

PEDREIRA DA MADALENA

UMA EXPLORAÇÃO RECUPERADA COM ATERRO DE RESÍDUOS INERTES

JOSÉ CARDOSO GUEDES

Engenheiro de Minas pela FEUP

Gerente da SOLUSEL e Administrador da ADIFER, grupo APPIA - EIFFAGE

Assistente Convidado da FEUP - MINAS

Resumo:

Faz-se uma abordagem da vida da PEDREIRA DA QUINTA DO MOINHO Nº 2, mais conhecida por PEDREIRA DA MADALENA, refere-se a fase de extracção e consequente produção de inertes de granulometria variada para a construção civil e obras públicas, nomeadamente o balastro para o caminho de ferro, a recuperação paisagística através da exploração de um ATERRO DE RESÍDUOS INERTES e possíveis aplicações futuras dos terrenos.

1. CONSIDERAÇÕES GERAIS

A Pedreira da Quinta do Moinho nº 2, mais conhecida por PEDREIRA DA MADALENA, iniciou a sua actividade há cerca de 30 anos, com o objectivo de produzir balastro para o caminho de ferro.

Dadas as variações do mercado do balastro verificadas, tornou-se necessário abastecer outros mercados, nomeadamente o dos betões de cimento, betões betuminosos, as obras portuárias e outros.

Assim, com uma produção nominal da ordem das 80.000 ton/mês (o valor de 90.000 ton chegou a ser atingido em OUTUBRO/91 com horário diferente do actual) a distribuição pelas diversas classes granulométricas, não considerando os enrocamentos e o designado rachão britado (produto resultante do primário) tem sido a seguinte:

<u>CLASSE GRANULOMÉTRICA</u>	<u>%</u>
Tout-Venant 0/25 mm e 0/40 mm	22 - 46
Pó 0/7 mm	10 - 15
5/15 mm	7 - 10
15/25 mm	10 - 15
25/50 mm (Balastro + Brita)	35 - 45
25/40 mm	3 - 6

2. TIPO DE ROCHA / QUALIDADE

2.1 - Considerações prévias:

Para caracterização da natureza da rocha da Pedreira da Madalena apresentam-se os dados e as informações contidas na dissertação apresentada na Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa para obtenção do grau de Mestre em Mecânica dos Solos, pelo Engº Manuel Clemente Mendonça Nunes, subordinada ao tema: Caracterização Laboratorial de Balastros e Aplicação à Análise Estrutural da Via Férrea.

No estudo acima referido foi analisado entre outros, o balastro normal produzido na Pedreira da Madalena, cuja utilização se destina quer a trabalhos de construção de novas vias da Rede Geral da C.P., quer à renovação das existentes.

Os ensaios laboratoriais foram efectuados directamente sobre as amostras de balastro sempre que possível, ou sobre provetes regulares, cilíndricos e prismáticos, extraídos de blocos obtidos na pedreira, quando as técnicas de ensaio o exigiam, tendo-se verificado a existência de duas zonas no maciço rochoso granítico, uma apresentando coloração rosa e a outra cinzenta.

2.2 - Resultados dos Ensaios realizados pelo LNEC:

2.2.1 - Absorção, porosidade e pesos volúmicos:

Originalmente este granito não possui vazios, poros ou fissuras, os quais resultam da sua alteração devido a acções térmicas, mecânicas ou químicas. A determinação da porosidade e peso volúmico permite uma avaliação do grau de alteração da rocha.

Foram ensaiados 5 provetes de cada uma das amostras com dimensões aproximadas de $4 \times 4 \times 10 \text{ cm}^3$, pelo método das pesagens hidrostáticas.

AMOSTRA		Absorção (%)	Porosidade (%)	Pesos Volúmicos (KN/m ³)	
				Real	Aparente
Madalena (rosa)	Interv. Variação	0,16-0,19	0,43-0,51	26,3-26,3	26,1-26,2
	Valor Médio	0,18	0,47	26,3	26,2
Madalena (cinza)	Interv. Variação	0,17-0,20	0,46-0,53	26,3-26,3	26,2-26,2
	Valor Médio	0,19	0,51	26,3	26,2

2.2.2 - Velocidade de propagação dos ultrassons:

Foram utilizados provetes prismáticos, com dimensões aproximadas de $4 \times 4 \times 10 \text{ cm}^3$, tendo-se ensaiado dez provetes por amostra, nos estados seco e saturado.

A velocidade de propagação de ultrassons pode ser usada como meio expedito para determinação indirecta da fissuração.

AMOSTRA		V (m/s)		Índice de Fissuração IF (%)
		Interv. Variação	Valor Médio	
Madalena (rosa)	Seco	5660 - 6120	5820	4
	Sat.	5660 - 6200	5930	
Madalena (cinza)	Seco	5640 - 5790	5740	6
	Sat.	5750 - 5860	5830	

2.2.3 - Expansibilidade:

O ensaio de expansibilidade permite, essencialmente, estimar a quantidade de minerais argilosos e expansivos e a sua importância no comportamento da rocha em presença da água.

Determinou-se a expansibilidade de cinco provetes de cada amostra, com cerca de $4 \times 4 \times 10 \text{ cm}^3$.

AMOSTRA	Expansibilidade ϵ ($\times 10^{-4}$)	
	Interv. Variação	Valor Médio
Madalena (rosa)	0,45 - 1,15	0,8
Madalena (cinza)	0,30 - 1,00	0,7

2.2.4 - Ensaios de Resistência:

2.2.4.1 - Resistência a compressão simples:

Foi determinada a tensão de rotura por compressão de provetes nos estados seco e saturado, segundo ISRM (1979). O número mínimo de ensaios efectuados por amostra e teor em água foi seis.

AMOSTRA		Tensão de Rotura - σ_r (MPa)	
		Seco	Saturado
Madalena (rosa)	Interv. Variação	136,7 - 200,7	156,9 - 186,8
	Valor Médio	170	170
Madalena (cinza)	Interv. Variação	162,2 - 228,7	152,5 - 218,1
	Valor Médio	193	191

2.2.4.2 - Resistência à compressão pontual

O ensaio de carga pontual é um ensaio índice, utilizado para a classificação de rochas e caracterização da sua resistência. Efectuaram-se os ensaios directamente sobre o balastro, tendo-se ensaiado 15 partículas, nos estados seco e saturado segundo ISRM (1985). Foram utilizados dois processos para o cálculo do índice de resistência:

- Método sugerido em ISRM (1985)
- Método sugerido por Guifu e Hong (1986)

No quadro abaixo apresentam-se os valores obtidos por cada um dos processos referidos, bem como dos desvios padrão e coeficientes de variação (Cv) respectivos.

AMOSTRA		Compressão Pontual (Balastro)					
		I_p (50) (MPa)	Desvio Padrão (MPa)	Cv (%)	P/A_p (MPa)	Desvio Padrão (MPa)	Cv (%)
Madalena	Seca	8,9	0,8	9	11,3	2,5	22
	Sat.	7,5	0,9	12	10,7	2,3	21

2.2.4.3 - Resistência ao esmagamento:

Neste ensaio são colocadas 3 partículas de balastro de dimensões aproximadamente iguais, entre duas placas de aço determinando-se numa prensa normal a força necessária para provocar o esmagamento de uma das três partículas. A partir deste valor é-nos possível determinar a resistência ao esmagamento (P_a).

$D_m \rightarrow$ Dimensão média da partícula, calculada como a média aritmética de três dimensões com direcções aproximadamente ortogonais entre si.

η e $\lambda \rightarrow$ Parâmetros obtidos experimentalmente

$20 \leq \eta \leq 150$ (kgf/cm)

$$1,2 \leq \lambda \leq 2,2$$

(50) → Tensão de rotura no ensaio de resistência ao esmagamento, para diâmetro médio de 50 mm

Foram ensaiadas partículas com três dimensões médias diferentes, cobrindo a gama de dimensões de balastro. Para cada dimensão média, foram ensaiadas 15 partículas no estado seco e outras 15 no estado saturado.

AMOSTRA		Dm (cm)	Pa (kgf)	Cv (Pa)	η (kgf/cm)	λ	σ (50) (MPa)
Madalena	Seca	2.0	295	0.35	83.7	1.77	7.6
		3.7	786	0.25			
		5.0	1527	0.23			
	Saturada	2.0	328	0.29	127.8	1.35	5.7
		3.8	724	0.36			
		5.0	1149	0.41			

2.2.5 - Resistência ao desgaste:

Para a determinação deste parâmetro procede-se à realização do ensaio na máquina de Los Angeles, de acordo com as especificações do LNEC, E 237 - 1970 (Agregados. Ensaio de desgaste pela máquina de Los Angeles).

AMOSTRA	COMPOSIÇÃO GRANULOMÉTRICA	PERDA POR DESGASTE (%)
Madalena	F	12

2.2.6 - Durabilidade:

Existem diversas técnicas para estudo da durabilidade de materiais rochosos cuja escolha depende sobretudo dos mecanismos de alteração e agressividade do meio, do fim a que se destina o material e das condições de aplicação em obra (Oliveira 1998).

Delgado Rodrigues e Jeremias (1989) apresentaram uma calibração provisória para um índice de durabilidade de rochas (IDR) definido do seguinte modo:

$$IDR = \frac{\sigma_r}{2 + n}$$

σ_r → Tensão de rotura à compressão simples (MPa)

ε → Valor da expansibilidade multiplicado por 10^4

n → Porosidade (expressa em percentagem)

São os seguintes os valores para o granito da Pedreira da Madalena:

AMOSTRA	n (%)	ε (* 10^{-4})	σ_r (MPa)	IDR
Madalena (rosa)	0,47	0,8	170	82
Madalena (cinza)	0,51	0,7	193	101

Um ensaio que se realiza com a finalidade de estimar o comportamento dos balastros a longo prazo, é o da alteração pelo sulfato de sódio segundo a Norma Portuguesa NP-1378 (1976) e do qual se apresentam os resultados no quadro seguinte:

Amostra	Composição do Provete		Massa Inicial do Prov. (gr)	Perda de Massa (%)
	Fracções Granulométricas (mm)	Massa (gr)		
Madalena	64,0 - 50,8	0,0	5137,1	0,0 (2)
	50,8 - 38,1	5137,1		
	38,1 - 25,4	1551,6	1551,6	0,1
	25,4 - 19,0	0,0		

3. ENQUADRAMENTO DA ZONA:

A pedreira da QUINTA DO MOINHO 2 fica situada nos arredores da cidade de Vila Nova de Gaia, nas proximidades do NÓ DO FOJO da auto-estrada A1 e da linha de caminho de ferro PORTO-LISBOA.

A zona dentro da qual fica localizada a Pedreira da QUINTA DO MOINHO 2, assim como duas outras pedreiras fora de actividade (uma das quais é actualmente propriedade da Câmara Municipal de Vila Nova de Gaia), deverá interessar ao futuro desenvolvimento da cidade.

A possibilidade de integrar nesta recuperação um conjunto de terrenos de dimensão considerável, tendo em conta a auto-estrada e o caminho de ferro em comum, constitui uma vantagem potencial de desenvolvimento a não perder.

A zona, já dotada de centros comerciais (hipermercados), evidencia falta de polos tecnológicos e residenciais de qualidade.

A área ocupada por estas três pedreiras poderia desempenhar esse papel, com a condição de uma valorização da zona.

3.1 - Medidas adoptadas tendentes a minimizar os impactes ambientais negativos:

Em conformidade com o previsto no decreto-lei nº 89/90, de 16 de Março, nomeadamente nos seus artigos 36º, 43º, 44º, 45º, 57º e 59º, parece oportuno referir as medidas adoptadas na exploração, tendentes a minimizar os impactes ambientais negativos e o plano de recuperação, de principio, para esta pedreira.

No âmbito deste capítulo foram implementadas e/ou reforçadas as seguintes medidas:

3.1.1 - Combate à formação de poeiras dentro da área de exploração e respectivos acessos

Sistemas de aspersão com água e ar comprimido (este último para facilitar a regulação de caudais e pressão) sobre crivos e/ou britadores de acordo com a respectiva sequência de funcionamento no conjunto da instalação de britagem e classificação de inertes.

Utilização permanente, em tempo seco, de dois camiões cisterna (modelo RENAULT GBH 280 com capacidade de 10 m³ e 5 m³ respectivamente) na rega das pistas de toda a zona de exploração bem como a correspondente ligação com acessos públicos. Existe ainda disponível um depósito de 5 m³ que, em caso de necessidade, se adapta num (modelo RENAULT GLR 190) por forma a reforçar esta equipa, se necessário.

No caso da instalação de carga de BALASTRO para a CP - CAMINHO DE FERRO, estes produtos são cuidadosamente lavados, com água sob pressão antes da sua colocação em vagão ou camião pelo que nesta zona se pode considerar nula a existência de poeira.

3.1.2 - Medidas relativas ao desmonte e Operações complementares:

A perfuração para o desmonte na pedreira é assegurada por dois carros de perfuração hidráulicos, dotados de sistemas de captação de poeiras, manobra automática de barras e anti-encravamento.

Realizam-se, por empresa especializada e com uma periodicidade da ordem de 6 meses, ensaios para controle das vibrações em locais da zona envolvente da exploração.

Da análise desses ensaios pode verificar-se que os valores obtidos são insignificantes em comparação com os valores possíveis referidos na NORMA PORTUGUESA NP-2074, em vigor para este efeito.

Os ensaios referidos no ponto anterior, reflectem uma procura constante de melhoria no funcionamento dos diagramas de fogo do desmonte, nomeadamente no que diz respeito aos valores da carga instantânea, sequência de detonação e valores de retardo entre os diferentes tiros das "pegas" de fogo.

A capacidade de perfuração instalada e um grupo constituído por um DEMOLIDOR HIDRÁULICO tipo BRH 1100 - MONTABERT montado em ESCAVADORA tipo POCLAIN 125 permitem considerar quase nulo o recurso ao taqueio tradicional.

3.1.3 - Medidas relativas aos problemas de ruídos:

Iniciou-se a substituição das redes metálicas tradicionais dos crivos, por redes à base de material sintético.

O sistema pneumático de amortecimento foi um dos factores considerados para a selecção e aquisição de dois novos crivos.

3.1.4 - Medidas Diversas:

Mantiveram-se os ecrans arbóreos naturais já existentes e procedeu-se à reposição de algumas árvores do novo écran recentemente plantado, nos locais em que tal se tornou necessário.

Foi melhorada a vedação das zonas limites de exploração.

Nos empilhamentos dos produtos mais susceptíveis de transmitirem poeiras, nas épocas secas, têm sido montados sistemas de aspersão de tipo "torniquete".

3.2 - Características do Terreno:

O estudo prévio de recuperação da pedreira foi projectado, tendo em conta o terreno municipal vizinho, dado o conjunto presente das características comuns e o desejo oportunamente manifestado pela municipalidade de Vila Nova de Gaia no sentido de ser dado um tratamento em esquema mais vasto, por forma a garantir a sua melhor integração.

A inclinação natural do terreno sugere um bom aproveitamento das vistas para o mar e para o Sul, permitindo prever uma zona futura verdadeiramente atraente.

Deverá ser dada particular atenção à ligação entre o Sul e o Norte do terreno por forma a ser garantida a sua unidade.

A proximidade do caminho de ferro deverá implicar cuidados especiais no projecto de recuperação para as zonas que futuramente possam ser mais sujeitas aos ruídos do comboio.

As árvores existentes aumentam a qualidade paisagística e evocam a proximidade recreativa ao longo da costa atlântica.

4 - RECUPERAÇÃO PAISAGÍSTICA

4.1 - Aterro de Resíduos Inertes:

O objectivo é a utilização da pedreira da Quinta do Moinho nº 2 como local de descarga de resíduos sólidos inertes, de forma faseada, permitindo ao mesmo tempo a actual exploração da pedreira na totalidade dos limites estabelecidos para o efeito.

O seu enchimento terá como objectivo principal a recuperação e integração da pedreira no meio ambiente, dificilmente conseguidas com qualquer outra solução possível.

O ritmo deste enchimento dependerá a montante, do fluxo de inertes ao local e a jusante, do ritmo da exploração da pedreira. De qualquer modo, no final da extracção da pedra, seguir-se-á uma fase de enchimento dos espaços disponíveis até se atingirem as cotas previstas no projecto.

Pretende-se, no final, promover o revestimento vegetal de toda a área de intervenção por forma a facultar um espaço agradável de lazer, assim como a minimização do impacto visual. A integração na paisagem envolvente será conseguida através da plantação de árvores e arbustos em maciços e da cobertura geral do terreno através de sementeiras de revestimento.

Apresenta-se nos pontos seguintes, a análise respeitante às várias acções a tomar para a deposição dos resíduos inertes.

4.2. - Resíduos Sólidos a depositar no aterro:

Os resíduos a depositar no local serão essencialmente constituídos por restos de demolições de construção civil, materiais sobranes de escavações para construção civil, que pelas suas características se podem considerar inertes.

Para a estimativa das quantidades anuais a depositar no aterro considerou-se, um incremento anual, resultante por um lado de uma regulamentação mais restritiva e por outro de uma fiscalização mais eficaz que necessariamente serão implementadas tendo em vista a melhoria das condições ambientais.

Por outro lado sabe-se que são também significativas as descargas que actualmente se fazem de modo selvagem, nos arredores das cidades do Porto e Gaia e que poderão ser canalizados para o aterro.

Deste modo é expectável que, em média, a quantidade de resíduos inertes a depositar anualmente no aterro seja superior a 200.000 toneladas.

4.3 - Características do local:

Para a eventual necessidade de um sistema de selagem, foi feito um reconhecimento geológico ao local da pedreira, em Janeiro de 1996.

Esse reconhecimento constou da simples observação da geometria dos taludes existentes, dos sistemas de descontinuidades presentes (rugosidade, abertura e tipo de enchimento), pontos de origem de água, tipo de recobrimento dos granitos e existência de manchas argilosas nas imediações.

Segundo a Proposta de Directiva Comunitária que regulamente a deposição controlada em aterros sanitários, para um aterro deste tipo é necessário garantir um sistema de impermeabilização basal com as seguintes características:

- ♦ camada mineral com permeabilidade (K) menor que 10^{-5} cm/s;
- ♦ espessura mínima de 0,5 m

De acordo com os dados recolhidos no reconhecimento geológico efectuado, as descontinuidades existentes abaixo sensivelmente da cota 30 a 40 m, estavam muito fechadas e não apresentavam indícios de circulação de água. Todas as principais infiltrações existentes situavam-se acima destas cotas, pelo que será lícito concluir que na sua parte inferior (actualmente em exploração), o maciço se encontra muito pouco descomprimido. Pelo conhecimento deste tipo de formações, a permeabilidade existente será entre 10^{-4} a 10^{-5} cm/s valor este que se aproxima do recomendado pela Proposta de Directiva.

Verificando-se este pressuposto não será necessário qualquer tipo de impermeabilização para resíduos inertes, uma vez que o maciço por si só garantirá a impermeabilização necessária exigida pela Proposta de Directiva.

4.4 - Esquema de enchimento:

A metodologia seguida para a deposição dos inertes em aterro, assentou na consideração de diversos aspectos e desenrolou-se por fases distintas.

Assim, foram tidos em conta alguns aspectos relacionados, por um lado, com a tipologia e quantidade de resíduos a admitir em aterro e, por outro, com as condições de natureza regulamentar e características específicas exigidas para o local, com o intuito de minorar os potenciais impactos negativos resultantes de uma ineficiente exploração.

Foram igualmente considerados os condicionantes locais, dos quais se destacam os referentes ao uso do solo e possível utilização da área circundante da actual pedreira.

A intervenção deverá efectuar-se de acordo com o preconizado nos pontos seguintes e nos Desenhos que fazem parte do projecto de ATERRO DE RESÍDUOS INERTES, autorizado em Setembro/96.

4.5 - Acessos às frentes de trabalho:

Numa primeira fase os acessos às frentes de deposição dos inertes faz-se pelos actualmente existentes para a exploração da pedreira. Com o evoluir do enchimento, serão criados novos percursos de modo a permitir a descarga dos resíduos nos locais pretendidos. Estes percursos serão executados à medida do necessário de uma maneira simples, visto serem provisórios, bastando colocar numa faixa de 6 m uma camada com mistura de brita e terras sobre os inertes. Sempre que se torne necessário, proceder-se-á a um reforço destas camadas.

4.6 - Controlo das águas afluentes:

4.6.1 - Captação das águas:

O controlo das águas que afluem ao local será encarado de modo que, as águas com escoamento superficial que tenderão a reunir-se nos pontos mais baixos com superfícies livres, serão bombadas e transferidas para a plataforma de reserva existente à cota 30 m, por processo idêntico ao usado até agora na exploração da pedreira.

À medida que os resíduos vão sendo depositados, será criado um sistema para o escoamento superficial nos taludes (provisórios até ao enchimento final), adaptável às sucessivas fases, de modo a proteger e estabilizar os taludes formados pelos inertes. Este sistema consistirá basicamente na colocação de elementos em meia cana de cimento encaixados de forma a conduzirem as águas para o ponto de bombagem acima referido.

Pelo facto de se iniciar a deposição dos resíduos inertes, a água que se infiltra nos resíduos tenderá a concentrar-se no fundo das depressões já criadas pela escavação actual. A água aqui captada será bombada através de um poço, criado e desenvolvido continuamente com a deposição dos resíduos, e será transferida para a plataforma de reserva já referida.

Esta água continuará a ser usada na indústria da pedreira sem acarretar qualquer problema adicional devido à presença cada vez maior dos inertes depositados, visto que segundo a qualificação deste tipo de resíduos, não reagem quer química, quer física, quer biologicamente com a água que contactam.

Será no entanto aconselhável que se executem análises químicas periódicas das águas captadas, para prevenir alguma falha de controlo quanto à qualidade de resíduos a admitir para o aterro.

Toda esta situação referida manter-se-á sensivelmente igual, com o poço a subir até à plataforma de cota 35 m e uma pequena variação do ponto de captação das águas superficiais.

Atingido o fim das reservas de granito, a água deixará de ser captada com interesse para a indústria, e passará a sê-lo por necessidade de manter os níveis freáticos a uma cota que não prejudique a estabilidade e consistência das camadas superiores que se vão criando com o depósito dos inertes.

Para conseguir a estabilidade pretendida, as águas continuarão a ser bombadas, conforme as necessidades, através do poço já existente e continuado até às cotas finais durante a quarta fase de enchimento prevista, e também através do grupo do sistema existente enquanto for possível.

O desnível a vencer pela bomba rondará os 30-35 m apenas para garantir o nível freático sempre a baixo dessas cotas.

4.6.2 - Poço de drenagem:

O poço de drenagem será executado em elementos pré-fabricados de betão.

As manilhas deverão ter juntas abertas para permitir a entrada de água, montar-se-ão umas sobre as outras à medida que a cota do aterro vai subindo e, inferiormente, a primeira manilha, colocada à cota 2 m aproximadamente, deverá assentar numa superfície plana e encaixada num maciço de betão a efectuar previamente.

Para execução do maciço de betão, o fundo à cota 2 m aproximadamente, deverá ser devidamente terraplanada para permitir a ancoragem do maciço.

A distância entre a bomba e o fundo do furo deverá ser constante, isto é, à medida que a cota da bomba aumenta, o fundo do furo deverá ser preenchido por inertes sem finos de modo a preservar essa distância.

4.7 - Cobertura final:

A cobertura final do aterro, após a última fase de enchimento, será executado em três camadas distintas:

➤ Camada impermeabilizante:

A superfície dos resíduos deverá ser regularizada com uma camada de cerca de 40 cm de solos argilosos ou outros de semelhante função impermeabilizante. Durante a fase de enchimento, cujo período dependerá do afluxo de resíduos, será feita uma selecção dos solos mais argilosos, que se depositarão nas imediações, os quais servirão para a selagem do aterro na fase de encerramento.

➤ Camada drenante:

Será composta por um solo de permeabilidade (K) superior a 10^{-3} cm/s, com uma espessura de 0.25 m de modo a proporcionar um rápido escoamento das águas infiltradas.

➤ Terra vegetal:

Deverá ter cerca de 1,0 m de espessura mínima, de modo a permitir a reflorestação do local. Em algumas zonas localizadas poder-se-ão formar maciços com pelo menos 1,5 m de terra vegetal, o que permitirá o crescimento de árvores de maior porte.

4.8 - Infra-estruturas complementares:

Pelo facto do aterro de inertes se desenvolver no local onde ainda se explora a pedreira, onde por isso já existem praticamente todas as infra-estruturas necessárias, tal como instalações sociais, rede de águas e esgotos, electricidade, vedação, etc..., prevê-se apenas a necessidade de adquirir uma báscula para pesagem dos inertes e um tanque lava-rodas.

4.8.1 - Báscula:

Está prevista a instalação de uma báscula para a pesagem dos inertes, em que o equipamento de leitura e registo de pesagens ficará na cabine já existente da báscula usada na exploração do granito.

A báscula a instalar, com capacidade de 50 000 kg e dimensões mínimas de 16x3 m, estará ligada a um aparelho medidor e registador instalado no interior da cabine.

4.8.2 - Tanque Lava-rodas:

A fim de evitar o arrastamento de partículas sólidas para fora da zona do aterro, previu-se a construção de um tanque lava-rodas.

4.9 - Arranjo Paisagístico:

Preconiza-se uma intervenção na plataforma final da zona objecto da selagem, através da plantação de arbustos, gramíneas e leguminosas com o objectivo de garantir a sua estabilização.

A escolha das espécies teve em conta a localização da área em estudo na formação vegetal de Portugal que ocupa a região Litoral Norte.

A utilização das espécies da formação garantirá um bom desenvolvimento das mesmas pela sua adaptação às condições edafo-climáticas da zona.

Relativamente às sementeiras a efectuar propõe-se uma mistura de gramíneas e leguminosas com adição de arbustos para um mais eficaz revestimento, com a composição que se indica seguidamente:

A razão de 30 g/m²:

• Cytus Striatus	4%
• Phyllirea Latifolia	22%
• Rhamnus Allaternus	7%
• Coronilla Valentina Glauca	7%
• Onosis Natrix Ramosissima	4%
• Lolium Perene	22%
• Trifolium Repens	26%
• Trifolium Subteraneum	8%

100%

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS:

Visando uma solução original para a recuperação paisagística e reposição do terreno, a SOLUSEL submeteu à Direcção Regional do Ambiente e Recursos Naturais do Norte, com conhecimento à Delegação Regional da Economia do Norte e à Câmara Municipal de Vila Nova de Gaia, um projecto para exploração de um Aterro de Resíduos, tendo o mesmo sido autorizado em Setembro/96.

Com duas actividades complementares em exploração, a SOLUSEL prevê recomençar os estudos que permitam o melhor aproveitamento de 32 hectares, a 5 minutos do Nó do Fojo (na A1 - perto da Ponte da Arrábida) e servidos pelo caminho de ferro.

6. BIBLIOGRAFIA:

- **MENDONÇA NUNES, M. Clemente**, "Caracterização Laboratorial de Balastro e Aplicações à Análise Estrutural da Via Férrea, LNEC 1991
- **GUEDES, J. C.**, "Exploração e Comercialização de Inertes para a Construção Civil e Obras Públicas", I Simpósio da Indústria Mineral Portuguesa", LUSO 1992
- **GUEDES, J. C.**, "A Segurança em Pedreiras para Inertes", A FRAGA 1993
- **HIDROPROJECTO**, "Aterro de Resíduos Inertes da Pedreira da Quinta do Moinho nº 2"
- **GUEDES, J. C.**, "Os Inertes na Óptica do Produtor", Congresso EUROMINERALS, 1997