

XVIII CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

PROPOSIÇÃO DE MAPA DE VULNERABILIDADE DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS PARA MUNICÍPIO DE SENADOR CANEDO-GO, USANDO METODOLOGIA GOD.

Diogo Coelho Crispim¹; José Vicente Granato Araújo²; Nilson Clementino Ferreira³

RESUMO

As atividades antrópicas e a crescente expansão urbana têm provocado um profundo desgaste das águas superficiais e a busca de fontes alternativas de recursos hídricos. Observa-se desta forma a crescente preocupação da sociedade com a degradação das águas subterrâneas. A crescente utilização das águas subterrâneas para abastecimento público e para outras atividades produtivas tem forçado os gestores a desenvolverem programas de preservação mais efetivos, bem como ações de remediação. Devido aos elevados custos envolvidos em ambas as atividades, a remediação se torna prioritária. A definição da vulnerabilidade das águas subterrâneas à contaminação considera o conjunto de características físicas, químicas e biológicas da zona não saturada e/ou da áreas confinantes que, juntas, controlam a chegada do contaminante ao aquífero. O município de Senador Canedo é a unidade de controle utilizada no estudo. Consiste em um município pertencente à região metropolitana de Goiânia, capital do estado de Goiás, sendo considerado um grande polo de armazenamento petroquímico do Centro-Oeste do Brasil. O mapa de vulnerabilidade proposto possibilita a exploração consciente e preservação do aquífero, verificando a existência de áreas de baixa e insignificante vulnerabilidade no município, as quais favorecem a ocupação sem afetar a qualidade da água subterrânea, mas também orienta a ocupação por possuir extensas áreas de vulnerabilidade média, aproximadamente 63%.

¹ Rua 91, no. 771 - Setor Sul – Goiânia – GO - CEP: 74083-150 - Brasil - Tel: (62) 9686-3054 - e-mail: dccrispim@hotmail.com

² Universidade Federal de Goiás, Escola de Engenharia Civil, e Saneamento de Goiás S.A. SANEAGO, Pça. Universitária s/nº, Bl. A, Sl. 6 Setor Universitário - Goiania, GO – Brasil - CEP:74605-220 Telefone: (62) 32096084, Ramal: 207 Fax: (62) 32020875. e-mail: jygranato@yahoo.com.br

³ Universidade Federal de Goiás, Escola de Engenharia Civil, e Saneamento de Goiás S.A. Pça. Universitária s/nº, Bl. A, Sl. 6 Setor Universitário - Goiania, GO – Brasil - CEP:74605-220 Telefone: (62) 32096084 - e-mail: nclferreira@gmail.com

ABSTRACT

Human activities and the growing urban unsustainable development have caused extensive contamination of surface waters and the need for alternative water sources. As a result, it is observed an increasing concern of the population with the degradation of groundwater quality. The use of groundwater for public supply and production activities is increasing in such a way that is forcing managers to develop more effective conservation programs as well as remediation acts. Due to the high costs involved in both activities, remediation becomes priority. The definition of the groundwater vulnerability to contamination considers a group of physical, chemical and biological properties of the unsaturated and/or adjoining confined areas which, together, control the influx of the contaminant into the aquifer. The city of Senador Canedo, is the control unit used in the study. Located in the state of Goiás, it is a Brazilian county that belong to the metropolitan area of Goiânia, the capital of the state, and is considered a large petrochemical complex in the Midwest of the country. The proposed vulnerability map allows the sustainable and conscious exploitation of the aquifer, identifying areas of low and insignificant vulnerability that allow the occupation without affecting the quality of groundwater, but also guides the occupation by the presence of large areas of medium vulnerability, approximately 63%.

PALAVRAS-CHAVE: Vulnerabilidade, Metodologia GOD, Ocupação Urbana

1. INTRODUÇÃO

A crescente escassez dos mananciais de água, aliados à dificuldade para utilização de fontes superficiais com qualidade adequada, tem forçado cada vez mais os gestores a desenvolver programas de preservação ambiental mais efetivos bem como adotar medidas de remediação de águas subterrâneas, visando a garantia da qualidade que atenta as legislações vigentes, conforme o uso pretendido (Nogueira, 2010).

Os responsáveis pela gestão dos recursos hídricos estão cada vez mais conscientes que é mais conveniente proteger o aquífero a remediá-lo (Hirata, 1994) embora os aquíferos subterrâneos constituam em uma fonte naturalmente mais protegida. Este fato tem resultado em um interesse cada vez maior pelo desenvolvimento e uso de técnicas de mapeamento de vulnerabilidade à contaminações dos aquíferos.

Assim sendo, a melhor estratégia para a eficácia destas atividades deve considerar, dentre outras: a) a identificação das áreas mais susceptíveis a contaminação ou atividades que representem maior ameaça à qualidade das águas; b) a capacidade de degradação de contaminantes que a zona não saturada apresenta e c) o controle de ocupação de áreas mais sensíveis à contaminação dos

aqüíferos e proteção de mananciais que são ou serão utilizados para abastecimento público (Foster, 1987).

A cidade de Senador Canedo, situada no estado de Goiás, é um município brasileiro que possui como principal atividade econômica, o complexo petroquímico de armazenamento e logística da Transpetro, subsidiária da Petrobras e indústrias relacionadas. Além do pólo petroquímico, destaca-se ainda o setor comercial, em ampla ascensão, bem como a expansão dos empreendimentos imobiliários (Senador Canedo, 2013), por se localizar próximo à capital Goiânia.

A metodologia utilizada para desenvolvimento do mapa de vulnerabilidade é descrito por Foster considerando que a contaminação de aqüíferos se dá basicamente em função do tipo e carga da fonte geradora introduzida no solo, bem como da vulnerabilidade natural dos aqüíferos. O termo vulnerabilidade pode ser utilizado para representar as características intrínsecas de um aqüífero que determinam sua susceptibilidade a ser adversamente afetado por uma carga contaminante (Foster, 1987).

A vulnerabilidade de um aqüífero é, portanto, um conjunto de características que determina o quanto ele poderá ser afetado pela carga do contaminante. São considerados aspectos fundamentais da vulnerabilidade: o tipo de aqüífero (livre a confinado), a profundidade do nível d'água e as características dos estratos acima da camada de interesse, em termos de grau de consolidação e litologia.

Considerando um aqüífero livre, a vulnerabilidade natural pode ser entendida em função da: a) acessibilidade hidráulica da zona não saturada à penetração de contaminantes - advecção de contaminantes; e, b) capacidade de atenuação da camada que cobre a zona saturada, resultado da retenção ou reação físico-química de contaminantes - dispersão, retardação e degradação (Foster & Hirata, 1988).

2. OBJETIVOS

O objetivo deste trabalho é de aplicar a metodologia GOD e elaborar o mapa de vulnerabilidade à contaminação das águas subterrâneas para o município de Senador Canedo, através da compilação de dados mais recentes e utilização de técnicas de geoprocessamento para a manipulação e tratamento dos dados, com a montagem de um banco de dados georreferenciados utilizando um Sistema de Informações Geográficas (SIG).

2.1 Objetivos Específicos

Têm-se como objetivos específicos da pesquisa:

- Desenvolvimento de ferramenta para auxiliar na elaboração de diretrizes de ocupação de solo no município de Senador Canedo;
- Definição de áreas susceptíveis a contaminação para proposição de ações de mitigação;
- Definição de áreas de proteção da água subterrânea para utilização em consumo humano.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Caracterização Hidrogeologia da Área de Estudo

A área de estudo utilizada neste trabalho considera o município de Senador Canedo, que consiste no maior polo petroquímico da região Centro-Oeste, o que possibilita o município se posicionar como a sexta maior economia do Estado (SEPLAN, 2012). Situa-se próximo ao paralelo 16°42'28" Sul e ao meridiano 45°05'34" Oeste. A área do município é de aproximadamente 245 km². Suas cidades limítrofes são Goiânia, Aparecida de Goiânia, Bela Vista de Goiás, Caldazinha, Bonfinópolis e Goianópolis.

A Figura 1 apresenta a localização geográfica do município de Senador Canedo, pertencente à região Metropolitana de Goiânia, para caracterização da área em relação ao estado de Goiás, bem como em relação aos municípios limítrofes. Em seguida serão descritas as principais feições geológicas e hidrogeológicas da área de estudo.

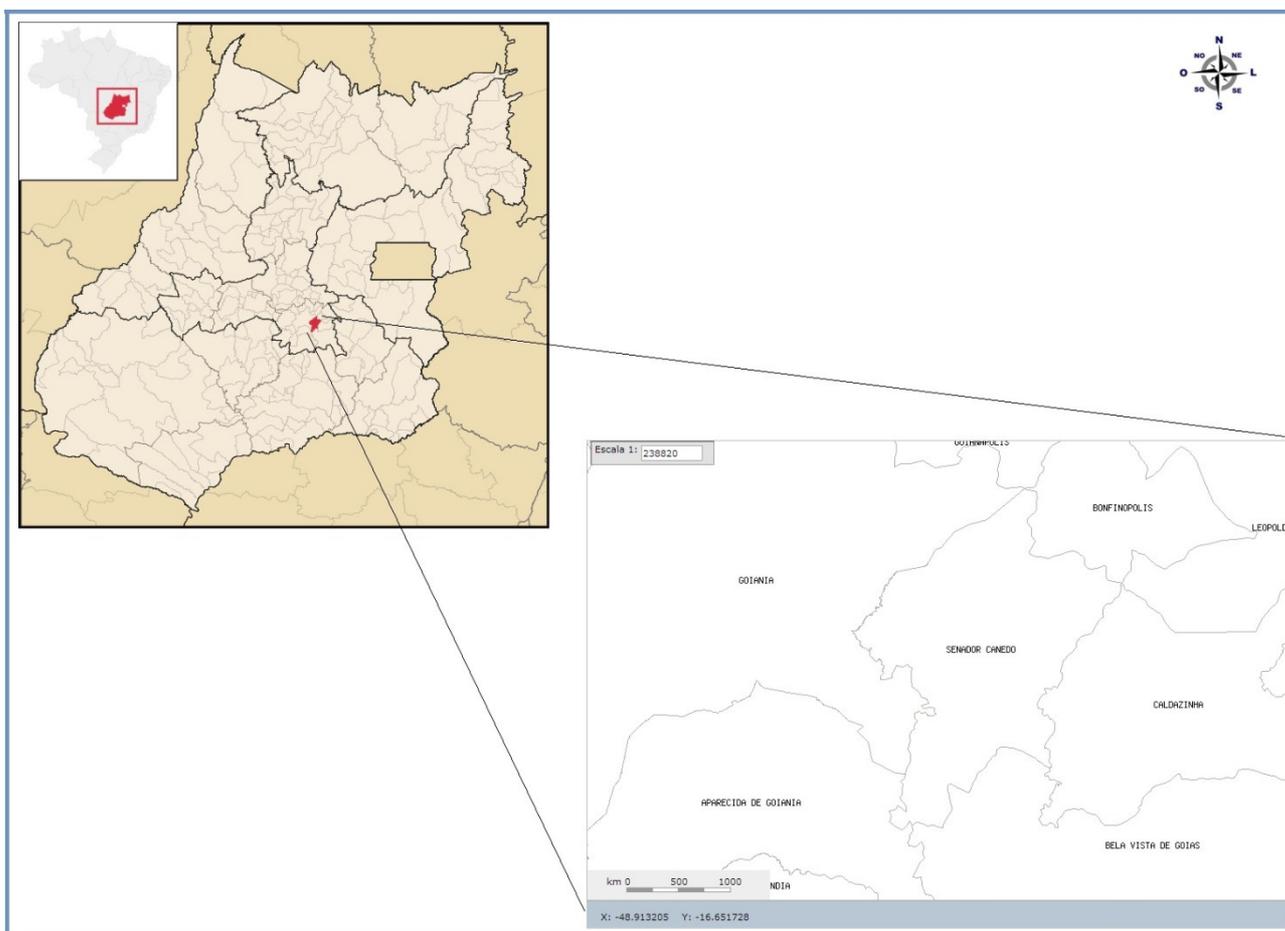


Figura 1 - Localização do Município de Senador Canedo, GO (CPRM, 2006).

A região tem como características de uso da terra culturas diversificadas e de criação. O terreno é composto por latossolo vermelho (IBGE, 2006). Fazendo o uso do Mapa de Domínio/Subdomínios Hidrogeológicos do Brasil (CPRM, 2006), define-se a região com Domínio Hidrogeológico composto por Metassedimentos/Metavulcânicas, Poroso/Fissural, Cristalino e formações Cenozóicas, que têm como características:

- Metassedimentos/Metavulcânicas: baixa favorabilidade hidrogeológica – os litótipos relacionados aos metassedimentos/metavulcânicas reúnem xistos, filitos, metarenitos, metassiltitos, anfibolitos, quartzitos, ardósias, metagrauvas, metavulcanicas diversas etc., que estão relacionadas ao denominado aquífero fissural. Como quase não existe uma porosidade primária nestes tipos de rochas, a ocorrência de água subterrânea é condicionada por uma porosidade secundária representada por fraturas e fendas, o que se traduz por reservatórios aleatórios, descontínuos e de pequena extensão. Dentro deste contexto, em geral, as vazões produzidas por poços são pequenas, e a água é na maior parte das vezes salinizada. Apesar de este domínio ter comportamento similar ao do Cristalino tradicional (granitos, migmatitos etc.), uma separação entre eles é necessária, uma vez que suas rochas apresentam comportamento reológico distinto:

isto é, como elas tem estruturação e competência diferentes, vão reagir também diferentemente aos esforços causadores das fendas e fraturas, parâmetros fundamentais que possibilitam o acúmulo e fornecimento de água. Deve ser esperada, portanto, uma maior favorabilidade hidrogeológica neste domínio do que o esperado para o Cristalino tradicional. Podem ser enquadrada neste domínio grande parte das supracrustais, aí incluídos os “greenstones belts” (CPRM, 2001).

- Poroso/Fissural: média a baixa favorabilidade hidrogeológica - Este domínio hidrogeológico, envolve pacotes sedimentares (sem ou com muito baixo grau metamórfico) onde ocorrem litologias essencialmente arenosas com pelitos e carbonatos no geral subordinados, e que tem como características gerais uma litificação acentuada, forte compactação e fraturamento acentuado, que lhe confere além do comportamento de aquífero granular com porosidade primária baixa/média, um comportamento fissural acentuado (porosidade secundária de fendas e fraturas), motivo pelo qual se prefere enquadrá-lo com mais propriedade como aquífero do tipo misto, com baixa a média favorabilidade hidrogeológica. Enquadra-se neste domínio a maior parte das bacias proterozóicas de natureza eminentemente dendríticas.

3.2 Construção do Mapa de Vulnerabilidade

Visando atender o objetivo deste trabalho, foram atribuídos valores aos parâmetros de confinamento do aquífero, litologia da zona não saturada e profundidade da água subterrânea, conforme proposto pelo método GOD e apresentado a Figura 2.

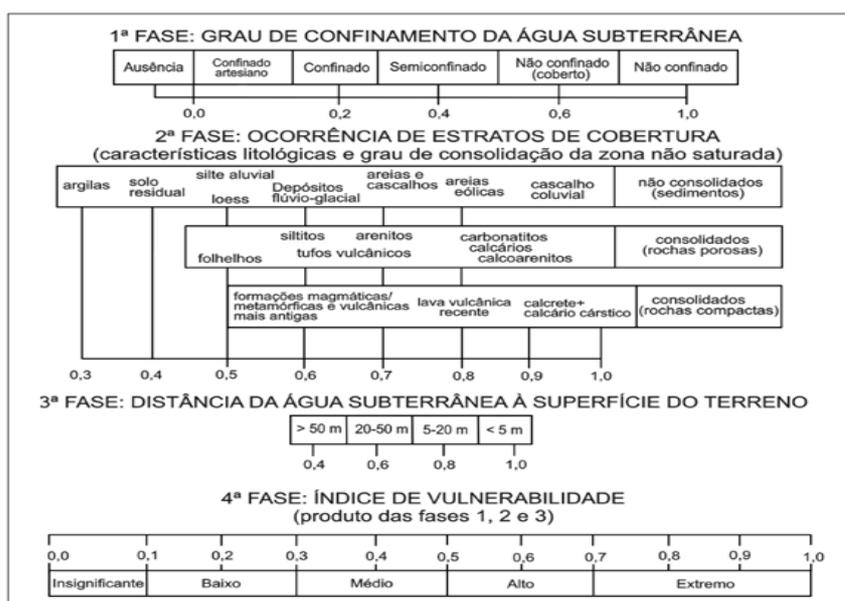


Figura 2 – Sistema GOD para avaliação da vulnerabilidade do aquífero à contaminação (Foster et al., 2006).

Através de análises dos dados geográficos obtidos no site da SIEG – Sistema Estadual de Estatística e de Informações Geográficas de Goiás foram extraídas as informações em forma de shapes para construção do Mapa de Vulnerabilidade, usando a metodologia GOD, onde são considerados aspectos fundamentais da vulnerabilidade como o tipo de aquífero (livre a confinado), a profundidade do nível d'água e as características dos estratos acima da camada de interesse, em termos de grau de consolidação e litologia.

4. RESULTADOS

Serão apresentados a seguir os resultados obtidos neste estudo contemplando as etapas da avaliação da metodologia GOD, através de representação gráfica, iniciando pela 1ª Fase: Grau de Confinamento da Água Subterrânea, seguida pela 2ª Fase: Ocorrência de Estratos de Cobertura, continuando à 3ª Fase: Distância da Água Subterrânea à Superfície do Terreno, finalizando com o cálculo do Índice da Vulnerabilidade em si, na 4ª. Fase.

4.1 1ª Fase: Grau de Confinamento da Água Subterrânea

Os valores de porosidade eficaz e índice de fraturamento do substrato rochoso interconectado foram definidos a partir da comparação direta com sistemas similares relacionados à hidrogeologia do Estado de Goiás onde estudos específicos para a determinação destes parâmetros foram realizados (GOIÁS, 2006b). Na Figura 3 estão representados os aquíferos porosos existentes na região de estudo.

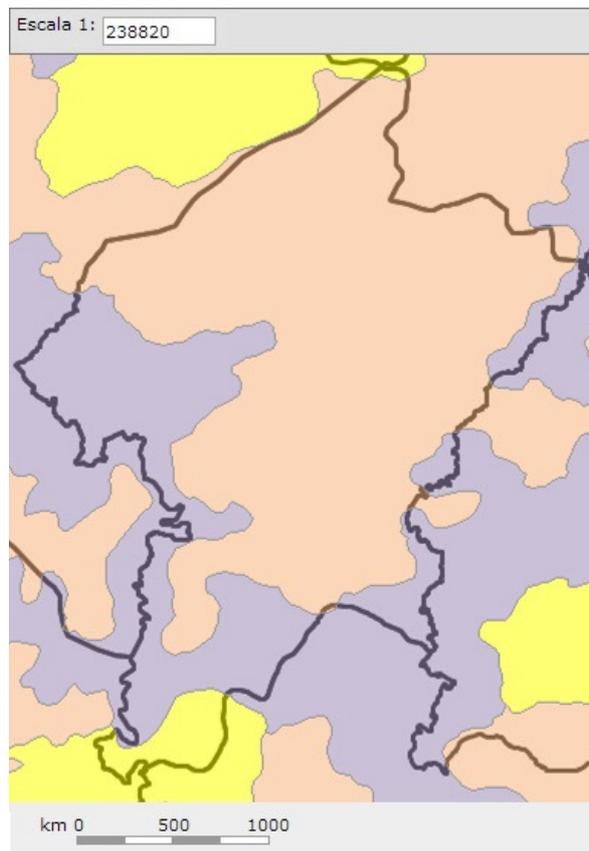


Figura 3 – Características dos Sistemas Aquíferos do município de Senador Canedo

Legenda:

- Aquífero Freático Inexistente (valor assumido: 0,0)
- Sistema Aquífero Freático II (valor assumido: 0,8)
- Sistema Aquífero Freático III (rochas metamórficas 0,9)

- Aquífero Freático Inexistente – A inexistência de aquífero na região torna a avaliação de vulnerabilidade desnecessária.
- Sistema Aquífero Freático II - Esta classe de solo apresenta uma feição marcante relacionada à presença de estruturas do tipo granular ou grumosa que faz com que todos os latossolos independente de sua textura (muito argilosa, argilosa, franca, siltosa, etc.) resultem em materiais com funcionamento hídrico similar, de forma geral, de alta condutividade hidráulica e elevada porosidade efetiva (não inferior a 8%). Este sistema aquífero raso inclui todas as classes de Latossolos e, portanto é o sistema de maior expressão areal no estado.
- Sistema Aquífero Freático III - Este sistema aquífero, em geral, sobrepõe sistemas fraturados representados por rochas básicas e ultrabásicas e mais raramente por rochas carbonáticas. Quando os solos apresentam-se ricos em fragmentos rochosos (rochoso e/ou pedregoso), a condutividade hidráulica pode ser incrementada, melhorando as características gerais deste sistema aquífero raso. Devido à diminuição

da condutividade hidráulica em profundidade, há uma tendência de desenvolvimento de fluxo interno, que dificulta a recarga dos sistemas fraturados situados a maiores profundidades. O comportamento da porosidade é considerado similar ao dos latossolos, sendo que neste caso, a porosidade efetiva pode sofrer uma diminuição nos horizontes que recebem a argila translocada a partir dos horizontes mais rasos e o valor médio é de 6%. O Sistema F3 constitui aquíferos intergranulares, livres, descontínuos e com distribuição lateral ampla. Apresenta pequena importância hidrogeológica relativa à função reservatório, sendo aproveitado, principalmente, para abastecimento de pequenas propriedades rurais. Do ponto de vista das funções recarga, filtro e reguladora, apresenta elevada importância hidrogeológica, uma vez que os horizontes mais ricos em argila funcionam como depuradores de cargas contaminantes e retardam o fluxo, ampliando a possibilidade de regular as descargas de base e interfluxo.

4.2 2ª Fase: Ocorrência de Estratos de Cobertura

A natureza geológica constitui o principal componente da dinâmica dos processos relacionados às águas subterrâneas na superfície terrestre. Nesse sentido destaca-se a litologia (tipos de rochas e suas variações), a estratigrafia (empilhamento das diversas unidades), a tectônica e estruturação (deformações por dobramentos e fraturamentos), a sedimentologia (ambientes de formação das rochas supracrustais) e a geoquímica (composição química das diferentes rochas). Portanto, a abordagem da geologia, no desenvolvimento de um trabalho sobre a hidrogeologia de determinada região, é imprescindível e de relevante importância (Goiás, 2006a). A Figura 4 representa os dados de litologia da região apresentada.

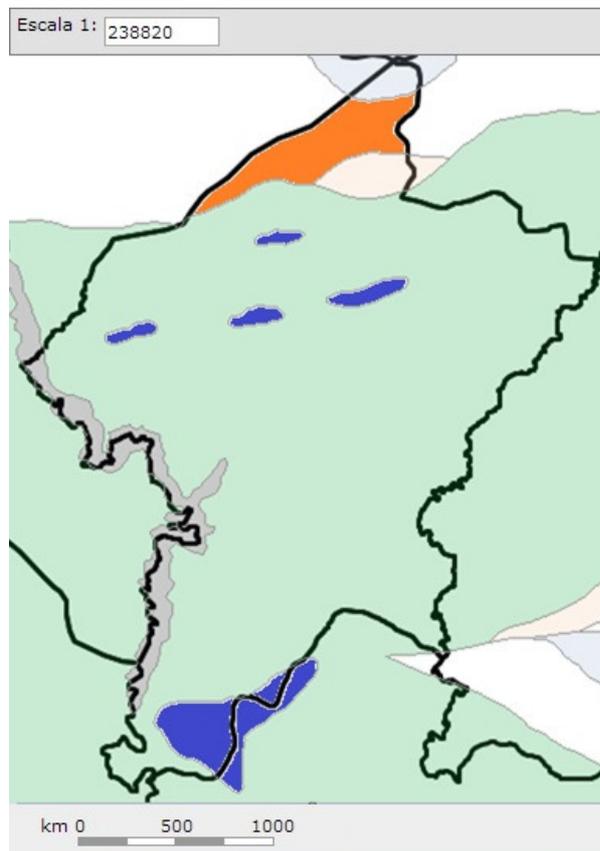


Figura 4 – Características Litológicas do município avaliado.

Legenda:

	Xisto, Clorita xisto, Muscovita biotita xisto, Sericita xisto, Muscovita quartzito (valor assumido 0,8)
	Quartzito (valor assumido 0,7)
	Xisto, Clorita xisto, Grafita xisto, Metachert, Metatufo, Metadacito (valor assumido 0,8)
	Metatonalito, Metagranito (valor assumido 0,6)
	Depósitos de areia, Depósitos de cascalho (valor assumido 1,0)
	Rocha calcissilicática, Gondito, Gnaisse, Mármore (valor assumido 0,7)

A região tem como composição litológica principal as seguintes características:

- Xisto, Clorita xisto, Muscovita biotita xisto, Sericita xisto, Muscovita quartzito - Os anfibolitos da Sequência Juscelândia originaram-se por vulcanismo tholeiítico, com sedimentação química intercalada, que evoluiu para uma associação bimodal, enquanto a sedimentação se tornava mais intensa e de natureza pelítica (Moraes, 1992). Para o autor, a pilha vulcanossedimentar foi afetada por granitogênese, com os corpos graníticos alojados principalmente nas porções basais e culminando com recorrência de magmatismo básico, evidenciada por diques.

- Quartzito – Desenvolve-se principalmente sobre metacalcários e quartzitos dos Grupos Araxá e Serra da Mesa (Faixa Brasília) e granito-gnáisses e migmatitos (Complexos Indiferenciados - Rift Intracontinental). É constituído principalmente pelo quartzo (mais de 75% como ordem de grandeza). O quartzito pode ter como protólito arenitos quartzosos porém (origem mais comum), tufos e riolitos silicosos e chert silicoso. Bolsões (pods) ou veios de quartzo, normalmente produtos de segregação metamórfica, são muitas vezes retrabalhados por cataclase e metamorfismo dando origem a quartzitos semelhantes aos de origem sedimentar. Seu principal mineral é o Quartzo. Tem estrutura Maciça e não foliada, podendo haver foliação devido à presença de mica (Goiás, 2006a).
- Xisto, Clorita xisto, Grafita xisto, Metachert, Metatufo, Metadacito - Estão associados a níveis de cascalho lenticulares, em camadas pelíticas e psamíticas. Os principais rios onde ocorrem estes depósitos são: Vermelho, Ferreira, das Almas, Jaraguá, Corumbá, do Peixe, Veríssimo e os córregos Guarinos, da Serra de Jaraguá, Vermelho e Boa Esperança (Lacerda e Oliveira, 1995).
- Metatonalito, Metagranito - A unidade inclui o Granito Jurubatuba (Piuzana, 2002), localizado a norte de Silvânia e rochas da Associação Ortognáissica Migmatítica (Oliveira et al., 1997) composta de gnaisses e migmatitos paleoproterozóicos. Além do Granito Jurubatuba, a unidade inclui metatonalitos, metagranitos e metagranodioritos bandados a foliados, calcissódicos a cálcio-alcálicos de baixo potássio, metamorfizados na fácies anfibolito alto/granulito, e migmatitos com restos de rochas supracrustais granulitizadas em contato lateral gradacional com gnaisses quartzo-feldspáticos. Trata-se de granito deformado com textura granoblástica (Piuzana, 2002), com variação para granodiorito e tonalito. É cinza a cinza-escuro e tem granulação média, pronunciada foliação e bandamento composicional (Goiás, 2006a).
- Rocha calcissilicática, Gondito, Gnaisse, Mármore – O complexo está em contato tectônico, marcado por extensas zonas de cisalhamento transcorrentes contracionais (Araújo *et al.*, 1994) com o Grupo Araxá e zonas de cisalhamento transcorrentes NW-SE com a Sequência Silvânia e o Granito Jurubatuba (Piuzana, 2002). Consiste de granulitos paraderivados representados por gnaisses sílico-aluminosos e quartzo-feldspáticos, granada gnaisses, granada quartzitos, rochas calcissilicáticas, diopsídio mármores e gonditos associados com gnaisses graníticos resultantes de anatexia (Goiás, 2006a).
- Depósitos de areia, Depósitos de cascalho - Está situado no domínio das rochas granulíticas paraderivadas, nas proximidades do contato com a Sequência

Metavulcano-sedimentar de Silvânia, e sob influência de extensivas zonas de cisalhamento.

4.3 3ª Fase: Distância da Água Subterrânea a Superfície do Terreno

Para definição dos poços no estudo proposto foram utilizados os levantados pelo estudo documentado pelo trabalho Hidrogeologia do Estado de Goiás (GOIÁS, 2006b) onde foram observados que os poços na região do município de Senador Canedo são de variadas profundidades, existindo maior volume de poços com profundidades dos níveis de água variando entre 20 a 50 metros. A Figura 5 mostra a representação dos dados de nível de água da região de Senador Canedo.

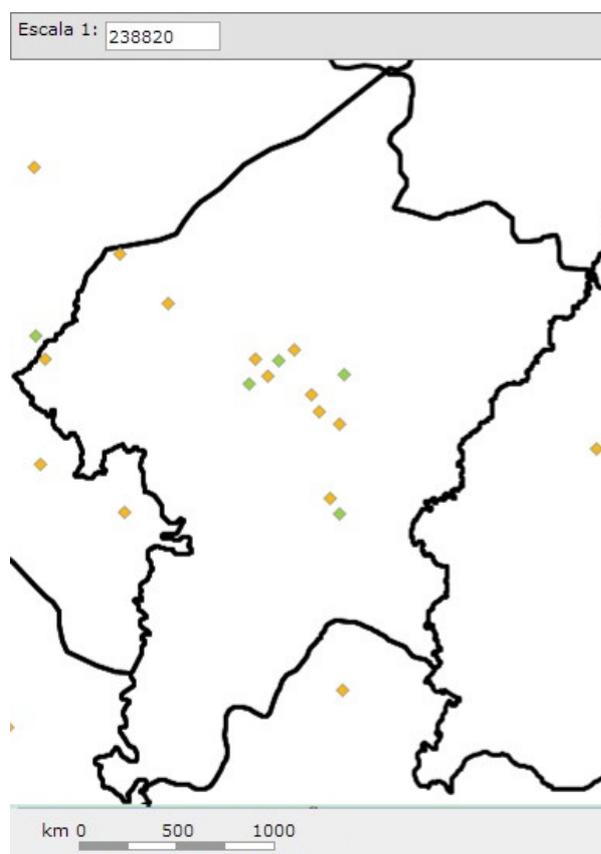


Figura 5 – Nível da Água e distribuição de poços no município de Senador Canedo.

Legenda:

- Profundidade: até 5 m (valor assumido: 1,0)
- Profundidade: 5 a 20m (valor assumido: 0,8)
- Profundidade: de 20 a 50m (valor assumido: 0,6)
- Profundidade: > 50m (valor assumido: 0,4)

4.4 4ª Índice de Vulnerabilidade

Após a realização do produto entre os mapas de aquífero poroso, litologia e extrapolação da profundidade através dos dados dos poços, pôde-se construir o mapa de vulnerabilidade para o

munícipio de Senador Canedo, observando-se regiões de vulnerabilidades alta, média, baixa e insignificante. A representação do mapa é mostrado na Figura 6.

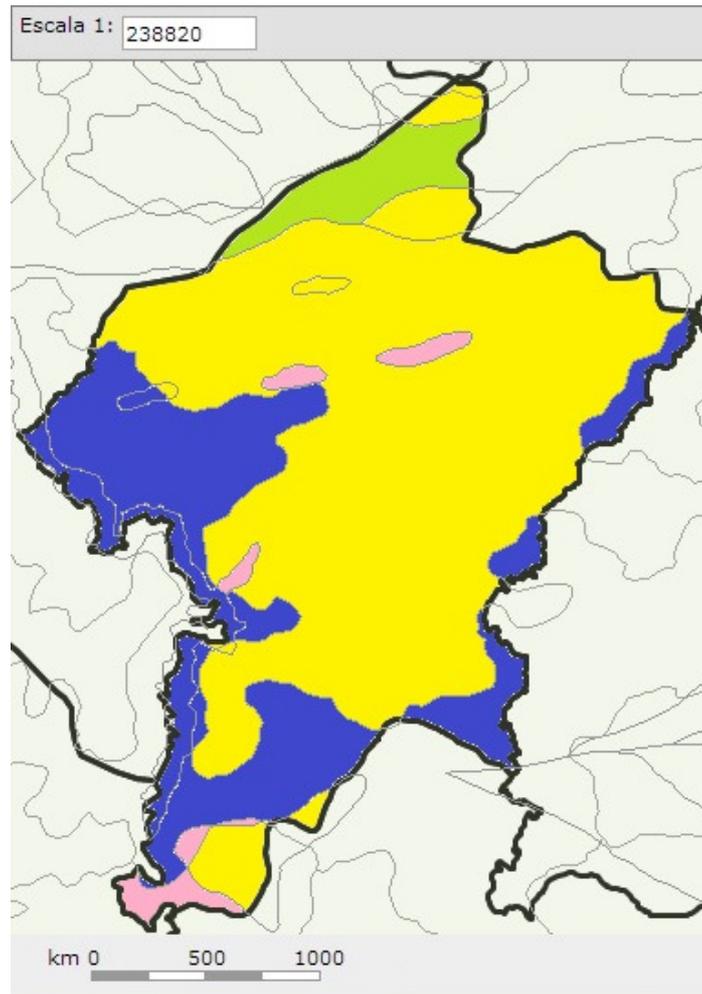


Figura 6 – Mapa de Vulnerabilidade de água subterrânea do município de Senador Canedo.

Legenda:

- Vulnerabilidade Insignificante
- Vulnerabilidade Baixa
- Vulnerabilidade Média
- Vulnerabilidade Alta
- Vulnerabilidade Extrema

5. CONCLUSÕES

Com base no trabalho realizado, concluiu-se que a aplicação da metodologia proposta possibilitou a elaboração do Mapa de Vulnerabilidade à contaminação das águas subterrâneas para o município de Senador Canedo, usando dados encontrados em sites como o do SIEG - Sistema Estadual de Estatística e de Informações Geográficas de Goiás, da ANA - Agência Nacional de

Águas e do CPRM - Serviço Geológico do Brasil os quais são disponíveis sem custo para os usuários cadastrados.

Pelo mapa de vulnerabilidade construído para o município de Senador Canedo, pode-se observar regiões de vulnerabilidades alta, média, baixa e insignificante, sendo aproximadamente 13% área de vulnerabilidade baixa e 63% área de vulnerabilidade média, 5% de vulnerabilidade alta e 19% de vulnerabilidade insignificante. Com a incorporação de dados das perfurações mais recentes de poços perfurados pela companhia de saneamento e pela prefeitura municipal, será possível a montagem de mapa mais preciso, atualizando a base de dados já existente por meio do aplicativo de SIG desenvolvido.

Em outro caso verificou-se a viabilidade do uso da metodologia GOD para a modelagem da vulnerabilidade das águas subterrâneas no Estado de Goiás. Nogueira em 2010, através de dados geográficos do SIAGAS e SIEG, construiu o mapa para cidade de Aparecida de Goiânia o qual trás informações importantes para elaborar diretrizes para a ocupação do solo e para a exploração e preservação dos recursos hídricos subterrâneos existentes na região.

Com a existência do mapa de vulnerabilidade atualizado, os gestores terão uma ferramenta eficaz visando proporcionar uma ocupação mais consciente do espaço urbano, podendo assim estabelecer diretrizes condizentes para o uso do solo visando a proteção do aquífero e, conseqüentemente, reduzir custos futuros com remediação das águas subterrâneas contaminadas. Fazendo o uso de tal informação os municípios podem aprofundar a análise do plano diretor e poupar os mananciais que possuem mais fragilidade para serem contaminados por se apresentarem em regiões de média ou alta vulnerabilidade.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ARAÚJO, V.A. Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil - PLGB. Folha SE.22-X-B-I. Nerópolis. Goiânia: CPRM, 1994. 98p.
2. CPRM, Petrobrás. In: Mapa Tectônico do Brasil, 2001. CPRM/Serviço Geológico do Brasil. Disponível em <<http://www.cprm.gov.br/publique/media/RecHidSub.pdf>> Acessado em 27 de maio de 2013.
3. CPRM, Central de Publicação de Mapas na WEB, 2006 - Disponível em <http://siagasweb.cprm.gov.br/layout/visualizar_mapa.php> Acessado em 30 de maio de 2013.
4. FOSTER, S. Fundamental concepts in aquifer vulnerability pollution risk and protection strategy. In: International Conference of Vulnerability of Soil and Groundwater to Pollutants, 1987, Noordwijk. Proceedings... The Hague: TNO Committee on Hydrological Research; Bilthoven: National Institute of Public Health and Environmental Hygiene, 1987.
5. FOSTER, S. et al. 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.
6. FOSTER, S.; HIRATA R. Groundwater pollution risk assessment: a methodology based on available data. Lima, Peru: WHO-PAHO; HPE-CEPIS, 1988. 81 p. (Technical Report).
7. GOIÁS (Estado). Secretaria de Indústria e Comércio. Superintendência de Geologia e Mineração. Geomorfologia do Estado de Goiás e Distrito Federal. Por Edgardo M. Latrubesse, Thiago Morato de Carvalho. Goiânia, 2006a.
8. 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, 2006b.
9. HIRATA, R. Fundamentos e estratégias de proteção e controle da qualidade das águas subterrâneas: estudos de casos no Estado de São Paulo. 1994. 195 f. Tese (Doutorado) – Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1994.
10. IBGE. Mapas de Solo, 2006. Disponível em <<http://mapas.ibge.gov.br/solos/viewer.htm>> Acessado em 24 de abril de 2013.
11. LACERDA FILHO, J.V.; OLIVEIRA, C. C. Geologia da Região Centro-Sul de Goiás. Boletim de Geociências do Centro-Oeste, v.18, n.1/2, p.3-19, 1995.
12. MORAES, R. Metamorfismo e Deformação da Sequência Vulcano-sedimentar de Juscelândia, Goiás, e Geoquímica de seus Anfíbolitos. 1992. 171 p. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Geociências, Universidade de Brasília – UnB, Brasília, 1992.
13. NOGUEIRA, A. K. Uso de geoprocessamento para mapeamento de vulnerabilidade como instrumento de gestão de águas subterrâneas em Aparecida de Goiânia/GO. 2010. 135p. Tese (Mestrado) – Universidade Federal de Goiás – UFG, Goiânia, 2010.
14. OLIVEIRA, C.G.; SINTIA, A.V.; BARBOSA, I.O. Influência da deformação transcorrente - NS na mineralização aurífera na sequência vulcano-sedimentar de Mara Rosa. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO CENTRO-OESTE, 6, 1997, Cuiabá. Ata ... Cuiabá: SBG, 1997. p.59-61.
15. PIUZANA, D. Geologia Isotópica U-Pb e Sm-Nd da Sequência Silvânia, Complexo Anápolis-Itaçu e Grupo Araxá na Região de Leopoldo de Bulhões, Goiás: Contribuições ao Estudo da Evolução da Faixa Brasília. 2002. 141p. Tese (Doutorado) – Instituto de Geociências, Universidade de Brasília - UnB, Brasília, 2002.
16. SENADOR CANEDO, Prefeitura de Senador Canedo. História da Cidade, 2013. Disponível em <<http://www.senadorcanedo.go.gov.br/v5/historia.php>> Acessado em 10 de maio de 2014.
17. SEPLAN-GO. Dez municípios goianos mais ricos detêm 60,3% do PIB do Estado, 2012. Disponível em <<http://www.segplan.go.gov.br/post/ver/151772/dez-municipios-goianos-mais-ricos-detem-603-do-pib-do-estado>> Acessado em 10 de maio de 2014.