



Estudos de Caso e Notas Técnicas

Alerta: Os artigos publicados nesta seção não são avaliados por pares e não são indexados. A intenção da seção ECNT é prover um espaço para divulgação de dados e estudos de interesse local, sem caráter científico. Sendo assim, a Revista Águas Subterrâneas não se responsabiliza pelo conteúdo publicado.

Disclaimer: Articles published in this section are not peer-reviewed and are not indexed. The intention of the ECNT section is to provide a space for the dissemination of data and studies of local interest, with no scientific character. Therefore, Revista Águas Subterrâneas is not responsible for this content.

Ocorrência das águas subterrâneas no município de Montes Claros - MG: um estudo de caso utilizando a geotecnologia

Occurrence of underground waters in the municipality of Montes Claros - MG: a case study using geotechnology

Marcela Almeida Alves¹; Marcos Rodrigues Cordeiro²; Renan Laughton Milo³

1 Engenheira Civil, Universidade Estadual de Montes Claros (UNIMONTES), Montes Claros, MG.

2 Engenheiro de Produção, Faculdades Integradas Pitágoras (FIPMOC), Montes Claros, MG.

3 Professor Ms. Departamento de Ciências Exatas e Tecnológicas da Universidade Estadual de Montes Claros (UNIMONTES), Montes Claros, MG.

✉ marcela.alves28@yahoo.com.br, markimrodrigues010@icloud.com, renan.milo@unimontes.br

Resumo

Palavras-chave:

Águas Subterrâneas.
Hidrogeologia.
Geoprocessamento.

O estudo das águas subterrâneas, com a globalização, assume uma importância cada vez mais expressiva, visto que é entendido como um instrumento capaz de prover solução para os problemas de suprimento hídrico. Através de determinadas ferramentas é possível sintetizar o espaço geográfico e aprimorar o estudo deste recurso. Sendo assim, este trabalho teve como objetivo verificar a ocorrência das águas subterrâneas no município de Montes Claros-MG, a fim de ampliar o conhecimento hidrogeológico da região. A metodologia baseou-se em uma pesquisa quali-quantitativa com caráter descritivo, através de um estudo de caso realizado no município com a utilização de ferramentas do Geoprocessamento. Os resultados apresentaram satisfatória na utilização da Geotecnologia, visto que foram obtidos dados relevantes da região em estudo, como o mapeamento da superfície freática, das vazões dos poços perfurados e da topografia local. Pode-se concluir que este estudo permitiu a contribuição e o suporte técnico às políticas públicas para a gestão dos recursos hídricos do município.

Abstract

Keywords

Groundwater.
Hydrogeology.
Geoprocessing.

The study of groundwater, with globalization, takes on an increasingly significant importance, since it is understood as an instrument capable of providing a solution to problems of water supply. Through certain tools it is possible to synthesize the geographic space and improve the study of this resource. Therefore, this work had as objective to verify the occurrence of groundwater in the municipality of Montes Claros-MG, in order to expand the hydrogeological knowledge of the region. The methodology was based on a qualitative-quantitative research with a descriptive character, through a case study carried out in the municipality with the use of Geoprocessing tools. The results were satisfactory in the use of Geotechnology, since relevant data were obtained from the region under study, such as groundwater mapping, drilling wells and local topography. It can be concluded that this study allowed the contribution and the technical support to the public policies for the management of the municipality's water resources.

DOI: <http://dx.doi.org/10.14295/ras.v33i1.29492>

1. INTRODUÇÃO

A discussão acerca da gestão dos recursos hídricos e, principalmente, as diretrizes relacionadas à preservação e ao uso racional da água se tornaram assuntos de extrema abrangência no cenário atual. Sabe-se que vivenciamos uma era em que o consumo exacerbado e

descontrolado da água gera um *déficit* na sua quantidade que, por sua vez, desencadeia uma grande preocupação em relação à sua disponibilidade futura. No Brasil esse fato é bem recorrente.

Segundo a Associação Brasileira de Águas Subterrâneas - ABAS (2018), mais de 97% da água doce disponível no mundo para consumo correspondem às águas subterrâneas. Além disso, representam um recurso que, quando comparadas às demais fontes hídricas superficiais, possuem um valor inferior de captação e um menor grau de contaminação. Muitas cidades brasileiras já são abastecidas, total ou parcialmente, por água subterrânea. No estado de São Paulo, por exemplo, cerca de 70% da zona urbana e aproximadamente 90% das indústrias já são abastecidas dessa maneira.

O conceito de aquífero está relacionado a uma formação geológica do subsolo, constituído por rochas que armazenam água em seus poros ou fraturas. Trata-se de um material geológico capaz de servir de depositório e de transmissor da água que está armazenada. A constituição geológica do aquífero é que irá determinar a velocidade da água, a quantidade e a sua qualidade como reservatório. (ABAS, 2018). O estudo das propriedades físicas das rochas é fundamental para verificar o comportamento da distribuição dos fluidos no espaço poroso.

O estudo da água subterrânea, com a globalização, assume uma importância cada vez mais expressiva, visto que é entendido como um instrumento capaz de prover solução para os problemas de suprimento hídrico. O seu uso requer o desenvolvimento de técnicas que possibilitem o conhecimento hidrogeológico a fim de verificar a ocorrência das águas, o comportamento dinâmico dos sistemas físicos e o monitoramento desses recursos. Através de determinadas ferramentas é possível aprimorar o conhecimento das águas subterrâneas, e a utilização da geotecnologia se aplica nesse caso, visto que é uma ferramenta empregada na obtenção das informações necessárias do espaço geográfico e da dinâmica hídrica.

Dentre as maneiras de usufruir deste recurso, encontra-se a perfuração de poços tubulares. O município de Montes Claros, Minas Gerais, dispõe de um sistema de abastecimento de água operado pela Companhia de Saneamento de Minas Gerais (COPASA) e é composto, praticamente em sua totalidade, por captações de águas superficiais. No entanto, uma pequena cota provém das águas subterrâneas de alguns poços ativos na região. (ARSAE, 2017). Além dos poços usados no abastecimento da cidade, existem aqueles perfurados para outros fins, de uso comunitário ou particular.

Nesse contexto, este trabalho tem como objetivo verificar a ocorrência das águas subterrâneas no município de Montes Claros - MG, a fim de ampliar o conhecimento hidrogeológico da região através do mapeamento da superfície freática, da vazão de poços perfurados na região e da topografia local. Foram utilizados dados de poços artesianos para configurar tecnicamente o nível freático da área de estudo através da utilização de ferramentas do geoprocessamento. .

2. CARACTERIZAÇÃO DO MUNICÍPIO DE ESTUDO

O município de Montes Claros possui uma área de 3.568,941 km² e conta com população estimada de 404.804 habitantes. A densidade demográfica é de 101,4 habitantes por km² no território do município (BRASIL, 2018). Situa-se no Norte de Minas Gerais, mais precisamente na Bacia do Alto Médio São Francisco.

Em relação ao relevo, possui boa parte do terreno constituída por morros de calcário, pertencentes ao planalto residual do São Francisco. A parte mais baixa e plana é denominada de depressão São Francisco. O relevo caracteriza-se por feições onduladas (60%), planas (30%) e montanhosas (10%). O ponto central da cidade tem uma altitude média de 655,21 metros (TOLMASQUIM, 2009).

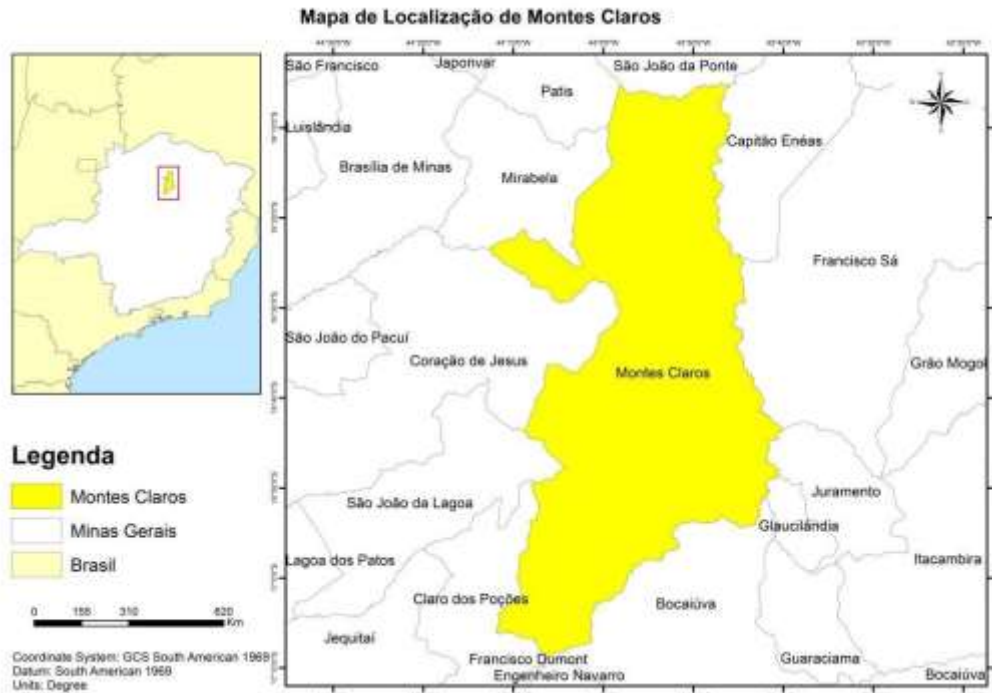
Em relação ao clima, destaca-se o clima subúmido-úmido e subúmido-seco, com temperatura média anual de 24,20°C e índice médio pluviométrico anual de 1.074 mm. Encontra-se inserida na sub-bacia hidrográfica do Rio Verde Grande e na bacia do Rio São Francisco. A vegetação dominante é o cerrado, além de trechos de transição com a caatinga (VELOSO; NERY, 2011).

No contexto hidrológico, na porção sudeste da área, encontra-se a zona das cabeceiras do Rio Macaúbas, um afluente da bacia do Rio Jequitinhonha. O vale do Rio Verde Grande constitui a principal drenagem a nível regional. Seu principal afluente é o Rio Juramento, que serve de reservatório para o abastecimento de água da cidade.

O Sistema de Abastecimento de Água do município é realizado pela Companhia de Saneamento de Minas Gerais (COPASA) e é constituído principalmente por captações superficiais. A sua principal fonte de abastecimento é a Barragem de Juramento que, de acordo com a Companhia, atingiu níveis críticos e conseqüentemente dificultou o fornecimento de água para a população. Ainda segundo a prestadora, a cidade de Montes Claros tem uma demanda de água próxima de 1000L/s. Porém, atualmente, a distribuição está cerca de 20% abaixo da demanda (ARSAE, 2017).

Além das medidas emergenciais adotadas, a Companhia está realizando estudos e planejamentos para suprir as necessidades hídricas do município. A obra do Rio Pacuí é um exemplo de aplicação. Caracteriza-se como um projeto para fornecer água e complementar o Sistema de Abastecimento de Água (SAA) de Montes Claros. A obra contempla dois quilômetros de adutora de água bruta captada no rio Pacuí, no município de Coração de Jesus, até uma Estação de Tratamento de Água (ETA), de onde segue, através de 54 quilômetros de redes, para o reservatório de distribuição em Montes Claros (COPASA, 2018).

Figura 1 – Delimitação territorial do município de Montes Claros.



Fonte: Elaborado pelos autores

3. MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo refere-se a uma pesquisa quali-quantitativa com caráter descritivo, visto que esta etapa objetiva levantar, compor e organizar as informações através de um estudo de caso realizado na cidade de Montes Claros. Os dados foram coletados e abordados através de tópicos relativos ao desenvolvimento do trabalho. Alguns dados do estudo resultaram de uma revisão bibliográfica.

Para a execução deste estudo, optou-se pela subdivisão em 3 etapas para que houvesse uma melhor coerência técnica e científica para a análise, sendo estas etapas: análise bibliográfica; coleta de dados sobre nível estático e os pontos georreferenciados dos poços artesianos; e a análise por Geotecnologias. Os processos metodológicos realizados neste trabalho estão representados a seguir:

1ª etapa: Buscou-se na literatura estudos com aplicações semelhantes, bem como a busca da compreensão de fenômenos hidrológicos em conjunto da geologia e geomorfologia, aplicações técnicas das geotecnologias às análises tangentes aos recursos hídricos. No aspecto hidrológico, esse procedimento contribui de forma imprescindível para informações referentes à natureza e a localização dos pontos de água, além da verificação das direções de fluxo subterrâneo. Além disso, a busca auxiliará no reconhecimento das potencialidades relativas dos aquíferos, com informações sobre a profundidade, capacidades específicas e composição da água captada.

2ª etapa: No sítio do Sistema de Informações de Águas Subterrâneas (SIAGAS) foram coletados pontos georreferenciados em extensão de *shapefile*, para serem representados e espacializados em ambiente computacional, bem como a análise de planilhas dispostas nos arquivos, onde estas possuíam valores de: nível estático (NE), nível dinâmico (ND), vazão (sendo a água retirada dos poços) e entre outros dados, e neste caso fez-se o uso incisivo do NE.

3ª etapa: Nessa última etapa foram gerados mapas temáticos com dados topográficos, superfície freática e zonas de vazão com a representação dos poços artesianos. Através de um processo de interação computacional no software de Geoprocessamento, ArcGIS 10.3.1 através da plataforma ArcMap, delimitou-se o município de Montes Claros. O software é licenciado pelo Laboratório de Geoprocessamento da Universidade Estadual de Montes Claros – UNIMONTES.

O processo de interação mencionado foi feito através do seguinte procedimento: Extensão *Spatial Analyst Tools*> Ferramenta *Hidrology*> *Flow Direction*>*Sink*>*Fill*>*Flow Direction*>*Flow Accumulation*> *Map Algebra*> *Stream Feature*> *Basin*. Após isto, foi feita a extração do limite da região no Modelo Digital de Elevação (MDE), onde consistem os dados em x, y, z, sendo as localizações dos pontos nas duas variáveis iniciais e na terceira é dada a altitude das localidades. Esta extração foi feita pela ferramenta *extract by mask*, e após iniciou-se o processo com os pontos dos poços, estando georreferenciados.

Extraíu-se os pontos dos poços (sendo 1273 poços) no MDE através da ferramenta *extract value to point*. Depois, obtiveram-se os valores da altitude do relevo onde se encontram os poços em uma parte da planilha do *shapefile* de pontos. Essa planilha foi exportada para o Excel para posterior geração de gráficos.

Tendo em posse os dados de cotas altimétricas dos poços, foi feito um processo interativo, entre o NE e as cotas altimétricas. O nível estático, conforme Leinz e Amaral (2001) pode ser compreendido também como nível hidroestático, em que a água se encontra inerte abaixo da camada piezométrica, e, os valores de NE é compreendido como a profundidade em que o técnico perfurou a superfície até atingir a água no subsolo. Sendo assim, realizou-se uma equação básica entre o NE e o ARP (Altitude do Relevo dos Poços) para geração do NF (Nível Freático), conforme na equação 1:

$$NF = ARP - NE \quad (1)$$

Obteve-se assim a diferença entre a altitude do relevo dos poços e o nível estático. Esta diferença é o nível freático, ou seja, como o NE é representado pela profundidade (dada em metros) da perfuração dos poços até atingir a água, ao analisar a altitude do relevo onde se situa os poços tendo esta subtração do NE, obterá em seguida a posição/localização do nível da água no relevo. Estes dados foram salvos como *shapefile* para posterior uso.

Após ter esta diferença e conseqüentemente a localização pontual do NF, buscou-se compreender o NF espacializado para toda a extensão da região de estudo. Para tanto, é necessário dispor de técnicas inerentes ao Geoprocessamento, sobretudo de métodos de interpolação, que " é uma técnica utilizada para a estimativa do valor de um atributo em locais não amostrados, a partir de pontos amostrados na mesma área ou região" (JACOB e YUNG, 2006. p.7) e para esta análise utilizou-se a Ponderação do Inverso das Distâncias (IDW) do inglês *Inverse Distance Weighting*, um interpolador acoplado na plataforma ArcMap.

O IDW considera as amostras informadas no campo de entrada e, a partir dessas amostras, estima valores para distâncias circunvizinhas onde não possuem dados amostrais. Este interpolador é bastante utilizado no meio técnico e científico para diversas análises e em diferentes campos.

Essa interpolação ocorreu utilizando o *shapefile* com as informações de nível freático dos poços. Inicialmente é preciso preparar o ambiente computacional para esta atividade interativa, assim seguiu o processo: *Geoprocessing>Environments>* indicação da aplicação dos dados a serem interpolados. Após esta preparação, foi acionada a extensão *interpolation* e depois a ferramenta IDW, sendo o interpolador. Por fim, foram gerados ainda no ArcGis os mapas temáticos.

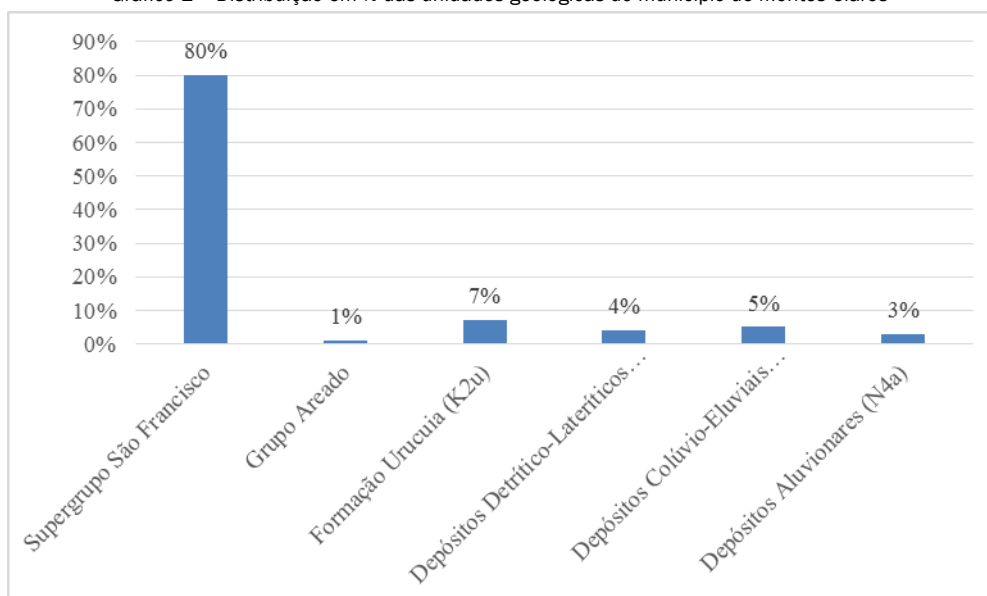
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A ocorrência das águas subterrâneas envolve diversas abordagens e, diante disso, é preciso entender como a mesma acontece considerando todas as variáveis relacionadas. Deve-se considerar, por exemplo, os contextos geológico e litológico, já que eles determinam a percolação e infiltração da água.

Foram reconhecidas na região em estudo onze unidades geológicas, individualizadas como formações e/ou coberturas cenozoicas, são elas: (1) Supergrupo São Francisco (formações Duas Barras e Serra do Catuni, do Grupo Macaúbas; e formações Serra de Santa Helena, Lagoa do Jacaré e Serra da Saudade, do Grupo Bambuí). Na Formação Lagoa do Jacaré foram ainda reconhecidas duas subunidades; (2) Grupo Areado (Formação Abaeté); (3) Formação Urucuia; (4) Depósitos Detrítico-Lateríticos; (5) Depósitos Colúvio-Eluviais; e (6) Depósitos Aluvionares. (CHAVES, 2014).

O Gráfico 1 apresenta a distribuição em porcentagem dessas unidades geológicas no município de Montes Claros. Nunc viverra imperdiet enim. Fusce est. Vivamus a tellus.

Gráfico 1 – Distribuição em % das unidades geológicas do município de Montes Claros



Fonte: CHAVES, M. L. de S., 2014.

Resumidamente, para ampliar o entendimento do exposto, é válido destacar as propriedades das principais unidades identificadas em Montes Claros. No Subgrupo São Francisco as rochas pertencentes são de natureza sedimentar e constituem a maior parte de Montes Claros. Destaca-se dentro do Grupo Bambuí, na Formação Serra da Saudade, o predomínio de siltitos e argilitos. A Formação Lagoa do Jacaré apresenta em sua constituição calcários cinzas escuros, muitas vezes puros e maciços. Em outra subunidade, há alternâncias de níveis milimétricos argilo-siltosos. É importante ressaltar que o Grupo Bambuí ocorre largamente sobre a maior parte da região em estudo. Dentro do Grupo Macaúbas, na Formação Serra do Catuni, é perceptível a composição da matriz geral por sílica e rara incidência de quartzo e quartzito. Na Formação Duas Barras encontra-se a formação de quartzo-metarenitos de granulação fina e média.

No Grupo Aerado, na Formação Abaeté, predominam conglomerados clasto-sustentados, seixos de quartzitos, quartzos e metapelito. A Formação Urucua conta com arenitos finos com intercalações locais de siltitos.

Os Depósitos Aluvionares são compostos por sedimentos arenosos com cascalhos inconsolidados, com predomínio de seixos de quartzos e sedimentos de silte e argila. Os Depósitos Colúvio-Eluviais são formados por sedimentos areno-siltosos com fragmentos angulosos de quartzo. Por fim, os Depósitos Detrítico-Lateríticos demonstram coberturas arenosas finas a médias.

Ainda de acordo com as informações do Gráfico 1, o supergrupo São Francisco predomina sobre a maior parte da região, sendo constituído pelos grupos Macaúbas e Bambuí. O grupo Macaúbas é a região base do supergrupo São Francisco, sendo composto principalmente de quartzitos e metadiamicititos. Já o grupo Bambuí é composto por uma sucessão de siltitos na base, folhelhos rítmicos de calcário na porção intermediária e argilitos no topo (CHAVES, 2014).

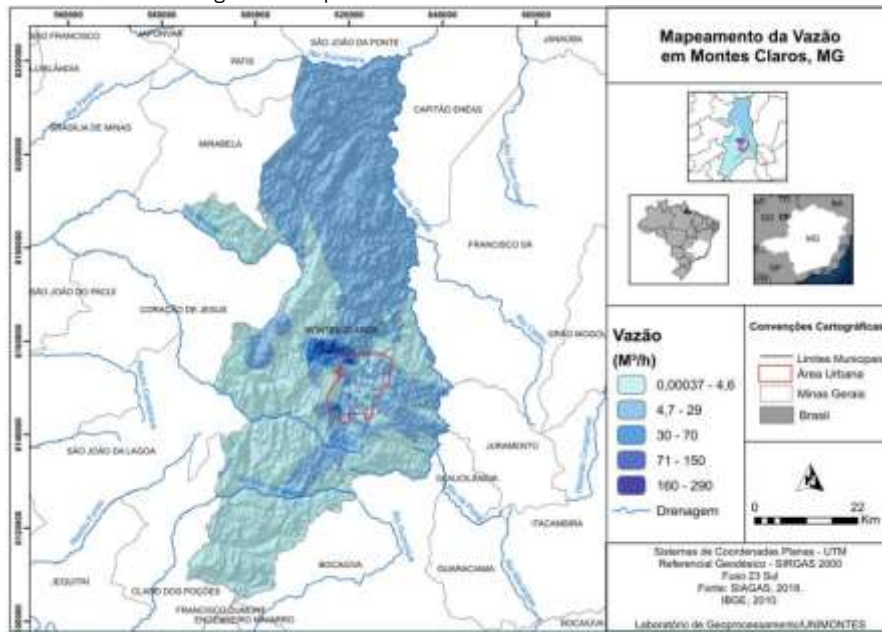
Verifica-se, ainda, que a Geomorfologia de Montes Claros é constituída predominantemente de formação cárstica. A formação do relevo cárstico está relacionada à geologia da região pertencente ao Grupo Bambuí Formação Lagoa do Jacaré (OLIVEIRA, 2016).

O entendimento da caracterização das unidades é importante para ter noção da capacidade de armazenamento de água que a região possui, isso porque segundo Leinz e Amaral (2001), as rochas são elementares nesta discussão, pois a porosidade e permeabilidade das mesmas definem significativamente o potencial de armazenamento. Além disso, as rochas sedimentares são boas armazenadoras de água devido ao nível de porosidade elevado.

As rochas mais importantes como aquíferos são aquelas que apresentam de regular a boa permeabilidade. As rochas pouco permeáveis, como arenitos muito argilosos e siltitos, embora possam armazenar quantidades importantes de água, são de natureza semipermeável e, portanto, transmitem água a uma taxa muito baixa (aquitardos). Os argilitos são classificados como aquícludes, pois apesar de terem uma grande porosidade, possuem uma permeabilidade baixa que não permite que a água flua em seu meio, se comportando como um meio impermeável. Já as rochas carbonáticas apresentam porosidades variáveis e significativa condutividade hidráulica (MANOEL FILHO, 2008).

Sendo assim, através da compreensão das principais formações geológicas de Montes Claros e a caracterização das mesmas, pode-se inferir a respeito da ocorrência e circulação das águas subterrâneas no meio. A Figura 5 demonstra a vazão de poços perfurados no município, fator que é diretamente influenciado pelo tipo de material rochoso.

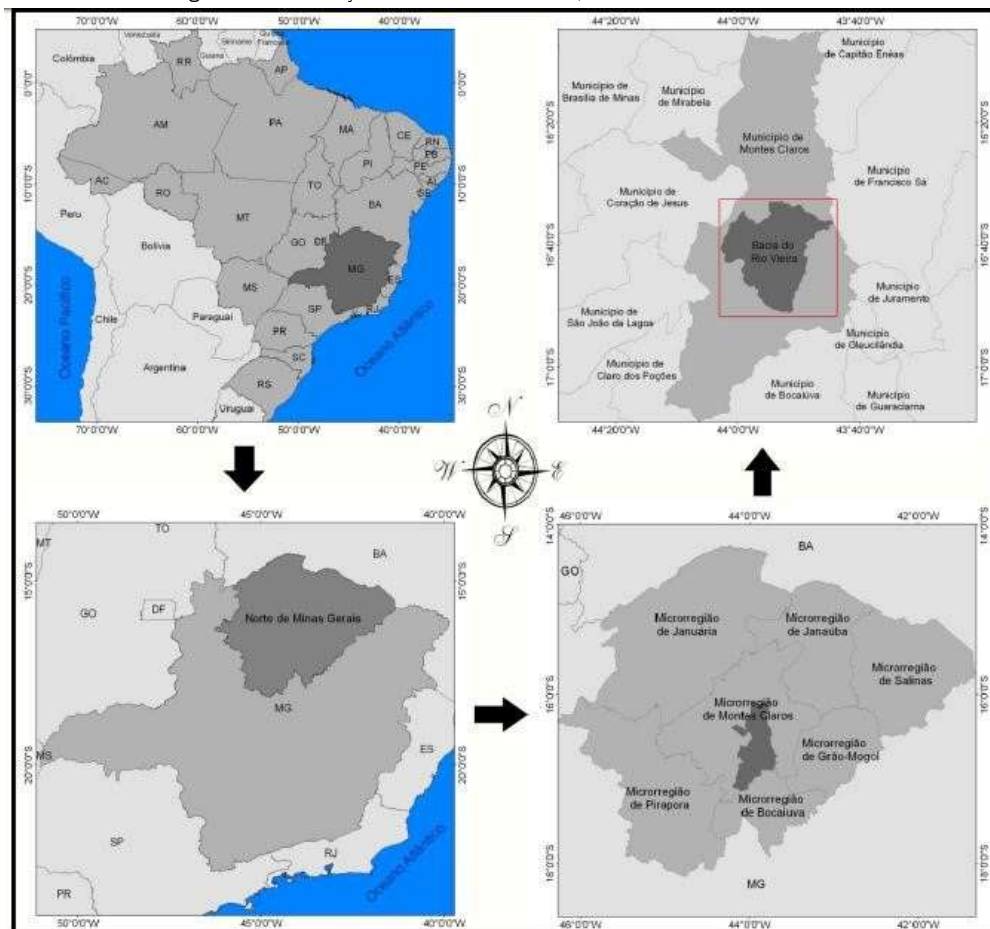
Figura 2 - Mapeamento da vazão em Montes Claros-MG



Fonte: Elaborado pelos autores

As zonas identificadas no mapa com as maiores vazões coincidem, portanto, com as regiões que possuem rochas mais permeáveis e porosas, com boa condutividade hídrica. Um desses pontos, localizado na parte central do mapa, corresponde à região de ocorrência da bacia do Rio Vieira. Segundo Soares (2014), a bacia hidrográfica do rio Vieira se encontra sobre terrenos da unidade do Grupo Bambuí. A rocha predominante é o calcário. A principal nascente do rio Vieira está localizada a - 43° 56' 04'' W e -16° 47' 22'' S, cerca de oito quilômetros da cidade de Montes Claros. A Figura 6 demonstra a delimitação da bacia do Rio Vieira.

Figura 3 - Delimitação da bacia do Rio Vieira, Montes Claros- MG.



Fonte: LEITE, M. R., 2011

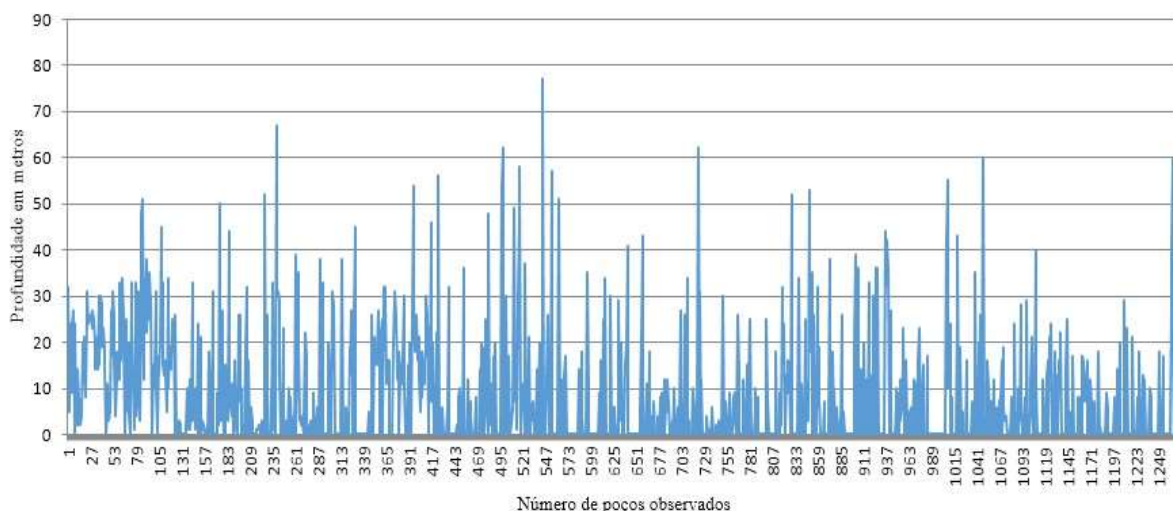
Outro ponto de destaque pela alta vazão encontrada, localizado também na parte central do mapa, refere-se ao Complexo da Lapa Grande. O Parque Estadual da Lapa Grande localiza-se no município de Montes Claros a oeste da zona urbana da cidade. Compreendido pelas coordenadas UTM 604400 e 617000 de latitude e 8143000 e 8158000 de longitude, distante 8 Km do centro urbano.

Ressalta-se que a criação do Parque Estadual da Lapa Grande teve como finalidade principal a proteção e conservação do complexo de grutas e abrigos da Lapa Grande. A região ainda abriga diversos mananciais e nascentes, que são responsáveis por cerca de 40% do abastecimento de água ao município de Montes Claros. Devido a sua importância para os recursos hídricos ao município de Montes Claros, a gestão é realizada pelo Instituto Estadual de Florestas do Estado de Minas Gerais (IEF) em conjunto com a Companhia de Saneamento de Minas Gerais - COPASA (VELOSO; NERY, 2011).

Em relação às demais delimitação do mapa percebe-se nas regiões sul e sudoeste as menores vazões encontradas, fato que se justifica devido à ocorrência de material impermeável, que dificulta a circulação da água no meio e dessa maneira, contribui para poços de baixas vazões. Nesse caso, pode-se deduzir a respeito da predominância de argilitos nesses locais.

Quanto à seleção dos poços artesanais, foram escolhidos unidades dentro de uma variação no relevo, das partes mais planas às montanhosas. Dessa maneira, é válido apresentar o nível estático dos poços, ou seja, o quanto foi perfurado em relevo para a obtenção de água. As informações, obtidas através do sitio do SIAGAS, podem ser visualizadas no Gráfico 2.

Gráfico 2 – Níveis Estáticos dos poços



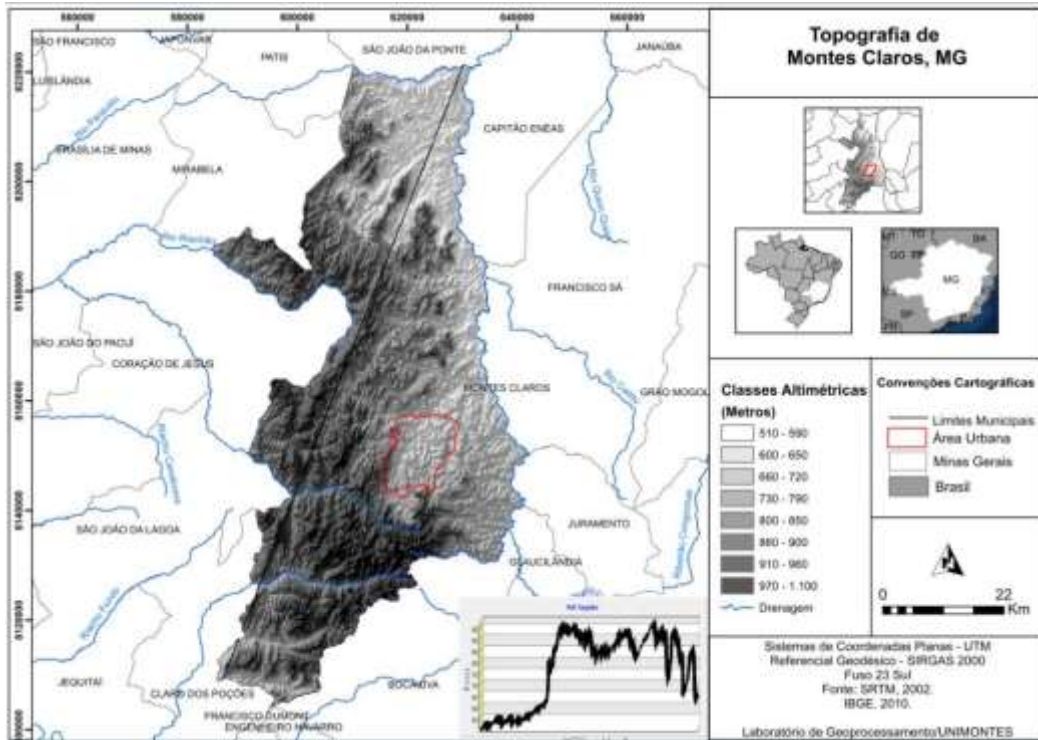
Fonte: Elaborado pelos autores

Os níveis estáticos são bem diferenciados dentro da análise, variando de 0 a 77 metros de profundidade. O valor zero pode estar relacionado a aquíferos superficiais, onde a água está praticamente sobre a terra sem que precisar assim de furos para obtenção de água. O poço de maior vazão registrou 290 m³/h.

No tocante à topografia da região, como o mapeamento do nível de água utiliza-se das cotas altimétricas como informação secundária, deve-se então, englobar um mapeamento planialtimétrico considerando a influência do relevo. A planialtimetria permite simular os acidentes geográficos do terreno em função das suas coordenadas planas, compondo-se de uma grade de cotas de cada ponto, permitindo a inclusão de altitude na sua representação (PINHEIRO, 2012).

Todas as análises do relevo desenvolvidas em uma região devem ponderar uma análise das estruturas a fim de evidenciar o comportamento morfodinâmico do ambiente estudado (OLIVEIRA, 2016). Dessa maneira, é necessário esclarecer que o nível freático, conforme Boezio et al. (2006) e Leinz e Amaral (2001), segue as cotas altimétricas de uma determinada área. Ou seja, quanto maior for a altitude do relevo, maiores os níveis freáticos para tal área. A Figura 4 representa a topografia do município:

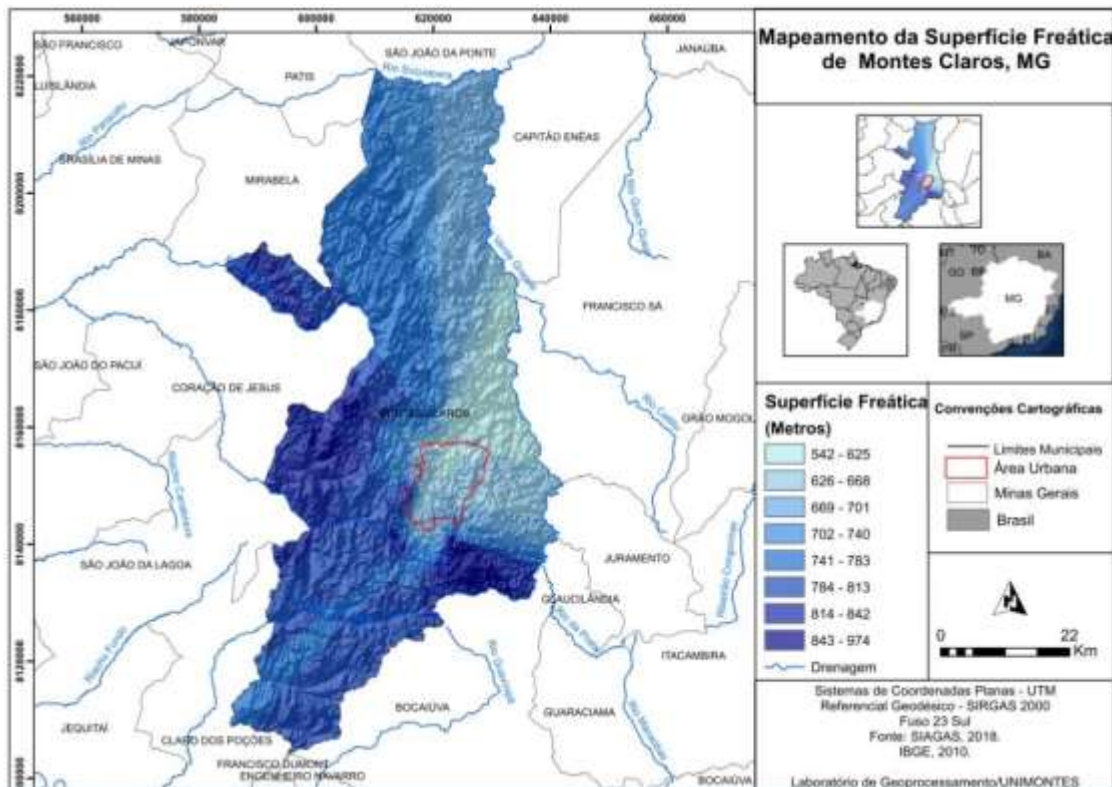
Figura 4 – Topografia de Montes Claros- MG



Fonte: Elaborado pelos autores

Observa-se que as maiores altitudes estão relacionadas a oeste e sul da região, onde as cotas altimétricas variam de 970 a 1100 metros. Para adentrar na análise da espacialização do nível freático, é de extrema importância mencionar que, ao analisar o mapa de nível freático e o de topografia, verifica-se que as cotas do mapeamento topográfico se aproximam dos valores obtidos no mapeamento da superfície freática. Essa relação também pode ser verificada na Figura 5.

Figura 5- Mapeamento da Superfície Freática de Montes Claros- MG



Fonte: Elaborado pelos autores.

Nota-se que o nível freático na porção leste da região é menos elevado, visto que essas áreas são as de menores cotas altimétricas e, fazendo uma análise detalhada, pode-se dizer que nessas localidades o nível é raso, ou seja, está em maior proximidade com o relevo, no caso em específico o relevo plano. Sendo assim, conforme já discutido, a Figura 5 mostra que o nível freático segue a cota altimétrica do relevo em tese.

5. CONCLUSÕES

A realização desta pesquisa, que propôs a verificação do fluxo e dos níveis da água subterrânea no município de Montes Claros-MG, evidenciou a importância desse levantamento no processo de gestão de recursos hidrogeológicos. Existem inúmeras maneiras para análises e obtenção das características do lençol freático, sendo a aplicação das ferramentas da Geotecnologia opções eficientes e satisfatórias.

Atenta-se ao fato de o nível freático ter se comportado de acordo das cotas altimétricas, visto que a pequena diferença entre o relevo e o nível estático deve ser algo abordado e analisado em diversas oportunidades no campo científico. Quanto às áreas de relevo montanhoso, merecem atenção e destaque ímpar, já que são fundamentais para a manutenção dinâmica dos recursos hídricos, sendo áreas de recarga hídrica.

Em relação aos poços perfurados com pouca profundidade, em especial, mencionam-se os poços onde se obteve águas superficiais e com vazão elevada, visto que podem ser tratados como áreas de afloramento hídrico, que merecem certo cuidado ambiental. Os poços com vazões elevadas, indicados preferencialmente na região central do município, implicam áreas de grande importância e utilização local abrangendo, inclusive, áreas essenciais para o abastecimento de água do município.

Sendo assim, a obtenção dos níveis da água subterrânea favoreceu a ampliação do conhecimento hidrogeológico da região, bem como a criação de uma síntese de informações e dados relevantes para a área. O estudo servirá de subsídio para a gestão do município, além de da extrema importância para estudos ambientais, norteamentos de perfuração de poços, análises dinâmicas entre variáveis morfométricas e recursos hídricos. Essas aplicações são de grande relevância para a Engenharia Civil.

Do ponto de vista técnico, este trabalho se apresenta como uma proposta metodológica que pode vir a beneficiar diferentes escalas e áreas do conhecimento, e, podendo dar suporte técnico às políticas públicas para a gestão dos recursos hídricos. As Geotecnologias se apresentam com boas opções para estudos que necessitam de análises do espaço geográfico e sobretudo considerando a dinâmica hídrica.

REFERÊNCIAS

ABAS. Associação Brasileira de Águas Subterrâneas. *Educação*. Disponível em: < <http://www.abas.org/educacao.php>>. Acesso em: 04 jun., 2018.

ARSAE. Agência Reguladora de Serviços de Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário do Estado de Minas Gerais. *Relatório de Fiscalização de Racionamento N° GFO-09/2017*. Disponível em: < http://www.arsae.mg.gov.br/images/documentos/Rf_tec_montes_claros.pdf>. Acesso em: 26 abr., 2018.

BRASIL. *Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE)*. Panorama da cidade de Montes Claros- MG. Disponível em: < <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/montes-claros/panorama>>. Acesso em: 16 jun., 2018.

BOEZIO Maria Noel Morales; COSTA, João Felipe Coimbra Leite; KOPPE, Jair Carlos. Cokrigagem colocada aplicada ao mapeamento do nível de água subterrânea. *REM. Revista Escola de Minas (Impresso)*, v. 59, p. 159-164, 2006.

CHAVES, Mário. Luiz de Sá. *Geologia e recursos minerais da folha Montes Claros SE.23-X-A-VI: Estado de Minas Gerais / Mario Luiz de Sá C. Chaves [e] Kerley W. Andrade*. – Belo Horizonte: CPRM, 2014.80 p.: il.: 30 cm

COPASA. *Companhia de Saneamento de Minas Gerais*. Disponível em: < <http://www.copasa.com.br/wps/portal/internet/>>. Acesso em: 25 mai., 2018.

JACOB; Alberto Augusto Eichman; YOUNG, Andrea Ferraz. *O uso de métodos de interpolação espacial de dados nas análises sociodemográficas*, 2006. Disponível em http://www.abep.nepo.unicamp.br/encontro2006/docspdf/ABEP2006_388.pdf. Acesso em 06 out.2018.

LEINZ, Viktor; AMARAL, Sérgio Estanislau. *Geologia Geral*. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 2001.

LEITE, Manoel. Rodrigues. *Sensoriamento remoto aplicado à análise temporal da relação uso da terra / temperatura e albedo de superfície na bacia do rio Vieira no Norte de Minas Gerais*. 2011.111f. Dissertação (Mestrado em Geografia) Instituto de Geografia, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2011.

MANOEL FILHO, J. *Ocorrência das águas subterrâneas*. In: Feitosa, A. C. F. *Hidrogeologia Conceitos e Aplicações*. 3ed. Rio de Janeiro, 2008.

OLIVEIRA, Mercione Ribeiro de. *Perfil Geológico - Geomorfológico e de Montes Claros e susceptibilidades à erosão*. In: V Congresso em Desenvolvimento Social, jun./jul., 2016.

PINHEIRO, Sebastião Jarbas. *Topografia e Geodésia* II. 50 p. 2012. Disponível em: <[http://professor.ucg.br/SiteDocente/admin/arquivosUpload/15014/material/Apostila%20Top%20II%20Rev.2012-1%20\(Reparado\).pdf](http://professor.ucg.br/SiteDocente/admin/arquivosUpload/15014/material/Apostila%20Top%20II%20Rev.2012-1%20(Reparado).pdf)>. Acesso em: 08 nov. 2018.

SIAGAS. *Sistema de Informações de Águas Subterrâneas*. Disponível em: <http://siagasweb.cprm.gov.br/layout/visualizar_mapa.php>. Acesso em: 22 nov. 2018.

SOARES, Adenise Thais. Sistema Ambiental da Bacia do Rio Vieira - Montes Claros/ Norte de Minas. In: VII Congresso Brasileiro de Geógrafos. ANAIS do VII CBG. Vitória, ES. 10 a 16 de agosto de 2014.

TOLMASQUIM Maurício. Tiomno. *Análise socioambiental de alternativas para o atendimento à Interligação Pirapora - Montes Claros*; Rio de Janeiro, 2009.

VELOSO, Anderson Ribeiro; NERY, César Vinícius Mendes. *Geoprocessamento aplicado à caracterização do Parque da Lapa Grande em Montes Claros/MG*. XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, Curitiba, PR. 30 de abril a 05 de maio de 2011, INPE. P. 3711