

A utilização do método de resistividade eléctrica num meio granítico fracturado – aproximações e ratoeiras

Using the electrical resistivity method in a fractured granitic environment – approaches and pitfalls

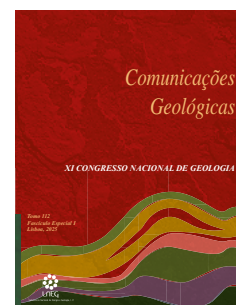
N. M. S. Alte-da-Veiga^{1*}

DOI: <https://doi.org/10.34637/3v1a-1102>

Recebido em 01/10/2023 / Aceite em 23/05/2024

Publicado online em abril de 2025

© 2025 LNEG – Laboratório Nacional de Energia e Geologia IP



Artigo original
Original article

Resumo: O método de resistividade eléctrica teve, durante um longo período do séc. XX, um amplo uso nas suas variantes de sondagem eléctrica e perfil de resistividade. Mais recentemente, conheceu uma evolução no sentido da utilização de dispositivos com eléctrodos múltiplos, com possibilidades de aquisição 2D e 3D. A interpretação de sondagens eléctricas esteve desde sempre associada basicamente a um modelo de terreno com camadas horizontais; em terrenos graníticos, esta situação pode condicionar a forma como o terreno é concebido, o que pode levar a interpretações desfasadas da realidade. Nos casos considerados, numa zona de falha em granitos, a curva de sondagem obtida tem um ajustamento mais próximo da realidade usando um modelo com limites verticais. Numa aquisição 2D, num terreno granítico com uma estruturação quer horizontal quer vertical bastante marcada, a secção obtida com Wenner-Schlumberger apresenta um artefacto, tendo o dipolo-dipolo mostrado uma melhor capacidade de diferenciação do terreno.

Palavras-chave: resistividade eléctrica, secção de resistividade, sondagem eléctrica, granito, rocha cristalina.

Abstract: For most of the last century, the electrical resistivity method was used in the two basic techniques of the electrical resistivity sounding and the resistivity profiling. Further development led to the multi-electrode devices now in use, with 2D and 3D capabilities. Traditionally, the electrical resistivity sounding requires for its interpretation the assumption of a stratified earth parallel to the surface; the translation of such an earth to the situation of a granitic terrain may affect the way in which the terrain is conceived. Specific situations considered in this work concern a granitic terrain in centre-northern Portugal. In such a geological context, the sounding curve obtained over a 130 m wide fault zone is better interpreted using a model with vertical limits. 2D acquisition and interpretation techniques have brought the capability to overcome the 1D limitations of electrical soundings and to better address terrain lateral heterogeneity; however, even in a 2D survey some issues may arise. A 235 m long 2D acquisition with Wenner-Schlumberger (WS) and dipole-dipole (DD) arrays (in the same place and in sequence) led to inverse model resistivity sections with partially different results: a vertical discontinuity centred at 150 m in the DD section is displaced to 120 m in the WS section. To gain some insight on this issue, apparent resistivity pseudo-sections with WS and DD arrays were obtained from a dike and a bloc models with the same resistivity. WS results for these models put in evidence higher overall apparent resistivity for the bloc case, but apparent resistivity data structure is basically the same for the two models. In the DD case, even though the apparent resistivity sections have a similar geometry, data structure is different: the apparent resistivities in the lower part of the sections, compared to the ones in the side areas, are, respectively, similar/

significantly lower for the bloc/dike cases; and the observable oblique bands show an almost homogeneous symmetric cross-section (bloc) but an heterogeneous character and asymmetric cross-section (dike). A final situation, concerning a field case over a simpler structured horizontally stratified terrain (alluvium) puts in evidence that the inversion algorithm creates a high/low resistivity pair in the zone concerning a surface high apparent resistivity patch. In the above concerned 2D survey, the combined effect data structure/inversion algorithm led to the creation of an artifact in the case of the WS section; the dipole-dipole showed a better capacity for terrain differentiation.

Keywords: electrical resistivity, ERT, electrical sounding, granite, crystalline rock.

¹ Universidade de Coimbra, CITEUC, Departamento de Ciências da Terra, Rua Sílvio Lima, 3030-790 Coimbra, Portugal.

* Autor correspondente / Corresponding author: ndaveiga@ci.uc.pt

1. Introdução

Ao longo do séc. XX o método de resistividade eléctrica desdobrou-se essencialmente em duas técnicas básicas: a sondagem eléctrica e o perfil de resistividade, a primeira dirigida à detecção de variações no terreno segundo um eixo vertical e a segunda orientada para a detecção de variações laterais no terreno. Na última década do século XX surgiu uma elaboração resultante, de certo modo, da junção das duas técnicas anteriores: através da utilização de uma bateria de eléctrodos previamente cravados no terreno é possível obter representações bidimensionais da variação da resistividade eléctrica do mesmo (secções 2D), sendo também possível, a partir daqui, evoluir para levantamentos 3D.

O modo como se concebe o terreno e as aproximações utilizadas podem, em maior ou menor grau, ser influenciados pelo que resulta do parágrafo anterior, em particular das sondagens eléctricas. A técnica da sondagem eléctrica requer para a sua interpretação a assunção de um terreno estratificado paralelamente à superfície do terreno, aplicando-se particularmente bem a terrenos sedimentares que cumpram esse requisito. Quando aplicada a terrenos graníticos, o análogo de um terreno estratificado é a existência de um solo e de uma “camada” de alteração cujos limites sejam sensivelmente paralelos à superfície do terreno. Teríamos assim o equivalente a três camadas, com: solo, granito alterado, granito são; dependendo das situações, o nível freático pode acrescentar mais uma transição no perfil do terreno. Em

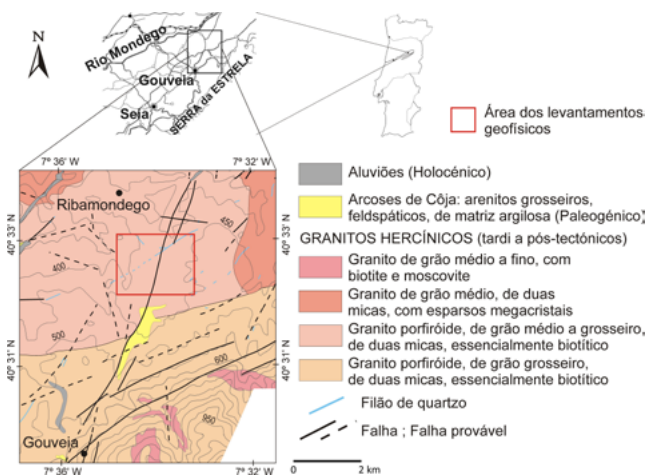


Figura 1. Carta Geológica da região em estudo (adaptada de Teixeira *et al.*, 1967; Severo Gonçalves *et al.*, 1990), com localização da área dos levantamentos geofísicos (moldura a vermelho).

Figure 1. Geological map of the study region (adapted from: Teixeira *et al.*, 1967; Severo Gonçalves *et al.*, 1990), with location of the geophysical survey area (red frame).

terrenos graníticos com solos espessos (na ordem de vários metros/dezena(s) de metros), este esquema poderá estar razoavelmente bem representado, em particular no que diz respeito ao nível de solo. Em terrenos graníticos com solos pouco espessos, constata-se, inclusivamente em afloramento, que há domínios no granito com diferentes graus de alteração, donde com diferentes resistividades eléctricas, podendo haver, por conseguinte, quer uma variação vertical quer uma variação lateral dentro do granito globalmente alterado subjacente aos solos superficiais. Tal vai obviamente repercutir-se nas curvas de sondagem e na interpretação que delas podemos fazer.

Poder-se-ia pensar que as técnicas de aquisição e interpretação 2D viriam permitir ultrapassar as questões abordadas no parágrafo anterior, e em certa medida fazem-no. Contudo, a não-unicidade dos resultados/modelos obtidos, característica dos métodos geofísicos, faz-se sentir aqui também; e, na esteira dos problemas acima mencionados, poderão estar presentes algumas limitações, com um pendor porventura mais acentuado no que diz respeito a aquisições com um dispositivo Wenner-Schlumberger, por comparação com um dipolo-dipolo (os dois dispositivos utilizados neste trabalho). Alguns autores abordaram este tipo de problemas em situações específicas, de que se podem referir os trabalhos de Carey *et al.* (2017) e AL-Hameedawi *et al.* (2021).

Na sequência dos parágrafos anteriores, este trabalho tem por objectivo pôr em evidência, no caso concreto de um meio granítico fracturado, que diferentes aproximações, ligadas à forma como se concebe o terreno, podem levar a resultados díspares no momento de interpretar os dados. E também que a técnica/método de aquisição e o próprio processo de inversão podem conduzir a artefactos, que constituem outras tantas ratoeiras na hora de interpretar os resultados.

2. Localização e enquadramento geológico

A região na qual foram realizados os levantamentos em questão neste trabalho situa-se no sopé da Serra da Estrela, na zona dos concelhos de Gouveia e Seia que se estende até ao Mondego. Nesta região são dominantes duas manchas de granitos monzoníticos, porfiróides, um de grão médio a grosso, o outro de grão grosso, de duas micas, essencialmente biotíticos, tardi a pós-tectónicos (Teixeira *et al.*,

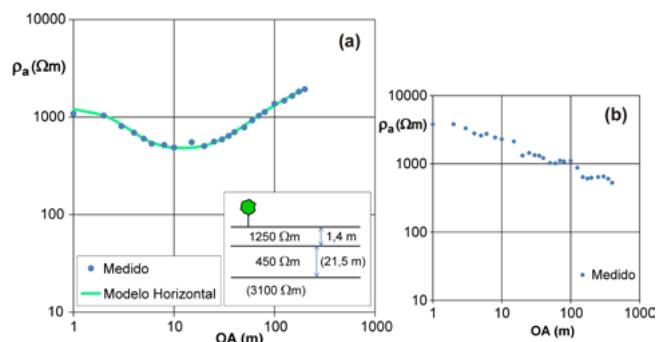


Figura 2. Sondagens eléctricas Schlumberger sobre granitos (sondagens de campo). (a) Caso com a interpretação usual segundo um modelo com limites horizontais. (b) Caso de sondagem ininterpretável. OA: metade do comprimento de linha usado em cada ponto de medição numa sondagem eléctrica.

Figure 2. Schlumberger electrical soundings over granites (field acquisition). (a) Case interpreted with the usual approach (model with horizontal limits). (b) Case of an uninterpretable sounding. OA: half of the line length at each measurement point of the soundings.

1967; Severo Gonçalves *et al.*, 1990), o que sucede também na zona específica dos levantamentos – figura 1. Esta região é atravessada por falhas com orientações principais NE-SW a ENE-WSW e NNE-SSW; a este respeito, uma discussão sobre o modo como se encara uma falha/zona de falha, no contexto deste trabalho e da geologia existente, pode ser encontrada no outro artigo do autor presente nesta publicação.

3. Material e métodos

Nas medições de resistividade eléctrica foi usado um resistivímetro Syscal Jr. As sondagens eléctricas foram realizadas com um dispositivo Schlumberger. Os levantamentos de resistividade eléctrica 2D foram realizados com um espaçamento entre eléctrodos de 5 m, numa sequência de aquisição de 48 eléctrodos; foram usados os dispositivos Wenner-Schlumberger e dipolo-dipolo. Na construção de modelos foram usados os programas Res3Dmod e Res2Dmod. Utilizou-se o programa Res2DInv no processamento dos dados 2D de campo: no caso da figura 5 foi usado um método de inversão robusta, e no caso da figura 8 usou-se um método de inversão suave (deGroot-Hedlin e Constable, 1990; Loke *et al.*, 2003).

4. Resultados e discussão

O modelo usualmente associado à interpretação de sondagens eléctricas é o de um terreno com camadas horizontais, e é para este tipo de situação que durante largo tempo foram sendo desenvolvidos algoritmos para cálculo de curvas teóricas. Esta associação tão marcada pode condicionar a forma como o terreno é percebido e a aproximação a usar no momento de interpretar sondagens eléctricas realizadas em terrenos graníticos. A questão que aqui se levanta pode de alguma forma ser ilustrada pelas sondagens da figura 2 (sondagens reais, de campo), adquiridas no âmbito da caracterização de maciços graníticos fracturados com métodos geofísicos. Na figura 2a está representada uma sondagem eléctrica Schlumberger que facilmente poderia ser interpretada segundo um modelo com limites horizontais: teríamos 3 camadas, com uma relação de resistividades $\rho_1 > \rho_2 < \rho_3$, que poderíamos associar a uma camada superficial de solo, seguida de granito alterado, com granito pouco a não alterado na base. Contudo, a realidade pode ser um tanto ou quanto diferente, como veremos abaixo num outro caso. A sondagem na figura 2b evidencia uma situação que não levanta dúvidas quanto à impossibilidade de interpretação segundo

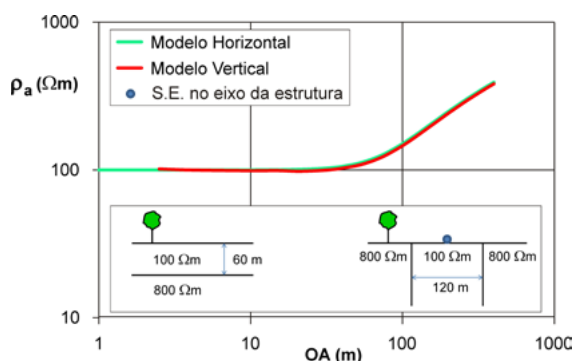


Figura 3. Curvas sintéticas de sondagens eléctricas Schlumberger geradas segundo um modelo com limites horizontais e segundo um modelo com limites verticais (sondagem realizada no eixo da estrutura). Programa usado: Res3Dmod.

Figure 3. Synthetic Schlumberger electrical sounding curves obtained from a model with horizontal limits and from a model with vertical limits (sounding undertaken in the structure axis). Used software: Res3Dmod.

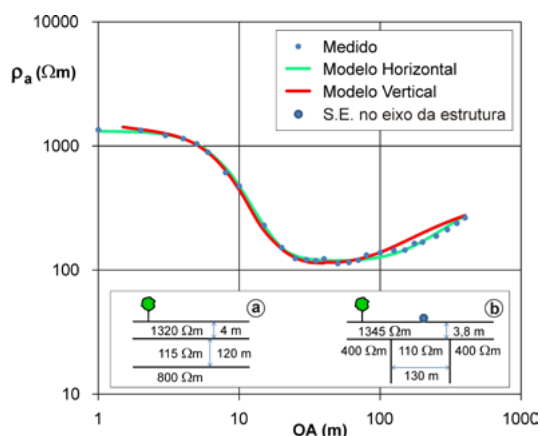


Figura 4. Sondagem eléctrica Schlumberger sobre zona de falha em granito (sondagem de campo), interpretada segundo um modelo horizontal e segundo um modelo vertical/misto. Programa usado: Res3Dmod.

Figure 4. Schlumberger electrical sounding over a fault zone in granite (field acquisition), interpreted on the basis of a horizontal model and on the basis of a vertical/mixed model. Used software: Res3Dmod.

um modelo com limites horizontais.

Como aproximação à interpretação de sondagens eléctricas segundo um modelo com limites verticais/outros temos o trabalho de Mundry e Homilius (1972), e alguns anos depois o de Bernabini e Cardarelli (1991). Actualmente, programas como o Res3Dmod, que está por detrás das representações da figura 3, permitem a criação de modelos com limites não horizontais com relativa facilidade. Nesta figura 3 temos a curva de resistividades aparentes gerada a partir de um modelo de duas camadas horizontais ($\rho_1 = 100 \Omega\text{m}$; $\rho_2 = 800 \Omega\text{m}$) em que a primeira camada tem uma espessura de 60 m, usando um dispositivo Schlumberger. Está também representada a curva de resistividades aparentes obtida a partir do modelo de um dique (modelo para uma zona de falha) em que estão em jogo os mesmos valores de resistividade do modelo com limites horizontais ($800 \Omega\text{m} / 100 \Omega\text{m} / 800 \Omega\text{m}$), e no qual a largura considerada corresponde ao dobro da espessura da primeira camada do modelo horizontal (120 m). No caso do dique, a sondagem é realizada perpendicularmente ao plano da figura, no eixo do dique. Como se pode constatar, as curvas são idênticas, ou seja, sobrepõem-se totalmente.

A figura 4 corresponde a um caso de campo em que a interpretação usual (modelo “a”, com limites horizontais) leva a considerar uma situação com 3 camadas com uma relação de resistividades $\rho_1 > \rho_2 < \rho_3$. Na realidade, esta sondagem foi executada no eixo de uma zona de falha com cerca de 130 m de largura, em posição um pouco excêntrica, pelo que é o modelo “b” que melhor representa a situação de terreno, ainda que o ajustamento na parte final da curva não seja tão bom como no modelo “a”. Como se pode constatar, o modelo “b” é misto: tem uma camada superficial horizontal, correspondendo a uma zona de solo, seguida do «dique»/ zona de falha propriamente dita com granito muito alterado ($110 \Omega\text{m}$); é de notar que o granito presente lateralmente, com resistividade $400 \Omega\text{m}$, também não é um granito são.

O desenvolvimento da técnica de aquisição com eléctrodos múltiplos e de algoritmos de processamento de dados 2D/3D veio permitir ter em conta, simultaneamente, variações verticais e laterais no terreno, situação para a qual as sondagens eléctricas não estão talhadas. Contudo, também aqui podem surgir problemas e limitações.

Na figura 5 encontram-se representados os resultados duma aquisição 2D em terreno granítico numa extensão de 235 m: na figura 5a, a pseudo-secção de resistividades aparentes relativa à aquisição com um dispositivo Wenner-Schlumberger (WS); na figura 5b, a secção de resistividade WS resultante da inversão dos dados da figura 5a; e na figura 5c, a secção de resistividade resultante da inversão de uma aquisição em dipolo-dipolo (DD). Faz-se notar que estas secções foram obtidas exactamente no mesmo sítio e nas mesmas condições (medições realizadas em sequência). Nas secções de resistividade WS e DD é visível a presença de um nível mais superficial, atingindo profundidades que variam entre 6/7 m e 13/15 m, sensivelmente subhorizontal, cuja base apresenta contornos mais regulares no caso da secção WS. Este nível é ele próprio heterogéneo, com variações de resistividade entre os $200/230 \Omega\text{m}$ e os $700/800 \Omega\text{m}$, em ambas as secções. Para lá de uma camada superficial de solos delgados, este nível corresponde na sua maior parte a granito alterado, com variações laterais do grau de alteração. Abaixo deste primeiro nível, ocorre um segundo nível, descontínuo, com resistividades que ultrapassam os $2000 \Omega\text{m}$ e que corresponde ao granito mais são presente a maior profundidade. É de notar a presença de duas descontinuidades verticais neste segundo nível: uma primeira, mais reduzida, aos 40/45 m, presente tanto na secção WS como na DD; e uma segunda, de maior dimensão, centrada sensivelmente aos 120 m na secção WS e aos 150 m na secção DD. Precisamente esta disparidade de posicionamento da segunda descontinuidade levanta problemas, uma vez que a aquisição de dados teve lugar exactamente no mesmo sítio para as duas secções; podemos adiantar que no caso da secção WS estamos em presença de um artefacto.

Com o intuito de analisar o que está por detrás desta disparidade de resultados foram feitas duas abordagens distintas: uma primeira dirigida à análise da estrutura de dados nos casos WS e DD; a segunda relacionada com particularidades dos resultados do próprio algoritmo de inversão. Na primeira destas abordagens foram elaborados dois modelos simples: um primeiro correspondendo a um dique com 30 m de largura, e um segundo a um bloco cuja base se encontra a 8 m de profundidade e com largura igual à do dique. As resistividades do dique e do bloco são iguais, e em ambos os casos de valor inferior à resistividade do encaixante. Obtiveram-se as pseudo-secções de resistividade aparente relativas a cada um dos modelos com os dois dispositivos anteriores – WS e DD. A diferença nos resultados obtidos com o dispositivo WS *versus* o DD é patente quando se compara a figura 6 com a figura 7. Contudo, a análise mais reveladora tem que ver com a comparação dos

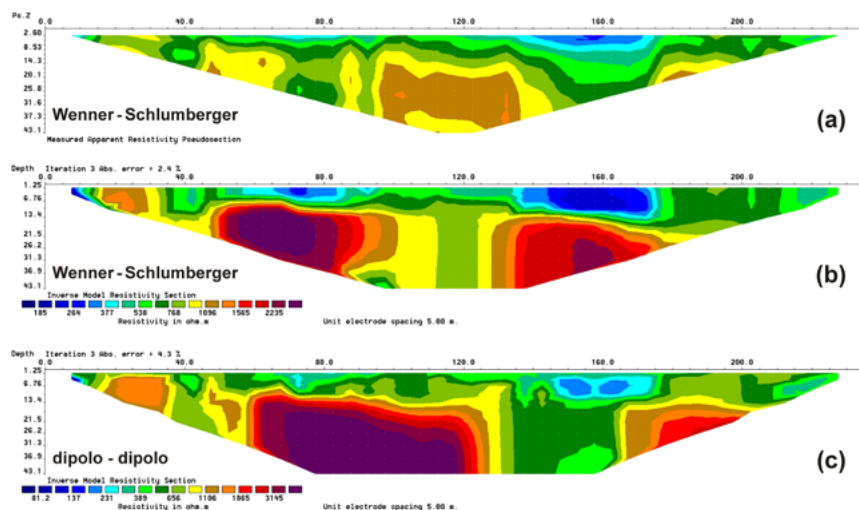


Figura 5. (a) Pseudo-seção de resistividades aparentes; aquisição com dispositivo Wenner-Schlumberger (WS). (b) Secção de resistividade WS resultante da inversão dos dados de campo da Figura 5a. (c) Secção de resistividade resultante da inversão de uma aquisição em dipolo-dipolo. Programa usado: Res2DInv.

Figure 5. (a) Apparent resistivity pseudo-section; acquisition with a Wenner-Schlumberger (WS) array. (b) WS resistivity section obtained from inversion of field data in Figure 5a. (c) Resistivity section obtained from inversion of acquisition with a dipole-dipole array. Used software: Res2DInv.

resultados obtidos para um mesmo dispositivo nas duas situações (dique e bloco).

Em WS (Figura 6) a estrutura de dados é muito semelhante para o dique e para o bloco: há uma zona central com limites verticais cujas posição e largura coincidem com as do dique/bloco e com resistividades aparentes mais baixas que as observadas lateralmente; em ambos os casos, nesta zona central, nos primeiros metros perto da superfície a resistividade aparente é mais baixa, apresentando valores superiores e com pouca variação em profundidade. Comparativamente ao dique, no caso do bloco os valores absolutos das resistividades aparentes são mais elevados, quer na zona central quer nas laterais; mas a estrutura de dados em si é semelhante à do dique. A única diferença está na existência, no caso do dique, de uma mancha de resistividade aparente um pouco mais elevada, na zona central, entre os 5-18 m de profundidade; mas o contraste com a parte da zona central que lhe fica abaixo é pouco acentuado.

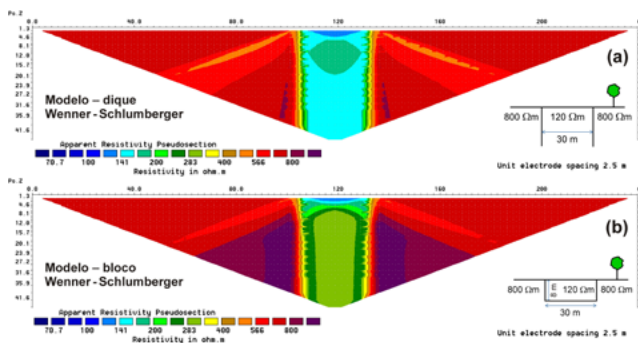


Figura 6. (a) Pseudo-seção de resistividade aparente sintética (Wenner-Schlumberger) obtida a partir do modelo de: dique com resistividade 120 $\Omega\text{m}/30\text{ m}$ de largura + encaixante com resistividade 800 Ωm . (b) idem a partir do modelo de: bloco com resistividade 120 $\Omega\text{m}/30\text{ m}$ de largura/base a 8 m de profundidade + encaixante com resistividade 800 Ωm . Programa usado: Res2Dmod.

Figure 6. (a) Synthetic Wenner-Schlumberger apparent resistivity pseudo-section obtained from the model of a: dike with resistivity 120 $\Omega\text{m}/30\text{ m}$ width + country rock with resistivity 800 Ωm . (b) idem from the model of a: bloc with resistivity 120 $\Omega\text{m}/30\text{ m}$ width/bottom at 8 m depth + country rock with resistivity 800 Ωm . Used software: Res2Dmod.

No caso do DD (Figura 7) a geometria das diversas manchas de resistividade aparente, para o dique e para o bloco, também é semelhante entre si. Mas, ao contrário do WS, há algumas diferenças marcadas entre os dois casos: no caso do bloco (Figura 7b), o «triângulo central», que se desenha abaixo dos 8 m de profundidade, tem resistividades aparentes semelhantes às das duas manchas triangulares laterais; no caso do dique (Figura 7a), as resistividades aparentes desse «triângulo central» são mais baixas e contrastadas por comparação com as manchas laterais. Também no caso das duas bandas oblíquas que convergem para o ponto central da pseudo-seção, observando-se a evolução das resistividades aparentes segundo uma perpendicular a essas bandas, há uma certa homogeneidade e simetria no que ao bloco diz respeito, enquanto no caso do dique há uma clara assimetria. A estrutura de dados apresenta, por conseguinte, diferenças para o dique e para o bloco.

A figura 8 ilustra o segundo tipo de situação que se coloca, relacionada com particularidades dos resultados do algoritmo de inversão. Esta figura diz respeito a uma aquisição sobre as aluviões do Baixo-Mondego (com WS e DD), caso com uma estruturação mais simples que o da figura 5, essencialmente subhorizontal. Na pseudo-seção de resistividades aparentes (Figura 8a) é visível uma mancha superficial centrada nos 120 m com resistividades aparentes localmente elevadas, atingindo valores acima dos 500 Ωm ; embora menos acentuada, há uma outra pequena mancha por volta dos 275-300 m; em profundidade, as resistividades aparentes estão compreendidas no intervalo 65-110 Ωm . Como se pode comprovar nas secções de resistividade (Figs. 8b e 8c), o algoritmo de inversão tende a criar contrastes de resistividade muito acentuados entre as manchas superficiais atrás mencionadas e a zona que lhes está imediatamente abaixo, e isto somente com três iterações.

5. Discussão geral

Da análise levada a efeito na secção anterior resulta que a inversão dos dados de resistividade aparente adquiridos em WS conduz neste caso à criação de um artefacto (Figura 5), conforme já mencionado. Tal está ligado à própria estrutura de dados gerada em WS e ao facto do algoritmo de inversão, no processo de convergência, na presença de uma zona (em particular superficial) com resistividade

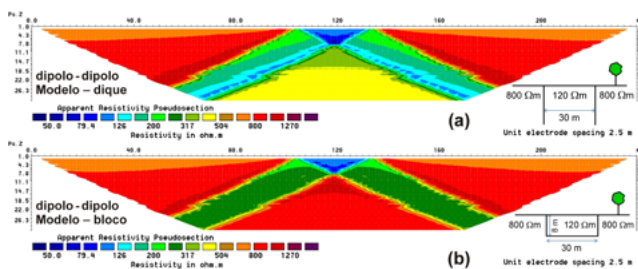


Figura 7. (a) Pseudo-secção de resistividade aparente sintética (dipolo-dipolo) obtida a partir do modelo de: dique com resistividade 120 $\Omega\text{m}/30\text{ m}$ de largura + encaixante com resistividade 800 Ωm . (b) idem a partir do modelo de: bloco com resistividade 120 $\Omega\text{m}/30\text{ m}$ de largura/base a 8 m de profundidade + encaixante com resistividade 800 Ωm . Programa usado: Res2Dmod.

Figure 7. (a) Synthetic dipole-dipole apparent resistivity pseudo-section obtained from the model of a: dike with resistivity 120 $\Omega\text{m}/30\text{ m}$ width + country rock with resistivity 800 Ωm . (b) idem from the model of a: bloc with resistivity 120 $\Omega\text{m}/30\text{ m}$ width/bottom at 8 m depth + country rock with resistivity 800 Ωm . Used software: Res2Dmod.

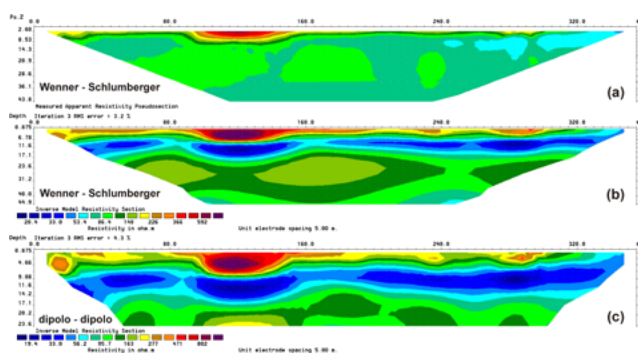


Figura 8. Aquisição sobre aluviões do Baixo-Mondego. (a) Pseudo-secção de resistividade aparente (Wenner-Schlumberger). (b) Secção de resistividade resultante da inversão dos dados de campo em (a). (c) Secção de resistividade resultante da inversão dum aquisição em dipolo-dipolo no mesmo local de (a). Programa usado: Res2Dinv.

Figure 8. Acquisition over Baixo-Mondego alluvium. (a) Apparent resistivity pseudo-section (Wenner-Schlumberger). (b) Resistivity section obtained from the inversion of field data in (a). (c) Resistivity section obtained from the inversion of dipole-dipole data (acquired in the same location as (a)). Used software: Res2Dinv.

aparente baixa/elevada relativamente ao encaixante, tender a gerar um par de manchas com resistividades muito contrastadas. Na figura 5a, entre os 140-170 m há uma zona superficial de resistividade aparente mais baixa que o geral; na secção de resistividade resultante da inversão (Figura 5b), é patente a presença de uma mancha com resistividade mais baixa que a resistividade aparente na figura 5a, por baixo da qual foi criada uma mancha de resistividade elevada. Um padrão semelhante é também observável na zona entre os 50/55-90 m. E, em consequência, a descontinuidade vertical é deslocada para o intervalo 90/95 - 130 m (Figura 5b).

É de notar que este padrão de criação, pelo processo de inversão, de um par de manchas de resistividade baixa/alta também pode estar presente em aquisições com DD; é o caso nas aluviões do Baixo Mondego da figura 8c, em que a estrutura geral é fortemente horizontalizada. Mas no caso do granito da figura 5, em que há quer uma estruturação horizontal marcada, quer a presença de descontinuidades verticais/uma estruturação vertical também

muito marcada, a estrutura de dados gerada pela aquisição em DD é suficientemente diferenciadora para que o processo de inversão seja primeiramente condicionado pela descontinuidade vertical entre os ~130 - 165 m, em detrimento da criação desses pares de manchas. Este maior poder diferenciador do DD relativamente ao WS foi ilustrado na figura 7 e análise associada, em relação com a estrutura de dados/resistividades aparentes gerada em duas situações distintas.

Por fim, há uma situação que levanta imediatamente a suspeita da existência de um artefacto na secção de resistividade WS: a forte discrepância entre o padrão das manchas de resistividade aparente que é possível observar na pseudo-secção da figura 5a e as manchas de resistividade da secção WS na figura 5b.

6. Conclusão

Os casos apresentados mostram que em terrenos graníticos a forma como se encara o terreno pode ser determinante para a interpretação que se venha a fazer dos resultados. Isto foi particularmente posto em evidência no caso das sondagens eléctricas, podendo aproximações diferentes – mais segundo uma concepção horizontal do terreno ou mais vertical – conduzir a interpretações finais substancialmente diferentes. Na aquisição 2D e secções de resistividade geradas, a conjugação ‘estrutura de dados mais algoritmo de inversão’ levou à criação de um artefacto em Wenner-Schlumberger, tendo o dipolo-dipolo mostrado uma melhor capacidade de diferenciação de um terreno em que há quer uma estruturação horizontal quer vertical bem marcadas.

Referências

- AL-Hameedawi, M. M., Thabit, J. M., AL-Menshed, F. H., 2021. Some notes about three types of inhomogeneity and their effect on the electrical resistivity tomography data. *Journal of Applied Geophysics*, **191**: 104360. <https://doi.org/10.1016/j.jappgeo.2021.104360>.
- Bernabini, M., Cardarelli, E., 1991. Geoelectrical surveys of dipping structures. *Geophysical Prospecting*, **39**: 953-966.
- Carey, A. M., Paige, G. B., Carr, B. J., Dogan, M., 2017. Forward modeling to investigate inversion artifacts resulting from time-lapse electrical resistivity tomography during rainfall simulations. *Journal of Applied Geophysics*, **145**: 39-49. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jappgeo.2017.08.002>.
- deGroot-Hedlin, C., Constable, S., 1990. Occam's inversion to generate smooth, two-dimensional models from magnetotelluric data. *Geophysics*, **55**: 1613-1624.
- Loke, M. H., Acworth, I., Dahlin, T., 2003. A comparison of smooth and blocky inversion methods in 2D electrical imaging surveys. *Exploration Geophysics*, **34**: 182-187.
- Mundry, E., Homilius, J., 1972. Resistivity measurements in valleys with elliptic cross-section. *Geophysical Prospecting*, **20**: 341-362.
- Severo Gonçalves, L., Araújo, J. R. F., Ferreira Pinto, A. F., Fonseca, E. C., Serrano Pinto, M. C., 1990. *Folha 17-B Fornos de Algodres da Carta Geológica de Portugal na escala 1/50 000*. Serviços Geológicos de Portugal, Lisboa.
- Teixeira C., Brito de Carvalho, L. H., Paula Santos, J., Martins Peres, A., Barros, R. F. (Coords.), 1967. *Notícia Explicativa da Folha 17-D Gouveia da Carta Geológica de Portugal na escala 1/50 000*. Serviços Geológicos de Portugal, Lisboa, 28.