

**APLICAÇÃO DO MÉTODO DE ELETRORRESISTIVIDADE NA
PROSPECÇÃO DE ÁGUA SUBTERRÂNEA EM ROCHAS
CARBONÁTICAS DA REGIÃO DE LAGOA SANTA/MG**

Helena Cardoso Pinheiro ¹; Lucas Moreira Bitencourt ²; Rodrigo Alves Ortega ³; Claydson Faria ⁴

Resumo – A área pesquisada situa-se a sul do município de Lagoa Santa, localizada na porção norte da Região Metropolitana de Belo Horizonte, e pertence a uma importante região hidrogeológica e geológica, devido à ocorrência de rochas carbonáticas do Grupo Bambuí, das quais, armazenam a água que abastecem a região central de Minas Gerais. O cárste tem importância mundial, pois são responsáveis pelo fornecimento de água doce para aproximadamente 20-25% da população. O presente trabalho teve o objetivo de estudar a hidrogeologia do meio cárstico com a aplicação das metodologias de fotointerpretação e eletrorresistividade, sendo a última, aplicando a técnica de Caminhamento Elétrico (CE) com o arranjo Pólo-Pólo (P-P). Os resultados obtidos foram satisfatórios, uma vez que revelaram muito bem a descontinuidade já identificada nos lineamentos e o padrão resistivo do calcário, identificado pelo mapeamento, comprovado na seção geoeletrica e expresso no perfil geológico. Quanto à identificação da presença de água, pode-se dizer que o trabalho contribuiu para futuras explorações de água no local, visto que foram encontradas anomalias geradas possivelmente devido à presença de água, isto é, zonas menos resistivas onde possivelmente está presente esse recurso.

Abstract – The area surveyed is located south of the city of Lagoa Santa, located in the northern portion of the Metropolitan Region of Belo Horizonte, and belongs to an important hydrogeological and geological region, because the occurrence of carbonate rocks of the Bambui Group, from which they store water supplying the central region of Minas Gerais. The karst is of global importance as it is responsible for supplying fresh water to approximately 20-25% of the population. The present work had the objective of studying the hydrogeology of the karstic environment with the application of the photointerpretation and eletroresistivity methodologies, the latter being the Electric Imaging with the Pole-Pole array. The results obtained were satisfactory, since they revealed very well the discontinuity already identified in the lineaments and the resistive pattern of the limestone, identified by mapping, proven in the geoelectrical section and expressed in the geological profile.. As for the identification of the presence of water, it can be said that the work contributed to future exploitation of water in the place, since anomalies were generated possibly due to the presence of water, that is, less resistive zones where this resource is possibly present.

Palavras-Chave – Hidrogeologia, Eletorresistividade, Grupo Bambuí, Caminhamento Elétrico, Pólo-Pólo.

¹ Geóloga, Centro Universitário de Belo Horizonte - UNIBH Tel, (31) 99417-8645, helenapinho90@gmail.com

² Geólogo, Centro Universitário de Belo Horizonte - UNIBH Tel, (31) 99790-3884, bitencourt.geo@gmail.com

³ Geofísico, Mestre em Geofísica pela Universidade Federal de São Paulo - USP Tel, (31) 97360-7076, rodrigo.ortega@prof.unibh.br

⁴ Geólogo, Mestre em Metalogênese pela Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG: Tel, (31) 98969-7346, claydsonf@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

O principal aquífero que abrange a cidade de Lagoa Santa é de natureza cárstico-fissural, estando sua dinâmica hídrica condicionada a presença de fissuras e/ou fraturas. Essas estruturas são facilmente identificáveis por meio de imagens de satélites, apresentando padrão retilíneo, característica rúptil, e relacionadas a feições geomorfológicas negativas. Outra metodologia que também é utilizada na identificação de fraturamentos é a eletrorresistividade, demonstrando padrão menos resistivo em locais que apresentam esse tipo de feição, podendo detectar zonas de saturação de água.

A técnica de fotointerpretação, que correlaciona elementos texturais do relevo com a conformação geológico-estrutural da região, auxiliaria no posicionamento e direção de abertura do arranjo geofísico, pois, de acordo com Madrucci *et al.*, (2005) e Gallas (2003) a fotointerpretação é primordial para determinação de malhas geofísicas.

A eletrorresistividade investiga a presença de zonas mais e menos resistentes em relação à passagem de corrente elétrica, então confirmaria a presença da fratura e consequentemente a disponibilidade hídrica da mesma, pois de acordo com Dias (2009) é uma metodologia muito utilizada para indicar descontinuidades, onde ocorre à acumulação de água. De acordo com Madrucci *et al.*, (2005) a geofísica elétrica é comumente utilizada na definição de aquíferos do tipo fraturados, através da identificação dos seguintes componentes: espessura do manto de intemperismo, profundidade do maciço rochoso e fraturas que podem apresentar conteúdo hídrico. Dessa forma determinando locais mais prováveis para perfuração de poços subterrâneos. Normalmente, fraturamentos assumem o comportamento de zonas de baixa resistividade encaixadas em um “background” mais resistivo. Isto deve-se ao fato de que a presença de fraturas/fissuras em uma matriz rochosa torna-se uma região que facilita a infiltração de águas e alteração da rocha. Estes processos têm como consequência proporcionar uma redução nos valores de resistividade originais da rocha sã (GALLAS, 2003).

A técnica de Caminhamento Elétrico (CE) é muito utilizada na identificação de aquíferos cársticos ou fraturados, que de acordo com Braga (2006), é aplicada na investigação de estruturas descontínuas em relação a superfície do terreno, como fraturamentos e cavidades geradas por dissolução de rochas carbonáticas.

O estudo objetiva com base nos dados geoeletricos coletados gerar um perfil no software RES2DINV, e posteriormente, concatenando as resistividades obtidas e o mapeamento geológico da área, delinear um perfil geológico destacando as litogias e os possíveis pontos com saturação de água. Sugere-se que o estudo irá colaborar para difundir o conhecimento através da aplicação de metodologias investigativas no estudo hidrogeológico de novas áreas na região cárstica propensas a presença de água subterrânea.

2. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA ESTUDADA

2.1. Localização da área estudada

A área de estudo (Figura 01) localiza-se na cidade de Lagoa Santa, presente na porção Centro-sul do Estado de Minas Gerais, integrando a Região Metropolitana de Belo Horizonte.

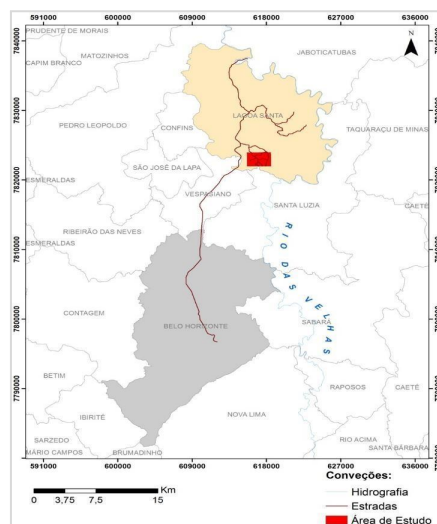


Figura 01: Mapa de Localização da área de estudo (em vermelho). Fonte: Modificado de IBGE (1976).

2.2. Caracterização geológica

De acordo com Alkmim e Martins (2001), a região de estudo localiza-se na bacia São Francisco, na porção central-sul do Cráton do São Francisco. Na região tem-se o embasamento cristalino, unidades basais do Grupo Bambuí e coberturas sedimentares recentes (Figura 02).

Segundo Viana *et al.*, (1998), a unidade basal arqueana é denominada Complexo Granito-Gnáissico-Migmatítico, e é composta por gnaisses, granitos e migmatitos, apresentando bandamentos, foliações marcantes a incipientes e características isotrópicas, podendo apresentar minerais estirados, lentes concordantes e *boudins*.

O Grupo Bambuí de idade proterozóica, de acordo com Souza e Silva (2003) é uma sucessão pelítica carbonática ocultada por sedimentos majoritariamente arenosos, é composto pelas Formações Sete Lagoas e Serra de Santa Helena (Figura 02). A Formação Sete Lagoas é composta pelos seguintes membros: o inferior, denominado Pedro Leopoldo, constituído por calcissiltitos, microespatitos, espatitos, micritas, calcarenitos finos, margas e milonitos, com teor de cálcio abaixo de 90%, podendo chegar a 60%; e o superior, denominado Lagoa Santa, formado por calcarenitos, calcissiltitos, espatitos, microespatitos, brechas, estromatólitos e milonitos, de acordo com Souza e Silva (2003), apresentam calcários mais propensos à dissolução, isto é, favoráveis a formação de cavernas, com fraturamentos pouco profundos e intensos com baixa densidade, e apresenta teor de CaCO_3 superior a 94% (BERBERT-BORN, 2002). A Formação Serra de Santa Helena possui litotipos, como, siltitos e argilitos, em relação ao carbonáticos, que são representados por lentes compostas por margas e calcarenitos finos, podendo apresentar também metassiltitos, metargilitos, lentes de calcissiltitos com intercalações de argilitos e siltitos, e finas camadas concordantes manganíferas (VIANA *et al.*, 1998).

De idade cenozóica evidenciam-se, coberturas detrito-lateríticas formadas por cascalho fino, areia, material silto-argiloso e porções contendo limonita, e depósitos dluvionares que correspondem a aluviões advindos de rios ainda em curso e terraços antigos, formados por sedimentos continentais terrígenos, inconsolidados e mal selecionados, como cascalhos, areias, siltes e argilas (VIANA *et al.*, 1998).

2.3. Geologia Estrutural

Segundo Souza e Silva (2003) o conhecimento da dinâmica estrutural da região de Lagoa Santa é notável para o entendimento do fluxo das águas, estando este fator intrinsecamente

ligado à inclinação geral das camadas. De acordo com COUTARD *et al.*(s.d.), apud SOUZA e SILVA (2003) o Grupo Bambuí apresenta falhamentos orientados para SW-NE e NW-SE.

De acordo com BERBERT-BORN (2002) as estruturas se apresentam subhorizontais e denotam metamorfismo de baixo grau com vênulas calcíticas e silicosas que demonstram deformações do tipo dúctil. As lineações minerais de estiramento são os principais indicadores cinemáticos, apresentando, direção E-W e mergulho para E. Conforme Campos (1994, *apud* BERBERT-BORN, 2002) as estruturas disruptivas representam fraturas subverticais, e é verificado também que calcários heterogêneos apresentam padrão estrutural dúctil, e os grosseiros e homogêneos apresentam rigidez e padrão de fraturamento crucial para a arranjo do relevo atual.

2.4. Caracterização Hidrogeológica

Na região de Lagoa Santa predominam aquíferos cársticos semi-confinados a livres, compostos por calcários, ardósias e siltitos intercalados. Os aquíferos cársticos apresentam grande produção de água e, em geral, possuem uma boa qualidade de água, apesar da presença de sais de cálcio em um teor que provoca desagradável sabor. A estruturação desse aquífero está vinculada a carbonatos, propiciando o aparecimento de feições de dissolução em superfície (dolinas) e de cavidades em profundidade, as quais, de maneira interligada, formam uma rede intrincada de dutos e fendas alargadas pela ação da água ao longo do tempo (CPRM, 1998).

De acordo com o trabalho realizado pela CPRM (1998), pode-se caracterizar hidrologicamente a região como uma área composta por quatro grupos de rocha (Figura 02), como: O embasamento é representado por gnaisses-migmatíticos, exibidos na parte sul da área, esse aquífero é o de menor expressão, associados às zonas de fraturamentos pouco abertas; Os calcários da Formação Sete Lagoas, dividem-se em dois membros, Pedro Leopoldo e Lagoa Santa - o primeiro constituído por calcários intercalados com argilas, e o segundo, por calcários puros, conformando excelentes aquíferos cársticos; Os pelitos (siltitos com ardósias intercaladas) da Formação Serra de Santa Helena abrangem, a porção nordeste da área, algumas faixas estreitas da porção centro-sul e conformam aquíferos porosos- fissurais e; Sedimentos quaternários constituídos por material colúvio-aluvionar, presentes em calhas e margens dos cursos d'água locais, podem propiciar aquíferos freáticos regulares.

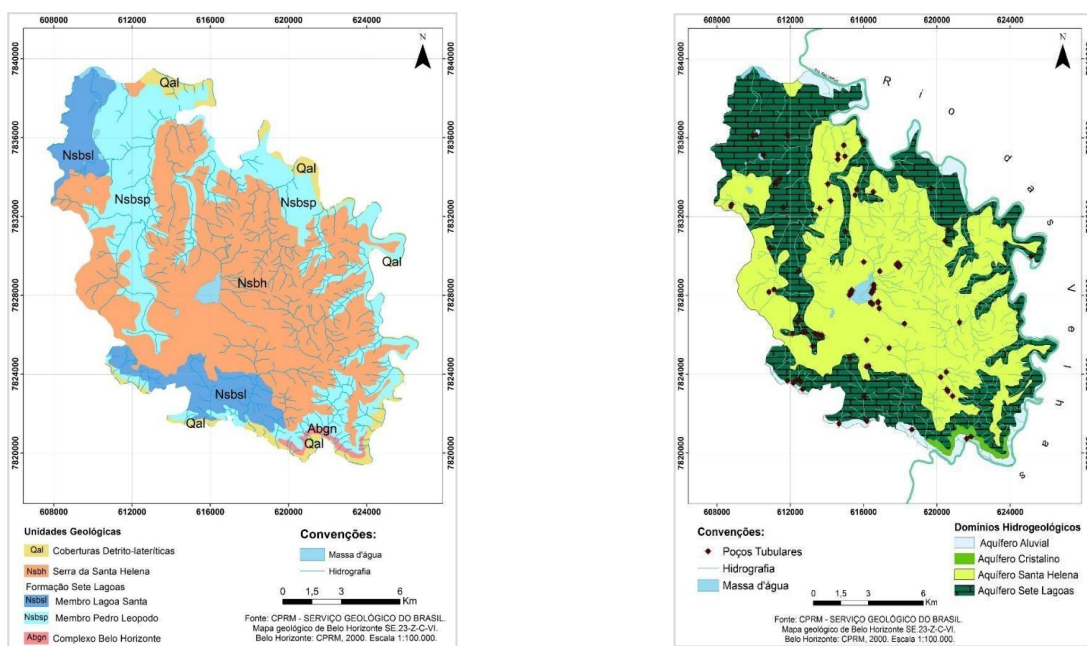


Figura 02: Mapa geológico e hidrogeológico de Lagoa Santa, MG. Fonte: Modificado de CPRM (2000).

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. Fotointerpretação Geológica

A fotointerpretação foi realizada através do traçado das lineações negativas utilizando imagens satélite disponibilizadas pelo Google Earth e imagem SRTM, sendo gerado um mapa no software ArcGis. Foi gerado também um Diagrama de Roseta para análise direcional desses lineamentos com a finalidade de encontrar quais eram as principais direções.

3.2. Mapeamento geológico

Foi realizado um mapeamento geológico de escala 1: 25.000 englobando uma área de aproximadamente 6 km², que foi definida com base na localização da seção geoeletrica. Durante esse levantamento, analisou-se a localização e composição de rochas da região, e mediu-se a direção e mergulho das estruturas encontradas nessas litologias.

3.3. Tratamento dos Dados Hidrogeológicos de Poços da Região de Estudo

Foram extraídos dados de poços do SIAGAS, sistema de informações de águas subterrâneas elaborado pela CPRM (Serviço Geológico do Brasil), que é responsável por manter essa base de dados atualizada com resultados de estudos e mapeamentos hidrogeológicos do Brasil. Foram extraídos dados do local de estudo, que abrangem elementos relativos à classificação dos aquíferos quanto ao tipo de porosidade, sistema aquífero e profundidade. Os dados foram tratados em Software Microsoft Excel, utilizando funções, como, contagem, média, mínimo, e expresso em gráficos.

3.4. Eletorresistividade

Para a realização do ensaio eletorresistivo foi utilizada a técnica do Caminhamento Elétrico (CE), pois é analisada a variação lateral da resistividade mantendo a profundidade constante, sendo executada uma linha de 240m de comprimento. O arranjo escolhido foi do tipo Pólo- Pólo (P-P), pois permite um maior alcance de profundidade.

O equipamento era constituído de quatro eletrodos, sendo dois de corrente (A e B) e dois de potencial (M e N), permitindo uma aquisição de dados de forma contínua e linear. O eletrodo de corrente A e o de potencial N foram colocados em pontos opostos localizados “no infinito”, enquanto os eletrodos de corrente B e o de potencial M eram movimentados, mantendo um espaçamento constante de 20 m. À medida que se afastava o eletrodo de potencial M em relação ao de corrente B a profundidade de investigação aumentava, alcançando no máximo sete níveis de investigação. Quando o eletrodo de corrente B era movimentado, mudava-se lateralmente o ponto de investigação, e assim iniciava-se a leitura de novos níveis.

Os pontos de investigação consistiram em pontos localizados no centro do arranjo de eletrodos BM. O levantamento foi realizado até a obtenção de um conjunto de pontos em formato trapezoidal. No aparelho foi acoplado um multímetro para a leitura do potencial espontâneo do meio (*SP*) e da tensão elétrica (*V*). No resistímetro foi obtida a leitura da corrente (*I*) medidos em mA. O valor da constante (*K*) foi obtido através da equação (1):

2. π . a. n onde: *a* = espaçamento dos eletrodos; e *n* = nível de investigação. (1)

Durante a operação, os resultados foram anotados em uma planilha para auxiliar nos cálculos de resistividade aparente, que é expressa pela fórmula (2):

$$\rho = \frac{SP-V}{I} \times K \quad (2)$$

Os dados foram modelados utilizando o software RES2DINV, consistindo em quatro etapas. A primeira etapa do processamento foi relacionada à extração de um ponto discrepante pela opção Exterminate Bad Data Points. Esse ponto possivelmente foi gerado por fuga de corrente ou eletrodo mal acoplado no levantamento. A segunda etapa foi gerar a seção geoeletrica utilizando o método dos mínimos quadrados, sistema de inversão utilizado pelo software. Do ponto de vista prático consiste na divisão da área subsuperficial em blocos retangulares, ofertando a cada bloco valores de resistividade aparente, gerando uma pseudo-seção geoeletrica com valores coincidentes aos reais. Esse método define corpos de interesse que exibem limites gradativos ou camadas de transição intemperizadas. Na terceira etapa foram combinados os filtros Marquardt e Occam, que delineiam locais que apresentam ocorrências de pequenas cavidades. Na quarta etapa foi realizada uma inversão Robusta, utilizada quando a área apresenta limites abruptos em relação a encaixante ou fraturamentos.

3.5. Pseudo-seção geoeletrica

Através da modelagem no software RES2DINV é construída uma pseudo-seção de resistividade elétrica aparente (Figura 03), assim intitulada, pois os dados prospectados são obtidos através do cruzamentos de retas inclinadas 45° em relação a localização de cada ponto onde o potencial foi medido. Obtendo assim curvas de isovalores, que não representam a profundidade real de análise, mas sim a somatória das diferentes resistividades que compõem as litologias em subsuperfície. Com base, na análise desses isovalores infere-se a presença de feições em subsuperfície, sendo assim, permitem correlacionar os valores de resistividade com diversas feições geológicas.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1. Geologia da área de estudo

4.1.1. Formação Sete Lagoas

As rochas que afloram na área mapeada estão inseridas no Membro Lagoa Santa. Essas rochas são classificadas como calcário cinza escuro (Figura 03B) com camadas tabulares contínuas, pouco espessas e veios de calcita, com estrutura rúptil-dúctil. Essa litologia se encontra disposta na porção noroeste e centro-leste da área. Possui contato estratigráfico gradacional com rochas da Formação Serra de Santa Helena, dificultando a diferenciação litológica.

4.1.2. Formação Serra de Santa Helena

Estão inseridas nessa área rochas metapelíticas (Figura 03C) (metasiltitos e metargilitos) que se apresentam semi-alterados, mas conservam estratos finos que possuem foliação tectônica com mergulhos praticamente subhorizontais. Foram observadas porções negras circulares demonstrando possíveis zonas de redução. Abrange a parte centro-oeste de direção N-S, nordeste e sudeste da área.

4.1.3. Depósitos Aluvionares

Esses depósitos são coberturas de solo de cor marrom de constituição argilosa e arenosa, sem estruturação e com presença de cascalho de quartzo leitoso pouco angular e medianamente esférico. Compõem a cobertura de solo presente em toda extensão da área de estudo.



A) Mapa Geológico da área de estudo



B) Formação Sete Lagoas



C) Formação Serra de Santa Helena.

Figura 03: Localizado à direita, o mapa geológico da área de estudo. A primeira foto à direita, observa-se um afloramento de calcário com veios de calcita discordantes e concordantes. A segunda imagem à direita, verifica-se um metapelite foliado e semi-alterado. Fonte: Próprios autores.

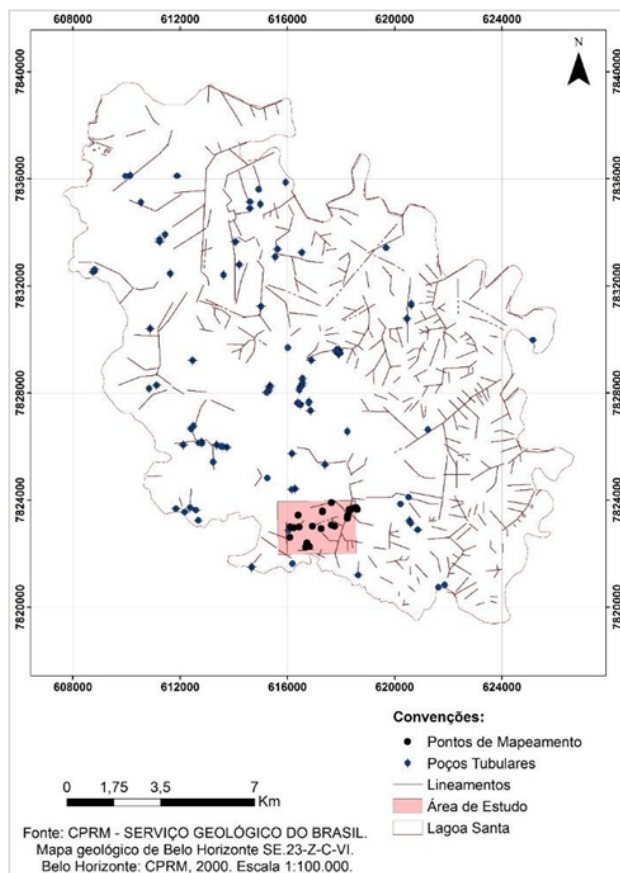
4.2. Geologia Estrutural

As foliações verificadas na área estão presentes principalmente nos metapelitos da Formação Serra de Santa Helena, não sendo observado nos calcários estruturação semelhante, devido ao alto grau de intemperismo da área. As foliações são clivagens ardósianas de estruturação subhorizontal. Apresentando planos com direção preferencial E-W com mergulho variando em torno de 20° para Norte e 15° a 25° para Sul (Figura 04).

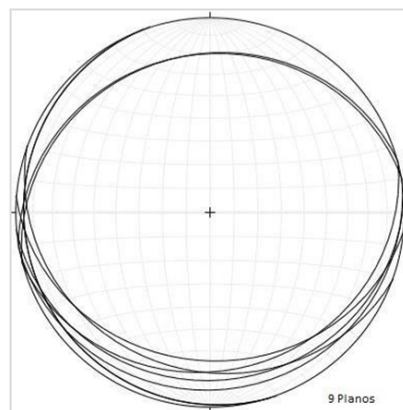
4.3. Análise Direcional

Assim como na metodologia utilizada pela CPRM (1998), foi realizado um traçado dos lineamentos negativos, que representam zonas de drenagem, e em sequência uma análise

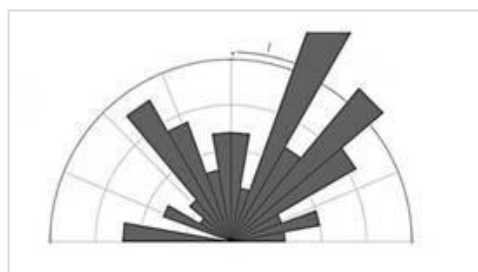
direcional do fraturamento da região de Lagoa Santa. Através do mapa de fraturamentos apresentado na figura 04, onde identificam-se zonas mais favoráveis à locação de poços.



A) Mapa de lineamentos



B) Estereograma



C) Diagrama de rosetas

Figura 04: Mapa de lineamentos negativos, à direita o diagrama de roseta mostrando a maior frequência dos lineamentos, e o estereograma demonstrando a direção e mergulho das foliações medidas em campo.

Fonte: Autores.

A análise estatística direcional, mostrado no diagrama de rosetas (figura 04), permite dialogar sobre a dinâmica hídrica subterrânea. Conforme as medidas obtidas, pode-se dizer que a direção geral se encontra no quadrante NE, tendo ângulos variando de 20° a 30° e 40° a 50°. Não houve a necessidade de separar os lineamentos por formação geológica, pois como é descrito pela CPRM (1998), as rochas do Grupo Bambuí na região apresentam medidas direcionais semelhantes.

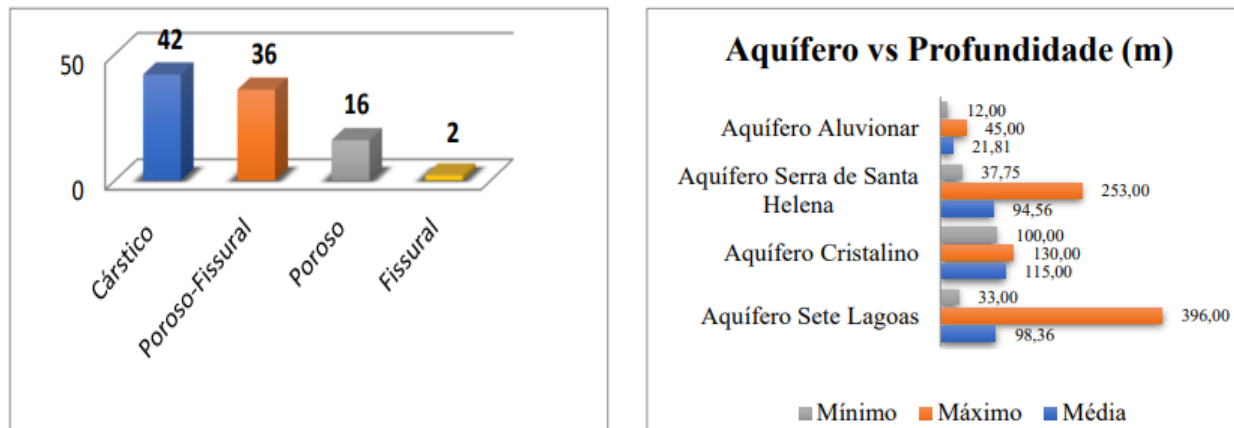
4.4 Análise Hidrogeológica dos Poços de Abastecimento de Lagoa Santa

O banco de dados sobre poços tem como fornecedora, a CPRM, detentora do Sistema de Informações de Águas Subterrâneas – SIAGAS, correspondendo a totalidade de 96 pontos de água subterrânea, sendo 80 poços tubulares e 16 poços escavados, com média de profundidade de 97,1 m e 21,81 m, respectivamente. Apesar do grande volume de poços cadastrados na cidade, poucos apresentam em suas fichas técnicas as informações da litologia perfurada, dados hidrodinâmicos, ou sobre sua situação, podendo esse já está tamponado.

Em relação ao tipo de aquífero (Figura 05A), 42 poços foram encontrados em meio cárstico, 36 em meio poroso fissural, 16 em meio poroso ou granular e 2 em meio fissural (Figura 05). Esse aquífero corresponde ao Aquífero Sete Lagoas, homônimo a Formação Sete Lagoas que é o responsável pela maior parte do abastecimento do município. O Aquífero Serra de Santa Helena é do tipo Poroso Fissural, e o Complexo Belo Horizonte é um aquífero fissural e apresenta

pouca expressão territorial. Já o aquífero poroso está relacionado à captação de água do manto de intemperismo e depósitos aluvionares que recobrem a região.

Observou-se que a profundidade média dos poços perfurados (Figura 05B) no Aquífero Cristalino apresenta maior valor, porém essa região apresenta apenas 2 poços tubulares, o que torna a média alta. Portanto, pode-se dizer que o sistema aquífero que apresenta maiores valores de profundidade é o Aquífero Sete Lagoas, com média de 98,36 m de profundidade.



A) Tipo de Aquífero e o quantitativo de poços construídos

B) Relação de profundidade e tipo de aquífero.

Figura 05: Gráficos do quantitativo de poços pelo tipo de porosidade, sistema aquífero e profundidade.
Fonte: Autores.

Foram identificados 6 poços tubulares localizados o mais próximos possível da área de levantamento de campo, contendo informações relevantes sobre a formação geológica e dados litológicos são eles: 3100003070, 3100003074, 3100003097, 3100003101, 3100003115 e 3100003116, todos podem ser consultados no SIAGAS. Todos os poços estão localizados na Formação Sete Lagoas, e apresentam profundidades de em média 92,41m.

4.5 Pseudoseção e Modelo Geoeletrico

A seção geoeletrica gerada apresenta padrões bem definidos de resistividade ao longo de sua extensão. Em posições superficiais de até 60 m de profundidade, é encontrado um padrão alta resistividade, o que pode ser traduzido através da seção geológica interpretativa como uma capa de solo do tipo cambissolos, que de acordo com CPRM (1998), pode apresentar valores entre 1.000 a 2.000 $\Omega.m$, esse solo apresenta cor marrom, constituição argilo-arenosa com presença de cascalho quartzítico.

Na área mapeada (Figura 03) foram encontrados afloramentos e blocos rolados de calcário de cor escura e de granulometria média, pertencentes ao Membro Lagoa Santa próximos a área onde foi realizada a seção geoeletrica. Como ocorrem corpos anômalos isolados com resistividades acima de 2.000 $\Omega.m$, podendo-se dizer, de acordo com o perfil interpretativo (Figura 06), que foram detectados blocos desse tipo de calcário compondo o solo da região. Visto que essa rocha apresenta valores com intervalo entre 50 a 500.000 $\Omega.m$, os valores mais altos ocorrem quando o calcário se encontra intacto, sem fraturas ou dissolução. A esquerda, abaixo da camada de baixa resistividade, encontra-se um corpo anômalo homogêneo, com resistividades até 1.202 $\Omega.m$, do qual poderia ser um extenso calcário maciço (Tabela 06).

Tabela 06: Quadro relativo a rochas e solos, e seus valores de resistividade de rochas e solos.

Rocha ou Solo	Resistividade ($\Omega.m$)
Granito	300 - > 1.000
Diabásio	20 - 20.000
Sienito	100 - 10.000
Folhelho	10 - 10.000
Calcário	50 - 500.000
Areia	1 - 5.000
Silte	20 - 1.500
Argila	5 - 1.500

Modificada de Fernandes (1984).

O perfil é cortado por uma fratura (Figura 07), detectada pela análise de imagens de satélite, que atravessa o calcário conferindo uma baixa resistividade. Na profundidade entre 50 a 140 m com extensão de 90 m, encontra-se uma anomalia de baixa resistividade, o que foi caracterizado como uma zona saturada gerada devido a percolação de água pela fratura, e posterior acumulação nessa zona.

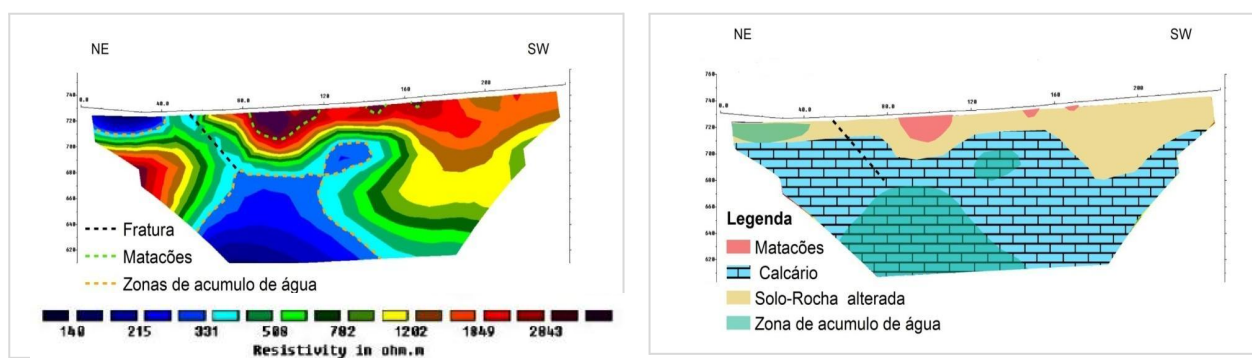


Figura 07: Perfil 2D gerado através do software RES2DINV e um perfil geológico interpretativo em concordância com os padrões de anomalia apresentados. Fonte: Próprios autores.

5. CONCLUSÕES

O presente estudo, primeiramente, demonstrou que feições relacionadas a fraturamentos podem ser identificadas por baixa resistividade, se apresentando no perfil geoeletrico como anomalias com padrão retilíneo e discordantes, separando zonas de alta resistividade.

A zona saturada foi identificada no perfil geofísico demonstrando resistividades menores até 331 $\Omega.m$, então pode-se afirmar a presença de água devido a resistividade dessa substância se apresentar variando de 0,5 a 300 $\Omega.m$.

Dentro da área de mapeamento e próximo a locação da seção geoeletrica foi detectado o poço 3100003074. Esse poço apresenta profundidade de 100m, e está localizado no domínio aquífero cárstico, relacionado à Formação Sete Lagoas. Com base nessa informação podemos inferir que possivelmente a zona saturada se encontra nesta unidade geológica, mas para complementação sugere-se estudos mais aprofundados, e consequente perfuração do local.

De acordo com os dados apresentados, a região estudada apresenta grande potencial hídrico. As metodologias utilizadas nesse trabalho tiveram o intuito de aplicar os conhecimentos da fotointerpretação, tratamento e análise de dados hidrológicos, mapeamento geológico, uso da eletrorresistividade na identificação de zonas propensas a acumulação de água e modelagem de dados geoeletricos, e dessa forma, direcionar de forma assertiva os projetos de instalação de poços tubulares.

REFERÊNCIA

- Alkmim, F.F, Martins-Neto, M.A., A bacia intracratônica do São Francisco: Arcabouço estrutural e cenários evolutivos. In: Pinto C.P. & Martins-Neto M.A. (eds). Bacia do São Francisco: geologia e recursos naturais. SBG-MG, Belo Horizonte, p. 9-30, 2001.
- Berbert-Born, M., Carste de Lagoa Santa, MG - Berço da Paleontologia e da Espeleologia Brasileira. In: Schobbenhaus, C.; Campos, D.A.; Queiroz, E.T.; Winge, M.; Berbert-Born, M.L.C. (Edits.) Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil. 1. ed. Brasília: DNPM/CPRM - Comissão Brasileira de Sítios Geológicos e Paleobiológicos (SIGEP), v.01: 415-430, 2002.
- Braga, A.C.O. 2006. Métodos da Eletrorresistividade e Polarização Induzida Aplicados nos Estudos da Captação e Contaminação de Águas Subterrâneas: Uma Abordagem Metodológica e Prática. Tese de Livre- Docência na disciplina Métodos Geoeletricos Aplicados à Hidrogeologia do Programa de Pós- Graduação em Geociências e Meio Ambiente do Instituto de Geociências e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista - Unesp. 121p.
- Campos, A.B. Relações entre as características faciológicas e estruturais das unidades do Grupo Bambuí e a morfologia cárstica na região de Lagoa Santa-Pedro Leopoldo (Minas Gerais). Belo Horizonte, UFMG/FAPEMIG, 21p., 1994 (Relatório final de pesquisa - aperfeiçoamento. Programa de Pesquisa "Estudos ambientais e proposta de manejo na região do cárste no Planalto de Lagoa Santa, M.G.").
- COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS - CPRM. Serviço Geológico do Brasil. APA Carste de Lagoa Santa: meio físico. Belo Horizonte, 1998. 253p. v. 1
- Coutard, J.P., Journay, A., Kohler, H.C., Comentário da carta do carste de Lagoa Santa - Pedro Leopoldo / MG. Belo Horizonte, [s. d.]. 10 p. Relatório.
- CPRM. (2000), Carta geológica de Belo Horizonte. Escala 1:100.000.
- CPRM. Informações Básicas para a Gestão Territorial: Cidade de Sete Lagoas – MG: Mapeamento geológico da cidade de Sete Lagoas com vistas à aplicação no planejamento urbano. Belo Horizonte: Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais, 75 p, 1994a.
- CPRM – SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL.Sistema de Informação de Águas Subterrâneas – SIAGAS. Disponível em: <<http://siagas.cprm.gov.br>>.Acesso em 05 de setembro de 2018.
- Dias, F.S., Estudo do Aquífero Carbonático da Cidade de Barroso (MG) - Uma Contribuição à Gestão do Manancial Subterrâneo (Tese de Doutorado), Programa de Pós-Graduação em Geologia, Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, 84p.
- Fernandes, C. E. 1984. Fundamentos de Prospecção Geofísica. Ed. Interciência, Rio de Janeiro – RJ, 190p.
- Gallas, J, D, F. Prospecção de água subterrânea em aquíferos cristalinos com o emprego de métodos indiretos. São Paulo, Revista do Instituto Geológico, 24(1/2), p.43-51, 2003.
- IBGE, 1976. Folha Lagoa Santa (SE.23-Z-C-VI-1). Escala 1:50.000.
- Madrucci, V., Taiolli, F., Araújo, C.C., Análise Integrada de Dados de Sensoriamento Remoto, Geologia e Geofísica no Estudo de Aquífero Fraturado, Lindóia - SP, Rev. Bras. Geof. vol.23 no.4 São Paulo Oct. /Dec. 2005.
- Produto 2 - Diagnóstico da Situação do Saneamento Básico, SHS CONSULTORIA E PROJETOS DE ENGENHARIA LTDA, 569 p., 2018.
- Souza e Silva, J.C., Caracterização Hidrogeológica Ambiental da Área de Influência da Mina Lapa Vermelha, na Região Cárstica de Lagoa Santa, MG (Tese de Mestrado), Belo Horizonte, Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, 239 p., 2003.
- Viana, H.S., Tavares, V.P., Kohler, H.C., Síntese da Geologia, Recursos Minerais e Geomorfologia, mapas e anexos, (Série APA Carste de Lagoa Santa - MG), Belo Horizonte: IBAMA/CPRM, 34 p., 21p., 1998.