

# Exploração Mineira de Sienitos Nefelínicos em Monchique



Elaborado por:

FCT - Universidade Nova de Lisboa

FCT - Universidade do Algarve



Apresentado à: SIFUCEL SILICAS, SA



Dezembro 2013

## ÍNDICE

1.	IDENTIFICAÇÃO, DESCRIÇÃO SUMÁRIA E LOCALIZAÇÃO DO PROJECTO.....	4
1.1	Identificação do Proponente .....	4
1.2	Localização do Projecto Mineiro Experimental .....	4
1.3	Objectivo do Projecto Experimental e Sua Justificação.....	6
2.	DESCRIÇÃO SUMÁRIA DA ÁREA DE IMPLANTAÇÃO DO PROJECTO .....	8
2.1	Clima e Meteorologia .....	8
2.2	Solos .....	8
2.3	Geologia, Geomorfologia e Tectónica .....	8
2.4	Recursos Hídricos Superficiais e Subterrâneos .....	11
2.5	Ecologia .....	15
2.6	Usos do Solo e Paisagem .....	16
2.7	Ambiente Sonoro .....	18
2.8	Qualidade do Ar.....	18
3.	CARACTERIZAÇÃO E POTENCIAL DO SIENITO NEFELÍNICO PARA A INDÚSTRIA .....	20
3.1	Caracterização Mineralógica, Petrográfica e Química .....	20
3.2	Potencial do Sienito Nefelínico para a Indústria Cerâmica e do Vidro .....	22
3.2.1	Utilidade e Aplicações para além de Rocha Ornamental.....	23
3.2.2	Indústria do Vidro .....	23
3.2.3	Indústria Cerâmica .....	24
3.2.4	Pigmentação e Cargas .....	24
3.2.5	Plásticos.....	24
3.2.6	Borracha, Colas e Vedantes .....	25
3.2.7	Outras aplicações.....	25
4.	DESCRIÇÃO SUMÁRIA DAS PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS E TECNOLOGIAS DO PROJECTO MINEIRO	27
4.1	Mineração .....	27
4.2	Processamento, Beneficiação e Exigências .....	30
5.	SÍNTESE DE IMPACTES AMBIENTAIS E MEDIDAS DE MITIGAÇÃO.....	31
5.1	Enquadramento .....	31

5.2	Impactes Ambientais e Medidas de Minimização.....	31
5.2.1	Clima .....	31
5.2.2	Solos .....	32
5.2.3	Geologia.....	32
5.2.4	Hidrologia e Hidrogeologia.....	32
5.2.5	Ecologia, Usos do Solo e Paisagem .....	34
5.2.6	Socio-económicos e Qualidade de Vida.....	36
5.2.7	Ambiente Sonoro .....	36
5.2.8	Qualidade do Ar.....	37
6.	CONCLUSÕES .....	38
7.	REFERÊNCIAS.....	39

## APRESENTAÇÃO

A Sifucel Silicas, S.A., doravante abreviadamente designada por SIFUCEL, pretende implementar um Projeto Mineiro de Exploração Experimental de Sienito Nefelínico em terrenos localizados no concelho de Monchique, do distrito de Faro, região do Algarve (NUT2 e NUT3).

Este projeto mineiro enquadra-se no regime jurídico da exploração de depósitos minerais estabelecido no Decreto-Lei n.º 88/90, de 16 de Março, que vem dar cumprimento ao artigo n.º 51 do Decreto-Lei n.º 90/90 que remete para legislação própria a fixação da disciplina aplicável a cada tipo de recurso.

A apresentação deste relatório, elaborado por técnicos da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa (FCT-UNL) e da Universidade do Algarve (UALg), tem por objetivo dar a conhecer as pretensões do Projeto de Exploração Experimental da SIFUCEL, a metodologia que o proponente se propõe adotar e realçar as mais-valias da matéria-prima Sienito Nefelínico como produto industrial e estratégico.

### EQUIPA TÉCNICA

NOME	ÁREA DE FORMAÇÃO	ACTIVIDADE PROFISSIONAL
Joaquim Reis Simão	Licenciado em Engenharia Geológica; doutorado em Geologia pela FCT-UNL	Professor auxiliar da FCT-UNL
José António de Almeida	Licenciado e Doutorado em Engenharia de Minas pelo Instituto Superior Técnico	Professor associado da FCT-UNL
Luís Miguel Nunes	Licenciado em Engenharia do Ambiente pela FCT-UNL; doutorado em Georrecursos pelo Instituto Superior Técnico	Professor auxiliar da FCT-UALg
Maria Jacinta da Silva Fernandes	Licenciado em Engenharia do Ambiente pela FCT-UNL; doutorado em Ciências e Tecnologias do Ambiente, Universidade do Algarve	Professora auxiliar da FCT-UALg

## **1. IDENTIFICAÇÃO, DESCRIÇÃO SUMÁRIA E LOCALIZAÇÃO DO PROJECTO**

### **1.1 Identificação do Proponente**

A empresa Sifucel - Sílicas, S.A., doravante abreviadamente designada por SIFUCEL, tem sede na Zona industrial, Apartado 15, 2040-998 - Rio Maior Portugal, contribuinte 500247587, e está integrada no Grupo Parapedra.

A SIFUCEL dedica-se exclusivamente à exploração mineira de recursos geológicos não metálicos e à transformação das matérias-primas em mais-valia para diversas indústrias, quer nacionais quer estrangeiras. Os produtos que produz e comercializa respondem às necessidades do mercado e são certificados. A diversificação de produtos geológicos implica, na indústria extrativa, a procura de novos locais de produção da matéria-prima.

O grupo Parapedra tem sido liderado e desenvolvido pelo empresariado que o iniciou, assentando nas sinergias desenvolvidas, fundamentalmente nos recursos humanos, que adquiriram as competências técnicas de controlo de qualidade, inovação, segurança e sustentação ambiental. A orientação estratégica do grupo pauta-se pela oferta no mercado de recursos geológicos valorizados em operações industriais, servindo nichos de maior valor acrescentado e maior valor económico. Os investimentos corpóreos assentam nas infraestruturas que a atividade económica determina, além de equipamentos, laboratórios e controlo e tecnologias de informação.

Prevê-se que a quota de exportação atinja 65% do valor da produção nos próximos anos. Esta opção estratégica e comercial constitui uma contribuição positiva para a balança comercial portuguesa, objetivo político nacional em todas as intervenções dos Órgãos de Soberania.

### **1.2 Localização do Projeto Mineiro Experimental**

O Projeto de Exploração Experimental de Sienito Nefelínico destina-se a ser implementado em terreno que é propriedade da SIFUCEL, com a área de 173 587 m<sup>2</sup> (cerca de 17,3 ha) e largura média aproximada de 400 metros em todas as direções.

Engloba as freguesias de Alferce e Monchique, do concelho de Monchique, distrito de Faro, região do Algarve (NUT2 e NUT3). Na figura 1.1 mostra-se a localização da propriedade, a nível nacional e regional.

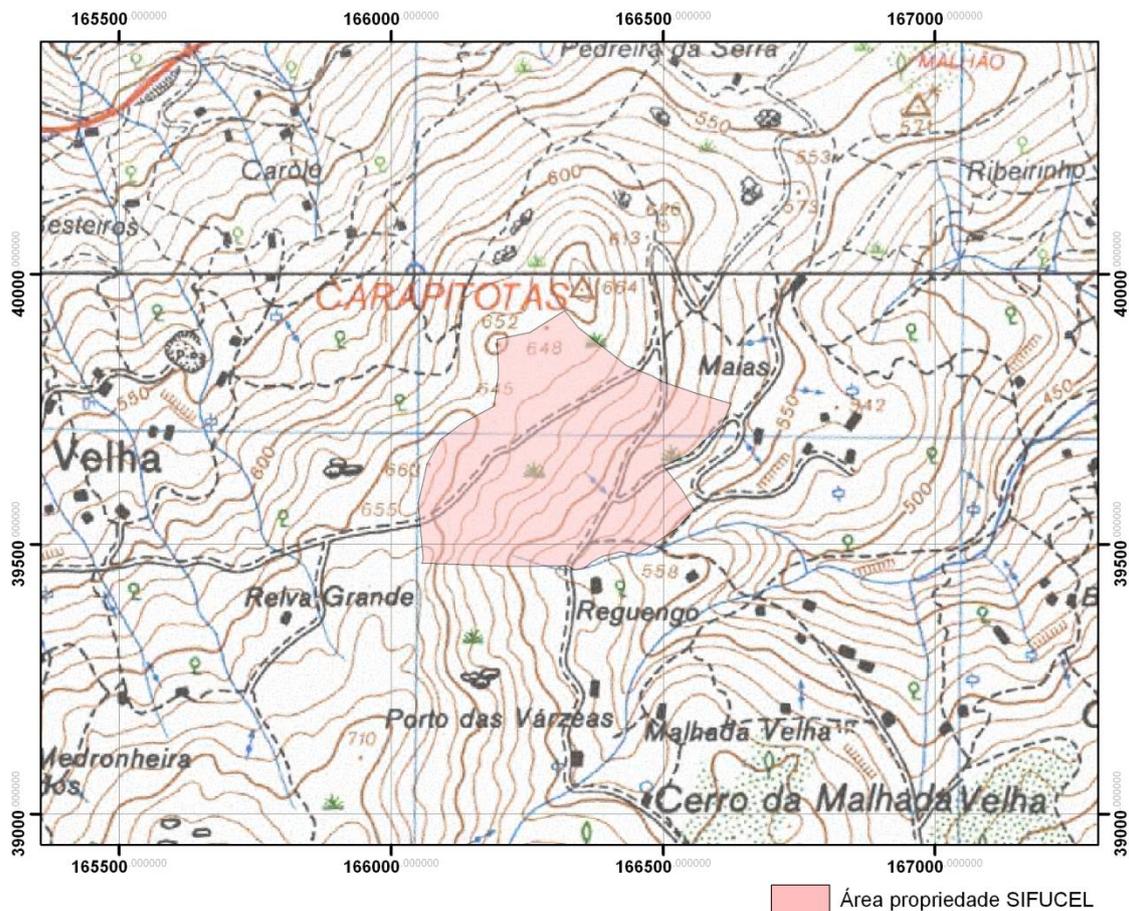
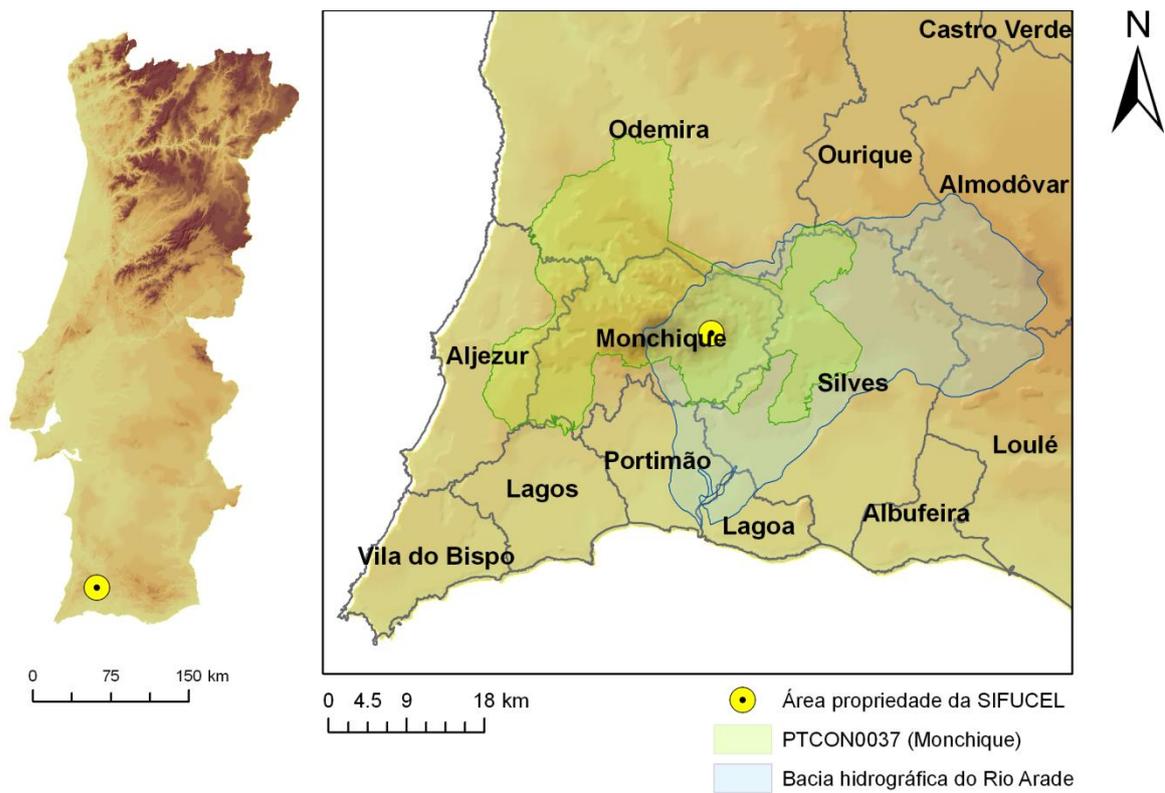


Figura 1.1- Localização do Projeto Experimental da Mina de Sienito Nefelínico no Algarve a várias escalas (sistema de coordenadas Hayford-Gauss-Militar).

As localidades mais próximas em linha reta são Alferce a 2,4 km para NE e Monchique a 3,8 km para W; por estrada são cerca de 4,5 e 6,5 km, respetivamente. Existem algumas povoações menos importantes e essencialmente casas dispersas com as designações Casa Velha, Corte Grande, Malhada Quente e Alto de Baixo.

Com maximização dos troços por autoestrada, a distância entre o local do Projeto Experimental e o local de beneficiação dos sienitos em Rio Maior é de 360 km; o trajeto é quase todo em autoestrada, com exceção da parte inicial até à A22 (autoestrada do Algarve) e do troço final entre Aveiras e Rio Maior por estradas nacional e municipal.

O terreno localiza-se numa encosta orientada para SE da Serra de Monchique próximo de um local com a designação Carapitotas, próximo de um vértice geodésico, à cota 664m. Está todo em flanco da mesma encosta, e as cotas variam entre, aproximadamente, 650 m e 550 m (Figura 1.2). Está contido na Bacia Hidrográfica do Rio Arade.

O polígono de implantação do Projeto Experimental da Mina está inserido no Sítio da Rede Natura 2000 PTCO0037 - Monchique, classificado nos termos do Decreto-Lei n.º 142/97, de 28 de Agosto.



Figura 1.2 - Afloramento de sienito nefelínico na propriedade da SIFUCEL em Alferce (Monchique).

### 1.3 Objetivo do Projeto Experimental e Sua Justificação

O Projeto Mineiro Experimental de exploração em Monchique tem por objetivo a exploração a céu aberto de um jazigo de Sienito Nefelínico. Estima-se que as reservas geológicas de rocha sienito nefelínico na área mais a norte da propriedade representem cerca de 800 000 m<sup>3</sup>, ou 2 Mton, para

uma área de 4 ha (ver Figura 1.1). Se se considerar uma distância de defesa de 10 m relativamente ao limite da propriedade e ao caminho, e que a exploração se faça em 3 degraus com 6 metros de altura e 8 de largura (ângulo de talude médio de 40°, profundidade média de 18 metros), a área superior da corta é atualizada para 25 000 m<sup>2</sup> e a área da base para 14 000 m<sup>2</sup>, a que correspondem as reservas mineiras de 340 000 m<sup>3</sup>, cerca de 800 000 tons. O período de vida do projeto experimental é 4 anos, a que corresponde uma produção média anual de 200 000 tons.

O Sienito Nefelínico destina-se à produção de concentrados de feldspato que consiste num mineral com várias utilizações industriais tal como será detalhado no capítulo 3 deste relatório.

O Projeto Mineiro de Monchique integrará um conjunto de instalações necessárias à concretização do Projeto que, de acordo com a definição da alínea c) do n.º 1 do art.º 2 do Capítulo I do Decreto-lei nº 88/90 de 16 de Março, tomam, no seu conjunto, a designação de Mina (“o conjunto do depósito mineral objeto de concessão, dos anexos mineiros, das obras e dos bens imóveis afetos à exploração”).

A SIFUCEL instalará nos terrenos de que é proprietária em Monchique os anexos necessários à exploração da matéria-prima e expedição por camiã para Rio Maior, local de processamento e concentração. Da mina farã parte os seguintes anexos:

- Parque de matéria-prima;
- Parque de rejeitados;
- Instalações sociais (escritórios e balneários);
- Báscula
- Parque de máquinas
- Área de manutenção de equipamentos
- Depósito de abastecimento de combustíveis, com tanque de retenção
- Depósito de água.

## 2. DESCRIÇÃO SUMÁRIA DA ÁREA DE IMPLANTAÇÃO DO PROJECTO

### 2.1 Clima e Meteorologia

A região proposta para o Projeto Experimental de Mina de Sienitos Nefelínicos localiza-se no extremo SW de Portugal, na região oeste do Algarve.

O clima da região Algarve é mediterrânico, com Inverno ameno (temperatura média em Janeiro de 11,5°C), Verão extenso (quatro meses com temperatura média superior a 20°C) e escassez na repartição da chuva (400 a 500 mm concentrados em 65 dias e seis meses de seca).

### 2.2 Solos

Da análise do extrato da Carta de Solos salienta-se a presença da Unidade pedológica “B-Cambissolos”, segundo o esquema da FAO UNESCO para a Carta de Solos da Europa, com o tipo de solo húmico associado a rochas eruptivas. Os Cambissolos caracterizam-se pela existência de um horizonte câmbico sub-superficial de alteração *in-situ*, por possuírem uma textura franco-arenosa, ou mais fina. A espessura é reduzida, no máximo da ordem de alguns decímetros. Nalguns locais o sienito aflora evidenciando ausência de solo.

### 2.3 Geologia, Geomorfologia e Tectónica

O Maciço de Monchique constitui uma intrusão nos terrenos da Zona Sul Portuguesa. Desde meados do século XIX que tem despertado o interesse e a curiosidade dos geólogos nacionais e internacionais, por constituir uma raridade no contexto das intrusões peninsulares.

Blum (1861) atribuiu pela primeira vez o nome de foiaíto à rocha do pico da Fóia. Desde então vários estudos de geologia, petrologia, mineralogia, geoquímica e petrogénese foram sendo publicados, dando maior ou menor contributo para o conhecimento do Maciço de Monchique e demonstrando o interesse que este sempre despertou na comunidade científica. Segundo Santos (1973), as diferentes contribuições científicas para o estudo do maciço foram: Sheibner (1879), Seeback (1879), Wervecke (1880), Stelzner (1881), Jannasch (1884), Kraatz-Koschlau e Hackmann (1897), Kaiser (1914), Sousa, (1926), Assunção (1938-40), Assunção (1943-44), Gonçalves (1967), Teixeira (1962), Mendes (1967-1968), Coelho (1963, 1965), Kaiser (1968) e Czygan (1969).

Monchique, para além dos interesses já referidos, é uma localidade tipo de onde provêm algumas rochas que formaram litótipos como foiaíto, monchiquito e algarviíto (Aires-Barros, 1979; Rock, 1982b e Rock, 1976b). Monchique é o maciço ígneo alcalino mais importante a nível europeu e um dos maiores maciços de sienitos miasquíticos do mundo (Oliveira, 1984; Rock, 1980 e 1982b). Para Coelho (1963), o Maciço de Monchique é um dos mais importantes depósitos de nefelina da Europa.

O sienito nefelínico ocorre no Maciço de Monchique, com aproximadamente 63 km<sup>2</sup> de superfície, constituindo o núcleo mais importante da Serra de Monchique. Este maciço tem contorno e forma quase elíptica, com eixo maior de cerca de 16 km entre Zanganilha (Marmelete) e Quinta (Alferce), orientado WSW-ENE e com eixo menor de cerca de 6 km entre Quinta das Hortências (Caldas) e as proximidades de Alcaria do Peso.

O complexo de Monchique, juntamente com o de Sines, pertence à província ígnea alcalina da Península Ibérica de idade cretácica superior (Rock, 1983 e Oliveira, 1984). Em termos de idade absoluta têm sido atribuídas ao Maciço de Monchique idades variando de 64 a 72 Ma (Rock, 1976b e 1982b; Abranches e Canilho, 1980 e Mendes, 1967-68) e, mais recentemente, Valadares (2004) e Valadares et al. (2004) estabeleceram uma isócrona de  $72,3 \pm 4,2$  Ma para a idade de cristalização dos sienitos nefelínicos.

As rochas encaixantes são xistos e grauvaques do carbónico, que o maciço intruiu e metamorfozou, originando metagrauvaques, metaquartzitos, corneanas negras e xistos mosqueados (Alves, 1969-70; Canilho et al., 1978 e Gonçalves, 1967) e fenitização local (Rock, 1976a, 1982b).

Em termos estruturais é um maciço anelar, de natureza saturada (Alves, 1969-70 e Rock, 1982b), com intrusão em forma de lacólito (Rock, 1976a), com formação de rochas hiperalcalinas e alcalinas sódicas (Coelho, 1977), com estrutura subvulcânica (Rock, 1978, 1982b), que é semelhante à dos maciços de Sines e Sintra, apesar das diferenças petrográficas (Mendes, 1967-68 e Teixeira, 1962). Para Coelho (1973 e 1977) houve tectónica comum na origem dos maciços de Sintra, Sines e Monchique intimamente relacionada com o levantamento da crosta e atividade de rifts na parte SW da Península Ibérica no Mesozóico.

Os Maciços de Sines e Monchique são a expressão magmática mais a sul que sugere estar relacionada com a abertura do Atlântico Norte, em particular da Baía da Biscaia (Oliveira, 1984; Rock, 1982b, 1983; Abranches e Canilho, 1980) relacionando-se provavelmente com uma grande fratura linear NNW-SSE na intersecção das linhas de fratura E-W do Mediterrâneo.

Terrinha (1998) propõe um novo modelo para a instalação dos maciços de Sintra, Sines e Monchique referindo que a falha existe apenas em profundidade e que seria através de *releasing bends* que o magma, fluido e menos denso que o encaixante, poderia ascender.

Clavijo e Valadares (2003a e 2003b) referem que o contacto com o encaixante paleozóico é sub-vertical, de natureza intrusiva, não tendo sido identificadas grandes estruturas, com rejeitos significativos, nem quaisquer evidências da existência de uma estrutura em profundidade que esteja relacionada com o alinhamento dos maciços de Sintra, Sines e Monchique (a possível Falha Sintra-Sines-Monchique).

O Maciço é constituído essencialmente por sienito nefelínico de grão médio a grosseiro, com composição mais ou menos uniforme. Este tipo litológico ocupa cerca de 95% da área do maciço e segundo Rock (1982b e 1983), varia irregularmente de foiaítos (com 20-30% de nefelina), foiaíto-pulaskítico (10-20% de nefelina) a pulaskitos (com menos de 19% de nefelina).

O sienito de grão fino e microsienito ocupam área relativamente pouco extensa no maciço (Gonçalves, 1967). O segundo componente são brechas ígneas, traquíticas e sieníticas (Rock, 1982b e 1983; Alves, 1969-70) e microssieníticas (Gonçalves, 1967) ocupando cerca de 4,5% da intrusão. Existem ainda 0,5% de rochas básicas como essexitos, ankaratritos, berondritos (teralitos ricos em

nefelina e anfíbola), cumulo-berondritos, essexitos kaersutíticos (Rock, 1976a e 1983) além de shonquinitos, algarviitos, sölvbergitos nefelínicos e tinguaitos (Aires-Barros, 1979).

A rede filoniana por vezes é densa, com cerca de 300 diques, constituídos por rochas filoneanas como: lamprófiros, pegmatitos, sienito nefelínico porfírico, aplito nefelínico, micropulasquito, tinguaito, monchiquito, camptonito, etc. (Rock, 1982b; Aires-Barros, 1979 e Gonçalves, 1967).

São inúmeras as descrições petrográficas e mineralógicas referentes ao sienito nefelínico de Monchique que se podem encontrar na literatura. Os estudos considerados de maior pormenor sobre o tipo litológico em questão são Aires-Barros et al. (1975), Canilho et al. (1978), Gonçalves (1967), Kraatz-Koschlau e Hackman (1967), Moura (2000), Oliveira (1984), Pereira (1940), Ramos (1982), Rock (1978, 1982a, 1982b), Santos (1973), Sousa (1926), Teixeira e Gonçalves (1980), Simão (2003) e Valadares (2004).

O sienito nefelínico de Monchique está representado na Carta Geológica de Portugal, à escala 1:200.000 de Oliveira (1984) e na Carta Geológica da Região do Algarve, à escala 1:100.000, de Manuppella (1992). A Figura 2.1 ilustra o enquadramento geológico da região onde se insere o Sienito nefelínico de Monchique.

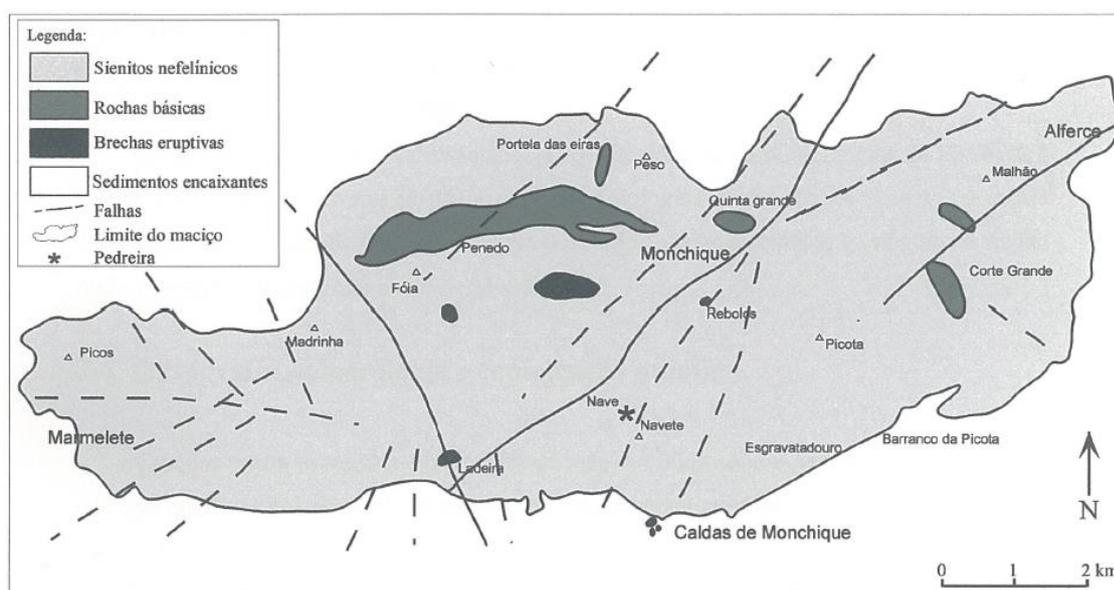


Figura 2.1- Mapa geológico simplificado do Maciço de Monchique, adaptado de Gonçalves (1967), Rock (1983) e Manuppella (1992).

A cartografia recentemente realizada por Clavijo e Valadares (2003a) e Valadares (2004) confirmou o carácter multi-composicional do Complexo e a sua estrutura zonada concêntrica. A revisão cartográfica destes autores apresentada na figura 2.2, permitiu individualizar duas fácies distintas de sienito e identificar um padrão cartográfico típico de intrusões zonadas. Definiram uma estrutura concêntrica composta por duas unidades distintas: (a) uma unidade central homogénea, composta por sienitos nefelínicos de grão médio a grosseiro e (b) uma unidade de bordo, mineralógica e texturalmente mais heterogénea, formada por sienitos, de granularidade mais fina, com proporções

variáveis de nefelina. Nos contactos entre as duas fácies predominantes, ou no interior da unidade de bordo, mas próximo do contacto com a unidade central estes autores registaram a ocorrência de diversos corpos de rochas ultramáficas, máficas e intermédias e também formações brechóides.

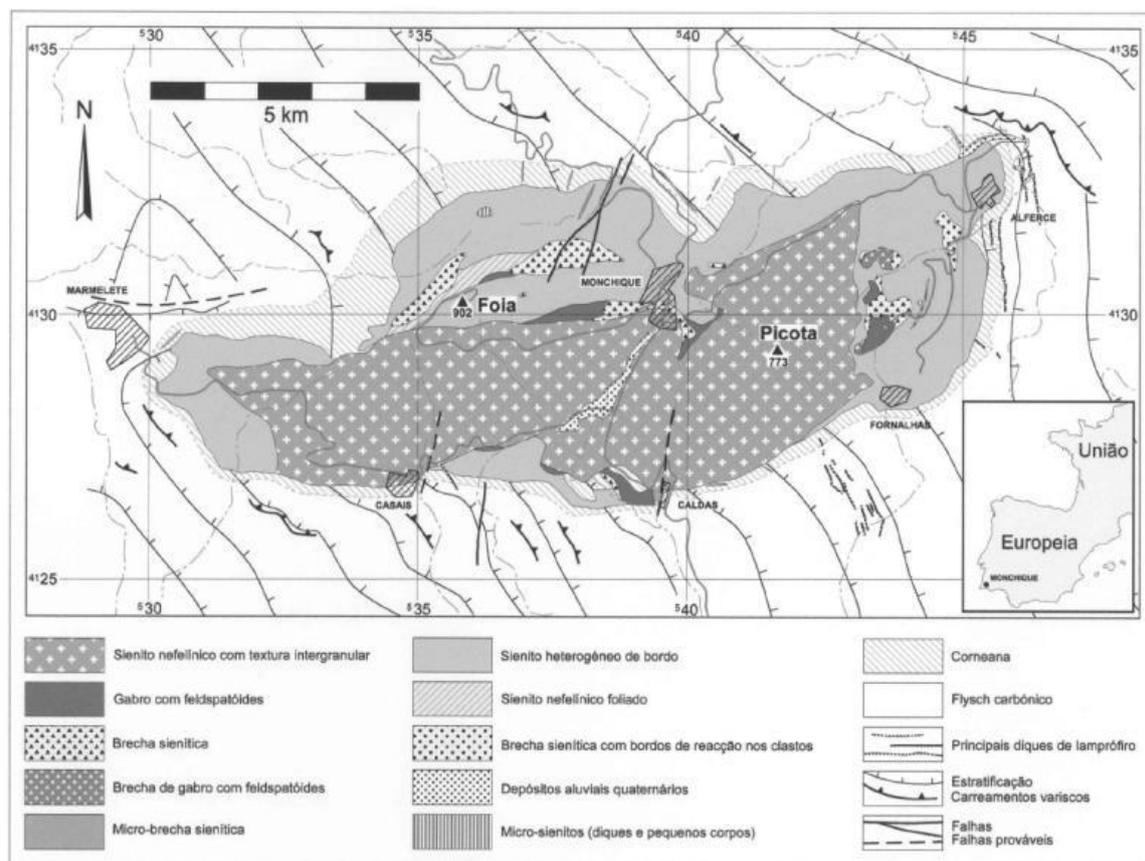


Figura 2.2 - Mapa geológico do complexo alcalino de Monchique (Clavijo e Valadares, 2003; Valadares, 2004), (UTM).

## 2.4 Recursos Hídricos Superficiais e Subterrâneos

A área do projeto está contida na Bacia Hidrográfica do Rio Arade. As águas que escorrem à superfície drenam em primeiro lugar para a Ribeira de Monchique, depois a cerca de 7 km para a Ribeira de Odelouca e finalmente para o Rio Arade.

Como a área está localizada a montante de uma sub-bacia da Ribeira de Monchique e contacta com a respetiva linha de cumeada, e não é visível no terreno nenhuma linha de água, pode-se concluir que a escorrência superficial é muito reduzida e é limitada à que ocorre na própria área.

A litologia da área em estudo e envolvente é dominada por sienitos nefelínicos, ocorrendo, localmente solos de reduzida espessura. Dada a natureza do substrato, de rochas cristalinas e maciças, evidenciando alteração superficial, o sistema hidrogeológico existente é dominado pelos

níveis alterados e por um conjunto restrito de falhas e/ou estruturas principais que ocorrem numa matriz relativamente impermeável, podendo ainda ocorrer algum nível de inter-conectividade entre tais estruturas principais e outras fraturas de importância secundária. O aquífero local pode ser por isso classificado de continental, livre, fissurado, e pouco produtivo, inferior a  $50\text{m}^3/\text{km}^2$  dia.

O Plano de Gestão das Bacias Hidrográficas (PGBH) que integram a região hidrográfica das Ribeiras do Algarve (RH8) (MAOT, 2012) constitui o instrumento de gestão territorial no domínio da água mais atual e relevante para a análise dos impactos do projeto nos recursos hídricos subterrâneos. Neste documento são integrados os aspetos hidrogeológicos, de qualidade química e as relações entre a água subterrânea e os ecossistemas dela dependente. Ficou claro no documento que a informação de base existente é muito escassa, mesmo para uma avaliação ao nível da massa de água. Uma vez que à data de elaboração deste documento não estão disponíveis dados sobre piezometria ou qualidade das águas subterrâneas no SNIRH para a massa de água, a análise realizada abaixo baseia-se na efetuada no PGBH, com dados referentes ao período 2000-2009.

O projeto de exploração localiza-se dentro da massa de água subterrânea designada por Maciço Antigo Indiferenciado das Bacias das Ribeiras do Algarve (A0x1RH8), correspondendo aproximadamente ao Maciço Eruptivo de Monchique, constituído essencialmente por sienitos nefelínicos, cujo interesse hidrogeológico se deve à fracturação, sobretudo a associada à tectónica regional. Assim, a massa de água subterrânea tem características de aquífero fraturado, ainda que comportamento hidrogeológico dependa do sistema de fracturação e das zonas de alteração do maciço eruptivo, atribuindo um carácter marcadamente descontínuo. A sua área total é de  $82,82\text{ km}^2$ . Os solos de cobertura caracterizam-se por um fraco desenvolvimento, característico dos solos Litólicos, fornecendo pouca capacidade de sustentação de vegetação, ao mesmo tempo que permitem uma recarga mais rápida. Se por um lado a recarga é potenciada, por outro, a baixa capacidade de imobilização de substâncias à superfície aumenta a vulnerabilidade à contaminação das águas subterrâneas.

Tanto quanto a escassa informação sobre os gradientes hidráulicos o permite determinar, o escoamento subterrâneo deverá ser radial a partir do centro da massa de água subterrânea, seguindo aproximadamente o relevo. Na área em estudo os gradientes hidráulicos serão radialmente de sentido S-N, em direção aos lugares de Bemposta, Casa Velha, Malhada Quente, Umbria e Alto de Baixo.

Ainda de acordo com o relatório citado, a taxa de recarga anual média é de 7,0% da precipitação média anual, ou seja,  $80,3\text{ mm/ano}$ . Esta recarga pode vir a aumentar no local da exploração por via de uma maior exposição da rocha mãe e pela fracturação induzida pelo desmonte, ou diminuir, se durante as operações houver necessidade de bombear a água.

A água subterrânea tem fácies hidroquímica bicarbonatada-calco-sódica, ainda que esta classificação esteja sujeita a muita incerteza dado que foi obtida com base em dados de um único ponto de monitorização. Nos dois locais amostrados para efeitos de avaliação da qualidade da água para abastecimento público, os parâmetros azoto amoniacal, sólidos suspensos totais, estreptococos fecais, oxigénio dissolvido cádmio, cobre, ferro dissolvido, manganés, pH, apresentaram valores superiores ao Valor Máximo Recomendável, mas inferiores ao Valor Máximo Admissível. Os três primeiros parâmetros indicam a presença de contaminação orgânica a partir da superfície em

resultado das atividades humanas, indicando que a alta vulnerabilidade decorrente da fraca proteção do solo e da fracturação se reflete em contaminação efetiva.

Em termos de figuras de proteção das águas subterrâneas devem considerar-se as seguintes:

- a. Perímetros de proteção da exploração hidromineral nº HM-6, “Caldas de Monchique”, Portaria nº 318/94, de 26 de Maio.

O perímetro de proteção para a zona alargada é definido pelos pontos com as coordenadas listadas na Tabela 2.1. Este polígono não atinge a área de intervenção do projeto.

Tabela 2.1 - Vértices do polígono de proteção da exploração hidromineral de Caldas de Monchique (coordenadas Hayford-Gauss-Militar)

Vértice	M (m)	P (m)
A	162925	35100
B	162410	34820
C	162000	36240
D	162700	36310
E	163530	37300
F	164000	36980

- b. Proteção de captações para abastecimento público:

O Anexo I e a figura 2.3 apresentam a totalidade das captações camarárias para utilizadas para abastecimento público, em uso, ou em reserva. Os perímetros de proteção para as captações camarárias não estão ainda aprovados, pelo que não é possível nesta fase verificar se existe sobreposição com a área em estudo.

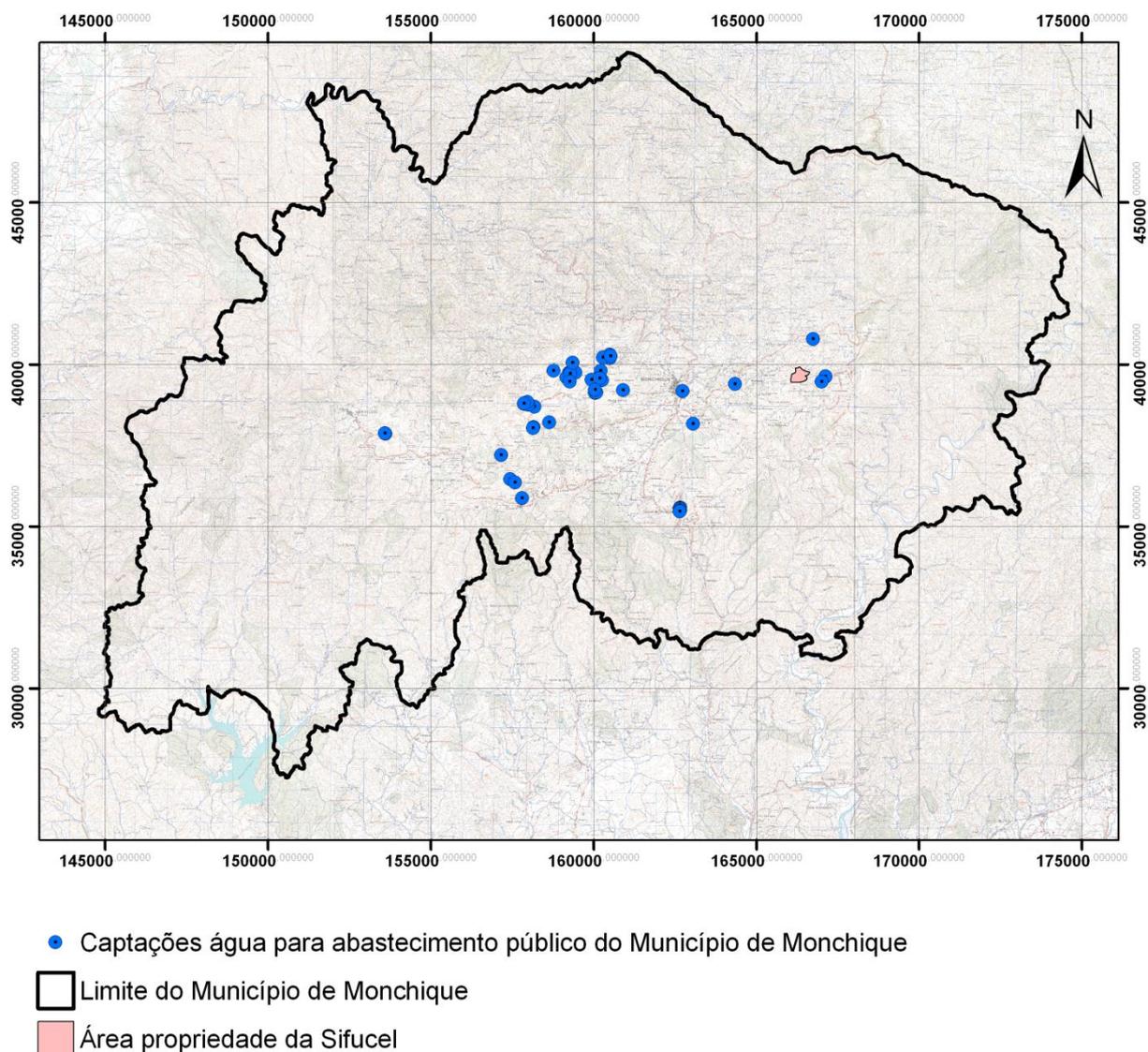


Figura 2.3 - Captações de água para abastecimento público do município de Monchique (coordenadas Hayford-Gauss-Militar)

c. Reserva Ecológica Nacional

De acordo com a delimitação da Reserva Ecológica Nacional no Plano Diretor Municipal do concelho de Monchique, tal como disponibilizada *on-line* ([www.cm-monchique.pt](http://www.cm-monchique.pt): “Portal do Ordenamento do Território e do Urbanismo”), em 18 de Novembro de 2013, o projeto encontra-se praticamente em toda a sua extensão dentro da área de proteção. No entanto esta análise deve ser revista à data de submissão do pedido, para verificação da conformidade com a nova definição que vier a ser feita de acordo com os fundamentos aprovados em reunião da Câmara Municipal de Monchique de 21 de Maio de 2013.

No entanto, convém salientar que a metodologia proposta de exploração de 18 metros de profundidade não vai afetar os instrumentos de gestão territorial (IGT)”, porque após a

exploração será executado o Plano Ambiental de Recuperação Paisagística (PARP), o que torna o projeto e a atividade compatível com a REN.

## 2.5 Ecologia

A Serra de Monchique é a mais elevada do sul de Portugal. A sua natureza geológica particular, a altitude e a proximidade ao oceano Atlântico são fatores de diferenciação relativamente às áreas envolventes, registando-se aqui o maior nível de precipitação do Algarve. A meteorização dos sienitos dá origem a solos de textura arenosa, com elevada capacidade de retenção de água e nível de saturação, designados de “solos litólicos de sienitos” ou “cambissolos”. Além disso, o maciço sienítico central está envolvido por xistos e grauvaques e esta diversificação edáfica, em conjunto com as variações microclimáticas, origina vários habitats do tipo rochoso (Deil, Mera & Orellana, 2008). Tais condições permitem a ocorrência de comunidades vegetais singulares e manchas de vegetação únicas e diversas das que ocorrem na envolvente, que conferem carácter de excecionalidade à Serra de Monchique no contexto não só nacional como também algarvio.

Em termos biogeográficos, e de acordo com Rivas-Martínez et al. (1990), a Serra de Monchique, de ombroclima húmido ou hiperhúmido, enquadra-se no superdistrito Serrano-Monchiquense da província Luso-Extremadurensis da região mediterrânica ocidental. Contem relíquias paleomediterrâneas, boreo-subtropicais e atlânticas (como *Quercus canariensis* e *Rhododendron baeticum*), bem como alguns endemismos (como *Euphorbia monchiquensis*, *Campanula primulifolia* e *Lavandula viridis*). É nas encostas mais elevadas de Monchique que alguns elementos da flora atlântica ou sub-atlântica e mediterrâneo-atlântica encontram o seu limite meridional de distribuição, apesar de ocorrerem em comunidades de expressão mediterrânica. O subtipo mediterrânico do clima de Monchique é refletido por 16% de espécies atlânticas, sub-atlânticas e atlântico-mediterrânicas (Beliz, 1982).

A vegetação climácica é formada essencialmente por bosques de sobreiros. Nas zonas húmidas e de floresta densa, com espécies ombrófilas no sub-bosque, dominam as associações dominadas pelo sobreiro (*Quercus suber*), como *Sanguisorbo-Quercetum suberis* e *Myrto communis-Quercetum suberis*. Nas zonas hiperhúmidas domina o carvalho-de-Monchique ou carvalho-da-argélia (*Q. canariensis*) - associações *Rusco-Quercetum canariensis* e *Euphorbio monchiquensis-Quercetum canariensis* (Beliz, 1982; Deil, Mera & Orellana, 2008; Rivas-Martínez et al., 1990).

A degradação do sobreiral, por corte e desbaste arbóreo e via pastoreio, ou através do fogo, dá origem a matagais dominados por exemplo pelo medronheiro (*Arbutus unedo*), a adelfeira (*Rhododendron baeticum*) ou pela urze (*Erica sp.*) e a matos dominados por leguminosas espinhosas (*Genista hirsuta* e *Stauracanthus boivinii*) e cistáceas (*Cistus ladanifer*). Junto das linhas de água, a vegetação ribeirinha é caracterizada pela presença do amieiro (*Alnus glutinosa*), freixo (*Fraxinus angustifolia*) e salgueiro-preto (*Salix atrocinerea*) nas situações em que o nível freático é sempre elevado, e pelo loendro (*Nerium oleander*) quando a toalha freática baixa, durante o verão, ou m linhas de água de carácter intermitente (Beliz, 1982; Deil, Mera & Orellana, 2008; Rivas-Martínez et al., 1990). Nas zonas de rocha nua podem surgir, mais raramente, algumas comunidades pioneiras de líquenes e briófitos, musgos e fetos, e pequenas herbáceas (Deil, Mera & Orellana, 2008).

A vegetação pode ser muito luxuriante, quer nos sobreirais e bosques de outras quercíneas, quer nos matos e matagais resultantes da sua degradação, como medronhais, urzais e adelfais. Note-se a ocorrência de algumas espécies (serranas) de distribuição muito restrita em Portugal como o carvalho-de-monchique (*Q. canariensis*), o samouco (*Myrica faya*) e a adelfeira (*Rhododendron ponticum* ssp. *baeticum*) - relíquias da floresta Laurissilva; o castanheiro (*Castanea sativa*), tão raro no sul do país; endemismos lusitanos como *Centaurea vincentina*, que ocorre em tojais e urzais serranos, *Q. lusitanica*, *Senecio lopezii*, *Drosophyllum lusitanicum* e *Stauracanthus boivinni*; e ainda o endemismo local *Euphorbia paniculata* ssp. *monchiquensis*.

À semelhança do que ocorre com a vegetação, as condições específicas da Serra de Monchique favorecem a presença potencial de fauna diferenciada nesta área do território algarvio. A área reúne condições para albergar populações de espécies como o lagarto-de-água (*Lacerta schreiberi*), associada às linhas de água e aos matagais com adelfeira, a lontra (*Lutra lutra*) e a águia-de-Bonelli (*Hieraetus fasciatus*), que nidifica nos bosques mais bem conservados de sobreiro e outras quercíneas. No sul de Portugal, esta é aliás uma das principais áreas de ocorrência de aves de rapina diurnas e noturnas, típicas de bosques e matagais mediterrânicos. A águia-de-Bonelli mantém aqui um dos núcleos populacionais mais importantes à escala nacional. A serra de Monchique reúne ainda habitats apropriados à nidificação de águia-cobreira (*Circaetus gallicus*) e de bufo-real (*Bubo bubo*), e à ocorrência ocasional do peneireiro-cinzento (*Elanus caeruleus*) e do milhafre-preto (*Milvus migrans*). Nas zonas mais abertas são comuns as espécies de passeriformes serranos, como a cia e o tentilhão. A borboleta *Euphydryas desfontair*, uma raridade em Portugal também pode ser encontrada na Serra de Monchique. O sítio classificado de Monchique constitui-se ainda como local de ocorrência potencial do lince-ibérico (*Lynx pardinus*).

## 2.6 Usos do Solo e Paisagem

De acordo com Cancela d'Abreu (2004), a Serra de Monchique enquadra-se na unidade de paisagem designada por "Serra de Monchique e envolvente". É uma unidade de paisagem marcada essencialmente pela presença do maciço montanhoso, com presença muito forte e destaca no contexto desta unidade, assim como da região. Assim, a área de implementação do projeto insere-se na unidade de paisagem "Serra de Monchique e envolvente", caracterizada por uma matriz verde dominante de matagais e matos baixos.

A paisagem da área de implementação do projeto é composta por um mosaico de agrupamentos vegetais naturais, seminaturais e plantados, com comunidades herbáceas, arbustivas e arbóreas. Dominam os matos e matagais, que se constituem como a matriz desta paisagem local. Fragmentos ou manchas arbóreas naturais e introduzidas completam esta paisagem: uma pequena mancha de souto (castanheiros - *Castanea sativa*), com elenco próximo das florestas caducifólias, situada num local mais húmido na zona limite da propriedade; manchas introduzidas de povoamentos de pinheiro e eucalipto, de baixo significado ecológico e reduzida biodiversidade, que têm vindo a ocupar as manchas, outrora extremas, de sobreirais e castanhais; e ainda, em áreas com declive mais acentuado, manchas de rocha exposta, com muito baixo grau de cobertura vegetal, nas quais será possível encontrar comunidades pioneiras rochosas.

Este padrão paisagístico, dominado por áreas com comunidades arbustivas, denota a degradação e perturbação dos bosques climáticos de quercíneas. Os matagais, que cobrem uma parte significativa da área de estudo, correspondem a etapas de substituição dos bosques e recuperação das áreas ardidas. Dominam os medronhais com adelfeiras (*Phillyreo-Arbutetum rhododendretosum baetici*), com alguns exemplares de *Quercus suber* dispersos. Há também zonas de matos mais baixos, nomeadamente de charnecas ombrófilas de *Cisto-Ulicetum minoris* da classe *Cisto-Lavanduletea*, e da classe *Tuberarietea guttatae* em clareiras (Beliz, 1982; Rivas-Martínez et al., 1990). Os matos de menor porte são dominados pela esteva (*Cistus ladanifer*), acompanhada por *Stauracanthus boivinni*, *Lavandula viridis*, *Thymelea villosa* e *Quercus lusitanica*, entre outras espécies (Beliz, 1982). Completam o padrão paisagístico da área de estudo, manchas de espécies exóticas introduzidas, nomeadamente de pinhal (*Pinus pinea* e *P. pinaster*) e eucaliptal. (*Eucaliptus globulus*). No sub-coberto destas matas podem encontrar-se algumas das espécies arbustivas e herbáceas das formações naturais que estas vieram substituir, embora com baixos índices de cobertura do solo. Enriquece ainda este mosaico local de habitats, uma pequena mancha de souto (castanheiros - *Castanea sativa*), com elenco próximo das florestas caducifólias, situada num local mais húmido, na zona limite da propriedade, bem como zonas de rocha mais exposta, declivosas, onde será possível encontrar as comunidades pioneiras rochosas.

Trata-se de um trecho da paisagem com elevado valor não somente cénico mas também conservacionista. As características próprias e os valores naturais deste conjunto montanhoso, designado por Serra de Monchique, determinaram a sua inclusão na Lista nacional de Sítios da Rede Natura 2000, com a designação de Sítio Monchique (código PTCON0037), área também classificada com Zona de Proteção Especial (ZPE) de Monchique. Em termos de figuras de conservação da natureza e da biodiversidade, no sítio classificado de Monchique ocorrem várias formações vegetais ou habitats e espécies com interesse de conservação nacional e europeu. O polígono de implantação do Projeto está inserido, na totalidade, na área classificada designada por Sítio (e ZEP) Monchique (código PTCON0037).

Assim, na área de implementação do projeto há a assinalar a ocorrência de, pelo menos, os seguintes habitats naturais e seminaturais classificados, constantes do anexo B-I do Decreto-Lei n.º 49/2005: 1) com estatuto de habitats prioritários: 4020 - Charnecas húmidas atlânticas temperadas de *Erica ciliaris* e *Erica tetralix*; 5230 - adelfeiras sob a forma de matagais altos perenifólios, dominados por *Rhododendron ponticum* subsp. *Baeticum*; 2) Outros habitats classificados, como 5210 - zimbrais silicícolas (matagais com *Juniperus turbinata* subsp. *turbinata*; 5330- medronhais, matagais altos dominados por *Arbutus unedo* e *Erica arborea*, associados aos bosques de quercíneas; 8220 - vertentes rochosas siliciosas com vegetação casmofítica; 9260 - Florestas de *Castanea sativa*; 9240 - Carvalhais ibéricos de *Quercus faginea* e *Quercus canariensis*; 9330 - Florestas de *Quercus suber*; 6310 - montado.

Em termos florísticos é de assinalar a ocorrência, no sítio classificado de Monchique, e potencialmente na área de implementação do projeto, da subpopulação serrana do endemismo lusitano *Centaurea fraylensis*, espécie que se distribui por tojais e urzais baixos, constante do anexo B-II do Dec. Lei n.º 49/2005 de 24/02. Refira-se ainda a ocorrência potencial de *Salix salvifolia* ssp. *australis* também constante do mesmo anexo B-II.

A área reúne condições para albergar populações de algumas espécies faunísticas, num total de 12 constantes do anexo B-II do Dec. Lei n.º 49/2005 de 24/02, incluindo o lince-ibérico (*Lynx pardinus*).

Entre elas refiram-se ainda o lagarto-de-água (*Lacerta schreiberi*), a lontra (*Lutra lutra*), a águia-de-Bonelli (*Hieraetus fasciatus*), a águia-cobreira (*Circaetus gallicus*), o bufo-real (*Bubo bubo*), o peneireiro-cinzento (*Elanus caeruleus*) e o milhafre-preto (*Milvus migrans*), bem como a borboleta *Euphydryas desfontair*.

## 2.7 Ambiente Sonoro

As atividades extrativas são suscetíveis de induzir impactes no ambiente sonoro da sua área envolvente. Em particular, o ambiente sonoro junto a usos do solo com sensibilidade ao ruído na proximidade da zona de exploração poderá ser potencialmente afetado, especialmente se a linha de vista estiver desimpedida entre ambos.

A avaliação do ruído gerado pelo normal funcionamento dos equipamentos que constituem a atividade terá por base uma caracterização do ambiente sonoro existente na área envolvente da exploração mineira experimental antes da atividade, e na análise acústica previsional do ruído que será observado nos mesmos locais com a entrada em exploração tendo em conta o avanço da lavra. Serão consideradas as características de potência dos diferentes equipamentos que determinam as suas emissões sonoras, e a sua localização e as características topográficas dos terrenos bem como o ano horizonte projeto. A orografia da zona determinará a propagação acústica e o estabelecimento dos campos sonoros nos recetores eventualmente existentes.

No caso do Projeto de Exploração Experimental, o ambiente natural e de baixa densidade populacional que caracteriza a região em estudo imprime baixos níveis de ruído. Os pontos sensíveis ou aglomerados populacionais ficam a uma distância considerável da área prevista para a exploração experimental

## 2.8 Qualidade do Ar

A qualidade do ar de uma determinada região é diretamente influenciada pelas atividades humanas ali presentes e pelo tipo de ocupação do solo.

As fontes dos diversos poluentes do ar, bem como os respetivos efeitos, são muito diferenciados. À partida, é comum distinguir dois tipos de poluentes:

- Poluentes primários: emitidos diretamente pelas fontes para a atmosfera. Exemplo: monóxido de carbono (CO), óxidos de azoto (NO<sub>x</sub>) constituídos pelo monóxido de azoto (NO) e pelo dióxido de azoto (NO<sub>2</sub>), dióxido de enxofre (SO<sub>2</sub>) ou as partículas em suspensão.
- Poluentes secundários: resultam de reações químicas que ocorrem na atmosfera e onde participam alguns poluentes primários Exemplo: azoto troposférico (O<sub>3</sub>), resulta de reações fotoquímicas na presença de luz solar, que se estabelecem entre os óxidos de azoto, o monóxido de carbono ou os Compostos Orgânicos Voláteis.

Este Projeto insere-se numa zona de baixa densidade populacional, e nas proximidades não foi observada nenhuma outra exploração mineira ou indústria relevante. Por estas razões não existe à

data grande movimentação de camiões e máquinas no local pelo que as emissões de poluentes para a atmosfera são muito reduzidas.

O uso do solo e a atividade humana que caracteriza a área do Projeto e o concelho em estudo determinará, em princípio, que qualidade do ar seja boa, embora não se disponham de registos de monitorização específicos para a área em estudo.

### 3. CARACTERIZAÇÃO E POTENCIAL DO SIENITO NEFELÍNICO PARA A INDÚSTRIA

#### 3.1 Caracterização Mineralógica, Petrográfica e Química

As amostras de sienito nefelínico de Monchique aqui descritas pertencem à mancha que engloba a concessão da SIFUCEL e foram colhidas na pedreira da Empresa Sienave, em Nave de Monchique.

Macroscopicamente (Figura 3.1, à esquerda), o sienito nefelínico de Monchique é leucocrata, tem textura fanerítica de grão médio a grosseiro, com tonalidade geral cinzenta, destacando-se feldspatos potássicos de hábito alongado, tabular e grãos castanho-avermelhados de nefelina por vezes bem desenvolvidos.

Ao microscópico (Simão, 2003), a textura do sienito nefelínico de Monchique é holocristalina, hipidiomórfica granular, com alguma microfraturação e caulinição (Figura 3.1 direita). Os minerais essenciais são feldspato potássico (45%), ortoclase caulinizada, alongada e com macla de Carlsbad, pertitização de alguns cristais, alguma microclina e albite (2%); nefelina (22%) em grãos com alteração ligeira; aegirina-augite (10%) fraturada e zonada, formando núcleo de cristais idiomórficos cuja zona de bordadura é aegirina; esfena (8%) em cristais idiomórficos losangulares fraturados por vezes bem desenvolvidos; e biotite (6%) em cristais de pequenas dimensões. Os minerais acessórios (7%) são: sodalite, horneblenda, apatite, rútilo, zircão; minerais opacos, magnetite e, provavelmente, pirite; minerais secundários como caulinite, cancrinite, zeólitos (analcite), moscovite e calcite.

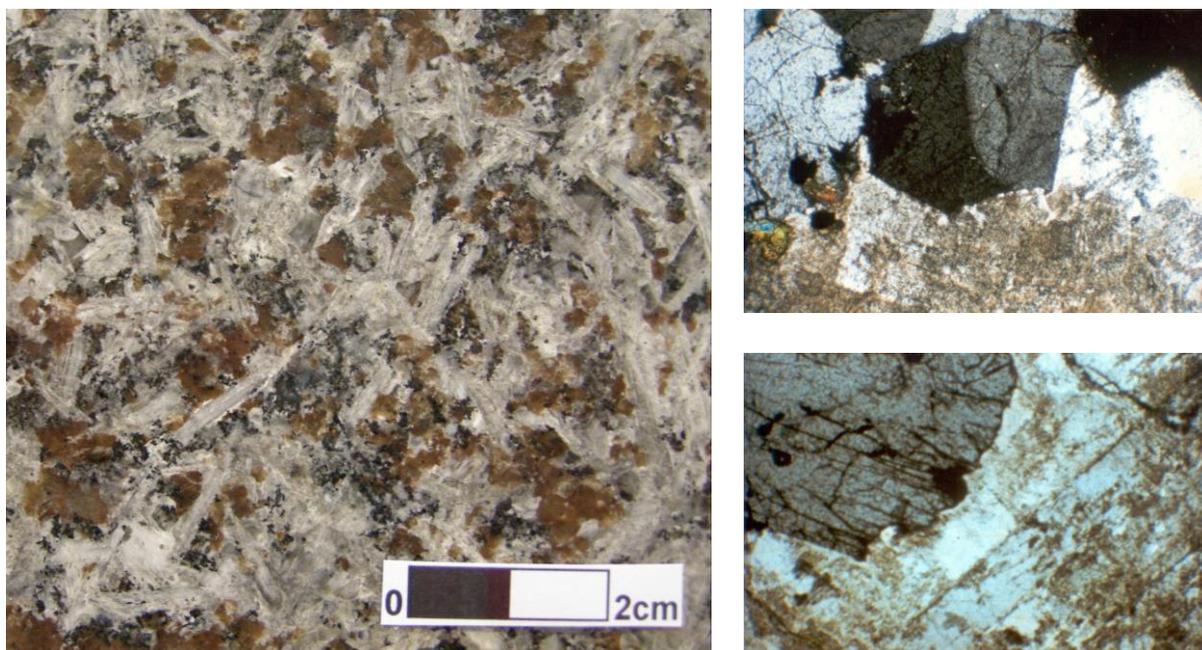


Figura 3.1 - (Dir.) Aspeto macroscópico do sienito nefelínico de Monchique após polimento e (Esq.) microfotografias do sienito nefelínico de Monchique em nicóis X, com ampliação 20x.

Na tabela 3.1 apresenta-se a caracterização química de uma amostra de sienito nefelínico de Monchique. As análises químicas referem-se à rocha total e aos minerais essenciais de cada amostra, acompanhados pelas respetivas fórmulas estruturais.

Tabela 3.1 - Análises químicas de nefelina (1,2), ortoclase (3,4), sodalite (5), aegirina-augite (6), biotite (7), magnetite (8), esfena (9), respetivas fórmulas estruturais e análise de rocha total (10) do sienito nefelínico de Monchique (Simão, 2003)

% óxidos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
SiO <sub>2</sub>	41,46	43,74	65,48	64,80	37,61	51,41	37,97	0,09	29,29	53,93
TiO <sub>2</sub>	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,49	2,65	4,99	35,85	0,88
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	33,86	31,91	18,33	18,19	32,30	0,91	10,07	0,14	1,00	21,11
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,00	0,00	0,00	0,03	0,05	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00
FeO total	0,04	0,71	0,22	0,18	0,51	20,75	18,12	86,06	1,36	3,40
MnO	0,00	0,02	0,01	0,00	0,00	0,96	1,16	1,33	0,06	0,08
MgO	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	4,46	12,95	0,00	0,06	0,38
CaO	0,01	0,06	0,01	0,01	0,05	12,27	0,01	0,00	26,44	1,89
Na <sub>2</sub> O	15,67	12,90	2,13	0,92	13,46	6,24	0,30	0,00	0,05	9,27
K <sub>2</sub> O	7,53	5,86	12,32	15,63	0,02	0,01	9,77	0,01	0,01	6,32
Perda rubro										2,61
Total	98,57	95,21	98,50	99,77	84,01	97,50	93,02	92,66	94,12	99,87
Fórmula estrutural										
Si	8,15	8,70	3,02	3,00	6,70	2,07	6,52	0,04	4,00	
Ti	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,34	1,48	3,68	
Cr	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	
Al <sup>IV</sup>	7,84	7,48	1,00	0,99	6,78	0,04	1,48	0,07	0,16	
Al <sup>VI</sup>	0,00	0,12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,56	0,00	0,00	
Fe <sup>2+</sup>	0,01	0,00	0,01	0,01	0,08	0,70	2,60	28,40	0,16	
Fe <sup>3+</sup>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Mn	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,17	0,44	0,01	
Mg	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,37	3,31	0,00	0,01	
Ca	0,00	4,98	0,00	0,00	0,01	0,53	0,00	0,00	3,87	
Na	5,97	1,49	0,19	0,08	4,65	0,49	0,10	0,00	0,01	
K	1,89	0,00	0,72	0,92	0,00	0,00	2,14	0,01	0,00	
Total	23,86	22,78	4,94	5,01	18,23	4,14	17,24	30,45	11,90	
			An=0,0464 Ab=20,7609 Or=79,1926	An=0,0399 Ab=8,2393 Or=91,7207		Wo(Ca)= 35,4004 En(Mg)= 17,8891 Fs(Fe)= 46,7103				

No maciço de Monchique instalaram-se diversas pedreiras, algumas ao longo da estrada principal na zona de Nave de Monchique que extraem pedra em bloco para revestimentos ornamentais e pedra para calçada. Segundo Moura e Velho (2011) o nível de produção de sienito nefelínico para fins ornamentais tem-se mantido estável variando entre 11000 e 13000 toneladas.

O sienito nefelínico de Monchique tem sido amplamente comercializado como rocha ornamental com a designação “Cinzento Monchique” no mercado nacional e internacional, revelando-se muito versátil em diferentes aplicações exteriores, interiores e em mobiliário urbano (Moura, 2000; Ramos, 1982 e Vários, 1983/4/5 e 1995, Gonçalves, 1967). Segundo Ramos et al. (1990) a rocha tem tendência para a perda de polimento nos revestimentos exteriores em locais sujeitos a agressão química (chuvas ácidas, produtos de limpeza concentrados e agressivos). Silva e Simão (1998) e Simão (2003), com base em ensaios laboratoriais referem que deve ser evitada a utilização em fachadas exteriores de edifícios em ambientes poluídos agressivos, pois a fácil alterabilidade da nefelina conduz a uma rápida degradação da rocha afetando a sua durabilidade.

### **3.2 Potencial do Sienito Nefelínico para a Indústria Cerâmica e do Vidro**

A importância do Maciço de Monchique é elevada, relativamente a recursos na área dos minerais não metálicos, tendo recentemente adquirido interesse devido à sua potencialidade em recursos, como as terras raras, para novos materiais e novas tecnologias (Simão et al., 1999).

Como referido anteriormente, o sienito nefelínico tem como minerais essenciais feldspatos potássicos e nefelina, um feldspatoide que é um mineral quimicamente semelhante aos feldspatos mas proveniente do arrefecimento e cristalização de magmas deficitários em sílica. Os feldspatoides são incompatíveis com a presença de quartzo nestas rochas pois o teor em sílica não é suficiente para o formar. Dentro dos restantes minerais registam-se esfena, aegirina-augite, biotite, hornblenda, outros feldspatoides como a sodalite, além de apatite, rútilo, zircão; minerais opacos como magnetite e pirite; minerais secundários como caulinite, cancrinite, zeólitos (analcite), moscovite e calcite.

Velho et al. (1998) constatou que o primeiro produtor mundial de sienito nefelínico é a antiga URSS estimando-se a sua produção em cerca de três milhões de toneladas por ano, que são destinados à produção de cimento Portland, alumínio e compostos alcalinos. Na América do Norte, o Canadá é o principal produtor fornecendo anualmente cerca de 570 000 toneladas seguido, na Europa, pela Noruega com uma produção aproximada de 340 000 toneladas. Nestes países, a aplicação dominante está centrada na indústria do vidro. Devido às suas propriedades químicas especiais, tem havido por parte de vários países, casos do Brasil, China, Turquia, Arábia Saudita e Portugal, um interesse muito grande no aproveitamento do sienito nefelínico para além de rocha ornamental.

O sienito nefelínico encontra-se sempre em competição com outra matéria-prima de composição semelhante, os feldspatos alcalinos. Devido às especificações serem cada vez mais apertadas, em especial no que se refere à dimensão das partículas e ao elevado grau de brancura exigido, o valor final do sienito nefelínico tem-se mostrado vulnerável relativamente a outras matérias-primas como o caulino, talco, calcário e areia siliciosa.

No entanto, existem dificuldades no abastecimento de matérias-primas feldspáticas em Portugal e a nível mundial, sendo de enorme interesse a descoberta de novos depósitos ricos em feldspatos ou estudos de viabilidade económica de depósitos já conhecidos como é o caso do Maciço de Monchique.

### 3.2.1 Utilidade e Aplicações para além de Rocha Ornamental

Segundo Velho et al. (1998) e Moura e Velho (2011) o sienito nefelínico tem sido aplicado, como matéria-prima para as indústrias do vidro e da cerâmica, apesar de poder ser utilizado como carga e pigmento mineral nas indústrias de tintas, plásticos, borracha, e na ex-URSS na produção de alumínio.

Autores portugueses como Coelho (1977a), Coelho (1963) tentaram também a extração de alumínio a partir deste mineral devido ao conteúdo da nefelina em alumina e à fácil dissolução desta, com ácidos sulfuroso, sulfúrico, clorídrico e nítrico. Para Coelho (1965), o sienito nefelínico teria também grande valor como matéria-prima cerâmica.

Sampaio e França (2005), em estudo sobre sienitos nefelínicos do Brasil, salientam também as indústrias de vidro e cerâmica como as principais consumidoras de sienito nefelínico. Outras aplicações deste produto incluem a produção de alumina, carbonatos de sódio e potássio, cimento Portland, bem como, a obtenção de agregados para a construção civil, pelo fato da rocha conter, relativamente, pouca sílica e por isso sua resistência a altas temperaturas ser elevada.

### 3.2.2 Indústria do Vidro

Para estes autores, quando há falta de oferta de alumina, soda e potássio, a indústria de vidro utiliza o sienito nefelínico, o qual apresenta as seguintes vantagens:

- ser também uma fonte de alumina, soda e potássio;
- ter baixo ponto de fusão e menor temperatura de trabalho do vidro;
- reduzir a viscosidade do vidro fundido e aumento sua trabalhabilidade;
- aumentar a resistência química e física do vidro;
- reduzir o consumo de carbonato de sódio, pelo conteúdo de álcalis;
- ter uma mais rápida fusão e elevada produtividade;
- reduzir, de forma significativa, do consumo de combustível.

Para ser usado na indústria de vidro deve ter granulometria entre 350 e 74  $\mu\text{m}$  ou 40 e 200 mesh e o conteúdo de ferro não deve exceder a 0,1% de  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  sendo o máximo permitido 0,35%. Em contrapartida, os teores de alumina e álcalis no sienito nefelínico devem ser o mais elevado possível, isto é, 23 e 14%, respetivamente (Sampaio e França, 2005).

Harben (1995) refere ainda que, além disso, não deve conter minerais refratários, porque eles resistem ao processo de fusão a temperaturas até 1 600 °C e permanecem no vidro como pedras, causando defeitos no produto final que inviabilizam a sua comercialização.

### 3.2.3 Indústria Cerâmica

Na indústria cerâmica o sienito nefelínico aplica-se nas louças sanitárias, de mesa, azulejos, mosaicos e porcelanas para fins químicos, odontológicos e de isolamento elétrico (Velho et al., 1998).

Estes autores referem que as suas características principais são a baixa temperatura de fusão e a elevada capacidade de fluxo, ou seja, a baixa viscosidade, o que permite ao sienito atuar como agente de vitrificação e translucidez unindo os outros constituintes da mistura. Salientam ainda que o sienito não deve conter minerais máficos (escuros) devendo fundir e produzir um material uniforme, branco e livre de manchas. Deve estar misturado com argilas plásticas, caulino e talco e, dependendo do produto cerâmico desejado, pode constituir até cerca de 60% do corpo cerâmico.

Além destas aplicações, Sampaio e França (2005) acrescentam que este material é também utilizado como fonte de álcalis e alumina nos esmaltes, na indústria cerâmica de revestimento, pisos, e referem que na indústria cerâmica, o sienito nefelínico é utilizado moído com uma granulometria abaixo de 74  $\mu\text{m}$ .

### 3.2.4 Pigmentação e Cargas

Entre as propriedades que o sienito nefelínico deve ter para ser utilizado na pigmentação e nas cargas destacam-se a dureza, a granulometria, a forma das partículas, a cor, o índice de refração e as propriedades químicas devendo ser moído, classificado, calcinado e ser submetido a flutuação, separação magnética e tratamentos de superfície (Sampaio e França, 2005).

Sendo um material com grande brancura, ausência de reatividade, excelente retenção da tinta, dispersão fácil, maior valor agregado e sendo fácil de formular e aplicar, o sienito nefelínico, finamente moído, é usado como carga nas indústrias de tintas (latex e sistemas alcalinos), nas áreas de tráfego intenso, como cobertura primária nas pinturas metálicas, nas madeiras para evitar manchas e nas tintas selantes.

Para uso em cargas, o produto de sienito nefelínico deve também possuir elevado grau de brancura, cerca de 96-98%, o que implica um conteúdo significativamente baixo de minerais escuros.

Segundo Moura e Velho (2011) e Velho et al. (1998), devido ao facto de conseguirem suspensões com elevado teor em sólidos, as partículas do sienito nefelínico dão origem a um empacotamento fechado e rígido melhorando a resistência da tinta. Estes autores salientam que a dureza dos minerais desta rocha promove a melhor lavagem da tinta e quando esta se deteriora, o sienito origina um produto branco que não amarelece uma vez exposto. Nestas aplicações o sienito nefelínico tem um penalizante que está relacionado com a quantidade de sódio existente na nefelina, que se pode combinar com aniões formando-se sais na superfície da película.

### 3.2.5 Plásticos

A maior parte das propriedades do sienito nefelínico que os torna adequados para as tintas também o tornam adequado para os plásticos. Segundo Moura e Velho (2011) e Velho et al. (1998) esta rocha apresenta qualidades como a baixa viscosidade, boa dispersão, a elevada percentagem de sólidos,

elevado grau de brancura e elevadas resistências à abrasão, ao ataque químico e à tração. Referem ainda que este produto tem um índice de refração de 1,53, portanto baixo, próximo do valor das resinas o que, combinado com uma baixa dispersão da luz resulta na não saliência do sienito na resina. O sienito é também transparente à radiação U.V., bem como às radiações de micro-ondas, fato muito importante na indústria culinária pois evita que os alimentos se queimem minimizando ao mesmo tempo a deterioração da matriz resinosa.

### **3.2.6 Borracha, Colas e Vedantes**

Para Velho et al. (1998) o sienito nefelínico tem também aplicação em borracha silicone para a indústria automível e em colas de polivinil acetato. Mais uma vez esta matéria-prima apresenta muito boas qualidades no que se refere ao elevado grau de brancura, fácil dispersão, resistência ao ataque químico, resistência a descoloração e à abrasão e baixo índice de refração. Esta última propriedade conjuntamente com a baixa dispersão é importante para a indústria de colas.

### **3.2.7 Outras aplicações**

Outras aplicações do sienito nefelínico estão relacionadas com a produção de cimento Portland, como fonte de alumina e carbonatos de metais alcalinos embora em Portugal estas não estejam previstas pelos elevados custos energéticos que acarretam.

A Rússia é o único país que produz alumínio e carbonatos de sódio e de potássio a partir da extração do sienito nefelínico, bem como cimento Portland a partir do subproduto silicato dicálcico que é obtido durante o processo de produção de alumínio (Velho et al., 1998).

Sampaio e França (2005) referem que os concentrados de sienito nefelínico são usados na Rússia para extrair alumina e, em grande parte, alumínio metálico, salientando que o processo de obtenção do alumínio metálico com base no sienito nefelínico é um processo difícil e pouco viável pelo fato do mesmo metal, extraído da bauxite, ser mais competitivo em termos de processo e custo de produção.



## 4. DESCRIÇÃO SUMÁRIA DAS PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS E TECNOLOGIAS DO PROJECTO MINEIRO

### 4.1 Mineração

A exploração mineira experimental do Sienito Nefelínico será efetuada a céu aberto, inicialmente em flanco de encosta e depois com aprofundamento da parte central a partir de uma rampa de acesso. O desmonte desenvolve-se com degraus inclinados, com ângulos de talude não superiores a 80 altura média de 6 m e largura de 8 m. Será considerada uma distância de defesa de 10 m relativamente ao limite da propriedade e ao caminho de terra batida atual. Não será feita concentração em lavaria no local pelo que a matéria-prima explorada será expedida para valorização em Rio Maior ou para um Porto de Mar onde será exportada. Prevê-se a instalação de um parque de armazenamento de matéria-prima no local com capacidade suficiente para amortecer eventuais flutuações no fluxo de saída da matéria-prima.

O método de exploração consiste num ciclo produtivo convencional a céu-aberto com as seguintes etapas principais:

1. Desmatagem e decapagem - remoção e limpeza do coberto vegetal e terras de cobertura para ter acesso à rocha sã. A espessura das terras de cobertura é em média muito reduzida, da ordem de alguns decímetros, e prevê-se que sejam armazenadas numa parga para utilização em fase de recuperação. Os equipamentos previstos para esta fase são uma giratória e um *dumper*.
2. Desmonte - operação de fragmentação da rocha *in situ*, com recurso a pega de fogo (malha de furos carregados com explosivo), corretamente dimensionada. É habitual em situações similares furos com diâmetro de 2½” e 80° de inclinação. As características dos furos estão sujeitas a ajustamentos consoante as zonas da pedreira e as características geológicas do material que está a ser desmontado. O único equipamento previsto para esta fase é uma perfuradora tipo “carro de perfuração com martelo hidráulico” com capacidade de execução de furos inclinados. O fornecimento e colocação dos explosivos serão sempre feitos no dia da pega de fogo por uma empresa licenciada para o efeito. Não serão armazenados explosivos no local.
3. Remoção - carregamento da rocha fragmentada das frentes com recurso a pá carregadora;
4. Transporte - expedição do sienito para uma área de armazenamento temporário ou expedição direta para a unidade de concentração em Rio Maior onde a empresa Sifucel fará o processamento da matéria-prima. Aqui serão utilizados camiões basculantes para a expedição para o exterior ou *dumpers* para o armazenamento temporário.

O método de exploração em degraus tem como objetivo o desmonte eficiente e em segurança da matéria-prima. O avanço das frentes deverá ser planeado de forma a minimizar os impactes ambientais, levando as frentes até à configuração final e libertando de imediato estas áreas para imediata recuperação paisagística.

A exploração mineira deverá iniciar-se a partir do caminho de terra batida que atravessa a propriedade, num local mais a NE e onde a distância entre o caminho de terra batida e o limite da propriedade tem cerca de 130 metros (ver Figura 4.1). Na fase de exploração experimental prevê-se a exploração descendente e em flanco de encosta de três pisos com 6 metros de altura e degraus com 8 de largura (ângulo de talude médio de 40°), a que corresponde uma área máxima de 25 000 m<sup>2</sup> no topo da corta e de 14 000 m<sup>2</sup> na base. O desmonte experimental de quatro anos explorará ao todo cerca de 800 000 tons de rocha, a um ritmo médio de 200 000 tons por ano.

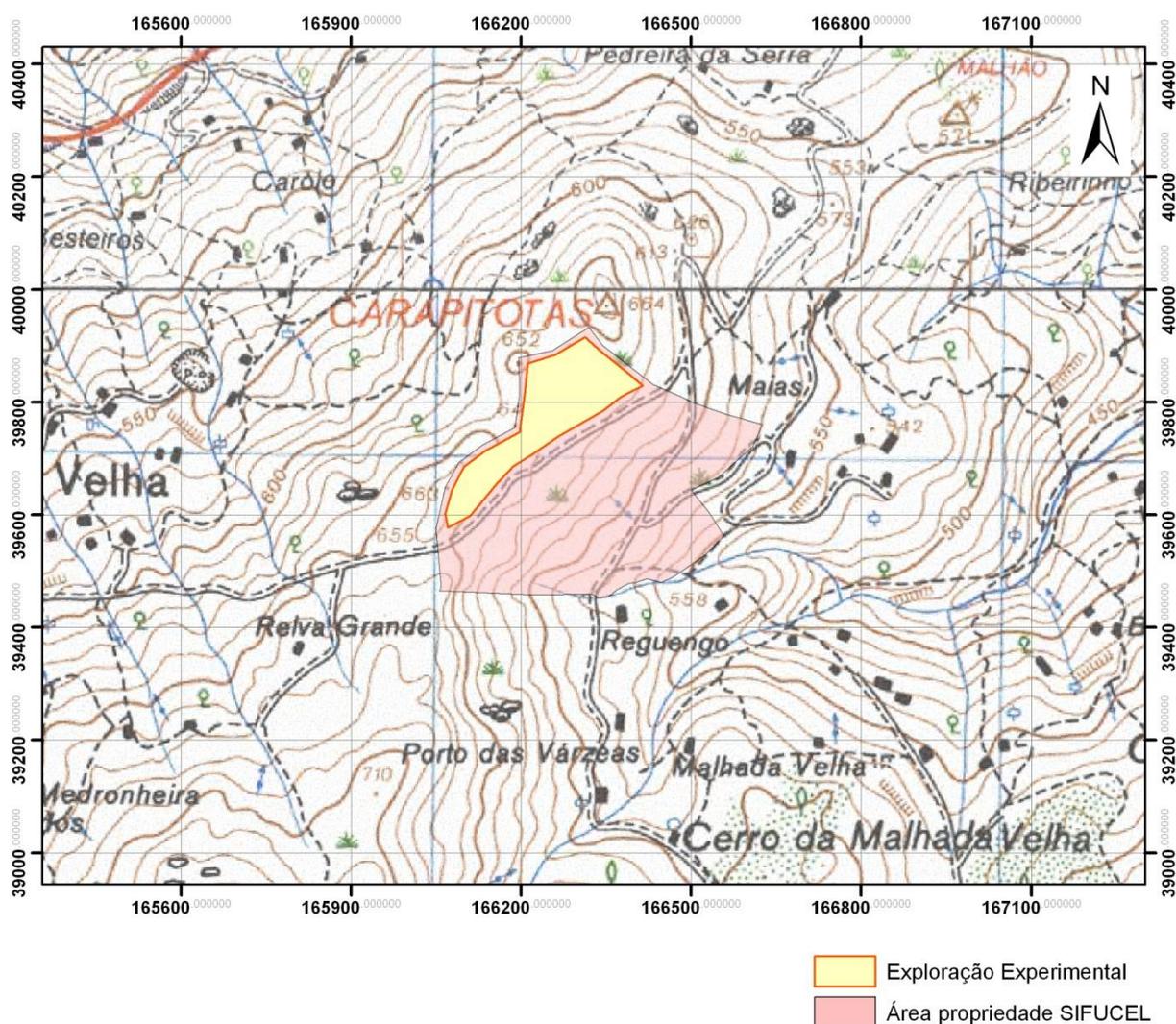


Figura 4.1 - Localização em detalhe da exploração experimental (coordenadas Hayford-Gauss-Militar).

Face às características geotécnicas do maciço (fracturação e grau de alteração), considera-se que a geometria definida para a exploração garante boa estabilidade global dos taludes. Todavia, será necessário o acompanhamento contínuo com recolha de dados do maciço durante o avanço da lavra, de modo a antecipar a necessidade de intervenção, caso se detete alguma anomalia que possa pôr em causa a estabilidade das diferentes frentes de desmonte. A identificação de fatores de

instabilidade poderá originar a mudança da geometria de escavação o que, caso aconteça, deverá ser comunicado de imediato à entidade licenciadora.

As pegas de fogo serão otimizadas para que o consumo de explosivo seja o menor possível, quer por razões económicas quer por razões ambientais. Serão utilizados detonadores micro retardados como forma de minimizar as vibrações no maciço, mantendo ainda assim pegas de fogo com dimensão suficiente para as minimizar em periodicidade, idealmente não mais de uma pega de fogo por semana.

Ao longo da exploração prevê-se a substituição dos equipamentos à medida que estes atingirem o tempo da vida útil levando sempre em linha de conta as melhores tecnologias disponíveis (MTD's), cujo efeito é, para além do rendimento operacional, a redução considerável das emissões gasosas, ruído e vibrações.

Os acessos da mina são constituídos pelos acessos internos para as frentes de desmonte e pelos acessos para o exterior (expedição do material extraído).

Os acessos para a expedição de produtos foram projetados com base na rede dos caminhos já existentes na envolvente do Projeto da Mina. Alguns caminhos já existentes de terra batida serão melhorados e eventualmente pavimentados. Os acessos internos serão projetados em função da lavra e do avanço das frentes. Os acessos temporários às frentes de desmonte serão construídos em função das necessidades e das condições locais.

As instalações de apoio à exploração são um posto de combustível, uma oficina mecânica, uma instalação de carácter social e uma báscula, junto do escritório, onde se realizam as pesagens dos produtos expedidos. Das instalações sociais e de higiene, para apoio à pedreira, constam uma instalação de vestiários, equipada com duches, um refeitório, instalações sanitárias e, ainda, um local para prestar os primeiros socorros que será devidamente equipado com os fármacos e utensílios necessários. Todas as instalações sociais e de higiene são limpas regularmente.

A rocha que não possa ser aproveitada como matéria-prima, por estar muito alterada e que se estima que seja uma fração residual, será depositada em escombrelas temporárias. À medida que os taludes vão sendo libertados para recuperação, estes resíduos serão aproveitados para os trabalhos de enchimento parcial e modelação final do local. Com a deposição dos resíduos resultantes da atividade extrativa no interior da corta serão minimizados os impactes ambientais resultantes da presença de escombrelas.

Devido às características do maciço e do local de pouca acumulação de água por estar no topo de uma Bacia Hidrográfica, não se prevêem situações preocupantes na gestão de água pluvial. Em caso de eventuais acumulações de água em certas zonas da mina, o desmonte será transferido para as áreas de cota superior, até que as águas acumuladas se infiltrem.

A única fonte de energia para todos os equipamentos do processo de exploração é o gasóleo, pelo que será instalado um posto de abastecimento interno. O consumo de energia elétrica será limitado às instalações sociais e escritório.

Em relação ao abastecimento de água é realizado por um camião, em quantidades variáveis conforme as necessidades. Esta água destina-se às instalações sociais e operações de rega dos acessos para a minimização das poeiras. A água potável será adquirida engarrafada.

Os esgotos domésticos provenientes das instalações sociais são conduzidos para uma fossa séptica estanque e são regularmente esgotadas por entidade competente.

## 4.2 Processamento, Beneficiação e Exigências

Na fase de tratamento do minério a textura da rocha é muito importante devendo ser grosseira, o que acontece no sienito de Monchique, e não ter intercrescimentos, de modo a que a ganga, ou seja, os minerais máficos contaminantes (biotite, aegirina, hornblenda, magnetite, pirite, etc.) possam ser libertados facilmente por um processo de separação magnética a seco (Moura e Velho, 2011). Velho et al. (1998) divide o processo de tratamento nas seguintes fases:

- Britagem primária e secundária da rocha com moinhos de maxilas onde estão acoplados crivos, funcionando este conjunto em circuito fechado de modo a obter-se um produto com uma granulometria muito fina, em média, inferior a 0,5 cm.
- Remoção dos minerais máficos, começando-se por utilizar separadores magnéticos de baixa intensidade passando a separadores de elevada intensidade.

Nesta fase, se o teor em ferro for inferior a 0,08% o material obtido já pode ser aplicado na indústria do vidro enquanto para cerâmica, carga e pigmento mineral, o material deve passar ainda por uma terceira fase de tratamento que consiste numa moagem em moinhos de bolas juntamente com classificadores a ar (Velho et al., 1998).

Estes autores relembram que os sienitos contêm, quase sempre, uma percentagem de ferro excessiva para a utilização em cerâmica e relatam os testes efetuados por Moreira e Amarante (1975) na tentativa de eliminar total ou parcialmente o ferro do sienito nefelínico de Monchique. Esses testes consistiram em técnicas de flutuação e de separação magnética de alta intensidade em granulados inferiores a 0,5 mm, obtendo-se, partir de sienitos com teores em ferro superiores a 2%, produtos com 0,2% de  $Fe_2O_3$  e elevado teor em nefelina, suscetíveis de serem utilizados na cerâmica.

Para Sampaio e França (2005), as impurezas refratárias, tais como o zircão e corindo, são extremamente indesejáveis nas indústrias de cerâmica e de vidros podendo causar sérias imperfeições no produto final. Outras impurezas devem ter limites próximos de zero na indústria cerâmica como o caso dos minerais calcite, cancrinite, sodalite e pirite que emitem gases,  $CO_2$  ou  $SO_2$ . A presença de fluorite causa dificuldades na vitrificação, em ambos os processos de produção de cerâmicos e de vidros.

## 5. SÍNTESE DE IMPACTES AMBIENTAIS E MEDIDAS DE MITIGAÇÃO

### 5.1 Enquadramento

De acordo com o Decreto-Lei n.º 151-B/2013, de 31 de Outubro, que estabelece o regime jurídico da avaliação de impacte ambiental (AIA) dos projetos públicos e privados suscetíveis de produzirem efeitos significativos no ambiente, as pedreiras que se localizem em áreas sensíveis são abrangidas por este regime, mas sujeito a uma análise caso a caso, mesmo quando a sua produção seja menor ou igual 200 000 tons/ano, ou possuam área inferior ou igual a 15 ha, quando isoladas.

Quanto à identificação dos impactes, o diploma estabelece como conteúdo mínimo: i) a descrição qualitativa dos impactes esperados quer positivos, quer negativos, nas fases de construção, exploração e desativação; ii) a indicação da natureza (direto, indireto, secundário, temporário e permanente), magnitude, extensão (geográfica e população afetada) e significado (muito ou pouco significativos); iii) a identificação das medidas do projeto preconizadas para minimizar os impactes negativos expectáveis nas fases de construção, de exploração e de desativação, se aplicável. As características do impacte potencial devem atender a: i) à extensão do impacte (área geográfica e dimensão da população afetada); ii) à natureza transfronteiriça do impacte; iii) à magnitude e complexidade do impacte; iv) à probabilidade do impacte; e v) à duração, frequência e reversibilidade do impacte.

Tendo em consideração a profundidade a atingir com a exploração experimental, mais de 10 metros, a exploração mineira a céu-aberto em análise é equivalente a uma pedreira de classe 2 em termos do impacte que provoca, de acordo com o Decreto-Lei nº 270/2001, de 6 de Outubro, tal como republicado pelo Decreto-Lei nº 340/207, de 12 de Outubro, isto é, é uma exploração a céu aberto que pode recorrer à utilização, por ano, de mais de 2000 kg explosivos no método de desmonte, a produção é superior a 150 000 t/ano mas não atinge os 25 ha em área. A recuperação ambiental após o encerramento da exploração, ou à medida que as frentes de desmonte forem progredindo é obrigatória, tendo o explorador, que apresentar o Plano Ambiental e de Recuperação Paisagística (PARP) para obtenção da licença de exploração. Este documento técnico é constituído pelas medidas ambientais, pela recuperação paisagística e pela proposta de solução para o encerramento da pedreira.

O mesmo diploma prevê, no seu Anexo II, a manutenção obrigatória de zonas de defesa, nomeadamente os seguintes pela relevância na área de implantação do projeto: i) caminhos públicos -10 m; ii) cursos de água não navegáveis e de regime não permanente - 10 m ; iii) locais e zonas classificadas com valor científico ou paisagístico - 500 m.

### 5.2 Impactes Ambientais e Medidas de Minimização

#### 5.2.1 Clima

Dada natureza e dimensão da exploração não são previsíveis impactes no clima local.

### 5.2.2 Solos

Os impactes decorrentes da exploração na cobertura de solo irão afetar, durante a fase de preparação e exploração, uma área de até 4 ha. Após o encerramento da exploração o solo será repostado. O avanço das frentes será planeado de forma a minimizar os impactes ambientais, levando as frentes até à configuração final e libertando de imediato estas áreas para imediata recuperação paisagística, pelo que a área de solo afetada deverá ser, em qualquer momento, inferior aos 4 ha.

Os impactes são negativos, temporários, de baixa magnitude, locais, pouco significativos e reversíveis.

### 5.2.3 Geologia

Os impactes na geologia devem-se à exploração de um recurso não renovável, contudo as reservas no maciço são potencialmente infinitas pelo que tornam este impacto negativo como permanente, local e pouco significativo.

### 5.2.4 Hidrologia e Hidrogeologia

Como indicado na secção 2.4. a recarga pode vir a aumentar no local da exploração por via de uma maior exposição da rocha mãe e pela fracturação induzida pelo desmonte, ou diminuir, se durante as operações houver necessidade de bombear a água. Esta última, em função da eventual contaminação com óleos de máquinas e resíduos de explosivos, poderá constituir uma fonte de contaminação no local de descarga. A água armazenada dentro da exploração e que venha a constituir recarga é também uma fonte possível de contaminação para as águas subterrâneas.

Os dados de monitorização para a massa de água indicam que a água subterrânea é vulnerável à contaminação pelas atividades que se realizem à superfície, pelo que deverão ser tomadas todas as medidas necessárias para evitar derrames de substâncias químicas para o solo.

Os principais impactes nas águas subterrâneas esperados pela intervenção durante a fase de exploração prendem-se com:

1. A potencial exposição da água subterrânea caso a cota do desmonte venha a cruzar a piezometria, algo que não é passível de verificação na atual fase de conhecimento hidrogeológico do local;
2. Alteração da recarga natural na área de intervenção, ainda que de previsão difícil neste momento;
3. Potencial contaminação das águas subterrâneas com hidrocarbonetos provenientes de fugas das máquinas e equipamentos, resíduos de explosivos, e efluentes das instalações sanitárias. As alterações no valor da recarga e na qualidade da água subterrânea poderão vir a afetar as disponibilidades hídricas para consumo humano nos lugares vizinhos, nomeadamente em Bemposta, Casa Velha, Malhada Quente, Umbria e Alto de Baixo, caso não sejam tomadas medidas de mitigação e controlo de fugas e derrames de substâncias poluentes;

4. Potencial contaminação das águas superficiais com material em suspensão, decorrente de escorrências a partir das águas que venham a ser bombeadas do fundo da exploração.
5. Potencial alteração do regime de escoamento nos pequenos cursos de águas superficiais.

Estes impactes são passíveis de minimização, para o que propõe a implementação das seguintes medidas:

1. Gestão das águas pluviais na área de desmonte
  - a. Em caso de eventuais acumulações de água em certas zonas da mina, o desmonte ser transferido para as áreas de cota superior, até que as águas acumuladas se infiltrem;
  - b. Serem tomadas todas as medidas necessárias a evitar que as águas acumuladas não são contaminadas por escorrências superficiais - ver alínea abaixo.
2. Controlo de fugas e derrames de combustíveis, lubrificantes e a deposição não controlada de resíduos
  - a. Garantir a impermeabilização do solo na oficina de reparação de máquinas e equipamentos, e nos locais de armazenamento e abastecimento de combustível;
  - b. Lavagem das máquinas e equipamentos em áreas impermeabilizadas;
  - c. Instalação de separador de hidrocarbonetos nas áreas referidas acima, assegurando a sua manutenção em boas condições operacionais, nomeadamente através de limpeza periódica e substituição de filtros, e da manutenção de registos de manutenção;
  - d. Licenciamento pela entidade competente das águas oleosas produzidos nos separadores de hidrocarbonetos, de outros resíduos perigosos (de acordo com a Portaria nº 209/2004, de 3 de Março, sobre a tipologia de resíduos) produzidos nas oficinas, ou decorrentes de excedentes de massa lubrificante perdidos durante a fase de operação, e encaminhamento para um operador autorizado de acordo com o estabelecido no Decreto-Lei nº 73/2011, de 17 de Julho;
  - e. Gestão dos óleos usados produzidos nas oficinas, cumprindo o estabelecido na Nota Técnica sobre Armazenamento de Óleos Usados produzida pela Agência Portuguesa do Ambiente, e de acordo com Decreto-Lei nº 153/2003, de 11 de Julho;
  - f. Minimização de derrames acidentais de fluidos lubrificantes, conseguida através de uma manutenção atempada dos circuitos hidráulicos dos equipamentos, e da realização das revisões mecânicas previstas pelo construtor, e da sua substituição no fim da vida útil;
  - g. Instalação de reservatório de combustível (diesel) e outros produtos químicos (óleos lubrificantes e hidráulicos, solventes, detergentes, etc.) em locais apropriados e dotados de bacias de retenção;
  - h. Manutenção do Registo Eletrónico de Gestão de Resíduos atualizado, e com um nível de detalhe apropriado, incluindo, para além dos resíduos referidos acima, nomeadamente a quantificação da produção de terras contaminadas, e tubos hidráulicos (indicadores indiretos das primeiras - ver MAOTDR, 2008);
  - i. As águas residuais provenientes das instalações sociais deverão ser conduzidos para uma fossa séptica estanque e serem regularmente esgotadas por entidade competente;
  - j. As pegas de fogo serem otimizadas para que o consumo de explosivo seja o menor possível, reduzindo a libertação de resíduos de explosivos.

3. Drenagem das escombreyras e controlo das águas lançadas nos meios recetores
  - a. À medida que os taludes vão sendo libertados para recuperação, estes resíduos devem ser aproveitados para os trabalhos de enchimento parcial e modelação final do local, reduzindo a dimensão das escombreyras;
  - b. As escombreyras devem ser devidamente drenadas e avaliada a necessidade de construção de bacia de retenção para sedimentação de finos e controlo de caudais, antes de lançamento no meio recetor - ao encontro das medidas de minimização de impactes estabelecidos no Decreto-Lei nº 10/2010, de 4 de Fevereiro, para explorações não pertencentes à categoria A.

### 5.2.5 Ecologia, Usos do Solo e Paisagem

Os principais impactes expectáveis nos usos do solo, paisagem, ecossistemas e biodiversidade esperados pela intervenção durante a fase de exploração, são de uma maneira geral negativos ou adversos, diretos, temporários, localizados e reversíveis; prendem-se essencialmente com:

- As alterações no uso do solo decorrentes essencialmente do desmate e decapagem a efetuar no terreno, que resultará num grande fragmento perturbado, com dimensão máxima de 2,5 ha, durante um período experimental de 4 anos, e portanto numa alteração de médio prazo no padrão local da paisagem (alteração da matriz, na qual os matagais agora dominantes darão lugar a uma grande mancha central alterada pelas operações de exploração do inerte, ou seja, haverá a introdução de um elemento estranho a esta paisagem, a que corresponderá uma alteração da cor, textura e forma e aspeto cénico, e que funcionará como uma barreira local à circulação das espécies);
- Das operações de desmate e remoção do solo resultará a destruição do coberto vegetal existente e conseqüentemente a destruição ou eliminação dos habitats correspondentes e vida animal associada; este impacte será especialmente significativo dado que toda a área de implementação do projeto se insere numa zona com elevado valor ecológico - sítio “Monchique”, pertencente à Rede Natura 2000 - e que na área diretamente afetada pela exploração dominam os matagais, essencialmente medronhais e adelfais, habitats com elevado valor conservacionista, que serão destruídos por estas operações; em sua substituição surgirão novas tipologias de habitats associados às escavações e escombreyras, com baixo potencial conservacionista;
- A deposição de poeiras e partículas, resultantes das operações de fragmentação da rocha e da circulação de veículos, nas plantas da área circundante do perímetro da exploração resultará num impacte negativo, embora pouco significativo e limitado, em termos de qualidade dos habitats e valor de conservação do local, mas também em maiores dificuldades na regeneração natural das espécies, do coberto vegetal e dos habitats nas zonas afetadas;
- Será ainda expectável que ocorram alterações no comportamento de algumas espécies animais, nos locais circundantes não afetados diretamente pela destruição do coberto vegetal, devido à perturbação causada quer pelo ruído e vibrações devido ao rebentamento regular (semanal) de explosivos, quer às poeiras formadas, quer ainda devido à presença e circulação permanente de pessoas e veículos;

- Nos extremos da propriedade, associado às linhas de drenagem do local previsto para efetuar a exploração de inertes, destaque-se a presença de outros habitats classificados - uma mancha de castanhal e formações ribeirinhas que poderão ser afetadas indiretamente pela alteração do escoamento e fluxo de base e pela qualidade da água decorrente da fase de exploração;
- Em termos florísticos, refira-se a presença potencial da espécie prioritária *Centaurea vicentina* na zona diretamente afetada pela exploração e a presença de *Salix salviifolia* nos habitats ribeirinhos, cuja destruição direta ou afetação indireta corresponde a um impacto negativo na biodiversidade local; também com impacto negativo na biodiversidade, relativamente à fauna, refira-se a ocorrência potencial do lince ibérico, espécie prioritária e ameaçada; acrescente-se que o “sítio de Monchique” constitui uma área importante para a ocorrência desta espécie, apesar da sua ocorrência atual não ser permanente na parte central do maciço de Monchique;
- Na fase de desativação da exploração, a promoção da regeneração, através da implementação de um projeto de recuperação paisagística, dos habitats anteriormente (atualmente) existentes e afetados durante a fase de exploração, resultará em impactos positivos e com significado.

Os impactos adversos referidos são passíveis de minimização, para o que se propõe a implementação das seguintes medidas:

- As ações de desmatamento e destruição do coberto vegetal e decapagem dos solos devem ser limitadas às áreas estritamente indispensáveis e efetuadas, tanto quanto possível, de modo progressivo, à medida que vai sendo necessário explorar áreas mais alargadas;
- O solo resultante dos trabalhos de movimentação de terras e decapagem deve ser devidamente armazenado em pargas, para posterior utilização nas áreas afetadas pela exploração, incluindo na recuperação paisagística; nas pargas deve-se proceder a sementeira adequada, de modo a manter a qualidade do solo e evitar o seu arrastamento; tais materiais resultantes da desmatamento e decapagem devem ir sendo usados para facilitar a recuperação paisagista e evitar o desgaste-degradação do mesmo, à medida que os degraus superiores do poço de escavação deixarem de ser explorados;
- Utilização de espécies que fazem parte do elenco florístico natural da área (espécies autóctones) e de esquemas de plantação que respeitem a estrutura e padrão natural da vegetação nos planos de recuperação paisagística, de modo a promover a recuperação e reconstituição dos habitats e biodiversidade pré-existent; esta recuperação da paisagem deve ser efetuada progressivamente, à medida que os degraus superiores da escavação vão deixando de ser explorados;
- As fases iniciais da exploração deverão decorrer fora das épocas habituais de reprodução e nidificação das espécies, de modo a minimizar o impacto sobre, especialmente, a avifauna;
- Minimizar a perturbação nas zonas não diretamente afetadas pela exploração, de modo a que possam servir como refúgio para as espécies de fauna durante a fase de exploração da instalação, nomeadamente através da otimização da circulação de viaturas, equipamentos e pessoas);
- Plantação, na fase de exploração, de uma sebe arbustiva (utilizando de preferência espécies autóctones) que funcione como barreira protetora, de modo a minimizar o impacto do ruído

e da pressão proporcionada pela presença de pessoas e máquinas nas populações faunísticas;

- Fazer avançar a exploração em flanco de encosta e em profundidade de forma a minimizar o impacto visual da exploração, e diminuir a propagação do ruído.

### 5.2.6 Socioeconómicos e Qualidade de Vida

Na fase de exploração são normalmente enfatizados os efeitos económicos diretos e indiretos decorrentes da instalação do projeto de mineração do recurso geológico.

O concelho de Monchique tem alguns recursos minerais que podem ser aproveitados, nomeadamente os que agora são propostos para este projeto de exploração experimental, que têm potencial para dinamizar a atividade económica e a atuação empresarial na região.

Para além do impacto meramente económico resultante da atividade, que é refletido nos benefícios financeiros diretos e nas trocas comerciais entre empresas da região, deve ser devidamente realçado o impacto no reforço da atividade industrial local através dos seguintes aspetos:

- Alterações demográficas potenciais ao nível local;
- Reforço do sistema de emprego;
- Alterações das condições de vida locais.

O impacto socioeconómico, que deverá ocorrer no concelho resultante da fase de exploração, poderá extravasar os seus limites geográficos, provocando mudanças nos habitantes e no tecido económico das zonas envolventes, sobretudo as, de alguma maneira, associadas à indústria extrativa.

Este potencial de atracção e oportunidade de negócio, direta ou indiretamente relacionado com a atividade extrativa constituirá um impacto positivo, direto e significativo.

No capítulo da qualidade de vida, destacam-se dois impactes de sinais opostos nas populações. Um positivo, no emprego já que está prevista a criação de postos de trabalho na exploração mineira propriamente dita. Não se esperam, com isso, grandes alterações demográficas, porém a possibilidade de fixação de algumas famílias será um fator sempre positivo. Esta situação poderá verificar-se através das oportunidades de emprego que se apresentam na indústria extrativa.

O envolvimento de alguns trabalhadores, cujo recrutamento de mão-de-obra será essencialmente local, terá um impacto positivo direto, temporário e significativo.

Por outro lado é expectável que se verifique uma degradação da paisagem com o desenrolar da exploração. Considera-se que essa alteração ao horizonte poderá constituir um fator de incomodidade e de redução de qualidade de vida das populações vizinhas. Aqui classifica-se o impacto como negativo, direto, temporário e moderadamente significativo.

### 5.2.7 Ambiente Sonoro

Apesar de não ter sido realizado nenhum estudo, mas pelo conhecimento da zona e dos trabalhos que vão ser realizados na fase de exploração, pode-se afirmar que a exploração experimental

introduz alterações temporárias, locais e pouco significativas no ambiente sonoro e em particular junto aos recetores sensíveis mais próximos.

A minimização deste impacte será levada a cabo por equipamentos que disponham das melhores tecnologias disponíveis e pela instalação de ecrãs arbóreos em redor da exploração.

#### **5.2.8 Qualidade do Ar**

Apesar de não ter sido realizado nenhum estudo, mas pelo conhecimento da zona e dos trabalhos que vão ser realizados na fase de exploração, estão previstos trabalhos de desmonte, carga e transporte da matéria-prima. Durante estas ações poderão ser emitidas poeiras, pelo se considera o impacte associado a estes trabalhos como temporários, locais e pouco significativos na qualidade do ar e em particular junto aos recetores sensíveis mais próximos.

A minimização deste impacte será levada a cabo por equipamentos que disponham das melhores tecnologias disponíveis e filtros de poeiras (por exemplo nas perfuradoras), pela instalação de ecrãs arbóreos em redor da exploração e pela rega das vias de circulação não pavimentadas.

## 6. CONCLUSÕES

O Projeto de Exploração Experimental de uma mina de Sienitos Nefelínicos em Monchique tem como principal objetivo consolidar a atividade económica da Sifucel e contribuir para o aumento das exportações nacionais, já que a maioria do sienito destina-se à exportação, comercializado como matéria-prima para a indústria cerâmica e do vidro. As reservas geológicas no maciço de Monchique são suficientes para assegurar a procura no longo prazo.

As minas são sempre objeto de contestação por parte das populações e por associações ambientalistas. A contestação é ainda maior quando as minas se localizam em áreas classificadas, como é o caso do presente projeto. Contudo, a atividade extrativa é necessária para o desenvolvimento das sociedades, que estão direta ou indiretamente dependentes das matérias-primas provenientes dos recursos geológicos, pelo que a existência de minas e pedreiras deverá ser encarada como uma atividade económica positiva e não só como “algo negativo para o ambiente”.

Caso exista alguma reclamação por parte das populações envolvidas, a empresa deverá fazer as monitorizações necessárias e, se os valores encontrados estiverem para além dos limites da respetiva legislação, deverão ser tomadas as necessárias medidas de minimização.

Os impactos positivos desta atividade na economia local e regional resultam da instalação da atividade industrial, com uma vida útil do projeto experimental de 4 anos e a criação de pelo menos 10 postos de trabalho em fase inicial, podendo-se aumentar o número de trabalhadores em fases posteriores. O impacto global esperado é positivo e significativo, uma vez que com o licenciamento da exploração experimental da mina é expectável um aumento do volume de negócios da empresa e, consequentemente, o crescimento do Valor Acrescentado Bruto concelhio, e mesmo do emprego e do investimento local.

## 7. REFERÊNCIAS

- Abranches, M.C.B., Canilho, M. H. (1980) Estudo de geocronologia isotópica, pelo método do rubídio-estrôncio, dos três maciços mesozóicos portugueses: Sintra, Sines e Monchique. Boletim da Sociedade Geológica de Portugal, Vol. XXII, 385-390.
- Aires-Barros, L., Basto, M.J., Dinis, J.S., Silva, C.G. (1975) Bilan minéralogique et géochimique de l'alteration dans un profil de syénite néphelinique de Monchique (Portugal). Boletim da Sociedade Geológica de Portugal, Vol. XIX(III), 117-127.
- Aires-Barros, L. (1979) Actividade ígnea pós-paleozóica no continente português (elementos para uma síntese crítica). Ciências da Terra, nº 5, 175-214.
- Alves, C.A.M. (1969-70) Sur les breches eruptives et les enclaves du massif de Monchique. Boletim da Sociedade Geológica de Portugal. Vol. XVII, 65-74.
- Assunção, C.T. (1938-40) Sobre a petrologia das formações eruptivas do Algarve. Bol. Mus. Lab. Min. Geol. Fac. Ciên. Univ. Lisboa, n. 7 e 8, 3ª série, 47-81.
- Assunção, C.T. (1943-44) Algumas observações petrológicas nas Caldas de Monchique. Bol. Mus. Lab. Min. Geol. Fac. Ciên. Univ. Lisboa, n. 11 e 12, 4ª série, 55-66.
- Beliz, J.M. (1982) A Serra de Monchique. Flora e Vegetação. Colecção Parques Naturais. S.N.P.R.P.P., Lisboa.
- Blum, R. (1861) Foyait, eine neues Gestein aus Süd-Portugal. Neuen Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie, Stuttgart, 426-433.
- Bolger, R.B. (1995) Feldspar and Nepheline Syenite; *Industrial Minerals*, Number 332, May, 25-45.
- Burger, J. (1990) Feldspar and nepheline syenite - at the mercy of glass markets. *Industrial Minerals*, August, 21-33.
- Cancela d'Abreu, A., Correia, T.P. & Oliveira, R. (2004) Contributos para a Identificação e Caracterização da Paisagem em Portugal Continental. Universidade de Évora/DGOTDU.
- Canilho, M. H., Canelhas, M.G.S., Mano, J.P. (1978) Mineralogical investigations of the Monchique nephelines. Boletim da Sociedade Geológica de Portugal. Vol. XXI, 83-102.
- Clavijo, E., Valadares, V. (2003a) A Estrutura do Complexo de Monchique. Comum. VI Congresso Nacional de Geologia, Ciências da Terra, vol. especial V.
- Clavijo, E., Valadares, V. (2003b) O maciço alcalino de Monchique (SW Português): estrutura e modelo de instalação na crosta superior. Comunicações do Instituto Geológico e Mineiro, 90, 43-64.
- Coelho, A.V.P. (1963) Os sienitos nefelínicos, possível matéria-prima da indústria do alumínio em Portugal. Boletim da Sociedade Geológica de Portugal, Vol. XX(III), 167-214.
- Coelho, A.V.P. (1965) Utilização dos sienitos nefelínicos na industria cerâmica. Estudos Notas e Trabalhos, S.F.M., Vol. XVII, fasc. 1-2, 339-351.

- Coelho, A.V.P. (1973) Tectónica comum na génese dos maciços de Sintra, Sines e Monchique. Boletim da Sociedade Geológica de Portugal. Vol. XIX, fasc. I-II, 81-90.
- Coelho, A.V.P. (1977) I. Rochas eruptivas da orla sedimentar do Barlavento Algarvio. II. Ensaio de interpretação da génese do Maciço de Monchique. Boletim de Minas, 21, 1-9.
- Coelho, A.V.P. (1977a) O problema da extracção do alumínio a partir dos sienitos nefelínicos. Ciências da Terra, 3, 23-31.
- Czygan, W. (1969) Petrographie und Alkali-Verteilung im Foyait der Serra de Monchique, Sud-Portugal. Neuen Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie, Stuttgart, 111-1.
- Deil, U., Mera, A. G., & Orellana, J.A.V. (2008) Rock and scree plant communities in the Serra de Monchique (SW Portugal). Feddes Repertorium 119 (5-6), 556-585; DOI: 10.1002/fedr.200811180
- Gonçalves, F. (1967) Subsídios para o conhecimento geológico do maciço eruptivo de Monchique. Comunicações dos Serviços Geológicos Portugal, Lisboa, T. LII, 169-184.
- Guillet, G.R. (1995) Nepheline Syenite. Industrial mineral and Rocks, 711-730.
- Harben, P. W. (1995) The Industrial Minerals HandyBook II. 253p. Metal Bolletin PLC. London, 183-186.
- ICNB - Instituto da Conservação da natureza e da Biodiversidade, (n.d.). REDE NATURA 2000 Zonas de Protecção Especial - Sitio Monchique: Caracterização.
- Jannasch, P. (1884) Analyse des Foyait von der Serra de Monchique (Cerro da Pousada) in Portugal. Neuen Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie., Stuttgart, Bd II.
- Kaiser, E. (1914) Der Eläolithsyenitlakkolith der Serra de Monchique im südlichen Portugal, Neuen Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie, Beilage-Band XXXIX, Stuttgart, Seite 225-267.
- Kaiser, E. (1968) O lacólito de eleolítico da serra de Monchique no Sul de Portugal. Centro de Estudos de geologia da Faculdade de Ciências de Lisboa, 35 p. Tradução do artigo Der Eläolithsyenitlakkolith der Serra de Monchique im südlichen Portugal, Neuen Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie, Beilage-Band XXXIX, Seite 225-267, Stuttgart, 1914.
- Kraatz-Koschlau, K.V., Hackmann, V. (1897) Der Eläolithsyenit der Serra de Monchique, seine Gangund Contact-Gesteine. Tschermak's mineralogische und petrographisch Mitteilungen. Wien, Vol. XVI, 3/4, 197-307.
- Kraatz-Koschlau, K.V., Hackman, V. (1967) O eleolítico da serra de Monchique, suas rochas filoneanas e de contacto. Centro de Estudos de geologia da Faculdade de Ciências de Lisboa, 110 p. Tradução do artigo Der Eläolithsyenit der Serra de Monchique, seine Gangund Contact-Gesteine, Tschermak's mineralogische und petrographisch Mitteilungen, Vol. XVI, 3/4, págs. 197-307, Viena, 1897.
- Manuppella, G. coord. (1992) Carta Geológica da Região do Algarve. Folha Ocidental, Escala 1:100000. Serviços Geológicos de Portugal, Lisboa.
- MAOT (2012) Plano de Gestão das Bacias Hidrográficas (PGBH) que integram a região hidrográfica das Ribeiras do Algarve (RH8). Volume 1, Parte 2 - Caracterização e diagnóstico, Tomo 2 - Caracterização das massas de água superficiais e subterrâneas, Tomo 2A - Peças escritas, Vol. II -

- Caracterização das massas de água subterrâneas. Elaborado por Nemus, S.A., Hidromod, Lda, e Agro.Ges, Lda. para Ministério da Agricultura, do Mar, do Ambiente, e do Ordenamento do Território. Lisboa. 522 p.
- MAOTDR (2008) Temática das Pedreiras com Emissão de Declaração de Impacte Ambiental. Inspeção-Geral do Ambiente e do Ordenamento do Território. Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional. Lisboa. 49 p.
- Mendes, F. (1967-68) Contribution à l'étude géochronologique, par la méthode du strontion, des formations cristallines du Portugal. Bol. Mus. Lab. Min. Geol. Fac. Ciên. Univ. Lisboa, Vol. 11(1), 155 p.
- Moreira, J.C.R., Amarante, M.M. (1975) Ensaios de purificação sobre os sienitos nefelínicos de Monchique. Estudos Notas e Trabalhos, S.F.M., Vol. XXII, fasc. 3-4, 311-330.
- Moura, A.C. (2000) Granitos e Rochas Similares de Portugal. Publicação do Instituto Geológico e Mineiro. Marca-Artes Gráficas, Porto.
- Moura, A., Velho, J. (2011) Recursos geológicos de Portugal. Editora Palimage, 571p.
- Oliveira, J.T. (coord.) (1984) Carta geológica de Portugal, à escala 1/200000. Notícia explicativa da folha 7. Serviços Geológicos de Portugal, Lisboa.
- Pereira, J.S. (1940) Contribuição para o estudo das rochas do afloramento eruptivo de Monchique (Portugal). Anais da Faculdade de Ciências do Porto, 25, 27-47.
- Potter, M.J. (2001) Feldspar and Nepheline Syenite; in Mineral Industry Surveys, *U.S. Geological Survey*, pages 26.1-26.7.
- Ramos, J.M.F. (1982) Algumas notas sobre rochas ígneas ornamentais de Portugal. Geonovas, Vol. 1, n.3.
- Ramos, J. F., Moura, A.C., Grade, J. (1990) Rochas ornamentais algarvias: contribuição para o seu conhecimento. Estudos Notas e Trabalhos, D.G.G.M., Tomo 32, 77-82.
- Rivas-Martínez, S., Lousa, M., Díaz, T.E., Fernández-González, F. & Costa, J.C. (1990) La vegetación del sur de Portugal (Sado, Alentejo y Algarve). *Itinera Geobotanica* 3, 5-126.
- Rock, N.M.S. (1976a) Fenitisation around the Monchique alkaline complex, Portugal. *Lithos*, 9, n.4, 263-279.
- Rock, N.M.S. (1976b) The Comparative Strontium Isotopic Composition of Alkaline Rocks: New Data from Southern Portugal and East Africa. *Contribution to Mineralogy and Petrology*, 56, 205-228.
- Rock, N.M.S. (1978) Petrology and Petrogenesis of the Monchique Alkaline Complex, Southern Portugal. *Journal of Petrology*, Vol. 19, part 2, 171-214.
- Rock, N.M.S. (1980) Comparative geochemistry of nepheline syenites, tinguaite, phonolites and fenites from southern Portugal and East Africa. *Bol. Soc. Geol. Portugal*, Vol. XXII, 421-434.
- Rock, N.M.S. (1982a) The Late Cretaceous alkaline igneous province in the Iberian Peninsula, and its tectonic significance. *Lithos*, 15, 111-131.

- Rock, N.M.S. (1982b) Chemical Mineralogy of the Monchique Alkaline Complex, Southern Portugal. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 81, 64-78.
- Rock, N.M.S. (1983) Alguns aspectos geológicos, petrológicos e geoquímicos do complexo eruptivo de Monchique. *Comunicações dos Serviços Geológicos de Portugal*, T. LXIX (2), 325-369.
- Sampaio, J., França, S. (2005) Nefelina Sienito. *Rochas e Minerais Industriais*, capítulo 26, CETEM, 545-558.
- Santos, A.R. (1973) Estudo geológico e geoquímico do Maciço de Monchique. *Bol. Mus. Lab. Min. Geol. Fac. Ciên. Univ. Lisboa*, Vol. 13(2), 143-251.
- Seebach, K. (1879) Vorläufige Mittheilung über den Foyaít und die Serra de Monchique. *Neuen Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie*, Stuttgart, 270-271.
- Sheibner, C.P. (1879) On Foyaíte, an elaeolitic syenite occurring in Portugal. *Quart. Journ. Geol. Soc.*, London, n. 35.
- Silva, Z., Simão, J. (1998) Syenite as ornamental stone - quality and alteration. *Proceedings of the 8th International Congress of the International Association for Engineering Geology and the Environment*, Vancouver, Vol. IV, 2897-2901.
- Simão, J. (2003) Rochas ígneas como pedra ornamental. Causas, condicionantes e mecanismos de alteração. Implicações tecnológicas. *Dissertação de Doutoramento*, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa.
- Simão, J., Bravo, M.S., Ribeiro, M.L. (1999) Distribuição de Terras Raras e outros elementos incompatíveis no Maciço de Monchique - nota preliminar. *Ciências da Terra*. Vol. 13, 71-75.
- Simonson, W.D., Allen, H.D., & Coomes, D.A. (2013) Remotely sensed indicators of forest conservation status: Case study from a Natura 2000 site in southern Portugal. *Ecological Indicators* 24, 636-647.
- Sousa, F.L.P. (1926) La Serra de Monchique. *Bull. Soc. Géol. France*, Paris, Série 4, T. 26, 321-350.
- Stelzner, A. (1881) Foyaít von Portugal und San Vicente. *Neuen Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie*, Stuttgart, Bd I.
- Teixeira, C. (1962) La structure annulaire subvulcanique des massifs éruptifs de Sintra, Sines et Monchique. *Estudos científicos oferecidos em homenagem ao Prof. Doutor J. Carrington da Costa*, Junta de Investigação do Ultramar, Lisboa, 461-493.
- Teixeira, C., Gonçalves, F. (1980) *Introdução à Geologia de Portugal*. I.N.I.C., Lisboa, 475 p.
- Terrinha, P. (1998) *Structural Geology and Tectonic Evolution of the Algarve Basin, South Portugal*. PhD Thesis, Univ. of London. 430 p.
- Valadares, V. (2004) O Complexo Alcalino de Monchique: novos dados de cartografia, geoquímica e geocronologia. *Tese de Mestrado (não publicada)*, Faculdade de Ciências, Universidade de Lisboa, 248 p.
- Valadares, V.; Terrinha, P., Azevedo, M. R. (2004) The Monchique Alkaline Complex: new data from geochemistry and isotope geology. *European Geosciences Union - 1st General Assembly*.

Vários (1983/4/5 e 1995) Catálogo de rochas ornamentais portuguesas, Vols. I, II, III e IV, I.G.M. (ed.).

Velho, J., Gomes, C., Romariz, C. (1998) Minerais Industriais. Geologia, Propriedades, Tratamentos, Aplicações, Especificações, Produções e Mercado. Gráfica de Coimbra, 591 p.

Wervecke, L. Van (1880) Über den Nephelin-Syenit der Serra de Monchique im Südlichen-Portugal und die denselben durchsetzenden Gesteine. Neuen Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie, Stuttgart, Bd II.

**Webgrafia** (consulta a 30 de Novembro de 2013)

<http://minerals.er.usgs.gov/minerals/pubs/commodity/feldspar/260499.pdf>

[http://en.wikipedia.org/wiki/List\\_of\\_countries\\_by\\_feldspar\\_production#cite\\_note-1](http://en.wikipedia.org/wiki/List_of_countries_by_feldspar_production#cite_note-1)

<http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/commodity/feldspar/>

<http://www.indexmundi.com/minerals/?product=feldspar&graph=production>

[http://www.cima.ualg.pt/cimaualg/cimaualg\\_old/VALEMON/projecto.html#](http://www.cima.ualg.pt/cimaualg/cimaualg_old/VALEMON/projecto.html#)

**Anexo I** Captações de água para abastecimento público do município de Monchique (sistema de coordenadas Hayford-Gauss Militar)

<b>Local da captação</b>	<b>M (m)</b>	<b>P (m)</b>	<b>Local da captação</b>	<b>M (m)</b>	<b>P (m)</b>
Barranco da Maia	167123	39631	Cruz da Fóia	159273	39466
Barranco da Maia	167121	39623	Estrada da Fóia	158160	38071
Barranco da Maia	167127	39640	Estrada da Fóia (Miradouro)	158153	38047
Barranco da Maia	167005	39476	Estrada do Alferce	164341	39397
Barranco do Preto	160493	40187	Garganta	160909	39210
Barranco do Preto	160514	40276	Gingeira	163052	38177
Barranco do Preto	160501	40309	Páscoas	160153	39520
Barranco do Preto	160296	40222	Páscoas	160151	39526
Barranco do Preto	160533	40269	Penedo do Buraco	160219	39811
Barranco Silvestre	157167	37214	Penedo do Buraco	160152	39577
Bicas	158638	38215	Penedo do Buraco	159941	39537
Caldas de Monchique	162659	35580	Portela Baixa	157585	36356
Caldas de Monchique	162666	35563	Quinta das Laranjeiras	162741	39180
Caldas de Monchique	162666	35553	Relva da Carrapateira	160042	39124
Caldas de Monchique	162649	35549	Relva da Carrapateira	160264	39515
Caldas de Monchique	162659	35539	Relva da Carrapateira	160188	39571
Caldas de Monchique	162667	35500	Relva da Carrapateira	160089	39136
Caldas de Monchique	162647	35477	Relva do Carrapateiro	160051	39219
Caldas de Monchique	162651	35472	S.I	159353	40052
Casais	157442	36461	Umbria	166747	40791
Casais	157812	35872	Vale Largo	158197	38700
Cerro do Picos	153612	37869	Vale Largo	157873	38787
Cerro do Picos	153597	37881	Vale Largo	157993	38753
Cruz da Fóia	159454	39758	Vale Largo	157965	38845
Cruz da Fóia	159264	39755	Vale Largo	157874	38794
Cruz da Fóia	159263	39723			
Cruz da Fóia	159173	39599			
Cruz da Fóia	159289	39723			
Cruz da Fóia	158772	39816			