



VULNERABILIDADE DOS RECURSOS HÍDRICOS SUBTERRÂNEOS NO MUNICÍPIO DE GOIÂNIA, PRIMEIRAS APROXIMAÇÕES

VULNERABILITY OF UNDERGROUND WATER RESOURCES IN THE MUNICIPALITY OF GOIÂNIA, FIRST APPROACHES

Larissa Veridiane Coutinho

Universidade Federal de Goiás
larissavv2@gmail.com

Lucas Espíndola Rosa

Universidade Federal de Goiás
lukasespindola@gmail.com

Elizon Dias Nunes

Universidade Federal de Goiás
elizonnunes@gmail.com

Maximiliano Bayer

Universidade Federal de Goiás
maxibayer@yahoo.com.ar

Resumo: A água subterrânea é um importante recurso em que pese o devido monitoramento para sua conservação e utilização, visto que é um manancial de difícil recuperação em caso de contaminação. No município de Goiânia, pesquisas se fazem necessárias para compreensão do grau de vulnerabilidade dos recursos hídricos subterrâneos. Deste modo, o objetivo deste trabalho é compreender a vulnerabilidade dos recursos hídricos no município de Goiânia. Para tanto, utilizou-se a metodologia de GOD (FOSTER et al., 2002) com devidas adaptações. Os resultados indicam que o município apresenta cerca de 61% de sua área com vulnerabilidade muito baixa; seguidas por 13% baixa; 23% média e 3% alta. Estas áreas de média e alta vulnerabilidade se localizam nas áreas fraturadas a alçadas do Complexo Granulítico Anápolis-Itaçu e nos fundos de vale do rio Meia – Ponte e ribeirão João Leite. Assim, recomenda-se cuidados, sobretudo preventivos, com estudos prévios sobre impactos dos usos e ocupação do solo e estabelecendo regras para atividades potencialmente contaminantes, por exemplo estações de tratamento de esgoto e postos combustíveis.

Palavras-Chave: Aquíferos. Contaminação. Recursos naturais. POSH.

Abstract: Groundwater is an important resource in spite of due monitoring for its conservation and use, since it is a source of difficult recovery in case of contamination.

In the city of Goiânia, research is necessary to understand the degree of vulnerability of groundwater resources. Thus, the objective of this work is to understand the vulnerability of water resources in the municipality of Goiânia. For this purpose, the GOD methodology (FOSTER et al., 2002) used with appropriate adaptations. The results indicate that the municipality presents about 61% of its area with very low vulnerability; followed by 13% low; 23% average and 3% high. These areas of medium and high vulnerability are located in the fractured areas at the elevations of the Anápolis - Itauçu Granulitic Complex and at the bottom of the Meia - Ponte and João Leite stream. Thus, precautions, especially preventive ones, are recommended with previous studies on impacts of land use and occupation, and establishing rules for potentially contaminating activities, for example sewage treatment plants and fuel stations

Key - words: Aquifers. Contamination. Natural Resources. POSH

Introdução

As águas subterrâneas são um importante recurso utilizado para diversas atividades, a saber, a dessedentação humana, utilização industrial, agropecuária, mineração, bem como são um importante regulador da perenidade dos recursos hídricos superficiais por intermédio da contribuição do seu fluxo basal. Para que haja fluxo subterrâneo de água, é necessário que o meio esteja saturado, ou seja, que o solo tenha atingido sua capacidade de campo, ou a condução por um lineamento estrutural. Nas condições de saturação, os poros maiores do solo encontram-se totalmente preenchidos, formando uma massa contínua e se desloca por gravidade em direção as áreas com maior aporte de água subterrânea (COELHO NETO, 1994; STEVAUX; LATRUBESSE, 2017).

Em áreas essencialmente urbanas, as fontes mais frequentes de poluição são provenientes do manuseio de produtos perigosos, como postos de gasolina, combustíveis líquidos, óleos e graxas, solventes aromáticos e metais pesados (HIRATA et al., 2006), que se constituem um grande risco, visto que a água subterrânea dentro desse contexto constitui cerca de 39% da demanda para o abastecimento humano no Brasil (ANA, 2010, p.34).

Neste contexto associado ao uso das reservas hídricas, as águas subterrâneas sofrem consequências graves do pouco investimento em saneamento básico no Brasil, visto que apenas cerca de 46% do esgoto gerado no país é tratado (SNIS, 2017). As cidades cujo o saneamento encontra-se em déficit apresentam

uma tendência de contaminação alta dos recursos hídricos subterrâneos, como por exemplo, a cidade de Natal, no estado do Rio Grande do Norte, onde apresenta apenas 35% das casas com atendimento de rede de esgoto, gerando uma poluição por nitrato, oriunda de esgotamentos sanitários, visto que a mesma cidade apresenta seu abastecimento atendido em cerca de 70% por poços artesianos (HIRATA, 2019).

Dada a evidência de risco a contaminação, bem como a proeminente demanda de água para os usos de abastecimento público, ao que pese tanto as águas superficiais, abastecidas pelo fluxo subterrâneo, bem como o uso direto desse tipo de recurso, avaliações em uma escala semi-detalhada - 1:50.000, bem como atualizadas, se faz necessária para compreensão dos graus de vulnerabilidade de contaminação dos recursos hídricos subterrâneos. Assim, tais conhecimentos são importantes para subsidiar a proposição de medidas de controle preventivo/corretivo aos processos de contaminação no município de Goiânia.

Para tanto, o objetivo geral deste trabalho é compreender a vulnerabilidade dos recursos hídricos subterrâneos no município de Goiânia. Como objetivos específicos, têm-se: i) analisar as áreas de vulnerabilidade à contaminação; ii) avaliar quais áreas mais críticas a ocorrência de contaminação dos recursos hídricos no município.

Área de estudo

O município de Goiânia possui cerca 728,8 km² de área e sua população ultrapassa 1,5 milhões de habitantes (IBGE, 2017), sendo que a principal fonte de economia é a prestação de serviços dentre os quais: comércio, indústria de reparação de automotores, indústria de transformação e a construção civil, que em síntese apresentam-se como atividades de bastante risco a contaminação (FOSTER et. al., 2002; SECIMA, 2017).

Destaca-se que o município compreende as bacias hidrográficas dos rios Meia Ponte e Dourados, além dos ribeirões João Leite, Anicuns e Capivara, perfazendo ao todo 85 mananciais catalogados pela Agência Municipal de Meio

Ambiente (AMMA) no ano de 2019. Ademais, o município encontra-se embasado por duas unidades geológicas, sendo-as: a unidade arquena/pré-cambriana do Complexo Goiano Anápolis-Itauçu, com rochas como: granulitos, hornblenda-gnaisses e quartzitos impuros, localizadas a norte do rio Meia-Ponte, bem como as rochas proterozóicas do Grupo Araxá, compostas predominantemente por micaxistos, xistos e quartzitos (ALMEIDA et. al., 2006, p.147), estas últimas rochas mais alçadas topograficamente, evidenciadas em destaque pelo Morro do Mendanha, representadas pelas regiões ao sul do rio Meia-Ponte, rio esse que evidencia um expressivo controle lito-estrutural marcando a divisão entre essas duas unidades geológicas.

Materiais e métodos

A pesquisa é um estudo de caso por meio do levantamento de dados e a elaboração de produtos cartográficos, a partir do estabelecimento de modelos ambientais por intermédio dos sistemas informações geográficas, com a implementação do consagrado método de GOD (FOSTER et. al., 2002; ALMEIDA et. al., 2006) em escala de detalhamento de 1:50.000, tendo em vista a interpretação, avaliação e correlação dos seguintes dados: i) Hidrogeologia da Região Metropolitana de Goiânia (CPRM, 2018); ii) Diagnóstico das Macrozonas Rurais do Município de Goiânia (ITCO, 2016); iii) Diagnóstico Hidrogeológico da Região de Goiânia (CAMPOS et al., 2003).

Em inglês GOD é uma sigla que se caracteriza por três parâmetros fundamentais: i) o grau de confinamento da água subterrânea (*Groundwater occurrence*); ii) Classificação dos estratos acima da zona saturada, em termos do grau de consolidação e caráter litológico (*Overall aquifer class*). iii) Espessura da zona vadosa até o lençol freático ou do topo do aquífero (*Depth to groundwater table*), conforme Figura 1.

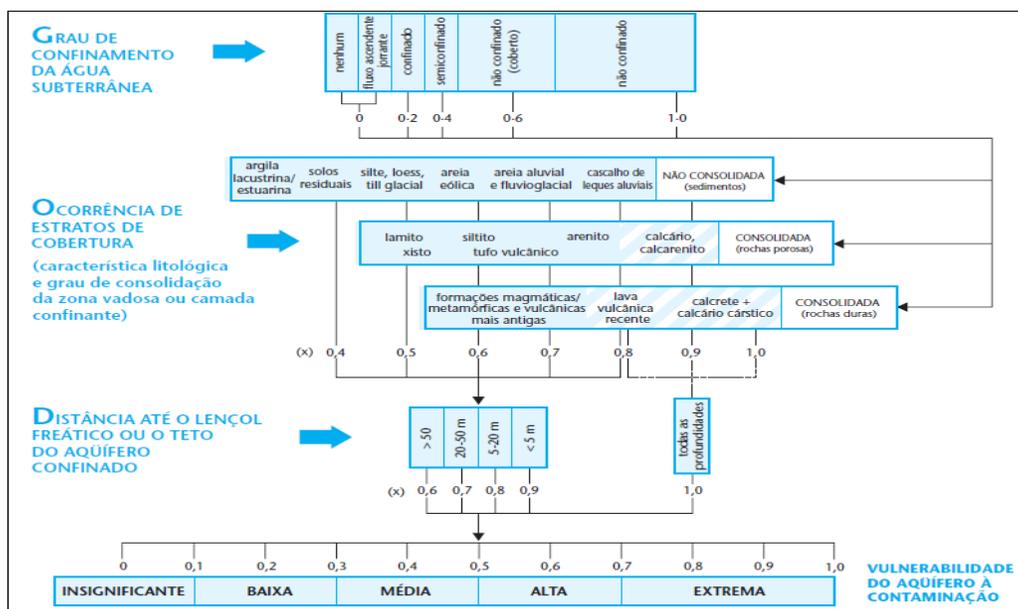


Figura 1: Síntese do método de GOD (FOSTER et al., 2002). Adaptado.

A cada um destes parâmetros é atribuído um valor que varia entre 0 à 1, em que quanto maior os valores, maior é a vulnerabilidade dos recursos hídricos subterrâneos. Nestes termos, considerando a disponibilidade dos materiais de base levantados, foram realizadas as devidas adaptações metodológicas, como por exemplo, o grau de confinamento da água subterrânea (tipo de aquífero), que foram relacionados as características das estruturas geológicas, em que para o município de Goiânia apresentam-se somente em dois tipos: a) granular; b) fraturada.

Os sistemas aquíferos Cristalino Sudeste e Araxá que existem na capital são em maioria granulares e se caracterizam por acumularem nos poros das rochas/solos e apresentar circulação livre através dos mesmos, podendo por vezes apresentar dupla porosidade, quando as descontinuidades são desenvolvidas de maneira tão proeminente que cria uma porosidade adicional (BOSCARDIN BORGHETTI et. al. 2004; ALMEIDA et al., 2006; DINIZ et al., 2014), fato esse bastante comum em rochas areníticas do Grupo São Bento, como as Formações Botucatu, mas que não apresentam essa realidade no contexto goianiense. No município as estruturas subterrâneas granulares se dão predominantemente por Depósitos Aluvionares.

As rochas fraturadas se constituem por apresentarem porosidade secundária, originada prioritariamente do faturamento ou do falhamento das rochas, representadas preponderantemente por rochas de ígneas e metamórficas de médio/alto grau de consolidação, como as fácies xistosas pertencentes ao Grupo Araxá, bem como as rochas granulíticas do Complexo Anápolis-Itauçu.

Especificamente na região metropolitana de Goiânia, as áreas com melhor produtividade de água subterrânea estão relacionadas as rochas quartzíticas relacionadas aos alçados topográficos da Serra das Areias (Aparecida de Goiânia); Serra da Felicidade e Morro do Grimpas (Hidrolândia) e a região do Morro do Mendanha (Goiânia) (CPRM, 2017).

Dado essas concepções teórico-metodológicas acerca dos materiais rochosos do município de Goiânia, foram consideradas para os materiais granulares valor de peso 0,6, enquanto para as demais rochas fraturadas valor de peso 0,4.

As ocorrências de estratos de cobertura foram consideradas tanto os mantos de alteração residuais, tipificados neste trabalho como os Latossolos, dado a sua predominância de ocorrência no município, bem como a litologia situados sobre a zona saturada. Em ambos os casos estes materiais condicionam os tempos de deslocamento dos diferentes contaminantes e estabelecem os vários processos de sua atenuação. Nesses termos, rochas com granulometria mais grosseira, por exemplo, exibem menor capacidade de atenuação de poluentes do que uma de granulometria mais fina. Em relação aos solos, estudos apontam que a matéria orgânica, bem como os próprios Latossolos caulíníticos associados com óxidos de ferro apresentam grande capacidade de sorção de metais e ânions (KAMPF et al., 2015), que por vezes auxiliam na capacidade “filtrante” do sistema.

Em relação a distância da zona vadosa até ao lençol freático, ou ao teto do aquífero confinado, foram mensurados por meio de informações de poços tubulares profundos, disponibilizados pelo SIAGAS-CPRM, que na oportunidade perfazem um total de 783 registros, distribuídos prioritariamente no núcleo urbano goianiense. Em síntese, essas informações correspondem à profundidade que determinado contaminante deverá percorrer para alcançar a zona saturada, sendo utilizados

como valores de referência os níveis estáticos - NE (CUTRIM, CAMPOS, 2010; PINHEIRO et al, 2015).

O nível estático se caracteriza pela profundidade do nível da água dentro do poço, quando não está bombeando por um bom período de tempo, sendo medido em metros (COSTA FILHO, 1998). Sua escolha se dá em decorrência ao princípio da precaução, tendo vista que esse parâmetro se apresenta mais próximo as condições naturais, pois mesmo um poço em utilização pode ser realimentado pela transmissividade da água de outras áreas de um determinado aquífero.

Para interpolação e avaliação desses dados de poços tubulares profundos foram utilizados procedimentos geoestatísticos de *krigagem ordinário* que se constituem em uma técnica de estimação linear e local, efetuando dentro de vizinhanças estacionárias, que procura minimizar, sem viés, o erro de estimação (STURARO, 2015).

Por fim, realizada a análise de GOD (FOSTER et al., 2002), os valores foram submetidos a uma análise geoestatística de *Quebra Naturais (Natural Breaks Jenks)*, que exibem como função encontrar intervalos de um determinado número de classes com vistas a minimizar a variância entre elas e refletir a variabilidade real existente entre os valores de um determinado conjunto de informações (FERREIRA, 2014). Deste modo, foram reconhecidas por meio desses valores quatro classes quanto a vulnerabilidade, de menor para maior: baixo, médio, alto e muito alto.

Resultados e discussões

Os resultados apontam que os recursos hídricos subterrâneos apresentam-se mais vulneráveis nas regiões dos Depósitos Aluvionares do Rio Meia-Ponte, de direção NW-SE, e do Ribeirão João Leite, em direção N-S, com destaque para a região dos bairros Goiânia 2, Urias Magalhães, Jardim Balneário Meia-Ponte e demais bairros associados que pela escala de trabalho apresentado não puderam ser representados, conforme Figura 2.

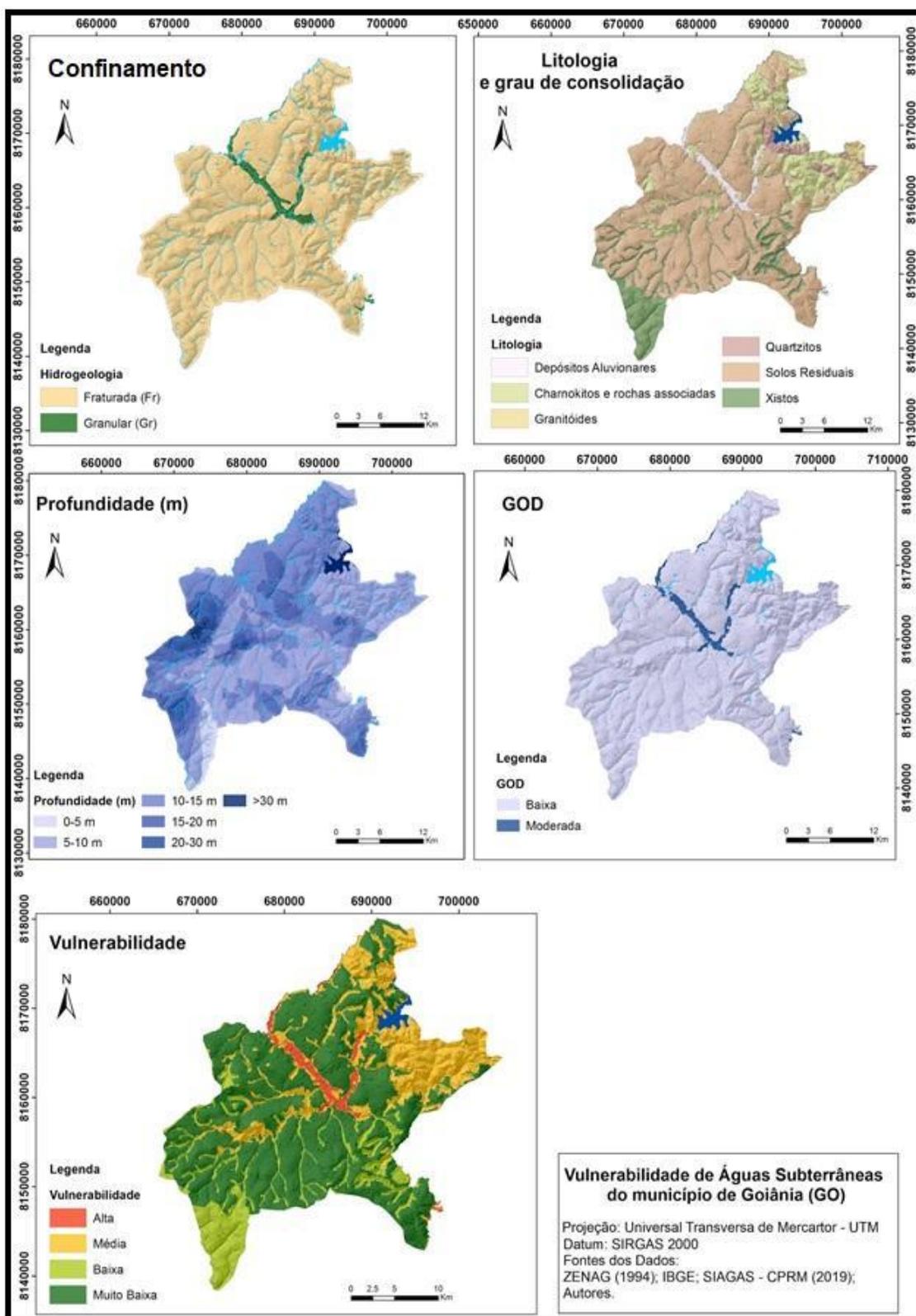


Figura 2: Síntese dos parâmetros analisados pelo método de GOD no município de Goiânia.

Ademais, em decorrência do tipo de confinamento destes ambientes permitir por meio de suas planícies acumularem e transmitirem água de maneira mais fácil, além de ficarem próximas as zonas de recarga, dado a proximidade com os níveis de base regionais se mostram como importantes áreas a serem estudadas quanto ao risco de operação de empreendimentos como postos de combustíveis, zonas industriais, dentre outras atividades que exijam manejo e tratamento de efluentes/resíduos.

Além disso, nesses sistemas hídricos subterrâneos formados por rochas sedimentares consolidadas ou inconsolidadas, bem como por solos arenosos, a água flui através dos poros existentes entre os grãos de areia, silte e argila de granulação variada, podendo recarregar ambientes conhecidos como várzeas e mantendo a umidade destes ambientes (BOSCARDIN BORGHETTI et. al. 2004).

Em situação diferente, de média vulnerabilidade, encontra-se as estruturas de rochas semi-confinadas, principalmente associadas a rochas granulares/fraturas quartizíticas, principalmente aquelas que apresentam menor grau de consolidação, bem como as rochas granulíticas e milonitizadas que apresentam sua recarga diretamente relacionada à quantidade de fraturas aberturas que permitem a infiltração e fluxo da água (anisotropia) (ALMEIDA et al., 2006).

A ocorrência de estratos de cobertura, basicamente composta por litologias metamórficas antigas não auxiliaram na discriminação de áreas mais passíveis a ocorrência de contaminação dos recursos hídricos, a não ser quando essas estruturas são comparadas com os mantos de alteração residuais, compostos predominantemente no município de Goiânia pelos Latossolos, que detêm cerca de 62% do município (ITCO, 2016), e que apresentam em grande parte o lençol freático profundo, por vezes com mais de cinco metros de profundidade. Tais valores de muita proximidade podem ser comprovados pela determinação dos valores, conforme tabela a seguir:

Tabela 1: Litologia e estratos de cobertura do município de Goiânia.

Litologia/Estratos de cobertura	Vulnerabilidade
Solos Residuais	0,4
Charnockitos	0,6
Xistos	0,5
Quartzitos	0,6
Depósitos Aluvionares	0,7
Granitóides	0,6

Fonte: ZENAG (1994) organizado por autores.

Em relação aos dados de profundidade apresentam-se mais profundos na região do oeste do Goiânia, próxima ao Morro do Mendanha e próximo ao Morro do Além com profundidades maiores que 30 m, já esperado tendo em vista que são duas das áreas mais alçadas topograficamente. As áreas no município apresentam predominantemente entre 5-30m de profundidade, perfazendo cerca de 35% do município.

Quando observadas a análise por quebra naturais (*Natural Break Jenks*) constata-se melhor a distribuição estatística das vulnerabilidades, em que as áreas de Muito Baixa Vulnerabilidade apresentam 61% da área do município, posicionadas predominantemente nas áreas de ocorrência de Latossolos e com profundidades do freático maiores que 5 m, seguidas pelas áreas de Baixa Vulnerabilidade com 13% da área do município, situados predominantemente nas áreas de Encostas/Fundos de Vale.



Figura 3: Classes de vulnerabilidade à contaminação do município de Goiânia
Fonte: Autores.

Ademais, o município apresenta 23% de suas áreas como de Média Vulnerabilidade, com predomínio de rochas xistosas, bem como dos enderbitos e charnockitos na região nordeste de Goiânia, onde predominam áreas com água subterrânea semi-confinada conectada por lineamentos com alta anisotropia. Por fim, as áreas próximas aos terraços fluviais e as planícies de inundação dos dois principais canais municipais, rio Meia-Ponte e ribeirão João Leite, são os que apresentam maior vulnerabilidade, se concentrando apenas em 3% do município.

Crispim (2015) estudando o eixo Goiânia – Anápolis constatou que as regiões do município de Goiânia apresentam alta vulnerabilidade e perfazem 8% da área total, seguidos por uma vulnerabilidade média de 15% da região e uma baixa vulnerabilidade com 64% da área avaliada. Regiões em que o autor denomina de insignificantes perfazem 13% do total avaliado.

Deve-se considerar que a diferença entre os resultados observados com o município de Goiânia se dá além da abrangência espacial, visto que os dados de

entrada do modelo estão em escalas de reconhecimento regional, sendo-as 1:1.000.000 - 1:500.000 (CRISPIM, 2015) divergindo assim, com os dados avaliados neste trabalho 1:50.000.

Nogueira (2017) estudando os aquíferos freáticos da Região Metropolitana de Goiânia, portanto livres, constatou que perfazem um alto/muito alto risco, com cerca de 46% da região metropolitana. Deve-se considerar que algumas variáveis levantadas pelo autor, ainda apresentam-se no bojo de discussões metodológicas, visto que o autor aponta solos mal drenados com baixa permeabilidade e com o lençol freático profundo, o que no ambiente encontram-se restritos a algumas paisagens. Chama também a atenção a consideração acerca dos Latossolos como solos vulneráveis a contaminação, pois é sabido que estes solos são profundos e apresentam também o lençol freático profundo, permitindo assim, a retenção de alguns poluentes nas suas estruturas.

Considerações finais

A compreensão da vulnerabilidade dos mananciais subterrâneos dentro do município de Goiânia foi atingida, em que a baixa vulnerabilidade é de cerca de 61% dos recursos hídricos subterrâneos, contudo a necessidade de monitoramento e medidas preventivas devem ser defendidas, visto que uma vez contaminada a água subterrânea, a lentidão de deslocamento dessas águas produzem um efeito prejudicial ou seja, torna-se difícil o processo de descontaminação, seja ele natural, ou antrópico. Neste caso, gerando a inviabilização do aquífero como recurso para consumo humano tornando-a quase irreversível em um período de tempo razoável (MANOEL FILHO, 1997).

A maior dificuldade do trabalho foi que o desempenho do método GOD é parcialmente comprometido por consequência ao tipo de aquífero da região, fraturado, visto que Foster (2006, p.27) apresenta que o método subestima a vulnerabilidade de aquíferos fraturados em comparação aos não consolidados, ou seja, os freáticos livres. Entretanto, esse método de monitoramento e sua aplicação

é de grande importância em áreas urbanas, devido a utilização de água subterrânea para abastecimento urbano e consumo humano, quadros que intensificam a necessidade de conhecimento da vulnerabilidade de aquífero, principalmente para apresentação de medidas preventivas apropriadas para garantir a segurança dessa água.

Outros mapas poderão ser gerados, a partir de novos cruzamentos e métodos, podendo, assim, produzir outras informações que também orientem no conhecimento das limitações e possibilidades de gestão integrada, de forma a subsidiar meios mais sustentáveis de exploração desse recurso.

Referências

- BORGHETTI, N.R.B et al. **Aquífero Guarani: a verdadeira integração dos países do Mercosul**. Ed. dos Autores, 2004.
- CAMPOS, José Eloi Guimarães. **Diagnóstico Hidrogeológico da Região de Goiânia**. AGIM/GO. Superintendência de Geologia e Mineração da Secretaria da Indústria e Comércio, Goiânia, GO, 125 pp.
- COELHO NETTO, Ana Luiza. Hidrologia de encosta na interface com a geomorfologia. **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. v. 2, p. 93-148, 1995.
- Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais – CPRM. Serviço Geológico do Brasil. **Mapa Hidrogeológico da Região Metropolitana de Goiânia**. Goiânia: CPRM, 2017.
- COSTA FILHO, Walter Duarte et al. **Noções básicas sobre poços tubulares: cartilha informativa**. CPRM, 1998.
- CRISPIM, Diogo Coelho. **Mapeamento da vulnerabilidade de águas subterrâneas nos municípios do eixo Goiânia-Anápolis**, Goiás. 2015.
- CUTRIM, A.O.; CAMPOS, J.E.G. Avaliação da vulnerabilidade e perigo à contaminação do aquífero Furnas na cidade de Rondonópolis (MT) com aplicação dos métodos GOD e POSH. **Geociências**. São Paulo: UNESP, v. 29, n. 3 p. 401-411, 2010.
- DINIZ, João Alberto Oliveira et al. **Manual de cartografia hidrogeológica**. CPRM, 2014.
- FERREIRA, Marcos Cesar. **Iniciação à análise geoespacial**. SciELO-Editora UNESP, 2016.
- FOSTER, S.; HIRATA, R.; GOMES, D.; D'ELIA, M.; PARIS, M.. **Proteção da qualidade da água subterrânea: um guia para empresas de abastecimento de água, órgãos municipais e agências ambientais**. São Paulo: SERVIMAR, 2006. 114 p.

GOIÁS (Estado). Secretaria de Indústria e Comércio. Superintendência de Geologia e Mineração. **Hidrogeologia do Estado de Goiás**. Por Leonardo de Almeida, Leonardo Resende, Antônio Passos Rodrigues, José Eloi Guimarães Campos. Goiânia, 2006.

HIRATA, Ricardo et al. **A revolução silenciosa das águas subterrâneas no Brasil: uma análise da importância do recurso e os riscos pela falta de saneamento**. 2019.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. **Zoneamento Ecológico-Econômico da Área do Aglomerado Urbano de Goiânia estado de Goiás - ZENAG**. Goiânia: 1994 84 p.

Instituto Tecnológico do Centro-Oeste - ITCO. **Diagnóstico das Macrozonas Rurais**. Goiânia: 2016.

KAMPF, Nestor et al. Mineralogia de Solos Brasileiros. In: KER, J.C; CURI, N; SCHAEFER, C.E.G.R; VIDAL-TORRADO, P. **Pedologia Fundamentos**: Viçosa: SBCS. 1ª ed. 2ª reimp. p.81 – 147. 2015.

LOBO-FERREIRA, J. P.; OLIVEIRA, M. M.; CIABATTI, P. (1995). **“Desenvolvimento de um inventário das Águas Subterrâneas de Portugal”**, 1º Volume, LNEC, Departamento de Hidráulica, Grupo de Investigação de Águas subterrâneas.

MANOEL FILHO, J. Hidrogeologia Conceitos e Aplicações; Cap. I: Água Subterrânea, Histórico e Importância. CPRM – Serviço Geológico do Brasil. Fortaleza, CE. 1997.

NOGUEIRA, Sérgio Henrique de Moura. **Avaliação do risco à perda da qualidade ambiental do aquífero freático na região metropolitana de Goiânia**. 2017.

Organização das Nações Unidas. *General Assembly Adopts Resolution Recognizing Access to Clean Water, Sanitation as Human Right, by Recorded Vote of 122 in Favour, None against, 41 Abstentions*, 2010. Disponível em: <<https://www.un.org/press/en/2010/ga10967.doc.htm>> Acesso em: 15 abril 2019.

PINHEIRO, R. J. et al. Aplicação dos Métodos GOD e POSH para determinação da vulnerabilidade e perigo à contaminação dos aquíferos na cidade de Santa Maria-RS. **Revista de Gestão de Água da América Latina**, v. 12, n. 2, p. 61-79, 2015.

SECIMA. *Análise dos Aspectos Socioeconômicos do Centro-Oeste*, 2017. Disponível em: <<http://pdi-rmq.secima.go.gov.br/wp-content/uploads/2017/10/5-Analise-dos-Aspectos-Socioeconomicos.pdf>>. Acesso em: 15 abril 2019.

Secretaria Nacional de Saneamento do Ministério do Desenvolvimento Regional – SNS/MDR. *Diagnósticos da Situação do Saneamento no Brasil no ano de 2017*, 2019. Disponível em: <<http://www.snis.gov.br/component/content/article?id=175>>. Acesso em: 15 de abril 2019.

STEVANUX, José Cândido; LATRUBESSE, Edgardo Manuel. **Geomorfologia fluvial**. Oficina de Textos, 2017.

STURARO, José Ricardo. **Apostila de geoestatística básica**. Rio Claro: UNESP, IGCE, 2015. 34p.

Sobre a Autora e os Autores

Larissa Veridiane Coutinho

Graduanda em Geografia na Universidade Federal de Goiás. Atualmente estagiária na - Secretaria Estadual do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos, Cidades, Infraestrutura (SECIMA). Tem experiência na área de Geografia, com ênfase em recursos hídricos.

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/3726787106927913>

Lucas Espíndola Rosa

Técnico em Mineração pelo Instituto Federal de Ciência e Tecnologia de Goiás (2012), Geógrafo (2013), Especialista em Gestão e Planejamento Ambiental (2014) e Mestre em Geografia (2016), ambos pela Universidade Federal de Goiás. Atualmente é doutorando em Geografia no Programa de Pós-Graduação em Geografia. Atua como Técnico em Mineração no Laboratório de Geomorfologia, Pedologia, e Geografia Física - LABOGEF/IESA/UFG. Tem experiência profissional em: Atividades minerárias; Planejamento Ambiental; Cartografia, Geomorfologia e Pedologia, atuando em consultorias e assessorias ambientais (elaboração de estudos ambientais que envolvam aspectos do meio-físico e socioeconômico). Apresenta interesse em pesquisa nos seguintes temas: Geomorfologia; Pedologia; Recursos Naturais; Mudanças de Uso do Solo.

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/6482962736631878>

Elizon Dias Nunes

Possui graduação - Licenciatura Plena em Geografia (2008), e Bacharelado em Geografia - Análise Ambiental (2010); Mestrado em Geografia - área de concentração Natureza e Produção do Espaço (2011), e Doutorado em Geografia - Tratamento da Informação Geográfica (2015), pela Universidade Federal de Goiás. Trabalhou de 2008 a 2009 no projeto Levantamento, Estudo e Desenvolvimento do Potencial de Produção de Biocombustíveis na Área de Influência da Ferrovia Norte-Sul, o qual envolveu mapeamento, análise integrada e relatórios técnicos de Pedologia, Geomorfologia, Hidrografia, Variabilidade e Sazonalidade da Precipitação, Cobertura e Uso do Solo, Aptidão Agrícola das Terras e Estrutura Fundiária. Durante o ano de 2010 atuou como professor nível P III dos ensinos Fundamental e Médio na Secretaria Estadual de Educação de Goiás. De 2014 a 2017 trabalhou no projeto Monitoramento e Estudos de Técnicas Alternativas na Estabilização de Processos Erosivos em Reservatórios de UHEs no âmbito do convênio Furnas-Eletronbras-UFG. Atualmente é Geógrafo no Instituto de Estudos Socioambientais no Laboratório de Geomorfologia, Pedologia e Geografia Física (LABOGEF), onde trabalha com Cartografia, Geoprocessamento, Sistemas de Informações Geográficas e Sensoriamento Remoto aplicados ao tratamento da informação geográfica e modelagem multifatorial de fenômenos ambientais entre eles modelagem hidrológica e processos erosivos em ambientes rurais e urbanos. Na área técnica possui experiência no uso e ensino dos Sistemas de Informações Geográficas SPRING (INPE), ArcGIS (ESRI), ENVI e Quantum GIS, bem como no tratamento e interpretação de imagens LANDSAT, RESOURCESAT, ALOS, SENTINEL, CBERS, Rapideye, Geoeye e MDTs e MDEs de diversas resoluções. Na docência possui experiência no ensino de Geografia nos níveis Fundamental e Médio, bem como metodologias de avaliação. Nos níveis tecnológicos e de graduação no ensino de disciplinas correlatas à Geografia Física. Eventualmente participa

como colaborador convidado para ministrar módulos práticos-operacionais no ensino de Geografia Física no Mestrado e Doutorado em Geografia - PPGeo-UFG.

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/4537975818670608>

Maximiliano Bayer

Geólogo - Universidad Nacional de San Luis- Argentina, (1994). Mestrado em Geografia pela Universidade Federal de Goiás (2002) como Bolsista Capes (Convenio PEC-PG, para alunos estrangeiros). Doutor em Ciências Ambientais CIAMB-UFG (Bolsista CNPq). Professor adjunto IESA-UFG. Pesquisador do Laboratório de Geomorfologia, Geografia Física e Solos (LABOGEF- UFG). Vinculado ao Programa de Pós Graduação em Ciências Ambientais (CIAMB) e ao Programa de Pós Graduação em Geografia (PPGeo), ambos da UFG. Tem experiência na área de Geociências, com ênfase em Geologia Ambiental, Geomorfologia e Recursos Hídricos, atuando principalmente nos seguintes temas: geomorfologia fluvial, recursos hídricos e planejamento ambiental.

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/4552593148328465>

Recebido em Abril de 2019.
Aceito para publicação em Junho de 2019.