
<i>Olea</i>	0,5	1,5	0,5
<i>Panocratium</i>	0	0	0
<i>Pinus</i>	9,5	49	9,5
<i>Plantago</i>	0	1	0
<i>Poaceae</i>	0,5	8,5	0,5
<i>Quercus</i>	0	1	0
<i>Rosaceae</i>	0	0	0
<i>Rumex</i>	0	0	0
<i>Salix</i>	0	0	0
<i>Saxifragaceae</i>	0	1,5	0
<i>Thymus</i>	0	0	0
<i>Rosmarinus officinalis</i>	0	0	0
<i>Urtica</i>	0	0	0
<i>NI</i>	3	1	1
TOTAL	14	100	12

Quadro A8: Índice de similaridade entre as amostras Quiaios 3 e Quiaios 4.

Tipos polínicos	Quiaios 3	Quiaios 4	IS
<i>Acacia</i>	2	4,5	2
<i>Artemisia</i>	0	0	0
<i>Asteraceae</i>	0,5	1	0,5
<i>Calystegia</i>	0	0	0
<i>Carex</i>	0	0	0
<i>Caryophyllaceae</i>	0,5	0,5	0,5
<i>Chenopodiaceae</i>	0	0	0
<i>Cistaceae</i>	0	0	0
<i>Cistus</i>	2,5	0,5	0,5
<i>Compositae</i>	0	0	0
<i>Corylus avellana</i>	0	0,5	0
<i>Ericaceae</i>	10	8,5	8,5
<i>Eryngium maritimum</i>	0	0	0
<i>Eucalyptus</i>	0	0,5	0
<i>Euphorbia</i>	0	0	0
<i>Fabaceae</i>	0	0	0
<i>Halimium/Helianthemum</i>	0	0	0
<i>Hypericum</i>	0	0	0
<i>Lavandula</i>	0,5	0	0
<i>Malcolmia</i>	0	0	0
<i>Nymphaea</i>	0	0	0
<i>Olea</i>	2	1	1
<i>Pancreatium</i>	0	0	0
<i>Pinus</i>	75,5	68	68
<i>Plantago</i>	0	0	0
<i>Poaceae</i>	3,5	10,5	3,5
<i>Quercus</i>	1,5	3	1,5
<i>Rosaceae</i>	0	0	0
<i>Rumex</i>	0	0	0
<i>Salix</i>	0	0	0
<i>Saxifragaceae</i>	1,5	0,5	0,5
<i>Thymus</i>	0	0	0
<i>Rosmarinus officinalis</i>	0	0	0
<i>Urtica</i>	0	0	0
<i>NI</i>	0	1	0
TOTAL	100	100	86,5

Quadro A9: Índice de similaridade entre as amostras Quiaios 3 e Quiaios 5.

Tipos polínicos	Quiaios 3	Quiaios 5	IS
<i>Acacia</i>	2	3	2
<i>Artemisia</i>	0	0	0
<i>Asteraceae</i>	0,5	2	0,5
<i>Calystegia</i>	0	0	0
<i>Carex</i>	0	17	0
<i>Caryophyllaceae</i>	0,5	0,5	0,5
<i>Chenopodiaceae</i>	0	0	0
<i>Cistaceae</i>	0	0	0
<i>Cistus</i>	2,5	0,5	0,5
<i>Compositae</i>	0	0	0
<i>Corylus avellana</i>	0	0	0
<i>Ericaceae</i>	10	2	2
<i>Eryngium maritimum</i>	0	1,5	0
<i>Eucalyptus</i>	0	0	0
<i>Euphorbia</i>	0	0	0
<i>Fabaceae</i>	0	10	0
<i>Halimium/Helianthemum</i>	0	0	0
<i>Hypericum</i>	0	0	0
<i>Lavandula</i>	0,5	0	0
<i>Malcolmia</i>	0	0	0
<i>Nymphaea</i>	0	0	0
<i>Olea</i>	2	1,5	1,5
<i>Panocratium</i>	0	0	0
<i>Pinus</i>	75,5	49	49
<i>Plantago</i>	0	1	0
<i>Poaceae</i>	3,5	8,5	3,5
<i>Quercus</i>	1,5	1	1
<i>Rosaceae</i>	0	0	0
<i>Rumex</i>	0	0	0
<i>Salix</i>	0	0	0
<i>Saxifragaceae</i>	1,5	1,5	1,5
<i>Thymus</i>	0	0	0
<i>Rosmarinus officinalis</i>	0	0	0
<i>Urtica</i>	0	0	0
<i>NI</i>	0	1	0
TOTAL	100	100	62

Quadro A10: Índice de similaridade entre as amostras Quiaios 4 e Quiaios 5.

Tipos polínicos	Quiaios 4	Quiaios 5	IS
<i>Acacia</i>	4,5	3	3
<i>Artemisia</i>	0	0	0
<i>Asteraceae</i>	1	2	1
<i>Calystegia</i>	0	0	0
<i>Carex</i>	0	17	0
<i>Caryophyllaceae</i>	0,5	0,5	0,5
<i>Chenopodiaceae</i>	0	0	0
<i>Cistaceae</i>	0	0	0
<i>Cistus</i>	0,5	0,5	0,5
<i>Compositae</i>	0	0	0
<i>Corylus avellana</i>	0,5	0	0
<i>Ericaceae</i>	8,5	2	2
<i>Eryngium maritimum</i>	0	1,5	0
<i>Eucalyptus</i>	0,5	0	0
<i>Euphorbia</i>	0	0	0
<i>Fabaceae</i>	0	10	0
<i>Halimium/Helianthemum</i>	0	0	0
<i>Hypericum</i>	0	0	0
<i>Lavandula</i>	0	0	0
<i>Malcolmia</i>	0	0	0
<i>Nymphaea</i>	0	0	0
<i>Olea</i>	1	1,5	1
<i>Panocratium</i>	0	0	0
<i>Pinus</i>	68	49	49
<i>Plantago</i>	0	1	0
<i>Poaceae</i>	10,5	8,5	8,5
<i>Quercus</i>	3	1	1
<i>Rosaceae</i>	0	0	0
<i>Rumex</i>	0	0	0
<i>Salix</i>	0	0	0
<i>Saxifragaceae</i>	0,5	1,5	0,5
<i>Thymus</i>	0	0	0
<i>Rosmarinus officinalis</i>	0	0	0
<i>Urtica</i>	0	0	0
<i>NI</i>	1	1	1
TOTAL	100	100	68

SERRA DA LOUSÃ – FLORESTA MISTA

Quadro A11: Índice de similaridade entre as amostras Serra da Lousã Floresta Mista 1 e Serra da Lousã Floresta Mista 2.

Tipos polínicos	SLFM1	SLFM2	IS
<i>Brassicaceae</i>	5,5	10,5	5,5
<i>Calluna vulgaris</i>	1	1	1
<i>Castanea sativa</i>	0	0	0
<i>Chenopodiaceae</i>	0,5	2,5	0,5
<i>Cistaceae</i>	0	2	0
<i>Compositae</i>	3,5	4	3,4
<i>Corylus avellana</i>	1,5	0	0
<i>Dryopteris</i>	0	0	0
<i>Ericaceae</i>	4	4	4
<i>Fabaceae</i>	11,5	9,5	9,5
<i>Juniperus</i>	0,5	0	0
<i>Olea</i>	1	1	1
<i>Pinus</i>	38	14	14
<i>Poaceae</i>	16	20	16
<i>Polypodium</i>	0	4	0
<i>Quercus</i>	10	18,5	10
<i>Rosaceae</i>	7	9	7
<i>Umbelliferae</i>	0	0	0
TOTAL	100	100	71,9

Quadro A12: Índice de similaridade entre as amostras Serra da Lousã Floresta Mista 1 e Serra da Lousã Floresta Mista 3.

Tipos polínicos	SLFM1	SLFM3	IS
<i>Brassicaceae</i>	5,5	3,5	3,5
<i>Calluna vulgaris</i>	1	1	1
<i>Castanea sativa</i>	0	0	0
<i>Chenopodiaceae</i>	0,5	0	0
<i>Cistaceae</i>	0	0,5	0
<i>Compositae</i>	3,5	2	2
<i>Corylus avellana</i>	1,5	0	0
<i>Dryopteris</i>	0	0	0
<i>Ericaceae</i>	4	1	1
<i>Fabaceae</i>	11,5	3	3
<i>Juniperus</i>	0,5	0	0,5
<i>Olea</i>	1	0	1
<i>Pinus</i>	38	74,5	38
<i>Poaceae</i>	16	12	12
<i>Polypodium</i>	0	0	0
<i>Quercus</i>	10	1	1
<i>Rosaceae</i>	7	1,5	1,5
<i>Umbelliferae</i>	0	0	0
TOTAL	100	100	64,5

Quadro A13: Índice de similaridade entre as amostras Serra da Lousã Floresta Mista 1 e Serra da Lousã Floresta Mista 4.

Tipos polínicos	SLFM1	SLFM4	IS
<i>Brassicaceae</i>	5,5	3	3
<i>Calluna vulgaris</i>	1	2	1
<i>Castanea sativa</i>	0	0	0
<i>Chenopodiaceae</i>	0,5	1	0,5
<i>Cistaceae</i>	0	0	0
<i>Compositae</i>	3,5	0	0
<i>Corylus avellana</i>	1,5	0	0
<i>Dryopteris</i>	0	0	0
<i>Ericaceae</i>	4	4	4
<i>Fabaceae</i>	11,5	2	2
<i>Juniperus</i>	0,5	0	0
<i>Olea</i>	1	0	0
<i>Pinus</i>	38	58,5	38
<i>Poaceae</i>	16	10,5	10,5
<i>Polypodium</i>	0	2,5	0
<i>Quercus</i>	10	12,5	10
<i>Rosaceae</i>	7	2,5	2,5
<i>Umbelliferae</i>	0	1,5	0
TOTAL	100	100	71,5

Quadro A14: Índice de similaridade entre as amostras Serra da Lousã Floresta Mista 1 e Serra da Lousã Floresta Mista 5.

Tipos polínicos	SLFM1	SLFM5	IS
<i>Brassicaceae</i>	5,5	5,5	5,5
<i>Calluna vulgaris</i>	1	3,5	1
<i>Castanea sativa</i>	0	0,5	0
<i>Chenopodiaceae</i>	0,5	1	0,5
<i>Cistaceae</i>	0	0	0
<i>Compositae</i>	3,5	2,5	2,5
<i>Corylus avellana</i>	1,5	0	0
<i>Dryopteris</i>	0	1,5	0
<i>Ericaceae</i>	4	0,5	0,5
<i>Fabaceae</i>	11,5	2	2
<i>Juniperus</i>	0,5	0	0
<i>Olea</i>	1	0	0
<i>Pinus</i>	38	35,5	35,5
<i>Poaceae</i>	16	32,5	16
<i>Polypodium</i>	0	1	0
<i>Quercus</i>	10	7	7
<i>Rosaceae</i>	7	7	7
<i>Umbelliferae</i>	0	0	0
TOTAL	100	100	77,5

Quadro A15: Índice de similaridade entre as amostras Serra da Lousã Floresta Mista 2 e Serra da Lousã Floresta Mista 3.

Tipos polínicos	SLFM2	SLFM3	IS
<i>Brassicaceae</i>	10,5	3,5	3,5
<i>Calluna vulgaris</i>	1	1	1
<i>Castanea sativa</i>	0	0	0
<i>Chenopodiaceae</i>	2,5	0	0
<i>Cistaceae</i>	2	0,5	0,5
<i>Compositae</i>	4	2	2
<i>Corylus avellana</i>	0	0	0
<i>Dryopteris</i>	0	0	0
<i>Ericaceae</i>	4	1	1
<i>Fabaceae</i>	9,5	3	3
<i>Juniperus</i>	0	0	0
<i>Olea</i>	1	0	0
<i>Pinus</i>	14	74,5	14
<i>Poaceae</i>	20	12	12
<i>Polypodium</i>	4	0	0
<i>Quercus</i>	18,5	1	1
<i>Rosaceae</i>	9	1,5	1,5
<i>Umbelliferae</i>	0	0	0
TOTAL	100	100	39,5

Quadro A16: Índice de similaridade entre as amostras Serra da Lousã Floresta Mista 2 e Serra da Lousã Floresta Mista 4.

Tipos polínicos	SLFM2	SLFM4	IS
<i>Brassicaceae</i>	10,5	3	3
<i>Calluna vulgaris</i>	1	2	1
<i>Castanea sativa</i>	0	0	0
<i>Chenopodiaceae</i>	2,5	1	1
<i>Cistaceae</i>	2	0	0
<i>Compositae</i>	4	0	0
<i>Corylus avellana</i>	0	0	0
<i>Dryopteris</i>	0	0	0
<i>Ericaceae</i>	4	4	4
<i>Fabaceae</i>	9,5	2	2
<i>Juniperus</i>	0	0	0
<i>Olea</i>	1	0	0
<i>Pinus</i>	14	58,5	14
<i>Poaceae</i>	20	10,5	10,5
<i>Polypodium</i>	4	2,5	2,5
<i>Quercus</i>	18,5	12,5	12,5
<i>Rosaceae</i>	9	2,5	2,5
<i>Umbelliferae</i>	0	1,5	0
TOTAL	100	100	53

Quadro A17: Índice de similaridade entre as amostras Serra da Lousã Floresta Mista 2 e Serra da Lousã Floresta Mista 5.

Tipos polínicos	SLFM2	SLFM5	IS
<i>Brassicaceae</i>	10,5	5,5	5,5
<i>Calluna vulgaris</i>	1	3,5	1
<i>Castanea sativa</i>	0	0,5	0
<i>Chenopodiaceae</i>	2,5	1	1
<i>Cistaceae</i>	2	0	0
<i>Compositae</i>	4	2,5	2,5
<i>Corylus avellana</i>	0	0	0
<i>Dryopteris</i>	0	1,5	0
<i>Ericaceae</i>	4	0,5	0,5
<i>Fabaceae</i>	9,5	2	2
<i>Juniperus</i>	0	0	0
<i>Olea</i>	1	0	0
<i>Pinus</i>	14	35,5	14
<i>Poaceae</i>	20	32,5	20
<i>Polypodium</i>	4	1	1
<i>Quercus</i>	18,5	7	7
<i>Rosaceae</i>	9	7	7
<i>Umbelliferae</i>	0	0	0
TOTAL	100	100	61,5

Quadro A18: Índice de similaridade entre as amostras Serra da Lousã Floresta Mista 3 e Serra da Lousã Floresta Mista 4.

Tipos polínicos	SLFM3	SLFM4	IS
<i>Brassicaceae</i>	3,5	3	3
<i>Calluna vulgaris</i>	1	2	1
<i>Castanea sativa</i>	0	0	0
<i>Chenopodiaceae</i>	0	1	0
<i>Cistaceae</i>	0,5	0	0
<i>Compositae</i>	2	0	0
<i>Corylus avellana</i>	0	0	0
<i>Dryopteris</i>	0	0	0
<i>Ericaceae</i>	1	4	1
<i>Fabaceae</i>	3	2	2
<i>Juniperus</i>	0	0	0
<i>Olea</i>	0	0	0
<i>Pinus</i>	74,5	58,5	58,5
<i>Poaceae</i>	12	10,5	10,5
<i>Polypodium</i>	0	2,5	0
<i>Quercus</i>	1	12,5	1
<i>Rosaceae</i>	1,5	2,5	1,5
<i>Umbelliferae</i>	0	1,5	0
TOTAL	100	100	78,5

Quadro A19: Índice de similaridade entre as amostras Serra da Lousã Floresta Mista 3 e Serra da Lousã Floresta Mista 5.

Tipos polínicos	SLFM3	SLFM5	IS
<i>Brassicaceae</i>	3,5	5,5	3,5
<i>Calluna vulgaris</i>	1	3,5	1
<i>Castanea sativa</i>	0	0,5	0
<i>Chenopodiaceae</i>	0	1	0
<i>Cistaceae</i>	0,5	0	0
<i>Compositae</i>	2	2,5	2
<i>Corylus avellana</i>	0	0	0
<i>Dryopteris</i>	0	1,5	0
<i>Ericaceae</i>	1	0,5	0,5
<i>Fabaceae</i>	3	2	2
<i>Juniperus</i>	0	0	0
<i>Olea</i>	0	0	0
<i>Pinus</i>	74,5	35,5	35,5
<i>Poaceae</i>	12	32,5	12
<i>Polypodium</i>	0	1	0
<i>Quercus</i>	1	7	1
<i>Rosaceae</i>	1,5	7	1,5
<i>Umbelliferae</i>	0	0	0
TOTAL	100	100	59

Quadro A20: Índice de similaridade entre as amostras Serra da Lousã Floresta Mista 4 e Serra da Lousã Floresta Mista 5.

Tipos polínicos	SLFM4	SLFM5	IS
<i>Brassicaceae</i>	3	5,5	3
<i>Calluna vulgaris</i>	2	3,5	2
<i>Castanea sativa</i>	0	0,5	0
<i>Chenopodiaceae</i>	1	1	1
<i>Cistaceae</i>	0	0	0
<i>Compositae</i>	0	2,5	0
<i>Corylus avellana</i>	0	0	0
<i>Dryopteris</i>	0	1,5	0
<i>Ericaceae</i>	4	0,5	0,5
<i>Fabaceae</i>	2	2	2
<i>Juniperus</i>	0	0	0
<i>Olea</i>	0	0	0
<i>Pinus</i>	58,5	35,5	35,5
<i>Poaceae</i>	10,5	32,5	10,5
<i>Polypodium</i>	2,5	1	1
<i>Quercus</i>	12,5	7	7
<i>Rosaceae</i>	2,5	7	2,5
<i>Umbelliferae</i>	1,5	0	0
TOTAL	100	100	65

SERRA DA LOUSÃ – MATOS

Quadro A21: Índice de similaridade entre as amostras Serra da Lousã Matos 1 e Serra da Lousã Floresta Matos

2.

Tipos polínicos	SLM1	SLM2	IS
<i>Alnus glutinosa</i>	0	0,5	0
<i>Calluna vulgaris</i>	9	9	9
<i>Chamaespartium tridentatum</i>	1,5	3	1,5
<i>Cistaceae (Cistus psilosepalus)</i>	0	3	0
<i>Compositae</i>	1	1	1
<i>Dryopteris</i>	0	0	0
<i>Ericaceae</i>	36,5	22,5	22,5
<i>Halimium</i>	0	2,5	0
<i>Lycopodium</i>	0,5	0	0
<i>Olea</i>	0	0	0
<i>Pinus</i>	30,5	14	14
<i>Poaceae</i>	10,5	21	10,5
<i>Polypodium</i>	0,5	0	0
<i>Rosaceae</i>	4,5	10	4,5
<i>Rubus</i>	1	4	1
<i>Ulex</i>	4,5	9,5	4,5
TOTAL	100	100	68,5

Quadro A22: Índice de similaridade entre as amostras Serra da Lousã Matos 1 e Serra da Lousã Floresta Matos

3.

Tipos polínicos	SLM1	SLM3	IS
<i>Alnus glutinosa</i>	0	0	0
<i>Calluna vulgaris</i>	9	7,5	7,5
<i>Chamaespartium tridentatum</i>	1,5	1,5	1,5
<i>Cistaceae (Cistus psilosepalus)</i>	0	0,5	0
<i>Compositae</i>	1	2,5	1
<i>Dryopteris</i>	0	3,5	0
<i>Ericaceae</i>	36,5	12	12
<i>Halimium</i>	0	5	0
<i>Lycopodium</i>	0,5	0	0
<i>Olea</i>	0	0,5	0
<i>Pinus</i>	30,5	6,5	6,5
<i>Poaceae</i>	10,5	35	10,5
<i>Polypodium</i>	0,5	0	0
<i>Rosaceae</i>	4,5	12	4,5
<i>Rubus</i>	1	0	0
<i>Ulex</i>	4,5	13,5	4,5
TOTAL	100	100	48

Quadro A23: Índice de similaridade entre as amostras Serra da Lousã Matos 1 e Serra da Lousã Floresta Matos

4.

Tipos polínicos	SLM1	SLM4	IS
<i>Alnus glutinosa</i>	0	0	0
<i>Calluna vulgaris</i>	9	16	9
<i>Chamaespartium tridentatum</i>	1,5	1	1
<i>Cistaceae (Cistus psilosepalus)</i>	0	1,5	0
<i>Compositae</i>	1	0	0
<i>Dryopteris</i>	0	1,5	0
<i>Ericaceae</i>	36,5	35	35
<i>Halimium</i>	0	0	0
<i>Lycopodium</i>	0,5	1,5	0,5
<i>Olea</i>	0	0	0
<i>Pinus</i>	30,5	26	26
<i>Poaceae</i>	10,5	10	10
<i>Polypodium</i>	0,5	0	0
<i>Rosaceae</i>	4,5	2	2
<i>Rubus</i>	1	0	0
<i>Ulex</i>	4,5	5,5	4,5
TOTAL	100	100	88

Quadro A24: Índice de similaridade entre as amostras Serra da Lousã Matos 1 e Serra da Lousã Floresta Matos

5.

Tipos polínicos	SLM1	SLM5	IS
<i>Alnus glutinosa</i>	0	0	0
<i>Calluna vulgaris</i>	9	12,5	9
<i>Chamaespartium tridentatum</i>	1,5	0,5	0,5
<i>Cistaceae (Cistus psilosepalus)</i>	0	0,5	0
<i>Compositae</i>	1	0	0
<i>Dryopteris</i>	0	0	0
<i>Ericaceae</i>	36,5	33,5	33,5
<i>Halimium</i>	0	7	0
<i>Lycopodium</i>	0,5	1,5	0,5
<i>Olea</i>	0	0	0
<i>Pinus</i>	30,5	21,5	21,5
<i>Poaceae</i>	10,5	17	10,5
<i>Polypodium</i>	0,5	0	0
<i>Rosaceae</i>	4,5	3	3
<i>Rubus</i>	1	0	0
<i>Ulex</i>	4,5	3	3
TOTAL	100	100	81,5

Quadro A25: Índice de similaridade entre as amostras Serra da Lousã Matos 2 e Serra da Lousã Floresta Matos

3.

Tipos polínicos	SLM2	SLM3	IS
<i>Alnus glutinosa</i>	0,5	0	0
<i>Calluna vulgaris</i>	9	7,5	7,5
<i>Chamaespartium tridentatum</i>	3	1,5	1,5
<i>Cistaceae (Cistus psilosepalus)</i>	3	0,5	0,5
<i>Compositae</i>	1	2,5	1
<i>Dryopteris</i>	0	3,5	0
<i>Ericaceae</i>	22,5	12	12
<i>Halimium</i>	2,5	5	2,5
<i>Lycopodium</i>	0	0	0
<i>Olea</i>	0	0,5	0
<i>Pinus</i>	14	6,5	6,5
<i>Poaceae</i>	21	35	21
<i>Polypodium</i>	0	0	0
<i>Rosaceae</i>	10	12	10
<i>Rubus</i>	4	0	0
<i>Ulex</i>	9,5	13,5	9,5
TOTAL	100	100	72

Quadro A26: Índice de similaridade entre as amostras Serra da Lousã Matos 2 e Serra da Lousã Floresta Matos

4.

Tipos polínicos	SLM2	SLM4	IS
<i>Alnus glutinosa</i>	0,5	0	0
<i>Calluna vulgaris</i>	9	16	9
<i>Chamaespartium tridentatum</i>	3	1	1
<i>Cistaceae (Cistus psilosepalus)</i>	3	1,5	1,5
<i>Compositae</i>	1	0	0
<i>Dryopteris</i>	0	1,5	0
<i>Ericaceae</i>	22,5	35	22,5
<i>Halimium</i>	2,5	0	0
<i>Lycopodium</i>	0	1,5	0
<i>Olea</i>	0	0	0
<i>Pinus</i>	14	26	14
<i>Poaceae</i>	21	10	10
<i>Polypodium</i>	0	0	0
<i>Rosaceae</i>	10	2	2
<i>Rubus</i>	4	0	0
<i>Ulex</i>	9,5	5,5	5,5
TOTAL	100	100	65,5

Quadro A27: Índice de similaridade entre as amostras Serra da Lousã Matos 2 e Serra da Lousã Floresta Matos

5.

Tipos polínicos	SLM2	SLM5	IS
<i>Alnus glutinosa</i>	0,5	0	0
<i>Calluna vulgaris</i>	9	12,5	9
<i>Chamaespartium tridentatum</i>	3	0,5	0,5
<i>Cistaceae (Cistus psilosepalus)</i>	3	0,5	0,5
<i>Compositae</i>	1	0	0
<i>Dryopteris</i>	0	0	0
<i>Ericaceae</i>	22,5	33,5	22,5
<i>Halimium</i>	2,5	7	2,5
<i>Lycopodium</i>	0	1,5	0
<i>Olea</i>	0	0	0
<i>Pinus</i>	14	21,5	14
<i>Poaceae</i>	21	17	17
<i>Polypodium</i>	0	0	0
<i>Rosaceae</i>	10	3	3
<i>Rubus</i>	4	0	0
<i>Ulex</i>	9,5	3	3
TOTAL	100	100	72

Quadro A28: Índice de similaridade entre as amostras Serra da Lousã Matos 3 e Serra da Lousã Floresta Matos

4.

Tipos polínicos	SLM3	SLM4	IS
<i>Alnus glutinosa</i>	0	0	0
<i>Calluna vulgaris</i>	7,5	16	7,5
<i>Chamaespartium tridentatum</i>	1,5	1	1
<i>Cistaceae (Cistus psilosepalus)</i>	0,5	1,5	0,5
<i>Compositae</i>	2,5	0	0
<i>Dryopteris</i>	3,5	1,5	1,5
<i>Ericaceae</i>	12	35	12
<i>Halimium</i>	5	0	0
<i>Lycopodium</i>	0	1,5	0
<i>Olea</i>	0,5	0	0
<i>Pinus</i>	6,5	26	6,5
<i>Poaceae</i>	35	10	10
<i>Polypodium</i>	0	0	0
<i>Rosaceae</i>	12	2	2
<i>Rubus</i>	0	0	0
<i>Ulex</i>	13,5	5,5	5,5
TOTAL	100	100	46,5

Quadro A29: Índice de similaridade entre as amostras Serra da Lousã Matos 3 e Serra da Lousã Floresta Matos

5.

Tipos polínicos	SLM3	SLM5	IS
<i>Alnus glutinosa</i>	0	0	0
<i>Calluna vulgaris</i>	7,5	12,5	7,5
<i>Chamaespartium tridentatum</i>	1,5	0,5	0,5
<i>Cistaceae (Cistus psilosepalus)</i>	0,5	0,5	0,5
<i>Compositae</i>	2,5	0	0
<i>Dryopteris</i>	3,5	0	0
<i>Ericaceae</i>	12	33,5	12
<i>Halimium</i>	5	7	5
<i>Lycopodium</i>	0	1,5	0
<i>Olea</i>	0,5	0	0
<i>Pinus</i>	6,5	21,5	6,5
<i>Poaceae</i>	35	17	17
<i>Polypodium</i>	0	0	0
<i>Rosaceae</i>	12	3	3
<i>Rubus</i>	0	0	0
<i>Ulex</i>	13,5	3	3
TOTAL	100	100	55

Quadro A30: Índice de similaridade entre as amostras Serra da Lousã Matos 4 e Serra da Lousã Floresta Matos 5.

Tipos polínicos	SLM4	SLM5	IS
<i>Alnus glutinosa</i>	0	0	0
<i>Calluna vulgaris</i>	16	12,5	12,5
<i>Chamaespartium tridentatum</i>	1	0,5	0,5
<i>Cistaceae (Cistus psilosepalus)</i>	1,5	0,5	0,5
<i>Compositae</i>	0	0	0
<i>Dryopteris</i>	1,5	0	0
<i>Ericaceae</i>	35	33,5	33,5
<i>Halimium</i>	0	7	0
<i>Lycopodium</i>	1,5	1,5	1,5
<i>Olea</i>	0	0	0
<i>Pinus</i>	26	21,5	21,5
<i>Poaceae</i>	10	17	10
<i>Polypodium</i>	0	0	0
<i>Rosaceae</i>	2	3	2
<i>Rubus</i>	0	0	0
<i>Ulex</i>	5,5	3	3
TOTAL	100	100	85

ST. ANDRÉ

Quadro A31: Índice de similaridade entre as amostras St. André 1 e St. André 2.

Tipos polínicos	St André1	St André2	IS
<i>Acacia</i>	0	0	0
<i>Artemisia</i>	0	0	0
<i>Asteraceae</i>	0,5	6,5	0,5
<i>Calystegia</i>	0	1	0
<i>Carex</i>	0	0	0
<i>Caryophyllaceae</i>	0	2,5	0
<i>Chenopodiaceae</i>	0	1,5	0
<i>Cistaceae</i>	0	4	0
<i>Cistus</i>	0	0	0
<i>Compositae</i>	0	0	0
<i>Corylus avellana</i>	0	0	0
<i>Ericaceae</i>	0	0	0
<i>Eryngium maritimum</i>	0	2,5	0
<i>Eucalyptus</i>	0	0	0
<i>Euphorbia</i>	0	3	0
<i>Fabaceae</i>	0	18,5	0
<i>Halimium/Helianthemum</i>	0	0	0
<i>Hypericum</i>	0	0	0
<i>Lavandula</i>	0	0	0
<i>Malcolmia</i>	0	0	0
<i>Nymphaea</i>	0	0	0
<i>Olea</i>	0	0	0
<i>Pancratium</i>	0	4	0
<i>Pinus</i>	1,5	18	1,5
<i>Plantago</i>	0	0	0
<i>Poaceae</i>	0	7,5	0
<i>Quercus</i>	0	9,5	0
<i>Rosaceae</i>	0	8,5	0
<i>Rumex</i>	0	8,5	0
<i>Salix</i>	0	0	0
<i>Saxifragaceae</i>	0	0	0
<i>Thymus</i>	0	2,5	0
<i>Rosmarinus officinalis</i>	0	0	0
<i>Urtica</i>	0	0	0
<i>NI</i>	0	2	0
TOTAL	2	100	2

Quadro A32: Índice de similaridade entre as amostras St. André 1 e St. André 3.

Tipos polínicos	ST André1	ST André3	IS
<i>Acacia</i>	0	0	0
<i>Artemisia</i>	0	4,5	0
<i>Asteraceae</i>	0,5	0	0
<i>Calystegia</i>	0	0	0
<i>Carex</i>	0	0	0
<i>Caryophyllaceae</i>	0	1	0
<i>Chenopodiaceae</i>	0	0	0
<i>Cistaceae</i>	0	0	0
<i>Cistus</i>	0	0	0
<i>Compositae</i>	0	0	0
<i>Corylus avellana</i>	0	0	0
<i>Ericaceae</i>	0	1,5	0
<i>Eryngium maritimum</i>	0	0	0
<i>Eucalyptus</i>	0	0	0
<i>Euphorbia</i>	0	0	0
<i>Fabaceae</i>	0	0	0
<i>Halimium/Helianthemum</i>	0	0	0
<i>Hypericum</i>	0	0	0
<i>Lavandula</i>	0	0	0
<i>Malcolmia</i>	0	3,5	0
<i>Nymphaea</i>	0	0	0
<i>Olea</i>	0	0	0
<i>Pancratium</i>	0	0	0
<i>Pinus</i>	1,5	75	1,5
<i>Plantago</i>	0	0	0
<i>Poaceae</i>	0	2,5	0
<i>Quercus</i>	0	5,5	0
<i>Rosaceae</i>	0	1,5	0
<i>Rumex</i>	0	1	0
<i>Salix</i>	0	0	0
<i>Saxifragaceae</i>	0	0	0
<i>Thymus</i>	0	0	0
<i>Rosmarinus officinalis</i>	0	0	0
<i>Urtica</i>	0	0	0
<i>NI</i>	0	4	0
TOTAL	2	100	1,5

Quadro A33: Índice de similaridade entre as amostras St. André 1 e St. André 4.

Tipos polínicos	ST André1	ST André4	IS
<i>Acacia</i>	0	3	0
<i>Artemisia</i>	0	0	0
<i>Asteraceae</i>	0,5	0	0
<i>Calystegia</i>	0	0	0
<i>Carex</i>	0	0	0
<i>Caryophyllaceae</i>	0	0	0
<i>Chenopodiaceae</i>	0	0	0
<i>Cistaceae</i>	0	0	0
<i>Cistus</i>	0	1	0
<i>Compositae</i>	0	4,5	0
<i>Corylus avellana</i>	0	0	0
<i>Ericaceae</i>	0	7	0
<i>Eryngium maritimum</i>	0	0	0
<i>Eucalyptus</i>	0	0	0
<i>Euphorbia</i>	0	0	0
<i>Fabaceae</i>	0	2,5	0
<i>Halimium/Helianthemum</i>	0	0	0
<i>Hypericum</i>	0	0	0
<i>Lavandula</i>	0	0	0
<i>Malcolmia</i>	0	0	0
<i>Nymphaea</i>	0	0	0
<i>Olea</i>	0	4	0
<i>Pancratium</i>	0	0	0
<i>Pinus</i>	1,5	35	1,5
<i>Plantago</i>	0	0,5	0
<i>Poaceae</i>	0	6,5	0
<i>Quercus</i>	0	1,5	0
<i>Rosaceae</i>	0	12,5	0
<i>Rumex</i>	0	12,5	0
<i>Salix</i>	0	3,5	0
<i>Saxifragaceae</i>	0	1	0
<i>Thymus</i>	0	0	0
<i>Rosmarinus officinalis</i>	0	0	0
<i>Urtica</i>	0	0,5	0
<i>NI</i>	0	4,5	0
TOTAL	2	100	1,5

Quadro A34: Índice de similaridade entre as amostras St. André 1 e St. André 5.

Tipos polínicos	ST André1	ST André5	IS
<i>Acacia</i>	0	0	0
<i>Artemisia</i>	0	0	0
<i>Asteraceae</i>	0,5	0	0
<i>Calystegia</i>	0	0	0
<i>Carex</i>	0	0	0
<i>Caryophyllaceae</i>	0	0	0
<i>Chenopodiaceae</i>	0	0	0
<i>Cistaceae</i>	0	0	0
<i>Cistus</i>	0	0	0
<i>Compositae</i>	0	24	0
<i>Corylus avellana</i>	0	0	0
<i>Ericaceae</i>	0	15,5	0
<i>Eryngium maritimum</i>	0	0	0
<i>Eucalyptus</i>	0	0	0
<i>Euphorbia</i>	0	0	0
<i>Fabaceae</i>	0	4,5	0
<i>Halimium/Helianthemum</i>	0	10	0
<i>Hypericum</i>	0	2	0
<i>Lavandula</i>	0	0	0
<i>Malcolmia</i>	0	0	0
<i>Nymphaea</i>	0	3,5	0
<i>Olea</i>	0	0	0
<i>Panocratium</i>	0	0	0
<i>Pinus</i>	1,5	12,5	1,5
<i>Plantago</i>	0	0,5	0
<i>Poaceae</i>	0	9,5	0
<i>Quercus</i>	0	0	0
<i>Rosaceae</i>	0	16	0
<i>Rumex</i>	0	0	0
<i>Salix</i>	0	0	0
<i>Saxifragaceae</i>	0	0	0
<i>Thymus</i>	0	0	0
<i>Rosmarinus officinalis</i>	0	1	0
<i>Urtica</i>	0	0,5	0
<i>NI</i>	0	0,5	0
TOTAL	2	100	1,5

Quadro A35: Índice de similaridade entre as amostras St. André 2 e St. André 3.

Tipos polínicos	ST André2	ST André3	IS
<i>Acacia</i>	0	0	0
<i>Artemisia</i>	0	4,5	0
<i>Asteraceae</i>	6,5	0	0
<i>Calystegia</i>	1	0	0
<i>Carex</i>	0	0	0
<i>Caryophyllaceae</i>	2,5	1	1
<i>Chenopodiaceae</i>	1,5	0	0
<i>Cistaceae</i>	4	0	0
<i>Cistus</i>	0	0	0
<i>Compositae</i>	0	0	0
<i>Corylus avellana</i>	0	0	0
<i>Ericaceae</i>	0	1,5	0
<i>Eryngium maritimum</i>	2,5	0	0
<i>Eucalyptus</i>	0	0	0
<i>Euphorbia</i>	3	0	0
<i>Fabaceae</i>	18,5	0	0
<i>Halimium/Helianthemum</i>	0	0	0
<i>Hypericum</i>	0	0	0
<i>Lavandula</i>	0	0	0
<i>Malcolmia</i>	0	3,5	0
<i>Nymphaea</i>	0	0	0
<i>Olea</i>	0	0	0
<i>Pancratium</i>	4	0	0
<i>Pinus</i>	18	75	18
<i>Plantago</i>	0	0	0
<i>Poaceae</i>	7,5	2,5	2,5
<i>Quercus</i>	9,5	5,5	5,5
<i>Rosaceae</i>	8,5	1,5	1,5
<i>Rumex</i>	8,5	1	1
<i>Salix</i>	0	0	0
<i>Saxifragaceae</i>	0	0	0
<i>Thymus</i>	2,5	0	0
<i>Rosmarinus officinalis</i>	0	0	0
<i>Urtica</i>	0	0	0
<i>NI</i>	2	4	2
TOTAL	100	100	31,5

Quadro A36: Índice de similaridade entre as amostras St. André 2 e St. André 4.

Tipos polínicos	ST André2	ST André4	IS
<i>Acacia</i>	0	3	0
<i>Artemisia</i>	0	0	0
<i>Asteraceae</i>	6,5	0	0
<i>Calystegia</i>	1	0	0
<i>Carex</i>	0	0	0
<i>Caryophyllaceae</i>	2,5	0	0
<i>Chenopodiaceae</i>	1,5	0	0
<i>Cistaceae</i>	4	0	0
<i>Cistus</i>	0	1	0
<i>Compositae</i>	0	4,5	0
<i>Corylus avellana</i>	0	0	0
<i>Ericaceae</i>	0	7	0
<i>Eryngium maritimum</i>	2,5	0	0
<i>Eucalyptus</i>	0	0	0
<i>Euphorbia</i>	3	0	0
<i>Fabaceae</i>	18,5	2,5	2,5
<i>Halimium/Helianthemum</i>	0	0	0
<i>Hypericum</i>	0	0	0
<i>Lavandula</i>	0	0	0
<i>Malcolmia</i>	0	0	0
<i>Nymphaea</i>	0	0	0
<i>Olea</i>	0	4	0
<i>Panocratium</i>	4	0	0
<i>Pinus</i>	18	35	18
<i>Plantago</i>	0	0,5	0
<i>Poaceae</i>	7,5	6,5	6,5
<i>Quercus</i>	9,5	1,5	1,5
<i>Rosaceae</i>	8,5	12,5	8,5
<i>Rumex</i>	8,5	12,5	8,5
<i>Salix</i>	0	3,5	0
<i>Saxifragaceae</i>	0	1	0
<i>Thymus</i>	2,5	0	0
<i>Rosmarinus officinalis</i>	0	0	0
<i>Urtica</i>	0	0,5	0
<i>NI</i>	2	4,5	2
TOTAL	100	100	47,5

Quadro A37: Índice de similaridade entre as amostras St. André 2 e St. André 5.

Tipos polínicos	ST André2	ST André5	IS
<i>Acacia</i>	0	0	0
<i>Artemisia</i>	0	0	0
<i>Asteraceae</i>	6,5	0	0
<i>Calystegia</i>	1	0	0
<i>Carex</i>	0	0	0
<i>Caryophyllaceae</i>	2,5	0	0
<i>Chenopodiaceae</i>	1,5	0	0
<i>Cistaceae</i>	4	0	0
<i>Cistus</i>	0	0	0
<i>Compositae</i>	0	24	0
<i>Corylus avellana</i>	0	0	0
<i>Ericaceae</i>	0	15,5	0
<i>Eryngium maritimum</i>	2,5	0	0
<i>Eucalyptus</i>	0	0	0
<i>Euphorbia</i>	3	0	0
<i>Fabaceae</i>	18,5	4,5	4,5
<i>Halimium/Helianthemum</i>	0	10	0
<i>Hypericum</i>	0	2	0
<i>Lavandula</i>	0	0	0
<i>Malcolmia</i>	0	0	0
<i>Nymphaea</i>	0	3,5	0
<i>Olea</i>	0	0	0
<i>Panocratium</i>	4	0	0
<i>Pinus</i>	18	12,5	12,5
<i>Plantago</i>	0	0,5	0
<i>Poaceae</i>	7,5	9,5	7,5
<i>Quercus</i>	9,5	0	0
<i>Rosaceae</i>	8,5	16	8,5
<i>Rumex</i>	8,5	0	0
<i>Salix</i>	0	0	0
<i>Saxifragaceae</i>	0	0	0
<i>Thymus</i>	2,5	0	0
<i>Rosmarinus officinalis</i>	0	1	0
<i>Urtica</i>	0	0,5	0
<i>NI</i>	2	0,5	0,5
TOTAL	100	100	33,5

Quadro A38: Índice de similaridade entre as amostras St. André 3 e St. André 4.

Tipos polínicos	ST André3	ST André4	IS
<i>Acacia</i>	0	3	0
<i>Artemisia</i>	4,5	0	0
<i>Asteraceae</i>	0	0	0
<i>Calystegia</i>	0	0	0
<i>Carex</i>	0	0	0
<i>Caryophyllaceae</i>	1	0	0
<i>Chenopodiaceae</i>	0	0	0
<i>Cistaceae</i>	0	0	0
<i>Cistus</i>	0	1	0
<i>Compositae</i>	0	4,5	0
<i>Corylus avellana</i>	0	0	0
<i>Ericaceae</i>	1,5	7	1,5
<i>Eryngium maritimum</i>	0	0	0
<i>Eucalyptus</i>	0	0	0
<i>Euphorbia</i>	0	0	0
<i>Fabaceae</i>	0	2,5	0
<i>Halimium/Helianthemum</i>	0	0	0
<i>Hypericum</i>	0	0	0
<i>Lavandula</i>	0	0	0
<i>Malcolmia</i>	3,5	0	0
<i>Nymphaea</i>	0	0	0
<i>Olea</i>	0	4	0
<i>Pancratium</i>	0	0	0
<i>Pinus</i>	75	35	35
<i>Plantago</i>	0	0,5	0
<i>Poaceae</i>	2,5	6,5	2,5
<i>Quercus</i>	5,5	1,5	1,5
<i>Rosaceae</i>	1,5	12,5	1,5
<i>Rumex</i>	1	12,5	1
<i>Salix</i>	0	3,5	0
<i>Saxifragaceae</i>	0	1	0
<i>Thymus</i>	0	0	0
<i>Rosmarinus officinalis</i>	0	0	0
<i>Urtica</i>	0	0,5	0
<i>NI</i>	4	4,5	4
TOTAL	100	100	47

Quadro A39: Índice de similaridade entre as amostras St. André 3 e St. André 5.

Tipos polínicos	ST André3	ST André5	IS
<i>Acacia</i>	0	0	0
<i>Artemisia</i>	4,5	0	0
<i>Asteraceae</i>	0	0	0
<i>Calystegia</i>	0	0	0
<i>Carex</i>	0	0	0
<i>Caryophyllaceae</i>	1	0	0
<i>Chenopodiaceae</i>	0	0	0
<i>Cistaceae</i>	0	0	0
<i>Cistus</i>	0	0	0
<i>Compositae</i>	0	24	0
<i>Corylus avellana</i>	0	0	0
<i>Ericaceae</i>	1,5	15,5	1,5
<i>Eryngium maritimum</i>	0	0	0
<i>Eucalyptus</i>	0	0	0
<i>Euphorbia</i>	0	0	0
<i>Fabaceae</i>	0	4,5	0
<i>Halimium/Helianthemum</i>	0	10	0
<i>Hypericum</i>	0	2	0
<i>Lavandula</i>	0	0	0
<i>Malcolmia</i>	3,5	0	0
<i>Nymphaea</i>	0	3,5	0
<i>Olea</i>	0	0	0
<i>Pancratium</i>	0	0	0
<i>Pinus</i>	75	12,5	12,5
<i>Plantago</i>	0	0,5	0
<i>Poaceae</i>	2,5	9,5	2,5
<i>Quercus</i>	5,5	0	0
<i>Rosaceae</i>	1,5	16	1,5
<i>Rumex</i>	1	0	0
<i>Salix</i>	0	0	0
<i>Saxifragaceae</i>	0	0	0
<i>Thymus</i>	0	0	0
<i>Rosmarinus officinalis</i>	0	1	0
<i>Urtica</i>	0	0,5	0
<i>NI</i>	4	0,5	0,5
TOTAL	100	100	18,5

Quadro A40: Índice de similaridade entre as amostras St. André 4 e St. André 5.

Tipos polínicos	ST André4	ST André5	IS
<i>Acacia</i>	3	0	0
<i>Artemisia</i>	0	0	0
<i>Asteraceae</i>	0	0	0
<i>Calystegia</i>	0	0	0
<i>Carex</i>	0	0	0
<i>Caryophyllaceae</i>	0	0	0
<i>Chenopodiaceae</i>	0	0	0
<i>Cistaceae</i>	0	0	0
<i>Cistus</i>	1	0	0
<i>Compositae</i>	4,5	24	4,5
<i>Corylus avellana</i>	0	0	0
<i>Ericaceae</i>	7	15,5	7
<i>Eryngium maritimum</i>	0	0	0
<i>Eucalyptus</i>	0	0	0
<i>Euphorbia</i>	0	0	0
<i>Fabaceae</i>	2,5	4,5	2,5
<i>Halimium/Helianthemum</i>	0	10	0
<i>Hypericum</i>	0	2	0
<i>Lavandula</i>	0	0	0
<i>Malcolmia</i>	0	0	0
<i>Nymphaea</i>	0	3,5	0
<i>Olea</i>	4	0	0
<i>Pancratium</i>	0	0	0
<i>Pinus</i>	35	12,5	12,5
<i>Plantago</i>	0,5	0,5	0,5
<i>Poaceae</i>	6,5	9,5	6,5
<i>Quercus</i>	1,5	0	0
<i>Rosaceae</i>	12,5	16	12,5
<i>Rumex</i>	12,5	0	0
<i>Salix</i>	3,5	0	0
<i>Saxifragaceae</i>	1	0	0
<i>Thymus</i>	0	0	0
<i>Rosmarinus officinalis</i>	0	1	0
<i>Urtica</i>	0,5	0,5	0,5
<i>NI</i>	4,5	0,5	0,5
TOTAL	100	100	47

ALENTEJO – FLORESTA MISTA

Quadro A41: Índice de similaridade entre as amostras Alentejo Floresta Mista 1 e Alentejo Floresta Mista 2.

Tipos polínicos	AFM1	AFM2	IS
<i>Alnus (Betulaceae)</i>	1	0,5	0,5
<i>Avena sativa</i>	0	0	0
<i>Betulaceae</i>	0	0	0
<i>Brassicaceae</i>	0	0	0
<i>Caryophyllaceae</i>	0	0	0
<i>Chenopodiaceae</i>	15,5	11	11
<i>Cistaceae</i>	1,5	5,5	1,5
<i>Compositae</i>	10,5	4,5	4,5
<i>Corylus avellana</i>	1	0,5	0,5
<i>Daphne</i>	1	0	0
<i>Dryopteris</i>	0	0	0
<i>Ericaceae</i>	1	0	0
<i>Eucalyptus</i>	0	0	0
<i>Fabaceae</i>	11	10,5	10,5
<i>Helianthemum</i>	0	0	0
<i>Hypericum</i>	0	0	0
<i>Lagurus ovatus</i>	2	0	0
<i>Lycopodium</i>	0,5	0	0
<i>Olea</i>	0,5	1	0,5
<i>Pinus</i>	3,5	12	3,5
<i>Plantago</i>	0,5	0	0
<i>Poaceae</i>	23,5	24	23,5
<i>Pteridaceae</i>	0	0	0
<i>Quercus</i>	25,5	23	23
<i>Rosaceae</i>	0,5	5,5	0,5
<i>Salix</i>	0	0	0
<i>Umbelliferae</i>	1	1,5	1
<i>NI</i>	0	0,5	0
TOTAL	100	100	80,5

Quadro A42: Índice de similaridade entre as amostras Alentejo Floresta Mista 1 e Alentejo Floresta Mista 3.

Tipos polínicos	AFM1	AFM3	IS
<i>Alnus (Betulaceae)</i>	1	0	0
<i>Avena sativa</i>	0	1	0
<i>Betulaceae</i>	0	0	0
<i>Brassicaceae</i>	0	0	0
<i>Caryophyllaceae</i>	0	0	0
<i>Chenopodiaceae</i>	15,5	3	3
<i>Cistaceae</i>	1,5	5	1,5
<i>Compositae</i>	10,5	1,5	1,5
<i>Corylus avellana</i>	1	0,5	0,5
<i>Daphne</i>	1	0	0
<i>Dryopteris</i>	0	1,5	0
<i>Ericaceae</i>	1	0	0
<i>Eucalyptus</i>	0	0	0
<i>Fabaceae</i>	11	16,5	11
<i>Helianthemum</i>	0	0	0
<i>Hypericum</i>	0	0	0
<i>Lagurus ovatus</i>	2	2,5	2
<i>Lycopodium</i>	0,5	1	0,5
<i>Olea</i>	0,5	0	0
<i>Pinus</i>	3,5	18,5	3,5
<i>Plantago</i>	0,5	1	0,5
<i>Poaceae</i>	23,5	16	16
<i>Pteridaceae</i>	0	1	0
<i>Quercus</i>	25,5	21,5	21,5
<i>Rosaceae</i>	0,5	7	0,5
<i>Salix</i>	0	1	0
<i>Umbelliferae</i>	1	1,5	1
<i>NI</i>	0	0	0
TOTAL	100	100	63

Quadro A43: Índice de similaridade entre as amostras Alentejo Floresta Mista 1 e Alentejo Floresta Mista 4.

Tipos polínicos	AFM1	AFM4	IS
<i>Alnus (Betulaceae)</i>	1	0	0
<i>Avena sativa</i>	0	0	0
<i>Betulaceae</i>	0	1	0
<i>Brassicaceae</i>	0	0	0
<i>Caryophyllaceae</i>	0	0,5	0
<i>Chenopodiaceae</i>	15,5	6	6
<i>Cistaceae</i>	1,5	4,5	1,5
<i>Compositae</i>	10,5	6,5	6,5
<i>Corylus avellana</i>	1	0	0
<i>Daphne</i>	1	0	0
<i>Dryopteris</i>	0	2,5	0
<i>Ericaceae</i>	1	0,5	0,5
<i>Eucalyptus</i>	0	0,5	0
<i>Fabaceae</i>	11	10,5	10,5
<i>Helianthemum</i>	0	0	0
<i>Hypericum</i>	0	0	0
<i>Lagurus ovatus</i>	2	3	2
<i>Lycopodium</i>	0,5	2	0,5
<i>Olea</i>	0,5	0	0
<i>Pinus</i>	3,5	8,5	3,5
<i>Plantago</i>	0,5	2,5	0,5
<i>Poaceae</i>	23,5	21,5	21,5
<i>Pteridaceae</i>	0	0	0
<i>Quercus</i>	25,5	22	22
<i>Rosaceae</i>	0,5	5	0,5
<i>Salix</i>	0	0	0
<i>Umbelliferae</i>	1	3	1
<i>NI</i>	0	0	0
TOTAL	100	100	76,5

Quadro A44: Índice de similaridade entre as amostras Alentejo Floresta Mista 1 e Alentejo Floresta Mista 5.

Tipos polínicos	AFM1	AFM5	IS
<i>Alnus (Betulaceae)</i>	1	0	0
<i>Avena sativa</i>	0	0	0
<i>Betulaceae</i>	0	1	0
<i>Brassicaceae</i>	0	0,5	0
<i>Caryophyllaceae</i>	0	3	0
<i>Chenopodiaceae</i>	15,5	4	4
<i>Cistaceae</i>	1,5	5,5	1,5
<i>Compositae</i>	10,5	8	8
<i>Corylus avellana</i>	1	0	0
<i>Daphne</i>	1	0	0
<i>Dryopteris</i>	0	0	0
<i>Ericaceae</i>	1	0	0
<i>Eucalyptus</i>	0	0	0
<i>Fabaceae</i>	11	4	4
<i>Helianthemum</i>	0	2,5	0
<i>Hypericum</i>	0	1	0
<i>Lagurus ovatus</i>	2	1	1
<i>Lycopodium</i>	0,5	2	0,5
<i>Olea</i>	0,5	0	0
<i>Pinus</i>	3,5	6,5	3,5
<i>Plantago</i>	0,5	0	0
<i>Poaceae</i>	23,5	27	23,5
<i>Pteridaceae</i>	0	0	0
<i>Quercus</i>	25,5	17	17
<i>Rosaceae</i>	0,5	14	0,5
<i>Salix</i>	0	0	0
<i>Umbelliferae</i>	1	2,5	1
<i>NI</i>	0	0,5	0
TOTAL	100	100	64,5

Quadro A45: Índice de similaridade entre as amostras Alentejo Floresta Mista 2 e Alentejo Floresta Mista 3.

Tipos polínicos	AFM2	AFM3	IS
<i>Alnus (Betulaceae)</i>	0,5	0	0
<i>Avena sativa</i>	0	1	0
<i>Betulaceae</i>	0	0	0
<i>Brassicaceae</i>	0	0	0
<i>Caryophyllaceae</i>	0	0	0
<i>Chenopodiaceae</i>	11	3	3
<i>Cistaceae</i>	5,5	5	5
<i>Compositae</i>	4,5	1,5	1,5
<i>Corylus avellana</i>	0,5	0,5	0,5
<i>Daphne</i>	0	0	0
<i>Dryopteris</i>	0	1,5	0
<i>Ericaceae</i>	0	0	0
<i>Eucalyptus</i>	0	0	0
<i>Fabaceae</i>	10,5	16,5	10,5
<i>Helianthemum</i>	0	0	0
<i>Hypericum</i>	0	0	0
<i>Lagurus ovatus</i>	0	2,5	0
<i>Lycopodium</i>	0	1	0
<i>Olea</i>	1	0	0
<i>Pinus</i>	12	18,5	12
<i>Plantago</i>	0	1	0
<i>Poaceae</i>	24	16	16
<i>Pteridaceae</i>	0	1	0
<i>Quercus</i>	23	21,5	21,5
<i>Rosaceae</i>	5,5	7	5,5
<i>Salix</i>	0	1	0
<i>Umbelliferae</i>	1,5	1,5	1,5
<i>NI</i>	0,5	0	0
TOTAL	100	100	77

Quadro A46: Índice de similaridade entre as amostras Alentejo Floresta Mista 2 e Alentejo Floresta Mista 4.

Tipos polínicos	AFM2	AFM4	IS
<i>Alnus (Betulaceae)</i>	0,5	0	0
<i>Avena sativa</i>	0	0	0
<i>Betulaceae</i>	0	1	0
<i>Brassicaceae</i>	0	0	0
<i>Caryophyllaceae</i>	0	0,5	0
<i>Chenopodiaceae</i>	11	6	6
<i>Cistaceae</i>	5,5	4,5	4,5
<i>Compositae</i>	4,5	6,5	4,5
<i>Corylus avellana</i>	0,5	0	0
<i>Daphne</i>	0	0	0
<i>Dryopteris</i>	0	2,5	0
<i>Ericaceae</i>	0	0,5	0
<i>Eucalyptus</i>	0	0,5	0
<i>Fabaceae</i>	10,5	10,5	10,5
<i>Helianthemum</i>	0	0	0
<i>Hypericum</i>	0	0	0
<i>Lagurus ovatus</i>	0	3	0
<i>Lycopodium</i>	0	2	0
<i>Olea</i>	1	0	0
<i>Pinus</i>	12	8,5	8,5
<i>Plantago</i>	0	2,5	0
<i>Poaceae</i>	24	21,5	21,5
<i>Pteridaceae</i>	0	0	0
<i>Quercus</i>	23	22	22
<i>Rosaceae</i>	5,5	5	5
<i>Salix</i>	0	0	0
<i>Umbelliferae</i>	1,5	3	1,5
<i>NI</i>	0,5	0	0
TOTAL	100	100	84

Quadro A47: Índice de similaridade entre as amostras Alentejo Floresta Mista 2 e Alentejo Floresta Mista 5.

Tipos polínicos	AFM2	AFM5	IS
<i>Alnus (Betulaceae)</i>	0,5	0	0
<i>Avena sativa</i>	0	0	0
<i>Betulaceae</i>	0	1	0
<i>Brassicaceae</i>	0	0,5	0
<i>Caryophyllaceae</i>	0	3	0
<i>Chenopodiaceae</i>	11	4	4
<i>Cistaceae</i>	5,5	5,5	5,5
<i>Compositae</i>	4,5	8	4,5
<i>Corylus avellana</i>	0,5	0	0
<i>Daphne</i>	0	0	0
<i>Dryopteris</i>	0	0	0
<i>Ericaceae</i>	0	0	0
<i>Eucalyptus</i>	0	0	0
<i>Fabaceae</i>	10,5	4	4
<i>Helianthemum</i>	0	2,5	0
<i>Hypericum</i>	0	1	0
<i>Lagurus ovatus</i>	0	1	0
<i>Lycopodium</i>	0	2	0
<i>Olea</i>	1	0	0
<i>Pinus</i>	12	6,5	6,5
<i>Plantago</i>	0	0	0
<i>Poaceae</i>	24	27	24
<i>Pteridaceae</i>	0	0	0
<i>Quercus</i>	23	17	17
<i>Rosaceae</i>	5,5	14	5,5
<i>Salix</i>	0	0	0
<i>Umbelliferae</i>	1,5	2,5	1,5
<i>NI</i>	0,5	0,5	0,5
TOTAL	100	100	73

Quadro A48: Índice de similaridade entre as amostras Alentejo Floresta Mista 3 e Alentejo Floresta Mista 4.

Tipos polínicos	AFM3	AFM4	IS
<i>Alnus (Betulaceae)</i>	0	0	0
<i>Avena sativa</i>	1	0	0
<i>Betulaceae</i>	0	1	0
<i>Brassicaceae</i>	0	0	0
<i>Caryophyllaceae</i>	0	0,5	0
<i>Chenopodiaceae</i>	3	6	3
<i>Cistaceae</i>	5	4,5	4,5
<i>Compositae</i>	1,5	6,5	1,5
<i>Corylus avellana</i>	0,5	0	0
<i>Daphne</i>	0	0	0
<i>Dryopteris</i>	1,5	2,5	1,5
<i>Ericaceae</i>	0	0,5	0
<i>Eucalyptus</i>	0	0,5	0
<i>Fabaceae</i>	16,5	10,5	10,5
<i>Helianthemum</i>	0	0	0
<i>Hypericum</i>	0	0	0
<i>Lagurus ovatus</i>	2,5	3	2,5
<i>Lycopodium</i>	1	2	1
<i>Olea</i>	0	0	0
<i>Pinus</i>	18,5	8,5	8,5
<i>Plantago</i>	1	2,5	1
<i>Poaceae</i>	16	21,5	16
<i>Pteridaceae</i>	1	0	0
<i>Quercus</i>	21,5	22	21,5
<i>Rosaceae</i>	7	5	5
<i>Salix</i>	1	0	0
<i>Umbelliferae</i>	1,5	3	1,5
<i>NI</i>	0	0	0
TOTAL	100	100	78

Quadro A49: Índice de similaridade entre as amostras Alentejo Floresta Mista 3 e Alentejo Floresta Mista 5.

Tipos polínicos	AFM3	AFM5	IS
<i>Alnus (Betulaceae)</i>	0	0	0
<i>Avena sativa</i>	1	0	0
<i>Betulaceae</i>	0	1	0
<i>Brassicaceae</i>	0	0,5	0
<i>Caryophyllaceae</i>	0	3	0
<i>Chenopodiaceae</i>	3	4	3
<i>Cistaceae</i>	5	5,5	5
<i>Compositae</i>	1,5	8	1,5
<i>Corylus avellana</i>	0,5	0	0
<i>Daphne</i>	0	0	0
<i>Dryopteris</i>	1,5	0	0
<i>Ericaceae</i>	0	0	0
<i>Eucalyptus</i>	0	0	0
<i>Fabaceae</i>	16,5	4	4
<i>Helianthemum</i>	0	2,5	0
<i>Hypericum</i>	0	1	0
<i>Lagurus ovatus</i>	2,5	1	1
<i>Lycopodium</i>	1	2	1
<i>Olea</i>	0	0	0
<i>Pinus</i>	18,5	6,5	6,5
<i>Plantago</i>	1	0	0
<i>Poaceae</i>	16	27	16
<i>Pteridaceae</i>	1	0	0
<i>Quercus</i>	21,5	17	17
<i>Rosaceae</i>	7	14	7
<i>Salix</i>	1	0	0
<i>Umbelliferae</i>	1,5	2,5	1,5
<i>NI</i>	0	0,5	0
TOTAL	100	100	63,5

Quadro A50: Índice de similaridade entre as amostras Alentejo Floresta Mista 4 e Alentejo Floresta Mista 5.

Tipos polínicos	AFM4	AFM5	IS
<i>Alnus (Betulaceae)</i>	0	0	0
<i>Avena sativa</i>	0	0	0
<i>Betulaceae</i>	1	1	1
<i>Brassicaceae</i>	0	0,5	0
<i>Caryophyllaceae</i>	0,5	3	0,5
<i>Chenopodiaceae</i>	6	4	4
<i>Cistaceae</i>	4,5	5,5	4,5
<i>Compositae</i>	6,5	8	6,5
<i>Corylus avellana</i>	0	0	0
<i>Daphne</i>	0	0	0
<i>Dryopteris</i>	2,5	0	0
<i>Ericaceae</i>	0,5	0	0
<i>Eucalyptus</i>	0,5	0	0
<i>Fabaceae</i>	10,5	4	4
<i>Helianthemum</i>	0	2,5	0
<i>Hypericum</i>	0	1	0
<i>Lagurus ovatus</i>	3	1	1
<i>Lycopodium</i>	2	2	2
<i>Olea</i>	0	0	0
<i>Pinus</i>	8,5	6,5	6,5
<i>Plantago</i>	2,5	0	0
<i>Poaceae</i>	21,5	27	21,5
<i>Pteridaceae</i>	0	0	0
<i>Quercus</i>	22	17	17
<i>Rosaceae</i>	5	14	5
<i>Salix</i>	0	0	0
<i>Umbelliferae</i>	3	2,5	2,5
<i>NI</i>	0	0,5	0
TOTAL	100	100	76

ALENTEJO – MATOS

Quadro A51: Índice de similaridade entre as amostras Alentejo Matos 1 e Alentejo Matos 2.

Tipos polínicos	AM1	AM2	IS
<i>Aegilops</i>	0	0,5	0
<i>Allium</i>	13,5	3	3
<i>Asparagus</i>	1	4	1
<i>Avena</i>	0	0	0
<i>Betulaceae</i>	0,5	1	0,5
<i>Caryophyllaceae</i>	1,5	4	1,5
<i>Chenopodiaceae</i>	2,5	5	2,5
<i>Cistaceae</i>	3,5	3,5	3,5
<i>Compositae</i>	5,5	8,5	5,5
<i>Corylus avellana</i>	0	0	0
<i>Cryptogramma</i>	0	0	0
<i>Cytisus</i>	3	2	2
<i>Dactylis</i>	2,5	0,5	0,5
<i>Daphne</i>	0	3	0
<i>Dryopteris</i>	0	0	0
<i>Ericaceae</i>	0	0	0
<i>Eucalyptus</i>	0,5	0	0
<i>Fabaceae</i>	7,5	10,5	7,5
<i>Helicrysum</i>	0	1	0
<i>Lycopodium</i>	0	0,5	0
<i>Pimpinella</i>	0,5	1	0,5
<i>Pinus</i>	0,5	0	0
<i>Plantago</i>	1	0	0
<i>Poaceae</i>	26,5	18,5	18,5
<i>Quercus</i>	6	10	6
<i>Rosaceae</i>	11,5	8	8
<i>Rubus</i>	0,5	0	0
<i>Rumex</i>	0	0	0
<i>Saxifragae</i>	0	0	0
<i>Silene</i>	0	0	0
<i>Trifolium</i>	0	7	0
<i>Umbelliferae</i>	7,5	6,5	6,5
<i>Verbascum</i>	2,5	1	1
<i>NI</i>	2	1	1
TOTAL	100	100	69

Quadro A52: Índice de similaridade entre as amostras Alentejo Matos 1 e Alentejo Matos 3.

Tipos polínicos	AM1	AM3	IS
<i>Aegilops</i>	0	0	0
<i>Allium</i>	13,5	6,5	6,5
<i>Asparagus</i>	1	1	1
<i>Avena</i>	0	0,5	0
<i>Betulaceae</i>	0,5	0,5	0,5
<i>Caryophyllaceae</i>	1,5	4,5	1,5
<i>Chenopodiaceae</i>	2,5	10	2,5
<i>Cistaceae</i>	3,5	11	3,5
<i>Compositae</i>	5,5	12	5,5
<i>Corylus avellana</i>	0	0	0
<i>Cryptogramma</i>	0	0	0
<i>Cytisus</i>	3	0	0
<i>Dactylis</i>	2,5	0	0
<i>Daphne</i>	0	1	0
<i>Dryopteris</i>	0	1	0
<i>Ericaceae</i>	0	2	0
<i>Eucalyptus</i>	0,5	0	0
<i>Fabaceae</i>	7,5	8,5	7,5
<i>Helicrysum</i>	0	0	0
<i>Lycopodium</i>	0	1	0
<i>Pimpinella</i>	0,5	1,5	0,5
<i>Pinus</i>	0,5	3	0,5
<i>Plantago</i>	1	0	0
<i>Poaceae</i>	26,5	9	9
<i>Quercus</i>	6	9,5	6
<i>Rosaceae</i>	11,5	6	6
<i>Rubus</i>	0,5	0	0
<i>Rumex</i>	0	2,5	0
<i>Saxifragae</i>	0	0	0
<i>Silene</i>	0	0	0
<i>Trifolium</i>	0	5,5	0
<i>Umbelliferae</i>	7,5	3,5	3,5
<i>Verbascum</i>	2,5	0	0
<i>NI</i>	2	0	0
TOTAL	100	100	54

Quadro A53: Índice de similaridade entre as amostras Alentejo Matos 1 e Alentejo Matos 4.

Tipos polínicos	AM1	AM4	IS
<i>Aegilops</i>	0	0	0
<i>Allium</i>	13,5	1	1
<i>Asparagus</i>	1	1	1
<i>Avena</i>	0	0	0
<i>Betulaceae</i>	0,5	0	0
<i>Caryophyllaceae</i>	1,5	3,5	1,5
<i>Chenopodiaceae</i>	2,5	2	2
<i>Cistaceae</i>	3,5	7	3,5
<i>Compositae</i>	5,5	5,5	5,5
<i>Corylus avellana</i>	0	1	0
<i>Cryptogramma</i>	0	0,5	0
<i>Cytisus</i>	3	0	0
<i>Dactylis</i>	2,5	0	0
<i>Daphne</i>	0	0,5	0
<i>Dryopteris</i>	0	2	0
<i>Ericaceae</i>	0	1	0
<i>Eucalyptus</i>	0,5	1	0,5
<i>Fabaceae</i>	7,5	14,5	7,5
<i>Helicrysum</i>	0	0	0
<i>Lycopodium</i>	0	0	0
<i>Pimpinella</i>	0,5	0	0
<i>Pinus</i>	0,5	7	0,5
<i>Plantago</i>	1	1	1
<i>Poaceae</i>	26,5	2	2
<i>Quercus</i>	6	29	6
<i>Rosaceae</i>	11,5	3	3
<i>Rubus</i>	0,5	0	0
<i>Rumex</i>	0	8,5	0
<i>Saxifragae</i>	0	2,5	0
<i>Silene</i>	0	1	0
<i>Trifolium</i>	0	0,5	0
<i>Umbelliferae</i>	7,5	5	5
<i>Verbascum</i>	2,5	0	0
<i>NI</i>	2	0	0
TOTAL	100	100	40

Quadro A54: Índice de similaridade entre as amostras Alentejo Matos 1 e Alentejo Matos 5.

Tipos polínicos	AM1	AM5	IS
<i>Aegilops</i>	0	0	0
<i>Allium</i>	13,5	1,5	1,5
<i>Asparagus</i>	1	1,5	1
<i>Avena</i>	0	0	0
<i>Betulaceae</i>	0,5	1	0,5
<i>Caryophyllaceae</i>	1,5	3,5	1,5
<i>Chenopodiaceae</i>	2,5	4	2,5
<i>Cistaceae</i>	3,5	3,5	3,5
<i>Compositae</i>	5,5	6	5,5
<i>Corylus avellana</i>	0	0,5	0
<i>Cryptogramma</i>	0	0	0
<i>Cytisus</i>	3	3	3
<i>Dactylis</i>	2,5	0	0
<i>Daphne</i>	0	0	0
<i>Dryopteris</i>	0	0	0
<i>Ericaceae</i>	0	1,5	0
<i>Eucalyptus</i>	0,5	0	0
<i>Fabaceae</i>	7,5	19,5	7,5
<i>Helicrysum</i>	0	0	0
<i>Lycopodium</i>	0	1	0
<i>Pimpinella</i>	0,5	1,5	0,5
<i>Pinus</i>	0,5	5,5	0,5
<i>Plantago</i>	1	0,5	0,5
<i>Poaceae</i>	26,5	8,5	8,5
<i>Quercus</i>	6	16	6
<i>Rosaceae</i>	11,5	5,5	5,5
<i>Rubus</i>	0,5	0	0
<i>Rumex</i>	0	4	0
<i>Saxifragae</i>	0	0,5	0
<i>Silene</i>	0	0,5	0
<i>Trifolium</i>	0	2	0
<i>Umbelliferae</i>	7,5	7,5	7,5
<i>Verbascum</i>	2,5	0	0
<i>NI</i>	2	1,5	1,5
TOTAL	100	100	57

Quadro A55: Índice de similaridade entre as amostras Alentejo Matos 2 e Alentejo Matos 3.

Tipos polínicos	AM2	AM3	IS
<i>Aegilops</i>	0,5	0	0
<i>Allium</i>	3	6,5	3
<i>Asparagus</i>	4	1	1
<i>Avena</i>	0	0,5	0
<i>Betulaceae</i>	1	0,5	0,5
<i>Caryophyllaceae</i>	4	4,5	4
<i>Chenopodiaceae</i>	5	10	5
<i>Cistaceae</i>	3,5	11	3,5
<i>Compositae</i>	8,5	12	8,5
<i>Corylus avellana</i>	0	0	0
<i>Cryptogramma</i>	0	0	0
<i>Cytisus</i>	2	0	0
<i>Dactylis</i>	0,5	0	0
<i>Daphne</i>	3	1	1
<i>Dryopteris</i>	0	1	0
<i>Ericaceae</i>	0	2	0
<i>Eucalyptus</i>	0	0	0
<i>Fabaceae</i>	10,5	8,5	8,5
<i>Helicrysum</i>	1	0	0
<i>Lycopodium</i>	0,5	1	0,5
<i>Pimpinella</i>	1	1,5	1
<i>Pinus</i>	0	3	0
<i>Plantago</i>	0	0	0
<i>Poaceae</i>	18,5	9	9
<i>Quercus</i>	10	9,5	9,5
<i>Rosaceae</i>	8	6	6
<i>Rubus</i>	0	0	0
<i>Rumex</i>	0	2,5	0
<i>Saxifragae</i>	0	0	0
<i>Silene</i>	0	0	0
<i>Trifolium</i>	7	5,5	5,5
<i>Umbelliferae</i>	6,5	3,5	3,5
<i>Verbascum</i>	1	0	0
<i>NI</i>	1	0	0
TOTAL	100	100	70

Quadro A56: Índice de similaridade entre as amostras Alentejo Matos 2 e Alentejo Matos 4.

Tipos polínicos	AM2	AM4	IS
<i>Aegilops</i>	0,5	0	0
<i>Allium</i>	3	1	1
<i>Asparagus</i>	4	1	1
<i>Avena</i>	0	0	0
<i>Betulaceae</i>	1	0	0
<i>Caryophyllaceae</i>	4	3,5	3,5
<i>Chenopodiaceae</i>	5	2	2
<i>Cistaceae</i>	3,5	7	3,5
<i>Compositae</i>	8,5	5,5	5,5
<i>Corylus avellana</i>	0	1	0
<i>Cryptogramma</i>	0	0,5	0
<i>Cytisus</i>	2	0	0
<i>Dactylis</i>	0,5	0	0
<i>Daphne</i>	3	0,5	0,5
<i>Dryopteris</i>	0	2	0
<i>Ericaceae</i>	0	1	0
<i>Eucalyptus</i>	0	1	0
<i>Fabaceae</i>	10,5	14,5	10,5
<i>Helicrysum</i>	1	0	0
<i>Lycopodium</i>	0,5	0	0
<i>Pimpinella</i>	1	0	0
<i>Pinus</i>	0	7	0
<i>Plantago</i>	0	1	0
<i>Poaceae</i>	18,5	2	2
<i>Quercus</i>	10	29	10
<i>Rosaceae</i>	8	3	3
<i>Rubus</i>	0	0	0
<i>Rumex</i>	0	8,5	0
<i>Saxifragae</i>	0	2,5	0
<i>Silene</i>	0	1	0
<i>Trifolium</i>	7	0,5	0,5
<i>Umbelliferae</i>	6,5	5	5
<i>Verbascum</i>	1	0	0
<i>NI</i>	1	0	0
TOTAL	100	100	48

Quadro A57: Índice de similaridade entre as amostras Alentejo Matos 2 e Alentejo Matos 5.

Tipos polínicos	AM2	AM5	IS
<i>Aegilops</i>	0,5	0	0
<i>Allium</i>	3	1,5	1,5
<i>Asparagus</i>	4	1,5	1,5
<i>Avena</i>	0	0	0
<i>Betulaceae</i>	1	1	1
<i>Caryophyllaceae</i>	4	3,5	3,5
<i>Chenopodiaceae</i>	5	4	4
<i>Cistaceae</i>	3,5	3,5	3,5
<i>Compositae</i>	8,5	6	6
<i>Corylus avellana</i>	0	0,5	0
<i>Cryptogramma</i>	0	0	0
<i>Cytisus</i>	2	3	2
<i>Dactylis</i>	0,5	0	0
<i>Daphne</i>	3	0	0
<i>Dryopteris</i>	0	0	0
<i>Ericaceae</i>	0	1,5	0
<i>Eucalyptus</i>	0	0	0
<i>Fabaceae</i>	10,5	19,5	10,5
<i>Helicrysum</i>	1	0	0
<i>Lycopodium</i>	0,5	1	0,5
<i>Pimpinella</i>	1	1,5	1
<i>Pinus</i>	0	5,5	0
<i>Plantago</i>	0	0,5	0
<i>Poaceae</i>	18,5	8,5	8,5
<i>Quercus</i>	10	16	10
<i>Rosaceae</i>	8	5,5	5,5
<i>Rubus</i>	0	0	0
<i>Rumex</i>	0	4	0
<i>Saxifragae</i>	0	0,5	0
<i>Silene</i>	0	0,5	0
<i>Trifolium</i>	7	2	2
<i>Umbelliferae</i>	6,5	7,5	6,5
<i>Verbascum</i>	1	0	0
<i>NI</i>	1	1,5	1
TOTAL	100	100	68,5

Quadro A58: Índice de similaridade entre as amostras Alentejo Matos 3 e Alentejo Matos 4.

Tipos polínicos	AM3	AM4	IS
<i>Aegilops</i>	0	0	0
<i>Allium</i>	6,5	1	1
<i>Asparagus</i>	1	1	1
<i>Avena</i>	0,5	0	0
<i>Betulaceae</i>	0,5	0	0
<i>Caryophyllaceae</i>	4,5	3,5	3,5
<i>Chenopodiaceae</i>	10	2	2
<i>Cistaceae</i>	11	7	7
<i>Compositae</i>	12	5,5	5,5
<i>Corylus avellana</i>	0	1	0
<i>Cryptogramma</i>	0	0,5	0
<i>Cytisus</i>	0	0	0
<i>Dactylis</i>	0	0	0
<i>Daphne</i>	1	0,5	0,5
<i>Dryopteris</i>	1	2	1
<i>Ericaceae</i>	2	1	1
<i>Eucalyptus</i>	0	1	0
<i>Fabaceae</i>	8,5	14,5	8,5
<i>Helicrysum</i>	0	0	0
<i>Lycopodium</i>	1	0	0
<i>Pimpinella</i>	1,5	0	0
<i>Pinus</i>	3	7	3
<i>Plantago</i>	0	1	0
<i>Poaceae</i>	9	2	2
<i>Quercus</i>	9,5	29	9,5
<i>Rosaceae</i>	6	3	3
<i>Rubus</i>	0	0	0
<i>Rumex</i>	2,5	8,5	2,5
<i>Saxifragae</i>	0	2,5	0
<i>Silene</i>	0	1	0
<i>Trifolium</i>	5,5	0,5	0,5
<i>Umbelliferae</i>	3,5	5	3,5
<i>Verbascum</i>	0	0	0
<i>NI</i>	0	0	0
TOTAL	100	100	55

Quadro A59: Índice de similaridade entre as amostras Alentejo Matos 3 e Alentejo Matos 5.

Tipos polínicos	AM3	AM5	IS
<i>Aegilops</i>	0	0	0
<i>Allium</i>	6,5	1,5	1,5
<i>Asparagus</i>	1	1,5	1
<i>Avena</i>	0,5	0	0
<i>Betulaceae</i>	0,5	1	0,5
<i>Caryophyllaceae</i>	4,5	3,5	3,5
<i>Chenopodiaceae</i>	10	4	4
<i>Cistaceae</i>	11	3,5	3,5
<i>Compositae</i>	12	6	6
<i>Corylus avellana</i>	0	0,5	0
<i>Cryptogramma</i>	0	0	0
<i>Cytisus</i>	0	3	0
<i>Dactylis</i>	0	0	0
<i>Daphne</i>	1	0	0
<i>Dryopteris</i>	1	0	0
<i>Ericaceae</i>	2	1,5	1,5
<i>Eucalyptus</i>	0	0	0
<i>Fabaceae</i>	8,5	19,5	8,5
<i>Helicrysum</i>	0	0	0
<i>Lycopodium</i>	1	1	1
<i>Pimpinella</i>	1,5	1,5	1,5
<i>Pinus</i>	3	5,5	3
<i>Plantago</i>	0	0,5	0
<i>Poaceae</i>	9	8,5	8,5
<i>Quercus</i>	9,5	16	9,5
<i>Rosaceae</i>	6	5,5	5,5
<i>Rubus</i>	0	0	0
<i>Rumex</i>	2,5	4	2,5
<i>Saxifragae</i>	0	0,5	0
<i>Silene</i>	0	0,5	0
<i>Trifolium</i>	5,5	2	2
<i>Umbelliferae</i>	3,5	7,5	3,5
<i>Verbascum</i>	0	0	0
<i>NI</i>	0	1,5	0
TOTAL	100	100	67

Quadro A60: Índice de similaridade entre as amostras Alentejo Matos 4 e Alentejo Matos 5.

Tipos polínicos	AM4	AM5	IS
<i>Aegilops</i>	0	0	0
<i>Allium</i>	1	1,5	1
<i>Asparagus</i>	1	1,5	1
<i>Avena</i>	0	0	0
<i>Betulaceae</i>	0	1	0
<i>Caryophyllaceae</i>	3,5	3,5	3,5
<i>Chenopodiaceae</i>	2	4	2
<i>Cistaceae</i>	7	3,5	3,5
<i>Compositae</i>	5,5	6	5,5
<i>Corylus avellana</i>	1	0,5	0,5
<i>Cryptogramma</i>	0,5	0	0
<i>Cytisus</i>	0	3	0
<i>Dactylis</i>	0	0	0
<i>Daphne</i>	0,5	0	0
<i>Dryopteris</i>	2	0	0
<i>Ericaceae</i>	1	1,5	1
<i>Eucalyptus</i>	1	0	0
<i>Fabaceae</i>	14,5	19,5	14,5
<i>Helicrysum</i>	0	0	0
<i>Lycopodium</i>	0	1	0
<i>Pimpinella</i>	0	1,5	0
<i>Pinus</i>	7	5,5	5,5
<i>Plantago</i>	1	0,5	0,5
<i>Poaceae</i>	2	8,5	2
<i>Quercus</i>	29	16	16
<i>Rosaceae</i>	3	5,5	3
<i>Rubus</i>	0	0	0
<i>Rumex</i>	8,5	4	4
<i>Saxifragae</i>	2,5	0,5	0,5
<i>Silene</i>	1	0,5	0,5
<i>Trifolium</i>	0,5	2	0,5
<i>Umbelliferae</i>	5	7,5	5
<i>Verbascum</i>	0	0	0
<i>NI</i>	0	1,5	0
TOTAL	100	100	70

APÊNDICE II

Características distintivas de algumas famílias e géneros de esporos e grãos de pólen identificados nas amostras:

Divisão Lycophyta

- **Família Lycopodiaceae**

Compreende cerca de 400 espécies, na sua maioria vivem nas regiões tropicais (*Raven et al*, 1999). Os esporos do género *Lycopodium* apresentam tamanho médio (26-50 µm), com contorno sub-circular. A marca trilete é bem definida, podendo atingir a margem do espora. A exina possui projecções formando um retículo não regular.

Divisão Pterophyta

- **Família Pteridaceae**

Compreende 34 géneros amplamente distribuídos por todo o globo. Os esporos são variáveis na forma e ornamentação. Os esporos do género *Pteris* habitam em zonas florestadas em locais abertos ou rochosos, apresentam tamanho médio (26-50 µm), com forma sub-triangular.

- **Família Polypodiaceae**

Família numerosa e de constituição cosmopolita. Abundam em locais húmidos e florestas dos trópicos. A maioria dos esporos desta família é monolete. Possuem tamanho médio (26-50 µm). A forma é elipsoidal ou fusiforme e a superfície da exina é verrucosa.

Divisão Coniferophyta

É o grupo de gimnospermas mais numeroso, mais disperso pelo globo e ecologicamente importante. No total, compreende cerca de 50 géneros distribuídos aproximadamente por 550 espécies.

- **Família Pinaceae**

Esta família tem actualmente 9 géneros e cerca de 300 espécies. Os seus representantes vivem em habitats diversos e são usados em grande escala na produção de madeiras de boa qualidade e apresentam ampla variedade morfológica do ponto de vista polínico. O género *Pinus* é o

mais numeroso da família Pinaceae. Apresentam grãos de pólen de tamanho grande (45 a 92 μm) e com simetria bilateral. Os sacos aeríferos são quase circulares e a ornamentação pode variar de psilada a granular conforme as espécies. No presente trabalho foi possível observar diferentes tipos de pólen de *Pinus*, mas dada a semelhança e a dificuldade de distinção ao microscópio óptico, optou-se por não as diferenciar.

- **Família Cupressaceae**

Esta família compreende 29 géneros distribuídos em 161 espécies. Ao género *Juniperus* correspondem plantas arbóreas e arbustivas. Os grãos de pólen são inaperturados com tamanho médio (26-50 μm), com contorno circular e exina espessa e verrucosa.

Divisão Magnoliophyta

As plantas com flor, angiospérmicas, Magnoliophyta ou Anthophyta, são o grupo de plantas mais numeroso, diverso e melhor sucedido na actualidade. Compreendem cerca de 250 000 espécies, o que perfaz, aproximadamente, 95 % das plantas terrestres actuais. Incluem cerca de 10 000 géneros e 450 famílias.

- **Família Apiaceae (Umbelliferae)**

A família compreende cerca de 3 540 espécies agrupadas em 446 géneros. Na maioria são plantas herbáceas e raros arbustos. São cosmopolitas mas mais comuns nas regiões temperadas. Os grãos de pólen são elípticos, alongados, de tamanho médio (26-50 μm), tricolporados com ornamentação rugulada-perfurada.

- **Família Asteracea (Compositae)**

É uma das famílias mais numerosas das angiospérmicas. Compreende cerca de 1 528 géneros e 22 750 espécies. Esta família inclui ervas, arbustos e árvores, embora a maioria sejam plantas herbáceas e arbustivas.

- **Família Betulaceae**

Compreende essencialmente árvores e arbustos distribuídos por 6 géneros e cerca de 110 espécies. É, normalmente, dividida em duas sub-famílias: Betuloideae, com os géneros *Betula* e *Alnus*; e a sub-família Coryloideae, incluindo *Corylus*, *Carpinus* e *Ostrya*.

O género *Alnus* conta com cerca de 30 espécies. Os grãos de pólen são de tamanho médio (26-50 μm), estefanoporados (com quatro, cinco ou seis poros), com contorno poligonal em vista polar; a ornamentação é rugulada-granulada; são eutectados, com *footlayer* contínua e sem endexina. A exina apresenta arcos convexos para o centro do grão, que ligam os poros entre si.

O género *Betula* é constituído por árvores e arbustos de tamanho médio. São monadas, isopolares, de pequeno tamanho (10-25 μm), esferoidais e tri-zonoporados de ornamentação rugulada a granular. Os grãos de pólen são eutectados com *floodlayer* continua e endexina ausente.

O género *Corylus* compreende árvores e arbustos nativos das regiões temperadas do hemisfério norte. A espécie mais comum na Europa é a *Corylus avellana* (aveleira). Os grãos de pólen são de pequeno tamanho (10-25 μm), isopolares, esferoidais, tri-zonoporados e com contorno equatorial esferoidal. A ornamentação é rugulada-granulosa, eutectados com *footlayer* contínua.

- **Família Fagaceae**

Família de árvores e alguns arbustos contendo 8 géneros distribuídos por 700 espécies. Estão presentes em regiões temperadas e algumas tropicais. O género *Castanea* é caracterizado por os grãos de pólen serem de pequeno tamanho (10-25 μm), isopolares, prolados; elípticos em vista equatorial, circulares em vista polar. Tri-zonocolporados com ectoaberturas tipo colpo terminais. A ornamentação é rugulada-estriada com microperfurações.

O género *Quercus* é um grupo de plantas arbóreas que se encontra na flora portuguesa bem representado. Algumas são de folhas perenes (ex: *Quercus coccifera*), outras são de folha caduca (ex: *Quercus robur*). Têm grãos de pólen de tamanho médio (25-50 μm), tricolpados ou tricolporados, isopolares, esferoidais, elípticos em vista equatorial. São eutectados, com *footlayer* descontínua e endexina compacta. A ornamentação varia de granulosa a verrucosa.

- **Família Amaranthaceae (Chenopodiaceae)**

É constituída, essencialmente, por plantas herbáceas, mas inclui alguns arbustos e raras árvores. Compreende cerca de 174 géneros e 2050 espécies. Os grãos de pólen são periporados, esféricos, e de pequena a média dimensão (15-30 μm) e possuem superfície micro-granulada a micro-equinada.

- **Família Caryophyllaceae**

Constituída, essencialmente, por plantas herbáceas, sendo raros os arbustos ou as espécies arbóreas. Inclui 87 géneros e cerca de 2300 espécies. Os grãos de pólen são periporados, com aberturas tipo poro, tamanho médio (26-50 μm) e contorno circular; a exina é relativamente espessa e ornamentação micro-equinada. A superfície é por vezes micro-perfurada com pequenas verrugas. Distinguem-se das Amaranthaceae por possuírem exina mais espessa e geralmente tamanho maior.

- **Família Plumbaginaceae**

Família de ervas anuais ou perenes, arbustos e algumas plantas trepadoras. Compreende 25 géneros e cerca de 840 espécies. Os grãos de pólen são de tamanho grande (51-100 μm), tricolpados, com ornamentação reticulada podendo possuir pequenos báculos isolados. A exina é espessa.

- **Família Polygonaceae**

Constituída por plantas herbáceas, arbustos e mais raramente lianas e árvores. Distribui-se por cerca de 1 100 espécies agrupadas em 46 géneros. O género *Rumex* tem os grãos de pólen tri-zonotricolporados, isopolares, de tamanho médio (26-50 μm), oblados e circulares em vista equatorial. Possuem ornamentação micro-equinada e perfurada.

APÊNDICE III

Representação dos difractogramas referentes às amostras dos Distritos de Coimbra e Setúbal

AMOSTRA NORMAL

Distrito de Coimbra:

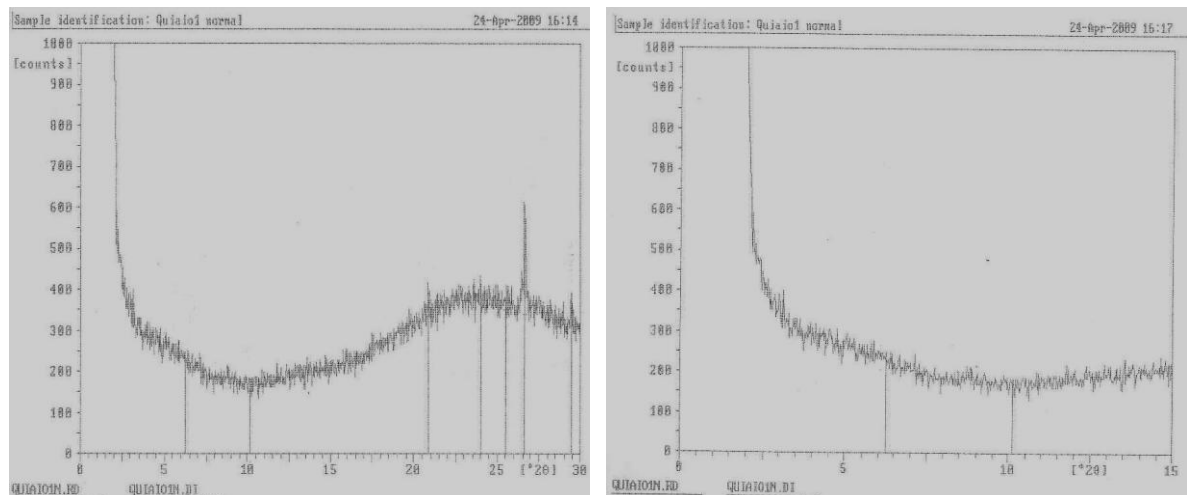


Figura A1: Difractograma da amostra de Quiaios 1.

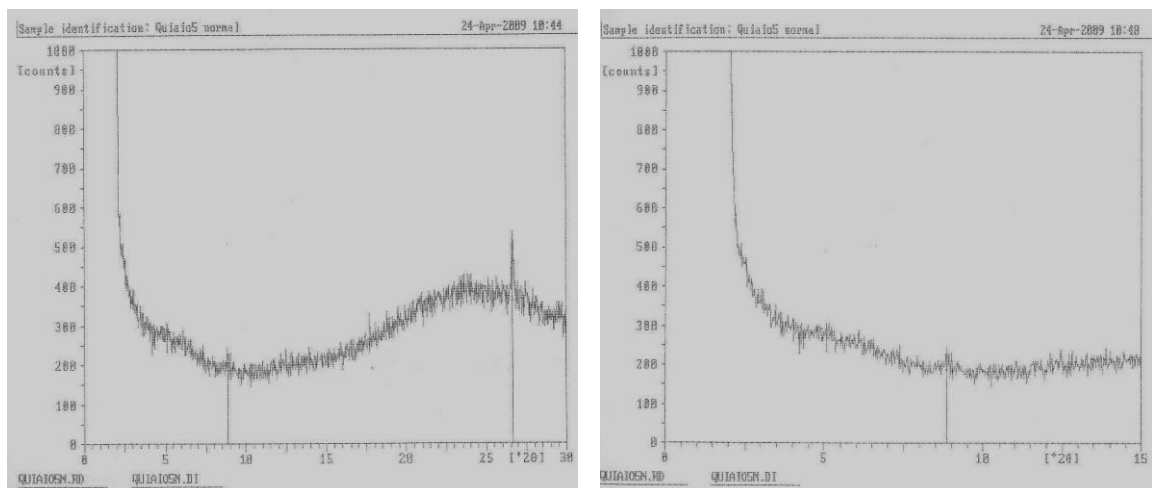


Figura A2: Difractograma da amostra de Quiaios 5.

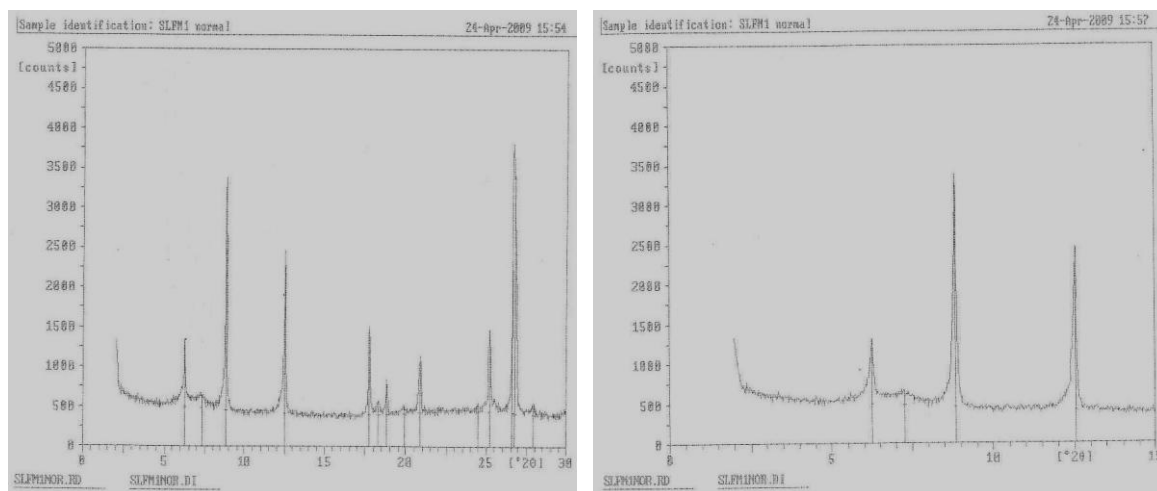


Figura A3: Difractograma da amostra da Serra da Lousã Floresta Mista1.

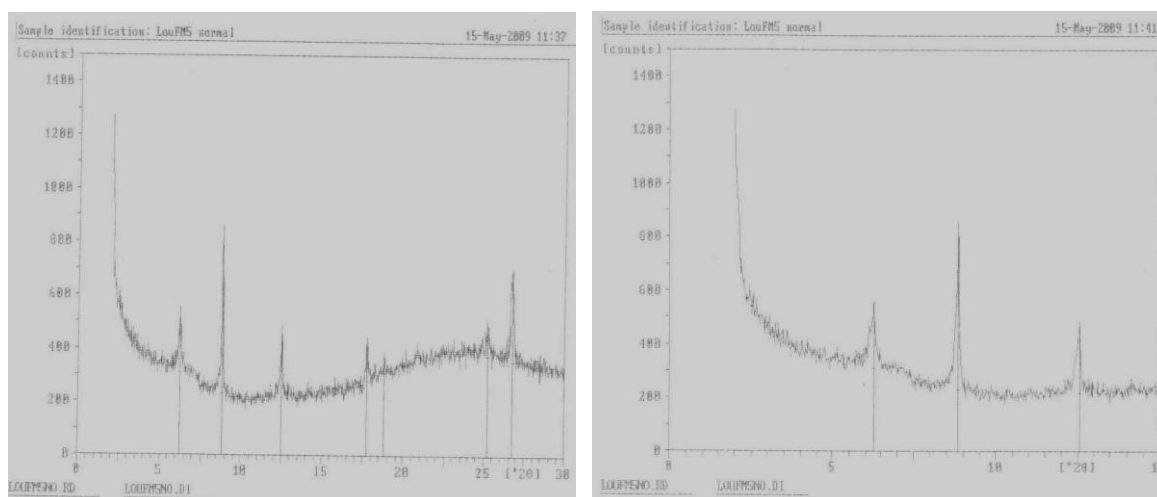


Figura A4: Difractograma da amostra da Serra da Lousã Floresta Mista5.

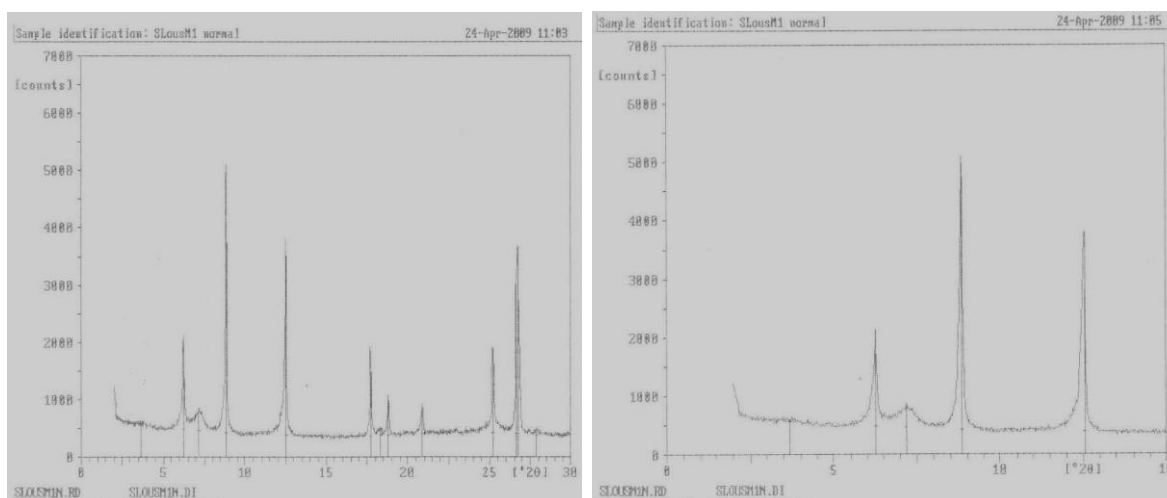


Figura A5: Difractograma da amostra da Serra da Lousã Matos1.

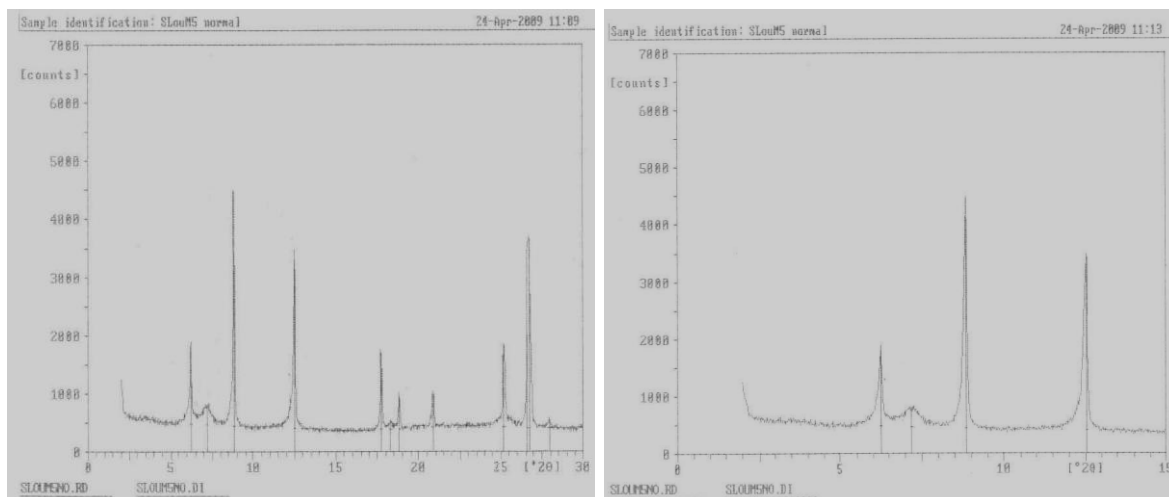


Figura A6: Difractograma da amostra da Serra da Lousã Matos5.

Distrito de Setúbal:

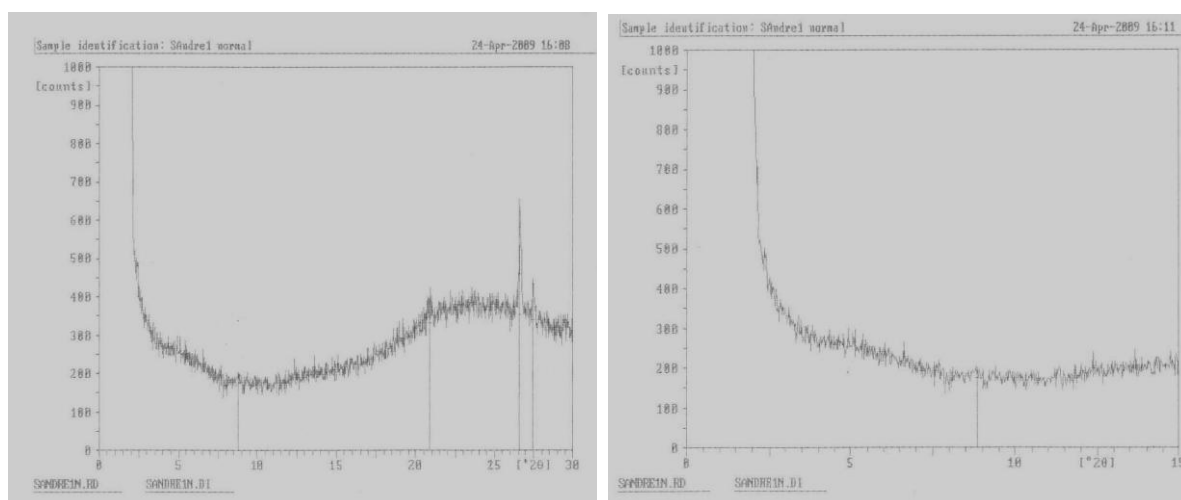


Figura A7: Difractograma da amostra de St. André1.

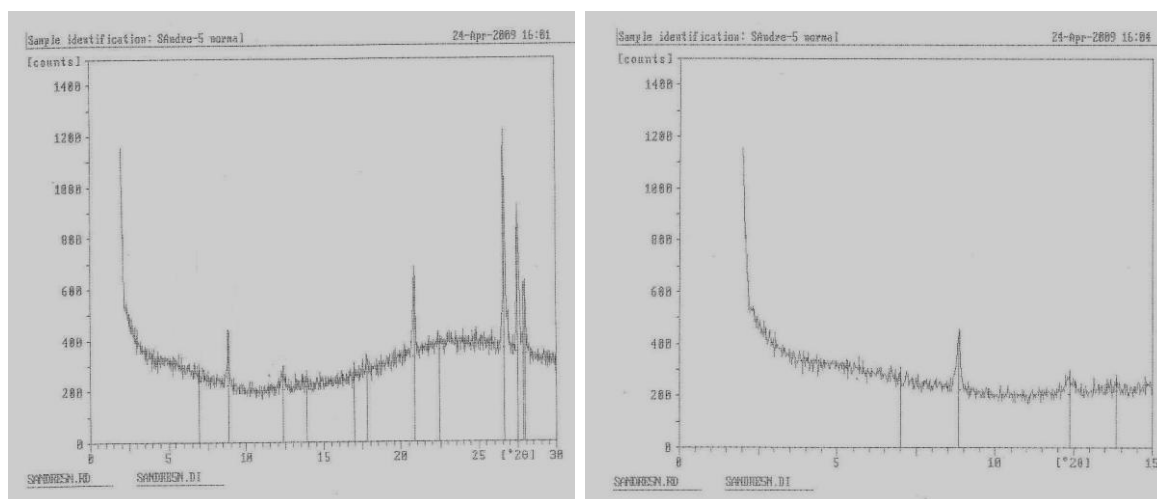


Figura A8: Difractograma da amostra de St. André5.

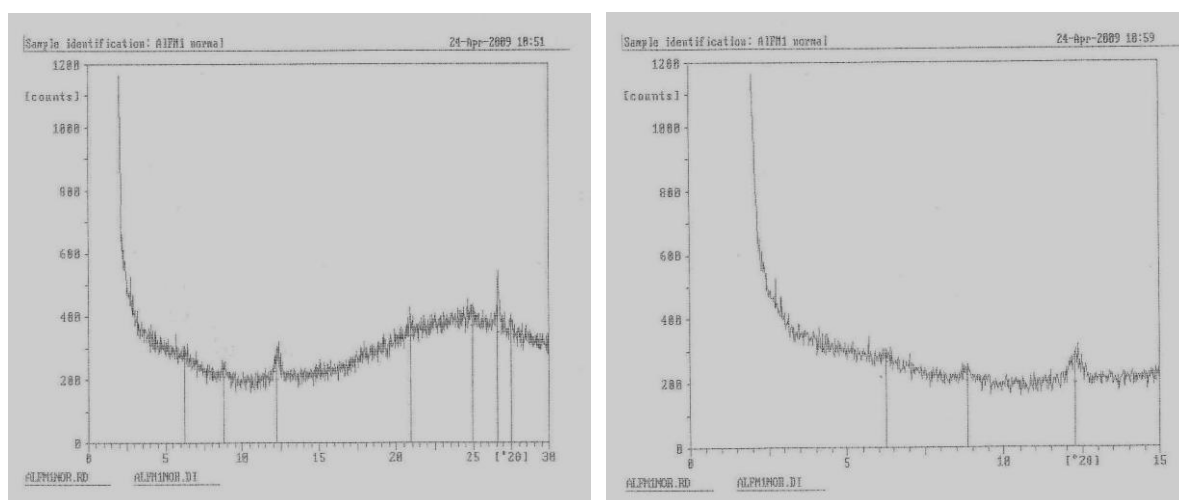


Figura A9: Difractograma da amostra do Alentejo Floresta Mista1.

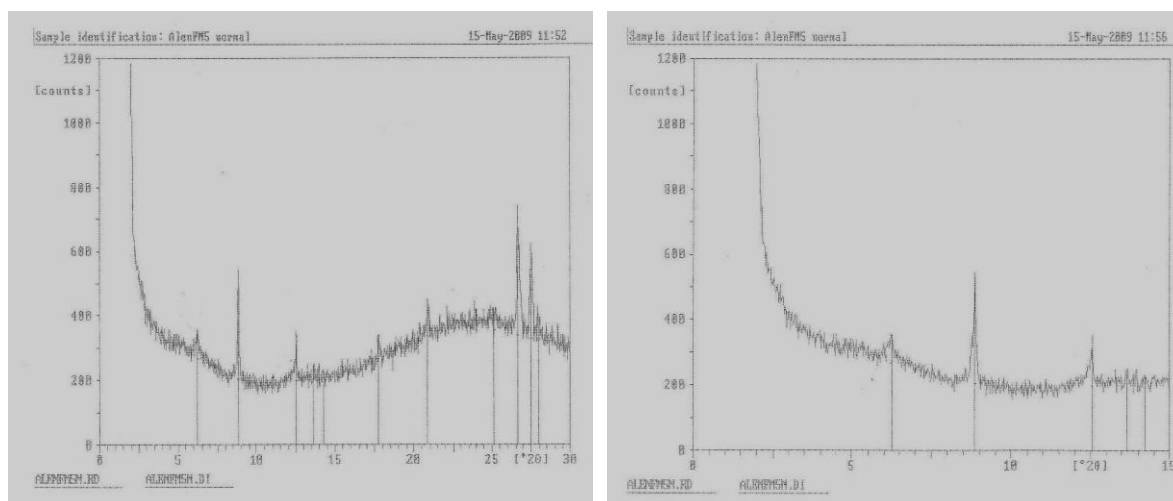


Figura A10: Difractograma da amostra do Alentejo Floresta Mista5.

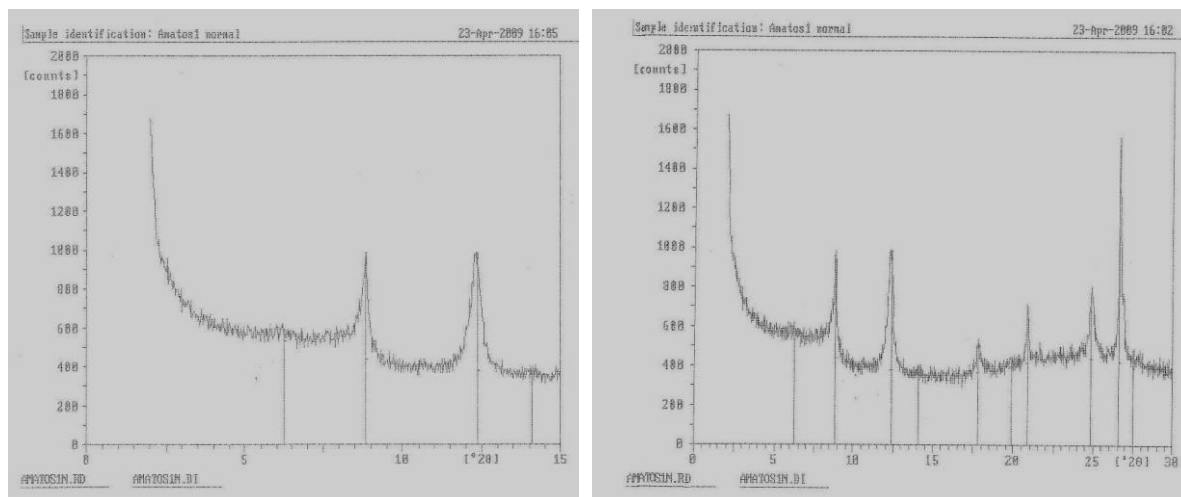


Figura A11: Difractograma da amostra do Alentejo Matos 1.

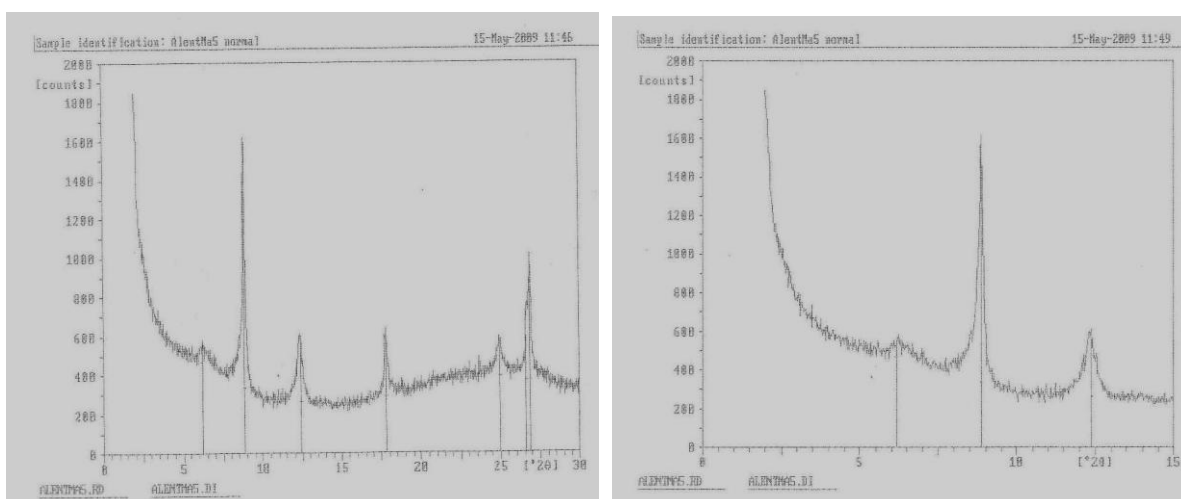


Figura A12: Difractograma da amostra do Alentejo Matos 5.

AMOSTRA COM GLICOL

Distrito de Coimbra:

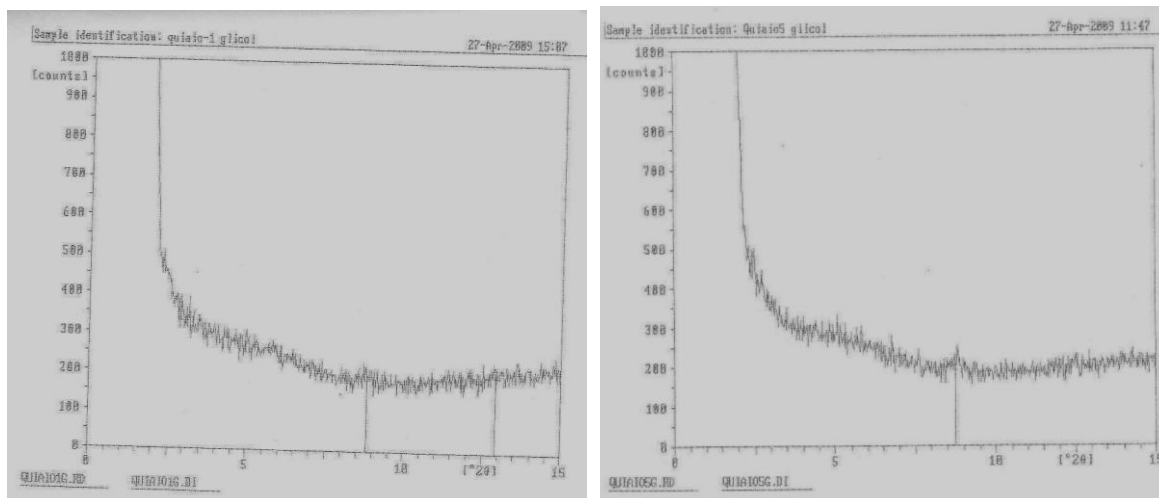


Figura A13: Difractograma das amostras de Quiaios1 e Quiaios 5.

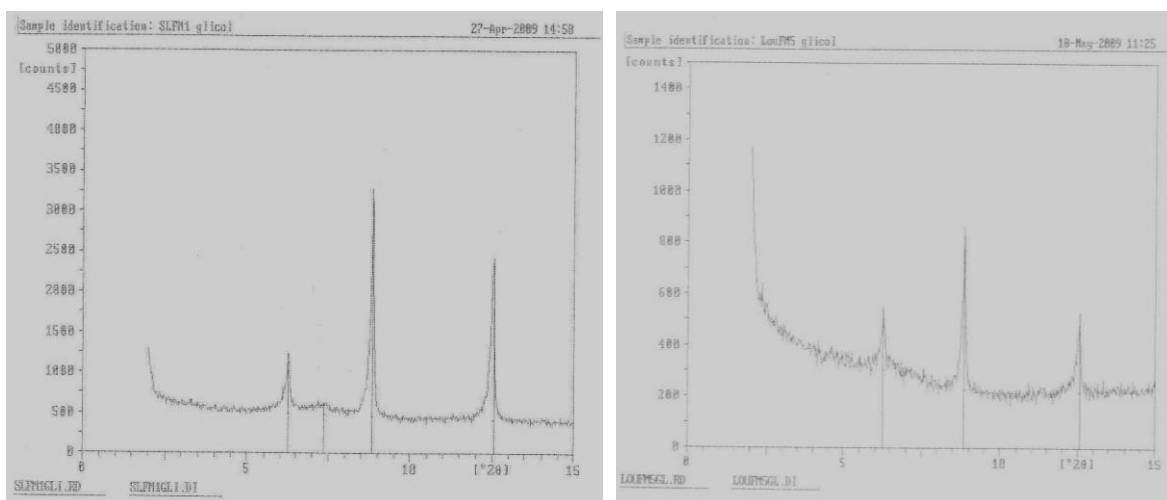


Figura A14: Difractograma das amostras da Serra da Lousã Floresta Mista 1 e 5.

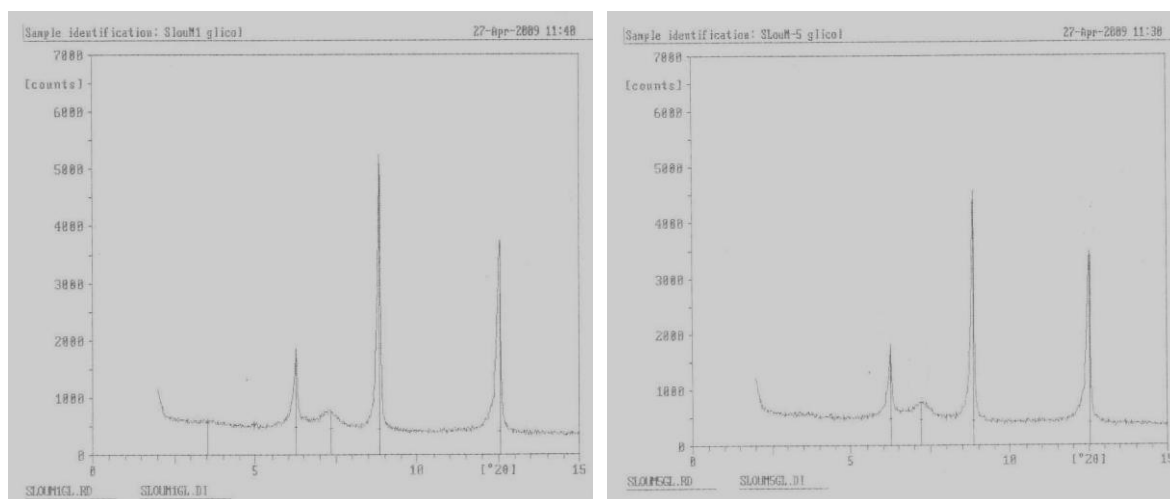


Figura A15: Difractograma das amostras da Serra da Lousã Matos 1 e 5.

Distrito de Setúbal:

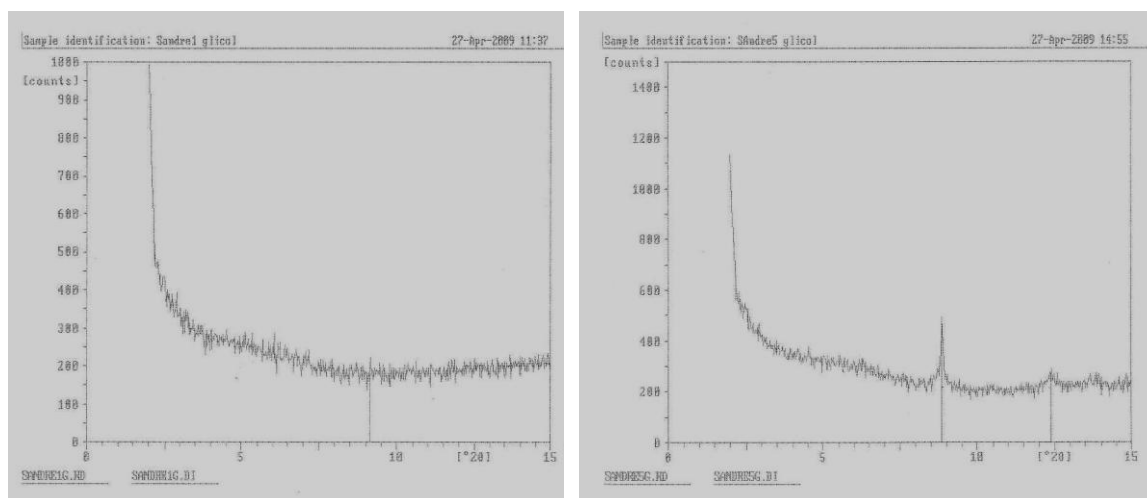


Figura A16: Difractograma das amostras de St André 1 e St. André 5.

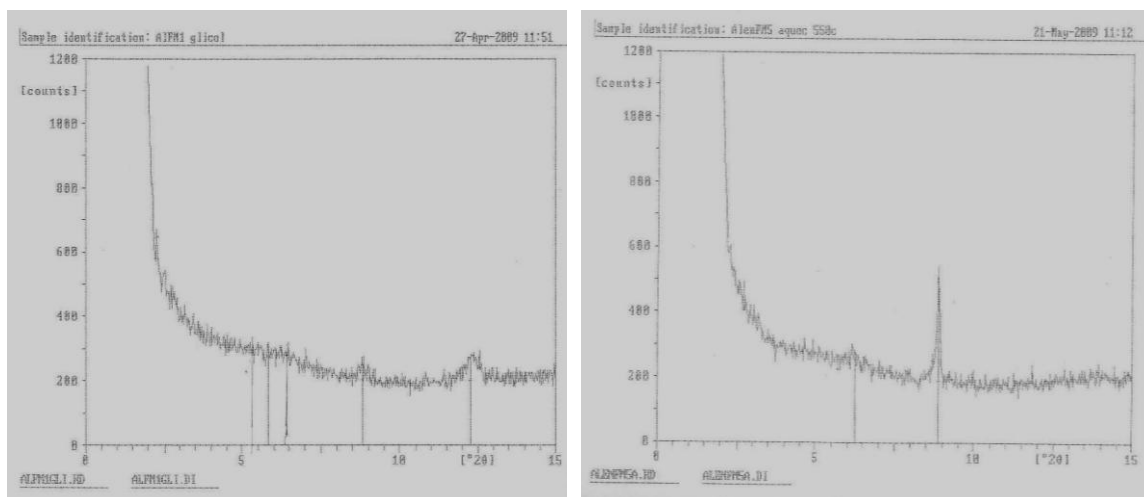


Figura A17: Difractograma das amostras do Alentejo Floresta Mista 1 e 5.

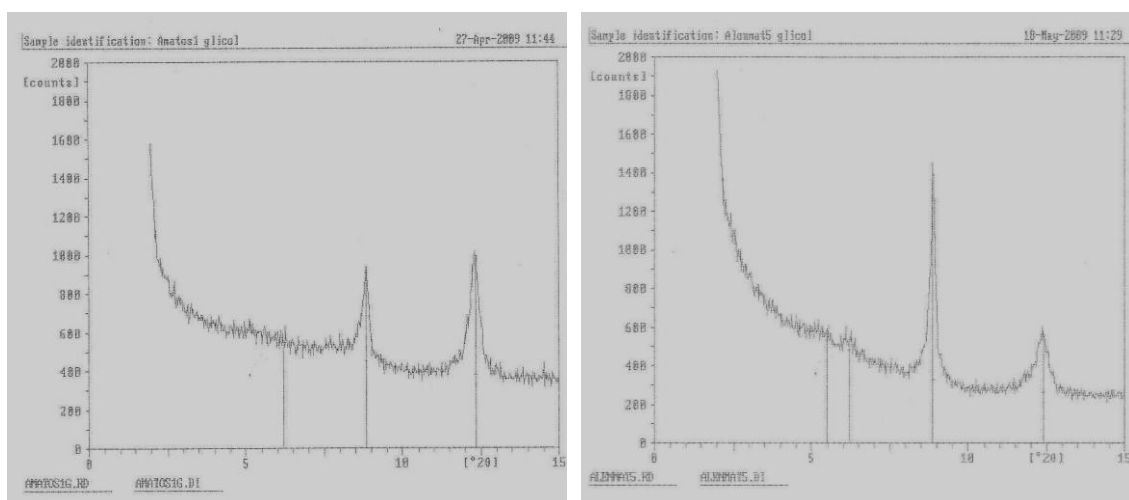


Figura A18: Difractograma das amostras do Alentejo Matos 1 e 5.

APÊNDICE IV

Características que os diferentes minerais pesados podem apresentar na sua identificação:

OLIVINA $\text{Mg}_2\text{SiO}_4\text{-Fe}_2\text{SiO}_4$

As olivinas pertencem ao grupo dos silicatos e representam uma solução sólida cujos produtos finais são a forsterite (olivina magnesiânica) e a faialite (olivina ferrosa). Em geral, quando não existem dados de análise química é sempre adoptado o nome genérico “olivina”.

Características fundamentais:

Sistema – ortorrômbico;

Clivagens – visível em {010}; presença de fracturas irregulares;

Densidade – 3.3 a 3.4;

Dureza – 6.5 a 6.7;

Cor – incolor ou amarelo-esverdeado;

Pleocroísmo – nulo;

Relevo – forte;

Extinção – recta;

Alongamento – variável;

Birrefringência – forte;

Carácter e sinal ópticos – biáxico positivo ou negativo.

CrITÉRIOS prÁTICOS DE IDENTIFICAÇÃO ÓPTICA:

Os grãos olivínicos das dimensões da areia fina e muito fina são muitas vezes incolores. Em luz duplamente polarizada deve-se reparar bem na extinção recta, observando-se também o número de ordens das cores de polarização. Normalmente, estes grãos apresentam muitas linhas isocromáticas correspondendo a mais do que três ordens de cor em luz polarizada. São, em geral, angulosos e mostram possuir predominantemente um hábito prismático. Existem grãos com hábito em prisma bem desenvolvido e outros em que o prisma está apenas esboçado. A sua superfície é, por vezes, ornamentada por relevos lobados que se dispõem com uma certa regularidade. Também são observáveis inclusões opacas, bem como algumas linhas de sutura.

Proveniência:

A olivina é um mineral presente em rochas ígneas básicas e ultrabásicas, tais como, gabro, peridotito e basalto onde normalmente aparece associada com plagioclases e piroxenas. Ocasionalmente, a variedade rica em magnésio (forsterite) pode ter origem em calcários dolomíticos afectados por metamorfismo térmico.

ZIRCÃO ZrSiO_4

Características fundamentais:

Sistema – tetragonal;

Clivagens – ausente;

Densidade – 4.6 a 4.7;

Dureza – 7.5;

Cor – incolor, mas existem variedades rosadas, avermelhadas ou alaranjadas;

Pleocroísmo – fraco;

Relevo – muito forte;

Extinção – recta;

Alongamento – positivo;

Birrefrangência – muito forte;

Carácter e sinal ópticos – uniáxico positivo.

CrITÉRIOS prÁTICOS DE IDENTIFICAÇÃO ÓPTICA:

A identificação deste mineral é tarefa simples, uma vez que o seu forte relevo, o hábito característico (acicular bipiramidado ou acicular em elipsóide de revolução), a elevada birrefrangência e a ausência de cores de polarização vivas são propriedades que facilmente se destacam nos grãos deste mineral terrígeno.

Proveniência:

Trata-se de um mineral acessório habitualmente presente num grande número de rochas, em particular, no que se refere, à generalidade das rochas ígneas ácidas a intermédias, tais como, granitos, granodioritos e sienitos. É também encontrado em gnaisses e xistos.

GRANADA $A_3B_2(SiO_4)_3$

Este grupo de silicatos é fundamentalmente representado por seis variedades consoante os lugares ocupados na malha cristalina pelos átomos de Al, Mg, Mn, Ca, Cr e Fe. Mais concretamente, a composição química pode ser expressa de acordo com a seguinte fórmula geral: $A_3B_2(SiO_4)_3$, onde *A* pode ser substituído pelo Ca, Mg, Fe^{2+} ou Mn^{2+} , e *B* pode ser substituído por Al, Fe^{3+} e Cr^{3+} .

Características fundamentais:

Sistema – cúbico;

Clivagens – ausentes;

Densidade – 3.6 a 4.3;

Dureza – 6.5 a 7.5;

Cor – incolor, rosado ou amarelo;

Pleocroísmo – nulo;

Relevo – forte;

Extinção – isotrópico ao atravessamento da luz duplamente polarizada, sempre extinto.

Critérios práticos de identificação óptica:

Como têm um comportamento isotrópico ao atravessamento da luz polarizada, os grãos estão sempre extintos na situação de “nicos cruzados”, sendo portanto fácil a identificação. Um observador experimentado reconhece facilmente a presença de grãos de granada tendo em atenção apenas a extinção, o seu relevo e ornamentação característicos.

Proveniência:

A granada é um mineral muito comum em rochas metamórficas, tais como, xistos micáceos, xistos hornblêndicos e gnaisses. Também costuma estar presente como mineral acessório em algumas rochas ígneas.

SILIMANITE $Al_2O[SiO]_4$

Características fundamentais:

Sistema – ortorrômbico;

Clivagens – perfeita em {010};

Densidade – 3.2;

Dureza – 6 a 7;

Cor – incolor ou levemente colorida em verde, azul, cinzento ou castanho;

Pleocroísmo – nulo ou fraco;

Relevo – forte;

Extinção – recta;

Alongamento – positivo;

Birrefrangência – média;

Carácter e sinal ópticos – biáxico positivo.

Crítérios práticos de identificação óptica:

As suas características muito próprias no que se refere, em especial, ao seu hábito prismático, cores de polarização de baixa ordem, extinção recta e alongamento positivo, aspecto estriado condicionando as cores de polarização permitem uma fácil identificação.

Proveniência:

É mineral constituinte de rochas metamórficas de alta temperatura e de pressão relativamente elevada, tais como gnaisses ou corneanas.

ANDALUZITE $\text{Al}_2\text{O}[\text{SiO}]_4$

Características fundamentais:

Sistema – ortorrômbico;

Clivagens – boa segundo {110};

Densidade – cerca de 3.2;

Dureza – 7.5;

Cor – incolor a rosa;

Pleocroísmo – bem marcado nas variedades coloridas;

Relevo – médio;

Extinção – recta;

Alongamento – negativo;

Birrefrangência – fraca;

Carácter e sinal ópticos – biáxico negativo.

Critérios práticos de identificação óptica:

O pleocroísmo rosa (quando observável), as inclusões negras, o alongamento negativo e a birrefringência fraca são as características mais utilizadas na sua identificação.

Proveniência:

É um mineral típico de auréolas de metamorfismo de contacto resultantes de intrusões graníticas em rochas argilosas. Também está presente em formações afectadas por metamorfismo regional surgindo associada à silimanite e à distena.

DISTENA $\text{Al}_2\text{O}[\text{SiO}]_4$

Características fundamentais:

Sistema – triclinico;

Clivagens – perfeita segundo {100}; visível segundo {010} (partição segundo {001});

Densidade – cerca de 3.6;

Dureza – 5 a 7;

Cor – geralmente incolor, por vezes azul ou esverdeado;

Pleocroísmo – nítido nas variedades coloridas;

Relevo – forte;

Extinção – oblíqua (máximo 32°) sobre (100), 7° sobre (010), 0° sobre (001);

Alongamento – positivo;

Birrefringência – fraca;

Carácter e sinal ópticos – biáxico negativo.

Critérios práticos de identificação óptica:

Em luz duplamente polarizada os grãos de distena exibem normalmente cores de primeira ordem, que nos casos dos grãos mais espessos podem atingir tons de azul de segunda ordem. Esta característica associada ao facto de a extinção na grande maioria dos casos ser bem oblíqua, e à geometria decorrente das três clivagens perfeitas e fáceis, tornam simples a identificação destes grãos.

Proveniência:

Está presente em formações afectadas por metamorfismo regional, tais como, xistos pelíticos, gnaisses e granulitos. Também é comum em eclogitos (rochas metamórficas de elevada pressão).

ESTAUIROLITE $(\text{Fe,Mg})_2(\text{AlFe})_9\text{O}_6[\text{SiO}_4](\text{O,OH})_2$

Características fundamentais:

Sistema – ortorrômbico;

Clivagens – pouco visível segundo {010};

Densidade – 3.7 a 3.8;

Dureza – 7 a 7.5;

Cor – amarelo, castanho-avermelhado a amarelo-ouro;

Pleocroísmo – médio;

Relevo – forte;

Extinção – recta;

Alongamento – positivo;

Birrefrangência – fraca;

Carácter e sinal ópticos – biáxico positivo.

Crítérios práticos de identificação óptica:

É um mineral muito fácil de ser identificado devido, em particular, à sua cor bem distinta nos tons fortes de amarelo a amarelo-torrado, à extinção recta, ao forte relevo e ao seu pleocroísmo.

Proveniência:

É mineral habitualmente presente em formações afectadas por metamorfismo regional de médio grau, tais como, xistos e gnaisses. Também é encontrada em rochas metamórficas de elevado grau estando nestes casos associada à granada (almandina) e à distena.

EPÍDOTO $\text{Ca}_2\text{FeAl}_2\text{O.OH}(\text{Si}_2\text{O}_7)[\text{SiO}_4]$

Características fundamentais:

Sistema – monoclinico;

Clivagens – perfeita segundo {001};

Densidade – 3.3 a 3.5;

Dureza – 6 a 7;

Cor – verde-claro a verde-pistache;

Pleocroísmo – fraco mas visível;

Relevo – forte;

Extinção – Np/c 0° a 5° podendo ir até 15°; Nm/b 0°;

Alongamento – positivo ou negativo;

Birrefrangência – média a forte;

Carácter e sinal ópticos – biáxico negativo; forte dispersão.

Critérios práticos de identificação óptica:

Este mineral é diagnosticado em grão pelo seu elevado relevo, pela sua cor característica (verde-pistáceo), ligeiro pleocroísmo, cores vivas de birrefrangência.

Proveniência:

O epídoto é um mineral presente em formações afectadas por metamorfismo regional. Aparece nas associações albite-actinolite-epídoto-clorite ou albite-epídoto-clorite nas rochas metamórficas da fácies dos xistos verdes. Está também presente em rochas ígneas básicas, embora também possa ser detectado em granitos.

TURMALINA $\text{Na}(\text{Mg,Fe,Mn,Li,Al})_3\text{Al}_6[\text{Si}_6\text{O}_{18}](\text{BO}_3)_3(\text{OH,F})_4$

Características fundamentais:

Sistema – hexagonal;

Estrutura – ciclossilicato;

Clivagens – ausentes; presença de fracturas irregulares;

Densidade – 3.0 a 3.3;

Dureza – 7 a 7.5;

Cor – muito variável;

Pleocroísmo – muito forte;

Relevo – médio a fracoextinção – recta (para grãos alongados segundo o eixo c);

Alongamento – negativo;

Birrefrangência – forte;

Carácter e sinal ópticos – uniáxico negativo.

Critérios práticos de identificação óptica:

O pleocroísmo muito intenso, a ausência de clivagem, a extinção recta e o carácter uniáxico negativo são os principais elementos de diagnose da turmalina.

Proveniência:

Está presente em rochas graníticas, pegmatitos e filões pneumatolíticos.

HORNEBLENDA (anfíbola) $((\text{Ca},\text{Na})_{2-3}(\text{Mg},\text{Fe},\text{Al})_5\text{Si}_6(\text{SiAl})_2\text{O}_{22}(\text{OH})_2$)

Características fundamentais:

Sistema – monoclinico;

Clivagens – boa segundo {110} em duas direcções fazendo ângulos de 56° e de 124°;

Densidade – 3.0 a 3.5;

Dureza – 5 a 6;

Cor – verde, castanho, verde-azulado ou incolor;

Pleocroísmo – bem visível: verde/castanho/amarelo-pálido;

Relevo – médio;

Extinção – oblíqua 15° a 25°;

Alongamento – positivo;

Birrefrangência – fraca a média;

Carácter e sinal ópticos – biáxico negativo.

Critérios práticos de identificação óptica:

O hábito prismático dos grãos, a presença da clivagem bem visível, bem como as cores fortes de polarização (de baixa ordem) são características que tornam fácil a identificação dos grãos de horneblenda.

Proveniência:

É um mineral presente num amplo leque de rochas ígneas e metamórficas. No grupo das ígneas é detectado em dioritos, granodioritos, tonalitos e sienitos nefelínicos. A variedade castanha tem origem em basaltos, traquitos, andesitos, entre outras. No grupo das rochas

metamórficas a hornblenda é mineral essencial nas formações da fácies anfibolítica. As variedades mais ricas em ferro estão presentes em xistos e gnaisses.

BIOTITE $K_2(Mg,Fe)_{6-4}(Fe,Al,Ti)_{0-2}[Si_{6-5}Al_{2-3}O_{20}]O_{0-2}(OH,F)$

Características fundamentais:

Sistema – monoclinico;

Clivagens – perfeita segundo {001};

Densidade – 2.7 a 3.2;

Dureza – 2.5 a 3.0;

Cor – amarelo a castanho, por vezes verde;

Pleocroísmo – raramente visível;

Relevo – médio;

Extinção – recta;

Alongamento – positivo;

Birrefringência – forte;

Carácter e sinal ópticos – biáxico negativo.

Critérios práticos de identificação óptica:

Devido ao hábito lamelar e ao domínio dos tons castanho a amarelo, os grãos de biotite são extraordinariamente fáceis de identificar em luz paralela (ou simplesmente polarizada), pois destacam-se muito em relação aos restantes grãos de outras espécies de minerais pesados.

Proveniência:

É um mineral presente em praticamente todos os tipos de rochas ígneas. É normalmente muito abundante em granitos e pegmatitos graníticos. Também o é em rochas metamórficas como gnaisses e xistos.

APATITE: $Ca_5(PO_4)_3(OH,F,Cl)$

A apatite pertence a um grupo minerais que contêm fósforo. As variedades mais frequentes neste grupo de minerais estão representadas pela série isomorfa com componentes extremos denominados: flúor-apatite, cloro-apatite, hidroxiapatite e carbonato-apatite. A primeira é a variedade mais frequente e, portanto, quando se fala de apatite está-se a referir a flúor-apatite.

Características fundamentais:

Sistema – hexagonal;

Clivagens – fraca segundo {0001} e {1010};

Densidade – 3.2;

Dureza – 5;

Cor – incolor;

Pleocroísmo – nulo;

Relevo – médio;

Extinção – recta;

Alongamento – negativo;

Birrefrangência – muito fraca;

Carácter e sinal ópticos – uniáxico negativo.

Crítérios práticos de identificação óptica:

A identificação dos grãos de apatite assenta na sua fraca coloração, na morfologia prismática característica e na fraca birrefrangência.

Proveniência:

É um mineral acessório presente em muitos tipos de rochas ígneas, nomeadamente granitos, e pegmatitos. Também está presente em gnaisses e mármore.