



Eletrorresistividade aplicada para a locação de um poço tubular. Estudo de caso em uma área de rochas cristalinas

Gustavo Rodrigues Martins de Moraes, discente do curso de Investigação de Subsolo FIPT/IPT
Otávio Coaracy Brasil Gandolfo, Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo - IPT

Copyright 2022, SBGf - Sociedade Brasileira de Geofísica

Este texto foi preparado para a apresentação no IX Simpósio Brasileiro de Geofísica, Curitiba, 04 a 06 de outubro de 2022. Seu conteúdo foi revisado pelo Comitê Técnico do IX SimBGf, mas não necessariamente representa a opinião da SBGf ou de seus associados. É proibida a reprodução total ou parcial deste material para propósitos comerciais sem prévia autorização da SBGf.

Resumo

Este trabalho apresenta os resultados de um levantamento geofísico que teve por objetivo a determinação de zonas favoráveis à locação de um poço tubular para captação de água subterrânea, em uma área de ocorrência de rochas cristalinas. Foram identificados dois locais com maior potencialidade e um deles foi o escolhido para a locação do poço.

Introdução

Em ambiente de rochas cristalinas, o armazenamento de água ocorre nas fraturas que, porventura, estejam presentes nos maciços rochosos.

Nestas áreas, o método da eletrorresistividade é bastante eficaz para a locação de poços destinados à captação de água subterrânea, pois permite indicar os locais mais favoráveis para a perfuração, assim como descartar aqueles onde a probabilidade de ocorrência de fraturas preenchidas com água seja baixa.

Os alvos para a locação de um poço tubular em áreas cristalinas são as zonas de baixa resistividade elétrica encaixadas em um “background” mais resistivo, identificadas no interior do maciço rochoso.

Davino (1970) utilizou SEVs (Sondagens Elétricas Verticais) em terrenos de rochas cristalinas e atentou para grandes variações laterais de resistividade que ocorrem nestes locais, devido às estruturas presentes no maciço rochoso.

Souza e Rijo (1995) constataram ainda a ineficiência em se utilizar SEVs nas regiões de cristalino, decorrente das variações laterais de resistividade nas rochas.

No ambiente de rochas cristalinas constata-se, portanto, que a técnica do Caminhamento Elétrico (CE) é a mais recomendada para ser utilizada.

Mendes et al. (1997) utilizaram com sucesso SEVs e CEs na determinação de zonas favoráveis para perfuração de poços em rocha cristalina.

Um estudo realizado por Seaton e Burbey (2002) constatou que o arranjo dipolo-dipolo é o que fornece melhor detalhe, maior profundidade de penetração e maior sensibilidade, se comparado a outros arranjos por

eles avaliados (Wenner e Wenner-Schlumberger), apesar da baixa razão sinal/ruído que apresenta.

Geologia da área de estudo

A área de estudo está inserida no contexto geológico de rochas do Grupo Serra do Itaberaba, Grupo São Roque e rochas Granitóides tipo I, sinorogênicos, do Orógeno Socorro-Guaxupé e Granitóides foliados, quimicamente indiferenciados, sin a tardicolisionais, do Orógeno Paranapiacaba.

O Grupo Serra do Itaberaba é uma sequência metavulcanossedimentar de idade mesoproterozóica definido por Juliani et al. (1986), composta pelas formações Morro da Pedra Preta, Nhanguçu e Pirucaia. As rochas do Grupo Serra do Itaberaba foram deformadas complexamente, podendo ser reconhecidos padrões de dobramentos superpostos produzidos por processos regionais, com deformações posteriores associadas às zonas de cisalhamento de Jundiuvira e do Rio Jaguari e suas sucessivas reativações. O grupo tem registrado em suas rochas dois eventos metamórficos. O primeiro atinge fácies anfíbolito ou grau médio, com variações até fácies xisto verde e, localmente, anfíbolito superior (Juliani 1993).

Em revisão litoestratigráfica a respeito dos grupos Serra do Itaberaba e São Roque, Juliani e Beljvskis (1995) propõem para o último, a subdivisão nas formações Pirapora do Bom Jesus, Piragibu, Estrada dos Romeiros e Boturuna. A Formação Estrada dos Romeiros ocorre na região de Pirapora do Bom Jesus, em contato transicional com a unidade carbonática da Formação Pirapora do Bom Jesus (Bergmann, 1988).

As litologias são pouco deformadas, com dobras de vergência para noroeste, que se apresentam mais estiradas próximas às zonas de cisalhamento (Bergmann 1988). As direções estruturais predominantes no Grupo São Roque são orientadas a ENE, havendo desvios locais para NW na região de Itu e na região do Jaraguá, bem como uma inflexão marcante para NNE na região norte de São Paulo, por efeito de falhamentos transcorrentes.

Os litotipos do Grupo São Roque sofreram metamorfismo na fácies xisto verde de baixa pressão, localmente alcançando grau metamórfico mais elevado devido à intrusão de diversos corpos graníticos no Neoproterozóico (Juliani e Beljvskis 1995).

Na unidade granitóides tipo I, sinorogênicos do Orógeno Socorro-Guaxupé foram agrupados dezoito conjuntos graníticos que ocorrem encaixados em rochas

metamórficas do Complexo Varginha-Guaxupé, predominam as composições monzogranítica, granodiorítica, monzodiorítica e diorítica com alguns termos monzoníticos, sieníticos e tonalíticos.

O conjunto de granitóides foliados, quimicamente indiferenciados, sin a tardicolisionais, do Orógeno Paranapiacaba compreende oito corpos graníticos intrusivos em domínios tectônicos diversos. As intrusões de Morro Claro/Imbiruçu, Morro Azul/Igaratá e Serra da Boa Vista compõem um conjunto mais oriental no estado de São Paulo. Os dois primeiros estão alojados em rochas do Grupo São Roque, apresentam forma alongada segundo a estruturação regional NE-SW e bordas foliadas, refletindo influência das zonas de cisalhamento de Taxaquara e Monteiro Lobato. O granitóide Serra da Boa Vista está parcialmente embutido em metapelitos e xistos do Grupo Serra do Itaberaba.

Segundo Janasi e Ulbrich (1992), a litologia principal destes corpos é composta por biotita granito-granodiorito porfirítico, cinza, com matriz inequigranular média a grosseira, orientada. Também inseridas nas unidades dos pelitos desse conjunto, destacam-se as intrusões graníticas de Gussoroca, Jundiuvira e Pau Pedra, constituídos por granitos a monzogranitos calcialcalinos (Juliani 1993).

A Figura 1 apresenta o mapa geológico com a localização da área de estudo.

Metodologia

Para o planejamento do posicionamento das linhas geofísicas na área a ser investigada, é recomendada a consulta de fotos aéreas disponíveis, mapas geológicos e topográficos. O objetivo é posicionar as linhas, preferencialmente, transversalmente às estruturas.

Uma boa prática é estabelecer uma disposição triangular ou quadrangular das linhas, de modo a interceptar as estruturas (zonas de faturamento na rocha, por exemplo) quaisquer que sejam as suas direções (Gallas, 2003).

No estudo aqui apresentado, o método geofísico utilizado foi o da eletrorresistividade. Foram realizadas SEVs para determinação da profundidade de topo rochoso (não apresentadas neste trabalho) e, decorrente dos resultados destes ensaios, foram estabelecidos os parâmetros dos CEs, de modo que o arranjo possibilitasse o alcance de profundidades suficientes para investigar o interior do maciço rochoso. Em um arranjo dipolo-dipolo a abertura entre eletrodos devem ser tais que no primeiro, ou no máximo no segundo nível de investigação, seja ultrapassada a camada de alteração superficial, solo e rocha alterada (Gallas 2003).

Nos CEs foi utilizado o arranjo dipolo-dipolo, com espaçamento entre dipolos igual a 20 m e 5 níveis de investigação em profundidade ($AB=MN=20$ m, $n=1$ até 5).

Maiores detalhes sobre o método da eletrorresistividade pode ser encontrado em Braga (2016) e informações sobre a aplicação dos métodos geofísicos para a

prospecção de águas subterrâneas podem ser obtidas em Giampá e Gonçalves (2006).

Foram realizados 4 CEs: CE1, CE2, CE3 (240 m de extensão) e CE4 (280 m de extensão). A disposição das linhas é apresentada na Figura 2

Resultados

Os dados foram processados e editados com os softwares Res2Dinv e Surfer, respectivamente (Figura 3). Observa-se claramente a posição do topo rochoso em todas as seções 2D modeladas, definida pela porção inferior de alta resistividade elétrica (em tons laranja avermelhados). A parte superior das seções (em tons azuis e verdes), de baixa resistividade, corresponde à porção de solo/material de alteração.

Foram identificadas duas anomalias nas seções CE2 e CE4, onde se observa um aparente rebaixamento do topo rochoso e/ou uma zona de baixa resistividade elétrica encaixada no meio resistivo. Com a finalidade de melhor analisar estas anomalias, foram plotados gráficos com a variação da resistividade elétrica em função da distância horizontal, correspondentes aos dois níveis mais profundos das seções geoeletrica modeladas dos caminhamentos CE2 e CE4. O retângulo vermelho pontilhado indica o local com a presença dos menores valores de resistividade elétrica ao longo da distância (Figura 4).

Os locais recomendados para a perfuração foram entre as posições 150 m e 160 m do CE4 e as posições 110 m e 120 m do CE2, sendo este último o local escolhido pelo contratante do serviço para a locação. O poço tubular resultante desta perfuração (posicionado na distância 110 m da seção) resultou em uma vazão de 3.600 l/h (Figura 5), suficiente para a finalidade à qual ele se destinava.

Conclusões

O método da eletrorresistividade, por meio das técnicas da Sondagem Elétrica Vertical (SEV) e Caminhamento Elétrico (CE), principalmente, constituem ótimas metodologias geofísicas para a investigação indireta de terrenos em áreas cristalinas, quando o objetivo for a locação de um poço tubular para abastecimento de água subterrânea, como comprova a literatura técnico-científica e o estudo de caso apresentado neste trabalho.

Agradecimentos

Os autores agradecem à empresa MINERGEIO e Administração do Condomínio Suíça da Cantareira pela cessão dos dados utilizados neste trabalho, em reconhecimento da importância na divulgação de conhecimento científico para a sociedade.

Referências

- Bergmann, M., 1988. Caracterização estratigráfica e estrutural da sequência vulcano sedimentar do Grupo São Roque na região de Pirapora do Bom Jesus, Estado de São Paulo. São Paulo. Dissertação de mestrado, Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo: 155 p.
- Braga, A. C. O., 2016. Geofísica aplicada: métodos geoeletricos em hidrogeologia. Oficina de textos, São Paulo.
- Davino, A., 1970. A importância do método de eletrorresistividade na determinação da natureza e espessura do manto de decomposição em rochas cristalinas. Boletim da Sociedade Brasileira de Geologia, vol. 9, n. 1: 99-101.
- Gallas, J. D. F., 2003. Prospecção de água subterrânea em aquíferos cristalinos com o emprego de métodos indiretos. Revista do Instituto Geológico, vol. 24, ns. 1/2: 43-51.
- Giampá, C. E. Q., Gonçalves, V. G. (editores), 2006. Águas subterrâneas e poços tubulares profundos, 1 ed. Signus Editora.
- Janasi, V. A., Ulbrich, H. H. G. J., 1992. Inventário bibliográfico de granitos do Estado de São Paulo. Boletim Instituto de Geociências. Publicação Especial, v. 11: 253 p.
- Juliani, C., Beljavskis, P., Schorscher, H. D., 1986. Petrogênese do vulcanismo e aspectos metalogenéticos associados: Grupo Serra do Itaberaba na região do São Roque - SP. 34º Congresso Brasileiro de Geologia, v.2: 730-743.
- Juliani, C., 1993. Geologia, petrogênese e aspectos metalogenéticos dos grupos Serra do Itaberaba e São Roque na região das serras do Itaberaba e da Pedra Branca, NE da cidade de São Paulo. Tese de Doutorado, Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo: 803 p.
- Juliani, C., Beljavskis, P., 1995. Revisão da litoestratigrafia da faixa São Roque/Serra do Itaberaba (SP). Revista do Instituto Geológico, vol. 16, ns. 1/2: 33-58.
- Mendes, J. M. B., Dehaini, J., Bertolo, R. A., Bernardes Jr, C., 1997. A contribuição da geofísica aplicada para a locação de poços tubulares profundos. 5th International Congress of the Brazilian Geophysical Society: 491-493.
- Seaton, W. J., Burbey, T. J., 2002. Evaluation of two-dimensional resistivity methods in a fractured crystalline-rock terrane. Journal of Applied Geophysics, vol. 51, n. 1: 21-41.
- Souza, J. A. F., Rijo, L., 1995. Sondagem elétrica vertical em região do cristalino: um exemplo de ambiguidade. 4th International Congress of the Brazilian Geophysical Society: 1003-1006.

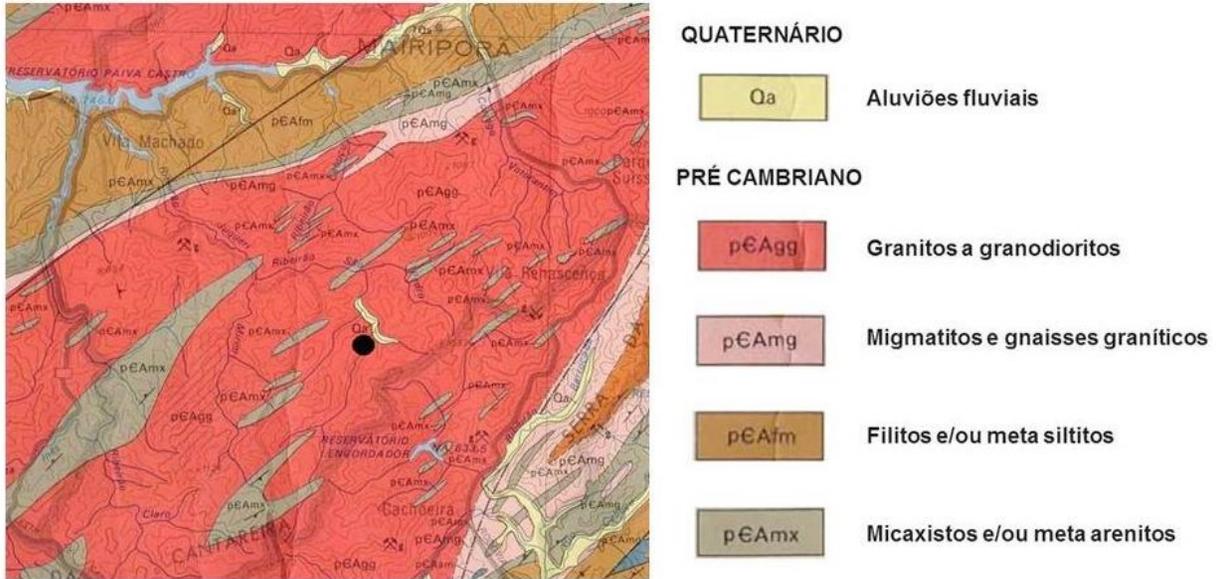


Figura 1 - Mapa geológico com a localização da área de estudo.

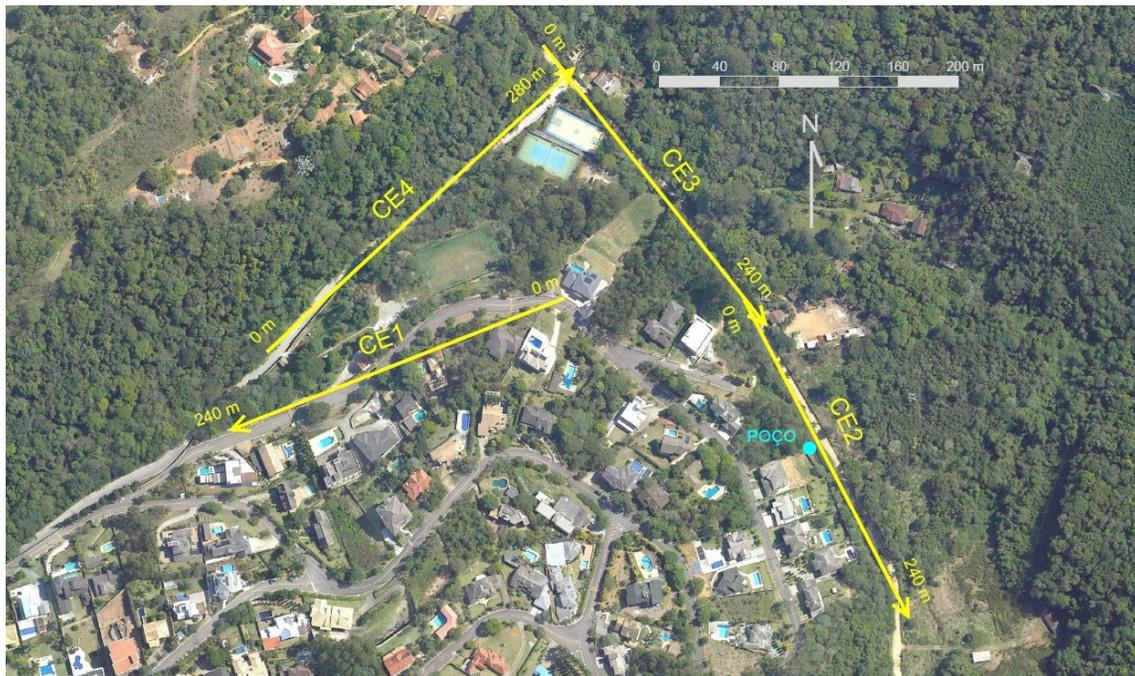


Figura 2 - Localização das linhas dos caminhamentos elétricos.

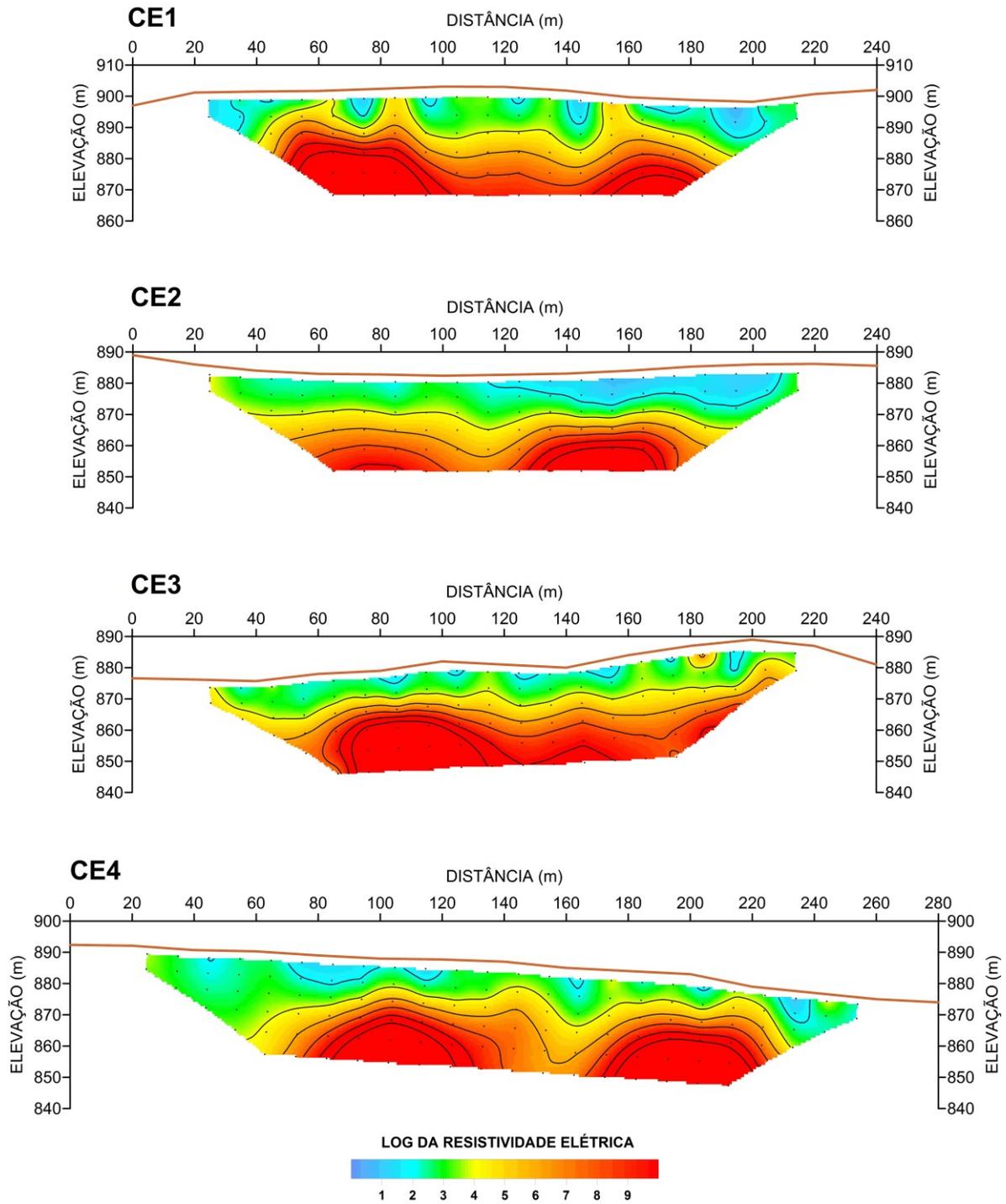


Figura 3 - Seções modeladas 2D de eletrorresistividade das linhas CE1, CE2, CE3 e CE4.

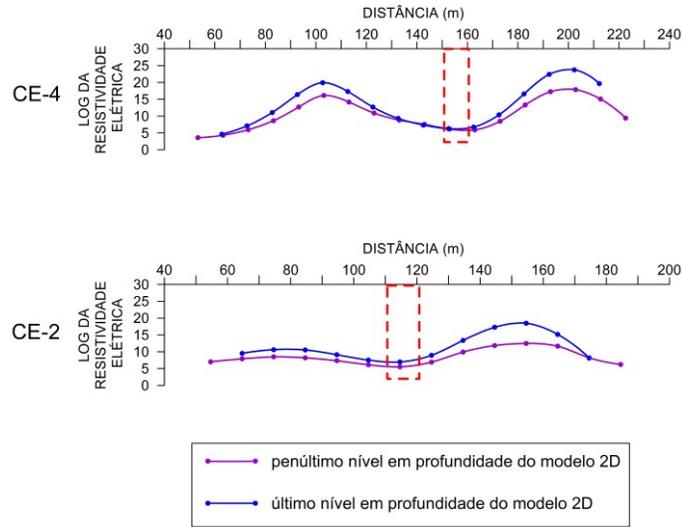


Figura 4 - Perfis com a variação lateral da resistividade elétrica obtidos dos dois níveis mais profundos das seções modeladas da Figura 3, do CE2 (abaixo) e CE4 (acima).

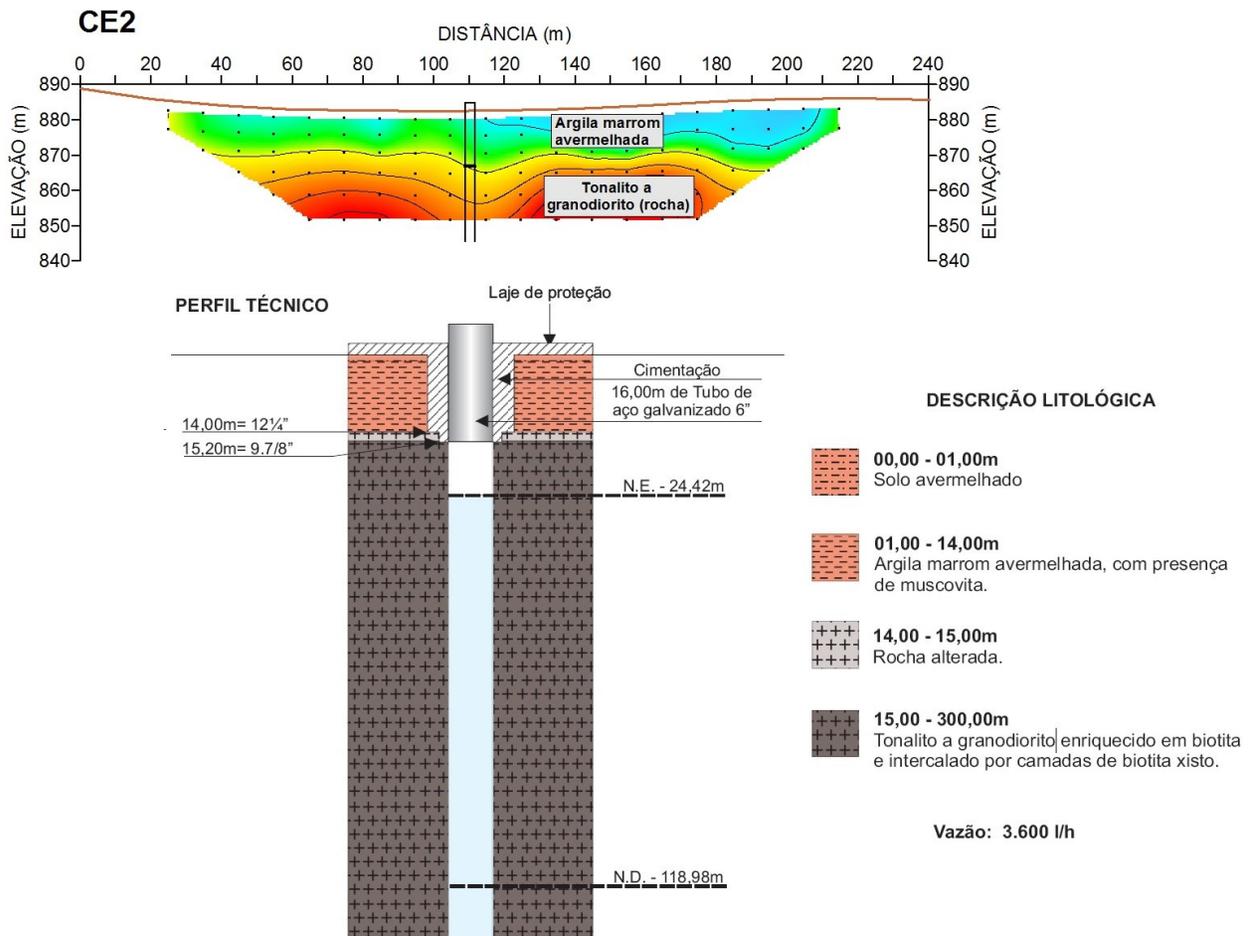


Figura 5 - Local escolhido para a perfuração e instalação do poço tubular profundo na linha do CE2. Acima, a seção modelada com a posição do poço locado. Abaixo, o perfil técnico descritivo do poço e da litologia.