



CÂMARA MUNICIPAL DE LISBOA
DIRECÇÃO MUNICIPAL DE PLANEAMENTO URBANO

PLANO DE PORMENOR DA PEDREIRA DO ALVITO

PROPOSTA DE PLANO

GEOLOGIA, HIDROLOGIA E GEOTÉCNIA



Maio de 2011



PLANO DE PORMENOR DA PEDREIRA DO ALVITO

PROPOSTA DE PLANO

ÍNDICE

1. CARACTERIZAÇÃO GEOLÓGICA	3
1.1 <i>Estratigrafia</i>	3
1.2 <i>Litologia</i>	3
2. GEOMORFOLOGIA	5
3. HIDROGEOLOGIA	6
3.1 <i>Complexos Hidrogeológicos</i>	6
4. GEOTECNIA	7
4.1 <i>Generalidades</i>	7
4.2 <i>Unidades Geotécnicas</i>	7
4.3 <i>Escavabilidade</i>	9
4.4 <i>Fundações</i>	10
5. RECOMENDAÇÕES	10



PLANO DE PORMENOR DA PEDREIRA DO ALVITO

PROPOSTA DE PLANO

1. Caracterização Geológica

1.1. Estratigrafia

De acordo com a Carta Geológica do Concelho de Lisboa (escala 1:10.000), a área em análise enquadra-se em formações atribuídas aos seguintes estratos:

Recente – (A) – Aterros

Cretácico – Cenomaniano superior

(C3Bi)– Formação de Bica

A distribuição espacial dos diversos estratos é indicada em anexo (Planta 1), e constitui um extracto da Folha 3 da Carta Geológica do Concelho de Lisboa (escala 1:10.000) – Serviços Geológicos de Portugal. A designação atribuída às unidades geológicas acima descritas adoptou a nomenclatura definida na Folha 34 D da Carta Geológica de Portugal, na escala 1:50.000 – INETI, I.P.

1.2. Litologia

Dentro das unidades estratigráficas acima referidas ocorrem tipos litológicos variados, que de seguida se indicam e caracterizam genericamente, com base na bibliografia da especialidade.

Recente

(A) – Aterros – São materiais de natureza antrópica, muito heterogéneos, de matriz predominantemente areno-siltosa ou argilo-siltosa e com fragmentos líticos dispersos. Apresentam-se muito descomprimidos, e na área em estudo exibem uma espessura média variável entre 1 e 8 metros.

Face ao enquadramento local, tendo em conta a tradicional incerteza e indefinição associadas ao desenvolvimento espacial deste tipo de ocorrências,



PLANO DE PORMENOR DA PEDREIRA DO ALVITO

PROPOSTA DE PLANO

considera-se provável que possam vir a ser interferidos na área das edificações aterros significativamente mais espessos que os referidos pela prospecção.

Tal dificuldade poderá ser ultrapassada com recurso a prospecção geofísica, nomeadamente a partir da realização de perfis de resistividade eléctrica, permitindo uma investigação mais rigorosa das espessuras de aterro.

Cretácico

C3Bi – Formação de Bica – Composto por bancadas de calcário cristalino, bastante fracturado, com cavidades e fracturas preenchidas por material de natureza argilosa. De carácter francamente marinho, exhibe fósseis de rudistas o que lhe confere a condição de rocha ornamental.

O substrato cretácico é fundamentalmente representado por bancadas de calcários cristalinos, por vezes levemente greso-margosos, intercalado esporadicamente por níveis calco-margosos e margo-calcários. Apresentam orientação regional das camadas próxima de NE-SW, inclinando cerca de 15° a 20° para os quadrantes de S-SE.

Estas litologias associam habitualmente resistências bastante elevadas, tendo facultado valores de resistência à compressão uniaxial situados entre 30 e 135 MPa, admitindo-se no entanto que ocorram horizontes mais degradados, com resistências significativamente menores.

O carácter carbonatado exibido pelos terrenos do maciço cretácico, torna-o particularmente vulnerável ao fenómeno de “dissolução cársica” promovido pela circulação das águas de percolação ricas em CO₂, fenómeno que, no limite, conduz à materialização de estruturas cársicas (vazios) e preenchimento das mesmas com material argiloso oriundo da dissolução dos calcários (vulgarmente conhecido como terra rossa). Todavia, nos locais prospectados o maciço calcário revelou sintomas e/ou manifestações cársicas pouco expressivas.

A formação calcária encontra-se representada nas escarpas verticais que circundam a área estudada, testemunho da antiga pedreira ali existente. São observáveis calcários cristalinos, muito resistentes, sem evidências de



PLANO DE PORMENOR DA PEDREIRA DO ALVITO

PROPOSTA DE PLANO

manifestações cársicas e/ou instabilizações significativas, exceptuando o horizonte mais superficial, visivelmente mais meteorizado e com evolução pedogónica.

O maciço calcário prospectado foi classificado maioritariamente no âmbito das rochas muito a medianamente alteradas (W4 a W3), intercalando níveis pouco alterados (W2). Associam no geral facturação intensa a moderada (F4-3), com passagens muito a muitíssimo fracturadas (F5-4).

Não foi possível avaliar a espessura das unidades carbonatadas na área interessada dado que as sondagens realizadas nunca atingiram a sua base.

2. Geomorfologia

A zona interessada pelo Plano de Pormenor localiza-se na zona de uma antiga exploração de calcários cristalinos, sendo que o local destinado à construção do empreendimento ocupa uma plataforma mais ou menos regular, delimitada por vertentes calcárias praticamente verticais, que constituem o testemunho da existência de antiga pedreira, a qual terá sido abandonada a posteriormente entulhada.

A Carta Geológica da região de Lisboa, à escala 1:10000, assinala uma falha provável, localizada aproximadamente a meio da área em estudo, com orientação próxima de NNW-SSE. Não existem contudo indicadores que nos permitam afirmar que estamos na presença de falha activa.

Devido à impermeabilização resultante da ocupação urbana é favorecida a escorrência superficial proveniente da área envolvente essencialmente de N, embora de pouca importância devido à localização em altitude e horizontalidade do terreno.



PLANO DE PORMENOR DA PEDREIRA DO ALVITO

PROPOSTA DE PLANO

3. Hidrogeologia

3.1. Complexos Hidrogeológicos

Em função das condições estruturais, topográficas e litológicas, podemos assumir que as formações apresentam determinados comportamentos hidráulicos e hidrogeológicos. No presente caso tem especial significado o maciço sedimentar calcário que se inclui no Complexo a seguir referenciado:

a) Complexo Carbonatado Cretácico

O Complexo Cretácico, dada a sua natureza carbonatada associada a um elevado grau de carsificação, irá comportar-se como um aquífero livre e a percolação de água será favorecida neste Complexo. Nas bancadas mais margosas a percolação será condicionada podendo promover a ocorrência de aquíferos de carácter semicativo. Dadas as características físico-químicas das formações carbonatadas, a permeabilidade exhibe valores altos. A presença de nível freático a profundidade mais reduzida esta relacionada com a presença da cobertura de aterros, com permeabilidade diferenciada em resultado da sua composição heterogénea. Na área apenas e assinalado em um local a cerca de 9.5m de profundidade. Este nível terá carácter sazonal.



PLANO DE PORMENOR DA PEDREIRA DO ALVITO

PROPOSTA DE PLANO

4. Geotecnia

4.1. Generalidades

De acordo com os elementos bibliográficos existentes sobre a região em estudo, em particular diversos relatórios de estudos geotécnicos realizados na área, ou na sua vizinhança, foi possível estabelecer o enquadramento geotécnico genérico que de seguida se apresenta, admitindo as seguintes unidades geotécnicas fundamentais:

A – Depósitos de Aterro

B – Formação de Bica (C3Bi)

A especificidade litológica de cada uma das unidades é determinante na sua caracterização geotécnica, havendo no entanto informação bastante em relação às litologias rochosas predominantes na unidade cretácica. Os parâmetros e características indicadas para cada unidade, têm por base os estudos realizados na área, conforme atrás referido, a que se associaram indicações de outros locais da cidade, referentes às mesmas unidades.

4.2. Unidades Geotécnicas

A – Depósitos de Aterro

Os resultados das sondagens que foram disponibilizadas, indicam espessuras significativas destes materiais de cobertura. Os aterros investigados apresentam no geral constituição muito heterogénea, predominantemente argiloarenosa, englobando abundantes fragmentos líticos de natureza diversa, indício inequívoco de génese não selectiva.

Traduzem por conseguinte fraco desempenho geotécnico, pouco resistente e muito deformável, em boa medida ilustrado pelos valores de NSPT obtidos, mais frequentemente compreendidos entre 2 e 23 pancadas.

A maior espessura detectada alcança cerca de 8 a 8,5m, havendo no entanto situações onde apenas tem cerca de 1,5 metros.



PLANO DE PORMENOR DA PEDREIRA DO ALVITO

PROPOSTA DE PLANO

A matriz que engloba os elementos heterogéneos é em regra argilosa ou arenoargilosa, de cor amarelada a acastanhada. Com frequência incorpora resíduos de matéria orgânica.

As suas características geotécnicas são muito irregulares, à imagem da sua constituição, exibindo uma reduzida capacidade resistente e elevada deformabilidade. Os valores que se obtém em resultados de ensaios de penetração normalizados (SPT), são de $N < 10$, com frequência compreendidos entre 2 e 23 pancadas. Estes valores mais elevados resultam da presença dos elementos petreos dispersos.

A unidade no seu conjunto não exhibe características geotécnicas adequadas, para a maioria das situações de utilização em espaço urbano, nomeadamente fundação ou base de estruturas correntes ou mesmo infra estruturas mais solicitantes.

B – Formação de Bica (C3Bi)

Nesta formação ocorrem predominantemente calcários cristalinos, em bancadas sub-horizontais, com fósseis de rudistas. Por vezes o calcário é margoso ou existem alternâncias com leitos de marga. A rocha exhibe com frequência cavidades cársticas, com ou sem preenchimento de argila vermelha.

Na área em estudo existem diversos afloramentos, constituindo taludes naturais. A rocha é de cor esbranquiçada ou acinzentada, com fracturação média a elevada (F3 a F5). Nalguns níveis poderá ser apinhoadá. O grau de alteração varia entre W2, no caso mais favorável e entre W3eW4 nos níveis mais afectados. Nas sondagens existentes, a presença dos calcários verifica-se em profundidade, subjacente aos depósitos de aterro.

A furação nesta rocha, realizada com método de rotação, com duplo amostrador, sendo a percentagem de recuperação em geral da ordem dos 90 %. Os indicadores obtidos com as manobras de furação permitiram assinalar



PLANO DE PORMENOR DA PEDREIRA DO ALVITO

PROPOSTA DE PLANO

percentagens de recuperação por manobra maioritariamente superiores a 90% e valores de RQD mais frequentemente compreendidos entre 30 e 100%.

Ocorrem contudo trechos pouco frequentes, mais degradados e fracturados, com percentagens de recuperação da ordem dos 20 a 50% e RQD entre valores nulos e cerca de 20%, denunciando muito fraca qualidade do maciço rochoso.

Não existem dados sobre eventuais resultados de caracterização geomecânica dos calcários ou interpretação e designação do maciço, no entanto, o carácter rochoso predominante permite considerar como elevadas as características resistentes previsíveis. Alguns ensaios de compressão uniaxial conduziram a valores resistentes entre 30 a 135MPa.

4.3. Escavabilidade

No caso de escavações, deverá considerar-se que a unidade A (Depósitos de Aterro) poderá ser escavada com meios mecânicos de média potência, tipo giratória ou máquina de lâmina. No entanto a presença de níveis calcários na unidade B dada a presença dos calcários, justifica o uso de martelos pneumáticos ou “ripper”, pelo menos nos núcleos mais resistentes e menos fracturados.

No entanto, a heterogeneidade previsível e a possível ocorrência de algumas zonas de calcário rijo e pouco fracturado, levam a admitir a necessidade de se recorrer, pelo menos localmente, a meios mecânicos de elevada potência ou mesmo ao uso de materiais explosivos para possibilitar o desmonte.

Os mecanismos de estabilização natural das paredes rochosas, que eventualmente possam ter desenvolvimento mais desfavorável, serão a queda de blocos e/ou por tombamento (toppling), em especial ao longo das superfícies de estratificação e diaclasamento.



PLANO DE PORMENOR DA PEDREIRA DO ALVITO

PROPOSTA DE PLANO

4.4. Fundações

À excepção da unidade A (Depósitos de Aterro), todo o maciço carbonatado pode constituir firme de apoio para fundações directas das estruturas a construir, função das respectivas solicitações e exigências de deformação.

No caso dos calcários, deverá atender-se à eventual presença de cavidades cársticas, de dimensão variada, que poderão constituir condicionante importante às soluções de fundação.

Em todos os casos, em particular quando o grau de exigência do Projecto o justifique, deverá ser realizado um estudo geotécnico específico do local.

5. Recomendações

De acordo com os elementos analisados nos pontos anteriores, podem estabelecer-se as seguintes recomendações:

- a) As considerações de ordem geotécnica e hidrogeológica apresentadas nos capítulos anteriores assumem carácter generalista, na medida em que os dados disponibilizados são gerais e por vezes menos específicos.

Por outro lado, a heterogeneidade geológica, geotécnica e hidrogeológica dos materiais envolvidos, associada às diversas fontes de informação disponibilizadas, tornam difícil a sua comparação em termos globais. Assim, torna-se necessário a realização de estudos específicos, nomeadamente em trabalhos de edificação ou mesmo remodelação de estruturas e infra estruturas, no sentido da obtenção de informação mais pormenorizada e adequada que contemple as singularidades da área em questão.

Destaca-se nomeadamente informação detalhada referente aos principais parâmetros geotécnicos das formações em presença, assim como, características hidrogeológicas locais, nomeadamente coeficientes de permeabilidade, posição dos níveis freático e piezométrico, caudais, etc.



PLANO DE PORMENOR DA PEDREIRA DO ALVITO

PROPOSTA DE PLANO

- b) Deverá ser efectuada a compilação e tratamento de informação disponibilizada ou a disponibilizar, por várias entidades intervenientes na área, oficiais ou particulares, necessária para a actualização das Bases de Dados, em fase de execução, cuja actualização permitirá uma resposta mais adequada às solicitações que porventura ocorram futuramente.



PLANO DE PORMENOR DA PEDREIRA DO ALVITO

PROPOSTA DE PLANO

ANEXO 1

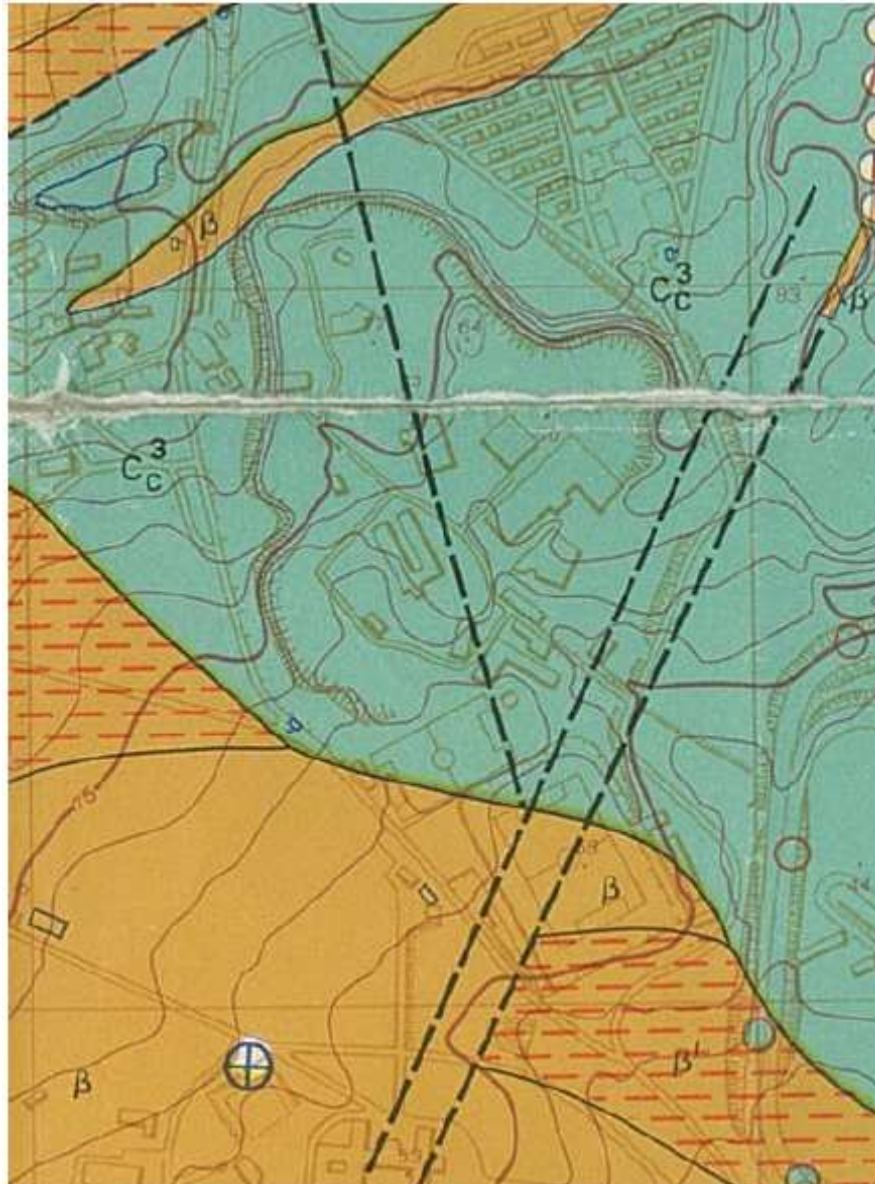


PLANO DE PORMENOR DA PEDREIRA DO ALVITO

PROPOSTA DE PLANO

Enquadramento geológico do local do Plano de Pormenor do Alvito

Planta 1



Extracto da Carta Geológica do Concelho de Lisboa

Escala 1:10000 – SGP – 1986



PLANO DE PORMENOR DA PEDREIRA DO ALVITO

PROPOSTA DE PLANO

ANEXO 2



PLANO DE PORMENOR DA PEDREIRA DO ALVITO

PROPOSTA DE PLANO

MEMORANDO ADICIONAL

1. Generalidades

Na sequência dos anteriores Pareceres e Relatório Preliminar sobre as Condições Geológicas e Geotécnicas do local em questão e considerando as opções do Plano de Pormenor em termos de ocupação e acessibilidades, elaborou-se o presente Memorando Adicional, visando estabelecer critérios ou procedimentos a adoptar em fases futuras do Projecto, atendendo aos cenários geológicas das frentes da pedreira que constituem a escarpa e à sua possível evolução.

Em função da ocupação prevista, individualizam-se 4 zonas (A, B, C e D), envolvendo problemáticas diferenciadas e que em termos gerais se analisam.

2. Enquadramento Geológico/Geotécnico genérico

O local em análise enquadra-se num maciço calcário de idade cretácica – Cenomaniano superior-, que actualmente recebe a designação de “Formação da Bica” (CBI3), correspondendo à que na Carta Geológica do Concelho de Lisboa (escala 1:10000 – SGP 1986), era referida como “Turoniano e camadas com Neolobites” (CIII).

Esta formação é constituída por calcários compactos de cor branca ou rosada, em regra mais margosos no topo da unidade, alternando por vezes com margas amareladas ou esbranquiçadas.

A rocha é compacta, por vezes cristalina e com nódulos de sílex, havendo no entanto alternâncias de calcário noduloso, dito apinhado.

Estes calcários apinhados, são mais frequentes na vizinhança do contacto com os derrames lávicos do “Complexo Vulcânico de Lisboa”.



PLANO DE PORMENOR DA PEDREIRA DO ALVITO

PROPOSTA DE PLANO

As boas características geomecânicas deste calcário Cretácico, levaram à sua exploração em diversas pedreiras na região de Lisboa, entre as quais se inclui as Alvito I e Alvito II, cujas frentes de exploração abandonadas, constituem a actual escarpa, circundante e integrada na urbanização.

O carácter preliminar desta análise, ao nível de Plano de Pormenor, permite considerar na generalidade, tratar-se de um maciço de boa qualidade, em que a rocha calcária aflorante nos taludes, apresenta um grau de alteração mediano (W3), segundo o critério da Sociedade Internacional da Mecânica das Rochas (SIMR), por vezes muito alterado (W4) em particular quando se trata das alternâncias de calcário apinhado.

A fracturação ou compartimentação do maciço varia de intensa (F4) a moderada (F3), segundo o critério da referida Sociedade. Existem no entanto zonas onde as fracturas estão muito próximas (F5), embora não se tenham verificado, zonas de esmagamento.

As descontinuidades podem constituir uma rede de compartimentação, determinando blocos de rocha com dimensão variada, enquadrados em bancadas com alguma regularidade deposicional, com inclinação tendencial da ordem de 15º a 20º para os quadrantes S e SE.

A presença de preenchimento argiloso ou margoso das fracturas é pouco frequente a cotas baixas da escarpa, verificando-se em particular perto do topo, onde a descompressão e alívio do confinamento é mais acentuado. Esse preenchimento argiloso, resulta em regra da alteração do calcário, constituindo a “terra-rossa”, característico solo de alteração destas rochas.

Não são evidentes nas frentes em análise, cavidades cársticas relevantes, embora seja de admitir a sua existência no interior do maciço, dado que são conhecidas grutas de dimensão importante na vizinhança imediata, no Rio Seco, em rocha idêntica.



PLANO DE PORMENOR DA PEDREIRA DO ALVITO

PROPOSTA DE PLANO

O carácter rochoso do maciço e a atitude das bancadas, leva a considerar que a evolução da escarpa se dará ao longo do tempo, por um mecanismo de queda de blocos por acção gravítica e consequência da compartimentação do maciço.

A observação dos taludes não evidenciou quaisquer outros tipos de movimentos de vertente, que poderia envolver volumes mais significativos de material geológico.

Deverá por isso considerar-se como potencial, a ocorrência de instabilidade localizada na vertente, por queda de blocos rochosos, que se virão a acumular no sopé do talude. Não são no entanto previsíveis no momento, eventuais situações de risco, com indícios de quedas iminentes de blocos.

Será de definir durante a fase construtiva, através de reconhecimento detalhado, eventuais situações resultantes das acções a desenvolver para cumprimento do Projecto e definir zonas ou locais e tipos de intervenções a adoptar.



PLANO DE PORMENOR DA PEDREIRA DO ALVITO

PROPOSTA DE PLANO

3. Zonamento Preliminar

Considerando a proposta de ocupação expressa no Plano de Pormenor, procedeu-se à individualização de 4 zonas (A, B, C e D), que determinam situações específicas de interferência com a escarpa.

Faz-se uma análise genérica em cada uma, referindo a intervenção sumariamente e apontando as implicações e acções a desenvolver no avanço do Projecto, no sentido de serem adoptadas as soluções construtivas mais adequadas.

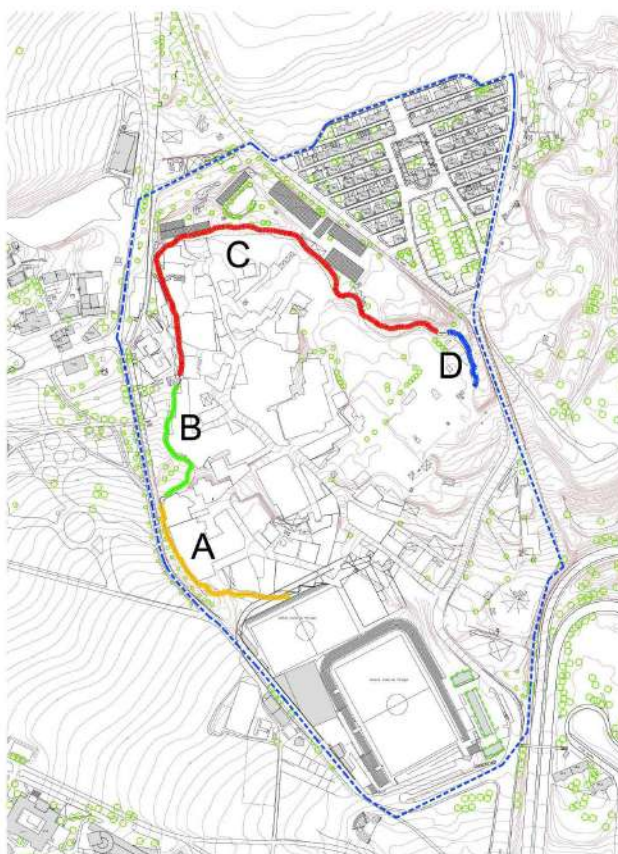


Fig. 1 – Esquema de Zonamento



PLANO DE PORMENOR DA PEDREIRA DO ALVITO

PROPOSTA DE PLANO

3.1. Zona A

As condições naturais de talude, enquadram-se no cenário geológico referido em pontos anteriores, não indiciando a existência de situações pontuais de instabilidade marcada. Por outro lado, o Plano pressupõe a criação de um aterro, no topo do qual se irá desenvolver a plataforma viária. Este aterro a construir com materiais locais, fará a transição altimétrica entre a plataforma de base e a crista do talude. Assim, haverá uma acção estabilizadora, impeditiva de deslocamentos

e queda de blocos, constituindo um contraventamento em relação a eventuais movimentos localizados de massas rochosas.

3.2. Zona B

Nesta zona mantêm-se as características do maciço rochoso, não sendo evidentes, tal como na zona anterior, indícios de instabilização iminente de blocos rochosos.

Não sendo prevista para a zona qualquer alteração dado que a via futura coincide com a já existente, considera-se que apenas na fase construtiva, onde eventuais acções de movimentação de terras ou escavação prevista na Zona C, possam determinar vibrações, com eventual efeito neste talude. Assim, serão colocados alvos de monitorização topográfica em alinhamentos verticais ou em locais específicos potencialmente instabilizáveis, a determinar.

No caso de no acompanhamento dos trabalhos, se verificarem comportamentos anormais, serão criadas zonas de suporte e contenção, muros de suporte em alvenaria ou gunitagem, com eventuais pregagens ou ancoragens.



PLANO DE PORMENOR DA PEDREIRA DO ALVITO

PROPOSTA DE PLANO

3.3. Zona C

Prevê-se nesta zona o desmonte do calcário, com conseqüente recuo da frente da pedreira, sem que tal venha a afectar a Rua 1 e Estrada do Alvito.

No entanto é previsível, que os trabalhos possam originar alguma deterioração da qualidade do maciço, acentuando a sua fracturação e provocando alguma desagregação de massas rochosas, em principio pouco volumosas.

Deverá portanto ser cumprido o que sobre o nível de vibração é estabelecido na Norma Portuguesa 2074 (1983), dimensionando os métodos mecânicos de desmonte e frequência das intervenções.

Em fase definitiva o terraceamento previsto é factor favorável, não sendo de excluir a instalação de monitorização e intervenções tipo das recomendadas para a Zona B. A apreciação das soluções a adoptar será função das condições futuras, a estabelecer em análise oportuna.

3.4. Zona D

A modelação prevista para esta Zona, não tem interferência com a frente da pedreira, sendo os taludes a criar, de reduzida expressão e inclinação compatível com a sua estabilidade definitiva.

Finalmente, salienta-se que após a limpeza e remoção dos vários obstáculos e coberto vegetal existente em toda a área, se procederá a uma campanha de reconhecimento da frente da pedreira e área de ocupação, que se admite irá esclarecer algumas eventuais situações ou indicar condicionantes, que no entanto se considera não serem impeditivas das soluções do Plano.