

ELABORAÇÃO DE UM MODELO HIDROGEOLÓGICO CONCEITUAL DO AQUIFERO LIVRE POROSO DA BACIA DO RESERVATÓRIO SERRA AZUL, MINAS GERAIS

Ana Clara de Sousa Matos¹; Ana Clara Gomes de Araújo²; Julian Cardoso Eleutério³

¹ Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais. aclaram_@hotmail.com

² Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais. anaclara.araujo93@gmail.com

³ Departamento de Engenharia Hidráulica e Recursos Hídricos, Universidade Federal de Minas Gerais.
julian.eleuterio@ehr.ufmg.br

Palavras-Chave: Mapa potenciométrico; Direções de fluxo; Imagem SRTM 1 Arc.

INTRODUÇÃO

A crescente demanda por recursos hídricos, aliada à redução da oferta de recursos superficiais em quantidade e qualidade adequadas ao consumo humano, tem tornado a exploração de águas subterrâneas uma opção cada vez mais viável e utilizada no Brasil e no mundo. Nesse contexto, a relação entre recursos hídricos subterrâneos e superficiais, as dinâmicas territoriais, a contaminação potencial de aquíferos, e os conflitos inerentes aos usos desses recursos são preocupações emergentes em nossa sociedade. O presente estudo apresenta a modelagem conceitual do aquífero livre poroso da bacia de contribuição do reservatório Serra Azul, localizado em Minas Gerais (MG), na bacia do Rio Paraopeba, afluente do São Francisco.

ÁREA DE ESTUDO

Na bacia hidrográfica do Serra Azul, situa-se o reservatório homônimo. Este reservatório é atualmente uma importante fonte de abastecimento de água para população da Região Metropolitana de Belo Horizonte (RMBH). Em operação desde 1983, o reservatório e sua área de drenagem são alvo de muitas pesquisas e modelagens diversas, como as relacionadas à evapotranspiração na bacia (Neves, 2005), às atividades socioeconômicas desenvolvidas na região e seus impactos (Silva, 2009), à qualidade da água do lago (Fernandes, 2012) e à dinâmica hidrológica da bacia (Laender *et al.*, 2018). Esse último identificou dificuldades relacionadas à modelagem hidrológica da área, mais especificamente no que tange à curva recessão e escoamentos de base. No entanto, pouco se estudou sobre a hidrogeologia da região. Bertachini (1987) dissertou sobre as características hidrogeológicas dos terrenos cristalinos sob clima úmido, citando o caso da sub-bacia em questão. Já Pinto *et al.* (2008) pesquisaram a estimativa da recarga natural do aquífero livre da região específica de Serra Azul.

A bacia hidrográfica do reservatório Serra Azul abrange uma área de aproximadamente 260 km². Desde 2014, o reservatório vem sofrendo mudanças consideráveis, influenciadas pela redução da pluviometria. Aliadas às mudanças climáticas, a bacia vem também sofrendo mudanças em termos de uso e ocupação do solo. De acordo com Matos *et al.* (2017), mudanças consideráveis foram levantadas na área bacia desde 1987, com destaque para a expansão de atividades agropecuárias e minerárias.

LEVANTAMENTO E TRATAMENTO DE DADOS

Os dados da estação fluviométrica Jardim foram utilizados nesse estudo, sendo essa estação considerada a mais representativa do ribeirão Serra Azul, visto que ela se encontra logo a montante do reservatório. Utilizando-se dados mensais da série histórica dessa estação, disponíveis no Hidroweb, foi possível calcular a vazão média de longo período, 1,46 m³/s, e a vazão específica, cerca de 12,9 L/(s.km²). Através do método dos Polígonos de Thiessen, estimou-se uma altura média anual de 1500 mm de chuva

(Figura 1.a)¹, interpolando-se os dados das 11 estações pluviométricas encontradas na área da bacia e proximidade imediata, também via Hidroweb.

A partir de imagens SRTM 1 Arc, obtidas no sítio do USGS (United States Geological Survey), com resolução espacial de 30 m, verificaram-se altitudes na área da bacia variando entre 762m e 1297m. Através dessas imagens, as declividades foram calculadas e classificadas de acordo com as faixas de valores estabelecidas pela EMBRAPA em 2006 (Figura 1.b), evidenciando que, nas regiões sul e sudoeste, são encontradas declividades mais acentuadas, classificando o terreno como montanhoso e, em pequenas parcelas, como escarpado.

A partir da imagem de satélite Sentinel-2 e do *Semi-Automatic Classification Plugin*, foi elaborado o mapa de uso do solo da bacia (Figura 1.c). É possível perceber, através do mapa, o caráter agro-pastoril da bacia, que ainda apresenta grande parcela vegetada (cerca de 70%). De acordo com o mapa de solos do estado de Minas Gerais desenvolvido pela UFV em 2010, são encontrados seis tipos de solo na região (Figura 1.d). Segundo a classificação de solos de Sartori (2005), a pedologia da região é bastante variada quanto à capacidade de infiltração, apresentando solos componentes de todos os grupos (A, B, C e D).

Conforme o mapa geológico disponibilizado pela CPRM no sítio GeoSGB, <http://geosgb.cprm.gov.br> (antigo Geobank *acessado em 15 de agosto de 2017*), a bacia é composta pelas seguintes formações: Supergrupo Rio das Velhas (Grupo Nova Lima), Supergrupo Minas (Grupos Sabará, Piracicaba, Itabira e Caraça), Gnaisse Itapeçerica, Gnaisse Cláudio e uma pequena parcela da formação Juatuba. Também conforme dados da GeoSGB, o mapa de geodiversidade da região aponta para a presença de sistemas aquíferos fissurais e granulares, como mostrado na Figura 1.f. O aquífero fissural, ocupando a maior parcela territorial da bacia, é composto basicamente por rochas cristalinas, não apresentando porosidade primária.

Para proceder à separação do escoamento superficial e de base, os dados fluviométricos extraídos do sistema Hidroweb para a estação Jardim foram tratados via ferramenta SWAT BFlow, desenvolvida pela *Texas A&M University*. O escoamento de base médio para o período de 1 ano (01/08/2015-31/07/2016) foi calculado em cerca de 0,40 m³/s, o correspondente a 111,72 mm distribuídos pela área da bacia. Considerando-se toda a série histórica, os valores encontrados foram 0,73 m³/s e 206,72 mm, respectivamente. Essa diferença substancial provavelmente está relacionada à grave crise hídrica pela qual a região de estudo tem passado desde 2014, com brusca redução dos índices pluviométricos. Ainda com base na série histórica, encontrou-se um valor de 406,54 mm para o deflúvio na bacia e uma evapotranspiração média de 1093,46 mm, os quais correspondem a 27,10% e 72,90% do total precipitado, respectivamente, desconsiderando-se a recarga.

Junto ao Sistema de Informações de Águas Subterrâneas (SIAGAS), disponibilizado pela CPRM em <http://siagasweb.cprm.gov.br/layout/> (*acessado em 23 de agosto de 2017*), foram levantados os poços contidos na bacia e no seu entono, para auxiliar na definição da superfície piezométrica. São eles: Fazenda Laranjeiras, Ribeirão Freitas, Fazenda dos Freitas, Fazenda Pacheco, Fazenda Vargem Grande e Fazenda Pasto Grande. Em uma pesquisa nos arquivos de cadastro de outorga subterrânea, foram encontrados 73 processos encerrados junto à Secretaria de Meio Ambiente de Minas Gerais, sendo esses dados também incorporados ao estudo, após análise prévia de adequabilidade (apenas 25 poços mostraram-se adequados e foram de fato utilizados – Figura 1.g).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados acima descritos permitiram a elaboração do mapa potenciométrico e a definição das linhas de fluxo na bacia em estudo, considerando-se a premissa de meio isotrópico, conforme mostram as Figuras 1.g e 1.h.

¹ Trabalho realizado pela pesquisadora Nívia C. Rodrigues em 2018, no Departamento de Engenharia Hidráulica e Recursos Hídricos da Universidade Federal de Minas Gerais (EHR/UFMG).

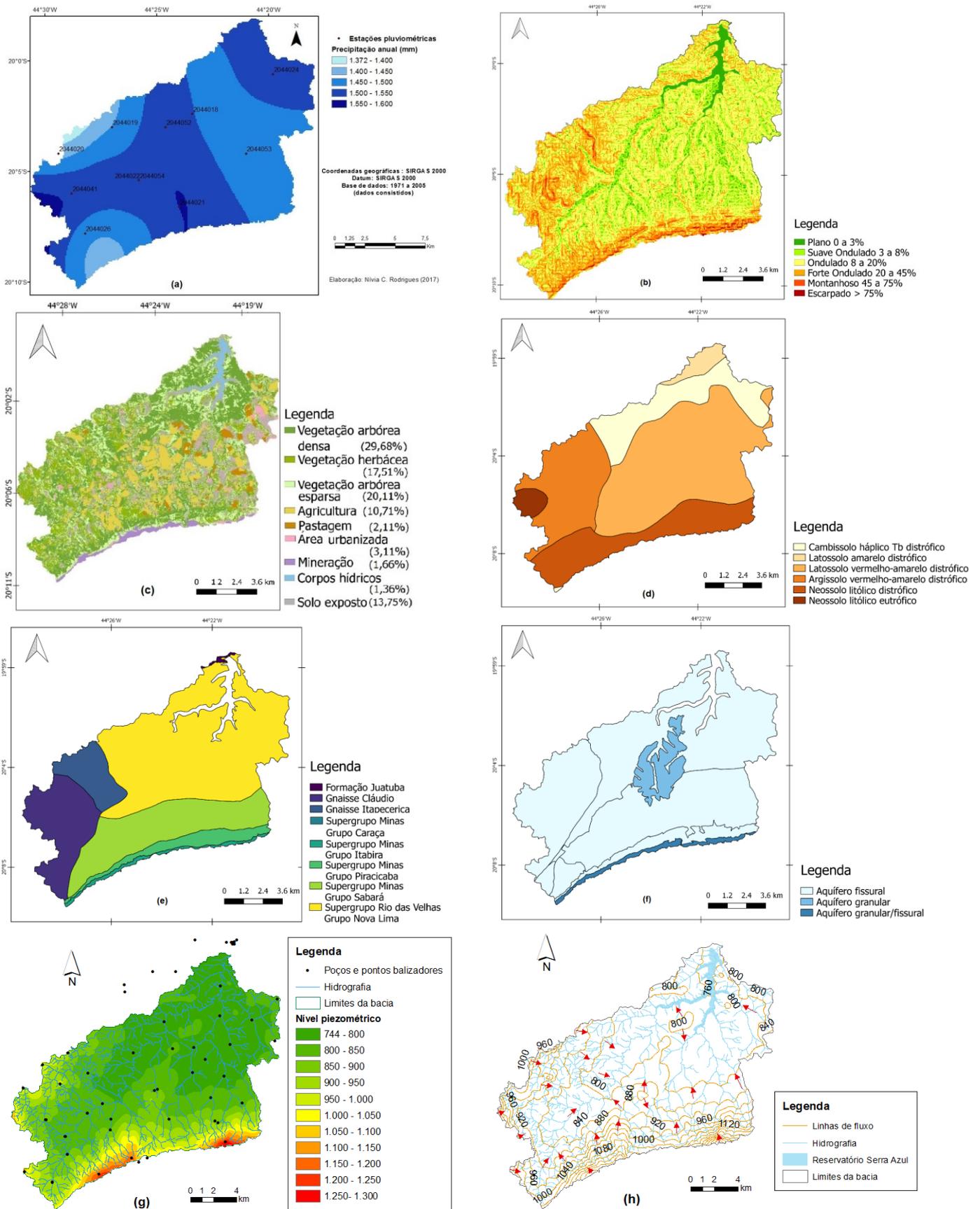


Figura 1 – Mapas de: a) distribuição espacial da pluviosidade; b) declividade; c) uso do solo; d) pedologia; e) geologia; e) geodiversidade; f) formações aquíferas; g) potenciometria; h) linhas de fluxo.

A superfície potenciométrica foi desenvolvida por meio da interpolação auxiliada pelo componente Toporaster, do *software* ArcGIS 10.5 (licença teste para estudante). Os dados de entrada foram as cotas do nível estático subtraídas das cotas de terreno (SRTM 1 arc), dos poços do SIAGAS, bem como pontos balizadores nas nascentes, no reservatório e ao longo dos cursos d'água, com base na hidrografia ottocodificada *Hidro_Otto_SF_Igam_2010*, disponibilizada pelo IGAM.

Os dados referentes aos poços cadastrados na região foram um fator limitante, pois pequena é a parcela disponibilizada facilmente através de sítios web, por exemplo. A grande maioria se encontra ainda arquivada em processos físicos nos órgãos governamentais competentes, demandando maior tempo para seu tratamento. Ademais, as informações referentes aos poços não são bem catalogadas, impossibilitando a utilização de vários desses para os fins desejados.

A recarga do aquífero pode ser estimada, de forma simplificada, em aproximadamente 20% da média pluviométrica plurianual, conforme empregado por Bertachini (1987) em terrenos cristalinos sob clima úmido. Assim, a recarga corresponderia a 300 mm/ano. Os outros 80% estão relacionados principalmente à evapotranspiração e ao escoamento superficial. Sendo que o valor da recarga é fundamental para o balanço hídrico, a sua estimativa será objeto de outro trabalho.

A continuidade desse trabalho consistirá em um maior detalhamento do contexto hidrogeológico local e regional, através do tratamento de mais dados de outorga, do levantamento de pontos d'água complementares e de modelagem numérica computacional. Por fim, se objetivará, através de modelagem mista hidrológica e hidrogeológica, detalhar a estimativa da recarga e explorar os riscos relacionados ao caráter agro-pastoril e minerário da bacia, uma vez que estas são importantes atividades econômicas desenvolvidas na região, caracterizando forte pressão antrópica na qualidade e quantidade de recursos hídricos da bacia, que também tem a função de abastecimento de água para a RMBH.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bertachini, A., Estudo das Características Hidrogeológicas dos Terrenos Cristalinos sob Clima Úmido, na região de Jundiá, em São Paulo. Dissertação de Mestrado, IG/USP, São Paulo, 104 p, 1987.
- Fernandes, D., Índícios de degradação ambiental em um reservatório oligotrófico (Reservatório de Serra Azul, MG – Brasil): avaliação limnológica, morfometria, batimetria e modelagem hidrodinâmica. 113f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ecologia, Conservação e Manejo da Vida Silvestre, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2012.
- Laender, F.; Eleutério, J.; Nascimento, N., Calibração manual e automática de parâmetros hidrológicos utilizando o modelo SWAT. In: XXII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. Florianópolis – SC, 2017.
- Matos, A.; Lemos, R.; Silva, T; Eleutério, J; Nascimento, N., Evolução do uso e ocupação do solo em mananciais de abastecimento metropolitano na Região Metropolitana de Belo Horizonte, Estado de Minas Gerais. In: XXII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. Florianópolis – SC, 2017.
- Neves, B., Geoprocessamento como Ferramenta no Estudo de Correlação entre a Dinâmica da Cobertura Vegetal e a Evapotranspiração na Bacia do Ribeirão Serra Azul - MG. 2005. 229 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-graduação SMARH, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2005.
- Pinto, E.; Lima, J.; Davis, E.; Silva, A.; Dantas, C.; Candido, M.; Palmier, L.; Monte-mor, R. Estimativa da recarga natural do aquífero livre de uma sub-bacia da bacia representativa de Juatuba (MG) aplicado o método da variação dos níveis d'água (VNA). In: XVI Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas, XVII Encontro Nacional de Perfuradores de Poços. São Luís – MA, 2010.
- Sartori, A.; Lombardi Neto, F.; Genovez, A. M. Classificação Hidrológica de Solos Brasileiros para a Estimativa da Chuva Excedente com o Método do Serviço de Conservação do Solo dos Estados Unidos. Parte 1: Classificação. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, 2005.
- Silva, A., O embate das forças rurais e urbanas na apropriação de um território multifuncional em Igarapé e Mateus Leme - MG. 2009. 136 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Geografia, Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2009.