

O USO DE ESTUDOS GEOFÍSICOS NA ELABORAÇÃO DE UM MODELO HIDROGEOLÓGICO, EM UMA MICROBACIA DO MUNICÍPIO DE PAULA CÂNDIDO – MG.

Giovani Paulo de Paiva¹; Eduardo Antônio Gomes Marques¹; Paulo Roberto Aranha²

Resumo – A realização de estudos geofísicos em uma microbacia no município de Paula Cândido – MG, situado na Zona da Mata Mineira, auxiliaram na interpretação da estrutura existente em subsuperfície, na determinação do nível freático e na definição da direção do fluxo subterrâneo. Com os resultados, construiu-se de um modelo hidrogeológico da área. Neste estudo foram executados dois caminhamentos elétricos (pseudo-depth section) e duas SEV's (Sondagens Elétricas Verticais). As SEV's foram executadas utilizando o arranjo clássico "Schlumberger" com 4 (quatro) eletrodos, sendo 2 (dois) de potencial e 2 (dois) de corrente. Na obtenção das seções pseudo-profundidades (Caminhamento Elétrico) utilizou-se um arranjo desenvolvido na UFMG, denominado arranjo "Cacau". Os resultados obtidos estão de acordo com observações e medições realizadas "in loco", como por exemplo, flutuações do nível d'água em piezômetros.

Palavras-Chave: Eletrorresistividade; Modelos Hidrogeológicos; Microbacias Urbanas.

Abstract – This paper presents the results of a geophysical study used as a tool to hydrogeological modeling of a small urban microbasin. Two geoelectric lines (Schlumberger arrangement) and two vertical electrical sounding ("Cacau" arrangement – developed at UFMG) were used characterize geological structures, water level position and underground flow direction. Results obtained were checked by other in situ test, such as SPT and water level determination in piezometers.

Key-words: Resistivity profile; Hydrogeological modeling; Urban Basins.

1 Universidade Federal de Viçosa – UFV; Av. PH Rolfs, SN, Departamento de Engenharia Civil, Campus Universitário, Viçosa – MG, Cep 36571-000, Tel. (31) 3899 1500 e e-mail: emarques@ufv.br, giovany@gmail.com.
2. Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG; Av. Antônio Carlos, 6.627 - Campus Pampulha, Belo Horizonte – MG, CEP - 31270-901, Tel. (31) 3499.5420 e-mail: aranha@dedalus.lcc.ufmg.br

1 - INTRODUÇÃO

A Zona da Mata de Minas Gerais, especificamente a micro-região de Viçosa, não tem tradição de exploração de recursos minerais em larga escala (IGAM, 2002)[1]. Desta forma, os dados existentes sobre a geologia e a hidrogeologia da região são muito escassos.

Em termos climatológicos, a região de Paula Cândido situa-se em região de ocorrência do clima tipo Cwa, segundo a classificação climática de Köppen, denominado mesotérmico úmido. A precipitação média anual situa-se entre um mínimo de 1200 mm e um máximo de 1500 mm. A distribuição pluviométrica mostra a existência de duas estações bem nítidas, uma seca e outra chuvosa. O período de chuvas corresponde a setembro/outubro – abril/maio, sendo novembro, dezembro e janeiro os meses com maiores precipitações. Os três meses consecutivos mais secos na região são junho, julho e agosto.

Os estudos foram realizados em uma área de ocorrência de uma nascente de água natural, que se pretende explorar comercialmente (Marques, 2003)[2].

A realização de estudos geofísicos elétricos permitiu uma melhor compreensão da movimentação de água em subsuperfície e corroborou algumas informações retiradas das sondagens a percussão realizadas na área.

2 - HIDROGEOLOGIA REGIONAL – ASPECTOS GERAIS

O mapeamento e as sondagens realizadas permitiram concluir que ocorrem basicamente dois tipos de aquíferos: os granulares (solos de alteração de rocha ou sedimentos aluvionares) e os fraturados (maciço rochoso granítico metamorfisado). Os aquíferos existentes são de importância moderada em função da distribuição territorial e dos volumes de água que podem proporcionar, sobretudo os fraturados, onde a água encontra-se restrita às zonas de fraturamento das rochas cristalinas. Entretanto, em função das necessidades de água, há unidades em ambos os tipos de aquífero que podem ser exploradas, desde que se faça um uso racional das mesmas.

O primeiro tipo refere-se aos aquíferos do tipo granular livre ou em parte confinados, em que a água encontra-se armazenada nos poros entre os grãos. São representados, na área, por uma variedade de sedimentos inconsolidados, compostos por:

- ✓ coberturas coluvionares e aluvionares (Formações Quaternárias Aluviais),
- ✓ pelos materiais que compõem as Coberturas Detrítico-Lateríticas e:
- ✓ pelos solos de alteração das rochas metamórficas pré-Cambrianas.

Estes aquíferos têm reduzida expressão areal em termos regionais, mas em termos locais podem suprir quantidades consideráveis de água. As Coberturas Detrítico-Lateríticas acumulam

água, que normalmente flui para os rios, alimentando o seu escoamento de base, enquanto uma pequena parcela infiltra-se nas rochas subjacentes ou aparece em forma de fontes localizadas nos contatos com estas rochas ou forma nascentes, como é o caso da área requerida.

Os solos de alteração das rochas metamórficas, embora também tenham capacidade de armazenamento limitada, podem constituir um recurso a ser empregado em pequenas comunidades urbanas ou fazendas carentes de recursos. Na área em estudo essas águas encontram-se em condições favoráveis de captação, mas não são exploradas em larga escala. É comum a decomposição profunda dessas rochas em espessos pacotes, podendo atingir valores da ordem de 30 a 80 metros. Sua constituição predominantemente argilosa impede a infiltração de grandes quantidades de água das chuvas, mas mesmo assim é possível originarem aquíferos semiconfinados ou livres, em que se observa uma zona de aeração e uma zona de saturação bem distintas, esta última de fácil aproveitamento através de poços.

O segundo tipo de aquífero, que se destaca como o mais importante em termos de reservas hídricas, é representado pelos aquíferos do tipo fraturado, predominantemente livres e localmente semiconfinados, em que, em função da porosidade extremamente reduzida da matriz rochosa, a água acumula-se ao longo de suas descontinuidades estruturais (fraturas e falhas). Estes aquíferos são compostos pelos tipos litológicos existentes na área, representados pelas rochas pertencentes à unidade Alcaligranito Divinésia.

Os aquíferos do tipo fraturado apresentam características hidrogeológicas, marcadas pela baixa capacidade de armazenamento, apesar do elevado potencial de recarga, decorrente dos espessos horizontes de rochas intemperizadas onde se encontram armazenados importantes volumes de água da infiltração pluvial; e, em geral, elevada permeabilidade e transmissividade. Além disso, estes aquíferos de rochas cristalinas apresentam anisotropia de permeabilidade, variando de nula em rochas densas e compactas até apreciáveis valores quando as rochas estão intemperizadas e fraturadas. Essa propriedade varia lateralmente e em profundidade, em função do grau de fraturamento, sendo maior nos planos de fraturas observadas em superfície através de imagens aéreas. Em profundidade, apresenta uma diminuição rápida da permeabilidade em razão das interconexões entre as fraturas, que diminuem à medida que aumenta a profundidade, sendo raras ou ausentes abaixo de algumas dezenas de metros (abaixo de 60m). O grande interesse hidrogeológico que as rochas que compõem os aquíferos do tipo fissurado têm na região está ligado à sua grande extensão areal e a possibilidade de obtenção de boas vazões em poços bem localizados.

As condições de alimentação dos aquíferos fraturados verificam-se principalmente pela infiltração a partir dos aquíferos granulares superficiais descritos anteriormente, permitindo que

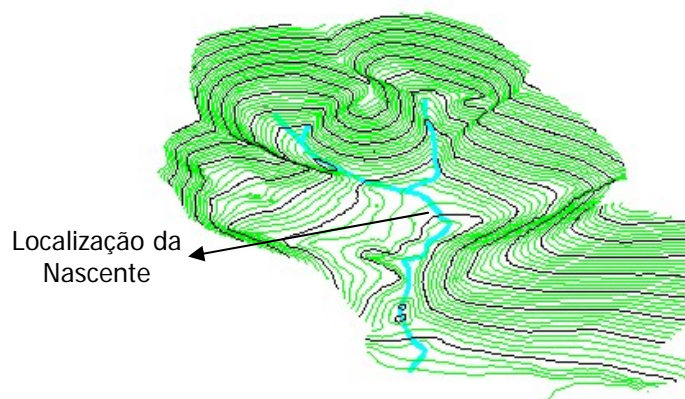


Figura 03 - Vista 3D do anfiteatro em que está situada a nascente. A direção da visada é para o quadrante SW.

4 - ESTUDOS GEOFÍSICOS

Foram realizados estudos geofísicos para auxiliar na interpretação da estrutura da subsuperfície e com relação à posição do nível freático e à direção do fluxo subsuperficial.

Neste estudo foram executados dois caminhamentos elétricos (pseudo-depth section) e duas SEV's (Sondagens Elétricas Verticais). Em função das características do terreno, presença de muita vegetação, construções (muros, casa), cercas, e também da disponibilidade de área útil para a execução dos trabalhos, as SEV's, que são perpendiculares entre si, não foram executadas no mesmo ponto de referência. A primeira foi realizada no sentido paralelo à estrada tendo como eixo um ponto localizado nas proximidades de uma mangueira (SEV-1). A segunda foi realizada perpendicularmente à primeira, sendo que o eixo está localizado aproximadamente 15 metros abaixo, no sentido da casa (SEV-2). Os dois pontos estão marcados na Figura 04.

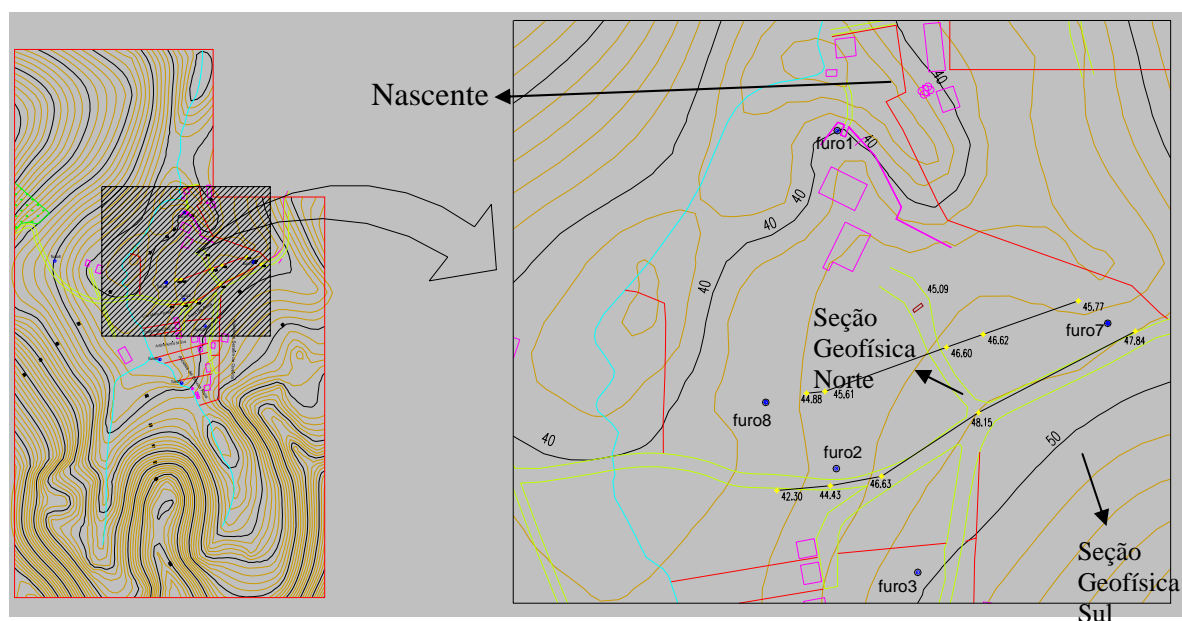


Figura 04 – Localização das SEV's e do Caminhamento Elétrico.

Os caminhamentos elétricos foram executados considerando-se também as restrições operacionais (mato, plantações, rede elétrica, muros, cercas) devido às características da área. O primeiro foi realizado paralelo à estrada (Seção Geofísica Norte), passa próximo à uma mangueira; e o segundo foi realizado ao longo da estrada (Seção Geofísica Sul), ambos também marcados no mapa topográfico da área.

Os trabalhos foram realizados com o resistivímetro ABEM modelo 5132, usando eletrodos de aço inoxidável (e ferro comum), fiação e conectores jacarés. Os dados coletados são apresentados a seguir.

5 - METODOLOGIA

As SEV's foram executadas utilizando o arranjo clássico "Schlumberger" com 4 (quatro) eletrodos, sendo 2 (dois) de potencial e 2 (dois) de corrente. A abertura máxima da linha foi função das características da área, não ultrapassando 40 metros (para cada lado). Os dados obtidos no campo foram processados com auxílio de planilhas eletrônicas.

Os resultados obtidos pelas SEV's são perfis verticais com variações da resistividade do solo/rocha em profundidade, nos quais se procura correlacionar as anomalias (e as variações identificadas) com as respectivas profundidades. A resistividade encontrada recebe o nome de resistividade aparente, pois esta é calculada a partir dos dados de campo, e estes são muito influenciados pela direção adotada para execução do perfil; pelo ângulo que a direção do perfil faz com as principais estruturas presentes no local; pelo tipo de solo, suas características e estruturas; e, por fim, pelo conteúdo de água presente nos materiais existentes em sub-superfície. Os perfis tiveram seus resultados comparados, com o intuito de determinar a presença de variações na resistividade aparente ocasionada pela variação direcional de alguma propriedade do solo, ou da rocha no substrato.

Na obtenção das seções de pseudo-profundidades utilizou-se o arranjo "Cacau" (Nery e Aranha, 1995)[5], em função de suas características operacionais e dos resultados que proporciona (minimizando o tempo de aquisição de dados e, conseqüentemente, o custo). Trata-se de um arranjo que utiliza quatro eletrodos, sendo dois de corrente e dois de potencial, que permite desenvolver a aquisição dos dados geoeletricos de forma contínua. Obtém-se, desse modo, informações de vários níveis de profundidade, para diversas posições em superfície. Esta metodologia está baseada na perfilagem elétrica convencional de poço, onde dois eletrodos, um de corrente e outro de potencial, são colocados na superfície e os outros dois colocados dentro do poço.

No arranjo “Cacau” os eletrodos são dispostos no solo, sendo que os eletrodos “A” (corrente) e “M” (potencial), extremos da linha, são fixos. Mais além, eles podem ser colocados a uma distância “muito grande” em relação à B (corrente) e N (potencial), fazendo com que se tenha uma situação do tipo monopolo. A distância “X” do eletrodo de corrente “A” até a posição inicial do outro eletrodo de corrente “B”, como também a distância do eletrodo “N” em sua posição final (J) até o eletrodo “M”, é determinada em função das características do terreno a ser levantado e do grau de detalhe requerido para o trabalho. Em terreno plano e homogêneo esta distância pode ser maior (até o limite que permita o equipamento: fios e a potência da fonte). As distâncias entre os eletrodos “B” e “N”, e o máximo de afastamento entre eles, são definidos em função do grau de detalhe e da profundidade a ser atingida. Em seguida, os eletrodos são colocados em suas posições no solo e os dois carretéis de fios são dispostos adequadamente ao longo da linha.

O ponto de observação para as estações é considerado como o ponto médio entre os eletrodos “B” e “N”. Este procedimento é função do princípio da reciprocidade, no qual se poderia trocar os eletrodos “B” e “N” de função que a resposta “seria” a mesma, realizando-se as leituras no resistivímetro. O eletrodo da posição 1 é desligado do resistivímetro sendo conectado o eletrodo da posição 2, a leitura é realizada. Esta operação se repete até o eletrodo que está na posição máxima estabelecida anteriormente, completando o lanço. Ao atingir este limite, o eletrodo de potencial na posição 1 tem sua função trocada para ser o eletrodo de corrente “B”, e conectando então o carretel que estava ligado anteriormente ao eletrodo “B” e colocando-o na primeira posição posterior ao fim do primeiro lanço. A seguir as leituras são realizadas iniciando o processo com o eletrodo “B” na posição 1 e o primeiro eletrodo de potencial na posição 2. Repete-se a operação, lanço-por-lanço, até o eletrodo “N” atingir a posição “J”.

Os resultados de campo obtidos foram processados utilizando-se a equação apropriada (Koefoed, 1979; Nery & Aranha, 1995)[6][5]. Após o processamento os dados foram formatados na forma de gráficos (usando planilhas) ou na forma de seções (usando programas apropriados). As seções geradas são do tipo “pseudo-depth section”, com a diferença de que têm uma relação mais precisa com a realidade. Estas são então interpretadas em função das variações das resistividades apresentadas, correlacionando-as com características geomorfológicas e geológicas da área.

Para se analisar as possíveis direções do fluxo subsuperficial da água elaborou-se os perfis por níveis. Para tanto foi necessário se estabelecer uma referência de posição na superfície para ambos os perfis de caminhamento (que se relaciona com a distância dos caminhamentos com uma defasagem positiva de 30m – na posição “horizontal”), de modo a se posicionar relativamente os pontos de cada perfil. Como a variação topográfica entre os perfis é menor que a metade do espaçamento entre as estações a correção topográfica não se justifica para a precisão requerida.

6 - RESULTADOS OBTIDOS

Os trabalhos foram realizados em janeiro de 2003, portanto durante a época de chuvas, quando o solo se encontrava bastante úmido, o que diminuiu de modo geral a resistividade do meio.

As sondagens elétricas verticais, cujos resultados são apresentados nas Figuras 05 e 06, mostram claramente a presença de uma camada mais resistiva na profundidade de 7 a 11 metros. As duas SEV's mostram também uma camada superior menos resistiva devido à saturação desta pela água de chuva, que foi intensa nos dias que precederam o levantamento. Na parte inferior interpreta-se uma camada mais resistiva. Outro dado interessante é que se observa uma variação da resistividade com a direção do levantamento. No modelo apresentado na Figura 05, os valores de resistividade são maiores nas duas primeiras “camadas” que no modelo mostrado na Figura 06. Esta anisotropia fica mais evidente para a “camada” mais profunda. Adicionalmente, a observação da Figura 05 mostra que a resistividade desta camada mais profunda tende a diminuir com a profundidade enquanto na Figura 06 ocorre o inverso.

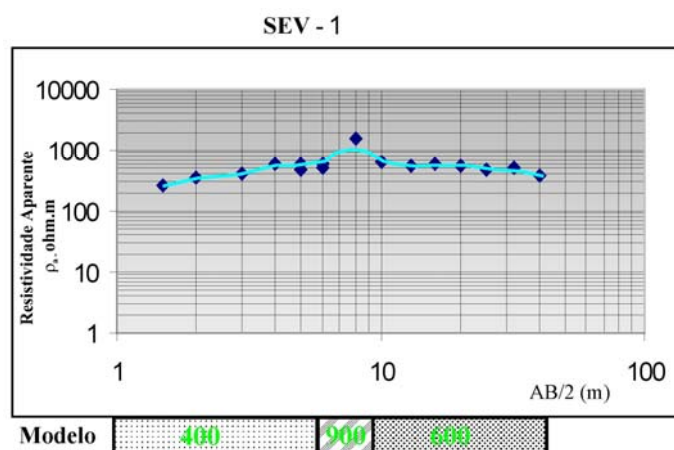


Figura 05 - Resultado da sondagem elétrica vertical realizada nas proximidades da mangueira (SEV 1).

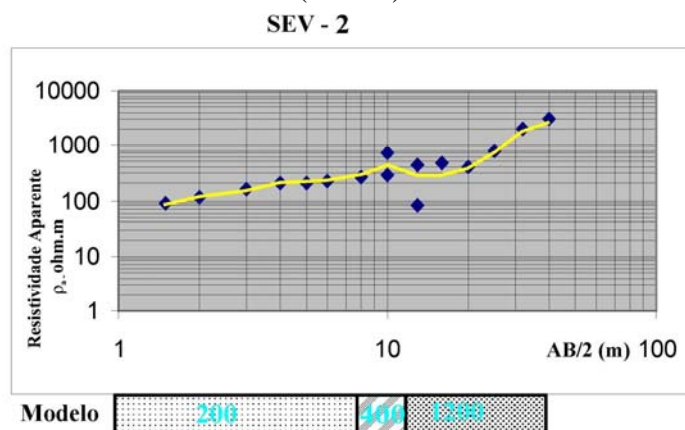


Figura 06 - Resultado da sondagem elétrica vertical realizada no pátio em frente à casa do requerente (SEV-2).

No caminhamento elétrico realizado próximo a uma mangueira, cujos resultados são mostrados na Figura 07, nota-se, na parte superior, valores mais altos de resistividade, os quais podem ser relacionados com a “camada” de argila identificada nos furos de sondagem. Mais além, nesta seção, são observados valores de resistividades mais baixos na parte inferior. Estes valores podem estar relacionados com a saturação desse nível. Contudo, entre as distâncias de 30 e 40 m, observa-se um lineamento com baixos valores de resistividade, o qual, pelas suas características, poderia estar relacionado com alguma feição estrutural do tipo fratura/falha. Entretanto, as características da área sugerem que este lineamento deve estar relacionado com alguma variação faciológica lateral da camada, apresentando nesse ponto uma maior porosidade, ou ainda um afinamento muito grande da camada de argila. Na parte inicial os valores são baixos, indicando uma maior saturação mesmo para os níveis mais superficiais; e, a distâncias maiores acima de 40 m, tem-se o espessamento da faixa com valores de resistividade maiores, indicando a presença de uma feição mais resistiva, podendo-se correlacioná-la com a camada de argila.

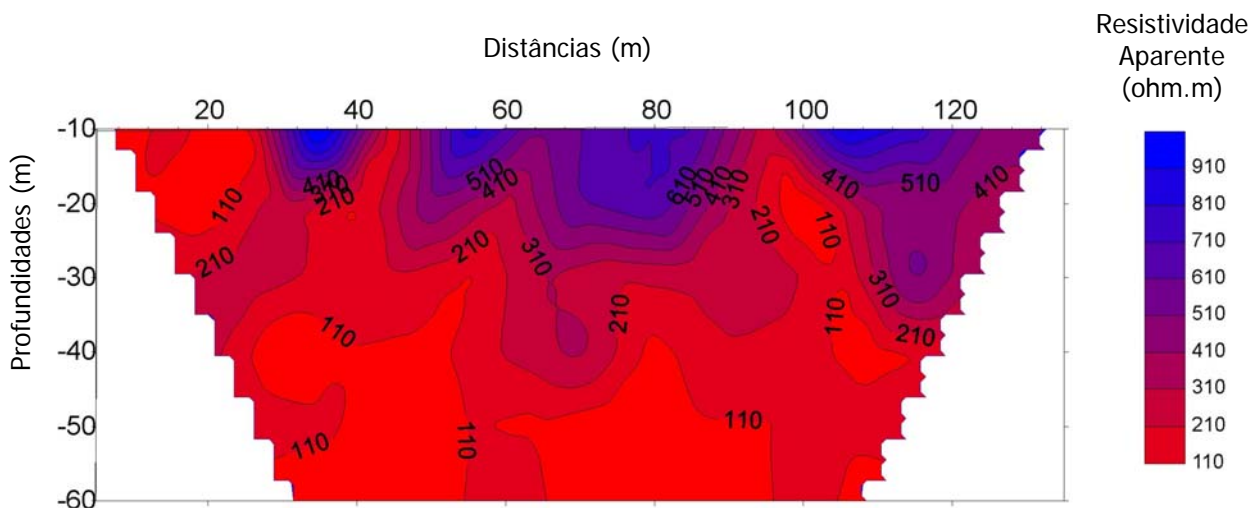


Figura 07 - Resultados do caminhamento elétrico realizado ao longo da Seção Geofísica Sul, realizada dentro do terreno do requerente.

De maneira semelhante, o caminhamento elétrico realizado na estrada, cujos resultados são mostrados na Figura 08, apresenta valores altos de resistividade na parte superior, porém entrecortado por lineamentos com valores de baixa de resistividade nas distâncias de 40-50m e 95-100m. Esses lineamentos, que apresentam caimentos diferentes, também podem estar relacionados com estruturas presentes na subsuperfície nesta profundidade, podendo ser algumas das feições relatadas anteriormente. No geral, tem-se um espessamento da região mais resistiva para as distâncias após 50m, a qual se pode relacionar com a presença da camada de argila e o seu espessamento nesta direção. Os níveis abaixo de 20m encontram-se com valores de resistividade baixos indicando a saturação dos mesmos.

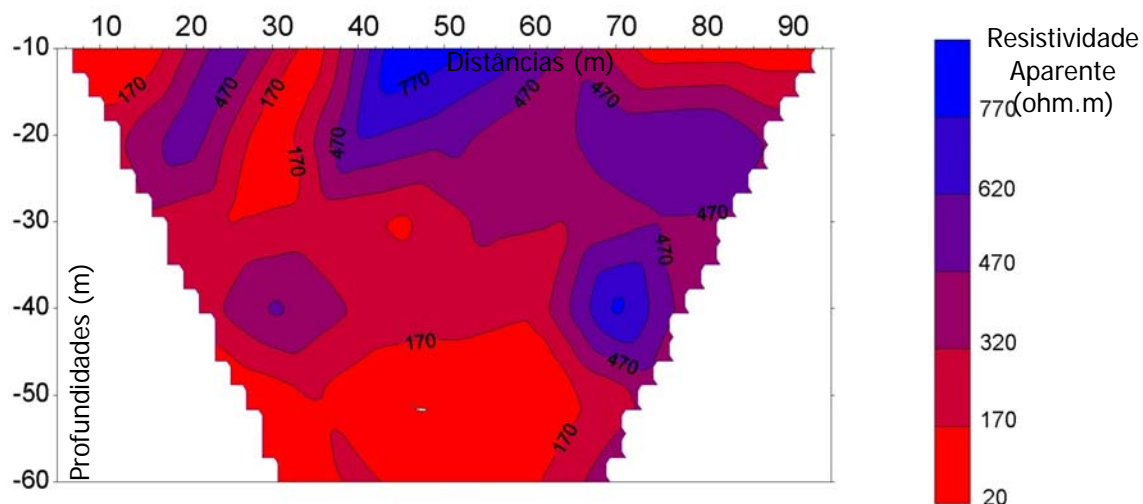


Figura 08 - Resultados do caminhamento elétrico realizado ao longo da Seção Geofísica Norte, realizada ao longo da estrada.

As Figuras 09, 10 e 11 mostram os dados obtidos para os níveis 10, 20 e 30, respectivamente. Na Figura 09 observam-se valores mais baixos de resistividades na parte inicial, os quais estão relacionados com drenagem local que ocorre superficialmente nesta área. Observa-se um lineamento entre as distâncias de 60-70m e um outro entre as distâncias de 110 –130m, os quais podem ser interpretados como caminhos preferenciais para o fluxo subsuperficial. Principalmente, o primeiro, pois este apresenta correlações com os outros níveis. Diante dessas características estima-se a direção de fluxo subsuperficial como tendo a mesma direção que os lineamentos observados nas seções apresentadas (Figuras 05 a 11). Tendo como base a linha inferior das seções (Figuras 09 a 11), e sabendo-se que ela tem direção aproximada N150E, e ainda considerando-se os traçados das isolinhas, infere-se que o fluxo superficial apresenta direção N300-400W.

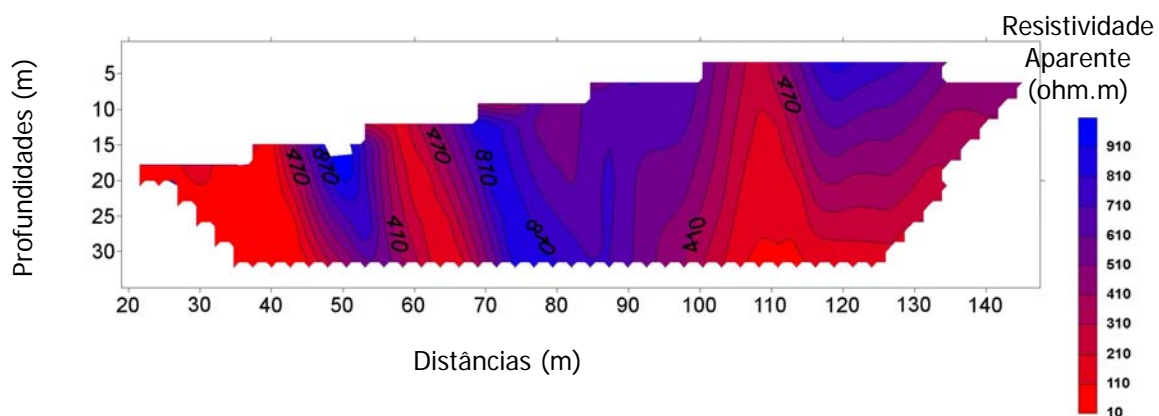


Figura 09 - Resultados do caminhamento elétrico realizado ao longo da Seção Geofísica Norte.

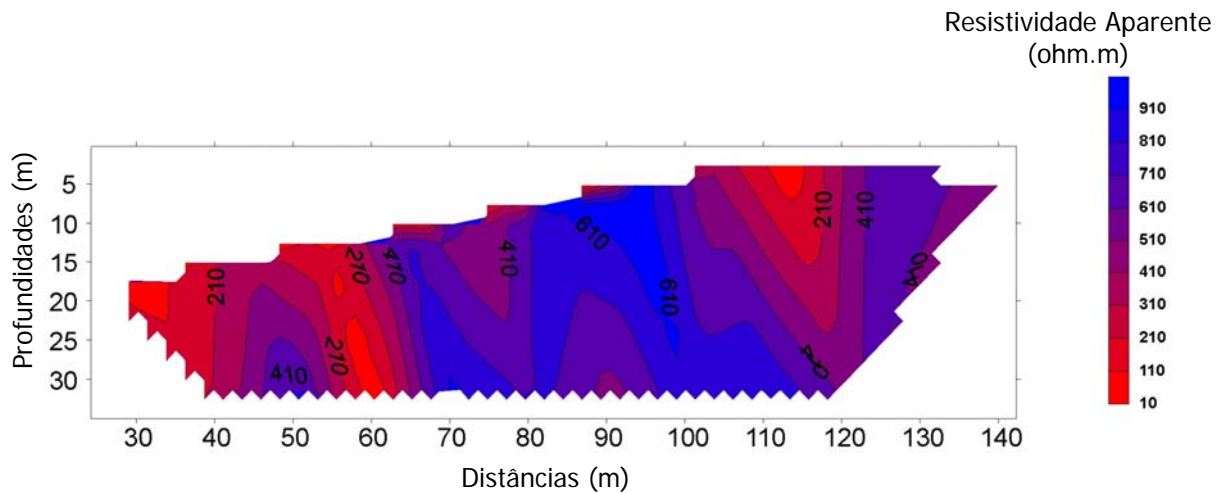


Figura 10 - Resultados do caminhamento elétrico realizado ao longo da Seção Geofísica Norte.

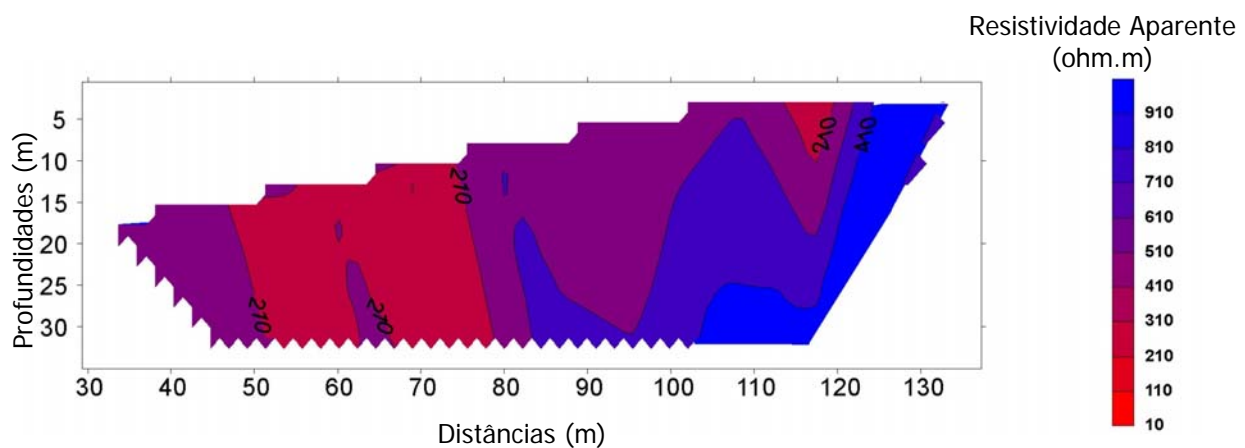


Figura 11 - Resultados do caminhamento elétrico realizado ao longo da Seção Geofísica Norte.

6.1 - Hidrogeologia Local

Na área de pesquisa, o conjunto das investigações realizadas mostra a presença de três aquíferos principais, sendo dois do tipo granular e um do tipo fraturado. O modelo hidrogeológico da área de pesquisa encontra-se representado no desenho da Figura 12.

A nascente de água e a área de seu entorno estão localizadas em área de ocorrência de um aquífero superficial, do tipo granular, composto pela unidade geológica denominada Cobertura Detrítico-Laterítica (TQd), incluindo uma camada de argila plástica localizada em sua base, que funciona como uma camada impermeabilizante e que a isola da unidade imediatamente inferior, composta por solos residuais de uma rocha gnáissica pertencente à unidade Alcaligranito Divinésia. Localmente, sobre estes depósitos terciários, ocorre um depósito aluvionar, de pequena expressão areal. O aquífero da Cobertura Detrítica caracteriza-se por ser um aquífero livre, composto por

sedimentos inconsolidados, de textura heterogênea, composto principalmente por siltes, argilosos a arenosos, com espessuras máximas de cerca de 11 metros. Encontra-se assente sobre uma camada de argila plástica, que atua como um aquícluído, impedindo a migração vertical da água, confinando o aquífero situado imediatamente abaixo. O nível de água desta unidade aquífera encontra-se a uma profundidade variável entre 6,80 e 7,50 metros. Este aquífero é o que contém a nascente que se pretende explorar e é carregado pelas águas de infiltração vertical, a partir da superfície e do pequeno aluvião existente localmente. Sua zona de recarga está localizada nas porções superiores da encosta a montante da nascente (zona de descarga), ou seja, o percurso entre a zona de recarga e a zona de descarga é de cerca de 500 metros, o que explica a elevada variação sazonal das vazões medidas na fonte a baixa mineralização da nascente de água que se pretende explorar.

O outro aquífero do tipo granular existente na área de pesquisa está situado abaixo da camada de argila e se encontra livre a parcialmente confinado, dependendo da sua localização. Trata-se de uma camada de solos residuais de gnaiss (maduro e jovem) pertencentes à unidade Alcaligranito Divinésia (PI₁d) e apresentam textura variando entre silte argiloso, silte pouco arenoso, silte argilo-arenoso e silte areno-argiloso. Sua espessura varia desde um mínimo de 10 metros até um máximo de cerca de 22 metros. Está assente sobre uma camada de rocha, cujo limite superior foi caracterizado neste estudo como impenetrável à penetração do trépano ou do avanço por lavagem em uma sondagem a percussão. Na sua porção confinada, situa-se entre o topo rochoso e uma camada de argila plástica que é a base da unidade Cobertura Detrítico-Laterítica (TQd). Seu confinamento foi confirmado pelas medidas realizadas em piezômetros aí instalados que mostram que o NA está situado muito acima do limite da camada de solo residual nesta zona, variando entre artesianismo e 8,27 metros de profundidade (a partir da superfície). Na porção livre deste aquífero, situada na zona mais à montante da encosta, à direita do aluvião superior, como se observa na Figura 12. Os piezômetros instalados nesta zona mostram valores de carga piezométrica variando entre 1,60 e 7,00 metros. Este aquífero é recarregado tanto a partir das águas de infiltração vertical, nos locais em que se encontra apenas recoberto por um colúvio, como, acredita-se, por águas de circulação profunda, que ascendem através de discontinuidades existentes na rocha subjacente. Espera-se, inclusive, que as propriedades químicas destas águas, em termos de mineralização, sejam até mesmo superiores as águas do aquífero livre superior descrito anteriormente.

Por fim, na base do modelo hidrogeológico local, ocorre uma camada de rocha gnáissica fraturada, em diversos estados de alteração até rocha sã, compondo um aquífero do tipo fraturado, em que a água encontra-se acumulada nas fraturas e que devem atuar na recarga, em maiores profundidades, do aquífero granular composto pelos solos de alteração de gnaiss (SR - PI₁d).

CONCLUSÕES

Os estudos geofísicos realizados (SEV e Caminhamento Elétrico), em conjunto com os dados obtidos nas sondagens a percussão permitem concluir que:

1) há uma camada de argila, de espessura variável, situada uma camada superficial, pertencente À Cobertura Detrítico-Terciária e uma camada profunda, de solo residual que, em função dos valores de resistividades apresentados permitem deduzir que estão mais saturadas, isto é, contém uma maior quantidade de água;

2) a camada superior encontra-se saturada até o NA, enquanto a camada situada sob a camada de argila encontra-se completamente saturada;

3) no caso da camada aquífera mais profunda (situada abaixo da argila), o fluxo parece seguir direções preferenciais dadas por lineamentos de origem estrutural ou originados por variações faciológicas laterais das camadas;

4) a direção de fluxo de água em subsuperfície tem direção aproximada N30⁰-40⁰W;

5) foi observada a existência de um aquífero fraturado situado sob os aquíferos granulares;

6) O aquífero superficial é um aquífero do tipo livre, enquanto ao demais são aquífero do tipo semi-confinado a confinado, como mostram as medidas realizados nos piezômetros instalados.

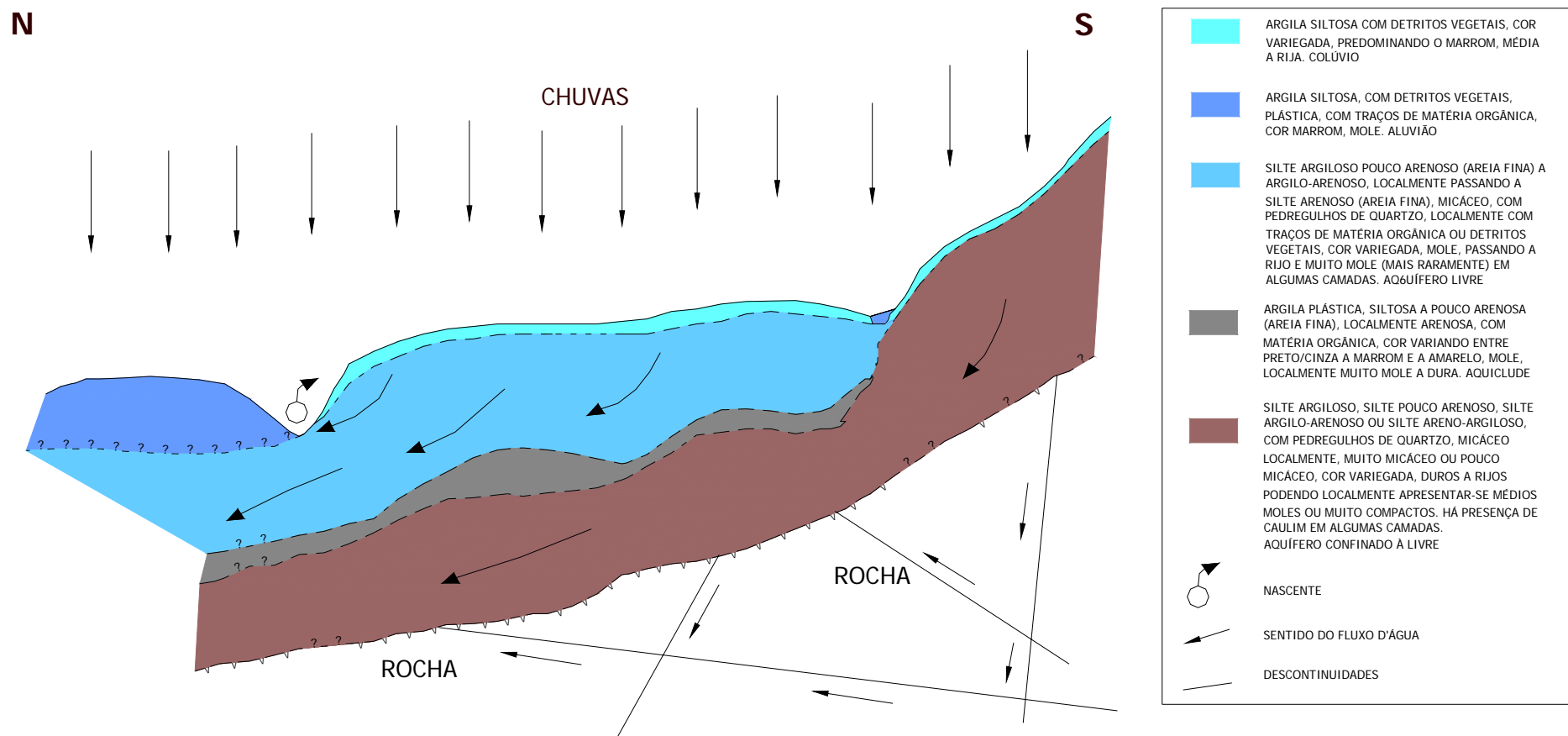


Figura 12 - Modelo hidrogeológico esquemático da área requerida ao DNPM.

7 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] IGAM – Instituto Mineiro de Gestão de Águas. Disponível em: <<http://www.igam.mg.gov.br/html/municipios/mapas/05inter50-3.jpg>> Acesso em: 03 fevereiro 2002.

[2] MARQUES, E.A.G (2003). Relatório de pesquisa para água mineral de uma nascente situada em Paula Cândido-MG,96p.

[3] INMET (2002). Disponível em: < <http://www.inmet.gov.br/>> Acesso em: março 2002.

[4] IBGE (1979). Folha Viçosa, 1:50.000 (SF-23-X-B-V-3).

[5] KOEFOED, O. (1979). *Geosounding Principles*, 1 - Resistivity Sounding Measurements; Elsevier Science Publ. Co., Inc. New York. EUA.

[4] NERY, A.C.F. & ARANHA, P.R.A. (1995). Uma nova metodologia em prospecção geolétrica; metodologia “Cacau”. 3º Congresso Internacional da Sociedade Brasileira de Geofísica, Anais ..., Rio de Janeiro, V II, p. 996-998.