



Escola Superior de Tecnologia e Gestão
Instituto Politécnico da Guarda

RELATÓRIO DE PROJETO

Licenciatura em Engenharia do Ambiente

Ana Raquel Coelho Aguiar
julho | 2012



Escola Superior de Tecnologia e Gestão

Instituto Politécnico da Guarda

DETERMINAÇÃO DA CAPACIDADE
RELATIVA DE ATENUAÇÃO DA
CONTAMINAÇÃO DE UM SOLO
– APLICAÇÃO AOS TERRENOS
ADJACENTES DA LIXEIRA DE
TRANCOSO

ANA RAQUEL COELHO AGUIAR

RELATÓRIO PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE LICENCIADO

EM

ENGENHARIA DO AMBIENTE

JULHO/2012

Ficha de identificação

Nome: Ana Raquel Coelho Aguiar

Número de aluno: 100 9238

Empresa: Laboratório de Geotecnia – Escola Superior de Tecnologia e Gestão

Local estudado: Zona envolvente da Lixeira de Trancoso

Docente Orientadora de projecto: Professora Doutora Ana Maria Antão

Resumo

Neste projecto iremos aplicar o índice de atenuação da contaminação do solo (SAI) à zona na envolvente da lixeira de Trancoso. Este índice SAI foi proposto por Heredia e Cirelli (2008), para avaliar a vulnerabilidade de um lençol freático ao risco de poluição, através da análise de vários fatores de caracterização do solo. Os vários fatores considerados são: a profundidade do nível freático, a posição na paisagem, o teor de argila, a CTC, o teor de carbono e o pH.

Iniciaremos o projecto com um enquadramento da zona em estudo, ou seja, localizaremos a zona e caracterizaremos o clima, a morfologia e geologia.

Efetuiremos diversas análises de solos e águas, para determinar os parâmetros necessários para a aplicação do SAI. E analisaremos também alguns parâmetros considerados importantes segundo o DL 208/2008 que estabelece o regime de protecção das águas subterrâneas contra a poluição e deterioração

Aplicaremos o índice de atenuação da contaminação dos solos e classificaremos o solo segundo a sua capacidade em reter os poluentes para que estes não contaminem as águas subterrâneas.

Palavras-chave: índice de atenuação, solo, retenção de poluentes, contaminação, lixeira.

Abstract

In this project we will apply a soil attenuation index (SAI) for mitigation of soil contamination to the area around the old trash dump site near Trancoso. This index SAI was proposed by Heredia & Cirelli, (2008) for evaluating the vulnerability of a groundwater of the risk of pollution through the analysis of many factors characterization of the soil. The various factors considered are: phreatic depth, landscape position, clay content, cation exchange capacity, organic carbon content and pH.

We will begin the project with a framework for the study area, for the characterization of the climate, morphology and geology.

We will make several analyzes of soils and waters, to determine the parameters needed to implement SAI. And we also analyze some parameters that are important according to DL 208/2008 laying down the rules on protection of groundwater against pollution and deterioration.

Will apply a soil attenuation index and to classify the soil according to its ability to retain pollutants so that they do not contaminate groundwater.

Keywords: soil attenuation index, soil, retention of pollutants, contamination, trash dump site.

Agradecimentos

Agradeço aos meus pais, pelo esforço que fizeram por mim e pela motivação que me deram.

Aos colegas e amigos que tornaram o caminho percorrido mais fácil e divertido, especialmente à Catarina Guerra.

Aos professores, especialmente à Professora Doutora Ana Antão, pelo apoio e orientação.


Ao Ricardo Rodrigues, pela indispensável ajuda no trabalho de laboratório.

A engenheira Sandra Ribeiro e sua equipa, da Câmara Municipal de Trancoso pelas informações fornecidas.

Índice

Simbologia.....	1
Objetivos.....	3
Introdução.....	4
Caracterização e enquadramento da zona em estudo.....	5
Índice de Atenuação do solo (SAI).....	9
Localização da recolha de amostras de solos e águas.....	11
Análises de água.....	13
pH, condutividade e Temperatura.....	13
Fluoretos, cloretos, nitritos, brometos, nitratos, fosfatos e sulfatos.....	15
Zinco, cobre, magnésio, chumbo e ferro.....	17
Azoto amoniacal.....	18
Análises de solos.....	19
Teor em água.....	19
Densidade das partículas - NP 83 (1965).....	20
Limites de consistência- NP 143 (1969).....	21
pH do solo.....	24
Cálculo da capacidade de troca catiónica do solo.....	25
Determinação da matéria orgânica.....	27
Análise granulométrica por peneiração húmida: E - 239 (1970).....	30
Análise Granulométrica E 196 – 1966.....	32
Análise e discussão dos resultados obtidos.....	36
Conclusão.....	41
Bibliografia.....	42
Webgrafia (Consultas efetuadas).....	44

Índice de Ilustrações

Ilustração 1 - Estrato da carta militar nº 170 com indicação da zona em estudo.....	6
Ilustração 2 - Imagem de satélite da zona em estudo e sua localização no território nacional	7
Ilustração 3 - Enquadramento geotectónico da zona estudada 	8

Índice de Gráficos

Gráfico 1 - Limite de liquides do solo Z1	21
Gráfico 2 - Limite de liquides do solo Z2	22
Gráfico 3 – Limite de liquides do solo Z3	22
Gráfico 4 - Limite de liquides do solo Z4.....	23
Gráfico 5 - Curvas granulométricas.....	31
Gráfico 6 - Curva granulométrica do Z1	33
Gráfico 7 - Curva granulométrica do Z2	33
Gráfico 8 - Curva granulométrica do Z3	34
Gráfico 9 - Curva granulométrica do Z4	34

Índice de Tabelas

Tabela 1 - Parâmetros considerados para a construção do SAI; peso relativo e fator de normalização (Heredia e Cirelli, 2008).....	10
Tabela 2 - Localização da recolha das amostras de solos.....	11
Tabela 3 - Localização da recolha das amostras de água	12
Tabela 4 - Análises realizadas no local de recolha (pH, condutividade e temperatura)	13
Tabela 5 - Análise de pH e temperatura no laboratório	14
Tabela 6 - Análise da condutividade e temperatura no laboratório	14
Tabela 7 - Área dos aniões.....	16
Tabela 8 - Concentração dos elementos e compostos químicos analisados	16
Tabela 9 - Concentrações Zn, Cu, Mg, Pb e Fe	17
Tabela 10 - Concentração do azoto amoniacal	18
Tabela 11 - Teor em água	19
Tabela 12- Limite de plasticidade do solo Z4.....	24
Tabela 13 - pH do solo.....	24
Tabela 14 - CTC do solo.....	27
Tabela 15 - Determinação da MO - Resultados da titulação.....	28
Tabela 16 - Percentagem de Matéria Orgânica.....	28
Tabela 17 - Substâncias orgânicas e carbono orgânico (1º Ensaio).....	29
Tabela 18 – Teor de MO e carbono orgânico (2º Ensaio).....	29
Tabela 19 - Valores médios do CO.....	30
Tabela 20 - Percentagens de argila, silte, areia e cascalho.....	35
Tabela 21 - Resultados do Cc e Cu.....	36
Tabela 22- Valores das variáveis analisadas para a construção do SAI.....	36
Tabela 23 - Fatores de normalização e peso relativo dos solos.....	37
Tabela 24 - Valores do SAI para os solos analisados	37

Simbologia

A – Atividade do solo

CO – Carbono Orgânico

CTC – Capacidade de troca catiónica

FAO - Food and Agriculture Organization

g – gramas

Gs – densidade das partículas sólidas

IP – Índice de plasticidade

IGAOT – Inspeção-Geral do Ambiente e do Ordenamento do Território

LL – Limite de liquidez

LNEC – Laboratório nacional de engenharia civil

m – metros

mL – mililitros

MO – Matéria Orgânica

NP – Norma portuguesa

SAI – Índice de atenuação do solo (*Soil Attenuation Index*)

SAI 1 – localização da recolha da primeira amostra de água

SAI 2 – localização da recolha da segunda amostra de água

SAI 3 – localização da recolha da terceira amostra de água

SAI 4 – localização da recolha da quarta amostra de água

SNIRH – Sistema Nacional de informação de Recursos Hídricos

SP – Areia mal graduada (classificação unificada de solo)

SW – Areia bem graduada (classificação unificada de solo)

Z1 – localização da recolha da primeira amostra de solo

Z2 – localização da recolha da segunda amostra de solo

Z3 – localização da recolha da terceira amostra de solo

Z4 – localização da recolha da quarta amostra de solo

Objetivos

Neste projecto de fim de curso temos por objetivo aplicar um índice de atenuação da poluição do solo (SAI) à zona envolvente da lixeira de Trancoso.

Pretende-se assim validar este índice em solos nacionais, através da sua aplicação aos solos envolventes da lixeira municipal de Trancoso. Esta validação é feita de um modo expedito tendo em consideração algumas propriedades físicas e químicas do solo. Estas estão relacionadas com a capacidade tampão do solo, ou seja com a capacidade do solo de reter os poluentes. A sua determinação permitirá fazer uma classificação dos solos em função da capacidade de retenção da contaminação destes, através do valor do SAI.

Neste índice iremos analisar vários parâmetros e a sua influência na retenção de poluentes no solo, evitando assim a contaminação das águas subterrâneas.

De acordo com o SAI (Heredia e Cirelli, 2008), os solos serão classificados em 4 níveis: muito baixa, baixa, moderada e elevada capacidade de retenção.

Introdução

Ambiente é o conjunto dos sistemas físicos, químicos, biológicos e suas relações e dos fatores económicos, sociais e culturais com efeito directo ou indirecto, mediato ou imediato, sobre os seres vivos e a qualidade de vida do homem (Lei 11/87).

A preservação do ambiente e a melhoria do atendimento às populações levou ao encerramento, selagem e recuperação paisagística de inúmeras lixeiras. O projecto de execução referente à “ Selagem e recuperação Ambiental da Lixeira de Trancoso” foi promovido pela Associação de Municípios da Cova da Beira e executado pela empresa Projectos de Engenharia e Arquitetura, LDA (Proengel) em 2003.

Estas informações foram fornecidas pela Câmara Municipal de Trancoso, que ao ser contactada mostrou-se disponível para fornecer as informações que continha acerca do encerramento da lixeira. Pelo contrário, a Associação de Municípios da Cova da Beira não respondeu aos pedidos feitos nem prestou qualquer tipo de informação.

Segundo o IGAOT, todo o processo de Selagem e Recuperação Ambiental da Lixeira de Trancoso foi promovido e acompanhado pela Associação de Municípios da Cova da Beira, não tendo os serviços camarários da Câmara Municipal de Trancoso tido qualquer acção de fiscalização ou acompanhamento do processo de empreitada. A autarquia não tem conhecimento da existência no local de qualquer suporte ou instrumentos de monitorização, bem como da obrigatoriedade de acompanhamento ou cumprimento de um plano de monitorização pré estabelecido.

Nas deslocações efetuadas a zona da lixeira não observamos nenhum piezómetro. Verificamos que o sistema de captação e drenagem das águas pluviais se encontrava obstruído por vegetação. A vedação, topografia dos taludes e disposição dos tubos de saída de biogás eram diferentes do projecto de recuperação ambiental. (Para melhor compreensão desta análise ver os mapas e fotografias anexos ao trabalho.)

Caracterização e enquadramento da zona em estudo

A zona em análise localiza-se no distrito da Guarda, concelho de Trancoso.

O concelho de Trancoso é constituído por 29 freguesias tendo estas uma área média de 12,5 km².

É uma zona de montanha, com cotas muito elevadas (chegam a alcançar os 985 metros nas freguesias de Sebadelhe da Serra e Guilherme e 890 metros nas freguesias de Terrenho, Moreira de Rei e Trancoso).

O concelho é dotado de um clima de altitude, verões quentes e invernos rigorosos, com geadas frequentes e de vez em quando, o sincelo.

Seguindo a EN 586 em direcção à freguesia de Fiães um aglomerado rural situado num planalto com um pequeno cabeço de aflorações rochosas, encontramos junto ao ecocentro de Trancoso uma antiga lixeira já encerrada e recuperada, que é a zona de análise.

A carta militar portuguesa correspondente à zona em estudo é a carta militar nº 170 à escala 1:25 000 (ilustração 1).



Ilustração 1 - Estrato da carta militar nº 170 com indicação da zona em estudo

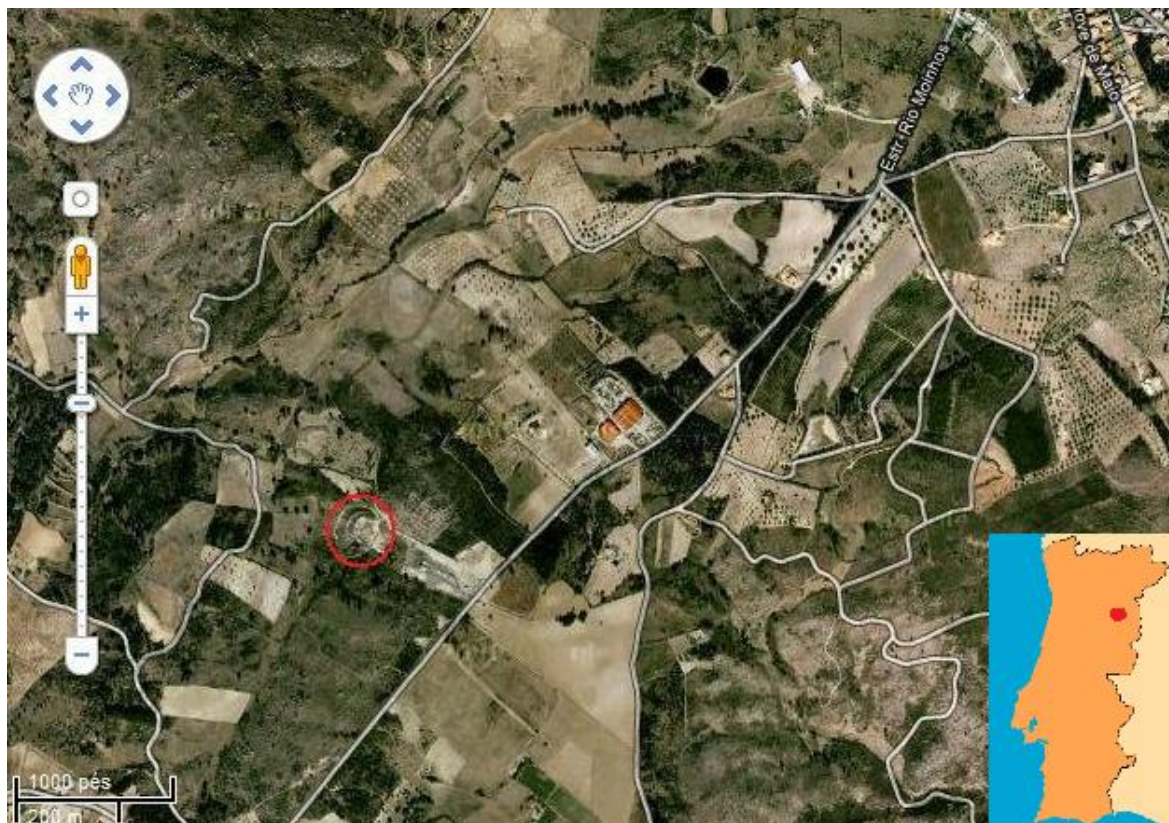


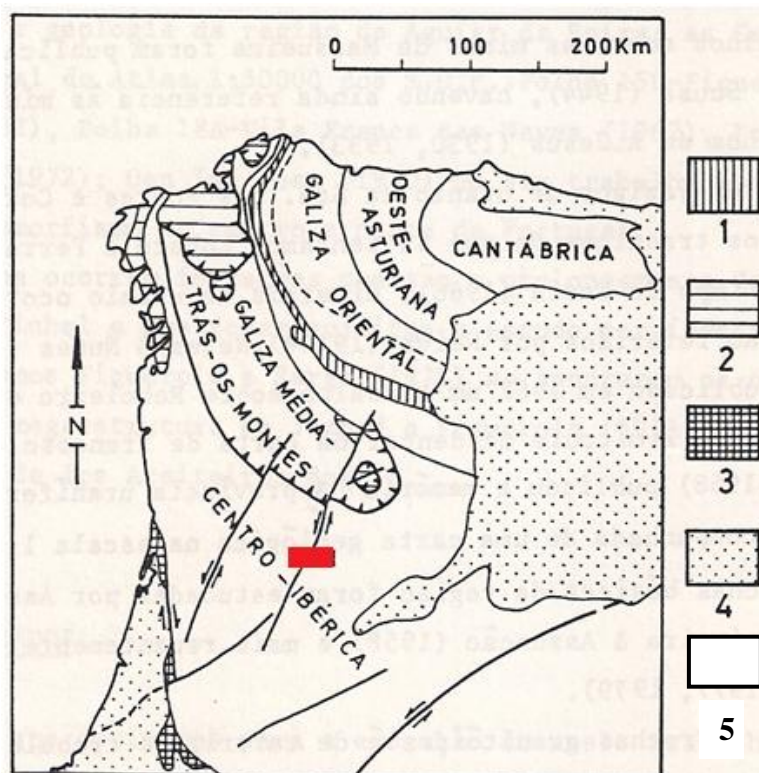
Ilustração 2 - Imagem de satélite da zona em estudo e sua localização no território nacional

Em termos morfológicos destaca-se o facto de todo o concelho se “integrar numa zona planáltica cortada pelo rio Távora e seus afluentes, variando a sua altitude entre os 500/600m a leste e os 900/950m na metade Ocidental, com terrenos predominantemente graníticos calco-alcalinos”, e de a própria “sede de concelho se situar num vasto e alto planalto, a cerca de 900m de altitude, nas proximidades da margem direita do rio Távora e a uma distância de 50km a nor-noroeste da cidade da Guarda, sede do Distrito”(www.cm-trancoso.pt/).

Enquadramento Geológico:

O granito da Guarda ocupa uma vasta área da Zona Centro-Ibérica na região das Beiras, na parte central de Portugal. É um granito biotítico, porfiróide de grão grosseiro, cujo posicionamento temporal é tardio relativamente à fase de deformação D3 da orogenia Varisca, intruindo séries metassedimentares do Complexo Xisto-Grauváquico. Na mesma região ocorrem, também, filões de quartzo e de rochas filonianas básicas, ocupando estruturas frágeis tardias de orientação NE-SW e NW-SE, respectivamente (Santovalá, Jaques, Noronha e Bobos, 2006).

A ilustração 3 mostra o enquadramento geotectónico da região em estudo (Regêncio Macedo, 1988).



Legenda da ilustração:

- 1-Formação porfiróide "Olho de Sapo"
- 2-Complexos Precâmbrios da Galiza e norte de Portugal
- 3-Precâmbrio da Zona de Osso-Morena
- 4-Cobertura secundária e terciária
- 5-Formações paleozoicas (granitos e xistos)

Ilustração 3 - Enquadramento geotectónico da zona estudada

A região está enquadrada a sul pelo grande batólito da Guarda e a norte pelas formações do Complexo Xisto-Grauváquico (CXG) que se estendem até Moncorvo cortadas por uma faixa de granitos hercínicos. Na região de Trancoso discriminaram-se três grandes unidades o CXG com rochas metassedimentares, o sinclinal ordovícico da Marofa-Antas discordante sobre o CXG, e os granitos hercínicos pré, sin, tardi e póstectónicos (Regêncio Macedo, 1988).

Índice de Atenuação do solo (SAI)

No artigo “ Groundwater chemical pollution risk: assessment through a soil attenuation index” (Heredia e Cirelli,2008) é proposto um índice de atenuação do solo para estimar o risco de poluição química das águas subterrâneas. Este índice leva em conta, os seguintes parâmetros: teor de carbono orgânico, pH, capacidade de troca catiónica, teor de argila, profundidade do nível freático e a posição na paisagem.

A metodologia desenvolvida é baseada no índice de qualidade da água. Neste índice os diferentes parâmetros são normalizados e combinados num único número para facilitar a comparação. A tabela 1 mostra-nos quais os parâmetros utilizados no índice, o seu peso relativo e fator de normalização.

Tabela 1 - Parâmetros considerados para a construção do SAI; peso relativo e fator de normalização (Heredia e Cirelli, 2008)

Parâmetros	Peso relativo (Pi)	Fator de normalização (Ci)				
		100	75	50	25	10
Profundidade do nível freático (m)	4	>20	10 a 20	5 a 10	2 a 5	<2
Posição na paisagem (m)	1	>20	–	10 a 20	5 a 10	<5
Teor de argila (%)	3	>50	30 a 50	20 a 30	15 a 20	<15
CTC (cmolc kg ⁻¹)	3	>25	17 a 25	10 a 17	5 a 10	0 a 5
Teor de carbono (g kg ⁻¹)	3	>30	20 a 30	15 a 20	7,5 a 15	0 a 7,4
pH	2	6,6 a 7,5	5 a 6,5 / 7,6 a 8,5	–	–	>8,5 / <5

Os diferentes parâmetros passam por uma etapa de normalização, onde cada parâmetro é transformado numa escala de 10 – 100 % . A próxima etapa é aplicar aos fatores um peso relativo que reflete a importância de cada parâmetro como indicador da capacidade de atenuação do solo.

Os valores dos parâmetros e o peso atribuído foram combinados na seguinte equação:

$$SAI = \frac{\sum Ci \times Pi}{\sum Pi}$$

Onde Ci é o valor atribuído a cada parâmetro após normalização, onde 100 é a máxima pontuação e 10 a mínima. O Pi é o peso relativo atribuído a cada parâmetro. A escala varia de 1 a 4, onde 4 é o mais importante (profundidade do nível freático), enquanto o valor de 1 significa que o parâmetro tem um impacto menor (posição na paisagem). Para validar o índice proposto os autores analisaram as concentrações de P (fosforo), Mn (manganês) e Zn (zinco) nas águas subterrâneas dos locais selecionados.

Localização da recolha de amostras de solos e águas

Após nos deslocarmos ao local uma primeira vez definiu-se os locais de amostragem de solos e de águas.

A recolha de solos foi efetuada após se ter retirado a capa superficial de vegetação do solo, tendo-se obtido cerca de 20 kg de solo representativo de cada local.

O solo foi armazenado em sacos de plástico, para preservar o teor de água. Ao chegar ao laboratório efetuou-se a análise do teor de água e o restante solo foi espalhado para secar ao ar.

Relativamente a recolha de amostras de água efetuou-se a recolha de 4 amostras simples. Amostras simples são amostras onde o material a analisar é recolhido todo no mesmo instante, refletindo as condições da água no instante considerado.

As amostras de água foram recolhidas através de um bailer. Armazenadas em frascos de vidro lavados e passados por água destilada.

Para que as amostras recolhidas não sofram alterações físicas, químicas ou biológicas durante o transporte e antes da realização das análises, utilizou-se a refrigeração como técnica de preservação.

Nas tabelas 2 e 3 apresentam-se as coordenadas e cotas aproximadas dos pontos de amostragem, obtidos com um equipamento GPS da marca Trimble modelo GeoXM estando estes representados no mapa da ilustração 4.

Tabela 2 - Localização da recolha das amostras de solos

Amostra	Coordenadas	Cota (m)	Descrição da localização
Z1	40°45'N 7°22'W	865.8	Terreno alto ao "pé" do furo
Z2	40°45'16"N 7°22'8"W	835	Em frente a charca
Z3	40°45'17"N 7°22'11"W	821	Ao lado do caminho em frente aos ferros
Z4	40°45'17"N 7°22'15"W	817	Largo junto a linha de água

Tabela 3 - Localização da recolha das amostras de água

Amostra	Coordenadas	Cota (m)	Descrição da localização
SAI 1	40°51'N 7°22'W	869,7	Poço
SAI 2	40°45'N 7°22'W	835	Charca ao pé do caminho
SAI 3	—	—	Ribeiro junto ao pinheiro
SAI 4	40°45'15"N 7°22'16"W	—	Ribeiro de baixo da pedra alta



Ilustração 4 - Localização dos locais de recolha das amostras de água e de solos.

Análises de água

Para a validação do índice proposto efetuamos análises às concentrações de magnésio (Mg) e zinco (Zn) das águas do local.

Em Portugal o DL 208/2008 estabelece o regime de proteção das águas subterrâneas contra a poluição e deterioração. Baseando-nos neste DL iremos analisar também a condutividade, pH, cádmio, chumbo, azoto amoniacal, fosfatos, cloretos, sulfatos e nitratos, pois consideramos serem fatores relevantes para a análise da contaminação das águas.

pH, condutividade e Temperatura

A tabela 4 mostra-nos o valor das análises efetuadas ao pH, condutividade e temperatura, que foram realizadas no local e no momento da recolha com as sondas Eco Testr pH2, EUTECH instruments OAKION e Cond 6/TDS 6, EUTECH instruments OAKION.

Tabela 4 - Análises realizadas no local de recolha (pH, condutividade e temperatura)

Recolhas de águas	Localização	<i>In situ</i>		
		pH	Condutividade (µS/cm)	Temperatura (°C)
SAI 1	Furo (água não contaminada pela lixeira)	6,8	217	17
SAI 2	Charca ao pé do caminho	6,2	54	15
SAI 3	Ribeiro junto ao pinheiro	6,6	64	15
SAI 4	Ribeiro de baixo da pedra alta	6,3	62	16

As análises da temperatura, condutividade e pH no laboratório foram efetuadas dia 28 de abril de 2011, encontrando-se os resultados nas tabelas 5 e 6. Como podemos

verificar os valores de pH e condutividade são semelhantes aos das análises feitas no terreno.

Tabela 5 - Análise de pH e temperatura no laboratório

	SAI 1	SAI 2	SAI 3	SAI 4
pH	6,8	5,8	6,1	6,0
Temperatura (°C)	18,2	17,8	17,2	18,0

O pH é uma indicação da acidez ou da alcalinidade de uma solução, em que o valor deste varia entre 0 e 14 na escala de Sorensen. O conhecimento deste parâmetro permite verificar o equilíbrio entre os constituintes ácidos e alcalinos.

Segundo o DL 236/98 que estabelece normas, critérios e objetivos de qualidade com a finalidade de proteger o meio aquático e melhorar a qualidade das águas em função dos seus principais usos, os valores de pH devem estar no intervalo 6,5 – 8,4 para águas destinadas à rega. Nas águas analisadas apenas a da zona 1 (SAI 1) se encontra dentro desse intervalo.

Tabela 6 - Análise da condutividade e temperatura no laboratório

	SAI 1	SAI 2	SAI 3	SAI 4
Condutividade (µS/cm)	233	58	65	67
Temperatura (°C)	-	17	16,5	16,2

A condutividade elétrica é a capacidade que a água possui de conduzir corrente elétrica. Este parâmetro está relacionado com a presença de iões dissolvidos na água, que são partículas carregadas eletricamente. Quanto maior for a quantidade de iões dissolvidos, maior será a condutividade elétrica na água.

Os valores encontrados para a condutividade elétrica nas águas analisadas (54µS/cm a 233µS/cm) evidenciam a presença de sais dissolvidos.

Fluoretos, cloretos, nitritos, brometos, nitratos, fosfatos e sulfatos

Para efetuar a determinação da concentração dos fluoretos, cloretos, nitritos, brometos, nitratos, fosfatos e sulfatos utiliza-mos o método da cromatografia iónica através da utilização do cromatógrafo iónico.

Efetua-se o cálculo das concentrações dos padrões 1, 2, 3, 4, 5, e 6 a partir da solução inicial. De seguida realiza-se as respectivas diluições: colocando água destilada em 6 balões volumétricos de 100 ml, depois adicionamos o volume das soluções padrão que calculamos e voltamos a adicionar água até ao menisco dos balões volumétricos.

Seguidamente injeta-se as 6 soluções padrão no cromatógrafo iónico, uma a uma, esperando 12 minutos entre cada uma delas. Durante os 12 minutos o aparelho analisava os dados das áreas dos elementos presentes nas soluções.

Por fim injeta-se as 4 amostras de água.

A tabela 7 mostra os valores das áreas dos aniões. Através destes valores efetuamos gráficos (anexo 1), que nos permitiram calcular as concentrações dos aniões presentes nas amostras de água (Tabela 8)

Tabela 7 - Área dos aniões

Padrões	Concentração (mg/L)	Área						
		F	Cl	NO ₂	Br	NO ₃	PO ₄	SO ₄
Padrão 1	0,1	199779	158878	89852	64026	81415	20094	54487
Padrão 2	0,2	117754	99969	24257	12591	24920	8057	23525
Padrão 3	1	376804	277385	152935	115541	181090	52512	144671
Padrão 4	2	611615	428801	220412	174631	293113	94132	239252
Padrão 5	5	1587366	1040109	527217	439764	839606	320123	669885
Padrão 6	10	3109354	2022576	970069	818741	1601321	563606	1294238
Amostras		Área						
		F	Cl	NO ₂	Br	NO ₃	PO ₄	SO ₄
SAI1		50405	904602	–	–	757525	–	302865
SAI 2		96306	697843	–	–	–	7658	–
SAI 3		53721	1424659	–	–	–	–	440286
SAI 4		57504	1441751	–	–	–	–	440660

Tabela 8 - Concentração dos elementos e compostos químicos analisados

Amostras	Concentração (mg/L)						
	F	Cl	NO ₂	Br	NO ₃	PO ₄	SO ₄
SAI 1	< 0,1	4,260	< 0,1	< 0,1	4,692	< 0,1	2,32
SAI 2	< 0,1	3,188	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,169	< 0,1
SAI 3	< 0,1	6,957	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	3,378
SAI 4	< 0,1	7,046	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	3,381

Zinco, cobre, magnésio, chumbo e ferro

As análises ao zinco, cobre, magnésio, chumbo e ferro foram efectuadas no dia 3 de maio de 2011 no espectrofotómetro de absorção atómica por câmara de grafite. No anexo 1 encontram-se os gráficos de cada um dos elementos. A tabela 8 indica os resultados obtidos.

Tabela 9 - Concentrações Zn, Cu, Mg, Pb e Fe

	Zn (µg/L)	Cu (µg/L)	Mg (mg/L)	Pb (µg/L)	Fe (µg/L)
SAI 1	<0,2	<2	1,27	0,62	216,73
SAI 2	0,79	15,65	1,14	0,31	302,00
SAI 3	<0,2	4,2	0,54	0,27	446,18
SAI 4	0,45	9,7	0,55	0,29	372,00

Azoto amoniacal

O azoto amoniacal foi analisado no espectrofotômetro de ultra violeta visível da marca DR Lange modelo CADAS 100, através do Kit 303 e 304 LCK (Fotografias 23 e 24 do anexo 2).

Na tabela 10 encontram-se as concentrações de azoto determinadas na análise.

Tabela 10 - Concentração do azoto amoniacal

	Concentração (mg/L)
SAI 1	0,765
SAI 2	0,193
SAI 3	0,069
SAI 4	0,053

O azoto amoniacal presente na água provem geralmente de processos degradativos de materiais residuais de origem vegetal ou animal.

Análises de solos

Teor em água

As águas subterrâneas são um recurso imprescindível para a vida e para a integridade dos ecossistemas, representando mais de 95% das reservas de água doce exploráveis do globo. Sendo um recurso renovável elas não são uma entidade isolada mas sim uma parte do ciclo Hidrológico. O seu funcionamento pode ser seriamente afectado por um conjunto de acções antropogénicas que se refletem no sistema hidrológico em graves alterações quantitativas e/ou qualitativas (como resultado da contaminação).

Define-se teor em água de um solo (segundo a NP 84 de 1965), como sendo a relação, expressa em percentagem, entre o peso de água que se evapora do provete por secagem a temperatura entre 105°C e 110°C e o peso do provete depois de seco.

Devido a discrepância de valores obtidos nos solos Z4, e admitindo que possa ter ocorrido um erro durante o ensaio, não consideramos como correto o valor de teor em água de 27,26. Sendo assim o teor em água médio apresenta-se na tabela seguinte.

Tabela 11 - Teor em água

	Z1		Z2		Z3		Z4	
Teor em água (%)	11,69	11,32	13	12,02	11,4	11,9	11,73	27,26
Teor em água médio (%)	11,51		12,51		11,65		11,73	

Densidade das partículas - NP 83 (1965)

A densidade das partículas de um solo (segundo a NP 83 de 1965) é o quociente da massa de um dado volume dessas partículas à temperatura do ensaio, pela massa de igual volume da água destilada a 20°C.

Para a maioria dos solos minerais a densidade de partículas varia de 2,60 a 2,75 o que se deve à predominância de minerais como quartzo, feldspato, mica e colóides silicatados que possuem densidades dentro desta faixa. Os valores obtidos da densidade das partículas dos nossos solos encontram-se na tabela seguinte.

Densidade média das partículas:

(com MO) Gs =

Z1	Z2	Z3	Z4
2,55	2,51	2,58	2,57

A análise da amostra sem remoção de matéria orgânica revelou valores abaixo do esperado, pelo que repetimos a análise fazendo a remoção da matéria orgânica do solo através de água oxigenada a 10 volumes.

Densidade média das partículas:

(sem MO) Gs =

Z1	Z2	Z3	Z4
2,61	2,61	2,58	2,59

Limites de consistência- NP 143 (1969)

Os limites de consistência são parâmetros que permitem caracterizar determinados solos em função do teor e características da matéria fina inorgânica. São também usados na maior parte das classificações de solos. Estes limites são três: o limite de liquidez (LL), o limite de plasticidade (LP) e o limite de retração (LR). O limite de plasticidade (LP) é o teor de água mínimo de um solo, necessário para se poder moldar um cilindro de 3 mm de diâmetro nesse solo, e o limite de liquidez (LL) é o teor de água mínimo para o qual o solo flui sob a acção do seu próprio peso. A sua determinação é somente aplicável a solos com cerca de 30%, ou mais de massa, de partículas de dimensões inferiores a 0,05 mm. Ficam, portanto, excluídos os solos predominantemente arenosos, para os quais o ensaio, mesmo quando possível, perde o seu significado.

Limite de Liquides

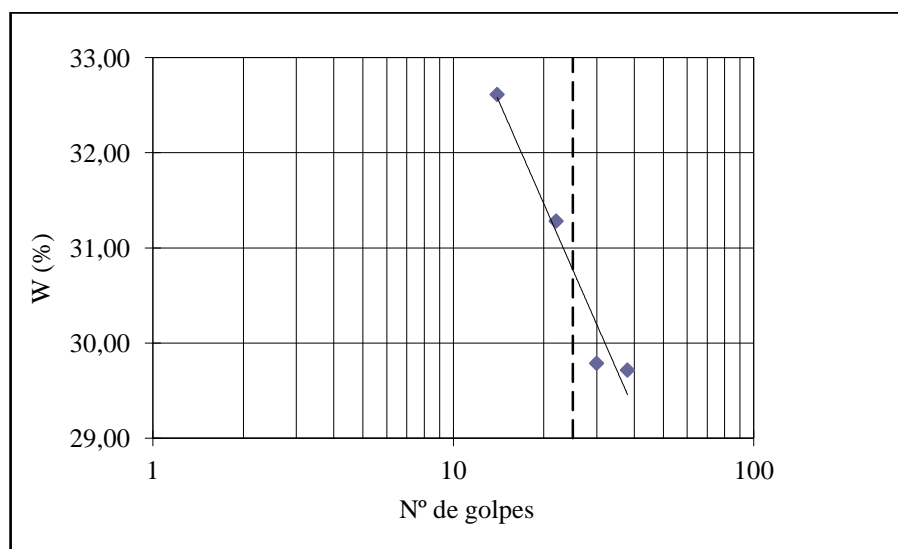


Gráfico 1 - Limite de liquides do solo Z1

LL = 30,8 (%)

Não se conseguiu determinar o limite de plasticidade segundo a NP-143 (1969) pelo que o solo Z1 é um solo não plástico.

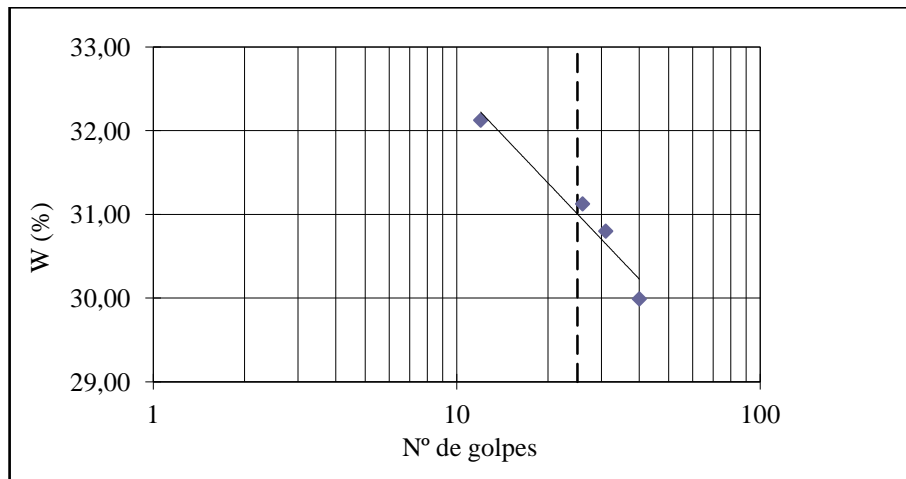


Gráfico 2 - Limite de liquides do solo Z2

$$LL = \underline{\quad 31 \quad} (\%)$$

Não se conseguiu determinar o limite de plasticidade segundo a NP-143 (1969) pelo que é um solo Z2 é não plástico.

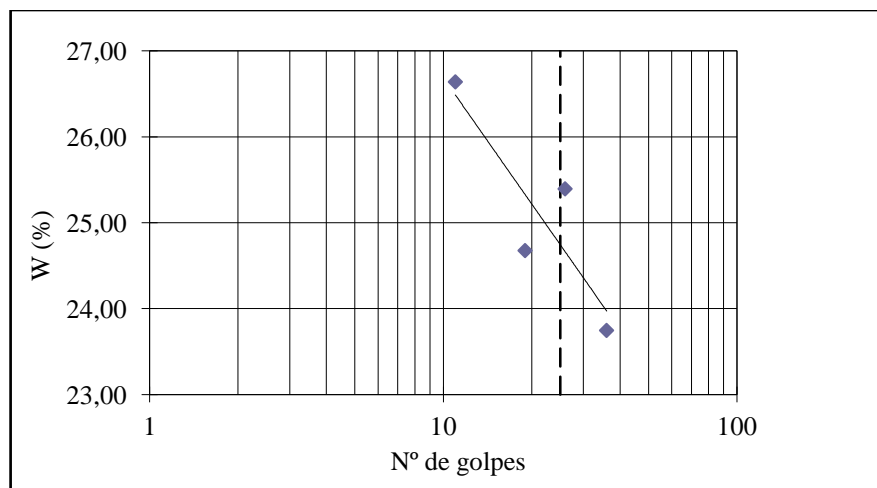


Gráfico 3 - Limite de liquides do solo Z3

$$LL = \underline{\quad 24,7 \quad} (\%)$$

Não se conseguiu determinar o limite de plasticidade segundo a NP-143 (1969) pelo que o solo Z3 é um solo não plástico.

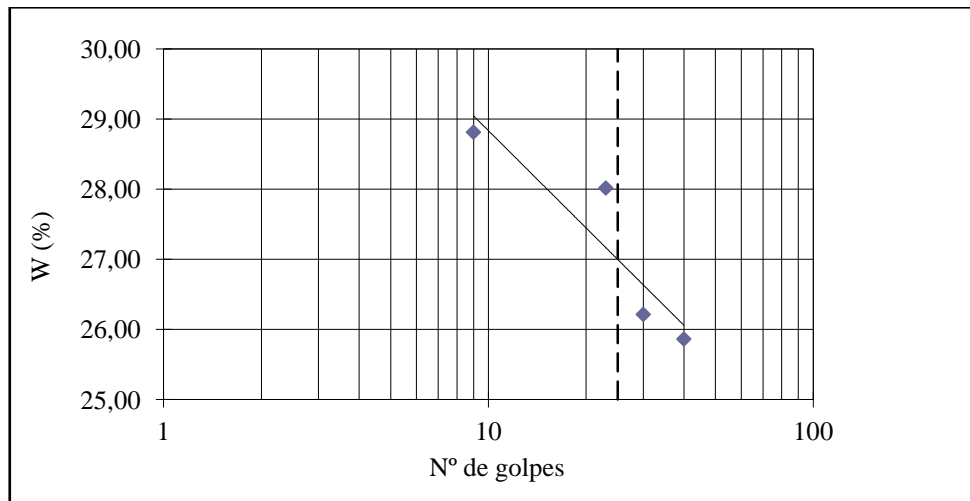


Gráfico 4 - Limite de liquides do solo Z4

$$LL = \underline{\quad 27 \quad} (\%)$$

Limite de plasticidade

A plasticidade é a capacidade dos solos de serem moldados, sob certas condições de umidade, sem variação do volume. As propriedades plásticas dependem do teor de umidade, forma das partículas, granulometria e composição química e mineralógica. O limite de plasticidade é o teor de umidade no qual o solo começa a se fraturar, quando se tenta moldar com ele um cilindro de 3mm de diâmetro e aproximadamente da largura da mão (10 cm). O LP pode ter valor de 0 a 100 (ou mais), mas a maioria dos solos tem LP menor que 40.

O limite de plasticidade do solo Z4 foi possível de determinar, e o seu valor encontra-se na tabela 12.

Tabela 12- Limite de plasticidade do solo Z4

Teor em água (%)	24,07	26,32	25,37
Teor em água médio (IP)	25,25		

pH do solo

A acidez do solo ou pH do solo, é a concentração de iões H^+ presente na solução do solo e um dos indicadores de sua fertilidade. A faixa de pH ideal dos solos para a agricultura é entre 5,5 e 6,5. Isto porque é nesta faixa que os nutrientes ficam mais disponíveis às plantas. A acidez do solo tem origem nas rochas que formam o solo, da interação do solo com o clima, na absorção dos sais alcalinos pelas plantas cultivadas ou pela reação de ácida de certos produtos utilizados na fertilização do solo.

A análise do pH do solo foi efetuada no dia 31 de maio de 2011 segundo a ISO 10390 (Soil quality, determination of pH) encontrando-se os resultados obtidos na tabela seguinte (tabela 13)., bem como a temperatura a que foi efetuado o ensaio.

Tabela 13 - pH do solo

	pH	Temperatura (°C)
Z1	3,2	22,9
Z2	3,8	22,8
Z3	3,6	22,7
Z4	3,5	22,3

Estes resultados mostram-nos que os solos estudados são solos ácidos, como seria de esperar visto o substrato rochoso ser de origem granítica. Em geral, os metais são mais

solúveis e biodisponíveis para valores de pH baixos, o que causa problemas de toxicidade mais difíceis de resolver.

Cálculo da capacidade de troca catiónica do solo

A capacidade de troca catiónica mede a totalidade de catiões que um solo pode adsorver ou trocar a determinado pH, e é expressa em cmol (+) kg^{-1} (centimole de carga positiva por quilograma de terra fina), isto é, representa as cargas positivas que podem ser adsorvidas ou trocadas por unidade de massa de terra fina.

Podemos calcular a CTC de um solo de dois modos: modo indireto e directamente através da determinação da capacidade da CTC.

O cálculo da CTC de modo indireto efetua-se calculando a actividade das argilas do solo. Este parâmetro obtém-se através do quociente do IP pela percentagem de argila existente num solo. Classificação das argilas segundo a sua actividade (Antão, Ana (2007) - Sebenta de Poluição dos solos, IPG)

Argila	A
Muito activa	$>1,25$
Normal	$0,75 - 1,25$
Pouco activa	$<0,75$

Os estudos efetuados da actividade das argilas mostram que as montmorilonites são argilas muito activas, as ilites são normais e as caulinites são pouco activas.

A determinação do CTC de modo indireto foi calculada apenas para o solo Z4, pois este era o único que tinha índice de plasticidade determinado, pois nos solos Z1, Z2 e Z3

não se conseguiu determinar o limite de plasticidade segundo a NP-143 (1969) pelo que são solos não plásticos (NP).

Cálculo da actividade do solo Z4

$$A = IP / \% < 2\mu\text{m}$$

$$IP = LL - LP \leftrightarrow IP = 27 - 25 \leftrightarrow IP = 2\%$$

$$\% \text{ argila} = 5\%$$

$$A = 2\% / 5\% = 0,4$$

A actividade do solo Z4 é de 0,4 , logo as suas argilas são caulíníticas. A tabela seguinte indica os valores da capacidade de troca catiónica (Antão, A.(2007)-Sebenta de poluição dos solos) para alguns grupos de minerais de argila (estes valores variam muito dependendo do autor considerado).

Grupo	CTC (meq/100g solo)
Caulinites	5 a 25
Ilites	20 - 40
Esmectites	100 - 120
Vermiculites	150 - 160

A metodologia utilizada para o cálculo direto do CTC foi retirada da tese de mestrado “Argilas/lamas Portuguesas utilizadas em Peloterapia: Propriedades Físicas e Químicas relevantes” (Reis, M. T. M. Correia Alves, 2005) da universidade de Aveiro.

Esta metodologia é baseada na saturação com amónio, em virtude de o ião amónio (NH_4^+), ser de fácil fixação, identificação e quantificação.

Nesta metodologia efectua-se uma filtração do solo embebido em acetato de amónio. Em seguida efectua-se uma destilação e por fim uma titulação com HCl. A CTC corresponde ao volume gasto na titulação.

Tabela 14 - CTC do solo

	CTC (cmole Kg ⁻¹)
Z1	60,5
Z2	34,7
Z3	14,5
Z4	13,4

Tendo em conta a tabela 14 que indica os valores da capacidade de troca catiónica para alguns grupos de argila podemos concluir que as argilas do solo da zona 2 são Illites, e as argilas do solo 3 e 4 são Caulinites.

Determinação da matéria orgânica

A MO é um dado importante, pois esta interage com as partículas de argila, ficando adsorvida à sua superfície e contribuindo para a estabilização do solo, o que confere poder tampão ao solo, evitando assim grandes oscilações do seu pH (Varenes, A, 2003) .

A determinação da matéria orgânica do solo foi efetuada segundo dois métodos distintos. Um dos métodos baseia-se no uso do dicromato de potássio, e o outro baseia-se na calcinação em mufla.

A determinação da matéria orgânica por ataque químico com o dicromato de potássio em meio sulfúrico é o conhecido método titrimétrico de Walkley-Black. É um procedimento titrimétrico de oxi-redução que consiste resumidamente na oxidação do carbono orgânico contido em uma determinada massa da amostra, com solução 1N de dicromato de potássio em meio ácido, seguida de titulação do excesso de dicromato com

solução de sulfato ferroso amoniacal 0,5 N, utilizando-se solução 1% de difenilamina como indicador.

Tabela 15 - Determinação da MO - Resultados da titulação

	1º Ensaio Valor Amostra (ml)	2º Ensaio Valor Amostra (ml)	Valor Branco (ml)
Z1	20	18	29,2
Z2	13	13	29,2
Z3	7,5	7,5	29,2
Z4	21,2	19	29,2

$$\% \text{ Matéria orgânica} = \frac{16 (\text{valor Branco} - \text{Valor Amostra})}{\text{Valor Branco}}$$

Tabela 16 - Percentagem de Matéria Orgânica

	% MO	
	1º ensaio	2º ensaio
Z1	5,04	6,14
Z2	8,88	8,88
Z3	11,89	11,89
Z4	4,38	5,59

O segundo método utilizado para a determinação da MO foi “ Metodologia para a determinação da MO de um solo através da perda de peso por ignição” em que se determina a MO pela perda de peso do solo por combustão. Existem várias metodologias para este método sendo de referir Silva, A.C. ; Torrado, P. V. ; Junior, J. S. A. (1999); Konen, Jacobs, Burras, Talaga and Mason (2002) ; Dias, J. Cardoso e Lima, Waterloo N. (2004); Brunetto, G. ; Melo, G. W. ;Kaminski, J.; Furlanetto, V; Fialho, F.B. (2006), nas diversas metodologias são mencionadas diversas temperaturas de combustão desde os 250°C aos 1000°C.

Na metodologia utilizada a amostra secou-se em estufa a 105°C de um dia para o outro. Foi ao exsiccador para arrefecer e pesou-se. Depois esteve duas horas na mufla a 360°C, retirou-se e colocou-se algumas horas na estufa a 105°C, arrefeceu no exsiccador e pesou-se.

É um procedimento gravimétrico que consiste na pesagem de uma certa quantidade de material (solo ou sedimento) com baixa granulometria (<0,250mm), com posterior aquecimento em sequências crescentes de temperatura (105°C, 16 horas e 360°C, 2 horas). A perda expressa em percentagem da diferença de peso entre 105°C e 360°C corresponde às substâncias orgânicas (GROSS, 1971), sendo seu valor dividido por 1,724 para obtenção do carbono orgânico. Este procediemto foi também seguido por Dias e Lima (2004).

Tabela 17 - Substâncias orgânicas e carbono orgânico (1º Ensaio)

	Peso inicial	Peso do solo sem humidade	Teor de MO Perda de peso (na Mufla) (g)	Teor de MO (%)	Carbono orgânico (g)	Carbono Orgânico (g/Kg)
Z1	10,98	10,71	0,1	0,91	0,058	5,42
Z2	9,3	8,98	0,11	1,18	0,064	7,13
Z3	12,5	12,26	0,25	2	0,145	11,83
Z4	11,33	11,07	0,25	2,21	0,145	13,1

Tabela 18 – Teor de MO e carbono orgânico (2º Ensaio)

	Peso inicial	Peso do solo sem humidade	Teor de MO Perda de peso (na Mufla) (g)	Teor de MO (%)	Carbono orgânico (g)	Carbono Orgânico (g/Kg)
Z1	19,99	19,61	0,29	1,48	0,168	8,57
Z2	20,3	19,74	0,35	1,77	0,203	10,28
Z3	20,28	19,96	0,47	2,35	0,273	13,68
Z4	20,4	20,06	0,59	2,94	0,342	17,05

Tabela 19 - Valores médios do CO

	Valores médios do carbono orgânico (g/Kg)
Z1	7,0
Z2	8,7
Z3	12,8
Z4	15,1

Os valores médios de matéria orgânica são baixos devido ao tipo de maciço rochoso que dá origem ao solo. O maciço rochoso da zona da guarda é granítico pelo que o solo contém baixa percentagem de MO e é classificado como solo mineral.

Quanto maior a percentagem de MO, maior a capacidade do solo em reter poluentes. Pelo que, os nossos solos com pouca MO vão ter uma capacidade mais baixa de reter poluentes.

Análise granulométrica por peneiração húmida: E - 239 (1970)

A granulometria refere-se ao tamanho das partículas sólidas que compõem o solo (Antão,A. (2007) – Sebenta de Poluição dos solos).

A metodologia seguida pela E-239 (1970) consiste em selecionar uma amostra representativa pelo método de esquadramento ou através dos repartidores. Fazer passar o solo no peneiro nº10 (2mm) até obter aproximadamente 400g de solo retido. Lava-se o material retido no peneiro e leva-se a estufa. Depois de seco, pesa-se e regista-se o valor como o peso do material grosso. Do material que passa no peneiro nº10 seleciona-se 115g de solo e colocam-se no copo de precipitação com 1g de polifosfato e 250cm³ de água. Agita-se com a vareta e aquece-se. Transfere-se todo o material para o peneiro nº 200 e lava-se. O material que passa no peneiro é desprezado. Coloca-se na estufa. O material grosso é passado pelos peneiros de abertura maior que o nº10 e determina-se a massa das frações retidas em cada peneiro. Depois de seco o peneiro nº 200, transfere-se o material

para uma tina de porcelana, pesa-se e passa-se pelos peneiros (nº20, nº40, nº60, nº140 e 200) e determina-se as massas das frações retidas.

A aplicação desta metodologia aos nossos solos deu os resultados apresentados no gráfico 5. Nesse gráfico são apresentadas as curvas granulométricas dos quatro solos analisados.

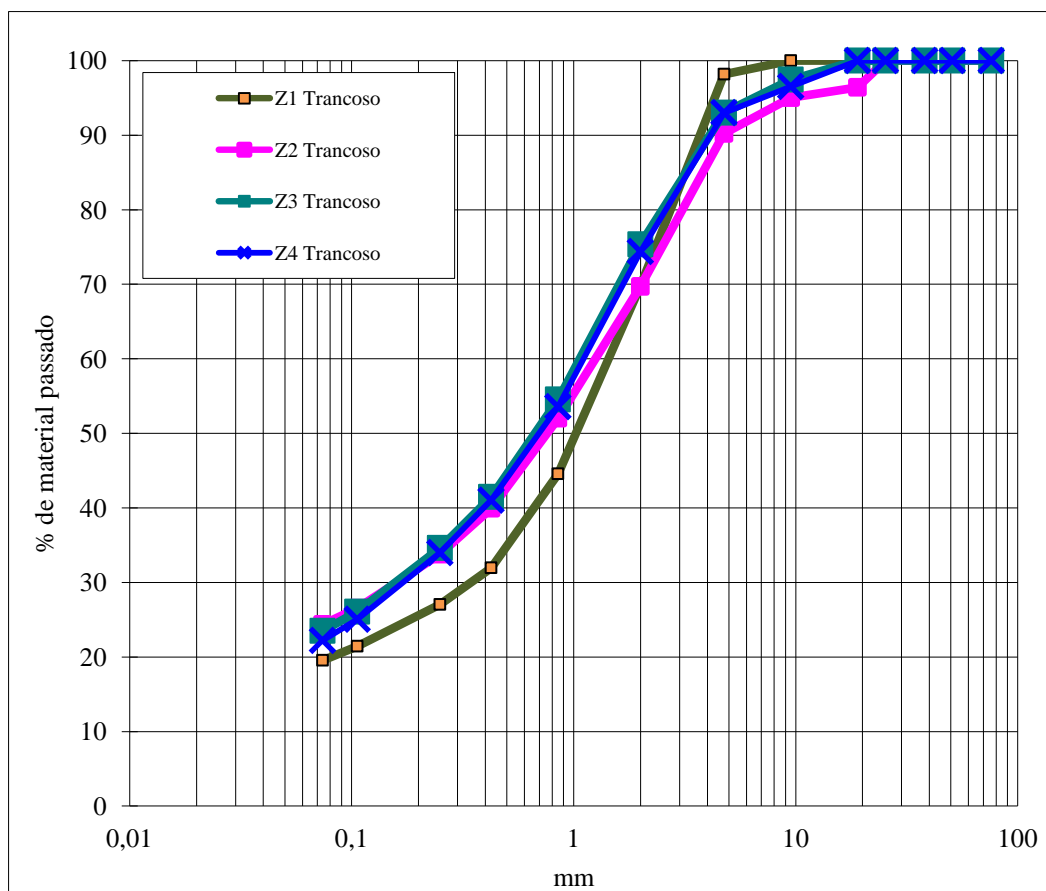


Gráfico 5 - Curvas granulométricas

Análise Granulométrica E 196 – 1966

A grande diferença entre a determinação granulométrica pela E239 e pela E196 ambas do LNEC prende-se com a dimensão mínima das partículas que se podem obter por estes dois métodos. Com efeitos pela E239 apenas é determinada por peneiração a dimensão e percentagem das partículas maiores que 0.074 mm, enquanto que pela E196 se pode determinar partículas de dimensão muito menores, em função do tempo do ensaio, podendo-se atingir nomeadamente as partículas argilosas (partículas de dimensão inferior a 0.002 mm).

A metodologia deste método consiste na aplicação da lei de Stokes, através da análise por sedimentação das partículas mais finas. Este processo consiste em misturar a porção de solo passada no peneiro nº200 com água destilada e observar a sedimentação (deposição) dessas partículas. O ensaio realiza-se medindo a densidade do líquido em certos intervalos de tempo, através de um densímetro. A diferença de densidades medirá a quantidade de partículas que sedimentam.

A aplicação desta metodologia aos nossos solos deu os resultados apresentados nos gráficos seguintes. Nesses gráficos são apresentadas as curvas granulométricas dos quatro solos analisados.

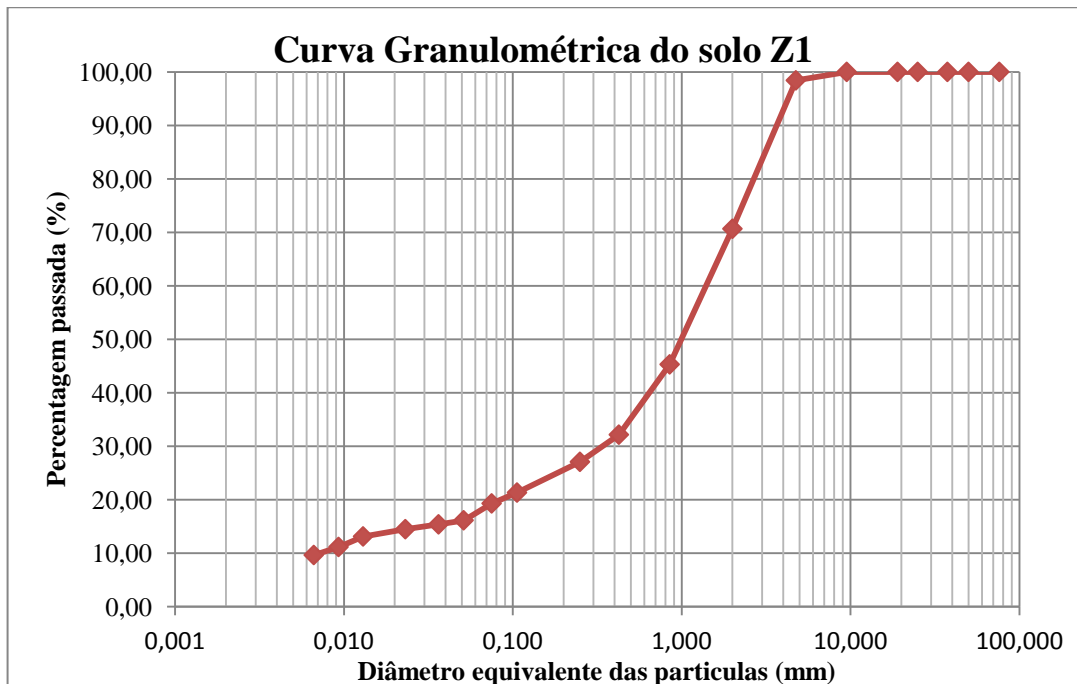


Gráfico 6 - Curva granulométrica do Z1

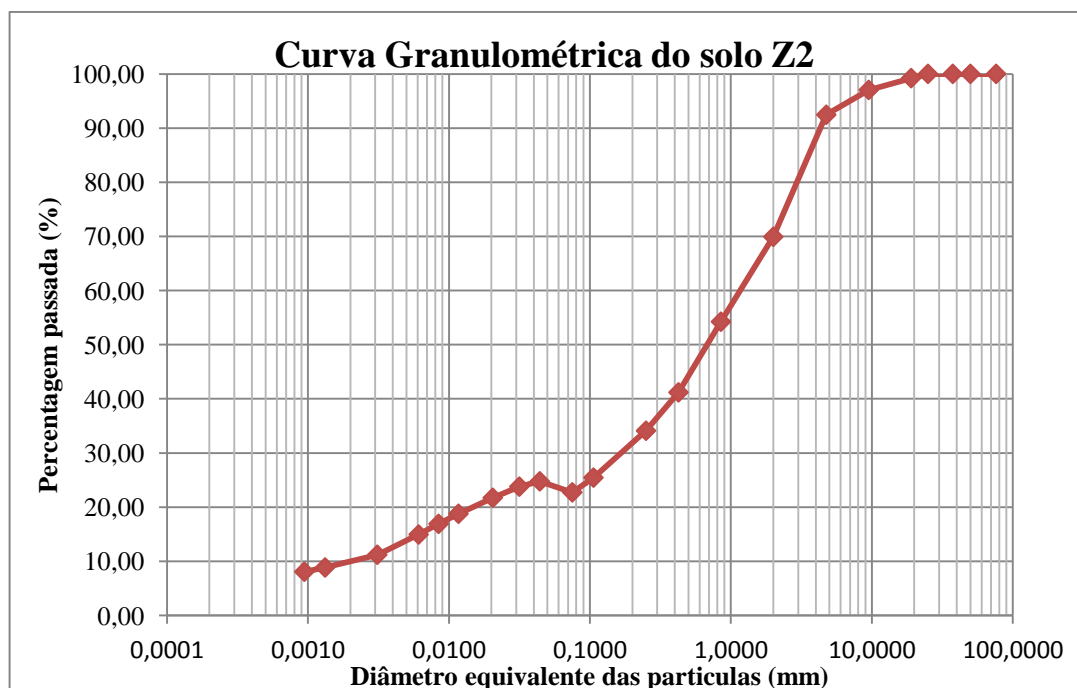


Gráfico 7 - Curva granulométrica do Z2

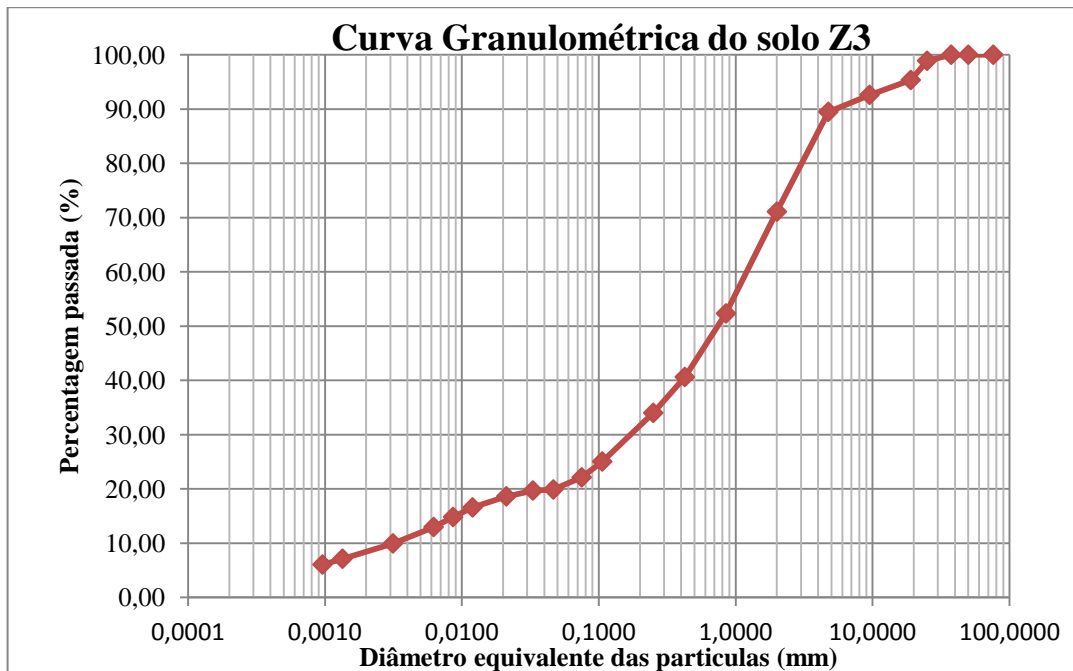


Gráfico 8 - Curva granulométrica do Z3

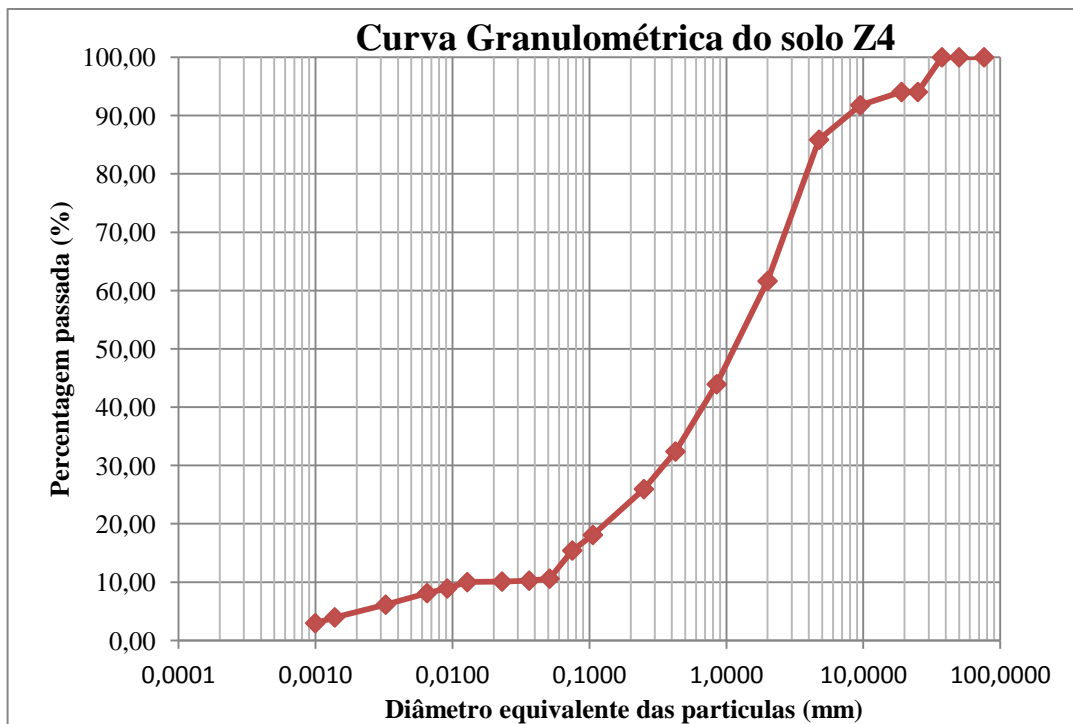


Gráfico 9 - Curva granulométrica do Z4

Analisando as curvas granulométricas apresentadas nos gráficos anteriores obtemos as percentagens de argila, silte, areia e cascalho (tabela 20):

Tabela 20 - Percentagens de argila, silte, areia e cascalho

	Z1	Z2	Z3	Z4
% Argila	0	10	8	5
% Silte	19	13	14	10
% Areia	51	47	50	46
% Cascalho	29	30	29	38

Não foi possível determinar, devido a erros vários, a percentagem de argila no solo Z1.

No solo Z2 a curva granulométrica não deveria ter a ligeira subida que se encontra nos 0,075 de diâmetro equivalente das partículas, o que me leva a concluir que durante a análise na passagem da peneiração para a sedimentação tenha ocorrido um erro.

No solo Z4 a queda que se encontra na passagem dos 0,25mm para os 9,5 mm deve-se ao facto que no peneiro de 19mm não ficou solo retido.

A curva granulométrica permite-nos obter o coeficiente de curvatura (Cc) e o coeficiente de uniformidade (Cu), que nos dá uma ideia da variedade de dimensões que as partículas de um solo possuem. Quanto maior for o Cu maior será essa variação e solo diz-se bem graduado. Pelo contrário um solo com um Cu baixo diz-se mal graduado. Se o Cu for próximo da unidade diz-se que o solo é uniforme.

Sendo Cu igual ao quociente entre o D_{60} e o D_{10} . O Cc é igual ao quociente do D_{30} ao quadrado pelo D_{10} vezes o D_{60} .

- $Cu = D_{60}/D_{10}$
- $Cc = (D_{30})^2 / (D_{10} \times D_{60})$

Os resultados obtidos destes coeficientes encontram-se na tabela 21.

Tabela 21 - Resultados do Cc e Cu

	Z1	Z2	Z3	Z4
Cc	11	12	7	3
Cu	214	600	433	95

Segundo o sistema unificado de classificação dos solos (USC), o solo Z4 é SW - areias bem graduadas com cascalho. Os solos Z1, Z2 e Z3 são SP - areias mal graduadas com cascalho.

Análise e discussão dos resultados obtidos

A tabela 22 mostra-nos os valores dos parâmetros para os solos da zona analisada. E na tabela 23 os valores segundo o seu fator de normalização.

Tabela 22- Valores das variáveis analisadas para a construção do SAI

Solo	Profundidade do nível freático (m)	Posição na paisagem (m)	Teor de argila (%)	CTC (cmol Kg ⁻¹)	Teor de carbono (g/Kg ⁻¹)	pH
Z1	2 a 5	< 5	0	60,5	7	3,2
Z2	< 2	< 5	10	34,7	8,7	3,8
Z3	2 a 5	< 5	8	14,5	12,8	3,6
Z4	< 2	< 5	5	13,4	15,1	3,5

Tabela 23 - Fatores de normalização e peso relativo dos solos

Parâmetros	Peso relativo (Pi)	Fator de normalização (Ci)			
		Z1	Z2	Z3	Z4
Profundidade do nível freático (m)	4	25	10	25	10
Posição na paisagem (m)	1	10	10	10	10
teor de argila (%)	3	10	10	10	10
CTC (cmolc kg ⁻¹)	3	100	100	50	50
Teor de carbono (g kg ⁻¹)	3	10	25	25	50
pH	2	10	10	10	10

A aplicação desta fórmula aos nossos solos deu os valores apresentados na tabela seguinte:

Tabela 24 - Valores do SAI para os solos analisados

Solos	Z1	Z2	Z3	Z4
SAI	31	30	24	25

Os níveis hierárquicos estabelecidos para o índice de atenuação do solo foram os seguintes: um índice entre 0 e 25 corresponde a um solo de capacidade de retenção muito baixa; entre 26 e 50 baixa capacidade de retenção; de 51 a 75 moderada capacidade de retenção; e valores entre 76 e 100 indicam que o solo tem alta capacidade de retenção. Sendo assim os solos Z3 e Z4 são classificados com muito baixa capacidade de retenção e os solos Z1 e Z2 são classificados com baixa capacidade de retenção de poluentes.

A fim de validar o índice de atenuação proposto, foram analisados os teores de magnésio, zinco, azoto amoniacal, tendo em conta a classificação SAI.

Os solos Z1 e Z2 foram classificados como sendo de baixa capacidade de retenção de poluentes e os solos Z3 e Z4 foram classificados como sendo de muito baixa capacidade de retenção de poluentes. Analisando os valores de magnésio nas águas SAI 1 e SAI 2, 1,27 e de 1,14mg/L respetivamente, e comparando com os valores obtidos para as águas SAI3 e SAI4, 0,54 e 0,55mg/L respetivamente, não podemos verificar a validação do índice, pois nos solos classificados como de baixa capacidade de retenção (Z1 e Z2) o valor do magnésio nas águas dos locais é maior do que nas águas dos locais (SAI 3 e SAI 4) onde os solos foram classificados como de muito baixa capacidade de retenção (Z3 e Z4).

O zinco encontra-se abaixo do limite de deteção ($<0,2\mu\text{L}$) nas águas SAI 1 e SAI 3. Os valores obtidos para as águas SAI 2 e SAI3, respetivamente de $0,79\mu\text{g/L}$ e $0,45\mu\text{g/L}$, não permitiram validar o índice. Pois nos solos classificados como de baixa capacidade de retenção o valor do zinco na água é maior do que na água dos solos classificados como de muito baixa capacidade de retenção.

Analisando os valores de azoto amoniacal nas águas SAI 1, SAI 2, SAI 3 e SAI 4, respetivamente $0,765\text{mg/L}$, $0,193\text{mg/L}$, $0,069\text{mg/L}$ e $0,053\text{mg/L}$, não podemos verificar o índice, pois nos solos classificados de baixa capacidade de retenção (Z1 e Z2) o valor do azoto amoniacal nas amostras de água (SAI 1 e SAI 2), é maior do que nos solos classificados como de muito baixa capacidade de retenção (Z3 e Z4).

Relativamente aos outros parâmetros analisados (pH, Condutividade, temperatura, zinco, cobre, chumbo, ferro, flocos, cloretos, nitratos, nitritos, fosfatos e sulfatos), efetuamos uma comparação com os valores do SNIRH da estação 180/C21, situada no distrito da Guarda, concelho de Trancoso. Os gráficos de onde foi retirada a informação encontram-se no anexo 3. Os períodos de análise dos gráficos são entre janeiro de 2004 e dezembro de 2008, porque os registos do poço foram desativados.

O pH registava valores entre 5 e 6, com declive decrescente. Nas nossas análises o pH registou valores entre 5,8 e 6,8.

A condutividade registava valores entre 35 e 45 μ S/cm, com declive decrescente. Nas nossas análises a condutividade registou valores entre 54 e 66,5 μ S/cm nos solos Z2, Z3 e Z4. No solo Z1 registamos valores de 217 e 233 μ S/cm, estes valores são muito acima do normal e são explicados pela existência de metais dentro do poço, que foram corroídos.

A temperatura registava valores entre 11 e 14°C. Nas nossas análises a temperatura no momento da recolha registou valores entre 15 e 17. Um valor de temperatura aceitável, pois a recolha ocorreu no mês de abril. Se tivesse-mos registado temperaturas elevadas poderia significar contaminação biológica.

O zinco registava valores de 0,03 mg/L, que se mantinham constantes. Nas nossas análises o zinco registou valores de 0,79 e 0,45 μ g/L no SAI 2 e SAI 4 respetivamente.

O cobre registava valores entre 0,01 e 0,015 mg/L (10 μ g/L e 15 μ g/L), com declive crescente. Nas nossas análises o cobre registou valores de 15,65; 4,2; 9,7 μ g/L no SAI 2, SAI 3 e SAI 4 respetivamente. Os valores encontrados são semelhantes aos registados no SNIRH.

O chumbo registou um valor de 0,002mg/L (2 μ g/L) em 2004 e os restantes registos obtiveram valores de 0,005mg/L até dezembro de 2008. Nas nossas análises o chumbo registou os valores de 0,62; 0,31; 0,27 e 0,29 μ g/L nas águas SAI 1 SAI 2 SAI 3 e SAI4 respetivamente. Os valores registados nas análises das águas encontram-se abaixo dos dados do SNIRH.

O Ferro registou valores de 0,1mg/L (100 μ g/L), entre janeiro de 2004 e agosto de 2008, e 0,05mg/L em dezembro de 2008. Nas nossas análises o ferro registou valores de 217, 302, 446 e 372 μ g/L nas águas SAI 1, SAI 2, SAI 3 e SAI4 respetivamente, o que demonstra contaminação das águas analisadas com ferro.

Os fluoretos tinham 3 registos de valor 0,2mg/L. Nas nossas análises não foi possível determinar nenhum valor dos fluoretos mas sabemos que existem e a sua concentração é inferior a 0,1mg/L.

Os cloretos apresentam valores de concentração entre 3,5 e 7 mg/L no gráfico do SNIRH. Os valores das nossas análises encontram-se entre 3,1 e 7mg/L, pelo que são muito semelhantes.

Os nitritos tinham 2 registos de 0,02mg/L no gráfico do SNIRH, enquanto que o equipamento não detetou nenhuma concentração de nitritos nas análises por nos efectuadas.

Os fosfatos apresentavam valores entre 0,045 e 0,05mg/L no gráfico, enquanto que o SAI 2 obteve o valor de 0,169mg/L que indica que a água do SAI 2 esta contaminada com fosfatos. No SAI 1, SAI3 e SAI4 não foram detetados fosfatos.

Os sulfatos apresentavam valores de 20 mg/L no gráfico, enquanto que nas águas analisadas apresentavam valores entre 2,3 e 3,4mg/L nas águas do SAI1, SAI3 e SAI4, e não foram detetados no SAI 2.

Conclusão

Com a aplicação do índice proposto classificamos os nossos solos como de muito baixa e baixa capacidade de retenção de poluentes. Tendo em conta o facto de os solos em estudo serem proveniente de maciços graníticos, leva a que apresentem uma baixa percentagem de argila. O facto de serem classificados como leptossolos (classificação FAO), solos delgados, esqueléticos, apresentam baixos valores de matéria orgânica. Estes fatores levam a que o solo tenha baixa capacidade de retenção dos poluentes. Sendo assim era de esperar que as águas subterrâneas estejam contaminadas. Essa contaminação mostou-se mais notória em relação ao ferro e fosfatos.

Bibliografia

- Antão, A.M. M. C. (2008/2009) - Algumas noções sobre os principais processos de transporte de poluentes – Poluição dos solos – IPG
- Antão, Ana M. M. C. - Breves noções sobre a constituição de um solo, poluição dos solos
- Antão, Ana M. M. C. (2010) – Metodologia para a determinação da MO dum solo através da perda de peso por ignição (LOI)
- Antão, Ana M. M. C. (2007)- Poluição dos Solos, Engenharia do Ambiente
- Antão, Ana M. M. C. (2010) – Protocolo de ensaio, Metodologia para a determinação da MO dum solo com o Kit de campo *LaMotte*
- Brunetto, G. ; Melo, G. W. ;Kaminski, J.; Furlanetto, V; Fialho, F.B. (2006) - Avaliação do método de perda de peso por ignição na análise de matéria orgânica em solos da Serra Gaúcha do Rio Grande do Sul. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.36, n.6, p.1936-1939
- Dias, J. Cardoso e Lima, Waterloo N. (2004) – Comparação de métodos para a determinação de matéria orgânica em amostras ambientais. *Revista Científica da UFPA*, Vol 4.
- DL -208/2008 de 28 de outubro
- DL 236/98
- E 195-1966 (LNEC) – Preparação por via seca de amostras para ensaios de identificação
- E 196-1966 (LNEC) – Solos, análise granulométrica
- E 218-1968 (LNEC) - Prospecção Geotécnica de terrenos, colheita de amostras
- E 239-1970 (LNEC) – Solos, análise granulométrica por peneiração húmida
- Heredia, O. Susana e Cirelli, A. Fernández (2008) - Groundwater chemical pollution risk: assessment through a soil attenuation index. *Environmental Geology*. 53:1345–1351
- ISO 10390 – Soil quality, determination of pH

- Konen, Jacobs, Burras, Talaga and Mason (2002) - Equations for Predicting Soil Organic Carbon Using Loss-on-Ignition for North Central U.S. Soils. Published in Soil Sci. Soc. Am. J. 66:1878–1881
- Lei 11/87 de 7 de abril – Lei de bases do ambiente
- Regêncio Macedo, C. A. (1988) - Granitóides, Complexo Xisto-Gauvário e Ordovício na região entre Trancoso e Pinhel (Portugal Central). Tese de Doutoramento. Museu e Laboratório Mineralógico e Geológico Universidade de Coimbra
- NP – 84 / 1965 – Determinação do teor de água
- NP – 83 / 1965 – Determinação da densidade das partículas
- NP – 143 / 1969 – Determinação dos limites de consistência
- Proengel (2000) – Selagem e recuperação ambiental da lixeira de Trancoso, Projecto de execução
- Reis, M. T. M. Correia Alves (2005) - Argilas/lamas Portuguesas utilizadas em Peloterapia: Propriedades Físicas e Químicas relevantes, Tese de Mestrado, Universidade de Aveiro
- Rodrigues, Pedro -Colheita e armazenamento de amostras - Técnicas laboratoriais em ambiente – IPG
- Santovala, H.; Jaques,L.; Noronha, F. e Bobos, I.(2006) - Caracterização petrofísica da episienitização no granito da Guarda. VII Congresso Nacional de Geologia. Universidade de Évora
- Silva, A.C. ; Torrado, P. V. ; Junior, J. S. A. (1999) – Métodos de quantificação da matéria orgânica do solo. Revista Un. Alfenas, 5:21-26 Brasil
- Varennes , A.(2003) - Produtividade dos Solos e Ambiente, Escolar Editora

Webgrafia (Consultas efetuadas)

- snirh.pt/
- www.cm-trancoso.pt/
- <http://www.efs.pt/pt/servico/1+22/selagem-e-recuperacao-ambiental-da-lixreira-de-trancoso/>
- <http://maps.google.com/>

Determinação da Capacidade relativa de Atenuação
da Contaminação do solo

Julho
de
2012

Anexo 1

Gráficos das concentrações dos elementos e compostos na água

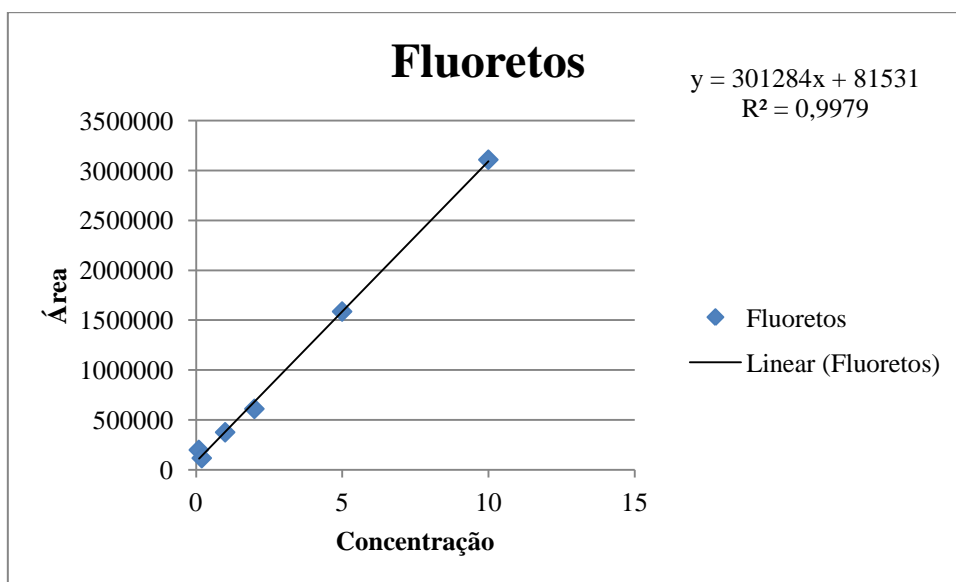


Gráfico 1 - Concentração dos fluoretos

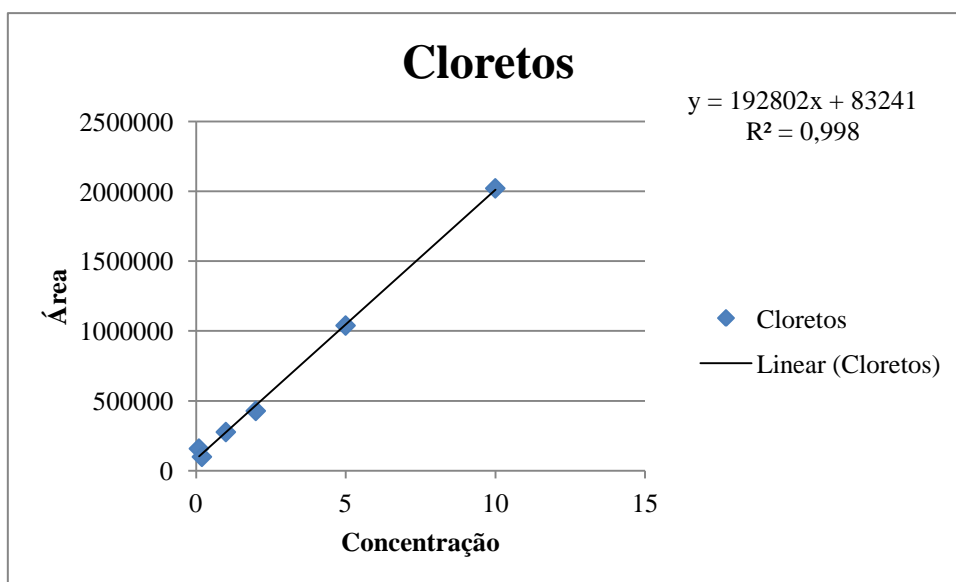


Gráfico 2 - Concentração dos cloretos

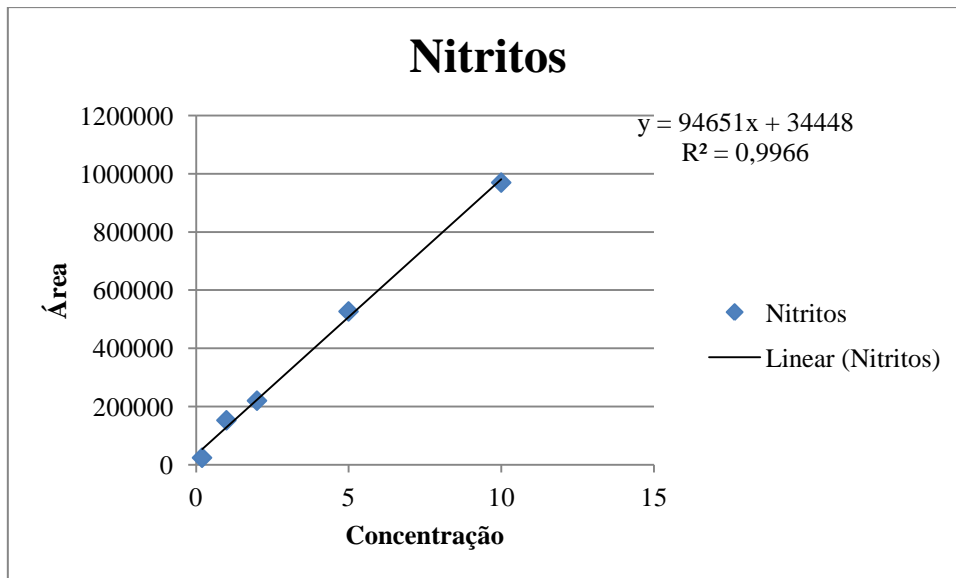


Gráfico 3 - Concentração dos nitritos

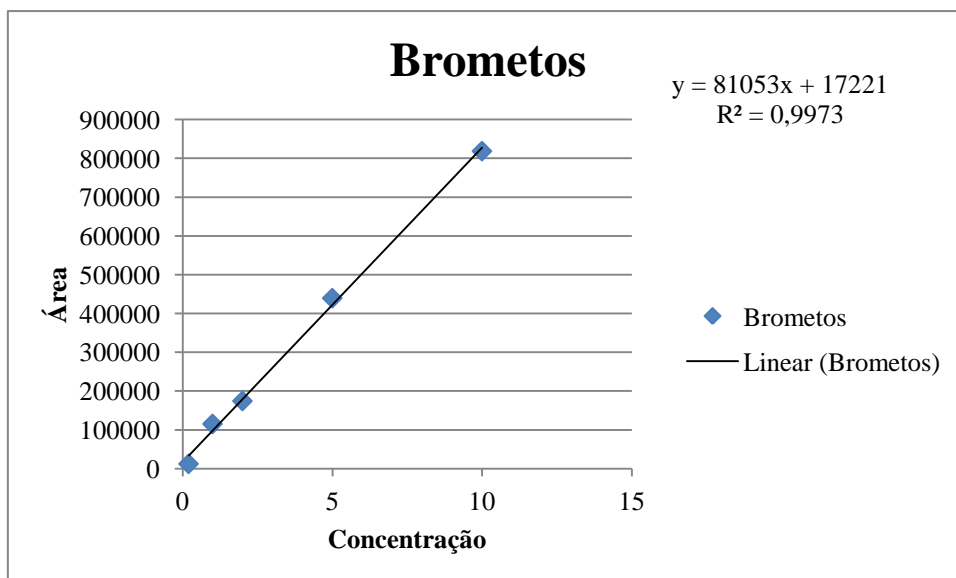


Gráfico 4 - Concentração dos brometos

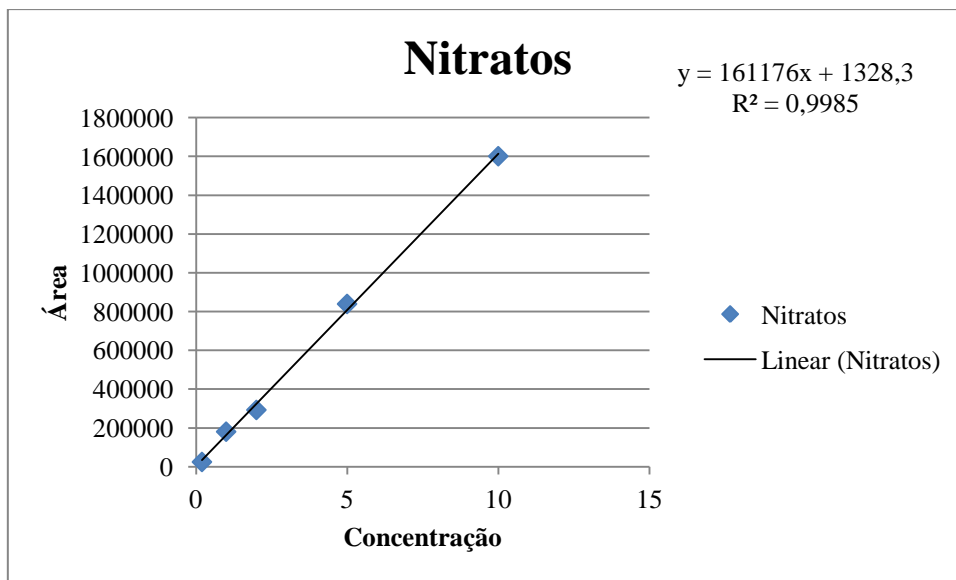


Gráfico 5 - Concentração dos nitratos

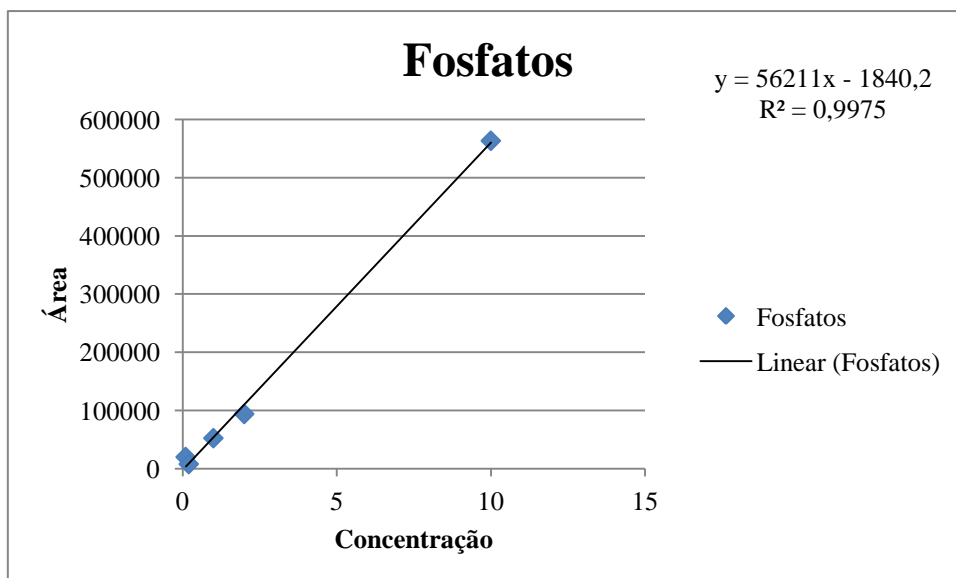


Gráfico 6 - Concentração dos fosfatos

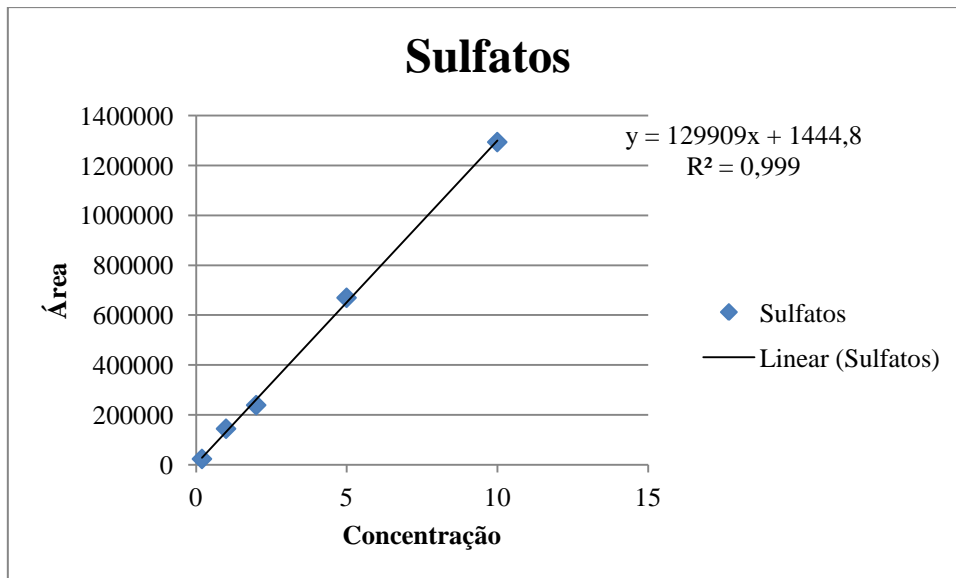


Gráfico 7 - Concentração dos sulfatos

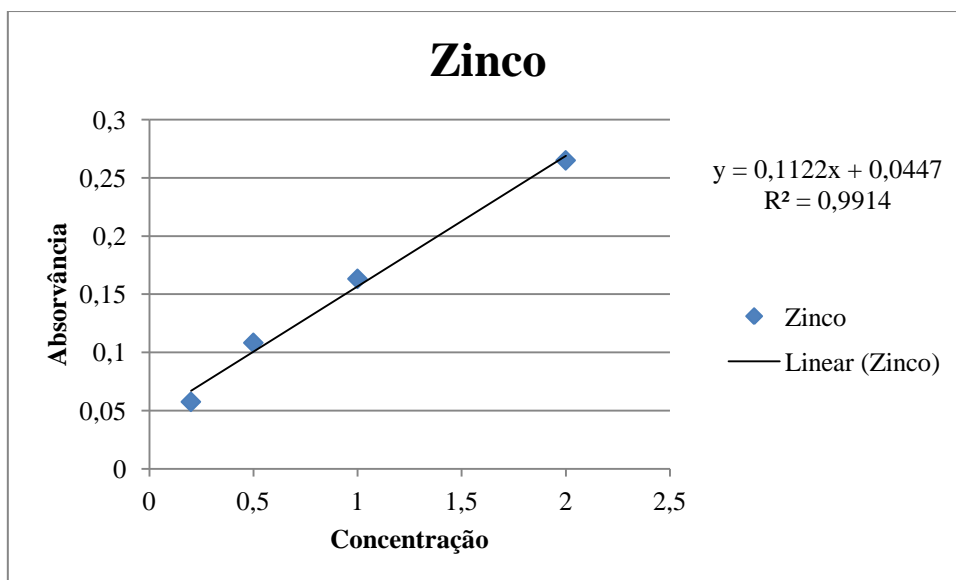


Gráfico 8 - Concentração do zinco

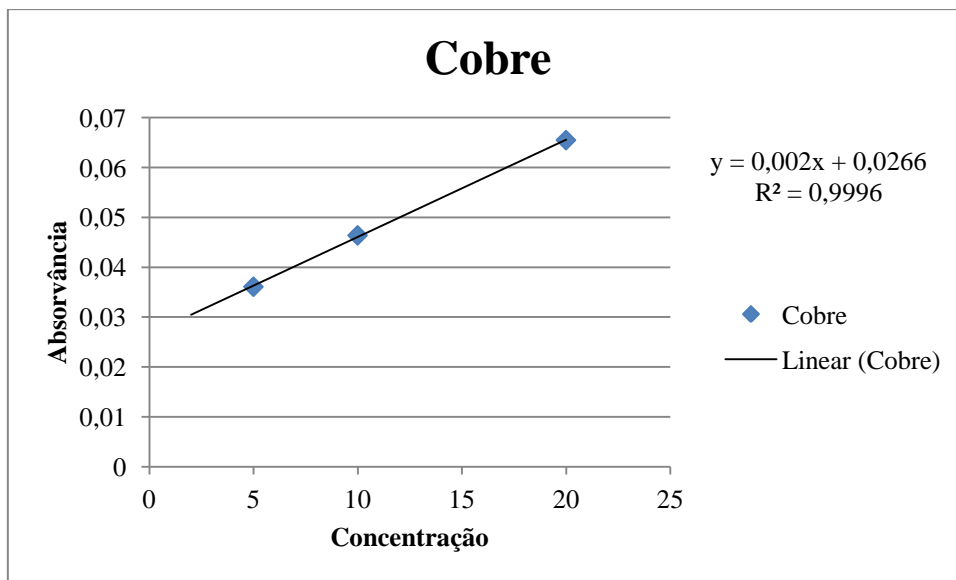


Gráfico 9 - Concentração do cobre

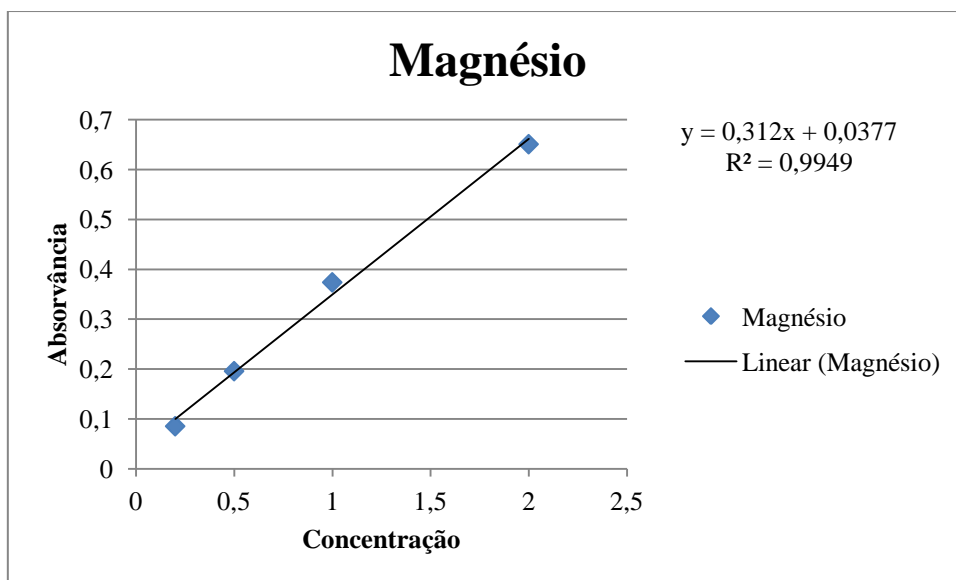


Gráfico 10 - Concentração do magnésio

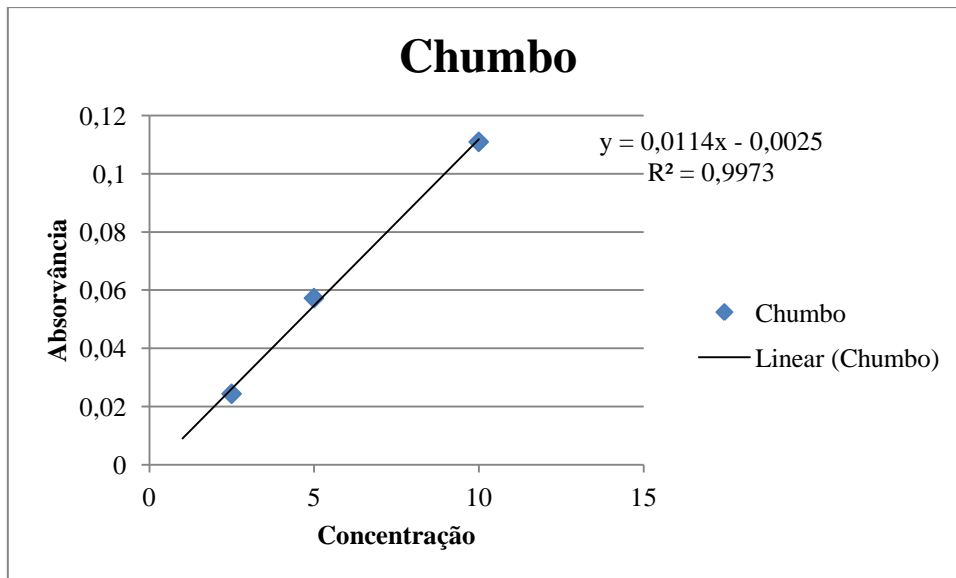


Gráfico 11 - Concentração do Chumbo

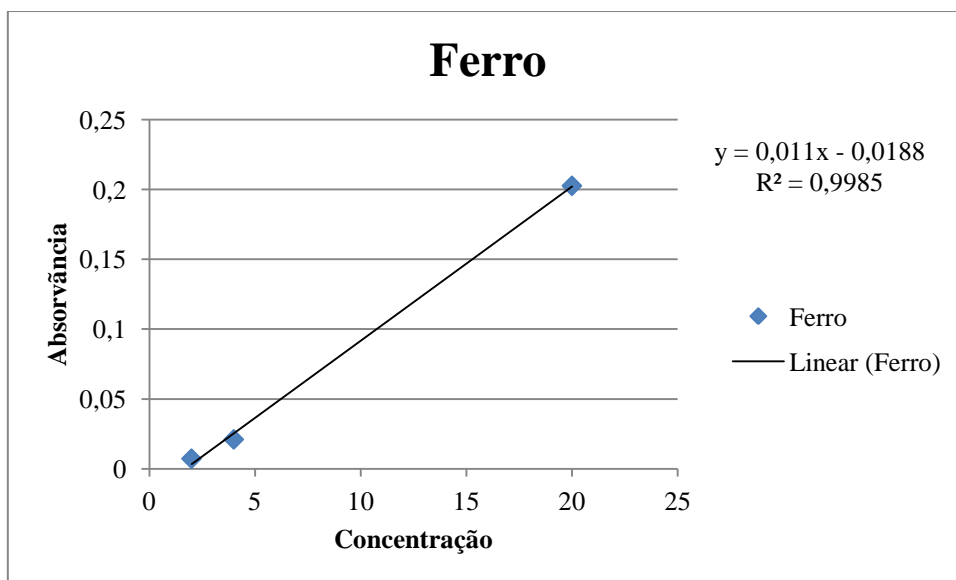


Gráfico 12 - Concentração do ferro

Anexo 2

Fotografias do local em estudo, de equipamentos e materiais utilizados
no decorrer de algumas análises



Fotografia 1 - Interior da lixeira com visualização do sistema de libertação do biogás



Fotografia 2 e 3 - Sistema de captação e drenagem das águas pluviais (obstruído com vegetação)



Fotografia 4 e 5 - Recolha de amostras de água e de solo



Fotografia 6 - Peneiros ASTM



Fotografia 7 - Cápsulas de metal



Fotografia 8 Balança e picnómetro -



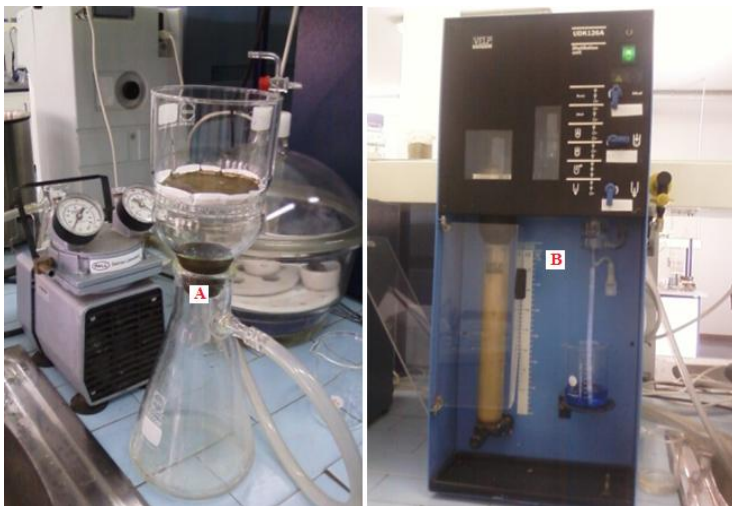
Fotografia 9 - Placa de aquecimento



Fotografia 10, 11 e 12 - Análise granulométrica E 196-1966 -- agitador elétrico (A), densímetro (B), Proveta graduada (C)



Fotografia 13 - Concha de Casagrande (determinação dos limites de consistência NP-143/1969)



Fotografia 14 e 15- Análise do CTC - Funil de filtração a vácuo (A), Destilador UDK 126A (B)



Fotografia 16 - Kit de campo *LaMotte* (determinação da MO)



Fotografia 17 – Sonda usada na determinação do pH (Eco testr pH2, EUTECH instruments OAKION)



Fotografia 18 – Sonda usada na determinação da condutividade (Cond 6/TDS 6, EUTECH instruments OAKION)



Fotografia 19 – Sonda de condutividade usada no laboratório, Orion modelo 150



Fotografia 20 - Espectrofotômetro de absorção atômica por camara de Grafite



Fotografia 21 – Espectrofotômetro



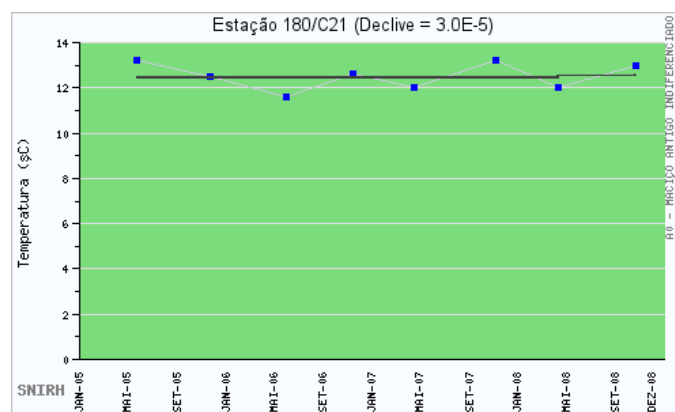
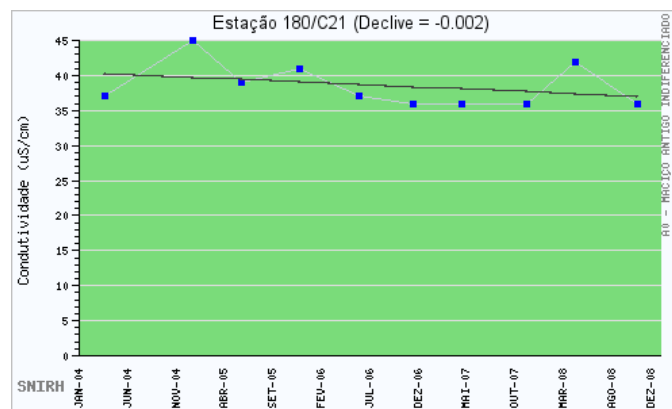
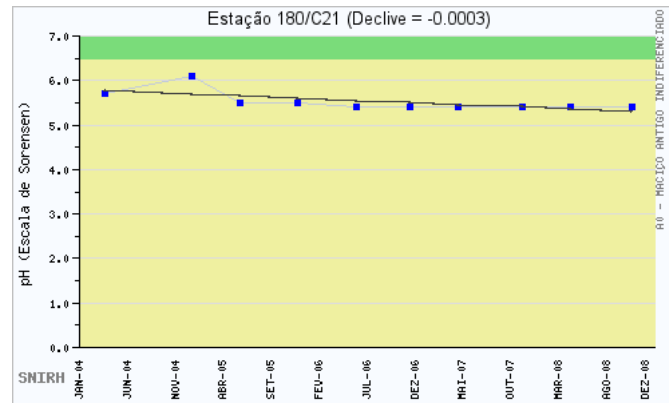
Fotografia 22 - Espectrofotômetro de uv vis da marca DR Lange modelo CADAS 100



Fotografia 23 e 24 - Kits para determinação do azoto amoniacal

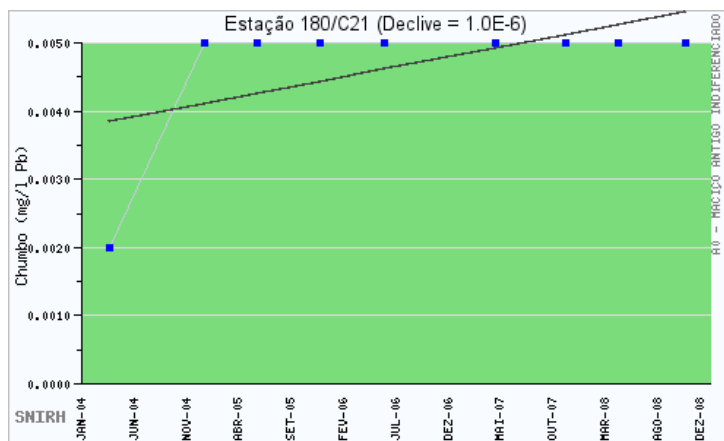
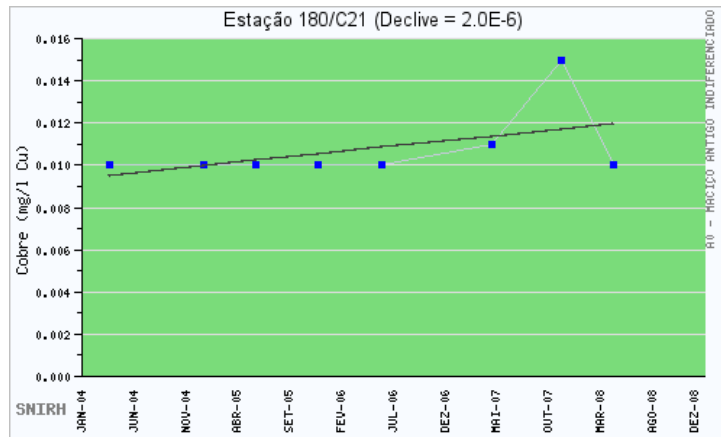
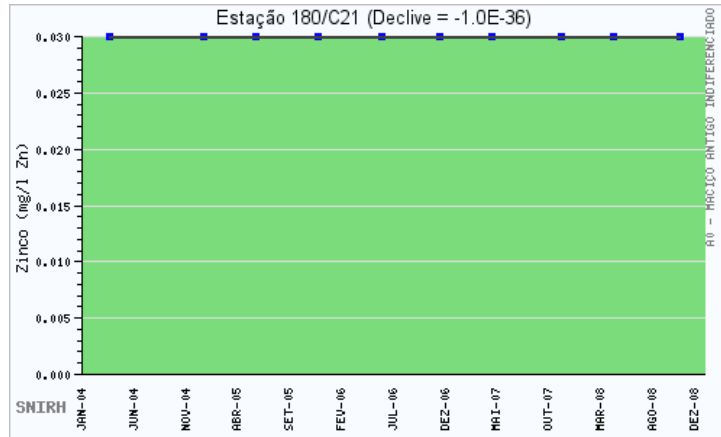
Anexo 3

Gráficos Consultados no SNIRH



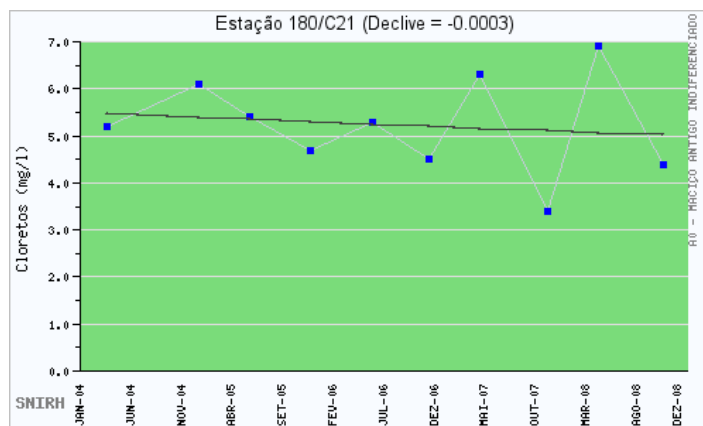
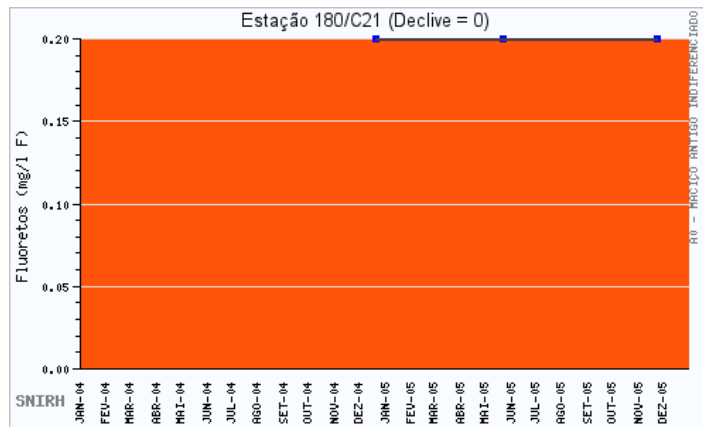
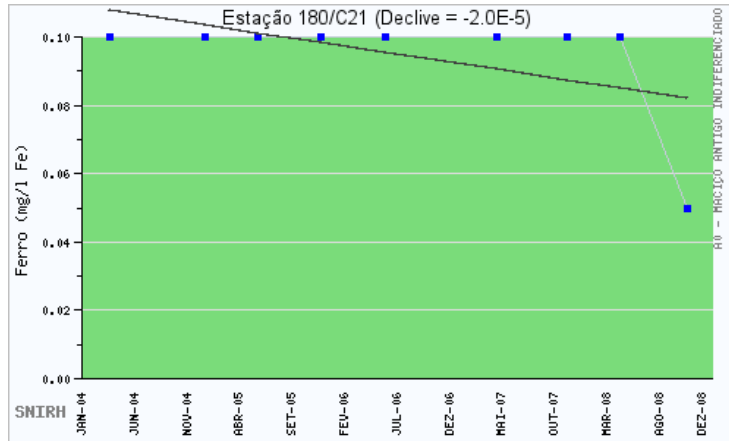
Determinação da Capacidade relativa de Atenuação da Contaminação do solo

Julho
de
2012



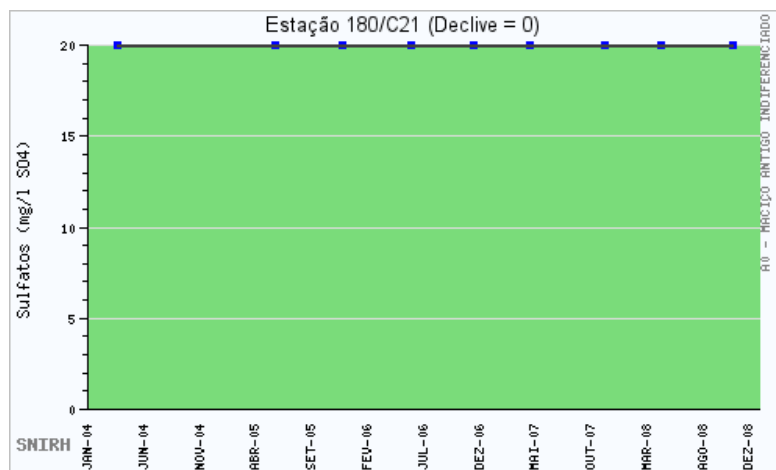
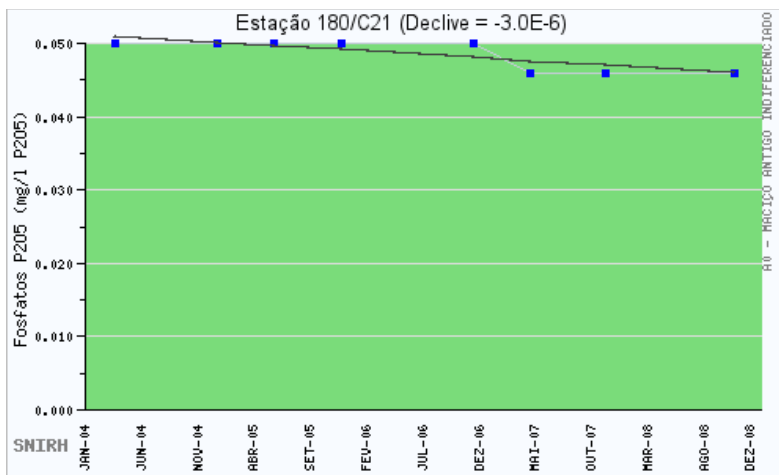
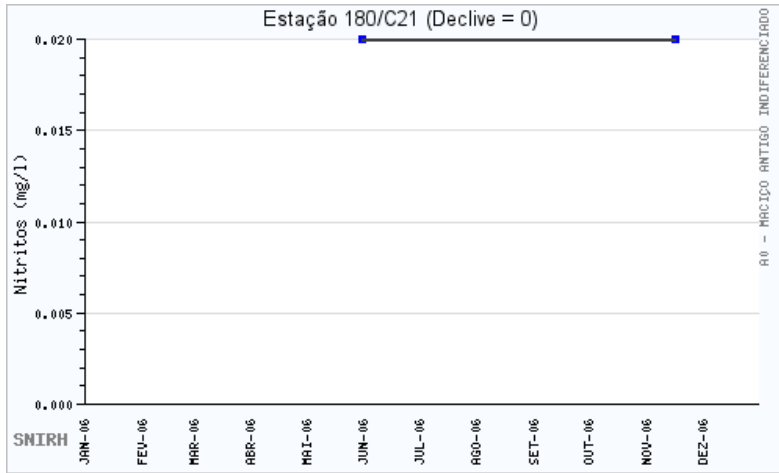
Determinação da Capacidade relativa de Atenuação da Contaminação do solo

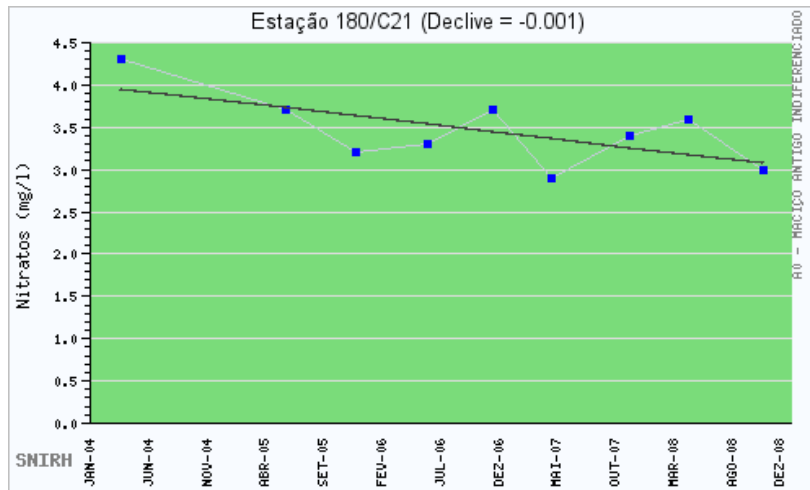
Julho
de
2012



Determinação da Capacidade relativa de Atenuação da Contaminação do solo

Julho de 2012





Anexo 4

(Mapas)



RENDA	DESCRIÇÃO	DATA	AN
PROJECTO DE EXECUÇÃO			
TAV. 176 61/66/275 021 815 - F. 20/69/63 Rua da Engenharia, 2 1000-000 LISBOA, P.º DE LISBOA Tel. 21 742 9740 - Fax 21 742 1834 Email: topo@topo.pt Mestre Rui Manuel Rodrigues de Sá, C.T.C. Eng.º A. 182 932 Lisboa			
REQUERENTE:		ASSOCIAÇÃO DE MUNICÍPIOS DA COVA DA BEIRA	
LOCAL - TIPOLOGIA:		SELAGEM E RECUPERAÇÃO AMBIENTAL DA LIXEIRA DE TRANCOSO	
DENOMINAÇÃO:		LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO	
PROJECTO:		1.ª	
DESIGNADO:			2
VERIFICADO:			
APROVADO:			
DATA:	27/04/2009	ASSINADO:	31/03
ESCALAS:		1:500	
PROJETO DE EXECUÇÃO			

— Curvas de Nivel