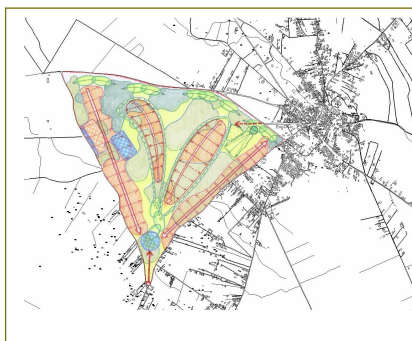


PLANO DE PORMENOR NOSSA SENHORA DA GLÓRIA

**CÂMARA MUNICIPAL DE
SALVATERRA DE MAGOS**

**PROPOSTA DE PLANO
estudo de permeabilidade**



1. INTRODUÇÃO

Por solicitação do GIPP, Lda. – Gestão Integrada de Projectos e Planeamento, realizou-se um estudo da permeabilidade dos terrenos na área de implantação do Empreendimento turístico da Herdade da N.ª Sr.ª da Glória, situada no concelho de Salvaterra de Magos. Este trabalho objectiva servir de base ao projecto da zona dos lagos, nomeadamente, sobre o tipo de impermeabilização a adoptar na base dos lagos.

2. TRABALHOS REALIZADOS E OBJECTIVOS

No âmbito deste trabalho, além da análise de elementos bibliográficos referentes às características hidrogeológicas da região, efectuou-se o estudo detalhado de 8 poços de prospecção, distribuídos pelos locais previstos para os 5 lagos (anexo 1), e realizaram-se 5 ensaios de permeabilidade em valas anexas aos poços. Mediram-se também os níveis hidrostáticos em dois dos três furos de captação existentes. O terceiro furo encontra-se inacessível devido à densa vegetação em seu redor. Os trabalhos de campo decorreram durante o dia 29/10/2005.

A realização de poços de prospecção, com cerca de 3,5 metros de profundidade, permitiu avaliar macroscopicamente a estrutura dos terrenos e a sua granulometria, bem como despistar a existência de níveis freáticos perto da superfície, que pudessem naturalmente sustentar a existência de lagos naturais. Os ensaios de permeabilidade foram realizados em valas ou trincheiras, com cerca de 1,5 metros de profundidade, que permitiram estimar o coeficiente de permeabilidade (k).

3. ENQUADRAMENTO HIDROGEOLÓGICO

O local em apreço situa-se na bacia hidrográfica do Tejo, numa região onde os recursos hídricos subterrâneos mais abundam em Portugal continental, com produtividades aquíferas regionais superiores a $400 \text{ m}^3/\text{dia.km}^2$ (a produtividade aquífera de uma formação geológica é definida como o volume diário médio de água que pode ser extraído por unidade de área dessa formação – ver anexo 2). Este facto resulta de numerosos factores, como a baixa declividade dos terrenos, que aliada ao uso e características dos terrenos permite boas condições de recarga dos aquíferos, a natureza geológica dos aquíferos, a precipitação média anual, etc.

Do ponto de vista geológico, e segundo a carta geológica de Portugal, à escala 1/50 000 (Zbyszewski *et al.*, 1968), existem dois tipos de formações geológicas aflorantes. Os *depósitos de terraço* (25 m – 40 m), do Plistocénico, ocupam cerca de 80% da área aflorante; subjacente a estes depósitos surge o complexo *argilo-gresoso de Coruche - MP*, do Mio-Pliocénico, que aflora apenas na porção mais alta do terreno junto da população Glória.

Segundo aquela carta, “... Os terraços médios da Glória, são constituídos por alternâncias de areias argilosas, amareladas ou acastanhadas, e de argilas arenosas, amarelas, acastanhadas e avermelhadas, ambas com seixos e calhaus rolados. A espessura da formação varia de ponto para ponto, atingindo em certos casos cerca de 50 metros.”; a constituição do *MP* é referida como tratando-se “... de areias e de argilas amarelas, acastanhadas e avermelhadas...”. Na notícia explicativa da mesma carta, são descritas parte das sequências litológicas observadas nos furos da RARET, e nos quais o *MP* surge aos 53,60m e se estende, pelo menos, até aos 100m de profundidade.



Figura 1 – Aspecto dos depósitos de terraço em talude com cerca de 4 metros, próximo da povoação de Marinhais.

As duas unidades litoestratigráficas descritas constituem o suporte de dois sistemas aquíferos sobrepostos. O mais superficial é um aquífero local do tipo poroso e multicamada, onde as camadas mais argilosas confinam ou semiconfinam as camadas mais arenosas e permeáveis, com espessura máxima de cerca de 50 metros. O mais profundo é um aquífero regional do tipo misto (poroso e fissurado), igualmente multicamada, que se estende até profundidades superiores a 100 metros (Ferreira *et al.*, 1995). Este tipo de sistema aquífero multicamada, implica a existência de diferentes níveis aquíferos a profundidades distintas. A notícia explicativa da carta citada, refere que os furos da RARET aproveitam água dos seguintes níveis aquíferos: “...20 m a 29 m; 36 m e 41 m; e, finalmente, 89 m a 93 m. O caudal dos três níveis reunidos atinge 13,8 l/seg com nível hidrodinâmico aos 35 m. O nível hidrostático está a cerca de 8,3 m abaixo do terreno.”.

Foram encontrados 3 furos de captação, no que seria a zona de instalação das antenas da RARET. Um destes furos é inacessível, não sendo de descurar a possibilidade de existirem mais furos. Saliente-se que os dados apresentados na notícia explicativa não especificam a que furos da RARET se referem.



Figura 2 – Local onde foram encontrados os 3 furos de captação.

O Furo mais a norte ainda possui tubaria e bomba, bem como tripé de instalação. O nível hidrostático deste furo é de *19,5 metros*. O furo mais próximo das edificações, a oeste, não tem instalação nem bomba, sendo o seu nível hidrostático de *43,2 metros*. Refira-se que não são conhecidos os diagramas de instalação destes furos, bem como os níveis aquíferos captados e a quais se referem os níveis hidrostáticos medidos.



Figura 3 – Furo de captação a Norte. Aspectos da boca e do exterior.

4. DEPÓSITOS DE TERRAÇO

Os poços de prospecção permitiram avaliar, por observação directa, a estrutura e granulometria dos terrenos da unidade mais superficial, ou seja, os depósitos de terraço.

Refira-se que os locais previstos para os lagos se localizam na mancha relativa a estes depósitos (ver planta n.º5 do estudo prévio). Nos poços, junto à superfície do terreno, ocorre um solo arenoso fino, com alguma argila e matéria orgânica, de cor castanho escura, vulgarmente designado por “terra vegetal”. Esta camada de solo, com espessura que varia entre 20 a 50 centímetros, cobre quase toda a superfície do terreno estudado, constituindo o suporte da vegetação rasteira existente.

Sob a terra vegetal observou-se uma predominância de camadas de areias, com diferentes proporções de silte, em relação às camadas de argilas arenosas. Pontualmente ocorrem camadas de areias quase “limpas”, ou seja com escassa fracção siltosa e argilosa. Observaram-se também, com uma certa frequência, leitos de seixo e calhaus rolados (ver *logs* dos poços em anexo 3).



Figura 4 – Observação das diferentes camadas nos poços de prospecção.

A passagem de umas camadas para outras, em profundidade, é algo gradual, não havendo por vezes limites de camada bem marcados. A sequência vertical das camadas varia de poço para poço, mesmo em poços realizados próximos e a cotas semelhantes, facto que significa existirem variações granulométricas lateralmente, as quais se enquadram perfeitamente neste tipo de formações geológicas. Torna-se assim evidente o carácter lenticular das camadas, ou seja, o biselamento lateral de camadas e consequente surgimento de outras camadas de granulometria distinta.

Os terrenos apresentavam-se praticamente secos, com excepção da terra vegetal que apresentava algum humedecimento face aos chuviscos ocorridos nos dias que precederam os trabalhos de campo. Não foi encontrada água freática em nenhum dos poços de prospecção, sendo de salientar o poço P3, onde se observou uma camada de areia “lavada”, e consequentemente foi aprofundado até próximo de 5 metros.

5. DETERMINAÇÃO DO COEFICIENTE DE PERMEABILIDADE

A permeabilidade de uma formação é dada pelo volume de água que, num dado intervalo de tempo, é capaz de atravessar, de forma laminar e normal à direcção do fluxo, uma secção unitária da formação, sob um gradiente piezométrico unitário, à temperatura de 20°C. A permeabilidade pode assim exprimir-se em função do caudal, $\text{cm}^3/\text{seg}/\text{cm}^2$ ou $\text{m}^3/\text{dia}/\text{m}^2$, ou mais habitualmente, em função da velocidade, cm/seg ou m/dia .

O valor da permeabilidade depende das características dos terrenos (como a granulometria, a forma dos grãos, o estado de consolidação, etc), sendo por isso um parâmetro muito variável na natureza: $10^{-7} < k \text{ (cm/s)} < 100$. Na tabela seguinte apresenta-se um conjunto de valores da permeabilidade, típicos de terrenos pouco consolidados:

<i>Tipo de terreno</i>	<i>k (cm/s)</i>
Seixos limpos	> 1
Areia grossa	1 a 0,1
Areia média	0,1 a 10^{-2}
Areia fina	10^{-2} a 10^{-3}
Areia siltosa	10^{-3} a 10^{-4}
Siltes	10^{-4} a 10^{-6}
Argilas homogéneas	10^{-6} a 10^{-8}

A determinação da permeabilidade é uma questão complicada, uma vez que os terrenos têm variações de granulometria e de composição. Num meio heterogéneo é muito difícil estimar uma permeabilidade, que pode variar com a direcção. Os métodos considerados mais adequados são os de campo, os quais resultam em valores de permeabilidade médios, que são representativos da espessura ensaiada. Os ensaios de laboratório dão resultados pontuais, e em aquíferos heterogéneos é necessário um elevado número de determinações para se conseguir um valor que seja representativo.

Para estimar o coeficiente permeabilidade optou-se por um método de campo e de superfície, uma vez que os lagos deverão ter uma profundidade inferior a 1,5 metros, em relação à cota natural do terreno. Estes métodos têm também a vantagem de se poderem aplicar em situações em que os solos não estão saturados, ou apenas húmidos.

Utilizou-se o para o efeito o Ensaio Matsuo (Vallejo *et al.*, 2002), que permite determinar este parâmetro a partir do caudal infiltrado numa escavação em forma de vala ou canal. O comprimento da escavação deverá ser muito maior que a largura, de forma que, para efeitos de cálculo, se possa considerar infinita. A expressão para o cálculo do coeficiente de permeabilidade, no caso de haver um nível impermeável muito abaixo da superfície, é a seguinte:

$$k = (Q/L)/(B + 2H)$$

sendo Q o caudal necessário para manter o nível da água H , no interior de uma vala com largura B e comprimento L .

Face ao exposto optou-se por realizar valas com 0,6m de largura, 5m de comprimento e 1,5m de profundidade. A aproximação do caudal às condições do ensaio foi obtida por meio de uma válvula esférica, após a qual o nível da água foi mantido durante cerca 15 a 20 minutos.



Figura 5 – O enchimento de uma vala e a respectiva regulação de caudais.

No quadro seguinte estão contidos os resultados dos cinco ensaios efectuados:

Vala n°	B (cm)	L (cm)	H (cm)	Q (cm ³ /s)	k (cm/s)	Tipo de terreno ensaiado
P ₁	60	501	51	15,15	1,87*10⁻⁴	Argila arenosa / areia fina siltosa
P ₃	65	503	30	409,09	6,51*10⁻³	Areia fina siltosa / areia média a fina
P ₆	65	515	50	95,23	1,12*10⁻³	Areia fina, siltosa
P ₇	62	520	51	40,48	4,75*10⁻⁴	Areia média a fina, siltosa.-argilosa
P ₈	60	505	50	125,01	1,55*10⁻³	Areia fina silto-argilosa/ areia siltosa

Do quadro anterior salienta-se que os valores da permeabilidade estimados se enquadram nos valores de referência, para os tipos de terreno observados nos poços de prospecção. Os diferentes valores obtidos reflectem variações granulométricas dos terrenos, o que é típico deste tipo de aquíferos (porosos, de terrenos pouco consolidados). A relação entre a permeabilidade máxima (P₃) e a mínima (P₁) é de cerca de 35 vezes. De facto verificou-se que em P₃, cerca de 2 horas após o fim do ensaio, a água existente no interior da vala se esgotou; enquanto que em P₁, cerca de 7 horas após o fim do ensaio (no final do dia), o nível água no interior da vala tinha rebaixado apenas cerca de 4 centímetros.

6. CONCLUSÕES

Nos locais previstos para os lagos foram observadas litologias típicas de depósitos de terraço, ou seja, de natureza detrítica pouco consolidados. A observação directa (macroscópica) destes terrenos permitiu concluir que, até 3,5 metros de profundidade, a sua constituição varia entre areias médias a finas, siltosas e misturas de argila com areia. Nestes terrenos abundam leitos de seixo e calhau rolado. Na data de realização da prospecção, em 29/10/2005, os terrenos encontravam-se secos até cerca de 5 metros de profundidade.

A extrapolação das propriedades dos terrenos observadas nos poços, nomeadamente a granulometria e a permeabilidade, para a extensão total de cada lago, terá de ser feita com reservas, atendendo às variações laterais registadas (características deste tipo de formação). Não obstante, e para efeitos de “engenharia”, poderá assumir-se como permeabilidade média dos terrenos a média dos resultados dos 5 ensaios realizados, ou seja, $1,97 \times 10^{-3} \text{ cm/s}$ ou $1,702 \text{ m}^3/\text{dia}/\text{m}^2$. Este valor é típico de areias siltosas.

7. BIBLIOGRAFIA

Ferreira, J.P.C.L.; Oliveira, M.M.; Ciabatti, P. (1995). *Desenvolvimento de um Inventário das águas subterrâneas de Portugal: Vol. I*. Lisboa: LNEC.

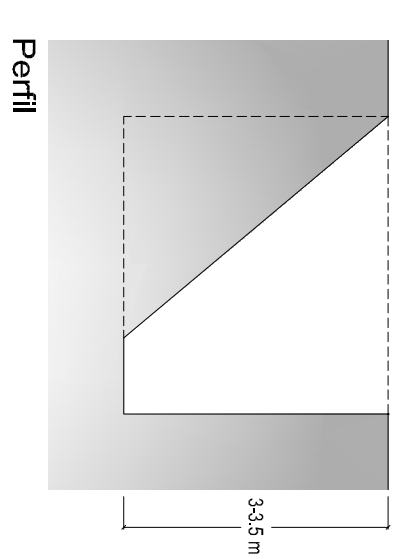
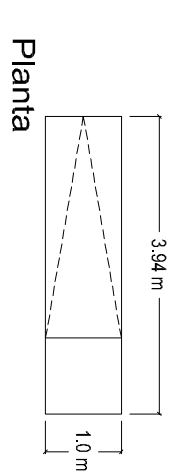
GIPP, Lda (2005). *Plano de Pormenor da Herdade de N^a Sr.^a da Glória – Estudo prévio*. Relatório interno.

Vallejo, L.I.G.; Ferrer, M.; Ortuño, L.; Oteo, C. (2002). *Ingeniería Geológica*. Madrid: Prentice Hall

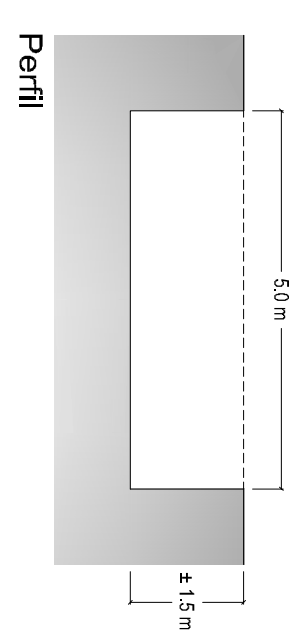
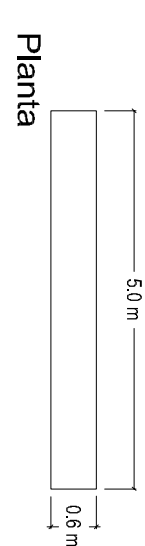
Zbyszewski, G.; Ferreira, O.V. (1968). *Carta Geológica de Portugal. Notícia Explicativa da Folha 31-C (Coruche)*. Lisboa: Serviços Geológicos de Portugal.

Vila Real, 23 de Novembro 2005

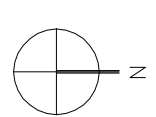
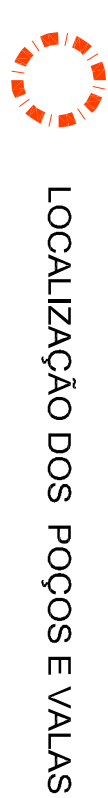
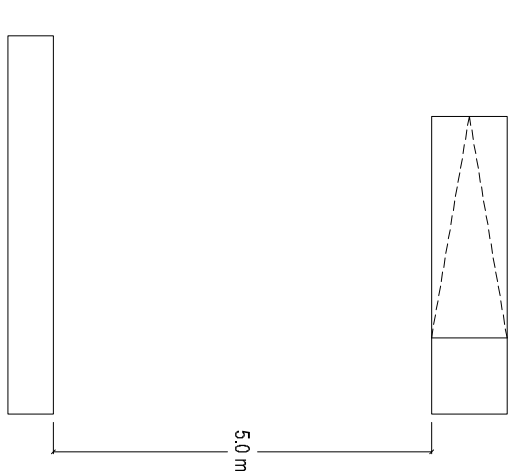
Nuno Oliveira
(Eng^o Geólogo)

Poços de prospecção geológica
(P1, P2, P3, P4, P5, P6, P7, P8)

Valas para ensaio de permeabilidade
(P1, P3, P6, P7, P8)



Esquema geral para os P1, P3, P6, P7, P8

PLANO DE PORMENOR DA HERDADE DE N. SR^a. DA GLÓRIA

PLANTA DE ESTUDO GEOLÓGICO

C. M. DE SALVATERRA DE MAGOS



Gestão Integrada de Projectos e Planeamento, Lda
Estrada Exterior do Crato nº20a, 3546-11, Sãe 5
Aveiro - 4435 Rôo Tâto
Email: geral@nial.pt
tel. 229773803 Fax: 229773509

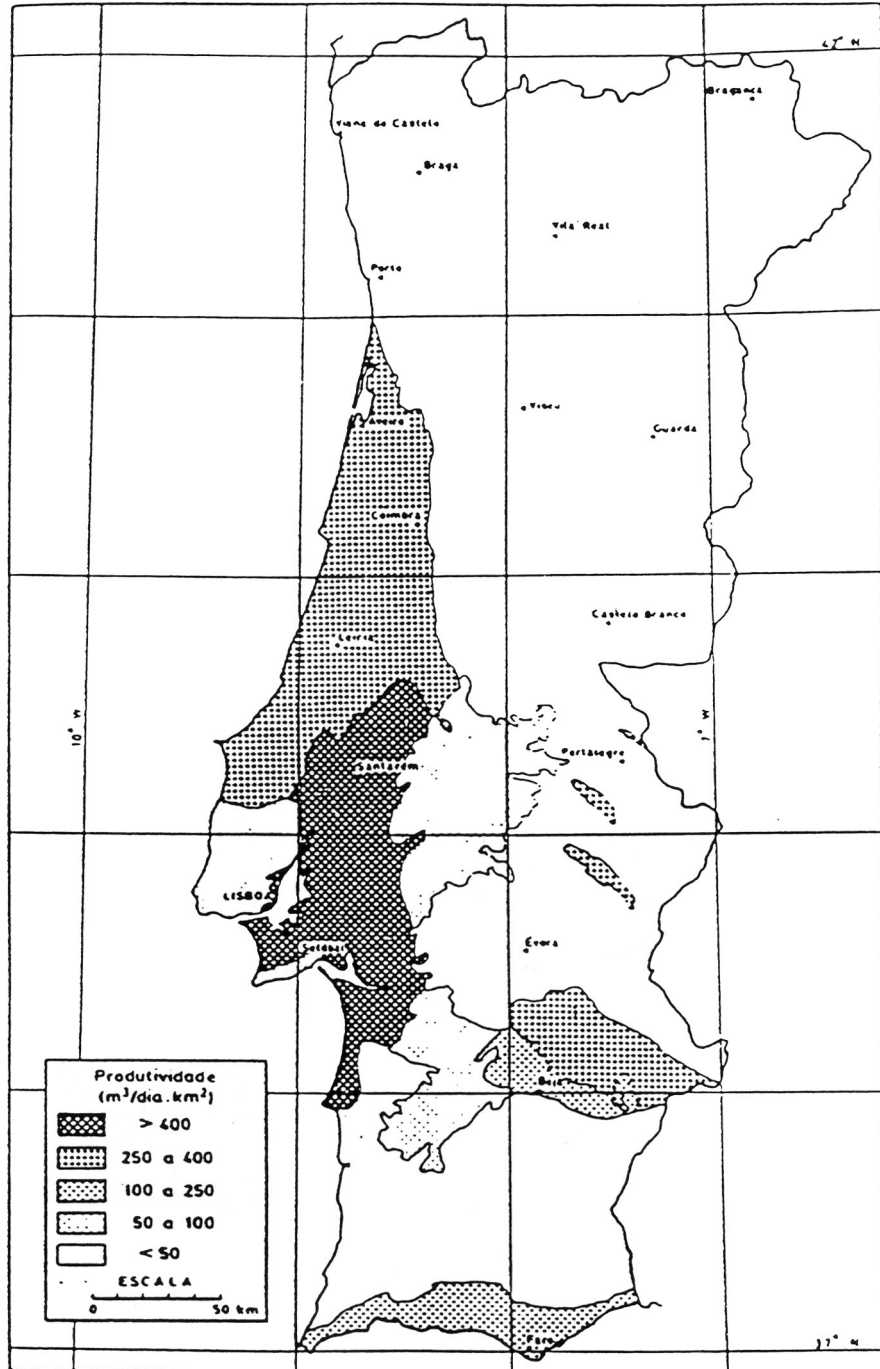
PROPOSTA DE PLANO

Sistema de Projecção:GAUSS
Elipsóide:INTERNACIONAL
Datum:LISBOA
Sistema de Coordenadas:CARTESIANAS

Escala: 1/5000

Data: OUTUBRO 2005

Planta Nº


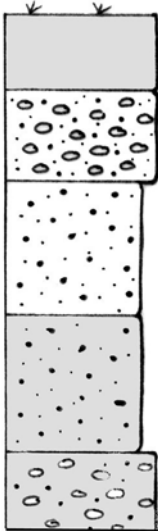


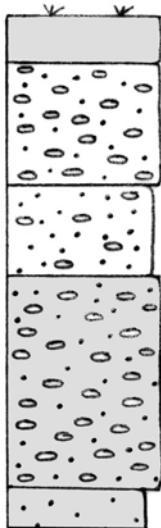
LOG DE POÇO DE PROSPECÇÃO			OBRA: Empreendimento Turístico da Herdade da N. Sr.ª da Glória	
			POÇO Nº: P1	
			DATA: 29/10/2005	
			MÉTODO DE ESCAVAÇÃO: Retroescavadora	
Nível Freático	Perfil litoestraigráfico	Prof.	Descrição	Amostragem
Sêco		0	Terra vegetal, areno-argilosa castanho escura	
		0,50	Argila com areia média a grosseira, e com seixo rolado, cinzenta com laivos vermelhos escuros	A1A
		1,10	Areia fina, siltosa, bege com nuances esbranquiçadas	A1B
		3,40	Areia grosseira a fina, argilosa, vermelho escura	
		3,60	Fim	




LOG DE POÇO DE PROSPECÇÃO			OBRA: Empreendimento Turístico da Herdade da N. Sr.ª da Glória	
			POÇO Nº: P2	
			DATA: 29/10/2005	
			MÉTODO DE ESCAVAÇÃO: Retroescavadora	
Nível Freático	Perfil litoestratigráfico	Prof.	Descrição	Amostragem
Sêco		0	Terra vegetal, areno-argilosa castanho escura	
		0,25	Areia grossa a fina siltosa, amarela	
		0,50	Argila com areia grossa a média, com seixo rolado disperso, cinzenta esverdeada com laivos vermelho escuro	
		1,10	Argila siltosa cinza claro	
		1,40	Areia grossa a fina silto-argilosa, amarela alaranjada com nuances cinzentas	A.P2A
		2,20	Argila siltosa, cinza claro	
		2,40	Areia média a fina siltosa, vermelha escura com nuances cinzentas; no topo ocorre um leito de seixo rolado	A.P2B
		3,45	Fim	




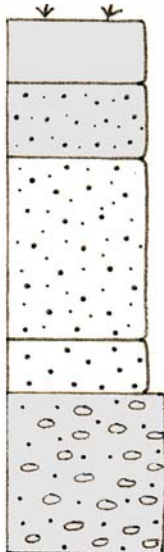
LOG DE POÇO DE PROSPECÇÃO			OBRA: Empreendimento Turístico da Herdade da N. Sr.ª da Glória		
			POÇO Nº: P3		
			DATA: 29/10/2005		
			MÉTODO DE ESCAVAÇÃO: Retroescavadora		
Nível Freático	Perfil litoestraigráfico	Prof.	Descrição	Amostragem	
Sêco		0,0	Terra vegetal, areno-argilosa castanho escura		
		0,5	Areia fina siltosa com seixo rolado abundante, cinza esbranquiçada		
		1,1	Areia média a fina lavada, amarela	A.P3A	
		2,0	Areia média a fina silto-argilosa, amarela alaranjada com nuances vermelho escuro	A.P3B	
		2,9	Argila arenosa com seixo e calhau rolado abundante		
		3,4	Fim		


LOG DE POÇO DE PROSPECÇÃO			OBRA: Empreendimento Turístico da Herdade da N. Sr.ª da Glória	
			POÇO Nº: P4	
			DATA: 29/10/2005	
			MÉTODO DE ESCAVAÇÃO: Retroescavadora	
Nível Freático	Perfil litoestratigráfico	Prof.	Descrição	Amostragem
Sêco		0,0	Terra vegetal arenosa, castanho escura	
		0,3	Areia grossa a média com seixo rolado abundante, alaranjada a esbranquiçada	
		1,1	Areia grossa a média com raro seixo rolado	
		1,7	Areia grossa a média argilosa, com seixo e calhau rolado abundante, vermelha escuro, acinzentada no topo	A.P4
		3,1	Areia grossa a média argilosa, vermelho escuro	
		3,5	Fim	

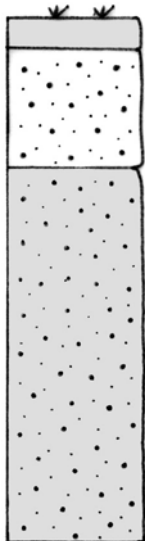



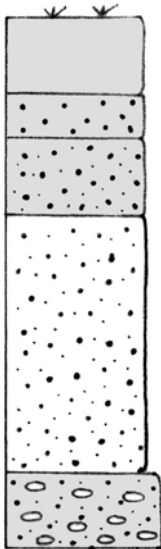
LOG DE POÇO DE PROSPECÇÃO			OBRA: Empreendimento Turístico da Herdade da N. Sr.ª da Glória	
			POÇO Nº: P5	
			DATA: 29/10/2005	
			MÉTODO DE ESCAVAÇÃO: Retroescavadora	
Nível Freático	Perfil litoestratigráfico	Prof.	Descrição	Amostragem
Sêco				
		0,0	Terra vegetal areno-argilosa, castanho escura	
		0,3	Areia fina argilosa, cinza esverdeada com laivos vermelhos	
		0,85	Areia fina siltosa, alaranjada com nuances esbranquiçadas	A.P5
		3,3	Areia média a fina solta, esbranquiçada	
		3,5	Fim	



LOG DE POÇO DE PROSPECÇÃO			OBRA: Empreendimento Turístico da Herdade da N. Sr.ª da Glória	
			POÇO Nº: P6	
			DATA: 29/10/2005	
			MÉTODO DE ESCAVAÇÃO: Retroescavadora	
Nível Freático	Perfil litoestratigráfico	Prof.	Descrição	Amostragem
Sêco		0,0	Terra vegetal areno-argilosa, castanho escura	
		0,4	Areia fina silto-argilosa, vermelho a cinzento	
		0,9	Areia fina siltosa, bege com manchas esbranquiçadas	A.P6
		2,10	Areia média solta	
		2,45	Areia grosseira a média argilosa, com seixo e calhau rolado	
		3,5	Fim	



LOG DE POÇO DE PROSPECÇÃO		OBRA: Empreendimento Turístico da Herdade da N. Sr. ^a da Glória		
		POÇO Nº: P7		
		DATA: 29/10/2005		
		MÉTODO DE ESCAVAÇÃO: Retroescavadora		
Nível Freático	Perfil litoestratigráfico	Prof.	Descrição	Amostragem
Sêco		0,0	Terra vegetal arenosa, castanho escura	
		0,2	Areia média a fina siltosa, com seixo e calhau rolado abundantes, vermelho esbranquiçado	
		1,0	Areia média a fina, silto-argilosa, com seixo rolado, amarela alaranjada com manchas cinzentas	A.P7
		3,5	Fim	
				

LOG DE POÇO DE PROSPECÇÃO		OBRA: Empreendimento Turístico da Herdade da N. Sr.ª da Glória		
		POÇO Nº: P8		
		DATA: 29/10/2005		
		MÉTODO DE ESCAVAÇÃO: Retroescavadora		
Nível Freático	Perfil litoestratigráfico	Prof.	Descrição	Amostragem
Sêco		0,0	Terra vegetal arenosa, castanho escura	
		0,5	Areia fina argilosa vermelha	
		0,8	Areia fina silto-argilosa, amarela alaranjada com nuances cinza esverdeado	
		1,3	Areia fina siltosa	
		3,0	Areia grosseira a fina silto-argilosa, com calhau e seixo rolado, esbranquiçada no topo e vermelha na base	A.P8
		3,5	Fim	

