Instituto Geológico e Mineiro

ÁREA DE MOLEANOS

(MACIÇO CALCÁRIO ESTREMENHO)

Litologia Temática e Sondagens

JORGE CARVALHO

SETEMBRO/1996

RESUMO

A área de Moleanos situa-se no bordo ocidental da Serra dos Candeeiros (Maciço Calcário Estremenho) junto à Estrada Nacional Nº 1. Nela afloram calcários que têm sido extraídos para fins ornamentais comercializados sob a designação **Vidraços de Moleanos**.

Com base nos estudos geológicos realizados, consideram-se nesta área as seguintes unidades litológicas, da base para o topo: Vidraços da Base, Calcários Ornamentais, Vidraços do Topo e Resmo. Os Vidraços da Base e os Calcários Ornamentais, nos quais se integra uma subunidade de Vidraços Intermédios, estão datados do Caloviano. Os Vidraços do Topo assentam em discordância sobre os Calcários Ornamentais e estão datados do Oxfordiano. O Resmo corresponde a depósitos de cobertura recentes.

Os Vidraços de Moleanos são extraídos da unidade Calcários Ornamentais. Dum modo genérico são calcários biocalciclásticos oolíticos com oncólitos, sparíticos, de tipo packstone e de grão médio a grosseiro mal calibrado. A cor destes calcários é creme por vezes acastanhada. No entanto, em profundidade é comum a ocorrência de grandes manchas de cor cinzenta azulada. Os bancos apresentam espessura entre 1 a 6 m, sendo a possança total desta unidade da ordem dos 150 m, tendendo a diminuir para Norte. A cerca de 15 m da sua base surgem bancos de calcários micríticos, localmente passíveis de aproveitamento ornamental. Trata-se da unidade Vidraços Intermédios que apresenta uma possança muito variável, com valores máximos da ordem dos 30 m.

Tendo em atenção os condicionalismos inerentes ao agregado populacional de Moleanos e às importantes vias rodoviárias que atravessam esta área, seleccionaram-se e consideraram-se disponíveis para a actividade extractiva três áreas - **A, B e C**, nas quais se realizaram estudos de maior pormenor, fazendo uso de sondagens eléctricas e de sondagens mecânicas carotadas, a fim de avaliar as suas potencialidades em calcários ornamentais.

A Área A, potencialmente fornecedora de calcários ornamentais - Vidraços de Moleanos, situa-se no canto NW da área cartografada e revela-se como muito promissora.

A Área B coincide parcialmente com a mancha central de Resmo. Nela foi possível verificar uma espessura muito variável desta unidade, com os valores máximos, da ordem dos 10 a 15 m, na sua zona axial. Os calcários subjacentes a esta zona axial, embora denotem aptidão ornamental, apresentam-se bastante fracturados. O grau de fracturação tende a diminuir para o exterior daquela zona

Na Área C, coincidente com uma grande mancha de Resmo localizada na parte Sul da área de Moleanos, verificou-se que os Calcários Ornamentais subjacentes se apresentam fracturados e afectados por um carso bastante profundo, razão pela qual esta área foi excluída das potencialmente favoráveis à instalação de unidades de extracção.

As reservas estimadas para as Áreas A e B totalizam 1 500 000 m^3, para um rendimento de exploração de 50%.

ÍNDICE

ÍNDICE DE TERMOS

1. INTRODUÇÃO

2. OBJECTIVOS

3. LOCALIZAÇÃO

4. ENQUADRAMENTO GEOLÓGICO

5. LITOLOGIA TEMÁTICA

- **5.1. Vidraços da Base**
- **5.2. Calcários Ornamentais**
  - **5.2.1. Vidraços Intermédios**
- **5.3. Vidraços do Topo**
- **5.4 Resmo**

6. SONDAGENS

- **6.1. Sondagens Eléctricas Verticais**
- **6.2. Sondagens Mecânicas**

7. FRACTURAÇÃO

8. CÁLCULO DE RESERVAS

9. CONCLUSÕES

10. BIBLIOGRAFIA

ANEXOS:

- **Carta Litológica Temática da Área de Moleanos à escala 1/5 000 e Cortes Geológicos**
- **"Log's" das Sondagens Realizadas na Área de Moleanos**

ÍNDICE DE TERMOS

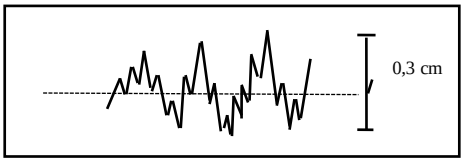
BIOCLASTO - Fragmentos fósseis, de origem animal ou vegetal, que fazem parte duma rocha.

CALCICLASTO - Qualquer grão ou fragmento da rocha carbonatada de origem não biológica.

CALIBRAGEM - Termo que se refere à dimensão dos grãos que compõem uma rocha, mais concretamente às diferenças de dimensão entre eles. Assim, uma rocha bem calibrada apresenta uniformidade a nível da dimensão dos grãos. Numa rocha mal calibrada tal uniformidade não se verifica.

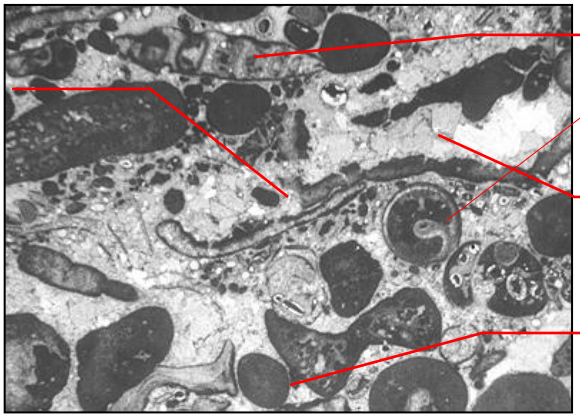
ESTILÓLITO - Finas junções ou superfícies de contacto cujo plano se apresenta em forma denteada, havendo uma interpenetração das duas faces. São resultantes da dissolução da rocha segundo esse plano por efeitos da pressão litostática ou tectónica.

Estilólito



INTRACLASTO- Fragmentos carbonatados formados na bacia sedimentar em que se formou o calcário, sem estrutura ou forma bem definida.

MICRITE - Lama calcítica, precipitada quimicamente, cujos cristais apresentam diâmetro inferior a 4μ (em geral 1 - 3μ). É o termo usado para descrever o componente intersticial (cimento), cristalino e semi opaco dos calcários.



Ampliação aprox.: 9X

MICROSPARITE - Idêntica à sparite mas cujos grãos são de menores dimensões (5 - 20 μm).

MUDSTONE- Calcário constituído essencialmente por micrite e com grãos numa percentagem inferior a 10%.

PACKSTONE- Calcário constituído essencialmente por grãos carbonatados (intraclastos, pellets, e bioclastos) em cimento sparítico mas, ainda, com pequenas porções de micrite.

OÓLITO- Fragmento carbonatado de forma esférica, estrutura interna radial e com 0,3 - 0,5 mm de diâmetro. Formam-se somente em ambientes de alta energia, pela deposição de matéria

carbonatada cristalina em torno de um núcleo de natureza qualquer, através do constante rolar provocado pela agitação das águas.

ONCÓLITO - Estrutura sedimentar carbonatada de aspecto esferoidal, geralmente laminada concentricamente em torno de um núcleo qualquer. Pode apresentar diversas dimensões.

PELLETS - Termo que descreve pequenas partículas carbonatadas de forma oval, sem estrutura interna e com dimensão menor que 0,3 mm de diâmetro maior. São partículas de origem fecal.

PELLOIDES - Idênticos, na forma, aos pellets, mas de maiores dimensões.

REOLOGIA - Estudo do comportamento das rochas quando sujeitas a tensão.

SPARITE - Termo utilizado para descrever o componente intersticial cristalino e translúcido dos calcários. É constituído por calcite granular, relativamente grosseira, de aspecto translúcido. Forma-se aquando da deposição das rochas ou por recristalização da micrite.

WACKSTONE- Calcário constituído essencialmente por micrite e com uma percentagem de grãos superior a 10%.

1. INTRODUÇÃO

O Maciço Calcário Estremenho afirma-se como o principal centro produtor de calcários para fins ornamentais e industriais. A actividade extractiva, instalada sem estudos prévios e distribuída por toda a área do Maciço, de modo desordenado, é fonte de progressiva degradação ambiental e frequentes baixos rendimentos de exploração.

A localização do PNSAC (Parque Natural das Serras d'Aire e Candeeiros) neste Maciço, abrangendo as principais áreas produtoras, determinou a procura de soluções que permitam compatibilizar o aproveitamento destes recursos com a defesa dos valores ambientais.

Nesta perspectiva e no âmbito do acordo de cooperação entre o IGM e o PNSAC, seleccionaram-se e hierarquizaram-se as áreas de maior interesse, tendo como objectivo o seu estudo detalhado, de modo a confinar a actividade extractiva aos espaços comprovadamente favoráveis, promovendo, aí, o seu ordenamento.

A área de Moleanos foi considerada de interesse prioritário. O seu estudo de pormenor iniciou-se em meados dos anos 80, com a realização de três sondagens de reconhecimento e levantamento litológico detalhado, do qual resultou uma carta das fácies litológicas. Já no decorrer da presente década e com base na carta de fácies atrás referida, foi elaborada uma Carta Litológica Temática, visando realçar as potencialidades ornamentais das fácies presentes. Procedeu-se à realização duma campanha de sondagens, em áreas previamente seleccionadas em função dos condicionalismos existentes para o estabelecimento de novas unidades extractivas.

2. OBJECTIVOS

Os estudos geológicos realizados na área de Moleanos tiveram como objectivo a delimitação de áreas para a extracção de rochas ornamentais, tendo em vista o ordenamento da actividade extractiva.

O presente relatório pretende dar a conhecer os resultados da cartografia litológica de pormenor realizada e das sondagens. Estas visaram, sobretudo, confirmar, em profundidade, as observações de superfície, por forma a possibilitar a quantificação aproximada da matéria prima disponível.

3. LOCALIZAÇÃO

A área de Moleanos, centrada na povoação com o mesmo nome, faz parte da freguesia de Prazeres de Alcobaça, concelho de Alcobaça. Situa-se junto à Estrada Nacional Nº 1, entre Rio Maior e Batalha, no sopé a Oeste da Serra dos Candeeiros (Maciço Calcário Estremenho).

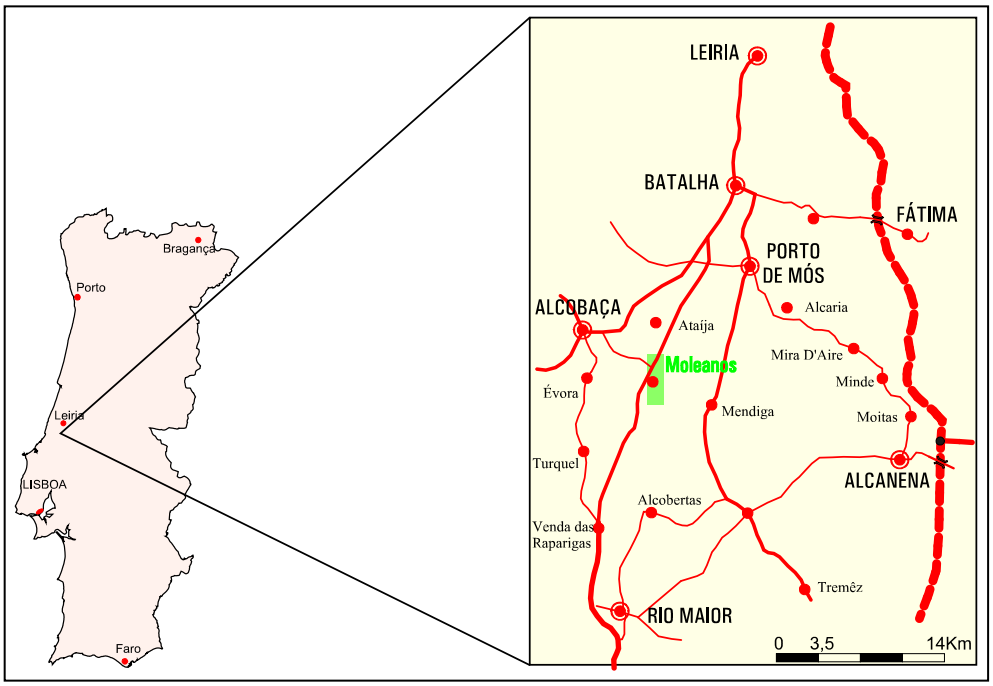


Fig. 1- Localização da área estudada

4. ENQUADRAMENTO GEOLÓGICO

No início do Mesozóico e por efeito de esforços distensivos formou-se ao longo da margem continental portuguesa uma extensa, mas estreita, bacia sedimentar - o Fosso Lusitano, orientada aproximadamente NNE-SSW. Nesta bacia e a seguir à deposição de sedimentos terrígenos durante o Hetangiano (com formação de depósitos evaporíticos), inicia-se uma sedimentação predominantemente carbonatada, com formação de calcários muito puros no Jurássico Inferior e médio, menos puros no Jurássico Superior, e que hoje constituem o Maciço Calcário Estremenho.

O presente trabalho incide sobre uma área muito restrita do MCE no bordo Oeste da Serra dos Candeeiros, a área de Moleanos, onde afloram calcários microcristalinos e biocalciclásticos oolíticos com oncólitos, depositados em ambiente de plataforma aberta. Estes calcários, de cores claras e elevado grau de pureza, fazem parte da Formação Moleanos

e estão datados do Caloviano (Jurássico Médio). Sobre eles assentam em discordância calcários microcristalinos de cores escuras datados do Oxfordiano (Calcários de Montejunto - Jurássico Superior).

CRONOESTRATIGRAFIA	LITOESTRATIGRAFIA		
	SERRA DOS CANDEEIROS	**SERRA DE PORTO DE MÓS**	**OUTRAS ÁREAS**
PORTLANDIANO			
KIMERIDGIANO			
OXFORDIANO	Formação Natária	Formação Natária	Formação Vila Nova de Ourém
CALOVIANO	Formação Moleanos	Formação Moleanos	FormaçãoFátima
BATONIANO	Formação Valverde	Formação Valverde	Formação Valverde
BAJOCIANO	Formação Candeeiros		Formação Atalaia e Serra D'Aire
AALENIANO			Formação Encosta de Minde
TOARCIANO SINEMURIANO			Formação Barranco do Zambujal
HETANGIANO	Formação Grés de Silves	Formação Grés de Silves	

Fig. 2- Litoestratigrafia do MCE

Regionalmente o MCE integra-se num bloco levantado delimitado por dois importantes acidentes tectónicos:

- Cavalgamento do Arrife, orientado ENE-WSW (direcção bética), que se prolonga desde Alqueidão do Mato até muito além de Chancelaria, correspondendo ao cavalgamento do MCE sobre a Bacia Terciária do Tejo;

- Falha Candeeiros (NNE-SSW) que a sismo-estratigrafia considera uma falha de crescimento da bacia sedimentar e que muito provavelmente coincide com uma fronteira de bloco do soco (Ruy Baptista, *verbatium*).

Tendo em atenção Manuppella, G. et alia, 1985, entre estes dois grandes acidentes o MCE é afectado por dois sistemas de falhas: sistema conjugado N30ºE e N30ºW e o sistema N140º[1] e seus associados.

O sistema conjugado N30ºE - N30ºW está relacionado com o tifonismo que se terá iniciado pelo menos no final do Dogger, acentuando-se no Malm.

O sistema N140 corresponde a grandes acidentes muito frequentes e profundos, atingindo o soco, já que muitos estão injectados por rochas doleríticas. Estendem-se bem para fora dos limites do Maciço e terão tido origem nos movimentos que levaram à inversão da bacia jurássica. Comportam-se como desligamentos esquerdos, embora seja nítida a sua componente vertical. Terão controlado, pelo menos localmente, a sedimentação.

As fracturas tardi-hercínicas terão servido de linhas de fraqueza para a instalação dos principais acidentes meso-cenozóicos, com a Formação dos Grés de Silves, pela sua plasticidade, a desempenhar um papel muito importante como nível de descolamento numa tectónica de tipo pelicular ("thin skinned") que, segundo A. Ribeiro (1988), afecta a cobertura meso-cenozóica. A forma actual do Maciço é resultante do levantamento geral sofrido quando das movimentações béticas.

5. LITOLOGIA TEMÁTICA

Os estudos geológicos realizados na área de Moleanos, vocacionados para o aproveitamento dos calcários ornamentais, tiveram início em meados da década de 80. Realizaram-se 3 sondagens de reconhecimento (MCE-83, MCE-84 e MCE-85), duas das quais na área agora estudada.

Face aos resultados das sondagens e à importância da indústria extractiva nesta área, procedeu-se ao levantamento geológico pormenorizado das fácies carbonatadas presentes. Este levantamento, de que resultou uma carta de fácies à escala 1/2000, permitiu constatar que os calcários de que se faz o aproveitamento para fins ornamentais correspondem a diversos tipos litológicos relacionados entre si por variações laterais de fácies, denunciando uma sedimentação de carácter irregular. Por outro lado, permitiu ainda constatar que estes calcários estão enquadrados, acima e abaixo, por duas espessas unidades de calcários sem aptidão ornamental.

[1] Excepto nos casos explícitos, as orientações referidas ao longo deste trabalho são azimutais.

Fotog. 1- Pedreira em laboração na área de Moleanos

A Carta Litológica Temática que agora se apresenta (Anexo 1) resulta da carta de fácies atrás referenciada e pretende pôr em evidência os diversos litotipos presentes na área de Moleanos em função da sua aptidão ornamental, a saber, da base para o topo: Vidraços da Base, Calcários Ornamentais com intercalações de Vidraços Intermédios, Vidraços do Topo e Resmo.

5.1. Vidraços da Base

Esta unidade, aflorante na vertente ocidental da Serra dos Candeeiros, limita a leste os Calcários Ornamentais, aproximadamente segundo a direcção Norte - Sul. Embora não se conheça a sua base na área estudada, a possança deverá ser da ordem das dezenas de metros.

Os Vidraços da Base são constituídos essencialmente por calcários micríticos mudstone de cores claras, por vezes acinzentadas ou acastanhadas, em bancadas de espessura decimétrica. Em geral, apresentam uma densa rede de finos veios de calcite e, quando percutidos, tendem a estilhaçar.

As características físicas dos calcários que constituem esta unidade, nomeadamente a tendência para estilhaçar e a pequena espessura dos bancos, em conjunto com o facto de se apresentarem muito fracturados, inviabiliza o seu aproveitamento para fins ornamentais.

5.2. Calcários Ornamentais

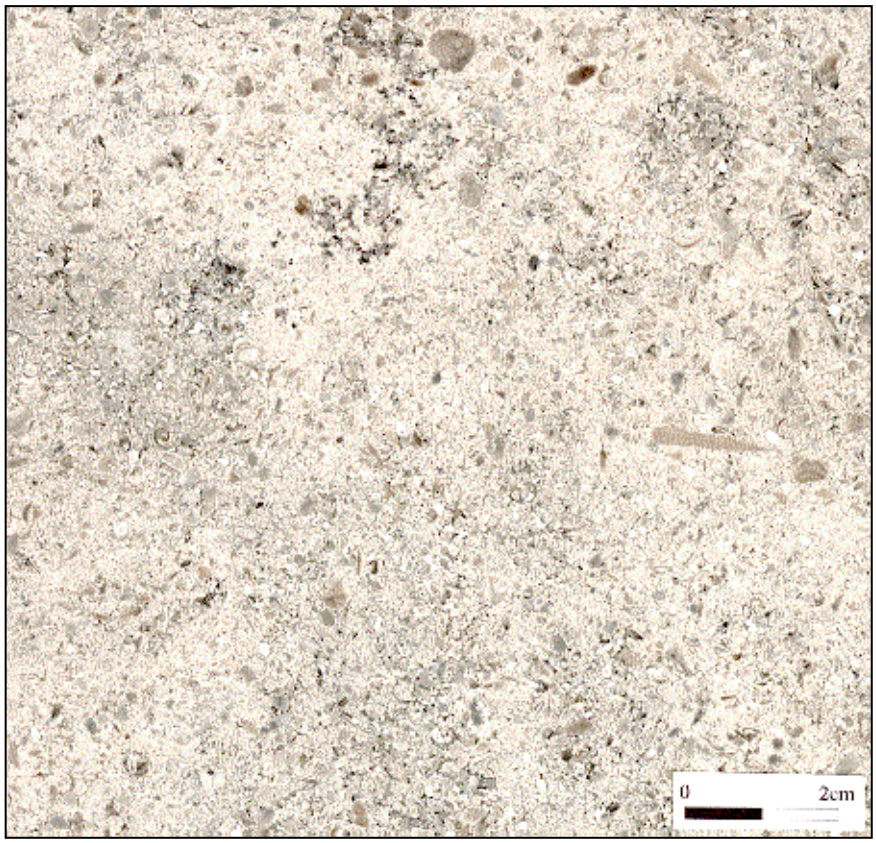
Os Calcários Ornamentais da área de Moleanos estão dispostos numa faixa relativamente larga e orientada sensivelmente Norte - Sul, em bancadas de espessura métrica (1 a 6 m). Os pendores destas bancadas são da ordem de 12° para Oeste, atingindo, localmente, 30°.

A possança total deste unidade ronda os 150 m, tendendo a diminuir para Norte. Encontra-se limitada a leste, de modo brusco, pelos Vidraços da Base e, superiormente, a ocidente, por uma outra unidade não ornamental, através dum contacto discordante.

No interior desta unidade de Calcários Ornamentais da área de Moleanos verifica-se a ocorrência duma subunidade de Vidraços Intermédios a que adiante se fará referência pormenorizada.

Genericamente os Calcários Ornamentais de Moleanos são calcários de cor creme, biocalciclásticos sparíticos de grão médio a grosseiro, mal calibrados, raramente se verificando a presença de vergadas, ou seja, de laminações sedimentares no interior dos bancos. No entanto, verificam-se variações desde calcários essencialmente oolíticos, macios e porosos a calcários essencialmente calciclásticos, rijos e pouco porosos. É também comum a ocorrência de variações na cor destes calcários para tons cinzentos azulados, por vezes muito escuros. Estas variações de cor ocorrem, geralmente, no interior dos bancos, sendo mais frequentes em profundidade. Parecem estar relacionadas com fenómenos de alteração superficial, correspondendo os tons azulados à cor original da rocha.

Tendo em conta as diferenciações atrás referidas que ocorrem de banco para banco e mesmo no interior dos bancos por variações laterais de fácies, a designação **Vidraço de Moleanos** pela qual estas rochas têm vindo a ser comercializadas abrange, hoje em dia, diversos tipos litológicos de características texturais e físicas bem diferentes.



Fotog. 2- Vidraço de Moleanos

5.2.1. Vidraços Intermédios

A unidade Vidraços Intermédios ocorre no interior da unidade Calcários Ornamentais, cerca de 10 m acima da sua base. Apresenta uma possança muito variável, desde valores máximos a rondar os 30 m até valores da ordem de um metro, como os verificados no local de implantação da sondagem MCE-104.

A unidade Vidraços Intermédios é constituída fundamentalmente por calcários calcibioclásticos micríticos de grão fino bem calibrado, em bancadas de espessura decimétrica a métrica. A cor é geralmente creme, podendo variar para tons acastanhados.

Estes Vidraços são passíveis de aproveitamento ornamental quando as bancadas são suficientemente possantes para permitir a obtenção de blocos com dimensões comerciais, quando não se apresentam fracturadas e quando se revelam homogéneas do ponto de vista textural e de cor. Localmente verificam-se estas condições, sobretudo nos bancos do topo desta subunidade.

5.3. Vidraços do Topo

Ao contrário dos calcários das unidades anteriores que estão datados do Caloviano (Jurássico Médio), os calcários aqui considerados como Vidraços do Topo estão datados do Oxfordiano (Jurássico Superior), assentando sobre eles discordantemente.

Na área em estudo o contacto entre os Vidraços do Topo e os Calcários Ornamentais tem um andamento segundo Norte - Sul, estando, no geral, escondido sob depósitos de cobertura recentes. É, no entanto, bem visível na pedreira de Sousa & Catarino.

Os calcários constituintes da unidade Vidraços do Topo raramente são passíveis de aproveitamento ornamental dada a baixa espessura apresentada pelos bancos, que ronda 0,5 m. São, dum modo geral, calcários micríticos mudstone de cor cinzenta acastanhada.

5.4. Resmo

Resmo é o nome pelo qual são conhecidos na área de Moleanos os depósitos do tipo cascalheira assentes discordantemente em alguns locais sobre os calcários. Apresentam-se mal consolidados e ter-se-ão depositado, provavelmente em regime torrencial, em paleovales de origem tectónica, onde foram preservados. São constituídos essencialmente por calhaus grosseiros e angulosos de calcários micríticos (tipo vidraço) aglutinados por cimento argiloso. É comum a ocorrência de crostas superficiais melhor consolidadas devido à precipitação de calcite entre os calhaus de calcário.

O Resmo está presente fundamentalmente em duas zonas distintas: uma na parte sul da área cartografada - **Área C** e outra na parte central - **Área B**, ambas cobrindo extensas áreas de Calcários Ornamentais. A sua forma alongada faz depreender que a sua deposição deverá ter ocorrido em zonas afectadas por fracturação que terá condicionado as formas de relevo segundo a direcção E - W.

Tendo em conta os dados das sondagens realizadas, a espessura destes depósitos é muito variável, desde alguns decímetros até à dezena de metros.

Pela natureza dos seus elementos constituintes e por se apresentar mal consolidado, o Resmo assemelha-se a um “tout-venant”, podendo ser facilmente aproveitado.

6. SONDAGENS

A área de Moleanos apresenta-se bastante condicionada no que respeita ao estabelecimento de novas unidades extractivas. Por um lado, os Calcários Ornamentais desta área estão cobertos por um solo argiloso - terra rossa, resultante da sua dissolução. Como consequência, são escassos os afloramentos , o que dificulta a selecção de locais para a implantação de novas pedreiras. Por outro lado, esta selecção é ainda condicionada pela existência dum agregado habitacional nesta área.

Tendo em conta as condicionantes referidas, seleccionaram-se e estabeleceram-se como disponíveis para a indústria extractiva, três áreas que ainda não tinham sido alvo de interesse por parte dos industriais da região e nas quais se realizaram estudos de maior pormenor. Enquanto duas dessas áreas são sensivelmente coincidentes com as duas principais zonas de Resmo - Áreas B e C, a terceira - Área A, situa-se a ocidente da Estrada Nacional Nº 1, ocupando uma pequena parte duma extensa zona de afloramento de Calcários Ornamentais.

Os estudos de pormenor realizados envolveram a realização de sondagens eléctricas verticais (apenas nas áreas de ocorrência de Resmo), e de sondagens mecânicas verticais, numa primeira fase para confirmação dos dados obtidos pelas SEV's e, numa segunda campanha, para reconhecimento e avaliação dos calcários presentes.

6.1. Sondagens Eléctricas Verticais (SEV's)

As sondagens eléctricas verticais tiveram como objectivo fundamental avaliar a espessura dos depósitos de cobertura recentes, visto sob eles ocorrerem Calcários Ornamentais.

Os resultados obtidos por esta metodologia no respeitante à mancha central de Resmo, permitiram concluir da variabilidade da sua possança. A validade desta metodologia foi testada pela sondagem mecânica S1, realizada para o efeito. Cortou Resmo até aos 11,73 m de profundidade, valor muito próximo do interpretado nas SEV's.

No respeitante aos depósitos de cobertura da **Área C**, os valores obtidos pelo método eléctrico não foram conclusivos no respeitante à espessura do Resmo. A sondagem S2, realizada nesta zona, intersectou troços decimétricos de calcário fétido, tipo Vidraço, de cor acinzentada e muito fracturados, alternantes com troços de argila vermelha. Estes dados traduzem um ambiente no qual os resultados dos métodos eléctricos são de difícil interpretação.

6.2 Sondagens Mecânicas

Tendo-se excluído, pelas razões atrás apontadas, a zona de Resmo da **Área** C, em termos de potencialidades para o fornecimento de calcários ornamentais, realizaram-se 3 sondagens mecânicas verticais de reconhecimento nas duas restantes zonas.

As sondagens MCE-103 e MCE-104 foram realizadas na **Área B** e tiveram como objectivos:

- avaliar a espessura do Resmo noutros locais;
- avaliar em termos de qualidade ornamental os calcários subjacentes ao Resmo;
- avaliar a possança desses mesmos calcários.

A sondagem MCE-105, implantada nos calcários do Malm, da **Área A**, teve como objectivos:

- determinar a possança total em Calcários Ornamentais nesta zona;
- avaliar qualitativamente, em termos de aptidão ornamental, os calcários atravessados.

Os resultados obtidos pela observação detalhada dos testemunhos destas sondagens constam dos "log's" que se anexam, tendo já permitido, em capítulo anterior, fazer algumas considerações respeitantes aos aspectos litológicos e à possança e geometria das diferentes unidades consideradas. Restam por realçar alguns aspectos ainda não referidos e que têm a ver com as potencialidades das zonas em que foram implantadas.

A sondagem MCE-103, realizada próximo da sondagem S1, apenas cortou 3,83 m de Resmo, confirmando a variabilidade da espessura deste tipo de depósito. No que respeita aos diferentes tipos de calcários atravessados, apresentam-se, dum modo geral, muito fracturados, o que se encontra traduzido pela baixa percentagem de recuperação e pela escassez de troços de testemunho com dimensões superiores a 0,5 m. Estes factos poderão ter correspondência com uma provável zona de falha orientada E - W na zona axial desta mancha de Resmo.

Já no que respeita à sondagem MCE-104, tal intensidade de fracturação não se verifica, o que poderá ter a ver com o seu local de implantação, já perto do limite norte do depósito de cobertura e, portanto, relativamente afastada da zona axial. Com efeito, e exceptuando uma zona de intensa fracturação entre os 19,80 m e os 26,90 m de profundidade, os calcários atravessados por esta sondagem apresentam-se, de modo geral, pouco

fracturados, sendo comum a obtenção de troços de testemunho superiores a 0,5 m. Destacam-se os troços obtidos entre os 35 m e os 42 m, e entre os 62 m e os 84 m.

Ainda no que respeita à sondagem MCE-104, é de realçar a possança atravessada em calcários do tipo Vidraço de Moleanos, rondando os 80 m, geralmente denunciando boa aptidão para rocha ornamental não só em termos de beleza como também em termos de baixa porosidade e elevada dureza.

A sondagem MCE-105 não chegou a alcançar os Vidraços da Base. Os calcários atravessados de tipo Vidraço de Moleanos apresentam, dum modo geral, boa aptidão ornamental até aos 44 m de profundidade, onde contactam com os Vidraços Intermédios. Estes, do mesmo modo que os Calcários Ornamentais subjacentes, apresentam tons cinzentos azulados por vezes muito intensos.

7. FRACTURAÇÃO

Na área de Moleanos não foi realizado à superfície o estudo exaustivo da fracturação que afecta os Calcários Ornamentais dada a escassez de afloramentos,. devida, como já anteriormente referido, à presença de terra rossa. No entanto, é pertinente tecer algumas considerações tendo em conta as observações de campo.

Em primeiro lugar, a carsificação que se verifica nesta área está, necessariamente, relacionada com a circulação de água numa rede de fracturas que se presume densa, dada a intensidade desta carsificação.

Em segundo lugar devem-se considerar os depósitos de cobertura recentes cuja deposição deverá ter ocorrido em paleovales controlados tectonicamente segundo a direcção E - W.

De acordo com estudos de fracturação anteriormente realizados de modo sumário ao nível das pedreiras (Graça e Costa, J. R. da; *et all.*, 1988), foram postas em evidência as seguintes três famílias de fracturas conjugadas subverticais:

- N5^{o} a 30°, inclinando para Este;
- N75^{o} a 95°, também com pendores para Este e
- N105^{o} a N140^{o} com pendores para E e para W.

Em conclusão devemos admitir que a área de Moleanos está afectada por uma provável densa rede de fracturas que, em muitos locais deverá inviabilizar a extracção de blocos.

8. CÁLCULO DE RESERVAS

Os estudos geológicos realizados na área de Moleanos não são suficientemente conclusivos relativamente às potencialidades reais e concretas em calcários do tipo Vidraço de Moleanos nas áreas disponíveis para a actividade extractiva. Com efeito, os estudos geológicos que permitiriam uma avaliação concreta destas áreas teriam de ser de tal modo pormenorizados e apoiados numa campanha de sondagens em malha apertada, que não cabem no âmbito deste trabalho. Tais estudos caem no âmbito do reconhecimento a realizar pelos industriais para a abertura de novas pedreiras.

No entanto, com base nos conhecimentos geológicos adquiridos e nos cortes geológicos que se apresentam em anexo, é possível estimar as reservas em calcários da unidade Calcários Ornamentais nas áreas correspondentes às duas zonas apontadas como favoráveis e disponíveis para a actividade extractiva - **Áreas A e B**.

Da observação dos cortes geológicos é bem evidente a inclinação das unidades litológicas para Oeste, com pendores da ordem de 12°. Ressalta, por outro lado, a diminuição da espessura total da unidade Calcários Ornamentais de Sul para Norte, decrescendo aproximadamente de 150 m para 75 m de possança. Os cortes geológicos evidenciam, ainda, as variações de espessura da unidade Vidraços Intermédios.

Face aos dados atrás referidos e considerando unicamente os Calcários Ornamentais (Vidraços de Moleanos) acima dos Vidraços Intermédios, admite-se, para estes calcários, uma espessura total média de 40 m na **Área A** e uma espessura de 100 m para os calcários subjacentes ao Resmo na **Área B**. Tendo em conta estes valores e um rendimento de exploração 50%, estima-se que as reservas atinjam os 500 000 m^3 na **Área A** e um milhão de metros cúbicos na **Área B**.

9. CONCLUSÕES

Todos os calcários da área de Moleanos utilizados para fins ornamentais são designados comercialmente por Vidraços de Moleanos e fazem parte da unidade Calcários Ornamentais, cuja espessura ronda os 150 m. Esta designação comercial engloba, hoje em dia,

diversos tipos litológicos bem diferenciados não só em termos de beleza ornamental como também em termos das suas características físicas, das quais se realçam a porosidade e a resistência mecânica.

Os estudos geológicos preliminares permitiram evidenciar três áreas eventualmente favoráveis para a extracção de calcários ornamentais: Áreas A, B e C.

Os estudos detalhados destas áreas, em que intervieram métodos de natureza geológica, geofísica e de reconhecimento por sondagens, permitiram avançar as seguintes conclusões.

ÁREA A

Os calcários presentes nesta área mostram, no geral, boa aptidão ornamental, traduzida pelas suas características em termos de baixa porosidade, elevada dureza, constância de cor e baixo grau de fracturação.

A cobertura, de natureza argilosa, é reduzida.

As reservas extractíveis estimam-se em 500 000 m^3.

ÁREA B

Coincide na quase totalidade com um depósito de cobertura, cuja espessura atinge cerca de 12 m.

Os calcários subjacentes ao Resmo apresentam boa aptidão ornamental em termos de baixa porosidade, elevada dureza e constância de cor. No que respeita à fracturação, estes calcários apresentam-se intensamente fracturados na zona axial do paleovale em que se depositou o Resmo. Para o exterior desta zona, o grau de fracturação decresce, melhorando as perspectivas do seu aproveitamento como rocha ornamental.

As reservas exploráveis estimam-se em 1 000 000 m^3.

O Resmo é utilizado como “tout-venant”, podendo contribuir para a viabilidade económica das explorações.

ÁREA C

Coincide parcialmente com uma área de ocorrência de Resmo.

A presença dum carso bastante profundo, posto em evidência pela sondagem mecânica efectuada, inviabiliza a sua aptidão para a produção de calcários ornamentais.

A instalação de novas pedreiras nas Áreas A e B deverá ser precedida por estudos geológicos complementares muito pormenorizados. Estes deverão possibilitar avaliar com maior rigor o grau de fracturação dos calcários presentes. Tais estudos apoiar-se-ão, necessariamente, em sondagens realizadas numa malha apertada.

10. BIBLIOGRAFIA

COSTA, J. R. G. et alia (1988) - "Calcários ornamentais do Maciço Calcário Estremenho". Separata T. XXX Estudos, Notas e Trabalhos do Lab. e Serviço de Fomento Mineiro, Porto.

COSTA, J. R. G. et alia (1989) - "Calcários Ornamentais do Maciço Calcário Estremenho. Estudo detalhado das áreas de Cabeça Veada (Porto de Mós), Moleanos (Alcobaça) e Pé da Pedreira (Santarém)". Relat. interno do Serviço de Fomento Mineiro.

MANUPPELLA, G.; MOREIRA, J. C. B. (1974) -" Calcários e Dolomitos da Serra dos Candeeiros. 1ª Parte: Geologia e caracterização química das formações aflorantes". Separata do Vol. XXIII, Fasc. 1-2 de Estudos, Notas e Trabalhos do Serviço de Fomento Mineiro, Porto.

MANUPPELLA, G.; MOREIRA, J. C. B. (1984) - "Calcários e Dolomitos da Serra dos Candeeiros. 2ª Parte: Sondagens e cálculo de reservas". Separata do Vol. XXVI, Fasc. 1-4 de Estudos, Notas e Trabalhos do Serviço de Fomento Mineiro, Porto.

MANUPPELLA, G. et alia (1985) - "Calcários e Dolomitos do Maciço Calcário Estremenho". Separata T. XXVII de Estudos, Notas e Trabalhos do Laboratório e Serviço de Fomento Mineiro, Porto.

MANUPPELLA, G. et alia (1991) - "Calcários e Dolomitos: Situação Actual e Perspectivas Futuras". Geonovas N.º 2 Especial, pp. 143 - 150.

MOURA, A. C. (1991) - "Rochas Ornamentais Naturais: Caracterização das Rochas Ornamentais Portuguesas e a Importância do seu Conhecimento no Momento Actual". Geonovas N.º 2 Especial, pp. 123 - 136.

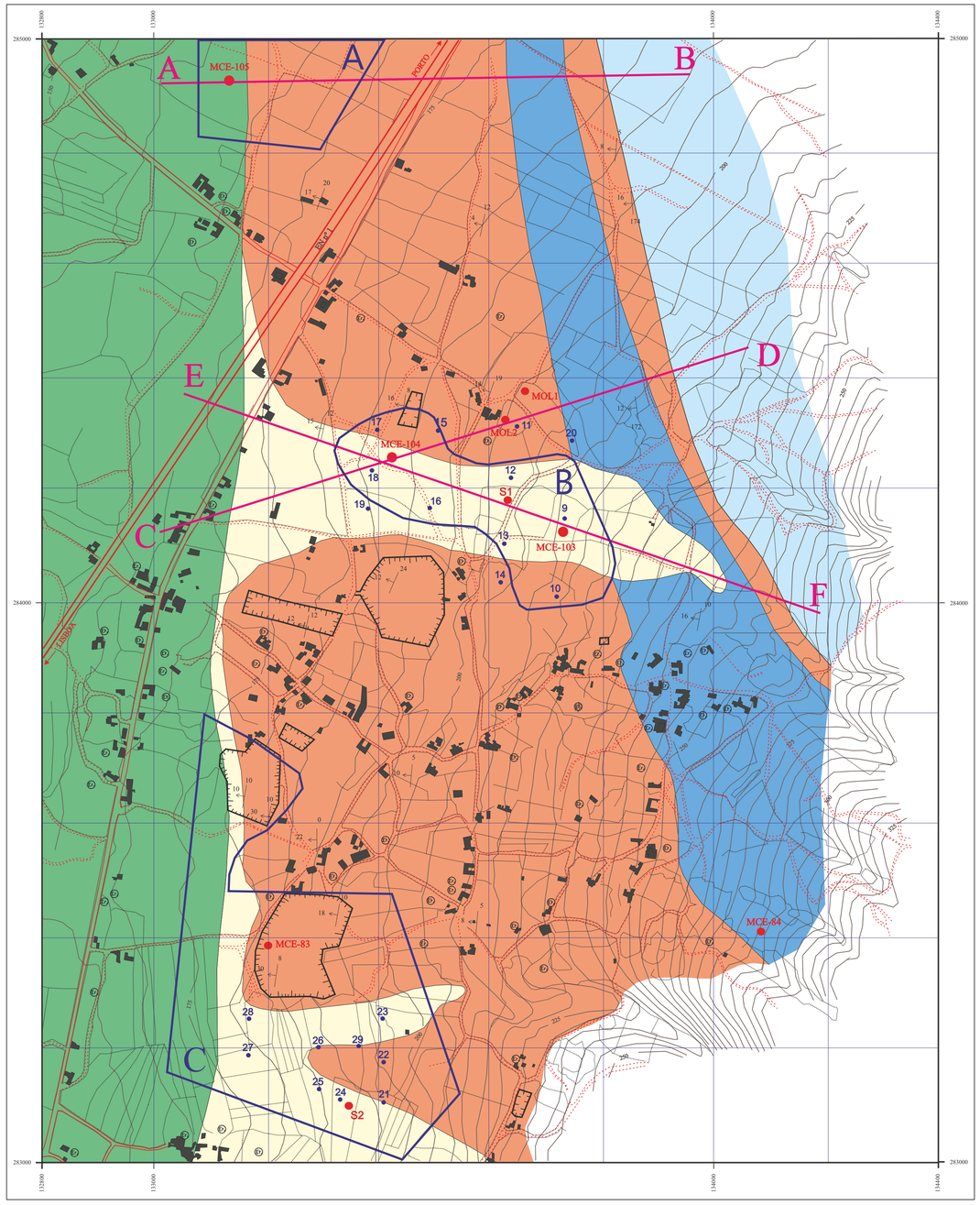
Alfragide, Outubro de 1996

Instituto Geológico e Mineiro

ÁREA DE MOLEANOS
(MACIÇO CALCÁRIO ESTREMENHO)

Carta Litológica Temática

PROSPECÇÃO DE CALCÁRIOS ORNAMENTAIS



LOCALIZAÇÃO DA ÁREA ESTUDADA

LEGENDA

- **RESMO** — Depósitos de cobertura recentes
- **VIDRAÇOS DO TOPO (Malm)**
- **CALCÁRIOS ORNAMENTAIS (Caloviano)** "Vidraço de Moleanos" * Vidraços Intermédios
- **VIDRAÇOS DA BASE (Caloviano)**
- Pedreiras
- Caminhos
- Estradas
- Casas
- Muros
- Curvas de nível
- 18 / 10 — Estratificação
- 27 — Sondagens Eléctricas Verticais
- S2, MCE-84 — Sondagens mecânicas (realizadas pelo IGM)
- MOL1 — Sondagens mecânicas (realizadas pelos industriais)
- A — Áreas seleccionadas para estudos detalhados

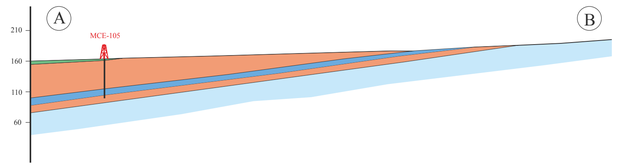
ESCALA

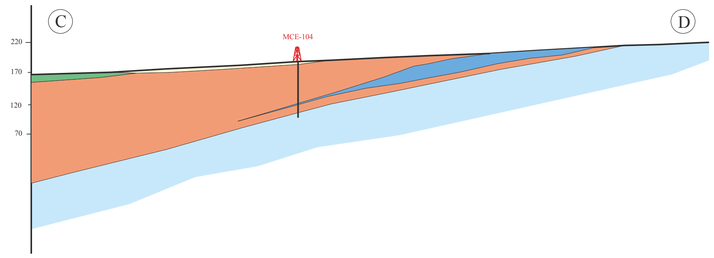
0 50 200m

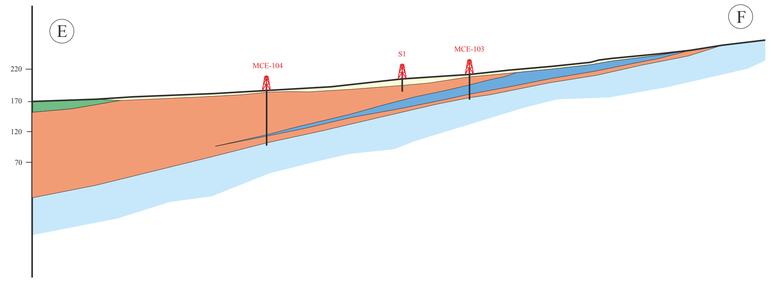
1:5 000

- As coordenadas da quadrícula referem-se ao Ponto Central (Hayford-Gauss)
- Equidistância das curvas de nível: 5 m
- Litologia temática baseada nos levantamentos efectuados pelo Engº Graça e Costa

CORTES GEOLÓGICOS







ESCALA HORIZONTAL: 1/5 000
ESCALA VERTICAL: 1/5 000

Jorge Carvalho/IGM/Setembro96

IGM
INSTITUTO GEOLOGICO E MINEIRO

CALCARIOS ORNAMENTAIS E INDUSTRIAIS
AREA DE MOLEANOS (M. C. E.)

SONDA: WIRTH BO
LITOTECA: C. RIBATEJO
GEOLOGO: JORGE CARVALHO

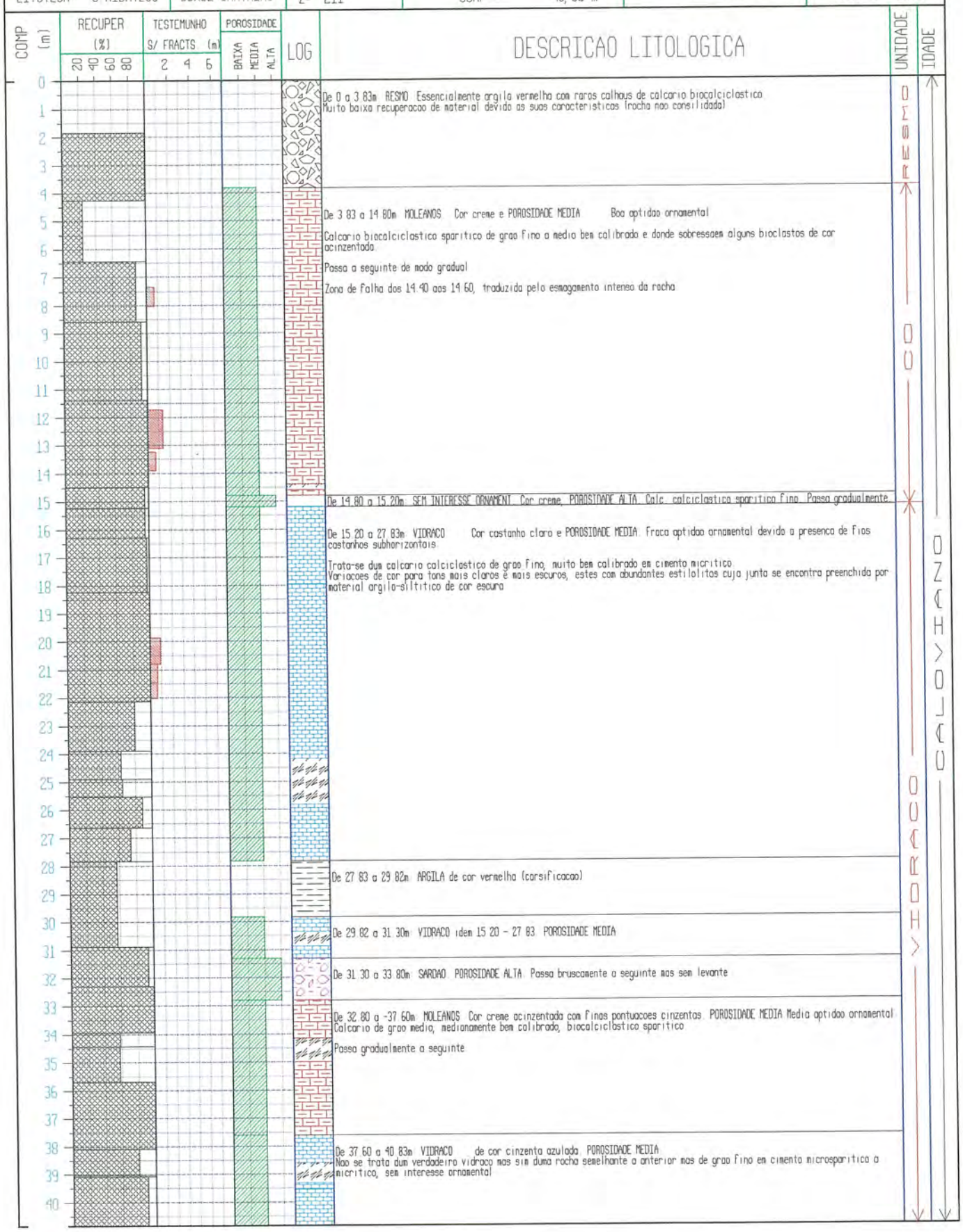
M= 133 732
P= 284 125
Z= 211

AZIMUTE: --
INCLIN: -90
COMP = 40, 83 m

N FREAT: --
DATA: 16JAN96-23JAN96

SOND.
MCE-103

PAG. 1 DE 1



DESCRICAO LITOLOGICA

De 0 a 3.83m RESMO Essencialmente argila vermelha com raros calhaus de calcario biocalciclastico.
Muito baixa recuperacao de material devido as suas caracteristicas (rocha nao consilidada)

De 3.83 a 14.80m MOLEANOS Cor creme e POROSIDADE MEDIA Boa aptidao ornamental

Calcario biocalciclastico sparitico de grao fino a medio bem calibrado e donde sobressaem alguns bioclastos de cor acinzentada.

Passa a seguinte de modo gradual

Zona de falha dos 14.40 aos 14.60, traduzida pelo esmagamento intenso da rocha

De 14.80 a 15.20m SEM INTERESSE ORNAMENT. Cor creme, POROSIDADE ALTA. Calc. calciclastico sparitico fino. Passa gradualmente.

De 15.20 a 27.83m VIDRACO Cor castanho claro e POROSIDADE MEDIA. Fraca aptidao ornamental devido a presenca de fios castanhos subhorizontais.

Trata-se dum calcario calciclastico de grao fino, muito bem calibrado em cimento micritico.
Variacoes de cor para tons mais claros e mais escuros, estes com abundantes estilolitos cuja junta se encontra preenchida por material argilo-siltitico de cor escura

De 27.83 a 29.82m ARGILA de cor vermelha (carsificacao)

De 29.82 a 31.30m VIDRACO idem 15.20 - 27.83 POROSIDADE MEDIA

De 31.30 a 33.80m SARDAO POROSIDADE ALTA. Passa bruscamente a seguinte mas sem levante

De 32.80 a -37.60m MOLEANOS Cor creme acinzentada com finas pontuacoes cinzentas. POROSIDADE MEDIA Media aptidao ornamental
Calcario de grao medio, medianamente bem calibrado, biocalciclastico sparitico

Passa gradualmente a seguinte

De 37.60 a 40.83m VIDRACO de cor cinzenta azulada. POROSIDADE MEDIA
Nao se trata dum verdadeiro vidraco mas sim duma rocha semelhante a anterior mas de grao fino em cimento microsparitico a micritico, sem interesse ornamental

UNIDADE: DISWR — DOCARDH — DZCHOLCO

IGM
INSTITUTO GEOLOGICO E MINEIRO

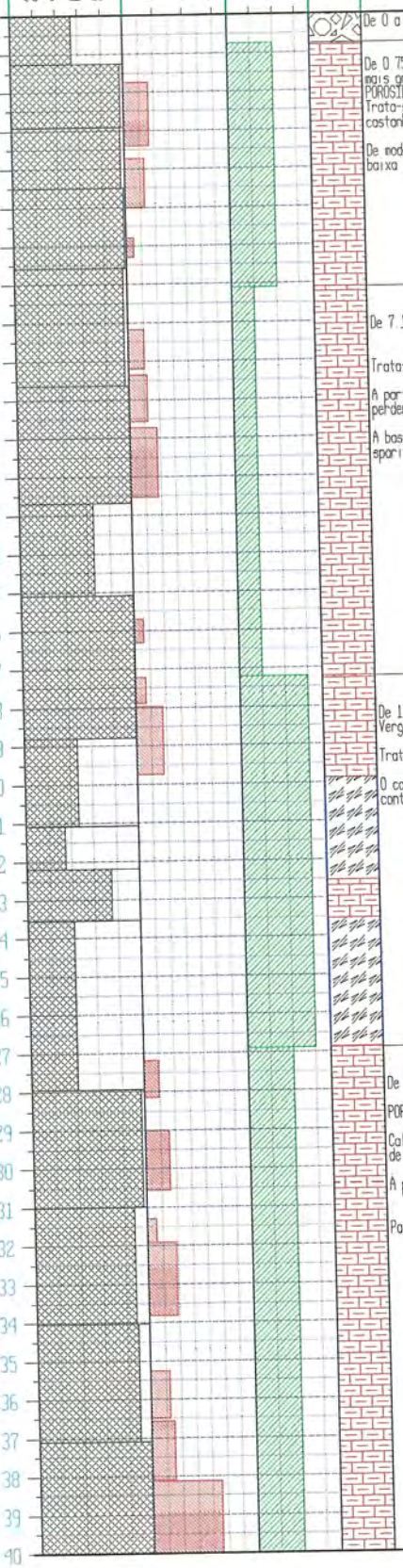
CALCARIOS ORNAMENTAIS E INDUSTRIAIS
AREA DE MOLEANOS (M. C. E.)

SOND. MCE-104

PAG 1 DE 2

SONDA	WIRTH BO	GEOLOGO	M= 133 425	AZIMUTE --	N FREAT --
LITOTECA	C RIBATEJO	JORGE CARVALHO	P= 284 255	INCLIN -90	DATA 25JAN96-02FEV96
			Z= 188	COMP = 88, 38 m	

COMP (m) | RECUPER (%) 20 40 60 80 | TESTEMUNHO S/ FRACTS (m) 2 4 6 | POROSIDADE BAIXA MEDIA ALTA | LOG | DESCRICAO LITOLOGICA | UNIDADE | IDADE



De 0 a 0 75m RESMO Argila vermelha com calhaus de calcario biocalciclastico sparitico

De 0 75 a 7 10m MOLEANOS Cor creme acinzentada com manchas ("nodoas") centimetricas de cor mais acinzentada e de grao mais grosseiro
POROSIDADE MEDIA Boa aptidao ornamental
Trata-se dum calcario oolitico biocalciclastico sparitico de grao fino a medio bem calibrado Presenca de estilolitos ("fios castanhos") abertos e fechados numa frequencia proxima de 30 cm

De modo brusco mas sem levante passa, aos 6 28 a Moleanos de cor creme com manchas e pontuacoes acastanhadas e porosidade baixa e boa aptidao. Passa gradualmente a rocha seguinte

De 7 10 a 17 23m Vidraco Cor creme acinzentado POROSIDADE BAIXA Boa aptidao ornamental
Provavelmente corresponde ao Vidraco de MOLEANOS original

Trata-se de calcario micritico calciclastico fino, bem calibrado Presenca de bioclastos finos de cor cinzenta, dispersos

A partir dos 11 50 presenca abundante de venulos coalescentes que se realcam devido a cor mais escura e grao medio em cimento perdendo a rocha beleza ornamental

A base corresponde a facies de transicao para rocha seguinte e caracteriza-se por grao medio biocalciclastico em cimento sparitico (?) Passa a seguinte de modo brusco mas sem levante

De 17 23 a 26 88m MOLEANOS Cor creme e POROSIDADE ALTA Boa aptidao ornamental
Vergada tenue denunciada por alinhamento dos graos bioclasticos grosseiros

Trata-se de calcario biocalciclatico oolitico, sparitico, de grao medio medianamente calibrado

O contacto inferior ocorre numa zona muito fracturada correspondente a zona de falha No entanto parece tratar-se dum contacto litologico brusco e com levante

De 26 88 a 43 50m MOLEANOS de cor cinzenta azulada ate aos 29 50 m, gradualmente passando a cor creme

POROSIDADE MEDIA Muito boa aptidao ornamental

Calcario biocalciclastico de grao medio, sparitico, medianamente calibrado graos medios a grosseiros dispersos numa matriz de grao fino a medio

A partir dos 40 m a cor tende para tons mais claros de creme e a porosidade tende para mais elevada

Passa a rocha seguinte de modo brusco atraves dum levante

UNIDADE: 0 0

IDADE: OZCHOLCO

IGM
INSTITUTO GEOLOGICO E MINEIRO

SONDA: WIRTH BO — GEOLOGO: JORGE CARVALHO
LITOTECA: C. RIBATEJO

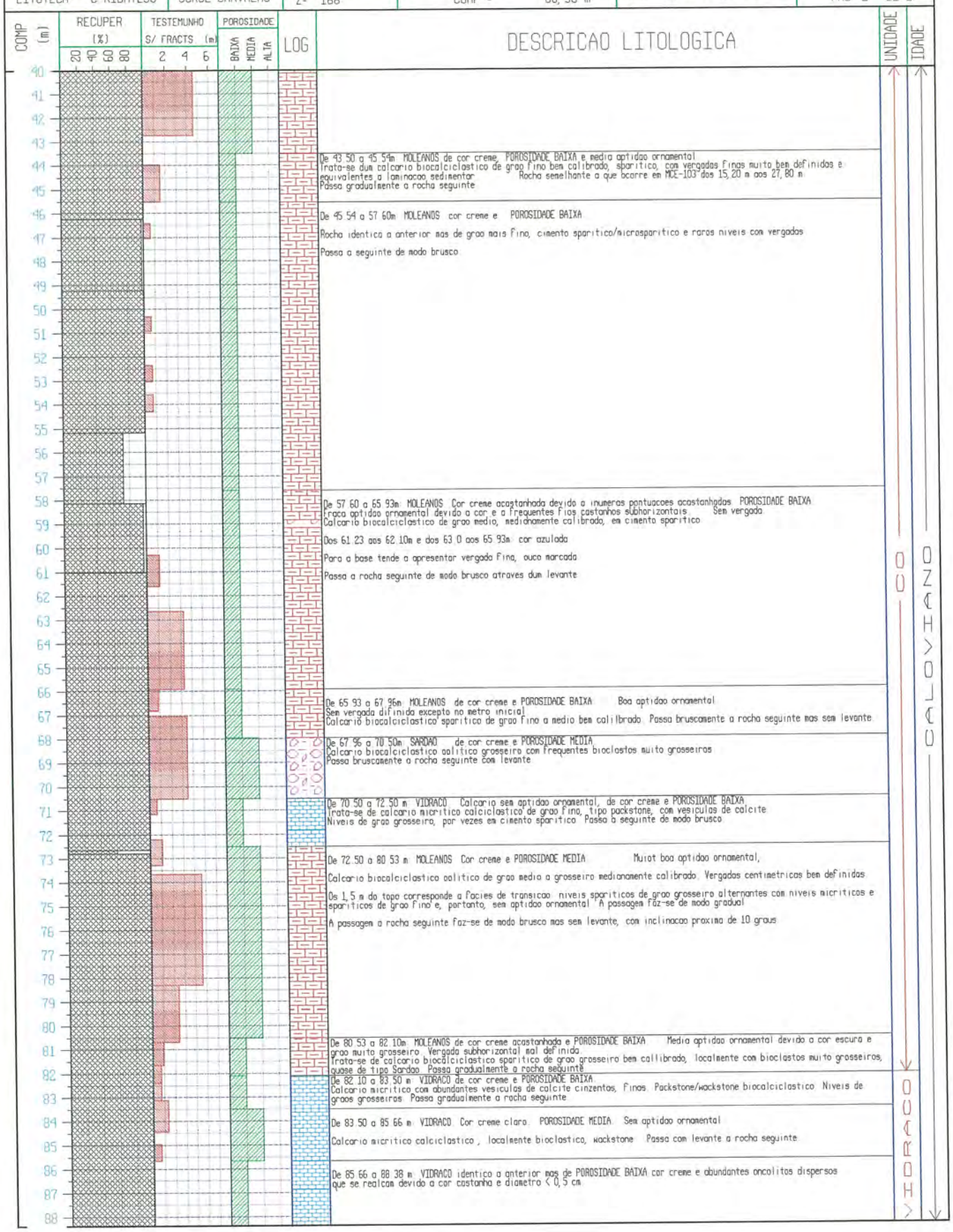
CALCARIOS ORNAMENTAIS E INDUSTRIAIS
AREA DE MOLEANOS (M. C. E.)

M= 133 425
P= 284 255
Z= 188

AZIMUTE: --
INCLIN.: -90
COMP = 88, 38 m

N FREAT: --
DATA: 25JAN96-02FEV96

SOND.
MCE-104



IGM
INSTITUTO GEOLOGICO E MINEIRO

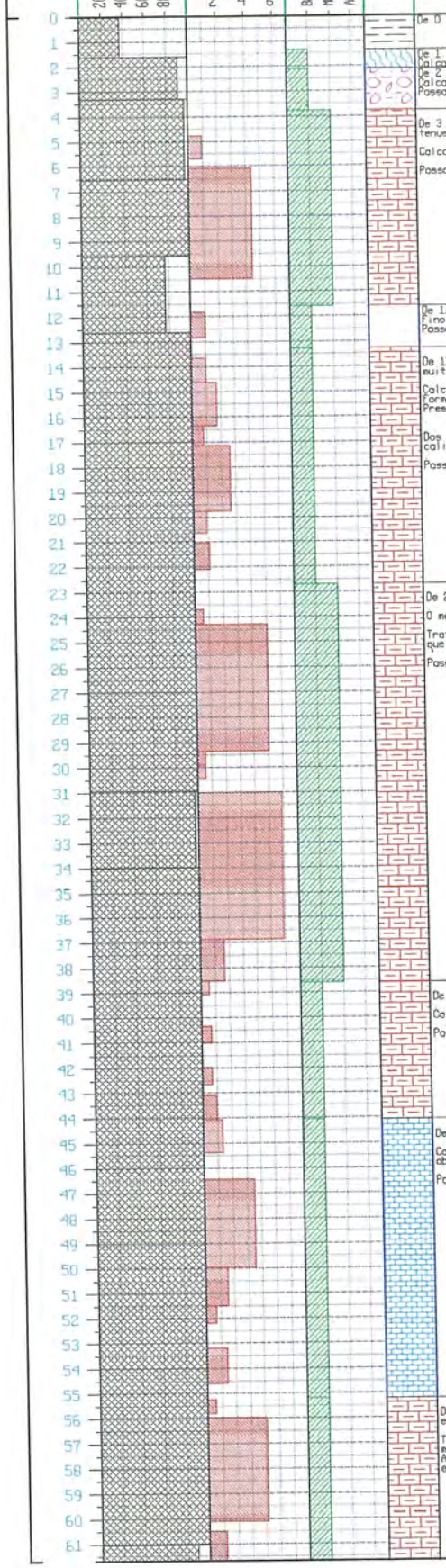
CALCARIOS ORNAMENTAIS E INDUSTRIAIS
AREA DE MOLEANOS (M. C. E.)

SOND: MCE-105

PAG 1 DE 1

SONDA: WIRTH BO	GEOLOGO:	M= 133 133	AZIMUTE --	N FREAT --	
LITOTECA: C RIBATEJO	JORGE CARVALHO	P= 284 927	INCLIN -90	DATA: 07FEV96-13FEV96	
		Z= 162	COMP = 61, 68 m		

COMP (m) | RECUPER (%) 20 40 60 80 | TESTEMUNHO S/ FRACTS (m) 2 4 6 | POROSIDADE BAIXA MEDIA ALTA | LOG



DESCRICAO LITOLOGICA

De 0 a 1 35m ARGILA vermelha (terra rossa).

De 1 35 a 2 13m MALM Argila vermelha com trocos de calcario de tipo Vidraco de cor cinzenta acastanhada e POROSIDADE BAIXA
Calcario micritico mudstone. Passagem a rocha seguinte faz-se por fina de argila.

De 2 13 a 3 77m SARDAO Cor creme acinzentada e POROSIDADE BAIXA
Calcario pell biocalciclastico grosseiro mal calibrado, sparitico, com bioclastos grosseiros dispersos.
Passa gradualmente a seguinte.

De 3 77 a 11 60m MOLEANOS Cor creme e POROSIDADE MEDIA Muito boa aptidao ornamental Vergada fina muito tenue subhorizontal e grao muito bem calibrado.

Calcario pell biocalciclastico de grao medio: matriz de pellets donde sobressaem bioclastos e intraclastos.

Passa a seguinte de modo brusco mas sem levante.

De 11 60 a 13 27m SEM INTERESSE ORNAMENTAL Calcario de cor creme e POROSIDADE BAIXA, semelhante a anterior mas de grao fino donde sobressaem frequentes bioclastos grosseiros (<0,5 cm) de cor cinzenta, dispersos, retirando beleza ornamental.
Passa a seguinte de modo Brusco com levante inclinado 15 graus.

De 13 27 a 22 68m MOLEANOS de cor creme acinzentada POROSIDADE BAIXA Media aptidao devido ao desenho. Sem vergada, muito rija.

Calcario calciclastico muito fino donde sobressaem frequentes bioclastos medios a grosseiros de cor cinzenta, dispersos de forma aleatoria. Localmente e devido a dimensao dos bioclastos, a rocha e quase do tipo Sardao.
Presenca de fios castanhos e subhorizontais.

Dos 19 45 aos 21 24 m apresenta muito boa aptidao ornamental: calcario pell biocalciclastico fino, sparitico, muito bem calibrado. Contactos graduais.

Passa a seguinte de modo gradual.

De 22 68 a 38 60m MOLEANOS de cor creme, POROSIDADE MEDIA Boa aptidao ornamental.

O metro inicial apresenta cor creme clara e porosidade elevada e elevada freabilidade.

Trata-se de calcario biocalciclastico oolitico sparitico de grao fino, bem calibrado. Rocha de aspecto muito homogeneo no que respeita a composicao e desenho.

Passa a rocha seguinte de modo brusco mas sem levante (S0=50 graus)

De 38 60 a 44 07m MOLEANOS cor creme acinzentada e POROSIDADE BAIXA Boa aptidao ornamental.

Calcario pell biocalciclastico sparitico de grao fino bem calibrado. Presenca de fios castanhos subhorizontais frequentes.

Passa a rocha seguinte por levante (estilolito) inclinado 10 graus.

De 44 07 a 55 20m VIDRACO sem interesse ornamental Cor cinzenta localmente azulada POROSIDADE BAIXA.

Calcario micritico calciclastico fino, localmente bioclastico grosseiro. Abundantes estilolitos subhorizontais, fechados e abertos, o que impossibilita o seu aproveitamento para blocos.

Passa a seguinte de modo brusco com levante inclinado 30 graus.

De 55 20 a 61 68m MOLEANOS de cor cinzenta azulada e POROSIDADE BAIXA Fraca aptidao ornamental devido a cor escura e a frequentes fios subhorizontais.

Trata-se de calcario calcibioclastico sparitico de grao fino bem calibrado, com numerosas pontuacoes azuladas de dimensoes milimetricas (ate aos 56,0 m).
A cor azul, a partir dos 56 m, apresenta-se menos forte, ficando a rocha com aspecto mais uniforme. Se a continua presenca de estilolitos, alguns deles abertos e parcialmente preenchidos por material cinzento escuro, retira a beleza ornamental.

UNIDADE: MOLEANOS — VIDRACO

IDADE: MALM — DOGGER