



**Maria Teresa Mendes
Correia Alves dos Reis** **Argilas/lamas portuguesas utilizadas em
peloterapia: propriedades físicas e químicas
relevantes**





**Maria Teresa Mendes
Correia Alves dos Reis** **Argilas/lamas portuguesas utilizadas em
peloterapia: propriedades físicas e químicas
relevantes**

Dissertação apresentada à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Minerais e Rochas Industriais, realizada sob a orientação científica do Prof. Doutor Fernando Joaquim Fernandes Tavares Rocha, Professor Catedrático do Departamento de Geociências da Universidade de Aveiro e do Prof. Doutor Celso de Sousa Figueiredo Gomes, Professor Catedrático do Departamento de Geociências da Universidade de Aveiro.



O júri

Presidente

Prof. Doutor Manuel João Senos Matias
Professor Catedrático do Departamento de Geociências, da Universidade de Aveiro.

Vogais

Prof. Doutor Fernando Joaquim Fernandes Tavares Rocha
Professor Catedrático do Departamento de Geociências, da Universidade de Aveiro, (orientador).

Prof. Doutor Celso de Sousa Figueiredo Gomes
Professor Catedrático Aposentado do Departamento de Geociências, da Universidade de Aveiro
(co-orientador).

Prof. Doutor Iuliu Bobos Radu
Professor Auxiliar do Departamento de Geologia, da Universidade do Porto.

*Aos meus filhos
Susana e Pedro...*



Agradecimentos

Ao apresentar esta tese gostaria de agradecer às pessoas que, directa ou indirectamente, colaboraram para que a sua realização fosse possível.

? Ao Professor Doutor Celso de Sousa Figueiredo Gomes e ao Professor Doutor Fernando Joaquim Fernandes Tavares Rocha pela permanente disponibilidade que demonstraram durante a realização deste trabalho, e pelo incentivo e rigor científico com que me orientaram.

? Á senhora Engenheira Adelinda Andrade, Técnica Especialista da Universidade de Aveiro, agradeço a execução dos trabalhos analíticos que incluíram o emprego das técnicas do DRX e do FRX.

? Á Engenheira Cláudia, agradeço a execução das várias análises químicas, por tudo aquilo que me ensinou e pela permanente disponibilidade.

? Á Mestre Susana Conceição pela amabilidade e grande disponibilidade e apoio incondicional em tudo o que foi necessário para a elaboração desta Tese.

? Á minha amiga e colega Dr. Maria Emília pelo apoio, disponibilidade, grande amizade, e colaboração dada ao longo deste trabalho.

? Ao Professor Doutor José António Lopes Velho pelo companheirismo sempre presente.

? Quero ainda agradecer aos meus colegas Hilário, Corker, Teresa Valente, Hélia, pelo apoio que sempre me deram e sobretudo pela amizade.

? Á minha família... Obrigado por tudo.

? Ao meu marido Manuel e aos meus filhos, Susana e Pedro, pelo amor, amizade e força que nos une como família.

? Finalmente, quero agradecer a todos os amigos e colegas que em maior ou menor grau contribuíram, colaboraram ou auxiliaram na concretização das investigações planeadas, apresento os meus melhores agradecimentos.



Resumo

Esta dissertação aborda o estudo das argilas/lamas que ocorrem em três locais do litoral de Portugal, mais precisamente junto às praias da Consolação, perto de Peniche, do Meco, perto da Costa da Caparica e das Avencas, perto da Parede, de modo a caracterizar as propriedades relevantes que justificam o uso que se vem fazendo, de modo empírico, há muitos anos, para aplicações do domínio da Peloterapia.

Os materiais geológicos amostrados foram na sua maioria argilas. Estudaram-se as propriedades julgadas justificativas das funções terapêuticas desde há muito atribuídas às argilas, que de modo geral e sumário são constituídas por minerais argilosos com realce para os dos grupos da caulinite, da illite e da esmectite, e por minerais não argilosos, essencialmente, quartzo, feldspatos, micas e calcite.

Para o efeito procedeu-se ao estudo comparado das argilas amostradas nas três praias referidas, cujas características próprias têm suportad, através de aplicações externas, na terapia de certas doenças da pele e dos foros muscular e ósseo.

Foram avaliadas algumas das propriedades julgadas relevantes destas argilas/lamas, tais como: composição química e mineral, distribuição granulométrica, capacidade de troca catiónica, superfície específica, limite de plasticidade, abrasividade e taxa de arrefecimento.

As argilas/lamas das praias estudadas têm em comum uma elevada fracção de argila (geralmente >50%), uma elevada superfície específica, uma elevada capacidade de troca catiónica, a presença significativa de esmectite e illite/esmectite entre outros minerais argilosos (illite e caulinite) e uma baixa taxa de arrefecimento. Também têm em comum os seguintes componentes: cálcio, magnésio, estrôncio, enxofre, fósforo e matéria orgânica, sendo por vezes o cálcio e o magnésio em quantidade significativa.

Os resultados referentes a este trabalho evidenciam que as argilas estudadas têm características adequadas ao seu uso em Peloterapia.



Abstract

The aim of this dissertation is the analysis of the properties of clays/muds from geologic occurrences in the following beaches: Praia da Consolação (Peniche), Praia das Avencas (Paredes, near to Lisbon) and Praia do Meco (Costa da Caparica). Clays/muds have been used for many years, in an empirical manner, for outdoors topic applications, particularly in skin and osteo-muscular affections.

The geological materials studied for this purpose were in its majority clays, composed essentially by quartz, phyllosilicates, feldspars and calcite, being illite, smectite and kaolinite the main clay minerals.

Properties of these clays or muds, such as: mineral and chemical composition, particle size distribution, cation exchange capacity, specific surface area, plasticity, abrasivity and heat diffusiveness had been assessed. The studied clays/muds exhibit in common high clay fraction content (as a rule > 50%), high specific surface area, high cation exchange capacity and high contents of smectite and irregular mixed layers illite/smectite. Also illite and kaolinite are usually present.

On the other hand, calcium, magnesium, strontium, sulphur, phosphorus and low organic matter are, as a rule, common, in all clays/muds. Calcium and magnesium, sometimes are quantitatively significant components.

The experimental data available so far allowed us to conclude that all the studied clays/muds have good potentialities to be used for applications in mudtherapy.

Índice

ÍNDICE.....	1
LISTA DE FIGURAS	4
LISTA DE TABELAS	5
LISTA DE SÍMBOLOS.....	7
LISTA DE ABREVIATURAS.....	8
1 INTRODUÇÃO	11
2 ARGILAS	17
2.1 CONCEITOS E TIPOS.....	17
2.2 PROPRIEDADES.....	18
3 CLASSIFICAÇÃO E TIPOS DE ARGILAS	23
3.1 CLASSIFICAÇÃO MINERALÓGICA.....	24
3.2 CLASSIFICAÇÃO GENÉTICA.....	24
3.2.1 Argilas residuais ou primárias.....	24
3.2.2 Argilas secundárias ou sedimentares ou redepositadas.....	24
3.3 CLASSIFICAÇÃO INDUSTRIAL OU TECNOLÓGICA.....	24
3.3.1 Caulino.....	25
3.3.2 “Ball Clay”	26
3.3.3 “Fire Clay”	27
3.3.4 Bentonite.....	28
3.3.5 “Fuller’s Earth”.....	29
3.3.6 Argila Comum.....	30
4 RAZÕES DA IMPORTÂNCIA E DIVERSIDADE DE USO DAS ARGILAS	35
5 APLICAÇÕES GERAIS DA ARGILAS	39
5.1 CERÂMICA.....	39
5.2 PAPEL	41
5.3 CIMENTO «PORTLAND».....	41
5.4 AGREGADOS LEVES.....	41
5.5 REFRACTÁRIOS.....	42
5.6 BORRACHA	42
5.7 POZOLANAS.....	42
5.8 AGLOMERANTE DE AREIAS EM MOLDES PARA FUNDIÇÃO.....	43
5.9 PLÁSTICOS E TINTAS PLÁSTICAS.....	43
5.10 AGRICULTURA.....	44
5.11 OUTRAS APLICAÇÕES.....	44

6	ARGILAS UTILIZADAS EM PELOTERAPIA	47
6.1	QUE ARGILA UTILIZAR PARA FINS TERAPÊUTICOS?	49
6.1.1	<i>Argila branca</i>	50
6.1.2	<i>Argila verde</i>	51
6.1.3	<i>Argila fibrosa - Atapulgit</i>	51
6.1.4	<i>Bollboue</i>	52
6.2	SELECÇÃO DE ARGILAS/LAMAS.....	52
6.3	ARGILAS PORTUGUESAS UTILIZADAS OU COM POTENCIALIDADES PARA SEREM UTILIZADAS EM GEOMEDICINA.....	54
7	PREPARAÇÃO DA ARGILA PARA UTILIZAÇÕES TÍPICAS EXTERNAS	57
7.1	CATAPLASMAS E EMPLASTROS DE ARGILAS.....	58
7.2	AS COMPRESSAS E OS ENVOLVIMENTOS.....	61
7.3	OS BANHOS DE ARGILA.....	62
8	CONTEXTO GEOGRÁFICO E GEOLOGIA DOS LOCAIS ESTUDADOS	69
8.1	PRAIA DA CONSOLAÇÃO.....	69
8.2	PRAIA DO MECO (COSTA DA CAPARICA).....	73
8.3	PRAIA DAS AVENCAS (PAREDE).....	75
9	TÉCNICAS ANALÍTICAS E PROCEDIMENTOS EXPERIMENTAIS	81
9.1	ESPECTROMETRIA DE FLUORESCÊNCIA DE RAIOS X (FRX)	81
9.2	SEDIMENTAÇÃO.....	85
9.3	PERDA AO RUBRO.....	87
9.4	CAPACIDADE DE TROCA CATIONICA (CTC).....	88
9.5	SUPERFÍCIE ESPECÍFICA (SE).....	90
9.6	MÉTODO BET	91
9.7	MÉTODO DO AZUL DE METILIENO (AM).....	91
9.8	ÍNDICE DE PLASTICIDADE DE ATTERBERG.....	92
9.8.1	<i>Limite Líquido (LL)</i>	93
9.8.2	<i>Limite Plástico (LP)</i>	96
9.9	RENDIMENTO.....	97
9.10	DIFRACÇÃO DE RAIOS X (DRX)	97
9.11	DETERMINAÇÃO DA ABRASIVIDADE.....	101
9.12	ANÁLISE ESTATÍSTICA	102
10	RESULTADOS E DISCUSSÃO	107
10.1	PROPRIEDADES DOS MATERIAIS ARGILOSOS ESTUDADOS E SUAS POTENCIALIDADES PARA USOS EM PELOTERAPIA.....	107
10.1.1	<i>Composição Mineralógica qualitativa e semi-quantitativa</i>	107

10.1.2	<i>Composição Química</i>	108
10.1.3	<i>Curva de arrefecimento</i>	109
10.1.4	<i>Outras propriedades químicas e físicas</i>	109
10.1.5	<i>Limite de Líquidez (LL)</i>	110
10.2	ANÁLISE GRANULOMÉTRICA DAS ARGILAS/LAMAS ESTUDADAS.....	114
10.3	ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS RESULTADOS OBTIDOS.....	120
10.4	COMPARAÇÃO COM OUTRAS ARGILAS /LAMAS APLICADAS EM PELOTERAPIA.....	127
11	CONCLUSÕES GERAIS	133
11.1	PROPOSTAS PARA FUT UROS ESTUDOS E DESENVOLVIMENTOS.....	134
12	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	137

Lista de Figuras

Figura 3.1 – Variação da concentração função da granulometria de minerais considerados penalizantes nas aplicações industriais do caulino e que, em regra, acompanham a caulinite nos caulinos.

Figura 3.2 – Diagrama de Winkler, com pistas de usos potenciais de argilas: 1 – tijolo maciço; 2 – tijolo furado; 3 – telha; 4 – tijoleira.

Figura 3.3 – Principais locais de extracção de argila em Portugal, onde começa todo processo de transformação desta matéria- prima.

Figura 6.1 – Utilização das Argilas em Geomedicina.

Figura 7.1 – Banhos de Argila.

Figura 8.1 – Perfil geológico da praia da Consolação.

Figura 8.2 – Perfil geológico da praia da Consolação.

Figura 8.3 – Perfil geológico da praia da Consolação.

Figura 8.4 – Secção da Praia da Consolação em plena época balnear.

Figura 8.5 – Perfil Geológico da Praia do Meco.

Figura 8.6 – Pormenor da Praia da Avencas, Parede.X

Figura 8.7 – Local da Recolha da amostra de argila da Praia das Avencas, Parede X

Figura 9.1 – Componentes principais de um espectómetro de Fluorescência de Raios X.

Figura 9.2 – Componentes principais de um difractómetro de Raios X.

Figura 10.1 – Gráfico mostrando as curvas de arrefecimento dos materiais estudados.

Figura 10.2 – Gráfico de Limite de Liquidez da lama Consolação 1.

Figura 10.3 – Gráfico de Limite de Liquidez da lama consolação 2.

Figura 10.4 – Gráfico de Limite de Liquidez da lama Consolação 3.

Figura 10.5 – Gráfico de Limite de Liquidez da lama Parede 1.

Figura 10.6 - Gráfico do Limite de Liquidez da lama Parede 2.

Figura 10.7 - Gráfico do Limite de Liquidez da lama Meco.

Figura 10.8 - Massa Acumulada das Partículas versus diâmetro esférico acumulado (Meco)

Figura 10.9 - Massa Acumulada das Partículas versus diâmetro acumulado (Cons.1)

Figura 10.10 - Massa Acumulada das Partículas versus diâmetro acumulado (Cons 2)

Figura 10.11 - Massa Acumulada das Partículas versus diâmetro acumulado (Cons. 3)

Figura 10.12 - Massa Acumulada das Partículas versus diâmetro acumulado (Parede 1)

Figura 10.13 - Massa Acumulada das Partículas versus diâmetro acumulado (Parede 2)

Figura 10.14 - Dendograma resultante da Análise Grupal efectuada para as seis amostras estudadas.

Figura 10.5 - Representação gráfica dos valores médios dos parâmetros analisados, calculados para os dois grupos de amostras.

Figura 10.6 - Resultados da aplicação da Análise de Componentes Principais.

Figura 10.17- Dendograma resultante da Análise Grupal efectuada para as seis amostras estudadas (fracções argilosas).

Figura 10.18- Representação gráfica dos valores médios dos parâmetros analisados (fracções argilosas), calculados para os dois grupos de amostras.

Figura 10.19 - Resultados da aplicação da Análise de Componentes Principais (fracções argilosas).

Lista de Tabelas

Tabela 3.1 – Principais países produtores de bentonite e respectivas produções em 1999 (Gomes, 2002)

Tabela 5.1 – Classificação dos materiais cerâmicos resultante da adaptação por Parras (1999) da classificação de Enrique & Amorós (1985).

Tabela 5.2 – Tipo de papel e teores de minerais que o papel pode incorporar (Gomes, 2002).

Tabela 10.1 - Composição mineralógica global (em %) das argilas/lamas estudadas (? 63 μm)

Tabela 10.2 - Composição mineralógica (em %) relativa aos minerais argilosos na fracção (? 2 μm) das argilas/lamas estudadas

Tabela 10.3 - Composição Química, relativa aos elementos maiores (em %), das lamas estudadas

Tabela 10.4 - Composição Química, relativa aos elementos menores e traço (em ppm) das lamas estudadas

Tabela 10.5 - Principais propriedades químicas e físicas das argilas/lamas estudadas

Tabela 10.6- Distribuição ponderal das partículas da argila da Praia do Meco

Tabela 10.7- Distribuição ponderal das partículas da argila da Praia da Consolação
(Cons. 1)

Tabela 10.8 - Distribuição ponderal das partículas da argila da Praia da Consolação
(Con. 2)

Figura 10.10- Massa Acumulada das partículas *versus* diâmetro esférico equivalente
(Praia da Consolação 2)

Tabela 10.9 - Distribuição ponderal das partículas da argila da Praia da Consolação
(Cons. 3)

Tabela 10.10 - Distribuição ponderal das partículas da argila da Praia da Parede (Parede 1)

Tabela 10.11 - Distribuição ponderal das partículas da argila da Praia da Parede (Parede 2)

Tabela 10.12 - Teor das partículas nas amostras estudadas, para as classes granulométricas inferiores a 0,010 mm e 0,002 mm

Tabela 10.13 - Composição química (lama de Vale dos Cucos)

Tabela 10.14 - Composição química da lama de Vale das Furnas

Tabela 10.15 - Composição química da bentonite (BEN)

Tabela 10.16 - Principais propriedades químicas e físicas de outras argilas/lamas aplicadas em Peloterapia

Tabela 10.17 - Principais propriedades físicas e químicas das amostras estudadas e as de Serra de Dentro, Vale das Furnas e Vale dos Cucos.

Lista de Símbolos

I_{sp}	Intensidade da risca do espectro do espécime-problema, característica de determinada espécie química, eq (2.1)
I_{sr}	Intensidade da risca do espectro do espécime-referência, característica da mesma espécie química, eq (2.1)
K	Constante, eq (2.1)
C_{sp}	Concentração da espécie química no espécime-problema, eq (2.1)
C_{sr}	Concentração da mesma espécie química no espécime-referência, eq (2.1)
t	Tempo (s), eq (2.2)
h	Altura de queda (cm), eq (2.2)
g	Constante, aceleração de gravidade (cm/s^2), eq (2.2)
D	Diâmetro esférico equivalente (μm), eq (2.2)
D_s	Peso específico da substância (g/cm^3), eq (2.2)
D_m	Peso específico do meio dispersante (g/cm^3), eq (2.2)
?	Viscosidade do meio dispersante (poise), eq (2.2)
p1	Peso do cadinho (g) , eq (2.3)
p2	Peso do cadinho + amostra seca (g), eq (2.3)
p3	Peso do cadinho + amostra calcinada (g), eq (2.3)
SE	Superfície específica (m^2/g), eq (2.4)
Vd	Volume azul-de-metileno 0,01 M correspondente ao ponto de viragem (cm^3), eq (2.4)
C	Peso da amostra (g), eq (2.4)
LL	Limite líquido, eq (2.5) e eq (2.7)
LP	Limite de plástico, eq (2.5) e eq (2.7)
P1	Peso do recipiente + tampa (g), eq (2.6)
P2	Peso inicial do recipiente + tampa + provete (antes da secagem) (g), eq (2.6)
P3	Peso final do recipiente + tampa + provete (após a secagem) (g), eq (2.6)
IP	Índice de plasticidade de Atterberg, eq (2.7)
Rend	Rendimento (%), eq (2.8)
Pf	Peso da fracção granulométrica separada, seca (g), eq (2.8)
Pi	Peso da toma inicial, seca (g), eq (2.8)

- d_{hkl} Equidistância entre planos atômicos da mesma natureza, por isso pertencentes a uma mesma família de planos com índices gerais (hkl).
- ? Ângulo formado entre os raios do feixe incidente e os planos atômicos (hkl) reflectores do cristal.
- n Ordem dos feixes de raios X difractados.
- ? Comprimento de onda do feixe de raios X incidentes que é o mesmo do feixe de raios X difractado.

Lista de Abreviaturas

FRX	Fluorescência de Raio X
PR	Perda ao Rubro ou Perda de Peso
CTC	Capacidade de troca catiónica
SE	Superfície Específica
AM	Método de azul-de-metileno
LL	Limite Líquido
LP	Limite Plástico
DRX	Difracção de Raio X

Capítulo 1

Introdução

1 Introdução

O Ocidente redescobriu, já há algumas décadas as medicinas naturais, também ditas «alternativas». A particularidade das medicinas é a de utilizar, para fins terapêuticos, apenas substâncias e produtos tal qual os encontramos na natureza. Será este fenómeno de civilização uma moda, ou será que se deve ao puro acaso? A resposta é, nem uma coisa nem outra. As medicinas naturais são, na sua maioria, conhecidas desde a mais longínqua Antiguidade e têm provado, ao longo dos séculos, a sua eficácia. A prova?

Teria a espécie humana proliferado, ou mesmo sobrevivido sem o seu auxílio?

Como ciência, o uso da terra, para fins terapêuticos, a geoterapia, é sem dúvida uma das mais importantes aplicações da medicina natural. Está presente nos mais antigos tratados de cura popular e constitui uma técnica bastante difundida entre médicos famosos. Hipócrates (460-377 a.C.), médico grego considerado o “Pai da medicina”, utilizava a argila nos seus tratamentos e ensinava os seus discípulos a usá-la de maneira adequada. Encontramos essa prática mencionada na obra de médicos célebres como Avicena (980-1037 d. C.), Averrois (1126-98 d. C.) e Galeno (131- 201 d. C.), além de cientistas e filósofos como Plínio (23-79 d.C.), Aristóteles (384-322 a.C.) e, mais recentemente, o Mahatma Gandhi, grande admirador dos efeitos curativos da terra. Hoje, raramente, encontramos uma clínica naturalista que não utilize a argila, sozinha ou associada a outros componentes orgânicos e inorgânicos. Os antigos egípcios utilizavam a argila como um dos componentes no embalsamento de múmias e na preservação de alimentos de origem animal. Na América, alguns grupos indígenas tinham como tradição “enterrar” os seus doentes, que eram colocados de corpo inteiro, na posição vertical, dentro de um buraco cavado na terra. Apenas a cabeça era deixada no lado de fora, e o doente permanecia assim, em contacto com a terra, durante muitas horas. Esse tipo de tratamento era aplicado aos doentes terminais, à beira da morte.

Os produtos químicos de síntese surgiram há menos de duzentos anos. Até meados do nosso século, só se haviam espalhado massivamente no Ocidente. O resto da humanidade, isto é, pelo menos dois terços dela, continuou a confiar nos métodos terapêuticos ancestrais de eficácia comprovada.

Se hoje em dia o Ocidente volta a procurar a escola dos Antigos, fá-lo por duas razões essenciais. A primeira prende-se com o facto de nos termos apercebido dos efeitos perversos dos medicamentos de síntese química, sobretudo os que são administrados em doses elevadas e durante longos períodos de tempo. Desta perversão nasceu um novo ramo das ciências médicas: a iatrogenia que por outras palavras significa o estudo das doenças causadas por medicamentos químicos!! A segunda razão deste regresso às raízes advém de uma reacção saudável contra os excessos multiformes da revolução científica e tecnológica: esta quase acabou por separar o homem do seu ambiente natural. Ora o homem é parte integrante da natureza. É um produto dela, constituindo um simples elo da imensa cadeia que é a vida. Viver contra ou fora da Natureza condenaria o Homem à extinção!

No entanto, o renascimento das medicinas naturais não deixa de levantar enormes problemas. Tendo, as nossas civilizações, esquecido a sua utilização, chegámos ao ponto de apontar o dedo estas terapêuticas naturais... tudo porque os cientistas não conseguem explicar racionalmente o seu modo de acção curativa, que no entanto, foi demonstrada milhares de vezes. Daí resulta uma amálgama estranha: aquilo que o espírito racional não consegue elucidar é obrigatoriamente misterioso e portanto, suspeito! Daí até acusar os adeptos (cada vez mais numerosos) destas medicinas alternativas de charlatanismo só vai um passo que muitos não hesitaram em dar.

A argila pertence a este tipo de remédios naturais, utilizada pelos médicos de todas as regiões do mundo, o seu poder curativo tem sido universalmente demonstrado e reconhecido. A argila é mesmo um remédio maravilhoso, contudo, afastemo-nos de todos os excessos de entusiasmo ou de ingenuidade. A argila é seguramente, um remédio polivalente, recomendável para um sem número de afecções, mas não é uma panaceia. Por outro lado sendo plenamente eficaz, a sua acção curativa está subordinada a um determinado número de regras de utilização muito rigorosas. Por fim, este poder curativo é susceptível de variar consideravelmente, desde o perfeito êxito à mais completa ineficácia, dependendo do tipo de argila utilizada e das nossas constituições individuais.

A explicação para esta variabilidade é simples: a argila é uma substância “viva”. Da sua utilização em organismos vivos resultam reacções bioquímicas complexas, que podem proporcionar efeitos opostos dos inicialmente previstos. Devemos, portanto, ser prudentes

e confiarmos sobretudo na experiência milenar legada pelos nossos antepassados (Helal, 2001).

Considerada sob todas estas reservas, igualmente válidas para todos os remédios e, particularmente, para todos os medicamentos alopáticos e homeopáticos, a argila é considerada como um verdadeiro milagre da Natureza para manter e conservar a saúde, para aliviar ou para curar completamente certas doenças. É de salientar que a argila não é incompatível com outras substâncias ou preparações medicamentosas: antes pelo contrário, quando prudentemente associada a determinados produtos químicos naturais ou de síntese, ou a outras técnicas terapêuticas leves (ioga, acupressão, acupunctura, etc.), a argila aumenta a sua acção, agindo por sua conta própria. Mas também aí, a prudência deverá estar sempre presente. Não se pode misturar a argila com outro remédio qualquer. Em determinadas circunstâncias precisas e bem conhecidas, a associação pode revelar-se mais perigosa do que benéfica. Em resumo, a argila é certamente um meio eficiente para salvaguardar a saúde em muitos casos, mas é preciso servir-se dela respeitando rigorosamente as regras da utilização

Existem vários factores que explicam o poder curativo da terra. Antes de mais nada, a existência de uma determinada composição mineralógica e química que, logicamente, varia de ocorrência para ocorrência geológica. Todas as terras e argilas, no entanto, possuem, em regra, três componentes minerais fundamentais: o quartzo, o feldspato e a mica; chamados minerais primários, para além de determinados minerais argilosos que são minerais secundários, em quantidades diferentes segundo a ocorrência geológica. Mas, a variação da composição mineral cores ponde também a variação de composição química. Efectivamente, os minerais são compostos químicos em cuja composição podem participar todos os elementos químicos constantes da tabela periódica com excepção dos gases nobres e transurânicos. Uns elementos são formadores, outros só por si não formadores de minerais. Existe uma relação genética directa entre a abundância dos elementos químicos na natureza e a sua capacidade formadora de minerais. O oxigénio, o hidrogénio, o silício, o alumínio, o ferro, o cálcio, o magnésio, o potássio, o sódio, o titânio e o enxofre são os principais elementos formadores de minerais. (Gomes, 1990).

O presente trabalho tem como objectivo o estudo das propriedades relevantes das argilas/lamas da Praia da Consolação, localizada perto de Peniche, da Praia do Meco,

localizada na Costa da Caparica e da Praia das Avencas, localizada na Parede, para utilizações, sob a forma de pelóides, em Peloterapia.

Capítulo 2

Argilas

2 Argilas

2.1 Conceitos e tipos

A palavra ARGILA no conceito do leigo, designa pura e simplesmente terra argilosa, também chamada barro. Efectivamente, a argila é uma das matérias mais comuns no estado natural e das mais conhecidas por todos. No entanto, a realidade é sensivelmente diferente desta noção demasiado vaga.

Segundo Gomes (2002) o conceito de argila depende muito da formação profissional de quem se interessa por este material. Todavia, os vários conceitos, têm de comum os argumentos seguintes: produto geológico de granulometria muito fina que ocorre à superfície ou próximo da superfície da crosta terrestre, resultante da alteração meteórica ou deutérica de minerais e rocha, que desenvolve plasticidade quando lhe é adicionada água em quantidade adequada, e que endurece se for seco e mais ainda se for cozido.

Não há argilas sem os chamados minerais argilosos. São as diferenças conhecidas, em termos minerais e químicos, que justificam a existência de variados tipos de argila, tal como existem entre as variedades de rochas. Em função da composição mineral e química, as argilas distinguem-se por determinadas propriedades, tais como granularidade, superfície específica, capacidade de troca iónica, plasticidade e viscosidade que é necessário conhecer para que se possa tirar o melhor proveito delas, nas diversas e múltiplas funções em que podem participar.

De uma maneira geral todas as argilas são constituídas por duas partes bem distintas: uma essencial representada pelos minerais argilosos, outra não essencial representada por impurezas minerais ou orgânicas associadas à primeira, de natureza e proporções muito variáveis conforme a geologia dos depósitos de argila.

Para melhor compreender, a estrutura da argila que desempenha um papel essencial, vamos comparar as argilas, a algo que nos é familiar: os bolos. Como sabemos, os bolos são feitos com uma matéria-prima, a farinha de um cereal, e com matérias adicionais, como açúcar, manteiga, óleo, ovos, etc., que no fim, conferem a originalidade a cada bolo. A Natureza comportou-se como uma verdadeira pasteleira quando “fabricou” as argilas. Ela utiliza uma matéria-prima – a argila – constituída por partículas extremamente finas provenientes da decomposição de certas rochas. Assim como existem grandes

diferenças entre as farinhas de trigo duro, de trigo mole, de aveia, de cevada, etc., também as rochas, em regra feldspatos (granito, gneisse, granodiorito, etc), cuja alteração meteórica ou dentérica proporciona a formação de argila, possuem propriedades físico-químicas muito diferentes. Quanto às matérias adicionais, chamadas impurezas, quando se fala de argilas, a sua natureza é evidenciada à natureza da rocha-mãe e às condições ambientais que presidem à sua alteração.

As propriedades medicinais de uma argila dependem, essencialmente dos minerais argilosos presentes, mas dependem também das impurezas a elas associadas. Destes factos resulta uma primeira regra: não se utiliza uma argila qualquer, para tratar uma doença qualquer.

É por isso que, por vezes falamos de “colheitas” de argilas, em analogia com colheitas de vinhos.

2.2 Propriedades

No entanto as argilas, apresentam um certo número de características ou propriedades comuns. A primeira é a plasticidade, que dito por outras palavras é a particularidade que todas, em regra, possuem, evidenciada pelo comportamento seguinte: por adição de água em quantidade adequada produz-se uma pasta consistente que se presta perfeitamente à modelagem da argila. A pasta cozida ou seca ao sol endurece conservando a forma que lhe foi dada. É esta propriedade – plasticidade – que está na origem da invenção da olaria, uma das mais antigas indústrias do homem.

A segunda propriedade notável das argilas, é o seu poder de absorção. Este é o resultado da extrema finura das partículas que constituem as argilas. Um determinado volume de certas argilas, é mesmo capaz de absorver até oito volumes equivalentes de água! Mais ainda este espantoso poder faz com que, segundo Dextreit e Abehsara (1997), “cinco gramas de boa argila consigam deslocar completamente 10 cm³ de uma solução de água com 0,1% de azul-de-metileno”, sendo o azul-de-metileno um dos mais poderosos corantes que existem. Este poder de absorção exerce-se igualmente sobre os gases e os odores. Basta colocar um pouco de argila húmida num prato para obter uma excelente desodorização e desinfecção do quarto de um doente. As indústrias alimentares recorrem frequentemente à argila para eliminar alguns sabores desagradáveis ou

indesejáveis dos seus produtos. Já no passado as empregadas de limpeza, conheciam bem o poder da argila: misturavam alguns bocados à sua água de lavagem para obter roupa muito limpa e sem odores desagradáveis.

Mas a propriedade mais interessante das argilas, é o seu poder de adsorção. No entanto, nem todas têm esta propriedade e nem sobretudo, ao mesmo nível (a classificação entre argilas, para fins terapêuticos e argilas para fins comuns deriva deste factor importante). A adsorção é uma forma particular, selectiva de absorção. O fenómeno consiste numa acção ainda mal conhecida, mas cuja realidade já foi estabelecida pelos cientistas: algumas argilas comportam-se como catalisadores. Elas atraem, captam, de algum modo os micróbios, as bactérias, os vírus, as impurezas em suspensão num líquido, numa ferida, nas fezes, etc. Estes corpos nocivos vêm concentrar-se irresistivelmente na superfície da argila, mais precisamente na superfície dos cristais dos minerais argilosos.

O mais estranho é que a argila, parece comportar-se com uma espécie de “inteligência” desorientadora, pois não atrai qualquer corpo: “a argila age com discernimento, afirmam Dextreit e Abehsara (1997); (ela) trava a proliferação de micróbios ou de bactérias patogénicas, ou seja, de todos os corpos parasitários, favorecendo sempre a reconstituição celular saudável. É incontestável que é uma força inteligente, benfeitora, que é preciso ter experimentado para conceber a amplitude da sua acção. Um outro feito: a argila dirige-se para onde está o mal. Quando utilizada internamente, assim como por via oral, anal ou vaginal, a argila dirige-se para a região mórbida aí se fixando, por vezes durante vários dias para, finalmente, incluir pus e sangue negro na sua evacuação».

Este poder adsorvente confere à argila uma acção anti-séptica bastante poderosa. No entanto, ao contrário dos anti-sépticos químicos que, embora eficazes, destroem indiscriminadamente tecidos doentes e tecidos sãos, a argila “escolhe” os seus alvos: ela ataca apenas os tecidos doentes e os agentes infecciosos!

Capítulo 3

Classificação e tipos de Argilas

3 Classificação e tipos de Argilas

Sem entrar em detalhes técnicos, que podem ser encontrados em Gomes (2002), importa conhecer, pelo menos sumariamente, as diferentes variedades de argila, a fim de poder escolher e utilizar aquela ou aquelas mais conveniente conforme o caso. Faz-se uma primeira distinção importante entre as argilas, segundo o seu modo de formação geológica. Assim falamos de argilas residuais e argilas sedimentares.

Estes termos um pouco técnicos encerram realidades muito simples. As chamadas argilas residuais são aquelas que encontramos nos próprios lugares onde as rochas mãe cristalizadas se decompueram por alteração física e química, transformando-se em materiais finos pulverulentos. Por isso, esses depósitos argilosos apresentam concentrações elevadas. Em contrapartida as argilas sedimentares constituíram-se de determinados minerais argilosos. São exemplos de depósitos de argila residual, o caulino residual e a bentonite: as partículas de pó da decomposição das rochas mãe foram transportadas ao longo do tempo, a partir de depósitos residuais, pelo vento e pelas águas de escorrência. Durante esse transporte, o pó misturou-se intimamente com diversos contaminantes ou “resíduos” (partículas de diversos minerais, de matérias orgânicas, etc.).

Os depósitos de argila residual ocorrem em relevos mais ou menos acentuados, enquanto que depósitos de argila sedimentar ou redepositada ocorrem em zonas de altitude relativamente baixa, vales e planícies. De acordo com esta primeira classificação podemos, portanto, considerar geralmente que os depósitos de argila sedimentada são os que têm maior vocação para aplicações industriais (fabrico de louças, telhas, tijolos, entre outros produtos cerâmicos).

As argilas residuais, devido à sua relativa pureza mineralógica, são argilas a que em regra, correspondem funções mais nobres como são os casos do caulino e da bentonite. O caulino é importante para o fabrico de certos tipos de papéis e para o fabrico de porcelanas e faiança. A bentonite é importante na construção civil (paredes moldadas e lamas de sondagem), como impermeabilizante para aterros sanitários e para depósitos de resíduos de outro tipo, e em muitas outras aplicações.

A complexidade e variabilidade das argilas devem-se à variação quantitativa e qualitativa dos minerais argilosos e dos minerais não argilosos respectivos, à variação da distribuição dimensional das partículas minerais que as formam e às suas características

texturais. Todos estes factores dificultam a classificação das argilas conduzindo à ideia de que não existem duas argilas iguais. Apresentam-se de seguida três classificações usuais (Gomes, 2002) que têm em conta, quer a composição mineralógica quer a génese, quer ainda a composição e usos das argilas

3.1 Classificação mineralógica

Tem em conta o tipo de mineral argiloso dominante na argila, consideram-se argilas caulínicas, argilas ilíticas, argilas esmetíticas, argilas sepiolíticas, etc.

3.2 Classificação genética

Tem em conta a relação entre os processos de formação das argilas e o seu modo de ocorrência.

3.2.1 Argilas residuais ou primárias

Quando ocorrem no lugar em que se formam, a partir duma rocha mãe (magmática, metamórfica ou sedimentar).

3.2.2 Argilas secundárias ou sedimentares ou redepositadas

Quando ocorrem a distância maior ou menor do local de formação, a partir duma rocha mãe (magmática, metamórfica ou sedimentar). Foram transportadas deste local de formação pela água ou pelo vento.

3.3 Classificação industrial ou tecnológica

Tem em consideração as características e propriedades específicas das argilas e as suas aplicações industriais. As argilas para fins medicinais e terapêuticos fazem parte desta classificação.

De seguida referem-se com algum detalhe os tipos principais de argila, considerados, em regra, nesta classificação.

3.3.1 Caulino

O Caulino é uma argila que coze branco ou quase branco e que é muito refractária. O caulino quando beneficiado é constituído essencialmente por caulinite (com média a boa ordem estrutural), podendo haver haloisite associada. (Gomes, 2002). O Caulino utiliza-se particularmente nas indústrias de cerâmica, de papel, de refractários, de borracha e de tintas.

O termo caulino deriva da expressão chinesa “Kao Ling” que significa “alta crista”, nome dum colina da China central perto da qual se explorava este mineral, vários séculos atrás para o fabrico de porcelana.

O termo “china clay”, que data do século XVIII, é usado muitas vezes como sinónimo de caulino e resulta do uso de argila na província de Kiangsi, na China, para o fabrico de porcelana de mesa e objecto de arte, argila que mais tarde se verificou ser constituída essencialmente por caulinite. Actualmente o termo “china clay” está quase exclusivamente confinado ao Reino Unido, dizendo particularmente respeito às argilas residuais da Cornualha e Devon, na Inglaterra. Argilas semelhantes, residuais ou sedimentares, que ocorrem noutras localidades do mundo, são denominadas simplesmente por caulino. Como atrás se disse, o caulino é material composto essencialmente por caulinite mas, no entanto, a caulinite pode ser substituída ou estar associada a qualquer dos outros politipos do sub - grupo de caulinite (Velho, Gomes and Romariz, 1998).

A rocha caulinizada, isto é o caulino bruto, pode ter teores de caulinite ou de outros politipos da caulinite inferiores a 20%, pelo que tendo em vista as aplicações industriais, se torna necessário enriquecê-lo para valores que se podem situar entre 80-95%.

Além da caulinite, no caulino bruto podem participar também quartzo, feldspato, mica e muitos outros minerais menores ou acessórios, tais como gibsite, montmorilonite, clorite, turmalina, fluorite, topázio, geothite, hematite, limonite e pirite. A mineralogia e a composição química do caulino estão estreitamente relacionadas com a granulometria (**Figura 3.1**).

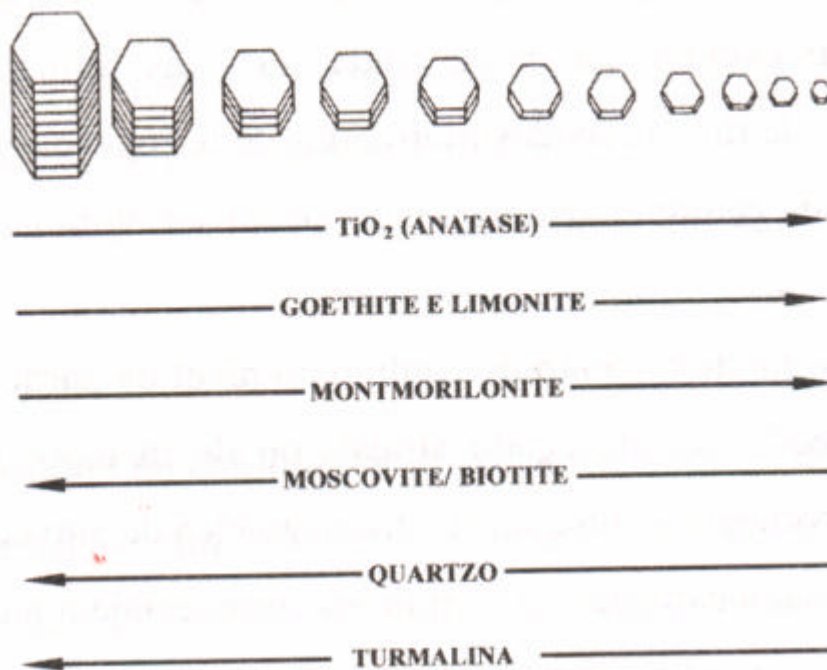


Figura 3.1 – Variação da concentração função da granulometria de minerais considerados penalizantes nas aplicações industriais do caulino e que, em regra, acompanham a caulinite nos caulinos.

3.3.2 “Ball Clay”

A “Ball clay” (argila em bolas) é uma argila muito plástica, com granulometria muito fina (50-90% das partículas têm diâmetro esférico equivalente $<1 \mu\text{m}$), com apreciável poder ligante, com refractaridade bastante inferior à do caulino e que evidencia cor marfim ou creme-claro após cozedura. O termo “ball clay”, que não tem significado mineralógico, teve origem na plasticidade extremamente elevada desta argila que permitia que, nas explorações a céu aberto e em degraus, a argila fosse cortada em cubos que eram rolados por gravidade até serem carregados em vagonetas. As “ball clay” são compostas basicamente por caulinite (de fraca ordem estrutural) associada a hidro-mica (0-30%) e quartzo (10-25%) finamente divididos, clorite, montmorilonite, interestratificados ilite-montmorilonite e ainda muitas vezes a matéria orgânica.

As “ball clay” são sempre argilas sedimentares com características específicas para cada depósitos dentro do mesmo depósito são vulgares variações de qualidade.

Da história geológica das “ball clay” faz parte um período de erosão subaérea, um período de transporte por águas correntes superficiais e um período de deposição em ambiente lacustre ou deltaico. Durante o transporte há uma classificação granulométrica natural e as partículas de argila depositam-se juntamente com grãos de quartzo e de mica de tamanho equivalente. É por isso que a concentração da argila pelos processos de beneficiação correntes é impraticável.

Além da indústria de cerâmica branca também a indústria de refractários utiliza muito as “ball clay”, tirando partido das suas propriedades ligantes e refractárias, estas devidas aos teores relativamente elevados em Al_2O_3 e aos baixos teores em alcalis.

Depois de submetidos a tratamento adequado, certos tipos de “ball clay” são utilizados como carga nas indústrias de plástico e borracha. A exploração de “ball clay” é mais difícil que a exploração de caulino, devido à maior variabilidade vertical e lateral de quantidade nos depósitos de “ball clay”. Para além da mecanização que a exploração exige, interessa muito também a experiência e especialização da mão-de-obra de modo a saber distinguir-se as camadas ou lenticulas de argila de boa qualidade para determinados fins, de camadas de argila de fraca qualidade para esses mesmos fins.

A exploração das “ball clay”, normalmente, tem lugar a céu aberto com o emprego de escavadoras mecânicas mas o interesse por tipos e uniformidade de qualidade exige por vezes a exploração subterrânea com abertura de minas de modo a permitir a extracção da argila de determinadas camadas sedimentares.

Os principais depósitos de “ball clay” têm a distribuição geográfica seguinte: Reino Unido; EUA; França; Alemanha; Checoslováquia.

3.3.3 “Fire Clay”

A “Fire Clay” (argila refractária) é uma argila sedimentar de refractaridade não inferior a 1500°C e que queima com cor castanho claro. O termo “fire clay”, de origem inglesa, refere-se à refractaridade ou resistência e ao modo de jazida. A “fire clay” tradicional ocorre sob ou intercalada entre camadas de carvão ou “coal measures” do Carbónico inglês, donde serem designadas nalguns casos por “underclay”. As “fire clay” são constituídas essencialmente por caulinite (de média ordem estrutural) associada a

quantidades ainda importantes mas variáveis de quartzo, mica, diquite, ilite, montmorilonite, interestratificados ilite-montmorilonite e matéria orgânica.

A “fire-clay” é utilizada no fabrico de louça de mesa e de forno (stoneware) e de cerâmica ornamental.

Na formulação de um corpo cerâmico “stoneware” participam caulinite (40-50%), quartzo (40-45%), e feldspato/mica (5%-20%). A temperatura de vitrificação situa-se entre 1120°-1280°C e a cor dos corpos queimados varia entre cinzento claro, cinzento amarelo-torrado ou castanho claro dependendo do teor em Fe₂O₃ e da atmosfera do forno.

Existem outras argilas ainda mais refractárias que a “fire-clay” com outro modo de jazida e idade geológica.

3.3.4 Bentonite

A Bentonite é uma argila residual proveniente da alteração de cinzas ou tufos vulcânicos ácidos, de granulometria muitíssimo fina, que geralmente aumenta de volume em meio aquoso-“swelling bentonite”-, com cor variada (branco, verde, azul, rosa ou creme) e baixa refractaridade (Gomes and Silva, 2001).

A bentonite é constituída essencialmente por montmorilonite ou por outras espécies minerais do grupo da montmorilonite e outros minerais acessórios. Além da bentonite que incha-“swelling bentonite”- existe bentonite que não incha –“non swelling bentonite”- ou metabentonite e esta, além de montmorilonite ou outras espécies do grupo, costuma apresentar interestratificados ilite-montmorilonite.

A bentonite que incha apresenta como catião de troca o sódio e, quando imersa em água, revela grande tixotropia, podendo aumentar até 20vezes o volume da argila seca. A bentonite sódica tem muitas aplicações industriais: cerâmica, metalúrgica, indústrias químicas e do petróleo (sondagens de prospecção e pesquisa e sondagens de desenvolvimento e produção) e farmacêutica.

A bentonite que não incha difere da bentonite expansiva mais nos catiões de troca (predominantemente Ca e Mg) do que na composição mineralógica e ainda por não evidenciar tixotropia. Muito embora haja usos que são comuns a ambos os tipos de bentonite, existe um uso que é específico do tipo do tipo que não incha e que parece ser consequência de o cálcio ou o magnésio serem os catiões trocáveis. Assim, por tratamento

com ácidos inorgânicos concentrados, ácidos sulfúricos por exemplo a temperatura de 90-100°C, a bentonite que não incha produz argilas activas que são utilizadas na descoloração ou branqueamento de óleos minerais, vegetais ou animais. A bentonite sódica não responde satisfatoriamente a este tratamento ácido por ser decomposta totalmente.

A bentonite tem amplo uso industrial como componente tixotrópico dos fluidos ou lamas de perfuração, como ligante das areias em moldes para fundição, na descoloração de óleos, na peletização de minérios de ferro e manganês, etc. No caso da cerâmica branca é importante o conhecimento de que a adição de pequenas quantidades de bentonite a caulinos modifica substancialmente as propriedades cerâmicas das barbotinas, das pastas e dos corpos cerâmicos, melhorando a sua resistência mecânica e a sua plasticidade. Mas, se em excesso, a montmorilonite pode ocasionar dificuldades durante a secagem reflectidas numa contracção excessiva e fendilhamento do corpo cerâmico.

Na **tabela 3.1** estão representados os principais países produtores de bentonite assim como as respectivas produções no ano de 1999, segundo Gomes, 2002.

Países	Produções (em milhares de toneladas)
EUA – bentonite	3 800
EUA – Fuller`s Earth	2 350
Grécia	900
Alemanha	500
Itália	500
Turquia	500
Japão	445
China	350
Brasil	220

Tabela 3.1 – Principais países produtores de bentonite e respectivas produções em 1999 (Gomes, 2002)

3.3.5 “Fuller’s Earth”

A “Fuller's Earth” (terra “fuller”) é uma argila predominantemente montmorilonítica mas que pode apresentar interestratificados ilite-montmorilonite e clorite-montmorilonite, em que o catião de troca é geralmente o magnésio e que tem alto

poder absorvente e descorante para óleos orgânicos. Algumas terras “fuller” contêm paligorsquite ou sepiolite.

Por vezes a terra “fuller” montmorilonítica não se distingue mineralogicamente e geologicamente da bentonite que não incha. No entanto em geral, uma bentonite que não incha não produz qualquer clarificação de óleos, a não ser depois de tratamento ácido, enquanto que quase todas as terras “fuller” montmoriloníticas são bons agentes descorantes de óleos mesmo no estado natural, diminuindo o poder descorante pelo tratamento ácido no caso de terra “fuller” paligorsquítica.

O termo “fuller's earth” tem um significado histórico referindo-se a qualquer argila que tinha a capacidade de absorção de óleos, gorduras ou corantes e que podia ser utilizada na limpeza ou “fulling” de roupas de lã.

3.3.6 Argila Comum

A argila comum é a argila mais abundante, utilizada no fabrico de produtos cerâmicos de menor valor comercial. Esta argila faz parte de depósitos sedimentares, geralmente do Terciário ou do Quaternário, de origens diversas: glaciária, eólica, fluvial ou marinha. A argila comum compreende tipos principais de argila, determinados pela sua utilização industrial: argila para olaria ou “pottery clay” e argila para tijolo ou “brick clay”.

3.3.6.1 Argila para olaria ou «pottery clay»

Utilizada particularmente em cerâmica ornamental de terracota, é uma argila plástica que pode ser moldada facilmente no torno dos oleiros. É uma argila de cores variadas, cinzento, cinzento esverdeado, castanho ou castanho avermelhado, em cuja composição podem entrar quartzo, feldspato, mica (moscovite ou biotite), óxidos e hidróxidos de ferro (hematite, lepidocrocite e goethite), pirite, carbonatos (calcite e dolomite, geralmente em baixos teores), caulinite, ilite, montmorillonite (pouco abundante), vermiculite e interstratificados. A argila de olaria possui teores baixos de Al_2O_3 (15-25%), teores baixos a médios de Fe_2O_3 (<10%) e quando queimada proporciona corpos cerâmicos de cor variada desde o cinzento ao amarelo-ocre, castanho ou vermelho, cores dependentes dos minerais presentes portadores de ferro, titânio e manganês e ainda

da atmosfera que preside à queima. Na queima desta argila verifica-se uma região de vitrificação pouco ampla entre 1000-1100°C, e uma fusão acentuada entre 1150-1330°C. O ponto fusão baixa a relação $Al_2O_3/Fe_2O_3+K_2O+CaO+MgO$. Os produtos cerâmicos, normalmente, são avermelhados se cozidos até um estado de vitrificação incipiente. Mas, se a queima ultrapassa esse estado, a cor escurece um pouco. Altos teores de $CaO+MgO$ favorecem uma cor amarelo-ocre. Alguma argila é calcária, podendo classificar-se como marga, cozendo a temperaturas de 1000-1100°C com cor amarelo-ocre. A cor vermelha só persiste se os corpos cerâmicos forem queimados abaixo de 950°C.

3.3.6.2 Argila para tijolo ou “brick clay”

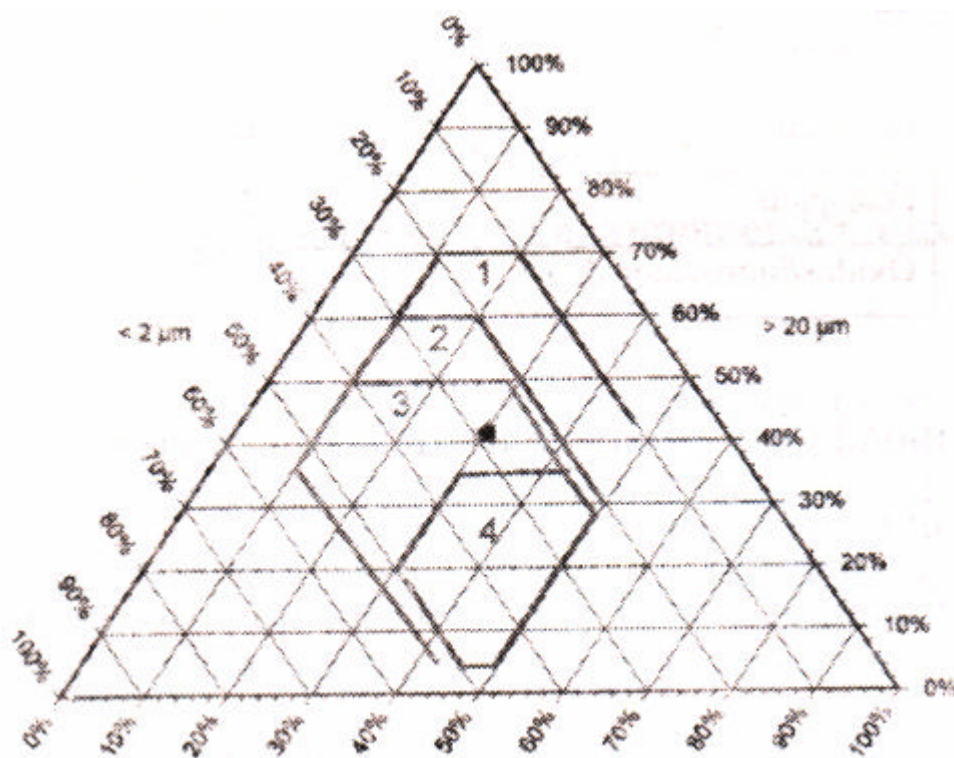


Figura 3.2 – Diagrama de Winkler, com pistas de usos potenciais de argilas: 1 – tijolo maciço; 2 – tijolo furado; 3 – telha; 4 – tijoleira. (Gomes, 2002).

Argila grosseira possuindo grande quantidade de silte e areia e com cores variadas: preto, cinzento, vermelho, castanho, amarelo ou verde. A argila para tijolo é utilizada em cerâmica vermelha ou estrutural, no fabrico materiais de construção aplicados em Engenharia Civil, tais como: tijolo maciço e furado, telha e ladrilho de piso (**Figura 3.2** –

Diagrama de Winkler). Na sua composição podem participar quartzo, mica, fragmentos de rocha, carbonatos (calcite, dolomite) em grão ou concreções, sulfatos (gesso), sulfuretos (pirite, marcassite), óxidos e hidróxidos de ferro (hematite, goethite e ferryhidorite), matéria carbonácea, caulinite (rara), ilite, montmorillonite, clorite e interestratificados.

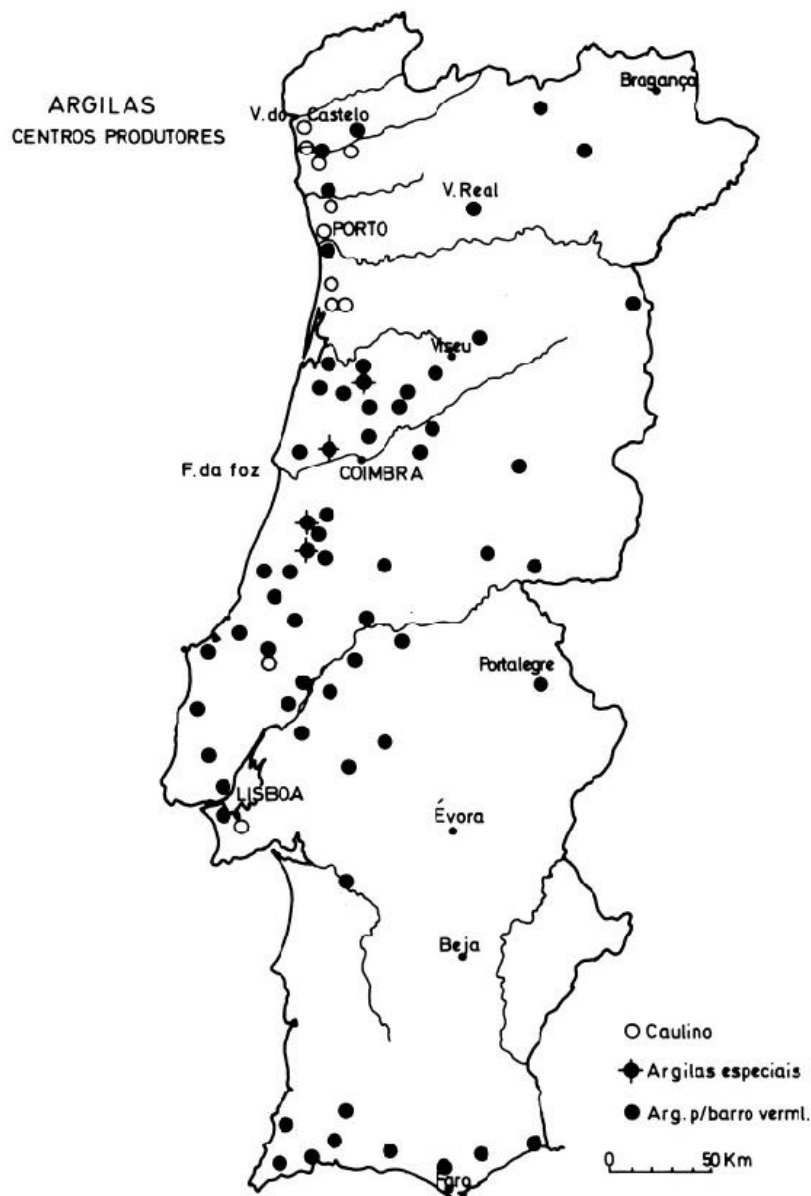


Figura 3.3 – Principais locais de extração de argila em Portugal, onde começa todo o processo de transformação desta matéria - prima (Velho, Gomes & Romariz, 1998).

NOTA: Mais adiante, no Capítulo 6, serão estudadas as aplicações medicinais e terapêuticas das argilas.

Capítulo 4

Razões da importância e diversidade de uso das Argilas

4 Razões da importância e diversidade de uso das Argilas

A importância e diversidade de uso das argilas são consequência de características específicas destes materiais de entre as quais Gomes (2002) destaca as seguintes:

- a) Granulometria muito fina no estado natural e forma anisométrica dos minerais argilosos (lamelar, tubular ou fibrosa) com relação diâmetro/espessura (placas) e comprimento/ diâmetro (fibras e tubos) muito elevadas;
- b) Diversidade química e estrutural dos minerais argilosos;
- c) Grande e variada superfície específica (5 a 200m²/g); são rochas que no estado natural são finamente divididas não necessitando, em regra, de moagem para serem utilizadas;
- d) Capacidade de troca iónica devido essencialmente a substituições isomórficas (por ex: Al₃⁺ substituindo Si₄⁺ e Mg₂⁺ substituindo Al₃⁺); os défices consequentes da carga eléctrica cristalina são balanceados pela fixação reversível dos chamados cationes de troca (por ex.: Na⁺, K⁺, NH₄⁺, H₃O⁺, Ca₂⁺);
- e) Dispersão fácil em água ou outros solventes proporcionando suspensões estáveis ou instáveis quimicamente e com uma gama ampla de propriedades reológicas;
- f) Inércia química e forte poder adsorvente;
- g) Dimensão apreciável e boa homogeneidade da maior parte dos depósitos ou jazigos;
- h) Beneficiação, isto é, separação fácil de impurezas utilizando em regra a via húmida;

- i) Extração fácil, quase sempre a céu aberto, dada a ocorrência superficial da maioria dos depósitos;

- j) Reologia muito própria que também pode ser controlada e modificada.

Capítulo 5

Aplicações Gerais das Argilas

5 Aplicações gerais da Argilas

Nenhum material extraído da terra tem tantas e tão variadas aplicações como a argila. Na verdade, a argila pode considerar-se como um dos minérios principais. Desde há mais de 10.000 anos o homem vem usando a argila e para ela vai encontrando novas aplicações.

E entre todos os produtos naturais e minerais, a argila é o que possui maior número e diversidade de aplicações e, para ela, para ele vão sendo ainda encontradas novas funções.

Entre os campos de aplicação industrial destacam-se os seguintes: cerâmica, papel, cimento, agregados leves, refractários, borracha, pozolanas, plásticos e tintas entre outros.

5.1 Cerâmica

A maioria das aplicações da argila situam-se no domínio da cerâmica onde as suas propriedades básicas são a plasticidade e o endurecimento quando cozida ou queimada. A argila pode ser trabalhada facilmente e, após queima, a forma escolhida permanece e o objecto torna-se resistente, térmica e mecanicamente.

Outra aplicação cerâmica da argila situa-se no campo da construção civil. Trata-se da cerâmica estrutural, para a qual se utiliza a argila do tipo comum. De entre os produtos fabricados destacam-se a telha e o tijolo. A argila também é utilizada na cerâmica fina que inclui: porcelana, faiança e louça sanitária.

O melhoramento das características dos fornos permitiu o uso de argilas cada vez mais refractárias e o fabrico de louça com vitrificação elevada e, portanto, mais impermeável e mais resistente mecanicamente.

Utilizando argilas cauliníticas e caulinos, que são argilas muito refractárias, foi e é possível fazer faiança doméstica e sanitária e ainda porcelana, esta muito branca e translúcida, quer para uso doméstico, quer para outros fins.

Na **tabela 5.1** pode encontra-se representada a classificação dos materiais cerâmicos (poroso e não poroso) resultante da Adaptação por Parras, 1999, feita da classificação de Enrique e Amorós (1985).

Tipo de material cerâmico	Revestimento	Cor da pasta	Classe de cerâmica	Campo de aplicação	Gama de cozedura	Matéria-prima
Poroso	Sem vidrado	Pasta corada	Cerâmica estrutural Cerâmica de olaria	Tijolo e Telha	900 -1000°C	Margas calcárias; margas argilosas; argilas calcáreo-ferruginosas
			Refractários	Tijolo e peças usadas na construção de fornos industriais	Variável (dependendo da matéria prima empregada)	Argilas refractárias Hidróxidos de Al
		Pasta branca	Louça	Tijolo para a construção de fornos	1200 - 1250°C	Argilas brancas
	Com vidrado	Pasta corada	Majolica	Pavimentos e revestimentos cerâmicos	920 – 980°C	Argilas calcárias e ferruginosas
		Pasta branca	Louça	Tijolo para pavimentação e revestimento	900 - 1000°C 1250 - 1280°C	Argilas brancas com feldspato, quartzo e carbonatos
		Pasta corada	Grés	Pavimentos de grés vermelho	950 - 1100°C	Argilas brancas com feldspato e quartzo
Não Poroso	Sem vidrado	Pasta branca	Porcelana	Material para odontologia	1200°C	Argilas caulínicas feldspáticas
		Pasta corada	Grés	Pavimentos recipientes resistentes ao ácido	1100 - 1300°C	Argilas brancas com feldspato e quartzo
	Com vidrado	Pasta corada	Grés	Pavimentos recipientes resistentes ao ácido	1100 - 1300°C	Argilas brancas com feldspato e quartzo
		Pasta branca	Porcelana	Membranas isoladoras de alta e baixa tensão eléctrica	1200 - 1600°C	Argilas caulíferas com quartzo e feldspato; materiais fosfatados e cordieríticos

Tabela 5.1 – Classificação dos materiais cerâmicos resultante da adaptação por Parras (1999) da classificação de Enrique & Amorós (1985).

5.2 Papel

O papel é uma folha delgada e uniforme de fibras de celulose entrelaçadas, dispostas como uma rede de aberturas muito finas. Se na composição do papel entrasse só celulose, ele não permitiria boa impressão e reprodução devido à transparência e irregularidade da superfície. Estas deficiências são corrigidas pela incorporação de cargas ou enchimentos minerais e a adição de agentes ligantes.

Na carga que serve para aumentar a massa específica ou gramagem do papel entra habitualmente determinado tipo de caulino para além de talco e carbonato de cálcio.

Na tabela 5.2 estão representados os diferentes tipos de papel e o teor de minerais correspondentes a cada tipo, segundo Gomes (2002).

Tipo de Papel	Teor de minerais
Papel de jornal (jornais e listas telefónicas)	0-12%
Papel mecânico não revestido (livros)	0-35%
Papel mecânico revestido (publicidade, catálogos e magazines)	30-50%
Papel “woodfree” revestido (papel de escritório e livros)	25-40%
Papel “woodfree” não revestido (envelopes e papel de escrita)	15-30%

Tabela 5.2 – Tipo de papel e teores de minerais que o papel pode incorporar (Gomes, 2002).

5.3 Cimento «Portland»

O cimento “portland” é um aglomerado obtido pela pulverização do “clinker” resultante da calcinação a cerca de 1400°C até fusão incipiente de uma mistura íntima de calcário e argila, composto essencialmente por silicatos e aluminatos de cálcio, ao qual após calcinação não é feita adição de outros componentes além de água e/ou gesso.

5.4 Agregados leves

Os agregados leves são muito utilizados em construção civil e caracterizam-se por possuírem estrutura celular, leveza, isolamento térmico, fraca absorção de água, inércia química e resistência à compressão.

No fabrico do agregado leve de argila ou de material argiloso intervêm várias operações: extracção da argila ou do material argiloso do depósito; desagregação, humidificação, conformação por extrusão da argila; corte da argila extrudida em cilindros com 1 cm de diâmetro e 1 cm de altura; rolamento para a formação de pelotas; secagem; queima em forno rotativo; arrefecimento, separação e armazenagem.

5.5 Refractários

No fabrico de refractários sílico-aluminosos e aluminosos utiliza-se como matéria-prima básica argilas cauliníticas de mediana e elevada refractariedade “fire clay”, “ball clay” e caulino. Esta argila, plástica ou não, têm que possuir refractariedade não inferior a 1500°C.

A “flint clay” não é plástica e é mais rica em caulinite que as outras e por vezes contém hidróxido de alumínio (gibsite, boemite e diásporo) livres.

Todas as argilas cauliníticas usadas na indústria de refractários devem conter teor em ferro+alcalis o mais baixo possível.

5.6 Borracha

Argilas cauliníticas e caulinos são utilizados como cargas reforçadoras de borracha, reforçadoras porque incorporadas na borracha conferem a esta propriedade mecânicas superiores às da borracha vulcanizada e sem carga.

Os caulinos dividem-se em duros e moles, os primeiros conferindo à borracha vulcanizada maior resistência à abrasão do que os segundos. Os caulinos duros, como especificação granulométrica, devem possuir 80% das partículas com d.e.e. <2 µm, enquanto que os caulinos moles devem ter 56% das partículas com d.e.e. <2 µm.

5.7 Pozolanas

Denominam-se pozolanas os materiais naturais ou artificiais que têm constituintes que reagem com Ca^+ ou com $\text{Ca}(\text{OH})_2$ para formarem em presença da água novos compostos proporcionando produtos que endurecem.

As argilas têm propriedades pozolânicas, devidas aos minerais argilosos e não só, porque possuem elevada superfície específica, contêm minerais argilosos com cristalinidades fracas e ainda porque contêm muitas vezes uma componente inorgânica amorfa. As propriedades pozolânicas das argilas podem melhorar quando elas são calcinadas porque a fase vítrea adquire, naturalmente, maior desenvolvimento. Tais propriedades são usadas desde os tempos Romanos.

5.8 Aglomerante de Areias em moldes para fundição

No fabrico de moldes utilizados em fundição na indústria metalúrgica, a areia intervém como componente dominante. É a chamada areia de fundição. Trata-se de uma areia geralmente quartzosa e por isso refractária, com grão de calibre heterogéneo. Outro componente importante que se adiciona à areia é a argila que funciona como aglomerante dos grãos de areia. Em vez de argila podem usar-se também aglomerantes orgânicos. A função do aglomerante é proporcionar ao molde resistência mecânica, em seco, em verde e em quente (quando a fusão é vazada no molde). Para além de areia e de argila outro componente importante é a água.

5.9 Plásticos e tintas plásticas

Argilas caulínicas e caulinos são usados na indústria de plásticos conferindo a estes maior resistência mecânica, melhor estabilidade dimensional e superfícies de acabamento mais lisas.

A alvura e baixo custo são as razões de selecção destas matérias-primas. Na indústria de tintas a argila dos tipos referidos funciona como carga, é inerte quimicamente, funciona de agente suspensor impedindo a sedimentação dos pigmentos e tem elevado poder de revestimento dada a granulometria e forma dos cristais de caulinite. A caulinite é hidrofílica, isto é, pode ser dispersa em água e outros solventes polares. No entanto, a caulinite pode ser modificada de modo a se tornar hidrofóbica e organofílica.

5.10 Agricultura

O poder adsorvente da argila desempenha papel importante na agricultura. Os minerais argilosos do solo adsorvem fácil e rapidamente iões minerais livres que estando debilmente fixados, podem ser facilmente trocados por outros com maior valor para as plantas.

5.11 Outras aplicações

O alto poder adsorvente de certos tipos de argila (bentonite e “fuller s earth”) é usado, por exemplo, na clarificação de óleos minerais, vegetais e animais, na filtração de cerveja e na clarificação da água. Também certas argilas tratadas com ácidos inorgânicos tornam-se activas e podem ser usadas como catalizadores em muitos processos industriais. A sua elevada superfície específica acelera reacções industriais como as que decorrem na refinação do petróleo e outras de oxidação e síntese.

A impermeabilidade da argila, mais destacada em argilas montmoriloníticas, faz com que esta seja usada no revestimento de canais de rega e reservatórios de água.

Lamas de argila são usadas em perfuração (sondagens de prospecção, pesquisa ou desenvolvimento), facilitando o arrefecimento da cabeça da broca, o transporte até à boca do furo dos fragmentos de rocha ou “cuttings” e a impermeabilização das paredes do furo.

Capítulo 6

Argilas Utilizadas em Peloterapia

6 Argilas utilizadas em Peloterapia

Neste estudo, deixámos de parte por razões óbvias, as argilas, de utilização industrial, pois só nos interessam as que apresentam uma utilidade terapêutica, que em certos casos e em certa medida, podem ser objecto de processamento industrial.

Presentemente, verifica-se um crescente interesse e preferência, em muitos casos da saúde humana, por tratamentos envolvendo meios naturais em vez de tratamentos envolvendo meios da medicina convencional.

O tratamento com meios naturais é denominado naturoterapia, e envolve distintas metodologias, tais como: fitoterapia, hidroterapia, peloterapia, psamoterapia, crenoterapia, etc.

Os naturopatologistas acreditam que uma saúde boa depende de três ordens de factores principais: estruturais, bioquímicos e emocionais.



Figura 6.1 – Utilização das argilas em geomedicina.

Os materiais geológicos pelíticos ou lutíticos, como é o caso das argilas, têm sido usados, desde há muitos anos, em geomedicina (**Figura 6.1**). De facto, certos tipos de argila são usados, quer em centros de talassoterapia, quer em locais ao ar livre, para tratamentos denominados peloterapia, geralmente sob a forma de banhos de argila/lama ou sob a forma de cataplasmas de argila quente denominados pelóides. Estes são constituídos por misturas de argila/água termal ou água do mar, sendo aplicados a uma temperatura inicial à roda de 50°C, e aplicação dura enquanto a temperatura vai baixando progressivamente, por arrefecimento, até atingir os 30°C. O processo dura cerca de 20-30 minutos, tempo dependente da composição e textura da argila.

Os tratamentos com argila são particularmente recomendados em afecções osteoarticulares e musculares (Gomes, 2002).

Em anos recentes, o número de publicações científicas relacionadas com o uso de argilas em geomedicina tem vindo a crescer, algumas das quais merecedoras de destaque particular: Ferrand & Yvon (1991), Barbieri (1996), Novelli (1996), Veniale & Setti (1996) e Cara et al. (1996, 2000a, 2000b).

As argilas utilizadas em certas terapias são extremamente numerosas e variadas, e não seríamos capazes de as enumerar e estudar aqui. Salientaremos quatro grandes “famílias” de argilas, das quais enumeramos as características essenciais:

1. As argilas cauliníticas, de cor mais ou menos esbranquiçadas, são as mais conhecidas. Formam-se como consequência da decomposição dos feldspatos de granitos ou de rochas granitóides em geral (processo de alteração). As argilas cauliníticas mais puras, os caulinos, constituem matéria-prima essencial para a indústria da cerâmica fina (faiança e porcelana). O caulino pode entrar na composição de muitos fármacos, como inerte e como absorvente.
2. As argilas esmectíticas, com uma cor que pode variar entre o esverdeado e o cinzento, são também conhecidas como terras de pisão. São mineralogicamente constituídas essencialmente por montmorilonite. Podemos encontrá-las especialmente na bacia sedimentar de Paris e nas costas da Provença e do Languedoc. Algumas sub-variedades são utilizadas como lamas de sondagem e catalisadores na indústria petrolífera. São caracterizadas por possuírem forte poder

de absorção. Outras sub-variedades possuem propriedades terapêuticas interessantes, como é o caso da bentonite do Porto Santo (Gomes & Silva, 2001).

3. As argilas fibrosas, denominadas comercialmente por atapulgites, apresentam coloração branca acinzentada, e existem em menor quantidade, pelo que são mais procuradas. O mineral argiloso dominante nas argilas atapulgíticas é a palygorskite, impropriamente também denominado atapulgite. O lugar mais conhecido onde pode ser encontrada atapulgite é Attapulgius, nos Estados Unidos. As mais ricas em magnésio e alumínio podem cobrir um vasto número de aplicações terapêuticas, tanto de utilização externa como interna.

Para ser efectiva em geomedicina a argila/lama necessita de possuir determinados requisitos, tais como: granularidade fina, elevada superfície específica, elevada capacidade de troca cationica, elevado calor específico, baixa taxa de arrefecimento, fácil manuseamento e sensação agradável quando aplicada directamente na pele.

Argilas sedimentares e hidrotermais, particularmente quando portadoras de minerais argilosos do grupo da esmectite, sem ou com preparação prévia, têm sido e continuam a ser utilizadas em geomedicina como materiais naturais curativos.

6.1 Que Argila utilizar para fins terapêuticos?

As noções sumárias acima desenvolvidas tiveram como objectivo facilitar a escolha do potencial utilizador. Contudo na vida quotidiana, a menos que seja um especialista, os critérios de escolha são mais pragmáticos: os produtos oferecidos ao grande público nas lojas (ervanárias, casas de dietética, certas farmácias), definem-se pela cor da argila que é proposta. Assim, estão disponíveis três grandes produtos: a argila branca, a argila verde e atapulgite (apresentada sob a forma de especialidades farmacêuticas favorecidas pelos médicos). Cada um destes produtos tem uma actividade terapêutica mais ou menos alargada numa área de preferência.

6.1.1 Argila branca

A argila branca é um pó muito fino, branco, insolúvel em água, e pouco sensível à acção dos ácidos. Quando saboreada, deixa na língua uma sensação ligeiramente adstringente. É geralmente rica em alumínio relacionado com o facto de este tipo de argila ser constituído essencialmente, por caulinite.

Este tipo de argila tem, principalmente, uma acção ao nível do sistema digestivo. Possuindo um grande poder de cobertura, forma quando absorvida uma película protectora, uma espécie de penso sobre a mucosa gastrointestinal. Devido ao seu poder de absorção de substâncias ácidas e alcalinas, a argila branca contribui consideravelmente para o restabelecimento ou para a manutenção de um pH estável na esfera gastrointestinal, daí o seu grande interesse para a salvaguarda da flora intestinal. Por outro lado, através da absorção, esta argila elimina os gases, os ácidos, as toxinas e o excesso de secreções gástricas e biliares. Destrói também certos genes patogénicos do circuito digestivo. Portanto quando convenientemente aplicada, constitui um excelente medicamento para a esfera digestiva. Para além disso, activa o trânsito intestinal aumentando o volume das fezes (acção anti-obstipação), e contribui para o tratamento de certas diarreias graças ao efeito de constrição por ela provocado.

A argila branca age também ao nível do sangue: parece ser capaz de acelerar a coagulação sanguínea, o que se torna particularmente útil neste domínio bastante delicado. Utilizada externamente, sob a forma de cataplasma ou de pensos, a argila branca é uma poderosa ajuda para a eliminação de estados inflamatórios da pele. Os edemas e as inflamações edematosas são muito sensíveis à sua acção: aplicada sobre as zonas atingidas, a argila branca fá-las regredir e desaparecer rapidamente. Tem uma acção anti-séptica sobre as chagas e as feridas cutâneas, protegendo ao mesmo tempo contra todas as novas infecções. Por efeito de absorção, drena a serosidade e a exsudação. Como se pode ver, a argila branca é um remédio polivalente com uma acção preferencial sobre a esfera gastrointestinal. Por fim, convém salientar que, se for empregue conforme as prescrições dadas para cada caso em particular, não produz nenhum tipo toxicidade secundária.

6.1.2 Argila verde

A argila verde é de cor verde ou cinzenta esverdeada, por vezes avermelhada ou amarelada (a coloração varia com o grau de oxidação do ferro presente), toma a consistência de uma pasta muito untuosa uma vez misturada com água.

Quando saboreada, pode revelar um sabor a petróleo: de facto por vezes, contém vestígios de nafta. Este sabor deve ser desencorajador. A nafta possui virtudes bactericidas bastante úteis. No entanto, a argila verde, devido à diversidade da sua composição química, ainda não foi objecto de estudos científicos sistemáticos: a variedade e a quantidade de minerais e de oligo-elementos a ela associados desafiam qualquer especificação. Por essas razões, recomenda-se, não utilizar esta argila a não ser por via externa.

6.1.3 Argila fibrosa - Atapulgite

A atapulgite é uma argila fibrosa de cor cinzento esbranquiçado que a indústria farmacêutica, a pedido do corpo médico, propõe para diferentes especialidades. Por esse mesmo motivo, esta argila adquiriu por completo o estatuto de medicamento. Rica em magnésio, tem um efeito ligeiramente adstringente. Insolúvel na água, solúvel nalguns ácidos minerais, tem um poder absorvente bastante fraco. Em contrapartida, o seu poder adsorvente é notável pela sua selectividade “biológica”. De facto, e as experiências científicas demonstraram-no formalmente, a atapulgite ataca com uma eficácia extraordinária certos germes patogénicos, nomeadamente os estafilococos responsáveis por várias infecções (furunculoses, antraz, entre outros) e as salmonelas, agentes irreduzíveis das septicémias.

A atapulgite tem uma acção igualmente eficaz na coagulação sanguínea que acelera de forma notável. Esta propriedade de aceleração da coagulação traduz-se numa nítida diminuição do tempo de coagulação do sangue total, o que justifica a sua utilização como hemostático local durante as sufusões hemorrágicas da mucosa digestiva.

A atapulgite apresenta portanto, um indiscutível duplo interesse. Desprovida de toxicidade, é administrada por via interna conforme prescrições precisas.

6.1.4 Bollboue

Assinalemos por fim, um produto natural muito próximo da argila, tanto pela sua natureza como pelas suas aplicações terapêuticas: a bollboue.

Importada da Alemanha, onde a sua extracção tem lugar perto de certas fontes termais sulfurosas, a bollboue é uma lama vendida em lojas especializadas sob forma de um pó muito fino.

Constituída principalmente por partículas de calcário e de quartzo, também contém quantidades importantes de vários minerais (entre os quais o iodo e o titânio) e de matérias orgânicas (óleo betuminoso).

Tendo um poder de absorção muito fraco, quando misturada com água quente a bollboue transforma-se numa pasta emulsiva cremosa com a interessante característica de manter um calor constante durante uma ou duas horas.

O seu poder curativo resulta totalmente deste efeito de isolamento de temperatura: a parte do corpo sobre a qual é aplicado cataplasma de bollboue mantém-se a uma temperatura constante e elevada. Esse calor provoca uma vasodilatação em profundidade nos órgãos, especialmente ao nível do pâncreas, da vesícula biliar e das glândulas gástricas. A actividade das células destas glândulas é deste modo, fortemente estimulada. Ao mesmo tempo, o efeito “vulgar” da argila – isto é decomposição e a dissolução da exsudação e das secreções patológicas – é acelerado.

6.2 **Seleccção de argilas/lamas**

A escolha das argilas deverá ter em conta as seguintes regras gerais que, de qualquer forma, não são imperativas:

- ✍ Para os tratamentos de doenças que requeiram a ingestão de argila, é sempre preferível a utilização da argila branca muito fina.
- ✍ Para determinadas afecções muito específicas onde intervêm toxinas facilmente identificáveis (estafilococos, salmonelas, entre outras), a atapulgite oferece as melhores hipóteses de sucesso.

- ✍ Para o tratamento de doenças ou de afecções externas, a argila verde produz os mesmos resultados salutareos da argila branca: é portanto, possível utilizar tanto uma como a outra.
- ✍ Para os tratamentos preventivos ou de manutenção geral da saúde, para banhos, máscaras, cataplasmas, etc., utiliza-se a argila verde ou a bolloboue, conforme o caso.

NOTA: as argilas são produtos naturais relativamente frágeis que requerem por isso, uma manipulação apropriada, de modo a manter todas as suas propriedades intactas. Extraídas de certos terrenos ou de locais a céu aberto, são objecto de uma exploração industrial que implica um determinado número de operações antes de serem postas à venda em lojas especializadas ou em farmácias (extração, secagem, trituração, etc.). Estes produtos a ser utilizados mais do que satisfatórias. Mesmo tendo em conta a modicidade dos preços, são preferíveis a todas as outras formas.

No entanto, se se habitar perto de um local com depósitos de argila ou se se possui um terreno rico em argila, é possível fazer a própria argila que se vai utilizar. Basta separar os torrões com um instrumento não metálico, colocando-os num recipiente de esmalte ou, melhor ainda, envolvendo-os num tecido de algodão para os transportar. Em seguida, espalhar a terra para secar ao ar livre sob a dupla acção do sol e do vento. Assim que os torrões estiverem bem secos, devem ser triturados para se obter um pó fino. É necessário eliminar todos os resíduos (pedras, areia, raízes, etc.) que possam vir misturados.

Esta argila conserva-se muito bem numa divisão seca da casa. Se a humidade ambiente transformar o pó num bloco compacto, bastará que no momento da utilização se volte a secar e a triturar o produto. Não se deve, em momento algum antes da utilização, misturar a argila com outro produto que contenha água. Pode-se proceder à secagem da argila colocando-a perto de uma fonte doméstica de calor (fogão de sala, radiadores.) mas este procedimento é desaconselhado, pois pode induzir a reacções bioquímicas inesperadas, especialmente quando, por um lado, a argila contém resíduos de matérias orgânicas e quando, por outro é submetida a um calor excessivo.

O sol e o vento são portanto, os melhores meios para obter uma secagem perfeita e sem risco de incidência secundárias. Por outro lado, a argila parece conseguir buscar energia ao

magnetismo solar para se recarregar electricamente, o que aumenta sensivelmente o seu poder curativo.

6.3 Argilas Portuguesas utilizadas ou com potencialidades para serem utilizadas em geomedicina

Infelizmente, o termalismo em Portugal está num patamar de desenvolvimento muito inferior ao que se verifica noutros países europeus, tais como, Itália, Espanha (este país está prestando muita atenção à thalassoterapia, promovendo no exterior, o chamado Turismo de Saúde, praticado em Centros especializados como é o caso de alguns balneários de Archena e Fortuna-Leana e os Centros Águas Salinas e Solymar, da região turística de Múrcia, mais precisamente do Mar Menor, cujas águas e lamas atapetam os seus fundos, são usadas para tratamentos de beleza e para tratamentos de osteoporose e de inflamações-reumatóides) e Alemanha (Gomes, 2002).

Ainda segundo Gomes (2002) importa reanimar o sector, o que passa pela oferta nas estâncias termiais de novos produtos e tratamentos. Por exemplo, actualmente, tratamentos com pelóides estão limitados, tanto quanto sabemos, a três centros de Thalassoterapia ou Telassoterapia, situados na Costa da Caparica, em Armação de Pêra e na ilha da Madeira. Importa referir também tratamentos com pelóides fora de Centros de Thalassoterapia ou Termiais, mais precisamente “in situ”, em locais situados junto à costa Atlântica, como são os casos da Praia da Consolação (um pouco a sul de Peniche), da Praia do Meco (junto à Costa da Caparica), da praia da Parede (junto a Oeiras) e da Praia do Burgau (junto a Lagos). Ainda relativamente a tratamentos com pelóides, merece particular saliência a aplicação de banhos de lama na Estância Termal do vale dos Cucos (Torres Vedras).

Capítulo 7

Preparação da Argila para utilização típica externa

7 Preparação da Argila para utilizações típicas externas

A argila é utilizada com muita frequência para aplicações externas, pois existem numerosas aplicações terapêuticas para doenças ou afecções que não podem ser tratadas por outra via. Esses usos externos são os seguintes: emplastos e cataplasmas, compressas, envolvimentos, banhos (completos ou parciais), pinceladas, pulverizações, máscaras e champôs. Cada método exige uma preparação especial que explicaremos em detalhe. No entanto, há regras gerais que devem ser respeitadas em todos os casos.

- A argila a utilizar deve estar sempre perfeitamente seca. Se necessário, pô-la a secar algumas horas antes da utilização, de preferência ao ar livre.

- Aquando das preparações, deve ser imperativamente excluída a utilização de recipientes em metal (ferro, alumínio, cobre, entre outros), exceptuando os recipientes de aço inoxidável. Os utensílios feitos com matérias plásticas devem ser igualmente excluídos.

Sempre que for necessária a utilização de uma colher ou de uma faca, devem ser escolhidos utensílios não metálicos, ou em aço inoxidável, no caso das facas. Além de não alterarem minimamente a qualidade das argilas, as espátulas e as colheres de pau produzem os melhores resultados e são, por isso mesmo, vivamente aconselhados.

- A qualidade da água que é acrescentada à argila desempenha um papel igualmente importante na obtenção da preparação desejada. Convém eliminar todas as águas mineralizadas e/ou com cloro. Se não for esse o caso, ou se não houver água corrente disponível, como acontece nalguns terrenos, deverá utilizar-se ou água destilada ou águas pouco mineralizadas de venda ao público.

- Para obter uma boa pasta de argila, depois da adição da água, nunca se deve tentar mexer a mistura com um utensílio qualquer. De facto, a argila e a água misturam-se sozinhas, naturalmente, sem que seja necessário intervir.

- Que quantidade de água deve ser acrescentada a determinada quantidade de argila? Não existe uma regra absoluta, visto que o poder de absorção varia consideravelmente de tipo para tipo de argila. Inevitavelmente, é pelo tacto que no início serão determinadas as quantidades ideais de argila e de água que formarão a pasta adequada à preparação desejada. Para esse efeito, deve-se colocar num recipiente adequado (em madeira, vidro, porcelana, esmalte, entre outros) uma determinada dose de argila seca; encher, por exemplo, um frasco grande de mostarda até ao rebordo. Alisar a superfície de argila com

uma espátula de maneira sem a amassar. Depois, juntar a água: o mesmo frasco pode servir de medida. Esperar durante cerca de uma hora sem mexer, até que a água tenha sido completamente absorvida. Sentir entre os dedos a pasta assim obtida que deverá parecer mais ou menos flexível, untuosa e firme.

Recomeçar toda a operação com a mesma quantidade de argila seca, mas variando a quantidade de água que se vai acrescentar: em vez de um frasco de mostarda, juntar um frasco e meio e depois, numa nova operação, dois terços do frasco, etc. Algumas tentativas depois, a pessoa será capaz de determinar exactamente as respectivas quantidades das matérias em função da consistência da pasta que deseja obter.

- Sempre que um tratamento tiver que durar vários dias, recomenda-se que se prepare de uma só vez uma grande quantidade de argila, evidentemente para evitar de ter de o fazer todos os dias.

De facto, a argila em pasta conserva-se muito bem: basta cobrir o seu recipiente com uma gaze leve para evitar o contacto com depósitos de pó ou com outras partículas indesejáveis que se encontram em suspensão no ar, nomeadamente pólen.

Esse recipiente deve ser colocado num local fresco, ao abrigo da luz. De vez em quando, acrescenta-se quantidades muito pequenas de água para que a pasta não resseque.

No caso de se verificar o início de uma dissecação muito pronunciada, será preferível expor a argila ao sol e ao ar livre de forma a voltar a secar. Em seguida, deverá ser triturada e moída, conforme a necessidade, e estará pronta a ser novamente utilizada.

- Em qualquer dos casos, a argila só deve ser utilizada uma vez. A experiência demonstrou que toda a argila efectivamente utilizada de uma ou outra forma (cataplasma, compressa, etc.) perde todas as suas virtudes curativas. Deixa de agir. E, portanto, pode ser deitada fora. Pelo menos, poderá ser espalhada pelo seu jardim: a argila «engrossa» os solos pouco espessos.

7.1 Cataplasmas e Emplastros de Argilas

Os cataplasmas e os emplastros são frequentemente utilizados na argiloterapia. É no entanto, necessário aprender a prepará-los com cuidado. De facto, a sua eficácia depende de um determinado número de factores que vamos examinar.

- A consistência da pasta não pode ser nem muito líquida nem muito firme. No primeiro caso, o manuseamento e a estabilidade da preparação não serão fáceis de obter. No segundo caso, corre-se o risco de a pasta endurecer prematuramente.

- Uma vez preparada a pasta segundo as indicações acima mencionadas, deve espalhar-se, sobre uma mesa limpa, um pedaço de tecido de algodão igualmente limpo. Todos os tecidos sintéticos devem ser excluídos deste procedimento. As dimensões do pedaço de tecido deverão ser claramente maiores do que as da parte de corpo a cobrir.

- No caso de algumas afecções bem determinadas (abscessos, furúnculos, pequenas feridas, etc.), aconselha-se a substituição do suporte de tecido por uma suporte vegetal (nomeadamente, uma folha de couve). De facto, as folhas de certas plantas conservam melhor a humidade. Neste caso, é evidente que a folha deverá ser meticulosamente limpa, passando-a várias vezes por água corrente.

- Para espalhar a pasta de argila sobre o tecido ou sobre o suporte vegetal, deverá ser exclusivamente utilizada uma espátula de madeira. A camada de pasta, bem alisada, deverá ter uma espessura de meio centímetro a dois centímetros ou mais, conforme as afecções.

- Antes de aplicar o cataplasma, convém limpar bem com água pura a parte do corpo em questão. Feito isso, aplica-se directamente a pasta sobre a pele (e não sobre o tecido suporte, mesmo que seja muito fino). No entanto, quando se trata de partes pilosas ou delicadas, pode intercalar-se uma gaze entre a pele e a pasta. Nesse caso, deve pressionar-se bem, de modo a fazer aderir a pasta.

- Depois de se ter coberto a parte do corpo a tratar, enrola-se por baixo um tecido seco e impermeável com a ajuda de esparadrapo, adesivo, um alfinete, etc., para manter a cataplasma no lugar.

- A temperatura da pasta de argila tem uma determinada importância na eficácia do tratamento. Essa pasta pode ser utilizada:

1. FRIA: ou seja, à temperatura ambiente. Regra geral, esta temperatura é conveniente para estados febris, para partes inflamadas, congestionadas e para as regiões naturalmente quentes do corpo.

2. MORNA: a uma temperatura ligeiramente superior à temperatura ambiente. Para o efeito a pasta é aquecida através da exposição ao sol ou colocando-a perto de uma fonte doméstica de calor, mas sem contacto directo.

3.QUENTE: entre 25° e 30°. Para aquecer a argila, coloca-se o recipiente que contém a argila num recipiente maior com água quente, segundo o princípio do banho-maria. No entanto, a argila nunca deve cozer, nem entrar em contacto directo com o lume. Por vezes, esse aquecimento pode ser obtido indirectamente, aplicando fomentação (aplicação extrema de um medicamento quente) sobre a região a tratar com compressas embebidas em água quente ou com uma escalfeta. Os cataplasmas de argila quente são indicados principalmente para as afecções renais, hepáticas e biliares e para a remineralização de organismos deficientes.

De um modo mais geral, a melhor temperatura será sempre a que o doente suportar melhor. Só ele poderá dizer se a aplicação do cataplasma lhe provoca alívio, ou se pelo contrário o incomoda. Se isso acontecer, convém retirar imediatamente o cataplasma e substituí-lo por outro, mais quente ou mais frio, conforme o caso.

Quando for necessário aquecer a argila, basta aquecer a quantidade suficiente para a confecção de um cataplasma. De facto, a argila só deve ser aquecida uma vez.

- A duração da aplicação de uma cataplasma, isto é, o tempo durante o qual se deve manter no local, depende do problema a tratar. Esta duração varia entre meia hora e doze horas. Mas a duração mais frequente, uma hora e meia a três horas, basta.

- Quantos cataplasmas podem ser aplicados por dia? Esta frequência varia consideravelmente conforme as indicações.

No caso de pequenas afecções superficiais, como abscessos ou erupções localizadas, as cataplasmas devem ser renovados de hora a hora, ou até de meia em meia hora.

No caso de grandes aplicações relativas a órgãos internos ou a regiões corporais extensas (fígado, pâncreas, bexiga, coluna vertebral, pernas, etc.), não se recomenda mais de um cataplasma por dia, visto que serão utilizadas grandes quantidades de argila cuja acção, proporcional a essas quantidades, pode cansar o organismo. No entanto, um cataplasma dessa dimensão deverá ser aplicado durante mais tempo (mais de três horas, ou mesmo toda a noite ou um dia inteiro). Por outro lado, deve ser aplicado um único grande cataplasma de cada vez, embora seja possível tratar simultaneamente duas pequenas afecções em duas zonas diferentes do corpo (por exemplo, um cataplasma pequeno num dedo, e outro num pé).

- Em princípio, um cataplasma correctamente colocado desprende-se sozinho decorrida a duração prescrita para o tratamento. No final desse tempo de actuação, a argila estará quase ou completamente seca.

No entanto, pode acontecer que a pasta em contacto com a pele não tenha endurecido por completo. Para retirar os pequenos pedaços de argila ainda aderentes, a pele deve ser lavada com água pura, sem esfregar. Nunca se deve utilizar álcool ou produtos farmacêuticos semelhantes para este tipo de limpeza. Arrisca-se a provocar uma irritação local que, embora não provocando perigo ou sequelas, não deixa de ser desagradável.

NOTA MUITO IMPORTANTE: Nunca se deve interromper bruscamente um tratamento com argila, mesmo temporariamente, qualquer que seja o método utilizado (cataplasma, ingestão, etc.). Antes pelo contrário, é necessária uma disciplina rigorosa para seguir o tratamento até à cura.

Quando os sinais da cura se começarem a tornar evidentes, poder-se-á, então, espaçar-se progressivamente as aplicações (ou as tomas): por exemplo, em vez de se fazer um cataplasma por dia, faz-se um cataplasma de dois dias, depois de quatro em quatro dias e por fim, uma vez por semana até à cura completa. Se se verificar um aparente agravamento do problema no decurso dos primeiros dias de tratamento, o que é frequente no tratamento de feridas, erupções, etc., é a prova que o remédio está a agir bem e vigorosamente. É conveniente continuar o tratamento, sem outra preocupação a não ser a obtenção de uma cura rápida e completa. Neste aspecto, a disposição psicológica do doente ajudá-lo-á a atingir o fim do problema.

7.2 As Compressas e os Envolvimentos

Nos seguintes casos, em vez das cataplasmas e dos emplastos, é possível recorrer às compressas e aos envoltivos: i) quando a superfície corporal a tratar é, realmente, muito extensa; ii) quando a utilização de cataplasmas se revela materialmente difícil de realizar; iii) sempre que o problema a tratar tenha atingido vários órgãos internos

importantes; iv) quando é preciso tratar queimaduras importantes, tanto pela sua extensão como pela profundidade.

Para preparar compressas de argila, as regras a observar são as mesmas que se aplicam os cataplasmas, nomeadamente no que diz respeito à escolha da argila e do material de trabalho (recipientes, espátula e, claro, a água). No entanto, a pasta destinada às compressas e aos envoltimentos deve ser bastante mais líquida do que a dos emplastos. Para obter esta preparação basta simplesmente, aumentar a quantidade de água que se vai misturar à argila. Após se ter deixado misturar as duas substâncias, mexe-se com muito cuidado com uma espátula de madeira, pois a argila tem tendência a formar um depósito mais consistente no fundo do recipiente, de modo a formar uma espécie de creme fluído homogéneo. Obtido este resultado, embebe-se um pedaço de tecido de algodão ou lona, (devendo excluir-se os sintéticos), cortado com as dimensões adequadas. O tecido deve ficar embebido nessa mistura durante três a quatro minutos. Retira-se, deixando-o escorrer um pouco para dentro do recipiente.

- Seguidamente, envolve-se a zona a tratar. Feito isto, cobre-se a compressa com um tecido seco e impermeável correspondente enrolado, de modo a meter todo o conjunto no lugar. Esparadrapo, adesivo, alfinetes ou colchetes completarão o dispositivo.

NOTA: a duração da aplicação, o ritmo e as precauções de utilização são as mesmas descritas para os cataplasmas. No entanto, para obter compressas de argila quente, a utilização de água fervida ou muito quente está fora de questão. O banho-maria é a única solução adequada. Se a compressa tiver que ser aplicada em zonas pilosas, pode ser intercalada uma gaze fina entre a compressa e a pele. O mesmo conselho para retirar eventuais resíduos aderentes de argila depois de ter sido retirada a compressa, ou seja, a lavagem delicada com água pura.

7.3 Os banhos de Argila

Os banhos de argila, também chamados banhos de lama, são praticados em várias estações termais especializadas (**Figura 7.1**). Efectuados sob observação de pessoal médico ou paramédico competente, proporcionam resultados terapêuticos surpreendentes,

especialmente quando associados a regimes alimentares bem adaptados. Contrariamente à crença popular, os banhos de argila não se destinam apenas a tratar as doenças do esqueleto e dos ossos (reumatismo, artrites várias, tendinites, etc.). São recomendados, com a mesma eficácia, para afecções muito variadas, desde doenças do sistema digestivo até afecções cardíacas.



Figura 7.1 – Banhos de Argila.

Infelizmente, nem todas as pessoas dispõem dos meios económicos para pagar os tratamentos nas famosas termas. Mas, é possível tomar banhos de argila em casa. Apresentamos dois exemplos:

- Se a pessoa possuir um jardim, então, nada mais fácil do que tomar um banho de argila. Deve-se fazer uma abertura no solo, suficientemente grande para poder mergulhar todo o corpo lá dentro. Deverá escolher cuidadosamente o local: a terra não pode ter muitas pedras, nem pode estar coberta com camadas espessa de húmus; o local deve estar bem exposto ao sol, de modo a que a mistura argila/água que vai preparar possa ser aquecida. A hora a que o banho vai ser tomado também é importante: deverá ser a hora mais quente do dia. No início, a mistura argila/água deverá ser submetida à acção do sol durante pelo menos, uma hora e meia a duas horas. Naturalmente esses banhos só podem ser tomados no Verão. Por essa razão não se deve esquecer de um chapéu para se proteger dos ardores do sol. O procedimento de preparação da pasta é muito simples: deitar na abertura a

quantidade necessária de argila, em pó ou em pedaços grandes; acrescentando a água em quantidade suficiente para obter uma pasta flexível e untuosa. Deixar repousar durante uma hora e meia a duas horas, até à absorção do líquido. Em seguida, deixe-se deslizar sem roupa para dentro dessa lama. No início do tratamento, a imersão não deve durar mais do que dez minutos. Esse tempo poderá ser prolongado para vinte minutos após os primeiros dez banhos. O tratamento desenvolve-se da seguinte forma: durante duas semanas, tomar um banho de dez minutos de três em três dias; durante as duas semanas seguintes, banhos de vinte minutos duas vezes por semana; repousar durante um mês; recomeçar os banhos como anteriormente descrito.

NOTA: quando a pessoa sair do banho de lama, não deve precipitar-se logo para o chuveiro para se desembaraçar da argila colada à pele; antes pelo contrário, deve manter-se assim até não aguentar mais; para a limpeza, nada de fricção, de álcool, nem de uns produtos farmacêuticos quaisquer: basta água da torneira ou água tépida num recipiente grande. Não deve utilizar o duche, pois os resíduos de argila podem entupir os canos de escoamento.

Se não possuir um jardim, poderá no entanto, tomar banhos de argila na sua casa ou no seu apartamento. Todavia é necessária uma selha grande. Obviamente, a utilização da banheira é impossível, devido ao risco de entupimento dos canos. De resto, as circunstâncias práticas são as mesmas aplicadas: deve aquecer a água em banho-maria, sem a deixar ferver. Durante o tratamento com banhos de argila, é de grande interesse seguir paralelamente um regime alimentar.

Os banhos parciais podem ser recomendados no caso de doenças que afectam um ou mais membros (superiores ou inferiores).

A pasta de argila deve ser preparada como indicado para banho completo, mas num recipiente mais pequeno. Deve mergulhar um braço (ou uma perna, até ao joelho) na pasta, permanecendo assim durante cinco minutos; em seguida, fazer a mesma coisa com o outro membro.

Se os membros inferiores e superiores foram afectados ao mesmo tempo, o que acontece em certas doenças da pele, é aconselhável dividir estes banhos parciais em duas

operações: trate por exemplo, os membros superiores de manhã, e os membros inferiores à noite.

NOTA GERAL RESPEITANTE AOS BANHOS DE ARGILA: Certos autores defenderam um método «balnear», sensivelmente diferente do que foi anteriormente descrito. Trata-se de adicionar à água de um banho normal (na banheira) uma pequena quantidade de argila (duas a três colheres de sopa) e essências vegetais. Obviamente, este tipo de banho não apresenta nenhum perigo, nem mesmo para as canalizações de escoamento. No entanto, tem a desvantagem de diluir consideravelmente os princípios activos da argila, na medida em que dele resulta uma acção terapêutica específica muito atenuada. Portanto, esse tipo de tratamento é essencialmente indicado a pessoas bem constituídas, ansiosas por conservar a forma física. Para qualquer utilização com fins medicinais, os únicos banhos de argila verdadeiramente eficazes são os que descrevemos anteriormente.

Capítulo 8

Contexto Geográfico e Geologia dos locais estudados

8 Contexto Geográfico e Geologia dos Locais Estudados

8.1 Praia da Consolação

A praia da Consolação fica situada perto de Peniche, cidade do distrito de Leiria e do Patriarcado de Lisboa, sede do concelho de comarca, e dista de Lisboa 90 km. Situada à beira-mar, no Cabo Carvoeiro, a 13 m de altitude, ocupa uma península de 2750m de comprimento no sentido E-O, 2200 m de largura e 8000 m de perímetro. Forma duas enseadas ou baías: a do N ou de Peniche de Cima estende-se desde a rocha eruptiva da Papoa até à ponta do Baleal ao longo de cerca de 3400 m, e a de Peniche de Baixo, estende-se desde as muralhas da cidadela até ao FORTE DA CONSOLAÇÃO ao longo de cerca de 5400 m. É nesta última que se situa um dos principais portos de pesca do País. Por outro lado, a área de Peniche constitui uma privilegiada zona de veraneio. Tem a NE a esguia Peninsulazinha do Baleal que nas marés vivas se transforma em ilha, com a sua dupla praia, e cujo areal para N vai até à Foz do Arelho e para S até Peniche de Cima. A Sul da cidade de Peniche encontram-se a praia da CONSOLAÇÃO, dotada de excepcionais condições HELIOTERAPÊUTICAS, e a praia de São Bernardino com o antigo Convento dos Franciscanos cuja construção data de 1563.

Do ponto de vista geológico a praia da Consolação desenvolve-se em formações geológicas atribuídas ao JURÁSSICO, mais precisamente ao Lusitaniano Superior representado pelas “Camadas de Abadia”. As “Camadas de Abadia”, que se estendem desde as imediações de Sr^a. Do Amparo (Serra de El-Rei) até Atouguia da Baleia, Baleal, PRAIA da CONSOLAÇÃO e Bufarda, afloram de modo quase contínuo. Na sua base estão representadas por formações margosas e calcárias, muito fossilíferas. Para o topo estão representadas e ainda por raros leitos calcários. (**Figuras 8.1, 8.2 e 8.3**).

Um antigo corte geológico efectuado por CHOFFAT, passando 750 m a W da capela da S^a. do Amparo, mostra segundo ZBYSZEWSKI (1959), de cima para baixo as unidades seguintes:

- 5- “Grés superiores”.
- 4- Grés micáceos, amarelo - esverdeados, com restos de vegetais e fauna análoga à das “Camadas com Lima pseudo – alternicosta”.

3- Calcários margosos com grandes oólitos.

2- Calcários margosos

1- “Camadas de Montejunto”



Figura 8.1 – Perfil geológico da praia da Consolação.

Outro corte, inédito de CHOFFAT, passando 1 km a NE da Quinta do Pentead, evidencia, também de cima para baixo as unidades seguintes:

5- Grés compactos, sem fósseis, com algumas bancadas de margas.

4- Alternâncias de grés e de margas com concreções calcárias, contendo *Ostrea* sp., *Anomia* sp., e pequenos bivalves indetermináveis.

3- Grés e calcários oolíticos com gastrópodes e *Cuneigervillia polita*

2- Alguns bancos, pouco espessos, de calcários com polipeiros.

1- “Margas de Dagorda”.

A Este de Bufarda, segundo um outro corte também inédito de CHOFFAT, observa-se a seguinte sequência:

- 9- Grés finos sem fósseis.
- 8- Alternâncias de margas e grés
- 7- Marga (1 m).
- 6- Margas cinzentas (15 m), tornando-se avermelhas no 1 m superior.
- 5- Alternâncias de grés margosos e de compactos (40 m), apresentando a meio um banco de calcário finamente oolítico, cinzento azulado.
- 4- Alternância de grés e de margas (20 m), com alguns bancos quase inteiramente constituídos por *Cuneigervillia polita* e outros por *Encrinus*.
- 3- Alternâncias de grés e de calcários (5 m), com oólitos desagregados.
- 2- Calcário compacto passando a oolítico para a parte superior (10 m). Estes Calcários apresentam-se dolomitizados no contacto com o Infralias.
- 1- “Margas de Dagorda”.



Figura 8.2 – Perfil geológico da praia da Consolação.

Superiormente, o “Nível de Opistobrânquios“ de CHOFFAT, contém uma fauna que parece servir de passagem entre a dos afloramentos de Cesareda e a dos de

CONSOLAÇÃO, sendo de assinalar a abundância de *Cerithium damariense* Buv. E *C. cf. Ahlemense* Brauns, bem como a presença de *Anatina* sp. E de *Thracia* sp.

A série geológica observada nas arribas e SE de CONSOLAÇÃO, segundo um corte inédito de P. CHOFFAT, mostra, dos níveis mais modernos para os mais antigos, a seguinte sucessão:

- 6- Alternância de margas e de grés contendo restos de vegetais, em parte silicificados, e ossos de dinossáurios.
- 5- A 1 Km a norte de S. Bernardino, uma bancada fossilífera.
- 4- Margas com intercalações calcárias e gresosas.
- 3- Alternâncias de margas e de calcários margosos.
- 2- Bancadas de calcário margoso cinzento-amareladas.
- 1- Calcário com algumas bancadas margosas.



Figura 8.3 – Perfil geológico da praia da Consolação.

Na **figura 8.4** podemos observar um grupo de pessoas, na praia da Consolação, aproveitando as potencialidades existentes nas argilas aí existentes.



Figura 8.4 - Secção da Praia da Consolação em plena época balnear.

8.2 Praia do Meco (Costa da Caparica)

A Costa da Caparica é uma Vila do Concelho de Almada, situada a 8 km da sede de Concelho e a 10 km de Lisboa, sendo de constituição recente. Efectivamente, até 1926 o território correspondente pertenceu à freguesia da Caparica (Monte da Caparica), tendo sido nesta data integrada na freguesia da Trafaria da qual se tornou autónoma a 12 de Fevereiro de 1949. Adquiriu a categoria de Vila por lei de 26 de Setembro de 1985. A sua origem deve-se aos pescadores do Algarve e de Ílhavo que aí se instalaram. Mas o seu grande desenvolvimento verificou-se a partir da inauguração da ponte sobre o Tejo, em Lisboa, em 1966, transformando-se na mais concorrida estância de veraneio do País.

Dispõe de um areal com três léguas de comprimento, desde o bico da Areia, na Cova do Vapor, até à Fonte da Telha, no concelho de Sesimbra. Mas a Costa da Caparica

não é apenas areal; para o interior é zona de arvoredo e mata nacional e têm instalações militares e turísticas.

Próxima da Fonte da Telha fica a famosa mina de ouro da Adiça, que esteve em exploração desde D. Sancho I até D. João II, e voltou a estar em actividade entre 1814 e 1832, tendo a principal mina de ouro conhecida em Portugal, tendo dela provido o ouro, segundo o afirma a tradição, com que foram feito os ceptros de D. Dinis e de D. João III.

Do ponto de vista geológico (**figura 8.5**) importa referir o seguinte:

Na margem norte do Tejo, o Terciário está representado pelo Eocénico - Oligocénico, pelo Aquitaniano e pelo Burdigaliano inferior, os quais formam uma série de afloramentos que se estendem entre Dafundo, Caxias, Paço de Arcos, Oeiras, Carcavelos e Alapraia.

Na margem sul do Tejo, os afloramentos Terciários, mais precisamente do Miocénico – Burdigaliano superior, Langhiano e Serravaliano – estão localizados na extremidade ocidental das arribas situadas no limite E do mapa, a N da Costa da Caparica, e que se prolongam para a folha vizinha de Lisboa.

Ao Burdigaliano Superior pertencem os calcários e areias de Musgueira e Casal Vistoso com “Placuna Miocénica”: Afloram na margem sul do Tejo em frente de Dafundo, ao longo das arribas que se estendem entre Trafaria e COSTA DA CAPARICA, prolongando-se para E na folha vizinha de Lisboa.

O Langhiano aflora também na margem sul do Tejo, ao longo das arribas entre Trafaria e COSTA da CAPARICA onde está representado de baixo para cima pelos seguintes litótipos:

“Areias do Vale de Chelas com *Gryphaea gryphoides*”

“Calcários da Quinta das Conchas com *Anomia choffati*”

O pendor das camadas é pequeno, inclinado para SSE. A espessura das camadas diminui progressivamente de N para S.

O Serravaliano está representado pelas argilas de Xabregas que afloram também na margem sul do Tejo, ocupando a parte superior das arribas onde se sobrepõem às camadas acima referidas.

Por sua vez as formações modernas atribuídas ao Holocénico compreendem areias de praia, areias de dunas, dunas e aluviões.

Areias de Dunas - Com esta designação foram marcadas no mapa as areias que se desenvolvem ao longo da estrada de Trafaria para COSTA da CAPARICA onde tem por limites a W as dunas modernas e a E as «arribas mortas» do Miocénico.

Dunas desenvolvem-se em duas áreas situadas, uma a W de Cascais entre o farol de Guia e a praia do Guincho e outra a sul do Tejo entre a fábrica de dinamite situada a W de Trafaria, COSTA DA CAPARICA e a restinga a E do farol do Bugio.



Figura 8.5 – Perfil geológico da praia do Meco.

8.3 Praia das Avencas (Parede)

A Parede, Freguesia do Concelho de Cascais, dista 8 km da sede de Concelho. Localizada à beira-mar é uma praia de Banhos, sendo, pela sua configuração uma das que proporcionam melhores condições de segurança. O seu microclima faz com que seja também uma excelente estância para a recuperação de deficiências ósseas. No fim do século passado a povoação era constituída apenas por algumas modestas barracas de pescadores. A beleza da praia e a salubridade do lugar começaram a atrair os Lisboaetas que ali edificaram as suas casas de veraneio.

A 31 de Julho de 1904 foi inaugurado o Sanatório de Santa Ana, construído por iniciativa particular, para tratamentos de tuberculose óssea.

O rápido desenvolvimento da povoação levou à sua autonomia administrativa, a 14 de Maio de 1953.

Do ponto de vista Geológico importa referir o seguinte:

A distribuição das paisagens sedimentares (**figuras 8.6 e 8.7**) e das populações de organismos do Cretácico é determinada, na região de Cascais, pelas flutuações de um mar quente e pouco profundo que cobria uma plataforma submarina de topografia sub-horizontal, geralmente estável e aberta para W e SW.

No Berriasiano inferior a região encontrava-se coberta por água salobras, com Lituolídeos, frutificações de Carófitas e Ostracodos laguno - lacustres, caracterizando uma fácies de tipo purbequiano.

No Barremiano superior, o preenchimento da bacia sedimentar, a W de Cascais, de ambientes médio - litorais a supra litorais, calcário - dolomíticos, com pequenos episódios lagunares isolados, com Gasterópodos salobros, lamelibránquios e Dasicladáceas. A este de Cascais, a sedimentação é detrítica e fluvial.

O Aptiano Inferior é marcado por uma transgressão marinha que permite o estabelecimento de uma plataforma com barreira.



Figura 8.6 – Pormenor da Praia da Avencas, Parede. X

A região tabular a S e SE do maciço de Sintra corresponde a um monoclinal com inclinações muito suaves para E, acidentado por algumas ondulações de 2ª. ordem também muito suaves e recortado por um sistema de falhas de direcção NW-SE, predominante, e também NE-SW.

Sobretudo no sector ocidental evidencia-se a existência de um cortejo de filões que foram objecto de um estudo detalhado que se passa a referir:

No sector ocidental (a W do meridiano de Carcavelos) distingue-se um conjunto de famílias de fracturas cronologicamente distintas:

1ª. Família

Está localizada exclusivamente num sector de cerca de 2.5Kms que se estende entre a praia de Carcavelos e a praia das AVENCAS (PAREDE). As fracturas estão orientadas nas direcções N 10° E a N 30° E, são sub verticais e apresentam-se preenchidas, na sua quase totalidade, por diques de rochas básicas, não evidenciando indícios de movimentação aquando da sua abertura.

2ª. Família

Uma segunda família de fracturas apresenta movimento e estão associadas por um sistema de tensões coerente. Dispondo-se ao longo de toda a região a Oeste da PAREDE, são particularmente evidentes em meia dúzia de sectores:

Desligamento direito da PRAIA DAS AVENCAS

É um importante acidente orientado N 26° W, 75°W preenchido por filão básico que, em alguns troços, alinha em fracturas de tracção com direcção média N 20° E.

Desligamento direito da Bafreira (S. Pedro do Estoril)

Compartimento da Ponta do Sal (S. Pedro do Estoril)

Compartimento de S. Julião da Barra (Oeiras)

Compartimento da praia da Rainha (Cascais)

Desligamento direito da Guia (Cascais)

3ª. Família

Um outro sistema de falhas, de ocorrência não tão significativa, caracteriza-se pela ausência de filões.

Dobras e Monoclinais

Na área compreendida entre a praia da PAREDE e a praia de Carcavelos, onde se alojam os filões da primeira geração, observam-se inclinações fortes de 10°. O 20°. Para NE, definindo uma estrutura em monoclinal.



Figura 8.7 – Local da Recolha da amostra de argila da Praia das Avencas, Parede.

Capítulo 9

Técnicas Analíticas e Procedimentos Experimentais

9 Técnicas analíticas e Procedimentos Experimentais

9.1 Espectrometria de Fluorescência de Raios X (FRX)

A Espectrometria de Fluorescência de Raios X (FRX) foi a técnica utilizada para proporcionar a análise qualitativa quantitativa dos chamados elementos químicos maiores, menores e traço que possuam número atômico $Z > 9$ em concentrações compreendidas entre 100% e poucos ppm. (Gomes, 1988).

A base teórica da FRX é o denominado efeito da absorção fotoelétrica, traduzido no seguinte modo: todos os elementos químicos presentes num espécime, são excitados por um feixe policromático de raios X primários com determinadas energias, emitindo radiações secundárias ou de fluorescência. Estas radiações são dispersas por cristais analisadores ou dispersores de modo que as radiações secundárias dos elementos possam ser resolvidas e depois captadas por detectores do tipo proporcional e cintilações (Gomes, 1988). Por fim, é necessário estabelecer a correlação das intensidades medidas com os teores dos elementos químicos presentes (Andrade, 1990).

Na **figura 9.1** está representado um espectrómetro de Fluorescência de Raios X, evidenciando os seus principais componentes.

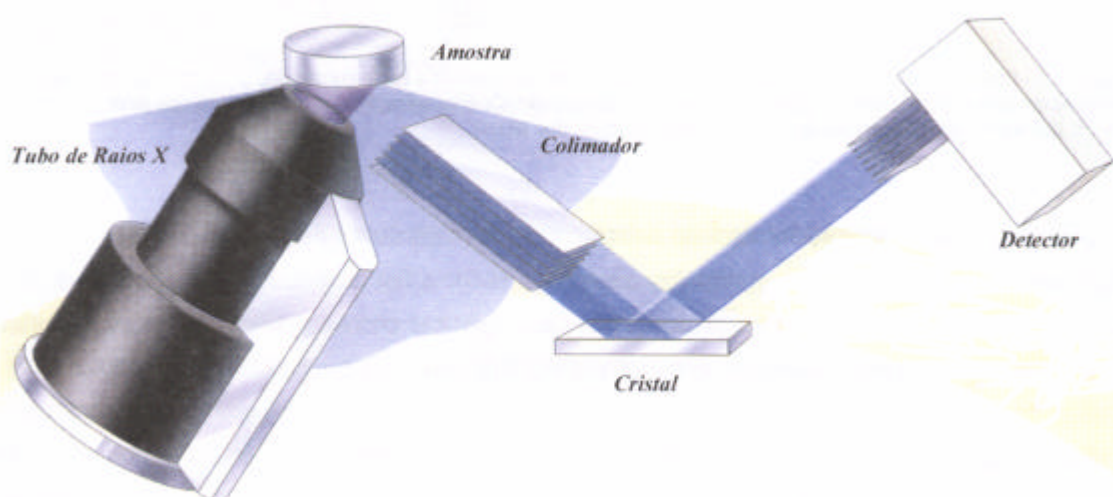


Figura 9.1 – Componentes principais de um espectrómetro de Fluorescência de Raios X (Silva, 2002).

A equação de Bragg está também na base da interpretação dos espectrogramas de fluorescência de raios X. Na FRX o espécime a analisar tem um movimento de rotação sobre si mesmo com o qual é satisfeita a condição geométrica de difusão ou difracção (Gomes, 1990). Segundo este autor a FRX permite a obtenção de informação sobre a composição química qualitativa e quantitativa dum material. A análise de um espécime por FRX necessita de uma grande homogeneização no que respeita à distribuição das espécies químicas. Assim o espécime deve ser finamente moído (granularidade em média inferior a 50 um) e prensado o pó obtido (pastilha prensada), ou fundido o pó obtido com o auxílio de fundente adequado (pastilha fundida).

Neste tipo de análise faz-se a comparação entre a informação retirada do espécime-problema e a informação retirada de espécimes de referência, tendo em conta que:

$$\frac{I_{sp}}{I_{sr}} = K \frac{C_{sp}}{C_{sr}} \quad [9.1]$$

Onde:

I_{sp} – Intensidade da risca do espectro do espécime-problema, característica de determinada espécie química;

I_{sr} – intensidade da risca do espectro do espécime-referência, característica da mesma espécie química;

K – constante;

C_{sp} – concentração da espécie química no espécime-problema;

C_{sr} – concentração da mesma espécie química no espécime-referência.

Utilizando a técnica FRX foram determinados os teores de SiO_2 , Al_2O_3 ferro total sob a forma de Fe_2O_3 , CaO , MgO , MnO e TiO_2 , em discos fundidos das amostras e dos padrões.

O disco fundido permite determinar a concentração dos elementos maiores ao passo que a pastilha prensada permite determinar a concentração dos elementos menores.

Para a execução dos discos fundidos utilizou-se um equipamento Philips Automactic Bead Machine, modelo Perl'X3, que possui uma fornalha controlada por um microprocessador. As amostras são fundidas, depois de se lhes adicionar um fundente, num cadinho de platina e depois vertidas para um molde. O aquecimento é fornecido por um

gerador de baixa frequência. Durante o ciclo de produção da pastilha o cadinho e o molde são encerrados pela cobertura, da fornalha, operada pneumáticamente, de maneira a proteger o operador de acidentes térmicos e/ou eléctricos.

O processo produtivo dos discos fundidos no Perl'X3 é controlado por um microprocessador que executa o programa previamente introduzido pelo operador. O operador pode introduzir até 39 programas diferentes na memória do microprocessador.

A programação dos ciclos de produção e a operação do Perl'X3 pode ser efectuada através de uma caixa de controle, fornecida com o equipamento, ou através de um terminal de computador externo conectado com o equipamento.

Um programa pode abranger até 4 processos diferentes, cada um dos quais consiste num determinado número de ciclos de instruções. Cada um desses ciclos é apresentado por turnos e pode ser activado ou desactivado pelo operador utilizando YES ou No na caixa de controlo. O ciclo produtivo engloba vários processos e cada um destes processos tem um conjunto de instruções:

CICLOS DE INSTRUÇÕES	PROCESSOS
Primeira oxidação	
Segunda oxidação	Oxidação
Terceira oxidação	
Primeira fusão	
Segunda fusão	Fusão
Terceira fusão	
Pausa antes da moldagem	
Moldagem	Moldagem
Pausa para solidificação	
Arrefecimento natural	Arrefecimento
Arrefecimento com ar comprimido	

A operação de cada instrução pode ser controlada por diversos parâmetros: tempo, temperatura, velocidade e ângulo de agitação.

Estes parâmetros são introduzidos pelo operador através de uma caixa de controle. Activando todos os ciclos de instruções, os parâmetros são apresentados por turnos podendo ser aceites ou modificados.

A FRX não é um método analítico absoluto sendo a concentração de um elemento determinada, comparando a intensidade da radiação emitida por esse elemento na amostra problema, com a intensidade da radiação emitida pelo mesmo elemento, existente em quantidade conhecida numa amostra padrão. As curvas de calibração no método do padrão interno, são obtidas elaborando um gráfico onde, em abcissas é colocada a relação, intensidade do elemento na amostra problema/intensidade do elemento na amostra padrão e, em ordenadas, a quantidade conhecida do elemento na amostra padrão (Gomes, 1988).

Procedimento experimental utilizado na execução de um disco fundido:

- a) Secar a amostra em estufa a 110°C, depois de previamente moída em almofariz de porcelana e moinho de ágata;
- b) Pesar 1,000 g de amostra para um cadinho de platina (95% Pt + 5% Au), previamente tarado;
- c) Adicionar 9,000 g de fundente – Spectromelt A12 (tetraborato de lítio + metaborato de lítio – 63:34);
- d) Adicionar 0,0250 g a 0,0300 g de iodeto de sódio para evitar a fracturação do disco durante o arrefecimento;
- e) Adicionar 0,3000 g de brometo de lítio para que a pastilha se solte facilmente do molde;
- f) Misturar muito bem o fundente e a amostra (com uma espátula) e levar o cadinho para o Perl'X3 (equipamento utilizado na execução do disco fundido);
- g) O disco será executado segundo o programa mais adequado, programa este introduzido pelo operador através da caixa de controlo do Perl'X3;
- h) Colocar uma etiqueta com a referência da amostra, numa das faces do disco;
- i) Colocar o disco no porta-amostras do espectrómetro de FRX de modo que a face a ser analisada não seja a que contém a identificação da amostra.

Procedimento experimental utilizado na execução de uma pastilha prensada:

- a) Secar a amostra em estufa a 110 °C, previamente moída em almofariz de porcelana e moinho com contentor de ágata;
- b) Retirar a amostra da estufa passadas 12 h e deixar arrefecer num excitador;
- c) Pesar cerca de 10,0 g de pó para um recipiente de plástico e adicionar 5 a 7 gotas de álcool polivinílico (que funciona como aglutinante), seguido de boa homogeneização, com uma vareta de vidro;
- d) Colocar o pó num molde standardizado ou padronizado e prensá-lo numa prensa até 15 t de força, durante 30 s;
- e) Retirar gradualmente a pressão através da válvula e deixar a pastilha secar;
- f) Colocar uma etiqueta com a referência da amostra, numa das faces da pastilha;
- g) Colocar a pastilha no porta-amostras do aparelho da FRX de modo que a face a ser analisada não seja a que contém a identificação da amostra.

9.2 Sedimentação

A fracção argila com grão de d.e.e. (diâmetro esférico equivalente) <2 µm foi extraída da fracção de grão < 63 µm (isto é, fracção silte+argila) previamente separada por peneiração húmida.

Para a obtenção da fracção <2 µm, chamada fracção argila ou argilosa, utilizou-se a separação por sedimentação em meio húmido de acordo com a Lei de Stokes:

$$t = \frac{18 \eta h}{g D^2 (\rho_s - \rho_m)} \quad [9.2]$$

Onde:

t = tempo (s)

h = altura de queda (cm)

g = constante, aceleração de gravidade (cm/s²)

D = diâmetro esférico equivalente (µm)

D_s = peso específico da substância (g/cm³)

D_m = peso específico do meio dispersante (g/cm^3)

η = viscosidade do meio dispersante (poise)

Usando a água destilada como meio dispersante, cuja viscosidade é constante para temperatura fixa (a 18°C , $\eta = 0,01$ poises), $d_m = 1\text{g/cm}^3$, $g=980\text{cm/s}^2$, considerando $h=20\text{cm}$ e $d_s=2,65 \text{ g/cm}^3$ (peso específico médio das partículas de argila) é possível, através da aplicação da fórmula anterior, determinar a profundidade atingida, quando decorridos certos intervalos de tempo (t), por partículas com determinado diâmetro esférico equivalente (d.e.e.), que caem numa suspensão aquosa sob efeito da gravidade (Gomes, 1988). Este autor refere, que a queda das partículas dos minerais argilosos não obedece completamente à Lei de Stokes porque as partículas não são esféricas, possuem cargas eléctricas que proporcionam entre elas efeitos de atracção e repulsão e, a sua queda no meio de que fazem parte não é perfeitamente livre.

Procedimento experimental:

- 1) Tomar 10g da fracção $<63 \mu\text{m}$ da amostra, previamente desagregada suavemente num almofariz de porcelana;
- 2) Colocar a referida toma numa proveta de 1000 ml, previamente marcada com uma marca aos 1000 ml e outra 20 cm mais baixo;
- 3) Adicionar água destilada até perfazer 980 ml; a concentração de sólidos da suspensão é 1% em peso/volume;
- 4) Se a suspensão não estabilizar naturalmente, adicionar duas ou três gotas de hexametáfosfato de sódio, $\text{Na}(\text{PO}_4)_6$, 0,1 N ;
- 5) Dispersar com ultra-sons durante 2 minutos e deixar em repouso; limpar o “transducer” do aparelho de ultra-sons com água destilada, colocando a proveta a apanhar o resíduo;
- 6) Medir o pH da suspensão com papel indicador de pH;
- 7) Se a suspensão não estabilizar, adicionar 2 ml de amónia (NH_4OH) a 25% por 1000 ml de solução, para aumentar o pH da suspensão até ao limite de $\text{pH}=8$, afim de melhorar a estabilização electroquímica da suspensão;
- 8) Repetir 5);

- 9) Se a suspensão mostrar ainda instabilidade, repetir 4) e 5) até a suspensão ficar devidamente estável;
- 10) Adicionar água até perfazer 1000 ml;
- 11) Esperar o número de horas que for necessário para que qualquer partícula com d.e.e. igual a 2 μm existente no topo da coluna da suspensão no início do processo de sedimentação possa cair 20cm
- 12) Retirar o volume da coluna da suspensão desde o traço 1000 até ao traço situado 20 cm a baixo, para um recipiente (copo de vidro ou plástico);
- 13) Adicionar novamente água destilada, aos 980 ml da suspensão restante e repetir o processo a partir de 4) até que ao fim de um certo número de ciclos o volume de suspensão correspondente aos 20 cm de queda apresente uma tonalidade muito esbatida, isto é, por assim dizer sem partículas <2 μm em suspensão;
- 14) Colocar o recipiente onde estejam reunidos os volumes de suspensão separados numa estufa à temperatura de 60°C, até completa evaporação da água;
- 15) Quando o material estiver completamente seco, retira-se do recipiente, desfaz-se e guarda-se num frasco devidamente rotulado e referenciado para posterior análise.

9.3 Perda ao Rubro

A Perda ao Rubro ou Perda de Peso por Ignição é expressa em percentagem, considerando o peso perdido pela toma da amostra depois do teste (ensaio térmico), comparando o peso perdido pela toma da amostra calcinada com o da amostra previamente seca (Gomes, 1988).

A perda por ignição deve-se à perda de água por desidratação ou desidroxilação, à combustão de matéria orgânica ou à evolução de outros voláteis (Gomes, 1988).

Para a determinação da PR, adoptou-se o procedimento experimental utilizado no Departamento de Geociências da Universidade de Aveiro.

Procedimento experimental:

- a) Pesar cerca de 1,5 g (p2) de amostra em pó, previamente seca a 110°C, para um cadinho de porcelana, previamente pesado numa balança analítica (p1);

- b) Colocar o cadinho numa mufla à temperatura de 1100°C, durante 3 h;
- c) Depois de desligada a mufla e arrefecido até aos 100°C, retire o cadinho e arrefecer à temperatura ambiente, em excicador;
- e) A PR é dada pela seguinte expressão, em percentagem

$$PR = \frac{(p_2 - p_1) - (p_3 - p_1) \cdot 100}{p_2 - p_1} \quad [9.3]$$

Onde:

p1 – peso do cadinho (g)

p2 – peso do cadinho + amostra seca (g)

p3 – peso do cadinho + amostra calcinada (g)

9.4 Capacidade de troca catiónica (CTC)

Gomes (1988), refere que os minerais argilosos possuem a capacidade de trocar iões fixados na superfície exterior dos seus cristais, nos espaços intercamadas estruturais ou localizados noutros espaços interiores de fácil acesso, por outros iões existentes na solução aquosa envolvente. A capacidade de troca catiónica das argilas é traduzida pelo somatório da capacidade de troca dos seus minerais argilosos, ainda que possa ser influenciada pela possível presença nas argilas de matéria orgânica e pela capacidade desta para fixar iões.

O mesmo autor refere que a CTC é a quantidade máxima de catiões que uma argila ou mineral argiloso pode permutar e exprime-se em miliequivalentes por cem gramas (meq/ 100 g), variando com o tipo de argila ou mineral argiloso.

Esta propriedade é o resultado do desequilíbrio das cargas eléctricas dos cristais e vai influenciar fortemente determinadas propriedades físico-químicas e tecnológicas da argila.

Velde (1992), refere que a CTC quantifica duas propriedades fundamentais das argilas: a superfície específica e a carga eléctrica dessa superfície específica. A superfície das argilas divide-se em interna e externa. A capacidade de troca externa determina a

dimensão média dos cristais, tendo este valor pouca informação química específica. A capacidade de troca interna reflecte o défice global de cargas nas camadas estruturais e a capacidade de adsorção das argilas. A capacidade de troca é uma estimativa do número de iões fixados nas superfícies entre as camadas estruturais dos minerais argilosos e a adsorção de iões em outras superfícies.

A capacidade de adsorção das superfícies externas depende em larga escala das ligações químicas quebradas nos bordos das partículas e dos defeitos de crescimento, por exemplo omissões de átomos, ligações débeis nos bordos, grupos estruturais expostos e das substituições isomórficas dos catiões estruturais (Gomes, 1988).

O mesmo autor refere que interessa identificar e quantificar os catiões adsorvidos, que na sua globalidade corresponde ao valor da capacidade de troca catiónica.

O método mais comum, simples, rápido e barato para determinar a CTC de uma argila ou material argiloso é o método baseado na saturação com amónio utilizando uma solução molar de acetato de amónio ($\text{CH}_3\text{COONH}_4$), em virtude de o ião amónio, NH_4^+ , ser de fácil fixação, identificação e quantificação.

Procedimento experimental:

- a) Colocar 10 gramas de argila ou de uma sua fracção granulométrica (por exemplo, $<63 \mu\text{m}$ ou $<2 \mu\text{m}$) num copo de 200 ml, juntar solução de acetato de amónio (1 N e $\text{pH} = 7$) até que a amostra esteja completamente embebida em acetato de amónio (deixar uma boa quantidade de acetato de amónio acima das 10 gramas da amostra); agitar muito bem e deixar em repouso durante 24 h;
- b) Preparar um frasco de Buchner equipado com um funil de porcelana perfurado na base onde se coloca papel filtro Whatman nº 542;
- c) Transferir a suspensão saturada com o acetato para o funil e filtrá-la sob sucção a baixa pressão;
- d) Lavar o excesso de acetato de amónio com pequenas porções de álcool etílico adicionadas lentamente, até que ao testar o filtrado com reagente de Nessler não seja detectado ião amónio livre;
- e) Transferir o “bolo” (argila + papel de filtro) para um balão de destilação. Juntar ao balão de destilação 2 g de óxido de magnésio (MgO) e 200 ml de água destilada;

- f) Colocar por debaixo da saída da serpentina de destilação um copo de titulação, contendo 50 ml de ácido bórico a 4% e, 4 a 5 gotas de bromocresol verde (indicador), recolhendo para ele o destilado;
- g) Aquecer o conteúdo do balão de destilação até atingir a fervura e, mantê-la assim, até se obter um destilado com cerca de 100 ml no copo de titulação;
- h) Retirar o copo com destilado e titular este com HCl (0,1 N) até que a solução, por efeito do indicador, mude de azul para verde;
- i) A Capacidade de Troca Catiónica (em meq/100 g) corresponde ao volume gasto (em ml) de HCL na titulação.

9.5 Superfície Específica (SE)

A SE é definida como sendo o somatório da área externa mais a área interna, caso exista, das partículas constituintes de argila por unidade de massa e, expressa-se em m²/g. Esta é influenciada por vários factores, tais como: densidade, distribuição dimensional do grão, forma das partículas e regularidade da (s) superfície (s). O valor da SE não oferece uma representação ou imagem da dispersão dimensional do grão (Gomes,1988).

A SE pode ser avaliada através de métodos directos e indirectos. Nos primeiros a dimensão das partículas, a distribuição dimensional e a forma das partículas determinada pela microscopia electrónica são usadas juntamente com a respectiva densidade para a sua determinação. Nos segundos adoptam-se processos que envolvem a medição de algumas propriedades que são quantitativamente dependentes da SE das partículas (Velho, 1993).

Segundo Velho (1993), o problema dos métodos directos é que os mesmos minerais argilosos apresentam partículas com diferentes factores de forma (diâmetro/espessura) e por outro lado o diâmetro médio não define com precisão uma determinada amostra, de tal modo que, à medida que o diâmetro da partícula aumenta a sua espessura também aumenta. O valor da SE duma argila pode permitir uma quantificação relativa dos minerais argilosos que entram na sua constituição (Gomes, 1988).

De entre os método indirectos destacam-se o BET (Brunauer –Emmett – Teller, 1938) e a adsorção pelo azul-de-metileno (AM).

9.6 Método BET

É o método mais comum, e consiste em passar uma corrente contínua de Nitrogénio (N_2) e Hélio (He) através de uma atmosfera seca que foi arrefecida à temperatura próxima do ponto de ebulição do Nitrogénio. Uma camada monomolecular de N_2 é adsorvida sobre as partículas de argila, podendo ser quantificada que é a superfície da molécula de N_2 . A temperatura da amostra é depois aumentada para a temperatura ambiente e o N_2 antes adsorvido é libertado sendo o seu volume medido pela segunda vez. A SE é calculada usando os dois volumes medidos bem como a equação BET (Velho, 1993).

9.7 Método do Azul de Metileno (AM)

Este método embora menos preciso que o BET, é muito mais rápido, simples e económico, facultando resultados fiáveis em termos comparados.

Este método baseia-se na adsorção, pelos minerais argilosos, do AM ($C_{16}H_{18}N_3ClS \cdot 2H_2O$) que é um corante catiónico básico, constituído por moléculas lamelares de 107 Å² de área unitária efectiva.

A expressão que permite calcular o valor de SE, é a seguinte:

$$SE = \frac{V_d}{C} \cdot 6,45 \quad [9.4]$$

Onde:

SE – superfície específica (m²/g);

V_d – volume azul-de-metileno 0,01 M correspondente ao ponto de viragem (cm³);

C – peso da amostra (g).

É importante acentuar que este método em regra proporciona valores um pouco superiores ao BET, devido à cobertura pela molécula de AM adsorvida.

Existem autores que consideram que a área da molécula de AM é de 135 Å² e não 107 Å² e que a camada de revestimento pode não ser monomolecular (Gomes, 1988).

Procedimento experimental:

- a) Adicionar, para um copo de 150 ml, amostra numa concentração de 3 partes em peso (3g) de argila em 100 ml de água destilada;
- b) Agitar fortemente a suspensão através de ultra-sons durante 2 minutos e estabilizar a suspensão com hexametáfosfato de sódio a 1%;
- c) Agitar novamente a suspensão através de ultra-sons durante 2 minutos,
- d) Pipetar 5 cm³ de cada vez para 3 tubos de ensaio de vidro para centrifugação e também para 3 copos de vidro de 20 ml previamente pesados;
- e) Secar em estufa a 90°C as suspensões existentes nestes copos, sendo calculada a média dos pesos dos sólidos respectivos;
- f) Adicionar para cada tubo de ensaio, através de uma bureta, 0,5 cm³ de AM, após o que são agitados vigorosamente, com ultra-sons, durante alguns segundos;
- g) Centrifugar o conteúdo dos tubos a 3000 rpm durante cerca de 5 a 10 min até que todos os sólidos decantem;
- h) Observar a coloração do líquido sobrenadante após a última operação;
- i) Repetir f), g) e h) até ao ponto de equilíbrio; quando se prevê que o ponto de equilíbrio está próximo deve-se adicionar de cada vez 0,1 cm³ de AM;
- j) O ponto de equilíbrio é atingido quando o líquido sobrenadante passar de incolor a uma tonalidade azul muito esbatida;
- k) Com base no volume (cm³) de AM gasto e no valor do peso médio calculado das tomas para os copos de 20 ml, o valor da SE é obtido pela fórmula referida anteriormente.

9.8 Índice de Plasticidade de Atterberg

Plasticidade ou trabalhabilidade de uma argila é a propriedade que se manifesta na mudança de forma sem ruptura de uma massa de argila, com uma determinada quantidade de água, por aplicação de uma força exterior e pela retenção da forma quando a força é removida ou reduzida, abaixo de um certo valor correspondente à tensão de cedência. O grau de deformação duma argila ou pasta argilosa, até à ruptura, aumenta até um valor específico, em função da quantidade de água (Gomes, 1988).

Ainda segundo o mesmo autor, o compromisso em ter uma tensão de cedência muito baixa, com conseqüente distorção das formas obtidas, e ter uma fraca deformação, com conseqüente fendilhamento, representa o conteúdo óptimo de água para trabalhos plásticos.

A água, representa-se sob a forma coordenada ou ligada, como uma fina película que envolve as partículas de argila e/ou sob a forma de água livre em excesso e que não faz parte daquela película (Gomes, 1988).

Existem factores que causam e influenciam a plasticidade, tais como: mineralogia, granulometria (dimensões dos cristais), hábito dos cristais, cargas eléctricas dos cristais, natureza dos catiões de troca e estado de desfloculação da argila (Gomes, 1988).

Segundo o mesmo autor, o fundamento do índice de plasticidade de Atterberg (I_p) consiste no facto de que uma argila mais plástica tolerar mais água até fluir, logo, uma argila mais plástica comporta mais água (enquanto plástica) que outra menos plástica.

Utilizou-se a norma do LNEC NP-143 (1969) para determinar o índice de plasticidade de Atterberg (I_p), que é dado por:

$$I_p = LL - LP \quad [9.5]$$

Onde:

LL-limite líquido

LP-limite de plástico

9.8.1 Limite Líquido (LL)

O LL de uma amostra de solo entende-se como sendo o teor de água correspondente a 25 pancadas, obtido por interpolação numa curva que relaciona o teor de água de cada um dos 4 provetes preparados da amostra, com o número de pancadas para o qual os bordos inferiores de um sulco aberto num provete se unem numa extensão de 1 cm, quando o ensaio é feito na concha de Casagrande.

O LL representa o teor de água, expresso em percentagem do peso de argila seca, acima do qual a massa de argila foi como um líquido quando agitada (Gomes, 1988).

Procedimento experimental:

- a) Tomar 100g da fracção <math><63\ \mu\text{m}</math> da amostra de argila ou material argiloso;
- b) Adicionar água destilada ao material e amassar com o auxílio de uma espátula até formar uma pasta homogénea e consistente;
- c) De cada vez que se adiciona nova porção de água, a amassadura deve durar, pelo menos, 5 min; em solos argilosos é aconselhável deixar o material húmido durante 24 h em recipiente fechado;
- d) Tomar uma porção de pasta preparada e colocar na concha de Casagrande, de modo que se obtenha uma camada, não muito extensa, com uma espessura máxima de 1 cm e superfície nivelada;
- e) Preparado o primeiro provete, faz-se nele um sulco que deverá ser obtido deslocando riscador segundo o diâmetro da concha normal ao eixo da manivela e mantendo-se perpendicular à superfície da concha;
- f) Accionar em seguida a manivela, à razão de 2 voltas por segundo, até que as duas porções do provete, devido aos embates ou pancadas da concha sobre a base, entrem em contacto pela parte inferior do sulco numa extensão de 1 cm, e anotar o número de pancadas correspondentes;
- g) Retirar, então, com a ponta da espátula, cerca de 10g do provete da zona do sulco em que se deu a união, e proceder à determinação do seu teor de água;
- h) Ensaiado o primeiro provete, serão sucessivamente preparados mais três por adição de novas quantidades de água destilada à pasta anteriormente obtida, para que esta se torne mais fluida;
- i) Repetir as operações b), c), d) e g) sobre cada um dos restantes 3 provetes;
- j) Os teores de água dos 4 provetes devem ser escolhidos de modo que o número de pancadas necessárias para unir os bordos dos sulcos, varie entre 10 e 40 e se distribuam, em dois ensaios abaixo de 25 e nos outros dois, acima de 25 pancadas;
- k) Anotar o número de pancadas correspondente a cada um dos ensaios, e traçar uma curva, relacionando o teor de água de cada um dos provetes com o correspondente número de pancadas, num diagrama em que se marca, em ordenadas, o teor de água em escala aritmética e em abcissas, o número de pancadas em escala logarítmica;

- l) O LL da amostra ensaiada é dado pelo teor de humidade correspondente a 25 pancadas, obtido por interpolação na curva traçada;
- m) O resultado é expresso em percentagem e apresenta-se arredondado às unidades.

O teor de humidade de uma argila, mede-se num provete, e é o quociente, expresso em percentagem, entre a massa da água que se evapora do provete entre 105°C e 110°C e a massa do provete depois de seco à temperatura ambiente. O teor de humidade foi determinado na fracção <63µm das amostras.

Existem várias normas para determinar esta propriedade, não existindo grande diferença entre elas. Adoptou-se a NP-84 do LNEC (1965).

Procedimento experimental:

- a) Secar um recipiente e a respectiva tampa (normalmente utiliza-se uma cápsula petri) que se pesam (p1) em balança analítica;
- b) Desagregar o provete, introduzir o material obtido no recipiente e tapar;
- c) Pesar o conjunto (p2), introduzir na estufa, retirar a tampa e secar entre 105°C e 110°C, até peso constante;
- d) Tapar o recipiente antes de o retirar da estufa e deixar arrefecer num excicador;
- e) Pesar o conjunto (p3) à temperatura ambiente;
- f) O teor de humidade (peso/peso), é dado pela seguinte expressão:

$$\text{Teor de humidade} = \frac{p_2 - p_3}{p_2 - p_1} \times 100 \quad [9.6]$$

Onde:

P1 – peso do recipiente + tampa (g);

P2 – peso inicial do recipiente + tampa + provete (antes da secagem) (g);

P3 – peso final do recipiente + tampa + provete (após a secagem) (g);

- g) O resultado é expresso em percentagem e arredondado às décimas.

A Concha de Casagrande é um aparelho que compreende uma calote esférica de latão, um dispositivo mecânico accionado por uma manivela (com um conta-rotações

incorporado) que permite fazer levantar e baixar a calote duma altura regulável sobre uma base dura. Como acessório tem um riscador de características particulares.

Antes do início do ensaio deve-se proceder, com o auxílio do calibrador, à regulação da altura de queda da Concha de Casagrande e também ao treino do operador para que a manivela da Concha de Casagrande seja accionada, durante o ensaio, de modo que dê 30 voltas em 15 s. Depois verifica-se se a concha está perfeitamente limpa e se cai livremente e sem demasiadas folgas.

Convém também, verificar periodicamente se as dimensões do riscador coincidem com as normalizadas, visto que o uso provoca desgaste.

9.8.2 Limite Plástico (LP)

O LP representa o teor de água, expresso em percentagem do peso de argila seca, acima da qual, a massa de argila possa ser enrolada em rolos de 3mm de diâmetro e cerca de 15 cm de comprimento (Gomes, 1988).

Procedimento experimental:

- a) Tomar 100 g da fracção $<63 \mu\text{m}$ da amostra e juntar água destilada; com o auxílio de uma espátula amassar a mistura até que esta se torne suficientemente plástica para permitir moldar com facilidade 4 pequenas esferas de diâmetros, sensivelmente iguais;
- b) Rolar um dos provetes, da mistura obtida, entre a palma da mão e a placa de vidro, com pressão suficiente para transformar o provete, num filamento cilíndrico;
- c) Quando o diâmetro do filamento atinge cerca de 3 mm, volta-se a formar a esfera e a rolá-la de novo; esta operação deverá ser executada até que, devido à progressiva secagem do provete, se dê a ruptura do filamento quando o seu diâmetro atinge cerca de 3 mm;
- d) Aglomerar então os filamentos obtidos e determinar o seu teor de água;
- e) Repetir as operações b), c) e d) para cada um dos restantes provetes;
- f) O LP da amostra ensaiada é a média dos teores de água determinados para os 4 provetes;

g) O resultado é expresso em percentagem e apresenta-se arredondado às unidades.

O teor de humidade foi determinado de acordo com o procedimento descrito para LL. Como foi referido anteriormente o índice de plasticidade de Atterberg (IP) é dado por:

$$IP = LL - LP \quad [9.7]$$

9.9 Rendimento

O rendimento, serve para quantificar a percentagem (em peso) de uma determinada fracção granulométrica, a partir de uma toma (em peso) de uma amostra geológica de argila.

O cálculo do rendimento efectua-se de acordo com a seguinte fórmula:

$$\text{Rend.} = \frac{P_f}{P_i} \cdot 100 \quad [9.8]$$

Onde:

Rend – rendimento (%)

Pf – peso da fracção granulométrica separada, seca (g)

Pi – peso da toma inicial, seca (g)

9.10 Difracção de Raios X (DRX)

As redes cristalinas actuam como redes de difracção de raios X, dado que os comprimentos de onda dos raios X são da mesma ordem de grandeza das distâncias interatómicas. Como a cada espécie mineral corresponde uma estrutura cristalina específica, logo, cada espécie mineral tem um modelo de difracção específico, quando bombardeada por um feixe de raios X com determinado comprimento de onda, dependente da natureza do anticátodo do tubo de raios X utilizado (Gomes, 1979).

A lei de Bragg, expressa a geometria do efeito da difracção dos raios X numa estrutura cristalina:

$$2 d_{hkl} \sin(\theta) = n \lambda \quad [9.9]$$

Onde:

d_{hkl} – equidistância entre planos atómicos da mesma natureza, por isso pertencentes a uma mesma família de planos com índices gerais (hkl).

θ - ângulo formado entre os raios do feixe incidente e os planos atómicos (hkl) reflectores do cristal.

n - ordem dos feixes de raios X difractados.

λ - comprimento de onda do feixe de raios X incidentes que é o mesmo do feixe de raios X difractado.

Regra geral, o feixe de raios X utilizados na difractometria de raio X para o estudo de minerais é monocromático. O método analítico utilizado nos estudos realizados foi o método das poeiras cristalinas, sendo o modo de registo, gráfico (técnica do difractómetro de pós).

Para a obtenção dos difractogramas, utilizou-se um difractómetro Philips, constituído por gerador PW 1130/90, um goniómetro PW 1050/70, um “ diffractometer control” PW 1710 e um registador PM 8203A.

Foi utilizada a radiação $K\alpha$ Cu ($\lambda = 1,5405 \text{ \AA}$), filtrada (filtro de Ni), com monocromatização não completa. As condições operacionais foram as seguintes: 20 mA, 30 kV, sensibilidade de 2×10^3 , velocidade de rotação do goniómetro de $1^\circ (2^\circ)/\text{min}$ e velocidade de deslocamento do papel de registo de $1\text{cm}/\text{min}$.

Como funciona a difracção de Raios X?

Uma rede cristalina é uma distribuição regular tridimensional (cúbica, rômica, entre outros) de átomos no espaço. Estes estão dispostos numa série de planos paralelos entre si, separados por uma distância, a qual varia conforme a espécie mineral. Para cada mineral,

existem famílias de planos com diferentes orientações, cada uma, com uma distância interplanar particular.

Equação de Bragg

$$2 d \sin(\theta) = n$$

Quando um feixe monocromático de raios X de comprimento de onda λ , incide nos planos da rede cristalina sob um determinado ângulo (θ) ocorre difracção, se a distância percorrida pelos raios reflectidos nos sucessivos planos, diferirem num número inteiro de n comprimento de onda.

Variando o ângulo de incidência θ , as condições da Lei de Bragg são satisfeitas pelas diferentes distâncias das espécies cristalinas.

Projectando as posições angulares dos picos e as intensidades das difracções, produz-se um diagrama padrão que é característico da espécie mineral. Quando uma mistura com diferentes fases cristalinas é analisada, o difractograma é composto pelos modelos de difracção correspondentes às fases individuais.

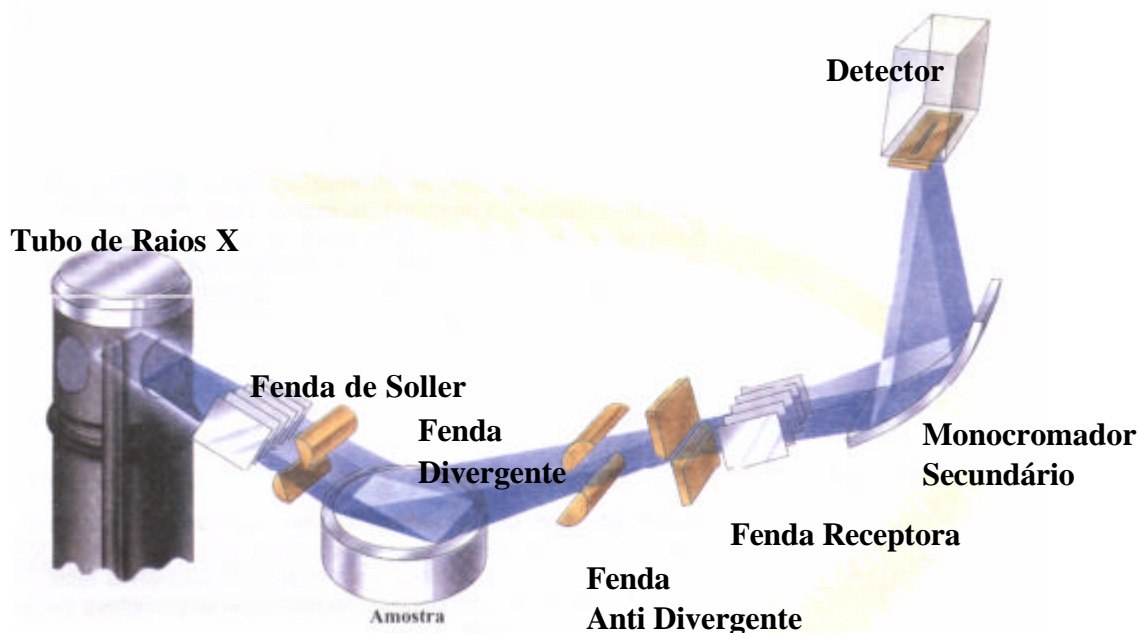


Figura 9.2 – Componentes principais de um difractómetro de Raios X (Silva, 2002).

Os difractogramas obtidos foram interpretados com base nos ficheiros do JCPDS (Joint Committee for Powder Diffraction Standards) que contêm dados estruturais retirados de difractogramas de mais de 2000 espécies minerais padrão. Entre esses dados constam os valores de d_{hkl} correspondentes às diversas difracções ou reflexões, dispostos por ordem decrescente de valor, bem como as intensidades correspondentes às difracções, para além de outros dados informativos (Gomes, 1990). Recorreu-se também a tabelas constantes no livro editado por Brindley e Brown (1980) para identificação complementar dos difractogramas.

Componentes principais de um Difractómetro de Raios X (Figura 9.2)

Em regra, é necessário saturar os agregados orientados com glicerol, para verificar se existem minerais argilosos cuja estrutura expande, com o fim de especificar melhor os picos ou reflexões constantes dos difractogramas.

Para proceder ao estudo por DRX da componente seco e desagregado por acção de moagem ligeira e suave em moinho e almofariz de ágata, uma porção de cerca de 1 grama de amostra (ligeiramente comprimida com uma espátula) na cavidade do porta-amostras “standard” de alumínio, de base móvel, evitando-se dar ao pó demasiada compressão para não conferir orientação preferencial aos cristais, razão também pela qual é exposta ao feixe de raios X a superfície que não foi comprimida. Obtêm-se assim difractogramas que não privilegiam as reflexões basais (001) dos filossilicatos (Gomes, 1988), evidenciando reflexões (001), (hk0) e (hkl).

A quantidade da toma das amostras analisadas foi constante e efectuaram-se registos difractométricos entre 2° e 60° (?), dos quais se retiraram informações qualitativas. Em algumas amostras efectuaram-se registos em intervalos angulares (?) mais pequenos (2-15°, 2-32°) com maior sensibilidade de detecção fazendo variar as condições dos limites de detecção (“range”), para melhor identificar certos tipos de minerais. Os registos obtidos permitiram identificar os minerais argilosos, os minerais não argilosos e proporcionar informações sobre os teores maiores e menores desses minerais.

O estudo da composição mineral da fracção <2 µm (constituída essencialmente por minerais argilosos), foi efectuado sobre agregados orientados (AO), a fim de obter

resultados que melhor identificassem o tipo de minerais argilosos e das características cristal químicas respectivas.

9.11 Determinação da Abrasividade

A abrasividade é uma propriedade que importa avaliar nas suspensões de caulino utilizadas em aplicações típicas. São conhecidos três métodos para avaliar a abrasividade, um deles, o método “Valley”, é muito utilizado nos EUA; outro, o método “Einlehner” é muito utilizado na Europa.

As qualidades do método Einlehner são os seguintes:

- ✍ Elevado grau de precisão;
- ✍ Não dependência do operador;
- ✍ Operação fácil e rápida

O equipamento Einlehner AT-1000 é composto por um copo cilíndrico onde se introduz a suspensão de caulino e um agitador-misturador.

A rede, pesada inicialmente, que vai sofrer a abrasão pela suspensão de caulino é colocada no fundo do copo cilíndrico e, o agitador que termina numa cabeça de abrasão com o peso de 1 Kg está preparado para actuar durante um certo número de rotações.

Após o teste a rede é limpa, seca e pesada, sendo o peso perdido uma medida da abrasividade da suspensão de caulino. O resultado pode ser expresso em mg ou em gramas por m² de área.

Equipamentos e Reagentes

Abrasivímetro Einlehner AT-1000; agitador mecânico; ultra-sons; ar comprimido; balança analítica com leitura de 0,0001 g e capacidade de 500 g; estufa; copo de plástico de 1000 ml; cadinho; crivo de 90 µm; suspensão de argila; água destilada; acetona; desfloculante.

Método:

1. Lavar a rede metálica, primeiro com água e depois com acetona e passá-la por ar comprimido; colocar a rede num cadinho de alumínio e secar na estufa a 60°C durante 15-20 minutos; retirar, colocar num excicador durante cerca de 10 minutos até arrefecer e depois pesar;
2. Passar o caulino no crivo de 90 μm e anotar a existência eventual de resíduo; secalo em estufa a 60°C;
3. Preparar uma suspensão de 1000 ml de caulino 10% p/v, transferido para o efeito cerca de 100 g de caulino seco para o copo de plástico com 1000 ml de água destilada; agitar a mistura com um agotador mecânico durante cerca de 15 minutos; levar ao ultra sons durante 2-3 min;
4. Colocar a rede metálica no adaptador do copo de Einlehner, e transferir para este a suspensão do copo devidamente desfloculada e seleccionar as rotações por minuto pretendidas (geralmente 174000 rpm para argilas de granulometria fina);
5. Retirar, terminando o teste, a rede e lavá-la primeiro com água e depois com acetona; passa-la por ar comprimido e se necessário ultra-sons até ficar bem completamente limpa; secar a rede na estufa durante 15 minutos, retirar a rede e deixar arrefecer no excicador durante 10 minutos;
6. Pesar a rede, sendo a abrasividade medida em mg determinada pela diferença de peso da rede, antes e após o teste ou em g/m^2 determinada pela diferença de peso antes e após o teste por área de desgaste.

9.12 Análise Estatística

A utilização de técnicas geoestatísticas tem tido nos últimos anos um grande desenvolvimento, para a generalidade das disciplinas científicas. Destacam-se, em particular, as técnicas de análise multivariada, de entre as quais se desenvolveram duas técnicas de crescente aplicação no domínio das Geociências: a Análise de Componentes Principais (Principal Components Analysis) e a Análise Grupal (Cluster Analysis).

Os métodos estatísticos de análise multivariada podem constituir um bom complemento a outros métodos usadas em estudos mineralógicos, contribuindo para

analisar, descrever e interpretar observações multidimensionais, envolvendo mais do que uma simples variável.

A Análise Grupal (Cluster Analysis) compreende diferentes algoritmos de classificação e procura dar resposta a um problema geralmente enfrentado pelos investigadores de praticamente todas as áreas científicas: como organizar dados experimentais em estruturas com significado taxonómico. Nesta classificação, quanto mais elevado o nível de agregação menos similares são os membros da respectiva classe.

O objectivo da aplicação do algoritmo (tree clustering algorithm) consiste em juntar espécimes (amostras ou variáveis) em grupos (clusters) cada vez maiores, usando medidas de similaridade ou de dissimilaridade. O resultado típico da Análise Grupal é o dendograma (hierarchical tree), construído através das dissimilaridades ou “distâncias” entre os espécimes.

Com a Análise de Componentes Principais pretende-se a visualização das oposições e/ou similitudes existentes entre os objectos analisados, analisando-se a variabilidade do sistema através de um pequeno número de novas variáveis linearmente independentes (factores principais ou comuns) definidos em ordem decrescente da sua influência no conjunto das variáveis.

Capítulo 10

Resultados

e

Discussão

10 Resultados e discussão

10.1 Propriedades dos materiais argilosos estudados e suas potencialidades para usos em peloterapia

10.1.1 Composição Mineralógica qualitativa e semi-quantitativa

A **Tabela 10.1** mostra a composição mineralógica das fracções $> 63 \mu\text{m}$ de cada um dos materiais estudados.

Todos eles apresentam uma mineralogia aparentemente adequada, com a excepção do material Parede 2, devido à quantidade excessiva de carbonatos (calcite e dolomite) que contém.

Amostra	Filossilicatos	Quartzo	Feldspatos	Dolomite	Opala /CT	Anidrite	Pirite	Calcite
Consolação 1	20	32	0	2	3	5	tr	38
Consolação 2	19	31	12	3	3	5	tr	27
Consolação 3	15	35	10	2	3	5	tr	30
Parede 1	25	35	5	15	tr	tr	5	15
Parede 2	15	15	5	35	tr	tr	5	25
Meco	27	38	7	3	5	5	5	10

Tabela 10.1 - Composição mineralógica global (em %) das argilas/lamas estudadas ($> 63 \mu\text{m}$)

Amostra	Esmectite	Clorite	Ilite-Esmectite	Ilite	Caulinite
Consolação 1	20	10	10	30	30
Consolação 2	17	10	13	35	25
Consolação 3	18	10	7	30	35
Parede 1	23	tr	12	45	20
Parede 2	7	tr	8	55	30
Meco	29	tr	10	37	24

Tabela 10.2 - Composição mineralógica (em %) relativa aos minerais argilosos na fracção ($> 2 \mu\text{m}$) das argilas/lamas estudadas

A **Tabela 10.2** mostra a composição mineralógica das fracções $> 2 \mu\text{m}$ de cada lama estudada. Mais uma vez, todas as lamas têm, aparentemente, mineralogia adequada,

com a exceção da lama Parede 2, devido à sua baixa concentração de argila, particularmente de esmectite, mineral que entre todos os minerais argilosos é o que mais influi em certas propriedades importantes dos pelóides, tais como capacidade de troca catiónica, superfície específica e plasticidade. Altos teores de esmectite proporcionam valores altos para as propriedades referidas. Pelo contrário, em termos comparados, e em regra, as argilas com teores baixos de esmectite correspondem valores altos de abrasividade

10.1.2 Composição Química

As **Tabelas 10.3 e 10.4** mostram a composição química das 6 lamas estudadas, no que respeita, quer a elementos maiores, quer a elementos menores e traço, respectivamente. Todas as lamas possuem composição química, aparentemente, adequada, ou seja, rica em álcalis, cálcio e magnésio, e com leves concentrações de metais pesados. A lama Parede 2 distingue-se das outras devido aos teores nitidamente mais elevados de Ca, Ba e Sr.

Amostra	Fe ₂ O ₃	MnO	TiO ₂	CaO	K ₂ O	P ₂ O ₅	SiO ₂	Al ₂ O ₃	MgO	Na ₂ O	IL.*
Consolação 1	4.90	0.06	0.62	11.78	3.10	0.25	41.31	16.79	3.30	1.03	15.29
Consolação 2	4.50	0.06	0.58	12.56	3.64	0.23	39.16	15.76	3.99	1.49	16.68
Consolação 3	3.30	0.07	0.59	18.51	2.36	0.16	40.26	11.44	2.35	1.46	18.87
Parede 1	5.78	0.03	0.85	0.77	4.47	0.16	55.95	19.64	2.62	0.69	7.41
Parede 2	3.37	0.06	0.30	26.60	1.18	0.20	19.34	6.39	9.39	0.20	31.66
Meco	4.40	0.04	0.95	6.91	2.71	0.25	53.02	16.10	2.77	1.79	10.00

Tabela 10.3 - Composição Química, relativa aos elementos maiores (em %), das lamas estudadas

*IL. (Perda por Ignição a 1.100°C)

Amostra	Ba	Sn	Nb	Zr	Y	Sr	Rb	Pb	As	Zn	W	Cu	Ni	Co	Cr	V
Consolação 1	312	<5	14	132	24	200	121	53	16	190	<5	16	38	<5	76	56
Consolação 2	320	<5	12	108	23	178	128	23	<5	95	<5	25	29	<5	55	55
Consolação 3	273	<5	9	167	19	282	91	30	7	58	<5	14	23	7	36	40
Parede 1	276	<5	16	139	25	84	181	28	38	53	<5	23	46	9	111	83
Parede 2	1379	<5	4	73	12	307	50	13	10	<5	<5	<5	13	<5	28	31
Meco	255	<5	14	677	27	383	125	26	<5	100	<5	13	26	<5	66	53

Tabela 10.4 - Composição Química, relativa aos elementos menores e traço (em ppm) das lamas estudadas

10.1.3 Curva de arrefecimento

A **Figura 10.1** mostra o gráfico das curvas de arrefecimento correspondentes às 6 lamas estudadas, depois de terem sido secas a uma temperatura de 110°C, aquecidas a 60°C e arrefecidas a temperatura próxima da temperatura ambiente (30°C).

Em termos comparativos, as lamas Consolação 1 e Meco, exibem as curva de arrefecimento mais lentas, enquanto que a lama Parede 2 exhibe a curva de arrefecimento mais rápida.

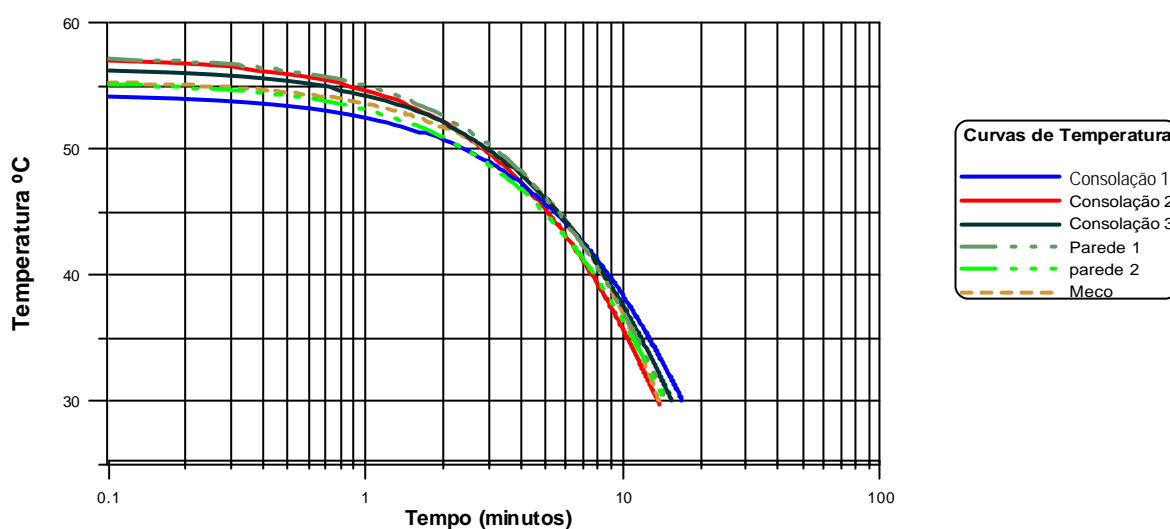


Figura 10.1 – Gráfico mostrando as curvas de arrefecimento dos materiais estudados.

10.1.4 Outras propriedades químicas e físicas

A **Tabela 10.5** mostra outras propriedades físicas e químicas relevantes (índice de plasticidade, abrasividade, capacidade de troca catiónica (CTC), superfície específica (SE), calor específico e taxa de arrefecimento) das 6 lamas estudadas.

Podemos verificar que todas as amostras exibem propriedades físicas e químicas muito distintas. Contudo, possuem em comum as propriedades seguintes: boa plasticidade, elevada superfície específica, elevada capacidade de troca catiónica, baixa abrasividade e baixa taxa de arrefecimento.

Amostra	Consolação 1	Consolação 2	Consolação 3	Parede 1	Parede 2	Meco
Índice de Plasticidade (%)	16.65	21.2	18.25	9.89	10.97	33.66
Abrasividade (mg.m ⁻²)	0.149	0.143	0.238	0.109	0.317	0.267
CTC (emol.kg ⁻¹)	17.3	16.9	12.4	24.2	6.1	18.6
SE (m ² .g ⁻¹)	6.9	20.9	20.9	15.5	5.5	14.5
Calor específico (J/g°C)	1.20	n.d.	n.d.	1.46	n.d.	1.22
Taxa de Arrefecimento (min)	19.5	15.5	17.0	16.0	14.0	18.0

Tabela 10.5 - Principais propriedades químicas e físicas das argilas/lamas estudadas

NOTA: Os valores de abrasividade obtidos correspondem a 2750 Revoluções. Salienta-se os valores relativamente baixos determinados nos materiais argilosos Consolação 1, Consolação 2 e Parede 1. Eles estão relacionados claramente com a composição mineralógica global respectiva, com o teor de fracção argila, e com a composição mineralógica desta fracção argila.

10.1.5 Limite de Líquidez (LL)

As **Figuras 10.2, 10.3, 10.4, 10.5, 10.6 e 10.7** mostram o limite de liquidez das 6 lamas estudadas. Podemos verificar que as lamas Consolação 1 e Consolação 2, exibem um teor de humidade muito semelhante, situado num intervalo entre 40-50%. No entanto, já as lamas Consolação 3 e Parede 1 exibem um teor de humidade ligeiramente inferior (entre 35-44%), enquanto que a lama Parede 2 exhibe um teor de humidade baixo entre 25-30%. A lama Meco distingue-se das outras devido ao seu teor de humidade muito mais elevado (entre 49-90%).

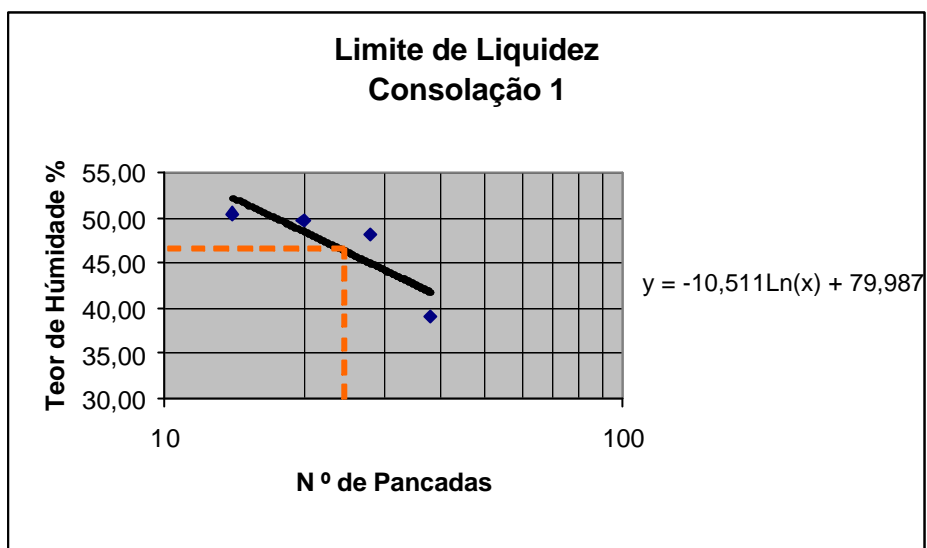


Figura 10.2 – Gráfico do Limite de Liquidez da lama Consolação 1.

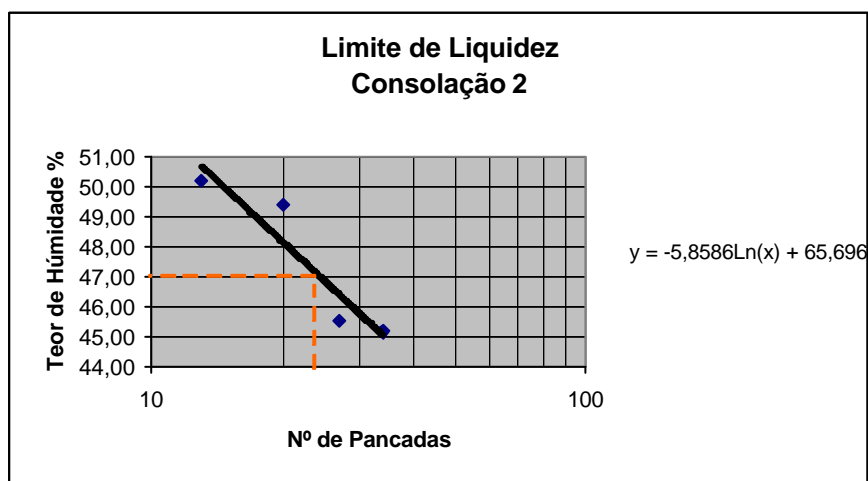


Figura 10.3 – Gráfico do Limite de Liquidez da lama Consolação 2.

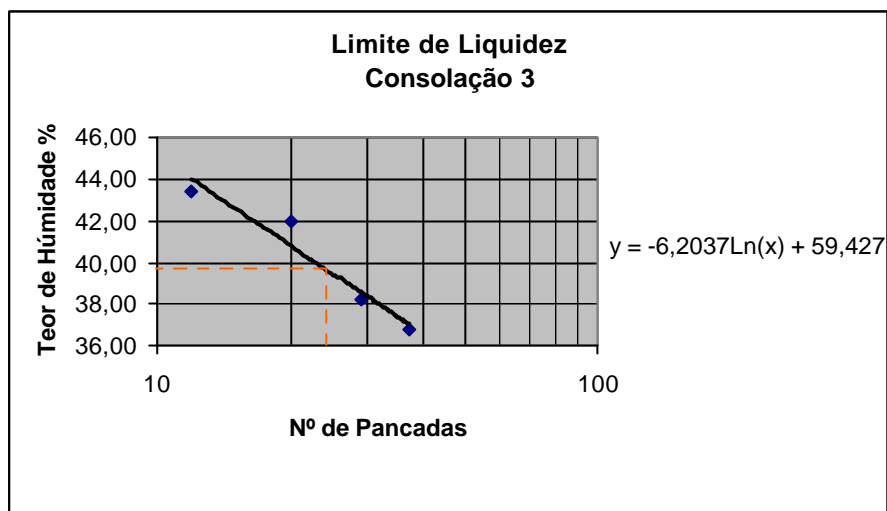


Figura 10.4 – Gráfico do Limite de Liquidez da lama Consolação 3.

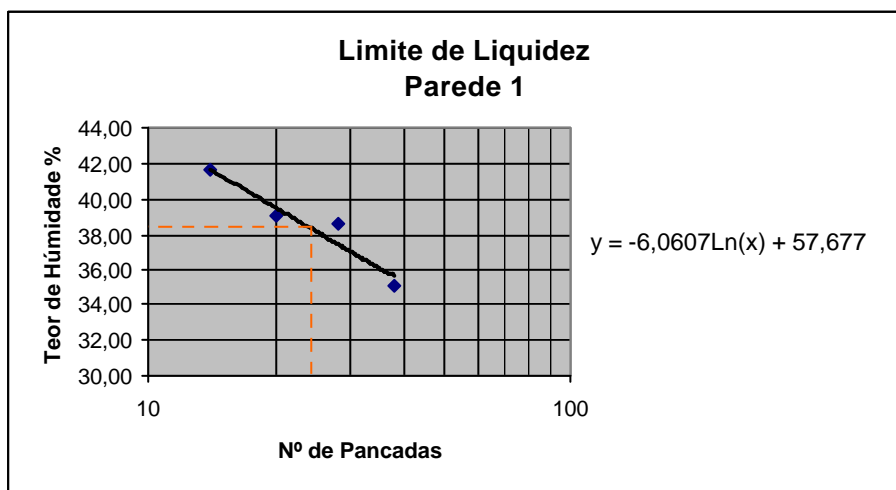


Figura 10.5 – Gráfico do Limite de Liquidez da lama Parede 1.

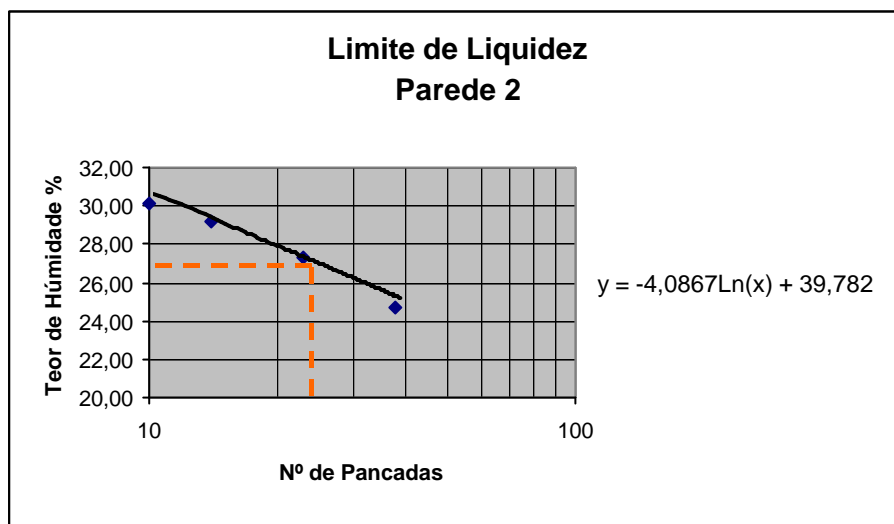


Figura 10.6– Gráfico do Limite de Liquidez da lama Parede 2.

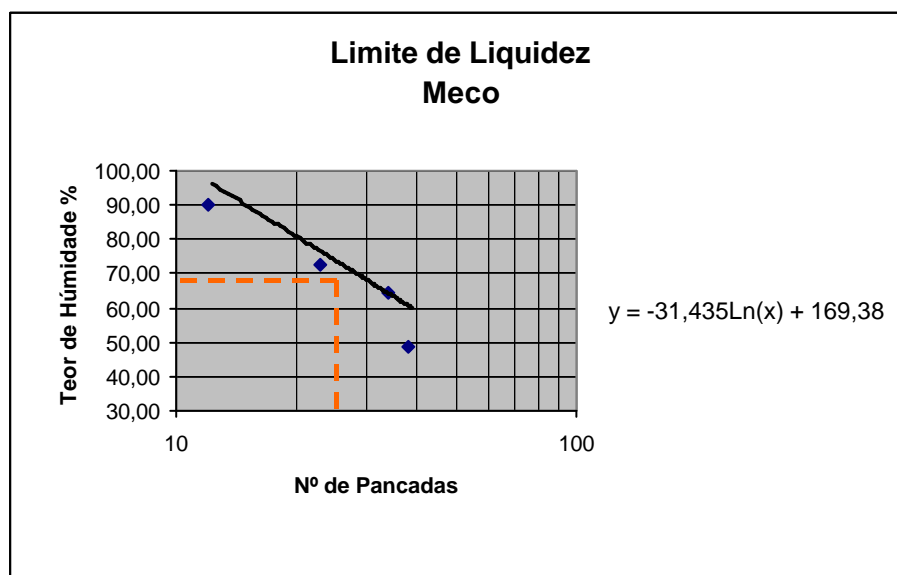


Figura 10.7 – Gráfico do Limite de Liquidez da lama Meco.

10.2 Análise granulométrica das argilas/lamas estudadas

Os resultados da distribuição dimensional do grão das argilas estudadas constam das **tabelas 10.6, 10.7, 10.8, 10.9, 10.10 e 10.11**. A partir dos dados das tabelas representadas construíram-se as curvas de massa acumulada das partículas *versus* diâmetro esférico equivalente (**Figuras 10.8, 10.9, 10.10, 10.11, 10.12 e 10.13**).

Dee- Diâmetro esférico equivalente (μm)	Massa de partículas no intervalo (%)	Massa Acumulada (%)
60,0	0,3	99,7
50,0	1,6	98,1
40,0	2,2	95,9
30,0	3,0	92,9
25,0	2,1	90,8
20,0	2,5	88,2
15,0	3,0	85,3
10,0	5,0	80,2
8,0	3,2	77,1
6,0	4,2	72,9
5,0	2,7	70,2
4,0	3,3	67,0
3,0	4,0	63,0
2,0	4,8	58,1
1,5	3,8	54,4
1,0	5,5	48,9
0,8	2,7	46,2
0,6	3,2	43,0
0,5	2,1	40,8
0,4	2,8	38,0
0,3	3,7	34,2
0,2	4,3	30,0
0,1	5,9	24,1

Tabela 10.6- Distribuição ponderal das partículas da argila da Praia do Meco

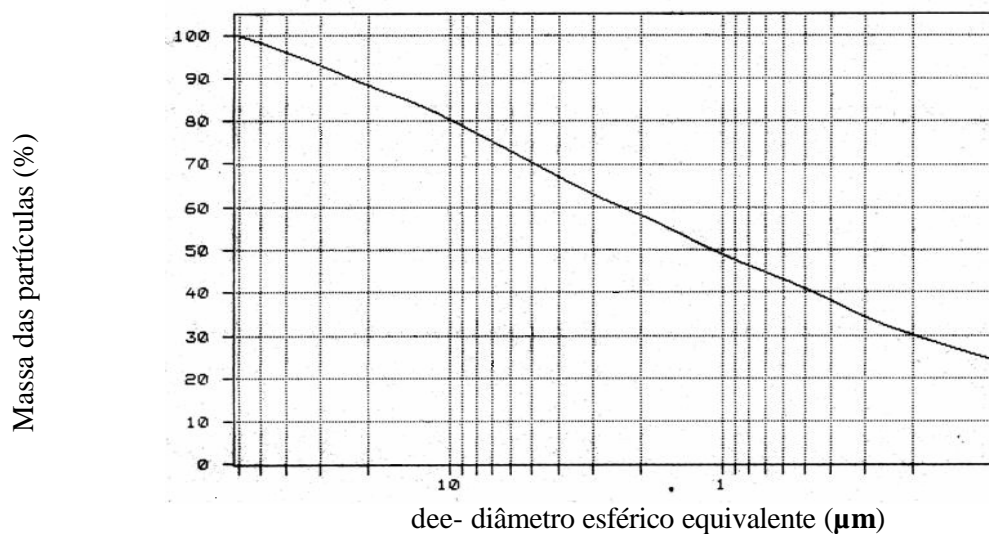


Figura 10.8- Massa Acumulada das partículas versus diâmetro esférico equivalente (Praia do Meco)

Dee- Diâmetro esférico equivalente (µm)	Massa de partículas no intervalo (%)	Massa Acumulada (%)
60,0	0,5	99,5
50,0	0,1	99,5
40,0	0,1	99,4
30,0	0,6	98,7
25,0	0,7	98,1
20,0	0,9	97,1
15,0	2,7	94,4
10,0	6,7	87,7
8,0	4,7	83,0
6,0	7,3	75,8
5,0	5,4	70,4
4,0	6,9	63,5
3,0	8,2	55,2
2,0	11,5	43,8
1,5	8,2	35,6
1,0	8,6	27,0
0,8	4,2	22,9
0,6	5,7	17,1
0,5	3,6	13,5
0,4	4,0	9,5
0,3	3,8	5,7
0,2	3,6	2,1
0,1	3,1	-1,0

Tabela 10.7- Distribuição ponderal das partículas da argila da Praia da Consolação (Cons. 1)

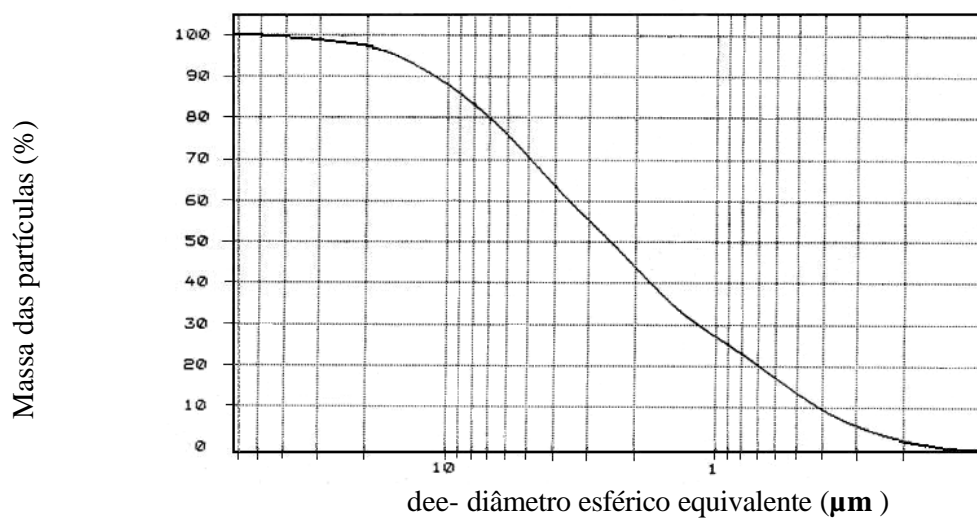


Figura 10.9 - Massa Acumulada das partículas versus diâmetro esférico equivalente (Praia da Consolação 1)

Dee- Diâmetro esférico equivalente (µm)	Massa de partículas no intervalo (%)	Massa Acumulada (%)
60,0	0,7	99,3
50,0	0,2	99,1
40,0	0,6	98,6
30,0	2,1	96,5
25,0	2,3	94,2
20,0	3,4	90,9
15,0	4,8	86,1
10,0	8,3	77,8
8,0	5,3	72,5
6,0	7,6	64,8
5,0	5,2	59,7
4,0	6,2	53,4
3,0	7,6	45,8
2,0	9,0	36,8
1,5	5,1	31,7
1,0	6,3	25,4
0,8	3,0	22,5
0,6	3,6	18,9
0,5	1,8	17,1
0,4	1,8	15,3
0,3	1,8	13,5
0,2	2,4	11,1
0,1	2,1	9,0

Tabela 10.8 - Distribuição ponderal das partículas da argila da Praia da Consolação (Con. 2)

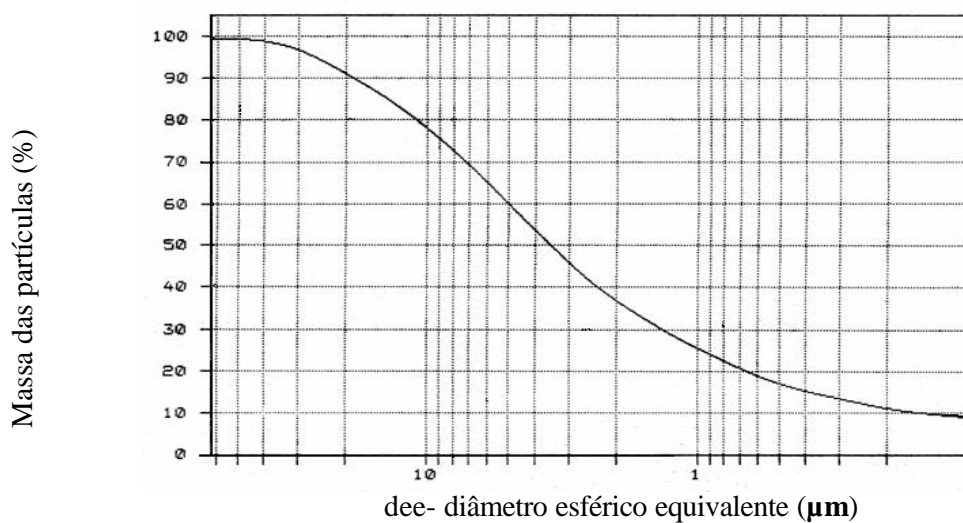


Figura 10.10- Massa Acumulada das partículas *versus* diâmetro esférico equivalente (Praia da Consolação 2)

Dee- Diâmetro esférico equivalente (µm)	Massa de partículas no intervalo (%)	Massa Acumulada (%)
60,0	-0,9	100,9
50,0	1,5	99,4
40,0	3,1	96,3
30,0	6,2	90,1
25,0	4,5	85,6
20,0	5,4	80,2
15,0	6,3	73,9
10,0	8,2	65,6
8,0	4,1	61,5
6,0	5,3	56,2
5,0	3,7	52,6
4,0	4,9	47,6
3,0	6,8	40,8
2,0	9,1	31,7
1,5	5,2	26,5
1,0	5,2	21,2
0,8	2,4	18,8
0,6	2,7	16,1
0,5	1,6	14,5
0,4	1,7	12,8
0,3	2,0	10,8
0,2	2,0	8,8
0,1	2,5	6,3

Tabela 10.9 - Distribuição ponderal das partículas da argila da Praia da Consolação (Cons. 3)

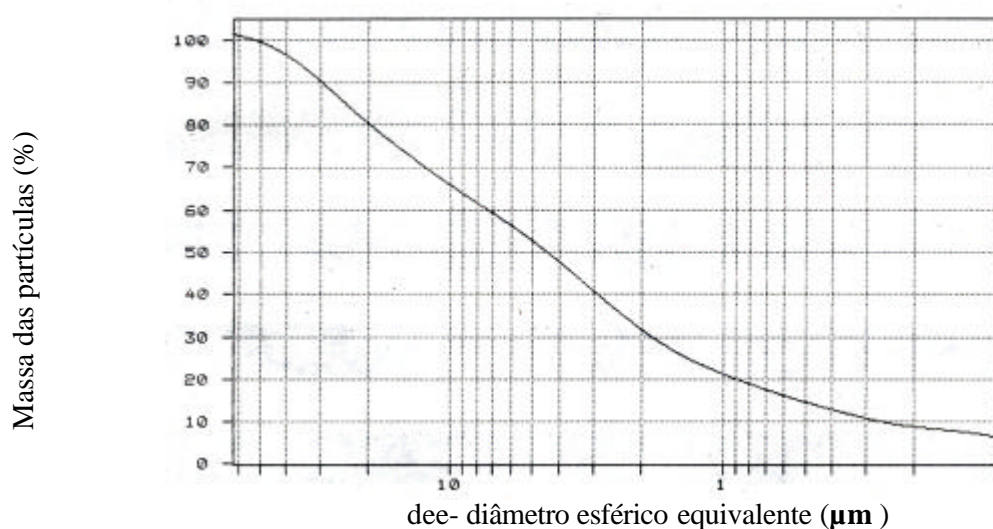


Figura 10.11- Massa Acumulada das partículas versus diâmetro esférico equivalente (Praia da Consolação 3)

Dee- Diâmetro esférico equivalente (µm)	Massa de partículas no intervalo (%)	Massa Acumulada (%)
60,0	0,4	99,6
50,0	0,4	99,1
40,0	0,3	98,9
30,0	0,4	98,5
25,0	0,5	98,0
20,0	0,8	97,2
15,0	1,6	95,6
10,0	4,4	91,2
8,0	3,3	88,0
6,0	4,5	83,5
5,0	2,6	80,9
4,0	2,7	78,2
3,0	3,7	74,6
2,0	5,6	68,9
1,5	4,6	64,3
1,0	6,3	58,0
0,8	4,0	54,0
0,6	5,8	48,2
0,5	3,6	44,6
0,4	4,3	40,4
0,3	4,9	35,5
0,2	6,0	29,5
0,1	8,2	21,3

Tabela 10.10 - Distribuição ponderal das partículas da argila da Praia da Parede (Parede 1)

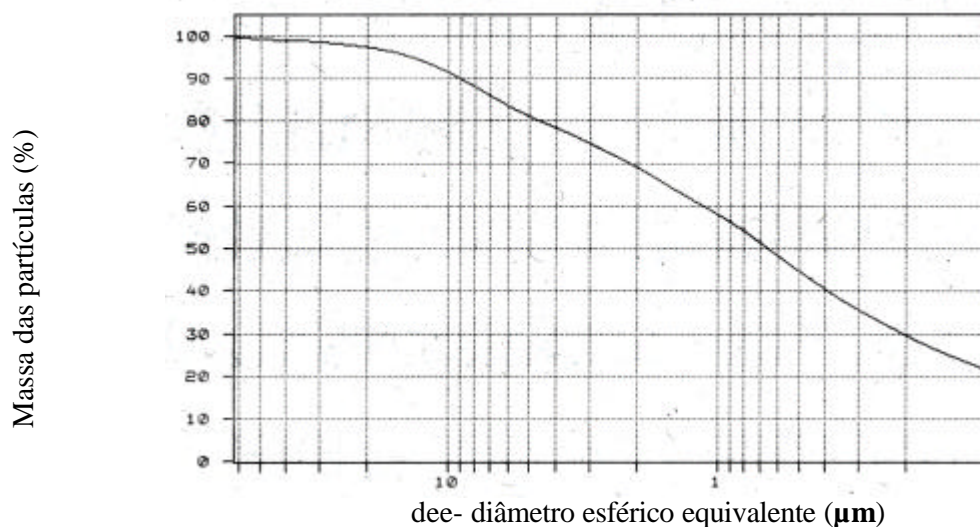


Figura 10.12 - Massa Acumulada das partículas versus diâmetro esférico equivalente (Praia da Parede1)

Dee- Diâmetro esférico equivalente (µm)	Massa de partículas no intervalo (%)	Massa Acumulada (%)
60,0	-0,0	100,0
50,0	1,0	99,0
40,0	2,2	96,8
30,0	5,5	91,2
25,0	5,6	85,6
20,0	8,7	76,9
15,0	12,2	64,7
10,0	14,2	50,5
8,0	6,0	44,5
6,0	6,4	38,2
5,0	3,4	34,7
4,0	3,7	31,0
3,0	3,8	27,3
2,0	3,9	23,3
1,5	2,4	21,0
1,0	2,4	18,6
0,8	0,9	17,7
0,6	1,3	16,4
0,5	0,9	15,5
0,4	1,0	14,5
0,3	1,3	13,1
0,2	1,8	11,3
0,1	2,0	9,4

Tabela 10.11 - Distribuição ponderal das partículas da argila da Praia da Parede (Parede 2)

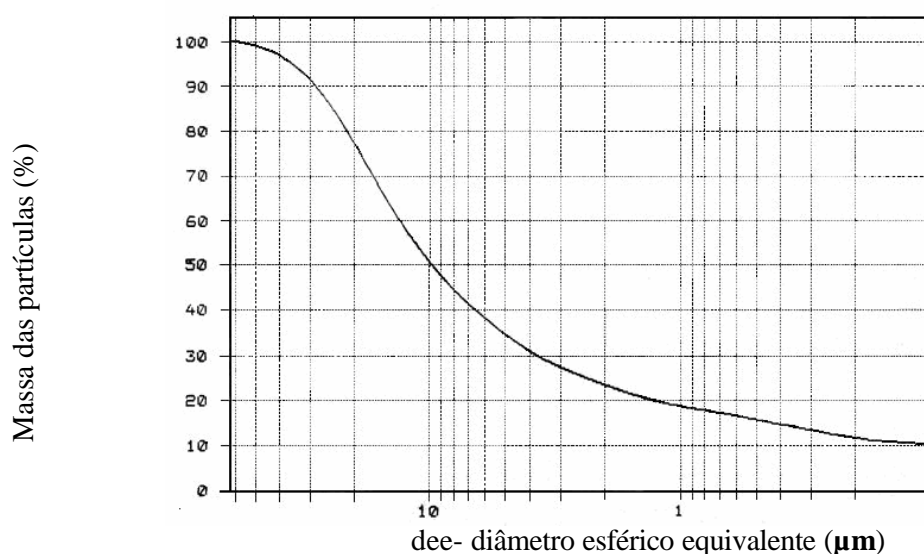


Figura 10.13 - Massa Acumulada das partículas versus diâmetro esférico equivalente (Praia da Parede2)

Os resultados anteriores permitem-nos concluir que o tamanho das partículas das amostras estudadas, para as classes granulométricas inferiores a 0,010 mm e 0,02 mm são os que constam da **tabela 10.12**.

Amostras	10 µm (%)	2 µm (%)
Meco	80	58
Consolação 1	88	44
Consolação 2	78	37
Consolação 3	66	32
Parede 1	91	69
Parede 2	51	23

Tabela 10.12 - Teor das partículas nas amostras estudadas, para as classes granulométricas inferiores a 0,010 mm e 0,002 mm

Concluimos que todas estas argilas apresentam uma granulometria muito fina, ideal para utilização em Peloterapia, exceptuando-se a amostra da Parede 2 que apresenta uma granulometria mais grosseira.

10.3 Análise estatística dos resultados obtidos

A utilização de técnicas geoestatísticas tem tido nos últimos anos um grande desenvolvimento, para a generalidade das disciplinas científicas. Destacam-se, em

particular, as técnicas de análise multivariada, de entre as quais se desenvolveram duas técnicas de crescente aplicação no domínio das Geociências: a Análise de Componentes Principais (Principal Components Analysis) e a Análise Grupal (Cluster Analysis).

Os métodos estatísticos de análise multivariada podem constituir um bom complemento aos métodos experimentais, contribuindo para analisar, descrever e interpretar observações multidimensionais, envolvendo mais do que uma simples variável.

A Análise Grupal (Cluster Analysis) compreende diferentes algoritmos de classificação e procura dar resposta a um problema geralmente enfrentado pelos investigadores de praticamente todas as áreas científicas: como organizar dados experimentais em estruturas com significado taxonómico. Nesta classificação. Quanto mais elevado o nível de agregação menos similares são os membros da respectiva classe.

O objectivo da aplicação do algoritmo (tree clustering algorithm) consiste em juntar espécimes (amostras ou variáveis) em grupos (clusters) cada vez maiores, usando medidas de similaridade ou de dissimilaridade. O resultado típico da Análise Grupal é o dendograma (hierarchical tree), construído através das dissimilaridades ou “distâncias” entre os espécimes.

Com a Análise de Componentes Principais pretende-se a visualização das oposições e/ou similitudes existentes entre os objectos analisados, analisando-se a variabilidade do sistema através de um pequeno número de novas variáveis linearmente independentes (factores principais ou comuns) definidos em ordem decrescente da sua influência no conjunto das variáveis.

Na Figura 10.14 apresenta-se o dendograma resultante da Análise Grupal efectuada para as seis amostras estudadas (fracções finas), com base nos parâmetros: teor em Filossilicatos, teor em Quartzo, teor em Feldspatos, teor em Dolomite, percentagem de partículas <10 µm, percentagem de partículas <2 µm, Índice de Plasticidade, Abrasividade, Capacidade de Troca Catiónica, Superfície Específica, Calor Específico e Tempo de Arrefecimento.

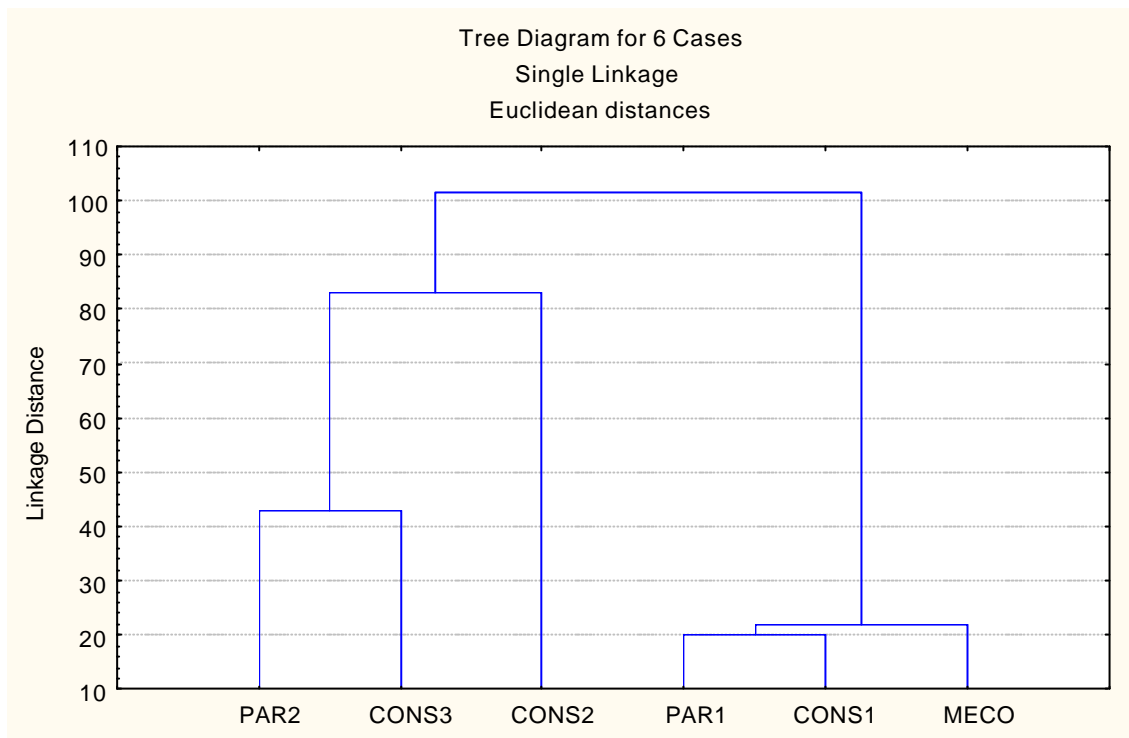


Figura 10.14 - Dendrograma resultante da Análise Grupal efectuada para as seis amostras estudadas.

Verifica-se que as amostras se associam em dois grupos (“clusters”), formados: um pelas amostras Parede 2, Consolação 2 e 3, e outro pelas demais, ou seja Parede 1, Consolação 1 e Meco. Esses dois grupos distinguem-se tanto pelas características mineralógicas e texturais como pelas propriedades analisadas (Plasticidade, Abrasividade, Capacidade de Troca Catiônica, Superfície Específica, Calor Específico e Tempo de Arrefecimento).

Efectivamente, a representação gráfica dos valores médios destes parâmetros calculados para os dois grupos (Figura 10.15) revela como o segundo grupo de amostras (Parede 1, Consolação 1 e Meco), mais siliciclástico, é mais rico em Filossilicatos e em partículas finas, apresenta menor Abrasividade e maior Capacidade de Troca Catiônica, enquanto que o outro grupo, mais dolomítico, apresenta maior Plasticidade e Calor Específico.

Ambos os grupos apresentam valores de Superfície Específica e Tempo de Arrefecimento muito semelhantes.

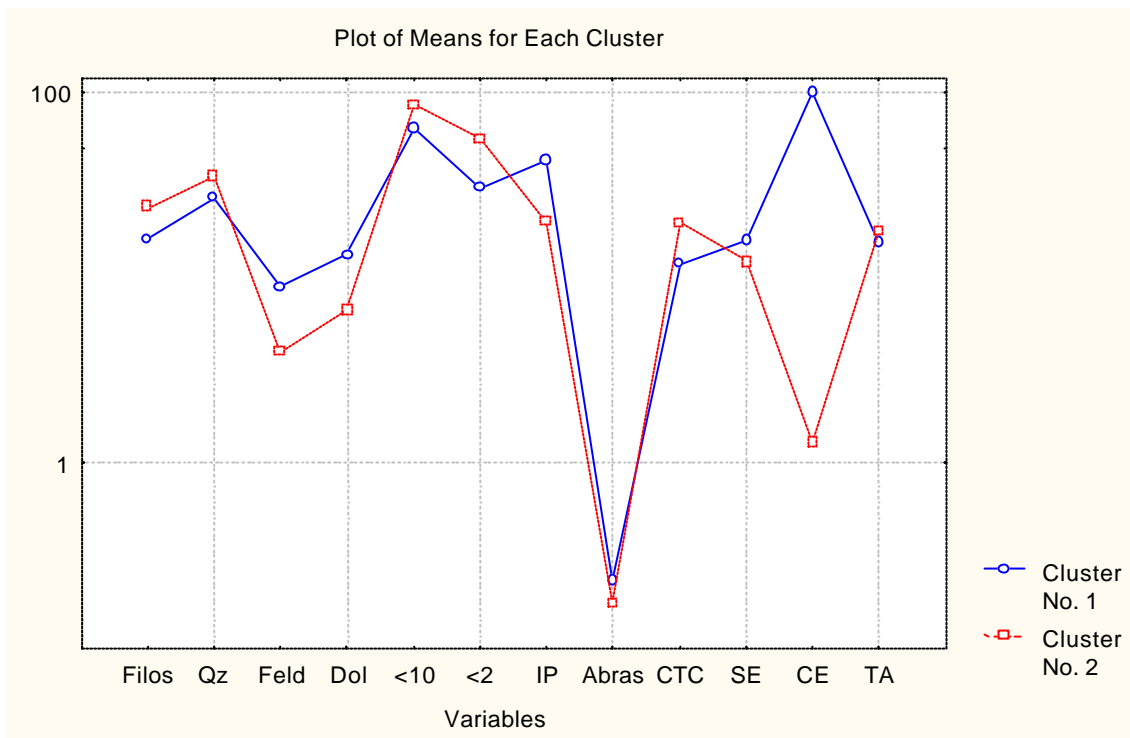


Figura 10.15 - Representação gráfica dos valores médios dos parâmetros analisados, calculados para os dois grupos de amostras.

Na Figura 10.16 apresentam-se os resultados da aplicação da Análise de Componentes Principais à mesma matriz de dados, denotando algumas relações entre os parâmetros estudados.

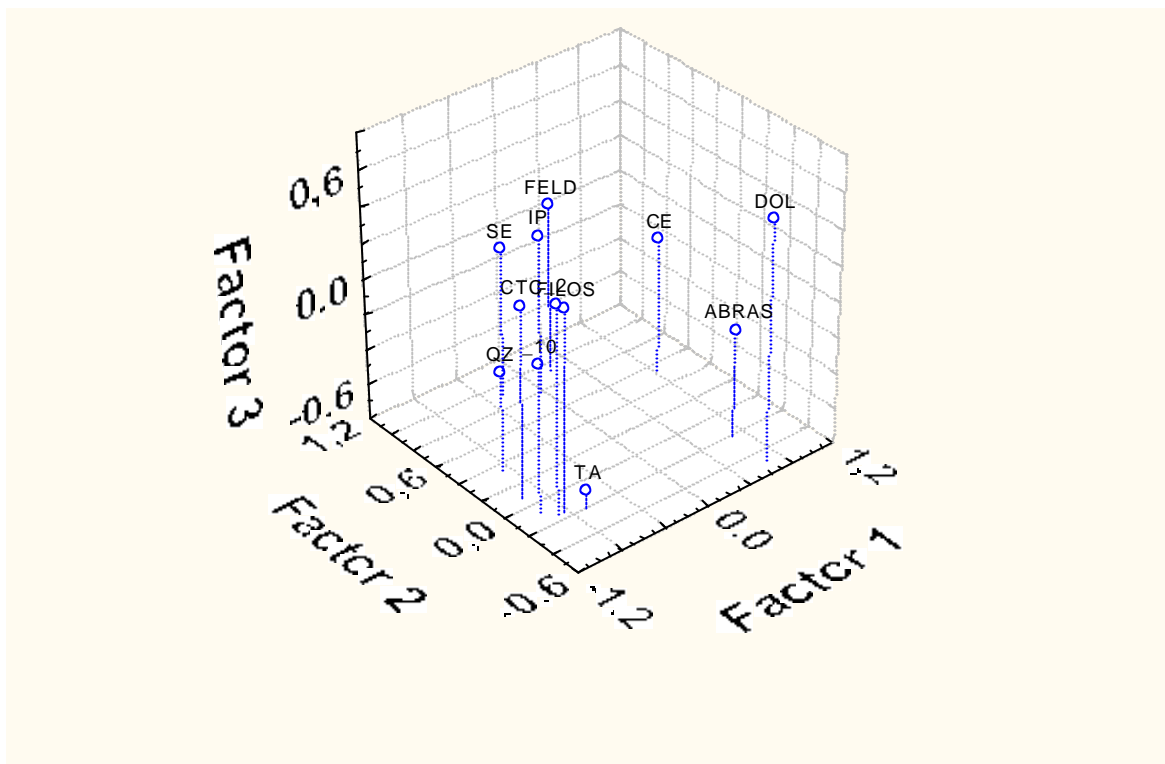


Figura 10.16 - Resultados da aplicação da Análise de Componentes Principais.

Assim, verifica-se uma estreita relação entre o teor em Filossilicatos e propriedades tais como Plasticidade, Capacidade de Troca Catiónica e Superfície Específica, enquanto que a Abrasividade aparenta alguma relação com o teor em Dolomite e o Calor Específico, embora mais relacionado com o teor em Filossilicatos denota também alguma relação com o teor em Dolomite.

Se substituirmos a composição mineralógica das fracções $> 63 \mu\text{m}$ pela das fracções $> 2 \mu\text{m}$ (teores em Caulinite, Ilite, Clorite, Esmectite e Ilite-Esmectite), obtemos o dendograma da Figura 10.17, que no essencial confirma os agrupamentos já evidenciados na análise anterior.

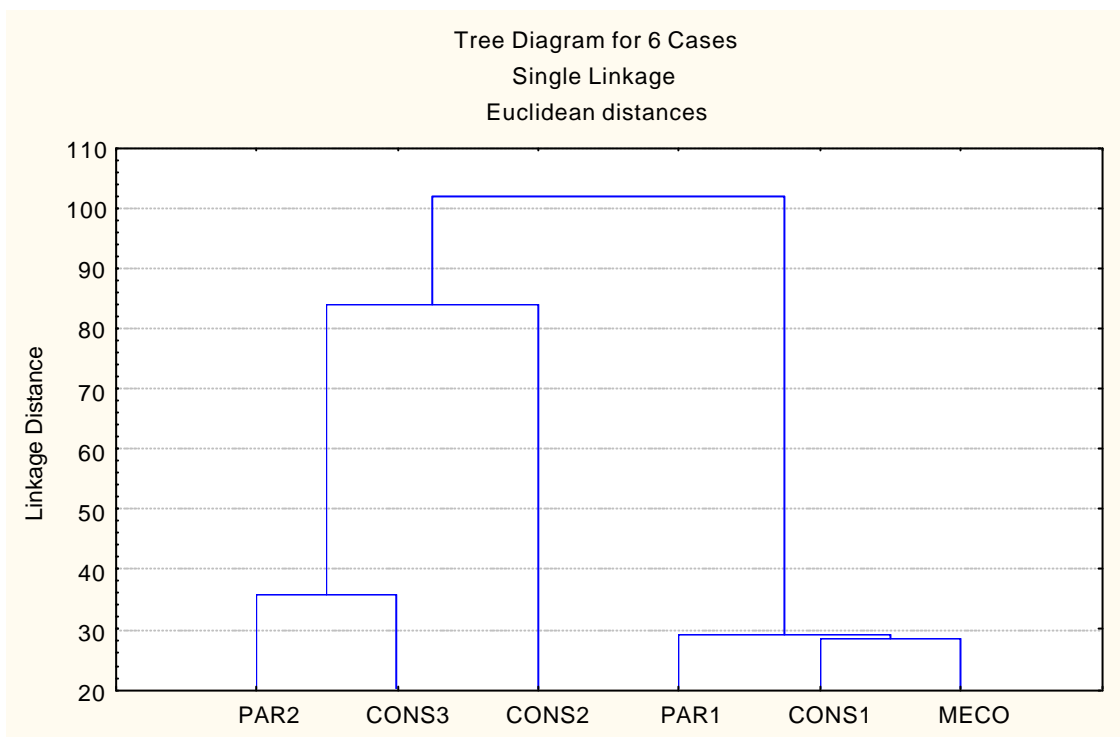


Figura 10.17 - Dendrograma resultante da Análise Grupal efectuada para as seis amostras estudadas (fracções argilosas).

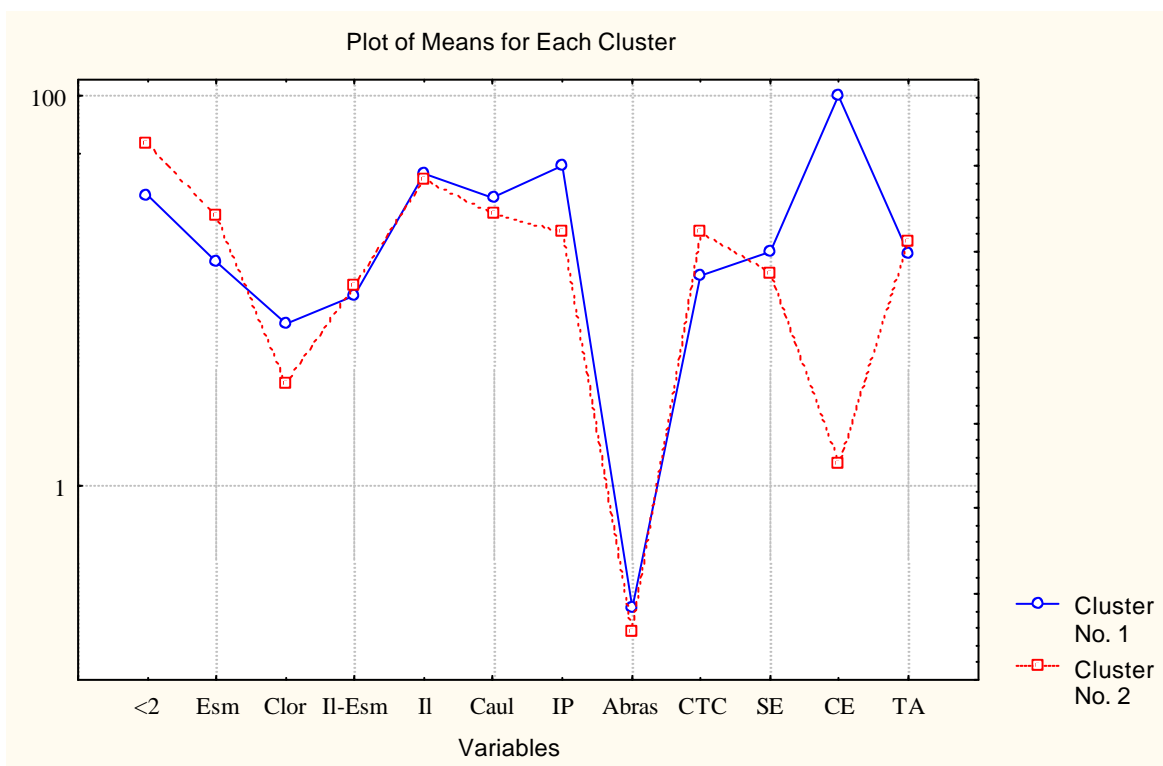


Figura 10.18 - Representação gráfica dos valores médios dos parâmetros analisados (fracções argilosas), calculados para os dois grupos de amostras.

A representação gráfica dos valores médios destes parâmetros calculados para os dois grupos (Figura 10.18) revela como o segundo grupo de amostras (Parede 1, Consolação 1 e Mecó), é mais rico em Esmectite e em partículas argilosas, enquanto que o outro grupo é mais rico em Caulinite e em Clorite.

Na Figura 10.19 apresentam-se os resultados da aplicação da Análise de Componentes Principais à mesma matriz de dados, denotando, uma vez mais, algumas relações entre os parâmetros estudados.

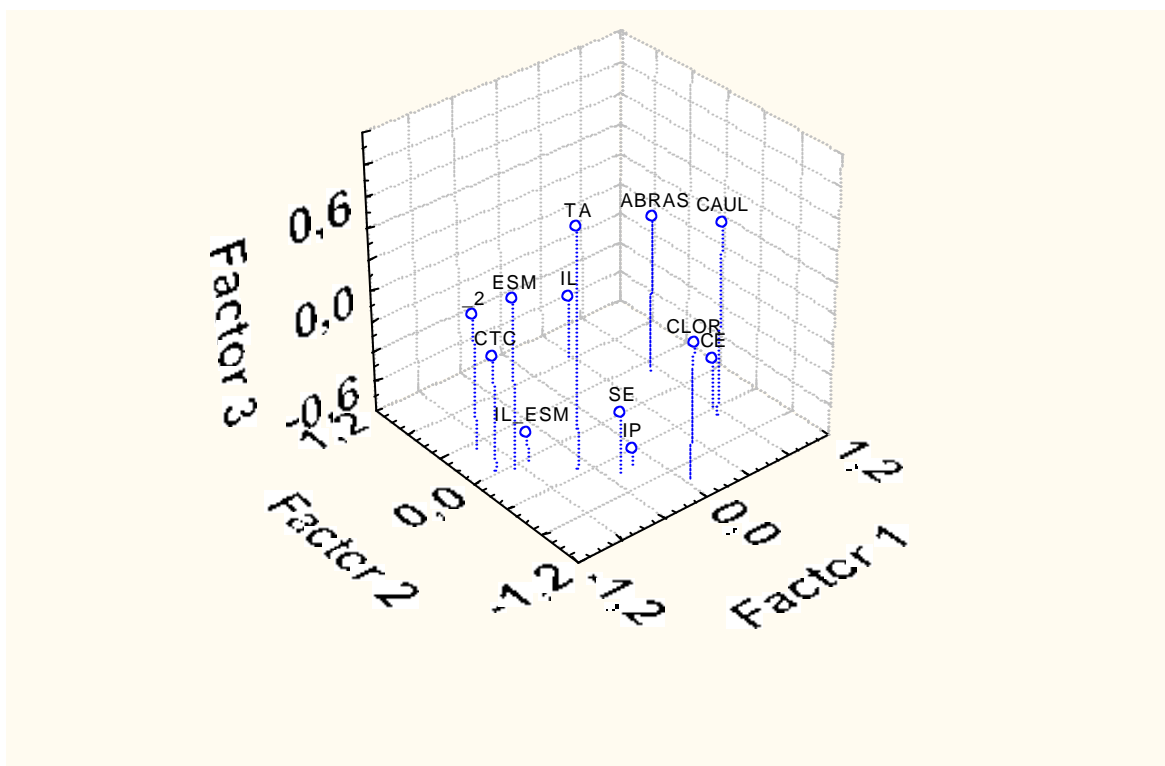


Figura 10.19 - Resultados da aplicação da Análise de Componentes Principais (fracções argilosas).

Com efeito, verifica-se uma estreita relação entre o teor em partículas argilosas e o teor em Esmectite, em Ilite-Esmectite (e também em Ilite) com propriedades tais como Plasticidade, Capacidade de Troca Catiónica, Superfície Específica, Plasticidade e Tempo de Arrefecimento (este último evidenciando alguma relação também com o teor em Caulinite), enquanto que a Abrasividade aparenta estar relacionada com o teor em Caulinite, e o Calor Específico, embora mais relacionado com o teor em Clorite, denota também alguma relação com o teor em Caulinite.

10.4 Comparação com outras argilas /lamas aplicadas em Peloterapia

Fez-se a comparação entre as argilas/lamas das praias da Consolação, Parede e Meco com outras argilas/lamas aplicadas em Peloterapia.

Lamentavelmente, a Peloterapia e a Fangoterapia são técnicas pouco desenvolvidas em Portugal, contrariamente ao verificado noutros países, tais como, Itália, Espanha e Alemanha. Actualmente, tratamentos com pelóides estão limitados a três Centros de Talassotrapia, situados na Costa da Caparica, em Armação de Pêra e na Ilha da Madeira. Importa ainda referir tratamentos com pelóides “in situ”, em locais situados junto à Costa Atlântica, como são os casos da praia da Consolação, da praia do Meco, da praia da Parede e da praia do Burgau (Gomes, 2002).

Merece particular atenção a aplicação de banhos de lama na Estância Termal do Vale dos Cucos, Torres Vedras, localizada na margem direita do rio Sizandro. Esta estância está actualmente desactivada por motivo de obras. A lama que era aplicada ocorre numa caixa de falha associada a uma nascente de água, falha que se admite ter atingido formações geológicas de posicionamento profundo. As nascentes de Cucos são do tipo artesiano, a água que ascende através de uma fractura transporta em suspensão argila que depois é depositada. A lama de Vale de Cucos tem uma composição complexa, sendo constituída por caulinite, ilite, clorite, esmectite, interestratificados clorite-esmectite, calcite, quartzo e sulfuretos (Gomes, 2002). (**Tabela 10.13**).

Composição química	(%)	Composição química	(%)
SiO₂	38,49	MgO	2,61
Al₂O₃	17,21	K₂O	2,57
TiO₂	0,75	Na₂O	0,91
Fe₂O₃	5,15	P₂O₅	0,13
MnO	0,08	CO₂	13
CaO	17,21	SO₃	0,58
I.L.	5,04	Tabela 10.13 - Composição química (lama de Vale dos Cucos)	

Também existe matéria orgânica na lama em teor aproximado de 1 %. O valor de CTC anda à volta de 10 meq/100g.

Nas termas de Vale dos Cucos aplicam-se banhos de água e banhos de lama a 38°C e cataplasmas de argila a 43°C aproximadamente. Estas aplicações são utilizadas no tratamento de doenças tais como: artrite, reumatismo, artroses, etc.

Comparativamente com a zona em estudo, verifica-se que a argila/lama da Praia da Consolação 2 tem valores muito aproximados aos registados no Vale dos Cucos, sobretudo no que diz respeito aos valores de SiO₂, Al₂O₃, MnO, TiO₂, entre outros.

Nos Açores, no Vale das Furnas, na Ilha de S. Miguel (Cladeiras das Furnas) brotam “geysers” de águas ferventes e lamas sulfurosas de cor cinzento-escuro.

A lama utilizada nas Termas das Furnas é muito fina, tem odor a enxofre e é constituída essencialmente por esmectite e caulinite, contrariamente às da área em estudo que são constituídas, essencialmente, por ilite, apesar da esmectite e caulinite também existirem em proporções consideráveis (Gomes, 2002). (**Tabela 10.14**)

Composição química	(%)	Composição química	(%)
SiO₂	48,56	MgO	1,02
Al₂O₃	28,14	K₂O	2,41
TiO₂	1,18	Na₂O	0,84
Fe₂O₃	2,38	P₂O₅	0,19
MnO	0,05	SO₃	1,86
CaO	0,24		
I.L.	10,56		

Tabela 10.14 - Composição química da lama de Vale das Furnas

As lamas Meco e Parede 2 são as que apresentam valores mais aproximados aos registados na lama de Vale das Furnas (exceptuando-se os valores de CaO, SO₃).

A composição e a textura da argila têm influência na curva de arrefecimento. À medida que sobe o teor de carbonatos existente na lama ou aumenta a finura da lama, a dissipação de calor faz-se mais lentamente. Verifica-se que a lama Consolação 1 apresenta uma curva de arrefecimento mais lenta.

Recentemente, Gomes & Silva (2001) estudaram as propriedades mais relevantes da bentonite da Ilha de Porto Santo, Serra de Dentro, Arquipélago da Madeira. Na **Tabela 10.15** encontra-se representada a composição química da bentonite (BENT).

Composição química	(%)	Composição química	(%)
SiO₂	45,01	MgO	3,86
Al₂O₃	18,57	K₂O	0,45
TiO₂	2,77	Na₂O	2,37
Fe₂O₃	10,58	P₂O₅	1,76
MnO	0,86	CaO	5,97
LL.	7,54		

Tabela 10.15 - Composição química da bentonite (BEN)

Na **tabela 10.16** encontram-se representadas as principais propriedades físicas e químicas destas amostras.

Amostra	Vale dos Cucos	Vale das Furnas	Serra de Dentro (bentonite)
Índice de Plasticidade (%)	8	60	161
Abrasividade (mg.m⁻²)	0,35	0,15	0,11
CTC (emol.kg⁻¹)	11	25	89
SE (m².g⁻¹)	18	50	79
Calor específico (J/g?C)	3,45	3,15	3,55
Taxa de Arrefecimento (min)	19,8	16,5	25

Tabela 10.16 - Principais propriedades químicas e físicas de outras argilas/lamas aplicadas em Peloterapia

Na **tabela 10.17** apresenta-se, em síntese, a comparação entre as amostras estudadas e as de Serra de Dentro, Vale das Furnas e Vale dos Cucos, para as principais propriedades físicas e químicas estudadas.

Amostra	Meco	Consolação 1	Consolação 2	Consolação 3	Parede 1	Parede 2	Serra de Dentro	Vale das Furnas	Vale dos Cucos
Índice de Plasticidade (%)	34	17	21	18	11	9	161	60	8
Abrasividade (mg.m ⁻²)	0,27	0,15	0,14	0,24	0,11	0,32	0,11	0,15	0,35
Capacidade de Troca Catiónica (cmol.kg ⁻¹)	18,6	17,3	16,9	12,4	24,2	6,1	89	25	11
Superfície Específica (m ² .g ⁻¹)	14,5	6,9	20,9	20,9	15,5	5,5	79	50	18
Calor Específico (J/ g °C)	1,22	1,20	n.d.	n.d.	1,46	n.d.	3,55	3,15	3,45
Taxa de Arrefecimento (min.)	18	19,5	15,5	17	16	14	25	16,5	19,8

Tabela 10.17 - Principais propriedades físicas e químicas das amostras estudadas e as de Serra de Dentro, Vale das Furnas e Vale dos Cucos.

Capítulo 11

Conclusões

11 Conclusões gerais

Os resultados apresentados nesta dissertação permitiram-nos retirar as seguintes conclusões:

- i) As investigações levadas a efeito mostraram que para além da composição mineralógica das argilas/lamas estudadas e colhidas na praia da Consolação, na praia do Meco e na praia da Parede, são certas propriedades físicas (superfície específica e abrasividade) e propriedades térmicas (taxa de arrefecimento), bem como propriedades químicas (composição química e capacidade de troca catiónica), as mais relevantes tendo em vista a avaliação das suas potencialidades para aplicações no campo da peloterapia, e poder compreender em bases científicas as razões porque os referidos materiais têm sido usados, de modo empírico, desde há muitos anos, no tratamento de certas afecções da saúde humana.
- ii) Os geomateriais argilosos estudados exibem algumas propriedades comuns, em termos de composição e propriedades: elevada superfície específica, elevada troca catiónica, elevado calor específico e baixa taxa de arrefecimento.
- iii) As argilas/lamas estudadas quando comparadas com argilas/lamas de referência utilizadas para funções semelhantes, apresentam muitas características em comum. Trata-se de argilas/lamas onde estão presentes carbonatos, calcite e dolomite, que justificam os teores de Ca e Mg que elas apresentam, e onde está igualmente presente esmectite, mineral argiloso de grão lamelar e extremamente pequeno, em maior ou menor quantidade.
- iv) Todos os recursos naturais referidos neste estudo possuem características que limitam a sua utilização em aplicações externas, banhos e cataplasmas.

11.1 Propostas para futuros estudos e desenvolvimentos

i) Investigar mais aprofundadamente propriedades das argilas/lamas não estudadas na presente dissertação, tais como, a forma, distribuição e aglomeração do grão, a natureza e teores dos catiões de troca, e o poder absorvente.

ii) Investigar o efeito da maturação das argilas/lamas no melhoramento de certas propriedades, nomeadamente: na forma, distribuição e aglomeração do grão, na superfície específica, na capacidade de troca catiónica, e na taxa de arrefecimento.

iii) Investigar o efeito da adição às argilas/lamas, durante a maturação, de água do mar e de água termal (bicarbonatada e sulfatada).

Capítulo 12

Referências Bibliográficas

12 Referências Bibliográficas

Andrade, A. I. A., “Aspectos práticos da determinação quantitativa dos elementos maiores em rochas, por espectrometria de fluorescência de raios X”, em *Geociências, Revista da Universidade de Aveiro*, 5 (2), (1990), 91-118.

Barbieri, P., “Validità terapeutica dei fanghi delle Terme di Salice”, *Atti. Conv. Argille Curative*, Ed. Veniale, Tipografia Trabella, Itália, (1996), 13-15.

Brindley, G. W. and Brown, G., *Crystal Structures of clay minerals and their X-ray*, (1980).

Cara, S. et al., “Posibilità di impiego delle bentoniti sarde nel campo delle argille sanitaria”, *Atti Conv. “Argille Curative”* (Ed. Veniale, F.), Salice Terme PV (Italy), Tipografia Trabella, (1996), 103-117.

Cara, S. et al., “The bentonites in pelotherapy: chemical, mineralogical and technological properties of materials from Sardinia deposits (Italy), em *Applied Clay Science*, **16**, (2000a), 117-124.

Cara, S. et al., “The bentonites in pelotherapy: thermal properties of clay pastes from Sardinia deposits (Italy), em *Applied Clay Science*, **16**, (2000b), 125-132.

Costa, J. B.: Caracterização e constituição do solo. Fundação Caloute Gulbenkian, (1991).

Dias, J. M. A.: Dinâmica Sedimentar e Evolução recente da Plataforma Continental Portuguesa Setentrional. Tese de Doutoramento, Universidade de Lisboa, (1987), 500 pp.

Dias, J. M. A.; A & Rodrigues Magalhães, F.: *Evolução da linha de costa em Portugal, desde o último máximo glaciário até à actualidade: Síntese dos Conhecimentos. Estudos do Quaternário, APEQ, Lisboa, vol. I, (1997).*

Dextreit, R. and Abehsera, M., *'Earth Cures: A Handbook of Natural Medicine for Today'*, Ed. Paperback, (1997).

Enrique, N. and Amorós, A., *"Tecnologia Cerâmica"*, Instituto de Química Técnica, Universidade de Valência, (1985).

França J. C., Zbyszewski, G., Almeida F.: *Carta Geológica de Portugal. Notícia Explicativa da Folha 26 – C, Peniche, Lisboa, (1960).*

Ferrand, T. and Yvon, J., *"Thermal properties of clay pastes for pelotherapy"*, *em Applied Clay Science*, **6**, (1991), 21-38.

Gomes, C. F., *"Raios X no estudo de minerais"*, (1979), 219 p.

Gomes, C. F., *'Argilas – O que são e para que servem'*, Ed. Fundação Calouste Gulbenkian, (1988).457 p.

Gomes, C. F., *"Minerais Industriais. Matérias-primas cerâmicas."*, em INC, Lisboa, (1990), 247 p.

Gomes, C. F., *"Argilas – Aplicações industriais"*, Ed. O Liberal – Empresa de artes Gráficas, Lda, (2002), 241-249.

Gomes, C. F. and Silva, J., *'Estudo das propriedades físicas e químicas da areia da praia da ilha do Porto Santo, tendo em consideração o seu uso para fins terapêuticos'*, (1996), 35 p.

Gomes, C. F. and Silva, J., “*Propriedades terapêuticas da areia das praias da ilha de Porto Santo*”, (1999).

Gomes, C. F. and Silva, J., “*Beach sand and Bentonite of Porto Santo island: Potentialities for applications in geomedicine*”, Ed. O Liberal – Empresa de Artes Gráficas, Lda, (2001), 60 p..

Grim, R. E.: Clay mineralogy. Macgraw – Hill Book Company, New York, (1968), 596 p.

Helal, A., A., “*Cura pela Argila*”, Ed. Europa-América, Lda, (2001).

Keller, W. D: Enviromental aspects of clay minerals. J. Sed. Petrology (1970).

Novelli, G., “*Applicazioni medicali e igieniche delle bentoniti*”, *em Argille Curative*, Ed. Veniale, Tipografia Trabella, Itália, (1996), 25-43.

Parras, J., “*Mineralogia y propiedades cerâmicas de pizarras paleozóicas de Ciudad Real*”, Ph.D. Thesis, Universidad Complutense de Madrid, (1996).

Silva, J., “*Areia da praia da ilha do Porto Santo: geologia, génese, dinâmica e propriedades medicinais*”, Tese de Doutoramento, Universidade de Aveiro, (2002).

Velde, B. “*Introduction to clay minerals*”, in *Chemestry, origin, uses and environmental significance*, Ed. Chapman and Hall, London, (1992), 10 p.

Thorez, J.: Pratical identification of clays mineral. Ed. G. Lelotte, Belgique (1976).

Velde, B. Itroudction to clay minerals. <<<Chemistry, originis, uses and environmentalsignificance. Chapman & Hall, London, (1992) 198 p.

Velho, J. L.; Gomes, C. & Romariz, C., “Argilas”, in *Minerais Industriais*, Ed. Gráfica de Coimbra, Lda, (1998), 69-71.

Velho, J. L., “Caracterização, beneficiação e avaliação de caulinos portugueses para a indústria do papel”, Tese de Doutoramento, Universidade de Aveiro, (1993).

Veniale, F. And Setti, M., “L’argilla di Pontestura (AL): Potenzialità d’impiego nella formulazione di fanghi peloid”, *em* Ed. Veniale, Tipografia Trabella, Itália, (1996), 139-145.