

5.3 GEOLOGIA E HIDROGEOLOGIA

5.3.1 Enquadramento

A implantação deste projecto terá impactes ao nível deste descritor, quer no decorrer da fase de construção, quer no decorrer da fase de exploração. Os impactes decorrentes da fase de construção poderão estar essencialmente relacionados com as operações de escavação e com potencial interferência directa sobre a geomorfologia e geologia local. Durante a fase de exploração os impactes poderão advir do potencial risco de contaminação dos recursos geológicos e hidrogeológicos.

A planta e perfis de construção, disponibilizados pelo projectista, contêm os seguintes elementos a considerar:

- Cota de implantação da construção, correspondente à superfície culminante do aterro compactado = + 8,00 metros (ref.^a nível médio da água do mar);
- Tanto a cimentação dos tanques como as fundações dos edifícios são pouco profundas, de forma a não interferir ou a minimizar interferências com o fluxo subterrâneo de água doce;
- Os canais de evacuação de água dos tanques ao mar foram projectados em largura, para minimizar a penetração vertical no subsolo;
- Segundo o projectista, as cotas de fundo dos canais de evacuação são sempre iguais ou superiores a + 4,94 metros (Ref. nível médio das águas do mar), enquanto os níveis freáticos locais se situam no intervalo + 4,1 a + 5,3 metros (Ref. idem) (dados do promotor baseados em registos de sondagens).

5.3.2 Avaliação de Impactes

5.3.2.1 Fase de Construção

Volumes de escavação e Aterro

Os Volumes aproximados de escavação e aterro são os seguintes:

Quadro 5.3-1 – Volumes de Movimentação de Terras previstos

	Volume de Escavação (m³)	Volume de Aterro (m³)	Diferença
Instalação Aquícola	89.015	299.568	- 210.553
Estrada	11.096	10.536	560
TOTAL	100.111	309.924	-209.924

Perspectiva-se pois que haja necessidade de recorrer a uma quantidade de terras de empréstimo calculadas em aproximadamente 209.924 m³. Prevê-se igualmente que as mesmas sejam provenientes de uma pedreira / areeiro da região, a seleccionar em fase de Projecto de Execução.

Impactes geológicos e hidrogeológicos decorrentes da compactação do terreno a edificar

As dissipação de cargas a aplicar aos aterros, far-se-á nos primeiros metros da série arenosa, provocando compactação das areias finas e médias superiores, com consequente redução da porosidade eficaz das mesmas, e redução do coeficiente de armazenamento do aquífero.

No entanto, tratando-se de areias quartzosas, praticamente isentas de finos, de granularidade média e fina e com porosidade eficaz próxima de 10 %, o rearranjo da estrutura permeável não compromete a funcionalidade hidrogeológica (fluxo de água subterrânea).

Condições de Escavabilidade

Prevê-se que a plataforma final do projecto se venha a estabelecer em aterro, com cotas de trabalho a variar entre 1 e 4 m. A monotonia em termos litológicos da área investigada condiciona naturalmente a disponibilidade dos materiais e as opções construtivas, sugerindo o aproveitamento dos solos existentes através da adaptação das soluções construtivas.

Os trabalhos deverão envolver, na sua fase inicial, a desmatação e destronca da superfície a ocupar, admitindo-se a execução de decapagem da ordem de 0.2 m para aproveitamento de terras com alguma (pouca) componente orgânica, podendo eventualmente considerar-se a sua dispensa.

As areias eólicas que ocorrem na área de intervenção são materiais exclusivamente granulares, enquadrados nos grupos A-3 e A-1-b(0) da classificação AASTHO. Embora distribuindo-se por dois grupos, a diferença entre os solos não é expressiva, porquanto decorra fundamentalmente da percentagem passada no peneiro Nº 40 (ASTM), sem que se estabeleça uma efectiva diferenciação de características e do inerente comportamento geotécnico.

Estes materiais, embora com boas características mecânicas em situação de algum confinamento e boas características drenantes, são contudo de difícil trabalhabilidade em termos de terraplenagem, especialmente no que respeita à obtenção de adequadas condições de compactação, de traficabilidade e de estabilidade dos taludes; resultado da má graduação em termos granulométricos e da ausência de finos.

Salienta-se a propósito que os teores em água óptimos, W_{opt} , referidos nos ensaios laboratoriais de compactação (ensaios Proctor), correspondem frequentemente aos teores em água a partir do qual o solo exhibia alguma indiferença, sem qualquer evolução na baridade e praticamente sem capacidade adicional de retenção. Refira-se que mesmo com o incremento das condições de energia (simulada pelo ensaios Proctor leve e pesado) não se observa, na maior das situações, um significativo aumento da baridade.

Este comportamento particular recomenda que ao nível do projecto dos aterros e pavimentação, se considere a necessidade de uma camada superior (camada de coroamento do aterro ou leito de pavimento quando este existir) com cerca de 0.30 m (colocada em duas camadas 0.15 m), com boas características de traficabilidade e compactação.

A indisponibilidade de recursos na área do empreendimento obrigará à utilização de materiais de empréstimo para a camada de topo do aterro e/ou leito do pavimento, com características de solos seleccionados, devendo ser balizados por uma percentagem de material passado no peneiro Nº 200

(ASTM) inferior a 25% e um índice de plasticidade inferior a 6%, devendo ainda apresentar uma composição granulométrica extensa e contínua com $D_{máx} < 2/3$ da espessura de camada.

Enfatiza-se igualmente o ambiente muito propício ao desenvolvimento de fenómenos de ravinamento, muito frequentes aliás nos cortejos litológicos puramente friccionais. O carácter aplanado da área de explanação do projecto tende a simular um pouco a susceptibilidade das formações ocorrentes a este fenómeno, embora ele lhes seja intrínseco e ocorra imediatamente após modelação antrópica, quer em escavação quer em aterro, através do aparecimento de depressões alongadas de perfil transversal típico, em forma de « V », de crescimento regressivo para montante.

Impactes ocorrentes ao nível da hidrogeologia

As condições hidrogeológicas referenciadas nas sondagens indicam o estabelecimento de níveis de água na dependência próxima da superfície topográfica, facto que obrigará à inclusão de robustos sistemas de rebaixamento e drenagem para a realização de escavações. Na eventual necessidade e/ou conveniência em reduzir as faixas de ocupação de escavações pouco profundas, o ambiente geotécnico local privilegia o recurso a solução com de estacas prancha. Eventuais taludes de escavação abaixo do nível freático instalado nas areias eólicas devem envolver enrocamentos de contenção saturados com areia e seixo.

A impermeabilização da área de terreno de recarga prevista não é de molde a induzir algumas consequências negativas na qualidade da água que serve de suporte aos habitats costeiros. Com efeito, aos níveis a que se detecta água e face ao modelo local de drenagem subterrânea, com base nos resultados obtidos no Estudo Geológico e Geotécnico apresentado, a impermeabilização prevista não provocará a diminuição dos caudais de água doce fluentes ao mar.

Impacte decorrente da penetração das infra-estruturas no terreno

A reduzida penetração das infra-estruturas no subsolo, particularmente das fundações dos edifícios e dos canais de evacuação de água salgada ao mar, minimiza e reduz a uma expressão pouco significativa o impacte no fluxo de água subterrânea aos habitats costeiros, por duas razões principais:

- O aquífero tem uma espessura local muito grande, igual ou superior a 30 metros, canalizando boa parte do fluxo eventualmente barrado pelas infra-estruturas da construção, por baixo delas;

- As areias do aquífero são suficientemente bem calibradas para se comportarem como meio homogéneo e isotrópico, permitindo que o fluxo eventualmente barrado e consequente subida local de nível freático, se repercuta positivamente em toda a área de habitats costeiros.

Impactes na Alimentação de Água à Barrinha de Mira

A concretização do projecto e a anulação e consequente não aprofundamento da Vala das Dunas, não provocarão impacte significativo na alimentação de água doce (de reduzida carga orgânica) à Barrinha de Mira.

A componente de água subterrânea proveniente de Sul (do Aquífero Arenoso e Dunar) não é alterada com a concretização do projecto e a componente superficial aportada pela vala das Dunas não se prevê significativa, mesmo em períodos de forte precipitação.

Estaleiro

Os impactes que decorrerão da inserção destas estruturas de apoio, ao nível da geomorfologia e escavabilidade dos taludes, terá pouco ou nulo significado, uma vez que não se prevêem interferências com a geomorfologia local nem se encontra prevista a realização de escavações para a sua implantação. Caso seja necessário efectuar qualquer tipo de escavações estas serão realizadas à superfície, pelo que não se interferirá com as formações geológicas aí localizadas.

Emissários

Para execução dos adutores marítimos subterrâneos prevê-se o uso de microtuneladora. Para as condições litológicas descritas e que envolvem a presença de materiais granulares sem coesão, muito compactos, e associando seixo fino a médio (<20 mm) muito abundante, seixo grosso (<60 mm) disperso e calhau (>60 mm) ocasional, com nível freático posicionado próximo da superfície topográfica, admite-se o recurso a técnicas do tipo *slurry shielded*.

No geral, dado o tipo de construção previsto não se prevê a ocorrência de impactes derivados da implantação dos emissários. A este nível foi avaliado o potencial de liquefacção, de forma a determinar potenciais impactes.

A análise de susceptibilidade à liquefacção efectuada com base nos registos de resistência de ponta e atrito lateral local medidos nos ensaios CPTu, não apresenta trechos com evolução da curva amarela abaixo da unidade, isto é, situações onde se conjugue um factor de segurança inferior à unidade em horizontes de constituição predominantemente arenosa, caracterizados por $I_c < 2.6$. De facto, as resistências obtidas nos ensaios CPTu1, CPTu2 e CPTu3 não sugerem condições de potencial liquefacção dos solos arenosos. As considerações apresentadas em torno dos valores de aceleração convergem também para a insipiência do problema para estas condições.

Construção do Acesso

Os aspectos geológicos e hidrogeológicos atrás assinalados aplicam-se igualmente à implantação do acesso, pelo que as respectivas conclusões se aplicam igualmente a este. Os impactes de natureza geomorfológica são fundamentalmente resultantes de obras de terraplenagem (escavações e aterros) necessários para a implantação da via.

Da análise efectuada sobre a geomorfologia local e a altimetria onde se desenvolve o traçado, verifica-se que as alterações na geomorfologia local são mínimas, sendo aliás aproveitado quase integralmente o aceiro actualmente existente, minimizando pois potenciais efeitos a este nível.

5.3.2.2 Fase de Exploração

Os principais impactes geológicos de provável ocorrência na fase de exploração estarão, por via de regra, relacionados com a manutenção do equilíbrio geotécnico de eventuais problemas de assentamentos dos tanques e edificações, assim como da via, ao longo do tempo, bem como eventuais situações de instabilidade dos taludes de aterros e escavação. Estas situações podem porém ser facilmente minimizadas, mediante a adopção das medidas de minimização propostas no quadro do presente EIA.

Neste contexto, não se prevê que a fase de exploração possa modificar de uma forma perceptível o cenário dos impactes nos domínios estudados em termos geológicos para a fase de construção.

Os principais impactes hidrogeológicos de provável ocorrência na fase de exploração provêm do funcionamento da estrada de acesso à instalação e estarão relacionados com o risco de poluição dos sistemas aquíferos, já que durante esta fase serão depositados na faixa de rodagem uma série de poluentes, resultantes da emissão dos gases de escapes e da degradação dos pneus e carroçarias de veículos e do próprio piso da via. No entanto, tais factores dependem, quase

exclusivamente, da intensidade do tráfego ocorrente, o qual, sendo, em média, de 24 camiões e 150 veículos ligeiros por dia, não é de molde a potenciar impactes com qualquer significado.

5.3.3 Medidas

- MG1.** Devem adoptar-se inclinações suaves para os taludes de escavação e de aterro mais significativos, cumprindo o disposto no Estudo Geológico e Geotécnico reproduzido no Anexo V.
- MG2.** Recomenda-se que ao nível do projecto dos aterros e pavimentação, se considere a necessidade de uma camada superior (camada de coroamento do aterro ou leito de pavimento quando este existir) com cerca de 0.30 m (colocada em duas camadas 0.15 m), com boas características de traficabilidade e compactação.
- MG3.** Se for detectado, ao nível da fundação do aterro, a presença de solos com componente fina significativa, de natureza coluvionar ou outra, em regra associando tonalidades acinzentadas resultante de alguma componente orgânica, deverá proceder-se ao seu saneamento e respectivo enchimento com materiais granulares do grupo A-3 (AASHTO) antes da colocação do aterro.
- MG4.** Por razões construtivas relacionadas com a traficabilidade e trabalhabilidade da plataforma final, que face à dimensão da obra de terraplenagem e de construção civil se admite poder ficar exposta a períodos de pluviosidade, poderá recorrer-se à utilização de materiais britados de granulometria extensa (tout-venant) na última camada de 0.15 m. Além deste aspecto construtivo de grande relevância, seria um contributo para o incremento da rigidez da plataforma, e conseqüentemente uma melhoria nas condições de fundação dos tanques. Solução alternativa, habitual neste tipo de dispositivos geotécnicos envolvendo areias com poucos ou nenhuns finos, consiste na implementação de métodos de melhoramento dos solos que proporcionem um adensamento dos materiais friccionais muito descomprimidos, por exemplo através do processo de vibrocompactação, que se admite poder permitir a obtenção de módulos de deformabilidade das areias de $E_v \geq 45$ MPa.

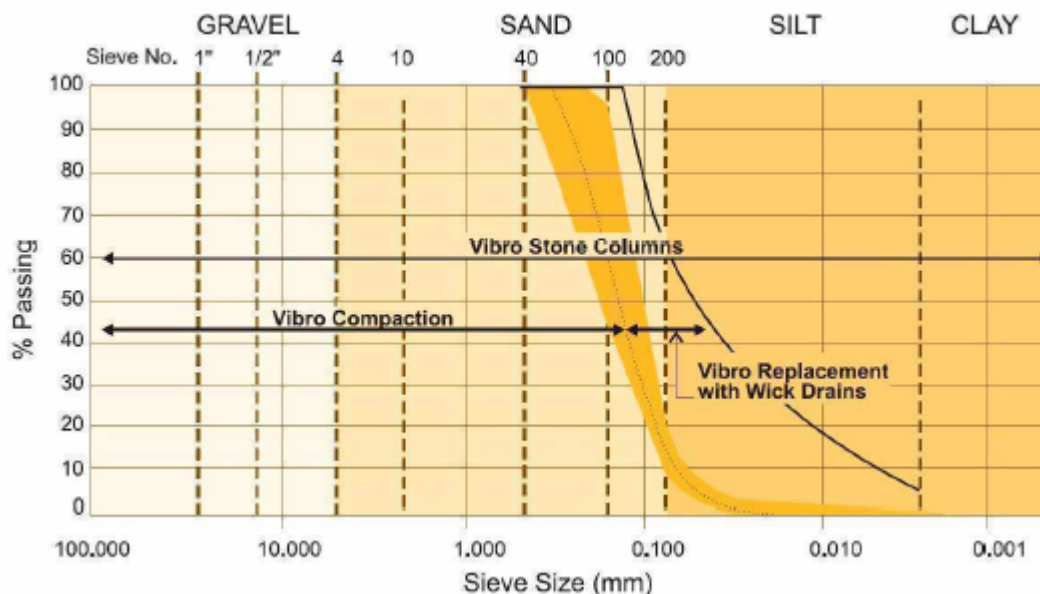


Figura 5.3-1 – Espectro dos solos susceptíveis de tratamento por vibrocompactação

Com este processo, além da espessura do corpo de aterro poderá promover-se igualmente o adensamento da camada mais superficial do terreno, numa espessura da ordem de 2.5 m, o que em situações de cotas de trabalho reduzidas pode ter um contributo relevante no módulo equivalente.

- MG5.** A execução da drenagem superficial é prioritária, pelo que a sua execução deverá acompanhar a realização das escavações e dos aterros, devendo-se prever igualmente dispositivos de protecção que mitiguem os fenómenos de arrastamento, nomeadamente através do revestimento das faces dos taludes com coberto vegetal apropriado ao tipo de solo e de clima (marítimo) e de adequado sistema de valetas de topo, de descida e de pé de talude (de escavação e de aterro).
- MG6.** Recomenda-se que em obra, o tempo de exposição das superfícies recém escavadas aos agentes meteóricos deverá ser reduzida ao mínimo, pelo que deverão ser revestidas imediatamente após a escavação.
- MG7.** Em escavações profundas, como aquelas que se prevêem na construção dos poços de captação e onde se prevê dificuldade na cravação de elementos de contenção, poderá recorrer-se a soluções do tipo *jetgrouting*, quer no perímetro da zona a escavar quer na zona de fundo onde o levantamento hidráulico deve ser adequadamente avaliado.
- MG8.** Recomenda-se que na zona de instalação dos tanques se proceda a uma campanha complementar de ensaios de penetração estática CPTu, de forma a possibilitar a

respectiva verificação dessa extensa área onde, ainda que pontualmente, se registaram zonas de solos arenosos descomprimidos.

- MG9.** Para a obtenção das Terras de Empréstimo necessárias, deve recorrer-se a um Areeiro da região devidamente licenciado.
- MG10.** Recomenda-se a construção de uma rede de piezómetros, cotados e integralmente ranhurados, com profundidade de 30 metros, nos locais indicados no capítulo referente ao Plano de Monitorização, para investigação da posição da cunha salina e da zona de mistura água doce – água salgada. Esta medida permitirá avaliar a não interferência local com tecto de água salobra.
- MG3.** A Vala das Dunas deverá manter o seu actual perfilamento e ser desviada de modo a contornar a instalação Aquícola de Engorda de Pregado pelo seu lado Este, garantindo as actuais condições de drenagem superficial.