

Calcretos da região de Elvas – Estudo preliminar

Calcretes from Elvas region – Preliminary study

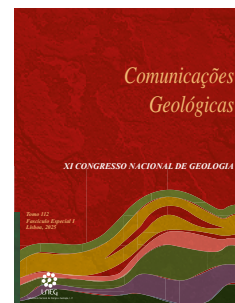
S. Soares^{1*}, R. Dias¹, R. Ressurreição¹, I. Morais², L. Albardeiro²,
P. Gonçalves³, R. Solá¹, M. Castro-Pina⁴

DOI: <https://doi.org/10.34637/j0s5-vd55>

Recebido em 04/10/2023 / Aceite em 22/03/2024

Publicado online em abril de 2025

© 2025 LNEG – Laboratório Nacional de Energia e Geologia IP



Artigo original
Original article

Resumo: A construção de uma via-férrea no Nordeste Alentejano atravessando a Zona de Ossa-Morena permitiu estudos detalhados focados nas unidades geológicas e na estrutura da área. Na região de Elvas, o Miocénico é representado por um conglomerado coberto por lutitos, mais grosseiro perto da falha de Messejana, onde apresenta basculamento tectónico. Os sedimentos e as rochas do substrato estão fortemente afetados pela calchificação ocorrida no Miocénico, com observações de campo a indicarem a ocorrência de pelo menos dois episódios. A caracterização química dos calcretos ao longo de perfis verticais foi feita com fluorescência de raio-X portátil e repetida com o equivalente equipamento de laboratório para 41% das amostras. Os resultados preliminares da amostragem em perfil de calchificação do granito e dos sedimentos miocénicos são apresentados e discutidos. As correlações dos resultados obtidos pelas duas metodologias adotadas não evidenciaram diferenças significativas, demonstrando a eficiência do equipamento de FRX portátil como ferramenta de campo.

Palavras-chave: Calcretos, calchificação, granito, conglomerados, bacia do Guadiana

Abstract: The construction of a new railway in NE Alentejo crossing the Ossa-Morena Zone allowed new detailed studies focused on the geological units and the structure of the area. In the Elvas region, the Miocene is represented by a coarse conglomerate covered by sandy mudstones. The conglomerate is coarser near the Messejana fault, where it is also tilted. Its deposition is probably related to the Alpine reactivation of the fault. The sediments and the basement rocks, represented by granites, are strongly affected by Miocene calcification, with field observations indicating at least two episodes. A chemical characterization of calcrete along vertical profiles was done with portable x-ray fluorescence equipment. Furthermore, 41% of the results were compared with laboratory XRF equipment. The preliminary results from the analysed profiles are presented and discussed. Correlations between results obtained with portable and laboratory equipment have shown no significant differences, indicating that portable XRF is a good field allied on rock characterization.

Keywords: Calcrete, calcification, granite, conglomerates, Guadiana basin

¹ Laboratório Nacional de Energia e Geologia, I.P. (LNEG), Estrada da Portela, Zambujal, Ap. 7586, 2611-901 Amadora, Portugal.

² Laboratório Nacional de Energia e Geologia, I.P. (LNEG), Bairro da Vale d'Oca, Ap. 14, 7601-909 Aljustrel, Portugal.

³ Laboratório Nacional de Energia e Geologia, I.P. (LNEG), R. Amieira, Ap. 1089, 4466-901 S. Mamede de Infesta, Portugal.

⁴ Cerelinx - Consultores de Engenharia, Unipessoal, LDA, Grupo TPF, Av. Alm. Gago Coutinho n.º 30 Piso 2, Fração A, 1000-017 Lisboa, Portugal.

* Autor correspondente / Corresponding author: sofia.soares@lneg.pt

1. Introdução

A linha de caminho de ferro referente ao Corredor Internacional Sul, em construção, irá assegurar a ligação ferroviária entre o sul de Portugal e o resto da Europa na vertente de transporte de mercadorias entre Sines-Elvas-Caia (Espanha). O troço ferroviário localizado no NE Alentejano foi acompanhado por equipas do Laboratório Nacional de Energia e Geologia (LNEG) com o objetivo de cartografar e estudar detalhadamente algumas das formações geológicas aflorantes e estruturas tectónicas (Morais *et al.*, 2023).

Deste estudo resultou a identificação de áreas de calcretos, especialmente no sector mais a leste da referida linha (Bloco C). Os calcretos são rochas resultantes da carbonatação devido ao contacto de água carbonatada superficial ou freática com diferentes tipos de litologias. Estas litologias são cimentadas ou substituídas por carbonato de cálcio de origem continental e ocorrem em diversos tipos de ambientes e geografias.

Este trabalho tem como objetivo estudar a ocorrência de calcretos associados aos granitos e aos sedimentos miocénicos que afloram na área de estudo, nomeadamente: i) descrever e caracterizar geoquimicamente os processos de calchificação; ii) identificar eventuais diferenças entre os calcretos associados ao granito (cinzento de Santa Eulália) e aos sedimentos do Miocénico; iii) analisar a eventual existência de mais do que um episódio de calchificação; iv) aferir resultados de análise obtidos com equipamento de FRX portátil; e v) considerar a área de estudo e outras áreas de calchificação no território e analisar a sua relevância em termos cartográficos.

2. Enquadramento Geológico

O traçado geral da linha corresponde a um transepto regional inserido na Zona de Ossa-Morena e atravessa essencialmente formações metassedimentares (e metavulcânicas intercaladas) do Ediacárico ao Devónico, rochas ígneas intrusivas nestas mesmas seqüências e ainda sedimentos do Cenozoico da bacia do Guadiana. Em concreto, as formações metassedimentares e metavulcânicas integram o Sector Alter do Chão-Elvas enquanto as rochas ígneas correspondem ao Granito de Santa Eulália. Por sua vez, os sedimentos cenozoicos são constituídos por conglomerados, arenitos e lutitos da formação de Moura-Elvas, do Miocénico (Ferreira e Piçarra, 2020). Algumas destas litologias encontram-se fortemente afetadas por processos de calchificação, sendo evidente o desenvolvimento de calcretos afetando granitos e sedimentos miocénicos conglomeráticos e areno-argilosos indiscriminadamente, com distribuição relevante em área e em profundidade.

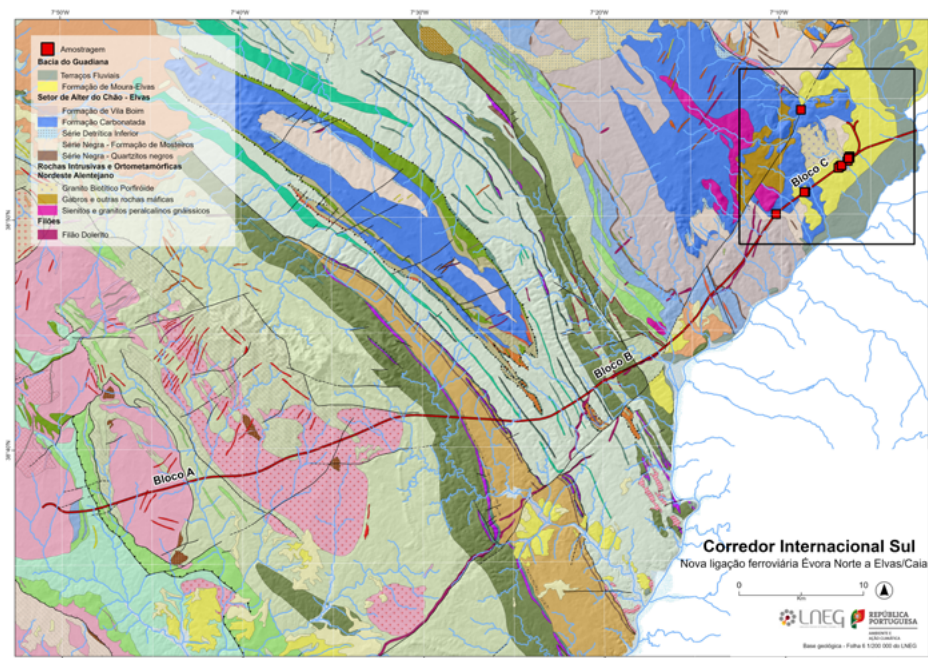


Figura 1. Enquadramento geológico da área de estudo no contexto da Zona de Ossa-Morena (Adaptado de Ferreira e Piçarra, 2020). O quadrado preto detalha a localização do sector em estudo (Bloco C) na região de Elvas.

Figure 1. Geological map of the study area in the frame of the Ossa-Morena Zone (Adapted from Ferreira and Piçarra, 2020). The black square details the studied area (Bloco C) in the Elvas region.

Os níveis conglomeráticos calchificados apresentam fácies compatíveis com uma sedimentação do tipo *debris flow*. Nas observações de campo efetuadas verificou-se também que este depósito contém blocos e clastos arredondados de um conglomerado mais antigo, também calchificado, sugerindo que estão presentes duas gerações distintas de calchificação nos sedimentos miocénicos. Junto à falha da Messejana, intersectada na secção de estudo, onde ocorrem as fácies mais grosseiras, a unidade encontra-se basculada. A sua sedimentação foi provavelmente controlada pela reativação da falha da Messejana durante um ou vários episódios de deformação da Orogenia Alpina. O depósito grosseiro encontra-se coberto por níveis de arenolitos. De acordo com Moya Palomares *et al.* (2000), esta sucessão sedimentar é atribuída à Unidade Superior da bacia do Guadiana, que se inicia nesta área com fácies proximais de leque aluvial e passa a regimes fluviais. No mesmo estudo (e referências aí contidas), refere-se que se deu a instalação, no final do Miocénico, de um regime lacustre com deposição de carbonatos laminados. Considerando que, em termos regionais, a unidade mais recente afectada por este processo corresponde à formação de Esbarrondadoiro, unidade litostratigráfica ocorrente na bacia de Alvalade, datada do Messiniano na área de Ferreira do Alentejo (Pais *et al.*, 2012), admite-se que o evento messiniano será o último episódio de calchificação regional, o que está de acordo com a interpretação de Brum da Silveira *et al.* (2009).

3. Metodologia

Como contributo para o acompanhamento e cartografia de detalhe considerou-se importante a caracterização geoquímica dos processos de calchificação, com destaque para os calcretos associados ao granito e aos sedimentos miocénicos (conglomerados). A metodologia adotada integrou a aquisição de dados de fluorescência de Raios-X portátil (FRXp) com equipamento Hitachi, série X-MET8000, usando o método Mining LE-FP (*light elements fundamental parameter*), com leitura durante 60 segundos. Foram escolhidos 17 locais de amostragem divididos por vários taludes de escavação nas imediações da linha férrea, numa pedreira e num talude de estrada. Nos locais de obra (taludes de escavação) em que as condições de segurança e acesso ao afloramento o permitiam foram realizados perfis verticais

de amostragem e aquisição de dados com FRXp, sendo utilizado um espaçamento médio de 50 cm (seis pontos de amostragem em cada um dos perfis). Foram, portanto, realizadas análises de FRXp *in situ* e realizada simultaneamente, nos mesmos locais, a colheita de amostras para posterior repetição das análises com FRXp em bancada. A análise em perfil pretende, determinar possíveis variações na distribuição do CaO, MgO, SiO₂ e de outros óxidos e elementos (o equipamento de FRXp não efectua leitura do elemento Na). Para a referenciação de dados no campo, foram utilizados dispositivos móveis com recurso a formulários inteligentes, nomeadamente a *app* Survey 123 (desenvolvida pela ESRI), permitindo de forma bastante simples a aquisição e centralização de informação sobre cada uma das amostras adquiridas, nomeadamente coordenadas, descritivo, litologia, etc. sendo possível adicionar várias fotografias a cada conjunto de amostras. Como referido, foram, sempre que exequível, recolhidas amostras dos locais de análise *in situ* para permitir a repetição em gabinete das análises de FRXp com o equipamento montado em bancada. Sempre que possível a análise foi realizada na amostra tal qual e em amostra moída e homogeneizada e realizaram-se duas leituras, sendo o resultado apresentado correspondente à sua média. As condições de segurança em obra não permitiram a amostragem para repetição da sua análise em bancada do granito aflorante na pedreira. A amostragem ao longo de perfis verticais acabou por privilegiar as áreas de calchificação em taludes de sedimentos da bacia do Guadiana. Os resultados obtidos com a FRXp em campo e em bancada foram comparados. Foram ainda seleccionadas sete amostras para análise em espectrómetro de FRX de dispersão λ , PHILIPS (Malvern PANalytical), modelo PW2404, de forma a possibilitar a aferição da qualidade dos resultados facultados pela FRXp. As sete amostras foram crivadas a granulometria inferior a 0,075 mm e analisadas por ambas as metodologias.

4. Resultados

Os calcretos ter-se-ão originado maioritariamente por carbonatação superficial devido ao contacto com água carbonatada estagnada e à sua infiltração nas superfícies de fraqueza das rochas, sendo visível a carbonatação instalada do topo para a base das formações (Figura 2).

Tabela 1. Comparação de dados geoquímicos dos granitos de Santa Eulália obtidos por FRX portátil, em situação de campo e de bancada, com amostragem em perfil da base (0,70 m), com rocha sã, para o topo (1,40 m) com rocha calichificada. (Valores em percentagem).

Table 1. Comparison of geochemical data of Santa Eulália granites obtained by portable XRF, in field and bench situation, with sampling in profile from the base (0.70 m), with fresh rock, to the top (1.40 m) with calcretized rock. (Values in percentage).

Amostra	Comentário	MgO	K2O	Fe2O3	TiO2	SiO2	MnO	P2O5	Al2O3	CaO	Na2O
SS09 granito rocha sã (0,50 m)	campo	3,29	3,70	4,22	0,53	61,06	0,07	0,26	13,04	7,99	
SS10 granito calichificado (1,40 m)	campo	23,69	0,86	1,18	0,00	19,97	0,02	0,12	4,49	43,04	
SS10 granito sã (0,70 m)	bancada	2,88	4,46	4,31	0,48	62,90	0,13	0,24	14,55	4,59	
SS10 granito calichificado (1,40 m)	bancada	10,11	2,28	3,52	0,29	40,01	0,07	0,17	9,34	28,37	
Granito cinza de S. Eulália	bibliografia	0,68	4,56	2,83	0,24	69,16	0,08	0,13	15,88	2,22	3,61

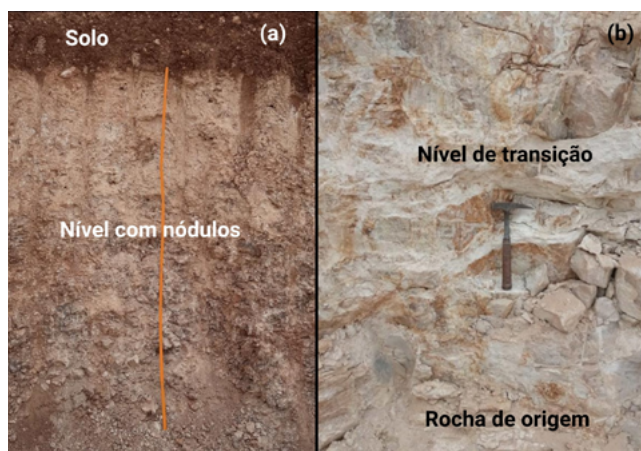


Figura 2. Aspeto dos perfis estudados ilustrando um perfil com um nível rico em nódulos dos sedimentos miocénicos (a) e um perfil de alteração em granito (b).

Figure 2. Appearance of the studied profiles illustrating a section with a nodules-rich level in Miocene sediments (a) and a weathering profile in granite (b).

A calichificação apresenta-se sob variadas formas: níveis endurecidos de carbonatos que assentam diretamente sobre substrato rochoso; níveis de carbonato de cálcio com espessura contínua, muito friáveis e praticamente sem nódulos; regiões de cimentação muito fraca com fraturas preenchidas por carbonato e com abundantes nódulos carbonatados. A compartimentação em blocos desta região da bacia do Guadiana pode ter contribuído para a diversidade de formas de calichificação encontradas. A partir das observações de campo identificaram-se diferentes níveis de calichificação: i) níveis endurecidos de carbonatos que assentam diretamente sobre substrato rochoso (*hardpan*); ii) níveis de carbonato de cálcio com espessura contínua muito friáveis e praticamente sem nódulos (*chalky/calichos*); iii) regiões com abundantes nódulos carbonatados numa matriz de cimentação muito fraca com fraturas preenchidas por carbonato e menos rica em carbonatos (nodular); iv) rocha de origem muito fraturada e calichificada.

As tabelas seguintes ilustram alguns resultados, de natureza preliminar, centrados em amostras que permitem discutir alguns dos aspetos estudados. A tabela 1 ilustra os resultados obtidos pela FRXp para a situação de campo em granito “rocha sã” (amostra SS09) e granito calichificado (amostra SS10). Exibe também os resultados das análises de FRXp em situação de bancada para amostras recolhidas em perfil vertical (SS10 aos 0,70 m e SS10 aos 1,40 m) e ilustra os valores de bibliografia do granito de Santa Eulália (rocha sã). As diferenças entre o granito calichificado (SS10) e o não calichificado (SS09) revelam-se ao nível da SiO₂,

Al₂O₃, CaO e MgO. Ainda assim, o granito não calichificado (SS09) apresenta alguma alteração quando comparado com dados publicados (Casal Moura *et al.*, 2000) no que respeita a SiO₂, Fe₂O₃ e MgO. Para as análises de bancada do perfil vertical (amostra SS10), do granito menos alterado (da base aos 0,70 m) para o mais calichificado (do topo aos 1,40 m) há uma subida dos valores do MgO e do CaO. Todos os outros óxidos demonstram uma diminuição da concentração no sentido inverso. A tabela 1 permite ainda comparar a leitura efetuada em campo e em bancada para a amostra de granito calichificado SS10, que revela um aumento dos valores da SiO₂, K₂O, Fe₂O₃ e Al₂O₃ e uma diminuição do CaO e MgO para as amostras analisadas em bancada.

Na amostragem de perfil vertical sobre o conglomerado calichificado os resultados obtidos para o CaO e para o MgO, nos taludes analisados, revelaram ser pouco conclusivos, com as concentrações destes óxidos a aumentarem ou diminuírem ao longo do perfil, não se observando uma tendência clara. Como se demonstra na tabela 2 para a amostra SS06 (SS06-1 base e SS06-4 topo), da base (0,7 m) para o topo (1,4 m), há um aumento muito pouco significativo do MgO, TiO₂, MnO, e Al₂O₃, e um pouco mais significativo de Fe₂O₃ e SiO₂, sendo esta subida mais evidente nas análises realizadas em bancada. Os valores de CaO obtidos em campo indicam uma descida da sua concentração. Esta mesma descida é observada se analisadas as três amostras de bancada, embora a amostra relativa aos 1,40 m apresente valores muito distintos de campo e de bancada.

Da observação de campo dos conglomerados identifica-se a existência de clastos centimétricos de carbonatos inseridos numa matriz também de natureza carbonatada (Figura 3). Daqui poder-se-á preconizar a hipótese da existência de várias fases de calichificação, necessitando recorrer a estudos complementares, mas que poderá explicar o facto pelo qual nos perfis em sedimentos conglomeráticos se observa uma distribuição mais errática das concentrações do CaO, do MgO e do SiO₂.

Com o objetivo de aferir a qualidade dos resultados fornecidos pelo equipamento de FRX utilizado analisaram-se sete amostras em condições idênticas com o equipamento portátil e por espectrómetro de FRX (Tabela 3). Pela análise comparativa da tabela 3, observa-se de modo generalizado que os óxidos mais abundantes apresentam uma percentagem inferior quando obtidos pelo espectrómetro, chegando a diferenças de 10-15%. A análise dos resultados obtidos deve considerar as limitações de leitura de alguns elementos do equipamento portátil, como é o caso do Na, e a existência de valores elevados relativos à perda ao rubro (LOI) que ilustra neste caso a perda de água e de outros voláteis. O recálculo de massa total efetuado pelo equipamento de FRXp justifica os resultados mais elevados que são obtidos comparativamente aos obtidos pelo espectrómetro. Os gráficos de correlação de dados (Figura 4) para os principais óxidos ilustram as retas de correlação com R=94, o que se pode considerar como francamente positivo no sentido de comprovar que os dados expeditos obtidos no campo traduzem de modo fiável a geoquímica das rochas analisadas.

Tabela 2. Comparação de dados geoquímicos dos conglomerados por FRX portátil, em situação de campo e de bancada, para diferentes profundidades do perfil vertical amostrado, da base (0,70 m – SS06 1) para o topo (SS06 4 - 1,40 m e SS06 c - 2,10 m). (Valores em percentagem).

Table 2. Comparison of geochemical data of the conglomerates by portable XRF, in field and bench situation, for different depths of the sampled vertical profile, from the base (0.70 m – SS06 1) to the top (SS06 4 - 1.40 m and SS06 c - 2.10 m). (Values in percentage).

Amostra	Comentário	MgO	K2O	Fe2O3	TiO2	SiO2	MnO	P2O5	Al2O3	CaO
SS06 1 (0,70 m)	campo	4.26	0.23	1.56	0.18	21.80	0.01	0.17	4.25	61.49
SS06 4 (1,40 m)	campo	4.33	0.21	2.38	0.22	23.75	0.14	0.18	4.86	57.98
SS06 1 (0,70 m)	bancada	3.32	0.79	4.75	0.34	20.76	0.09	0.19	3.99	59.84
SS06 4 (1,40 m)	bancada	2.76	0.34	3.42	0.29	17.63	0.07	0.18	3.25	65.90
SS06 c (2,10 m)	bancada	3.74	1.10	6.46	0.76	45.65	0.11	0.19	8.16	28.46



Figura 3. Evidência de mais do que uma fase de calchificação em clastos do conglomerado.

Figure 3. Evidence of more than one phase of calcretization in the conglomerate clasts.

5. Discussão

Sobre a descrição e caracterização dos processos de calchificação, se considerarmos o perfil ideal (Alonso-Zara e Wright, 2010) podemos constatar que encontramos ao longo da zona estudada diferentes perfis com horizontes mais ou menos desenvolvidos e calcretos em diversas fases de evolução. A compartimentação tectónica em blocos desta região da bacia do Guadiana pode ter contribuído para a diversidade de horizontes de calchificação encontrados (Moya Palomares *et al.*, 2000). A composição identificada nos calcretos associados ao granito cinza de Santa Eulália indica um aumento do Fe_2O_3 , do MgO e do CaO. A meteorização do granito, com a desintegração dos minerais ferromagnesianos, como é o caso da biotite e anfíbola (Lopes e Lisboa,

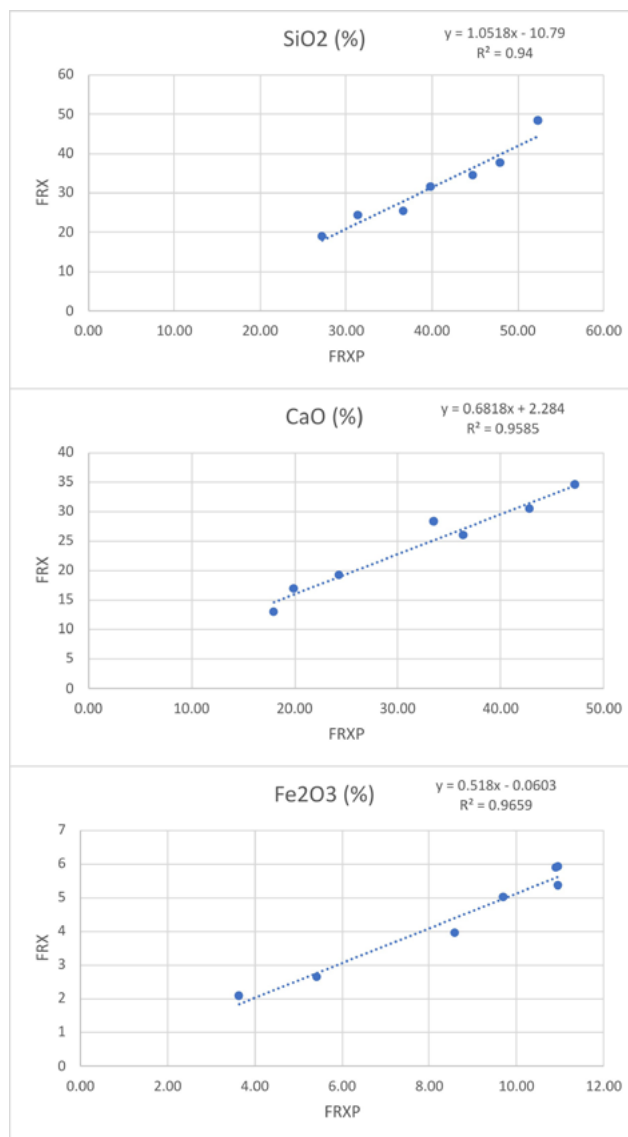


Figura 4. Retas de correlação entre os dados obtidos com FRX de campo e com equipamento de laboratório para a SiO₂, CaO e Fe₂O₃.

Figure 4. Correlation lines for SiO₂, CaO and Fe₂O₃ data obtained with XRF portable and laboratory equipment.

1998), contribui para o aumento do Fe_2O_3 e do MgO. Não sendo de excluir para este último o contributo exógeno que também justifica a abundante presença de CaO, cuja principal fonte estará nas rochas circundantes. As

Tabela 3. Comparação de resultados obtidos pelo equipamento de FRX portátil e pelo equipamento de laboratório Phillips para as mesmas amostras. (Valores em percentagem).

Table 3. Comparison of results obtained by XRF portable and Phillips laboratory equipment for the same samples. (Values in percentage).

Amostra	Comentário	MgO	K2O	Fe2O3	TiO2	SiO2	MnO	P2O5	Al2O3	CaO	Na2O	LOI	Total
SS01-02	FRXPortátil	4.39	0.62	5.43	0.56	39.83	0.13	0.15	7.16	36.39			
SS01-02	FRX Philips	3.15	0.39	2.63	0.34	31.37	0.08	<0,04	5.97	25.86	<0,20	29.96	99.75
SS09	FRXPortátil	4.40	4.85	3.65	0.00	52.38	0.07	0.22	10.92	18.06			
SS09	FRX Philips	3.62	3.78	2.06	0.1	48.11	0.05	0.13	10.73	12.87	0.73	17.77	99.95
SS16_01	FRXPortátil	3.67	0.30	9.70	0.51	31.43	0.15	0.15	6.10	42.81			
SS16-1	FRX Philips	2.49	0.23	5.01	0.28	24.02	0.09	<0,04	5.64	30.4	0.65	31.03	99.88
SS16-02	FRXPortátil	5.78	0.37	10.90	0.80	44.81	0.17	0.15	7.72	24.38			
SS16-2	FRX Philips	5.15	0.21	5.88	0.57	34.38	0.1	0.04	7.14	19.07	0.66	26.63	99.83
SS16-03	FRXPortátil	6.55	0.42	10.97	0.78	48.02	0.19	0.16	8.06	19.98			
SS16-3	FRX Philips	5.23	0.22	5.89	0.57	37.43	0.12	0.04	7.44	16.77	0.69	25.3	99.7
SS16 -04	FRXPortátil	5.13	0.19	8.58	0.47	27.21	0.14	0.16	5.45	47.28			
SS16-4	FRX Philips	3.21	0.12	3.94	0.25	18.84	0.07	0.04	4.45	34.51	0.3	34.19	99.92
SS16-05	FRXPortátil	4.83	0.43	10.95	0.82	36.66	0.18	0.15	7.41	33.57			
SS16-5	FRX Philips	3.37	0.29	5.35	0.48	25.17	0.1	0.04	6.27	28.18	0.45	30.21	99.91

elevadas percentagens de MgO em algumas das amostras analisadas já permite classificá-las como calcretos magnesianos.

Tentando identificar eventuais diferenças entre os calcretos associados ao granito (cinza de Santa Eulália) e aos sedimentos do Miocénico, no caso dos calcretos que afetam o conglomerado, da base para o topo, não ocorre variação significativa do MgO, aumentam praticamente todos os óxidos e o CaO só diminui no topo do perfil indicando que pode ter sido removido. Os clastos de conglomerados calchificados identificados nas fácies grosseiras da formação de Moura-Elvas poderão corresponder a vestígios de uma unidade mais antiga, desmantelada e redepositada, possivelmente a formação de Casa Branca (Eocénico-Miocénico Inferior) que corresponde ao primeiro episódio de sedimentação cenozoica da bacia do Guadiana e que apresenta fácies semelhantes (Brum da Silveira *et al.*, 2009; Pais *et al.*, 2012; Ferreira e Piçarra, 2020). Deste modo, existirão pelo menos dois episódios miocénicos de calchificação na região: um posterior à deposição da formação de Casa Branca e anterior à geração do conglomerado da formação de Moura-Elvas, afectando apenas a unidade mais antiga; e outro posterior à formação de Moura-Elvas. Em Portugal continental existem várias evidências de episódios quaternários de pedogénese/diagénese carbonatada, representados na cartografia geológica publicada. Na área aqui considerada, os sedimentos plio-pleistocénicos e pleistocénicos apresentam ferruginização intensa, mas não se encontrando afectados por processos de carbonatação.

A relevância destes processos, a sua extensão, distribuição regional (exemplos: Bacia de Alvalade e Bacia de Moura) e afetação de diversas litologias justificam que na cartografia geológica à escala 1/50 000 se considerem como uma unidade de pedogénese, sendo assinalada por trama própria na legenda. Sugere-se assim que a área de estudo e outras áreas de calchificação no território devem ser analisadas e identificadas a sua relevância em termos cartográficos.

Sobre a aferição das técnicas de análise com utilização de equipamento de FRX portátil, é de referir que a FRX é uma análise pontual e que os maciços são anisotrópicos e heterogéneos, daí podemos considerar que, no geral, as leituras obtidas *in situ* e

repetidas em bancada em amostras idênticas obtiveram valores, no geral, tendencialmente semelhantes, privilegiando-se a utilização do equipamento na aquisição de dados *in situ*. Dentro das suas próprias limitações o equipamento de FRX portátil obteve resultados muito semelhantes ao equipamento de FRX tradicional em amostras idênticas.

6. Conclusões

Os resultados preliminares obtidos pela FRXp em perfis verticais de alteração do granito com processos de calchificação ilustram uma tendência expectável de aumento do CaO e do MgO da base para o topo dos perfis e uma diminuição do SiO₂ no mesmo sentido. Nos perfis de alteração dos sedimentos conglomeráticos a análise não é tão conclusiva, sendo que quer em leituras efetuadas no campo quer com a posterior repetição em bancada, não há uma distribuição linear dos óxidos analisados. No caso do conglomerado não ocorre variação significativa do MgO da base para o topo do perfil, e a diminuição do CaO no topo poderá indicar a sua remoção. Trabalhos futuros deverão incluir estudos complementares de caracterização física e química (Rodrigues *et al.*, 2019) e análise petrográfica (sempre que possível), no sentido de permitir estabelecer a relação entre a rocha e os processos de meteorização e calchificação, e clarificar o período de ocorrência dos episódios de calchificação. As análises realizadas permitiram ainda a comparação de técnicas de FRX com balanço positivo para o desempenho do equipamento portátil em leituras de campo e salientar que em materiais muito heterogéneos, como no caso dos depósitos conglomeráticos, as leituras obtidas em campo e as análises realizadas em bancada em amostras colhidas no local poderão fornecer resultados muito distintos.

Agradecimentos

O Laboratório Nacional de Energia e Geologia I.P, agradece à Infraestruturas de Portugal, S.A. a disponibilização de recursos humanos e acesso à obra para os trabalhos de cartografia geológica e amostragem. O

projeto do corredor Internacional Sul é cofinanciado pela União Europeia ao abrigo do Projeto Ferrovia 2020 – Projetar Portugal na Europa.

Os autores agradecem ao colega Eng. Rogério Calvo a realização das análises em espectrómetro de FRX.

Referências

- Alonso-Zarza, A., Wright, V. P., 2010. Calcretes. In: Alonso-Zara, A M., Tanner, L. H. (Eds.), *Carbonates in Continental Settings: Facies, Environments and Processes*. Elsevier, Amsterdam, 225-268.
- Brum da Silveira, A., Cabral, J., Perea, H., Ribeiro, A., 2009. Evidence for coupled reverse and normal active faulting in W Iberia. The Vidigueira-Moura and Alqueva faults (SE Portugal). *Tectonophysics*, **474**: 184-199.
- Casal Moura, A., Grade, J., Farinha Ramos J.M., Dias Moreira, A., 2000. *Granitos e Rochas Similares de Portugal*, IGM, 184.
- Ferreira, P., Piçarra, J. (Coords.), 2020. Folha 6 da Carta Geológica de Portugal na escala 1/200 000, LNEG. ISBN: 978-989-675-074-9.
- Lopes, L., Lisboa, V., 1998. Caracterização petrográfica e estrutural dos granitos róseos do complexo plutónico de Monforte-S. Eulália (NE Alentejano). *Estudos, Notas e Trabalhos do Serviço de Fomento Mineiro*, **39**: 141-156.
- Morais, I., Albardeiro, L., Gonçalves, P., Soares, S., Solá, R., Dias, R., Ressurreição, R., Castro-Pina, M., Serra, B., Pereira, Z., Mendes, M., 2023. Contributo do acompanhamento das grandes obras de engenharia para a cartografia geológica - Caso de estudo do Corredor Internacional Sul. *Resumos do XI CNG 2023, Coimbra*, 743-744.
- Moya Palomares, M.E., Azevêdo, T.M., Rodrigues-Plaza, M., 2000. Estudio preliminar de los sistemas fluviales cenozoicos de la Cuenca del Guadiana entre Mérida y Badajoz (España). *Ciências da Terra* (UNL), **14**: 223-232.
- Pais, J., Cunha, Pedro P., Pereira, D., Legoinha, P., Dias, R. P., Moura, D., Brum da Silveira, A., Kullberg, J. C., González-Delgado, J. A., 2012. The Paleogene and Neogene of Western Iberia (Portugal): A Cenozoic Record in the European Atlantic Domain. *Springer Briefs in Earth Sciences*, Springer.
- Rodrigues, A., Dias, M., Rocha, F., Prudêncio, M., Marques, R., Russo, D., Cardoso, G., 2019. Palaeoenvironmental significance and pathways of calcrete development investigated with nuclear and related methods. *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry*, **321**: 541–556. <https://doi.org/10.1007/s10967-019-06591-w>.