



João Carvalho possui os graus de Mestre em Ciências Geofísicas e o Doutoramento em Física, ambos na Especialidade de Geofísica Interna pela Universidade de Lisboa. Desde 2013, é Investigador Auxiliar no LNEG, onde tem efetuado o desenvolvimento e aplicação de métodos sísmicos a problemas de Recursos Naturais, Geotecnia, Hidrogeologia, Geotermia e Neotectónica, entre outros. Participou em mais de 30 projetos de investigação científica. Orientou e foi júri de diversas teses de mestrado, doutoramento e pós-doutoramentos, tendo publicado mais de 25 artigos em jornais internacionais e mais de 100 comunicações orais e escritas em encontros científicos nacionais e internacionais.



Daniela Alves é licenciada em Meteorologia, Oceanografia e Geofísica e mestre em Ciências Geofísicas pela FCUL. Em 2011, colaborou pela primeira vez com o LNEG na área da Interferometria Sísmica e Métodos Sísmicos, desde 2013, no projeto *ATESTA – Active Tectonics and Earthquake Scenarios for*

the Lower Tagus Valley. Atualmente, encontra-se contratada pelo projeto PLANAGEO, financiado pelo Governo de Angola e no qual participam o LNEG, IGME e Impulso trabalhando com métodos potenciais e radiométricos.



José Borges é licenciado e mestre pela FCUL e doutorado em Física pela Univ. Évora, e professor no Dep. Física desta última universidade e investigador no Instituto de Ciências da Terra (ICT - Polo de Évora). Integra equipas de investigação em diversos projetos nacionais e internacionais em áreas como a Sismologia, Perigosidade sísmica, Fonte Sísmica, e Arqueometria, tendo vindo a dedicar especial atenção nos últimos anos à predição de movimentos sísmicos intensos na região do Vale Inferior do Tejo.

logia, Perigosidade sísmica, Fonte Sísmica, e Arqueometria, tendo vindo a dedicar especial atenção nos últimos anos à predição de movimentos sísmicos intensos na região do Vale Inferior do Tejo.



Bento Caldeira nasceu em 1960, licenciado e pós-graduado em Física pela Fac. Ciências e Tecnologia da Univ. Coimbra; Mestre e Doutoramento em Física pela Univ. Évora, é professor no Dep. Física da Univ. Évora e investigador no ICT – polo de Évora. Integra vários projetos de investigação nacionais e internacionais

na área da Geofísica Interna (sismologia, risco sísmico e aplicação de métodos geofísicos à arqueologia). Em complemento à atividade no ensino superior e na investigação desenvolve trabalho com professores e estudantes de Física do Ensino Secundário.



João Manuel Lopes Cardoso Cabral é Geólogo, Professor Associado com Agregação do Dep. Geologia da FCUL. Foi investigador coordenador do Laboratório de Tectonofísica e Tectónica

Experimental - LATTEX desta Faculdade,

sendo presentemente investigador do Laboratório Associado Instituto D. Luiz. Tem desenvolvido investigação nos domínios da Neotectónica e Sismotectónica desde 1980, primeiro no Gabinete de Proteção e Segurança Nuclear, e depois no âmbito da sua atividade de docente da FCUL. Participou nos Estudos de Seleção de Sítios para Centrais Nucleares no território continental português e no subsequente projeto de elaboração de uma Carta Neotectónica de Portugal Continental. O principal interesse de investigação atual consiste no desenvolvimento de uma base de dados de falhas ativas do território português integrado no contexto geológico da Península Ibérica, em plataforma SIG, com ênfase na quantificação da atividade tectónica recente e aquisição de informação paleossismológica como suportes para avaliação da perigosidade sísmica regional. É autor ou co-autor de numerosas publicações científicas nacionais e internacionais sobre estas temáticas.



Ruben Pereira Dias

Coordenador da Unidade de Geologia, Hidrogeologia e Geologia Costeira, Doutoramento em Geodinâmica Interna pela FCUL, desempenha funções como Investigador Auxiliar no LNEG, no âmbito da Cartografia

Geológica do Cenozoico, Neotectónica e Sismotectónica com a identificação e caracterização de estruturas tectónicas ativas em diversas regiões de Portugal continental. É responsável pelo Projeto de Investigação da Infraestrutura Geológica e da Base de Recursos Geológicos - Programa de Cartografia Geológica de Portugal. Tem participado na elaboração de numerosas cartas geológicas, na escala 1/50 000, 1/200 000 e 1/1000000. Participou ainda diversos projetos de investigação científica como coordenador e/ou colaborador na área da cartografia geológica, perigosidade geológica e no património geológico. É co-autor de diversos trabalhos científicos publicados em capítulos de livro, revistas, congressos nacionais e/ou internacionais.



João Casacão é licenciado em Geologia e mestre com especialização em Geociências de Petróleo pela FCUL. Colaborou no projeto ATESTA em 2013 pelo Centro de Geofísica de Évora na integração de métodos geofísicos aplicados à

deteção de falhas. Desde então, tem desenvolvido investigação no âmbito de análise e modelação de bacias sedimentares e sistemas petrolíferos, contribuindo para a avaliação de potencial petrolífero. Tem apresentado comunicações científicas em congressos da especialidade, e é palestrante convidado na pós-graduação de Geociências de Petróleo da FCUL e no Mestrado de Eng.^a de Reservatórios do IST. Atualmente integra a equipa de Exploração da Galp Energia.



Rui Jorge Oliveira

nasceu em Águeda em 1985. Licenciado e mestre em Engenharia Geológica pela Univ. Aveiro, atualmente é membro colaborador do ICT – polo de Évora, enquanto aluno de doutoramento em Ciências da

Terra e do Espaço. A investigação que desenvolve está centrada no estudo de metodologias eficazes de prospeção geofísica em ambiente arqueológico e no estudo de técnicas de modelação e inversão de dados geofísicos. Desde 2013, tem participado como bolseiro em diversos projetos de investigação na área da Geofísica Aplicada.



Jaime Manuel dos Santos Leote do Rego

é Assistente Técnico no LNEG. Possui frequência da Licenciatura em Geologia e participou nos seguintes projetos: NEFITAG; SCENE; ATESTA; SISMOD / LISMOT; SismoTecto; ERSTA;

SHELT; CAPSA; AMBINISA; E-Geo; SONDMIO; Geomist; Carta Radiométrica Nacional. Coautor de cerca de 9 jornais e revistas internacionais com revisão científica, e coautor de capítulo de um livro.

Prospecção geofísica pelo método da resistividade elétrica

Rogério Mota

Núcleo de Geologia de Engenharia e do Ambiente, Dep. Geotecnia, Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Av. do Brasil, 101, 1700-066 Lisboa

rmota@lnec.pt

Resumo

Os métodos de prospecção geofísica, pela sua natureza não invasiva, têm tido uma utilização crescente na investigação do subsolo, especialmente nas áreas da geotecnia, do ambiente e da arqueologia. O artigo que se apresenta aborda um dos métodos mais utilizados: o método da resistividade elétrica. A partir de uma sumária introdução teórica, apresentam-se casos de aplicação a diferentes objetivos de investigação.

Introdução

O solo, os seus constituintes e as rochas têm diferentes capacidades de condução da corrente elétrica, base do método geofísico da resistividade elétrica. Trata-se de um método não invasivo de investigação do subsolo, que permite conhecer, a partir da superfície do terreno, as suas características geoelétricas. Este método consiste, basicamente, na injeção de corrente elétrica entre dois pontos (elétrodos A e B, na Figura 1 – dipolo de injeção), medindo-se, por meio de dois outros elétrodos (M e N – dipolo de potencial), a diferença de potencial elétrico gerado no terreno.

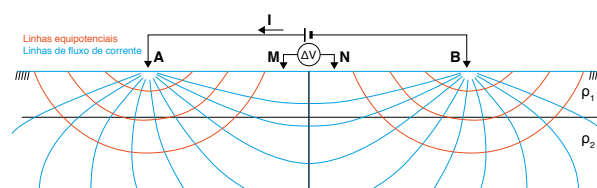


Fig. 1 – Dispositivo tetraeletródico na superfície de um meio estratificado horizontalmente. ρ_1 e ρ_2 : resistividade elétrica das duas camadas.

Dispositivos de medição da resistividade elétrica

A posição relativa entre os dipolos dá origem a diversos dispositivos e à sua correspondente designação, e tem por fim procurar cumprir com os objetivos propostos com o programa de prospecção:

- se o centro do dipolo de potencial coincide com o centro do dipolo de injeção, temos uma investigação 1D na vertical desse ponto, adequada para estudo de estruturas do tipo aluvionar, e estamos perante as denominadas sondagens elétricas verticais (SEV) (de Schlumberger,

O que influencia o maior ou o menor valor da resistividade elétrica

A resistividade elétrica constitui uma medida da resistência que um material impõe à passagem da corrente elétrica. Esta é favorecida principalmente pela presença de água nos vazios do solo ou da rocha, e pelos sais nela dissolvidos, pelo que a resistividade depende não só da porosidade do material que compõe o terreno (matriz sólida), como também do seu teor em água e da sua concentração iónica, pelo que, quanto maior for o teor em água ou a presença de material condutor, como, por exemplo, grafite ou pirite, menor é a resistividade. Outro fator que influencia a transmissão da corrente elétrica é a presença de argila, não só pela sua composição química, como também em função do seu estado de saturação (ver Tabela 1). Uma matriz sólida, como, por exemplo, um maciço granítico, pode assim ter um valor maior ou menor de resistividade elétrica, em função da presença de argila ou de um material condutor sólido e do seu teor em água, que pode variar ao longo do tempo, conduzindo a uma variação da resistividade ao longo do tempo.

se os dipolos têm diferentes dimensões, ou de Wenner, se os dipolos têm sempre a mesma dimensão – Figura 2.a);

- a conjugação de sucessivas SEV ao longo de um alinhamento permite realizar uma investigação 2D na vertical do perfil formado pelos eletrodos, ou cartas de resistividade a diferentes profundidades, se as leituras forem realizadas segundo uma malha disposta entre o dipolo de injeção (dispositivo retangular – Figura 2.b);
- no caso em que a dimensão dos dipolos de injeção e de potencial é bastante inferior à distância entre eles, a investigação é igualmente 2D ao longo do alinhamento, mas a sensibilidade destes dispositivos à variação lateral (entre dipolos) da resistividade é muito mais elevada, pelo que são adequados para deteção de estruturas como, por exemplo, zonas de fratura e intrusões (dispositivo dipolo-dipolo, por exemplo – Figura 2.c).

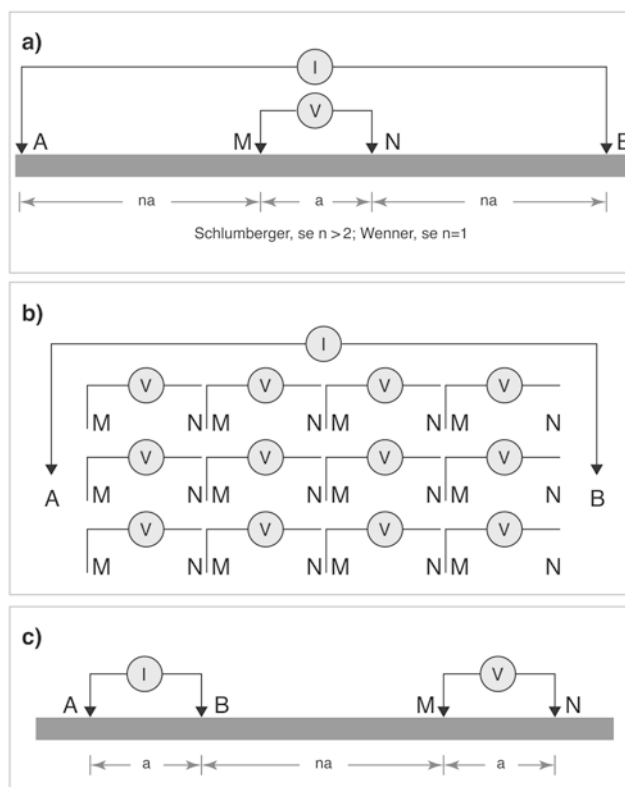


Fig. 2 – Exemplos de dispositivos de medição da resistividade elétrica: a) Schlumberger e Wenner; b) Retangular; c) Dipolo-dipolo ((a) e (c) adaptados de [2]).

Atualmente, devido ao grande desenvolvimento dos equipamentos de prospeção e dos programas informáticos de processamento dos dados recolhidos, este método é mais utilizado sob a forma de perfis de resistividade elétrica. Nestes, utiliza-se, geralmente, o dispositivo do tipo dipolo-dipolo, o qual, basicamente, consiste em proceder a um primeiro conjunto de leituras (até 10) com base na injeção no primeiro dipolo, após o que o dipolo de injeção avança para a posição seguinte no perfil, repetindo-se o processo de leituras, e assim sucessivamente até ao fim do perfil (Figura 3). Os valores de resistividade elétrica aparente assim obtidos são representados sob a forma de pseudo-seções. O processamento destes dados, com recurso a programas informáticos, resulta em tomografias de resistividade elétrica, i.e., imagens 2D do terreno em profundidade, em termos da sua resistividade elétrica.

As variações mais significativas do campo elétrico podem corresponder a heterogeneidades litológicas ou a anomalias de resistividade dos materiais (Tabela 1). A distribuição de potenciais depende do contraste de resistividade entre as estruturas subsuperficiais e o meio envolvente, dependendo ainda, a sua deteção, da sua posição relativa face ao dispositivo utilizado. Para além destas condições, existe ainda a questão da profundidade a que se encontra e a sua dimensão, uma vez que, se o objeto/alvo estiver muito profundo, é necessário aumentar muito a distância dipolar, o que vai diminuir a resolução do modelo final, pois a pseudo-seção é produzida sempre com os mesmos pontos. Na Tabela 2 constam valores da resistividade elétrica obtidos em diferentes contextos geoambientais em Portugal.

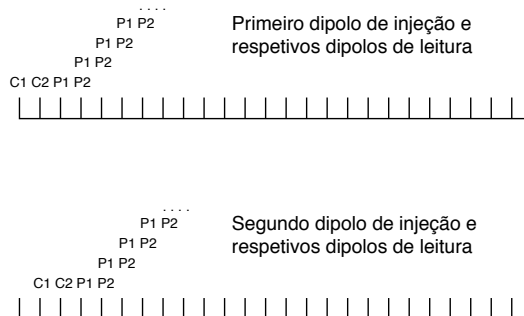
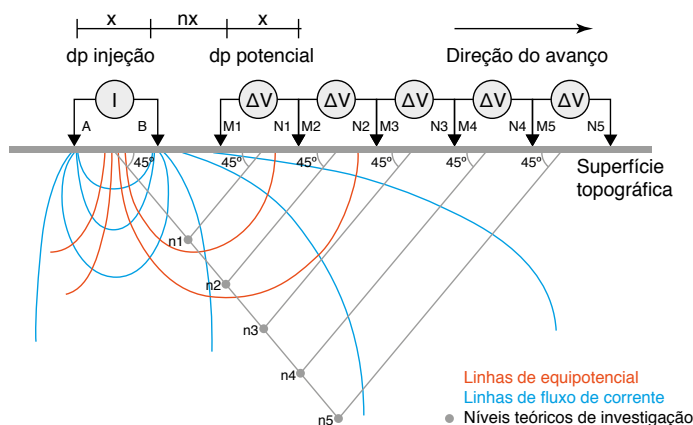


Fig. 3 – Esquema da sequência de injeções de corrente (A e B, ou C1 e C2) e de leitura de potenciais (M1, N1, ..., ou P1 e P2) do dispositivo dipolo-dipolo, e correspondentes posições teóricas em profundidade, utilizadas para a representação 2D dos dados, a partir da movimentação do dispositivo ao longo do alinhamento materializado no terreno por uma série de eletrodos (esquema da direita).