

## IX-084 - CONTAMINAÇÃO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS NA BACIA DO CÓRREGO SANTO ANTÔNIO EM APARECIDA DE GOIÂNIA-GOIÁS.

**Gabriela Nogueira Ferreira da Silva<sup>(1)</sup>**

Tecnóloga em Saneamento Ambiental pelo Instituto Federal de Educação de Goiás. Geógrafa pela Universidade Federal de Goiás. Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Engenharia do Meio Ambiente pela Universidade Federal de Goiás.

**Luciana Inácio Pauletti**

Tecnóloga em Saneamento Ambiental pelo Instituto Federal de Educação de Goiás. Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Engenharia do Meio Ambiente pela Universidade Federal de Goiás.

**José Vicente Granato de Araújo**

Engenheiro Civil pela Universidade Federal de Goiás. Mestre em Engenharia Civil e Doutor em Engenharia de Recursos Hídricos e Saneamento pela Oklahoma State University. Gerente de Hidrogeologia da Diretoria de Engenharia da Saneamento de Goiás S/A. Professor Associado Escola de Engenharia Civil da Universidade Federal de Goiás.

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Escola de Engenharia Civil - UFG - Goiânia – Goiás. Praça Universitária s/n, Setor Universitário. CEP-74605-220 – Fone: (62) 3209-6084. e-mail: gabriela.nfs@gmail.com

### RESUMO

Constituindo em um recurso mais abundante em volume que as águas superficiais, as águas subterrâneas representam uma parcela significativa do ciclo hidrológico. Considerando a sua utilização como fonte de abastecimento de sistemas públicos, essas águas consistem em um recurso naturalmente mais protegido e necessitam de menor custo de implantação e manutenção dos sistemas de captação e tratamento. No entanto, uma vez contaminadas, são de difícil remediação, o que torna importante o estudo da quantificação de sua vulnerabilidade à contaminação, bem como da implantação de mecanismos de monitoramento de indicadores de qualidade visando a sua preservação. O presente trabalho teve como objetivo realizar um levantamento das características do meio físico e espacializar os poços tubulares profundos localizados na micro bacia do Córrego Santo Antônio, no município de Aparecida de Goiânia, que enfrenta sérios problemas de degradação ambiental decorrentes da infra-estrutura inadequada de saneamento básico existente na região. A carência de políticas de planejamento ambiental tem provocado uma degradação da qualidade das águas subterrâneas da microbacia que estão cada vez mais suscetíveis a contaminações por agentes antrópicos decorrentes dos diversos usos, fazendo-se necessário a implantação de medidas de monitoramento e gerenciamento visando evitar o agravamento da degradação e promover a sua preservação ambiental. Devido à complexidade de espacialização das variáveis envolvidas, além de lidar com a variabilidade temporal das mesmas, foram aplicados neste estudo técnicas de geoprocessamento que surgem como ferramentas valiosas para auxiliar na geração de banco de dados para o armazenamento e manipulação de variáveis espacialmente distribuídas. Os resultados obtidos confirmaram a importância do uso do geoprocessamento na atualização e espacialização das informações existentes no banco de dados que podem evitar necessidades constantes de investigações em campo e reduzir gastos na obtenção de dados para pesquisas.

**PALAVRAS-CHAVE:** Águas subterrâneas, Contaminação, Geoprocessamento, Monitoramento.

### INTRODUÇÃO

Sendo aproximadamente cem vezes mais abundantes que as águas superficiais presente nos rios e lagos, as águas subterrâneas representam uma importante fonte de abastecimento público. Conhecidas por serem naturalmente bem mais protegidas que as águas superficiais e por necessitarem de menor custo de implantação e manutenção dos sistemas de captação e tratamento, as águas subterrâneas se tornaram uma essencial fonte de água para diversos usos. Segundo Feitosa e Filho (2000), no Brasil estima-se que aproximadamente 61% da população seja abastecida com água subterrânea.

Segundo Rebouças (2006), o sistema de fluxos no subsolo tende a configurar a compartimentação que é imposta pelo sistema de drenagem da superfície (embora não seja uma coincidência física rigorosa entre divisores de água superficial e subterrânea), desta forma, enquanto os rios constituem sistemas de drenagem o

subsolo desempenha a função de armazenamento. Na prática pode-se dizer que uma fonte de contaminação localizada nas proximidades de um poço profundo bem construído, não representa necessariamente, um risco de contaminação de suas águas, ainda que sejam identificadas como responsável pela contaminação de outro poço.

Embora seja naturalmente bem mais protegida do que as águas superficiais, as águas subterrâneas uma vez contaminadas são de difícil remediação, pois o comportamento dos contaminantes depende tanto das propriedades físicas e químicas do aquífero quanto das interações de suas propriedades com o meio por onde percola. Com isso torna-se importante o estudo de vulnerabilidade e monitoramento da qualidade das águas subterrâneas, visando garantir sua utilização contínua como fonte segura e econômica de abastecimento público bem como de outros usos.

A cidade de Aparecida de Goiânia é a sede do município de mesmo nome e integra a Microrregião de Goiânia, estando situada a 18 quilômetros do centro de Goiânia, capital do Estado de Goiás, sendo interligada à mesma pela BR 153 com o tempo de percurso de 15 minutos. Sua altitude média é de 804 metros, com uma área de 289,08 quilômetros quadrados. O solo de Aparecida de Goiânia é do tipo sílico argiloso com pedreiras. A temperatura média oscila entre 26 e 27 graus centígrados. Sua cobertura vegetal original se destacava pela ocorrência de matas – Floresta Estacional Semi-decídua – nos vales com afloramento de rocha basáltica, e de vegetação não florestal, arbóreo-herbácea semidecídua xeromorfa – Cerrado e Cerradão. Quase toda a vegetação original sofreu desmatamento, inicialmente as áreas da mata e posteriormente o cerrado e cerradão, para a implantação de arrozais. Posteriormente foram substituídos, em grande parte por pastagens, por lavouras diversas e mais tarde por loteamentos urbanos públicos. Possui uma população de aproximadamente 443 mil habitantes, sendo a segunda maior cidade do estado de Goiás. O rápido e desordenado crescimento populacional, verificado nas últimas décadas, ocasionado pela proximidade com a capital e pela facilidade do transporte público, vem agravando alguns problemas, especialmente na área de saneamento básico e ambiental. Dados da prefeitura de Aparecida de Goiânia apontam que aproximadamente 50% da cidade não dispõem de sistema público de abastecimento de água e 80% não possuem sistema de esgotamento sanitário. Com relação ao abastecimento de água da população urbana, o serviço está a cargo da por empresa concessionária de saneamento básico no município, a Saneamento de Goiás S/A – SANEAGO, com suprimento derivado a partir de captação superficial (ETA Meia Ponte/João Leite - Goiânia e ETA Lajes - Aparecida de Goiânia) ou pela utilização de manancial subterrâneo, explorada por poços tubulares profundos.

Devido à carência de um sistema de saneamento básico abrangente em todos os bairros da cidade, uma parcela da população desta bacia utiliza-se abastecimento individual por meio de poços rasos (cisternas) e fossas para suprimento de água e disposição dos esgotos sanitários respectivamente. Devido a densidade e proximidade em que essas unidades se encontram, tal prática pode provocar a contaminação da água de cisternas e mesmo de lençóis mais profundos, cujas águas são extraídas por poços tubulares, inviabilizando o abastecimento público de extensa região em que se utiliza o manancial subterrâneo como fonte do abastecimento público.

Este trabalho teve como objetivo principal a estruturação de um banco de dados a ser utilizado para o estudo da contaminação das águas subterrâneas na micro bacia do córrego Santo Antônio que possui aproximadamente 157,4 km<sup>2</sup> e representa 54% da área do município, constituindo uma região densamente ocupada e que apresenta atividade mineradora, culturas agrícolas e pastoris. Para tanto foi realizado um levantamento das características do meio físico na região de estudo, utilizando ferramentas de geoprocessamento e sensoriamento remoto, possibilitando a integração de informações espacialmente distribuídas nos limites da bacia, especialmente a localização dos poços tubulares profundos e as possíveis fontes de contaminação do solo que poderão prejudicar a qualidade das águas subterrâneas.

## MATERIAIS E MÉTODOS

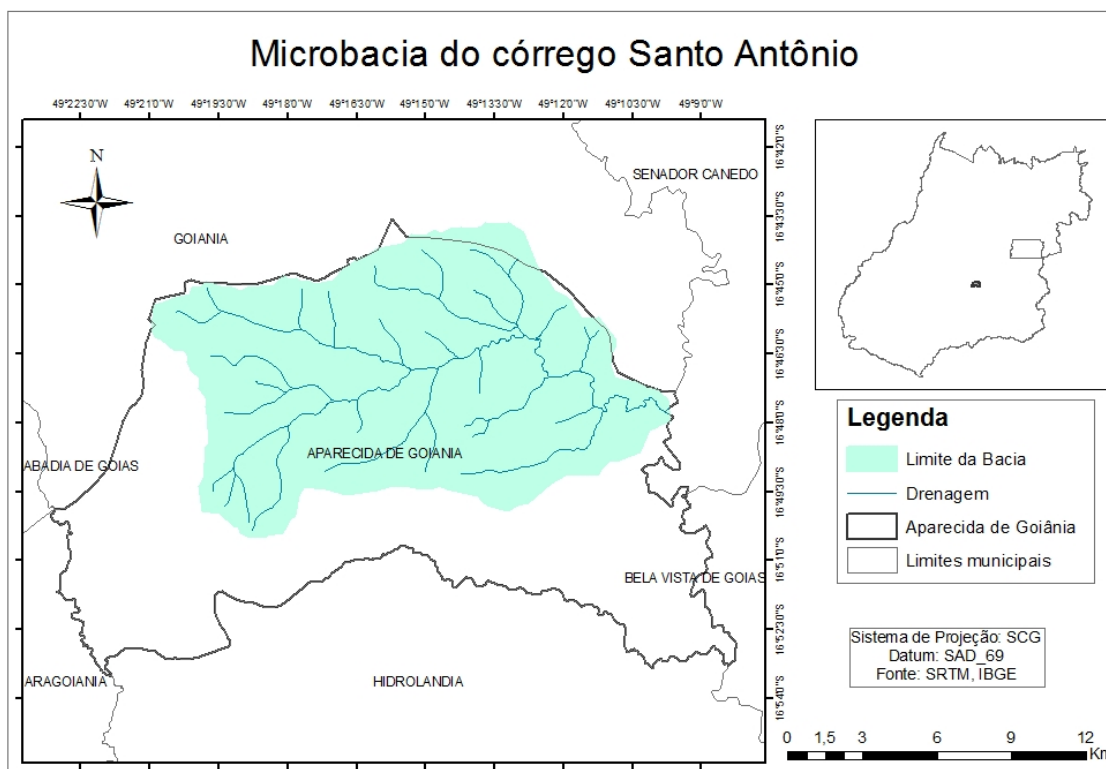
Para a efetivação deste trabalho primeiramente foi realizada uma caracterização da área de estudo com a delimitação da bacia e a extração de sua rede de drenagem, utilizando imagens SRTM conforme apresentado na Figura 1. Para a elaboração de mapas temáticos foram utilizados arquivos do tipo *shapefile*, de dados relacionados a recursos hídricos (tipos de aquíferos e carta de solos) e dados físicos da bacia (geologia, e uso/ocupação do solo). Estes dados foram obtidos através do sítio do Sistema de Estadual de Estatística e de

Informações Geográficas de Goiás – SIEG<sup>1</sup>. As etapas do trabalho foram feitas utilizando técnicas de Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento.

Para a determinação das características básicas da micro bacia do Córrego Santo Antônio, localizada na região Norte do município de Aparecida de Goiânia, foi utilizada a carta SE-22-X-B dos dados de radar, obtidos de sensores a bordo do ônibus espacial *Endeavour*, no projeto SRTM<sup>2</sup>. As imagens SRTM possuem resolução espacial de 90 metros e unidade altimétrica dada em metros, correspondem à carta, escala do IBGE 1:250.000, e estão disponíveis para *download* em formato GEOTIFF.

Para a manipulação destes dados foi utilizado o software de geoprocessamento ArcGIS versão 9.3, na qual a partir do modelo digital de elevação (SRTM), foram extraídas as feições das drenagens, identificado o ponto do exutório e delimitada a área da bacia.

Através do Sistema de Informações de Águas Subterrâneas - SIAGAS<sup>3</sup> foram obtidos dados relativos aos 26 poços tubulares profundos (de um total de 39) em atividade e utilizados como manancial para o sistema público de abastecimento de água na região. Estes poços são operados pela empresa Saneamento de Goiás S/A – SANEAGO. A localização geográfica de cada poço foi inserida sobre a imagem de alta resolução espacial da cidade, na qual foram identificadas áreas potencialmente poluidoras (cemitérios, lixões, condições de manutenção dos poços e etc.) do solo e das águas subsuperficiais. Houve também a espacialização de 13 poços recentemente perfurados pela SANEAGO a partir de 2009 e que ainda não constam no cadastro do SIAGAS.



**Figura 1: Área de estudo. Microbacia do córrego Santo Antônio.**

<sup>1</sup> Sistema de Estadual de Estatística e de Informações Geográficas de Goiás – SIEG. Disponível em <http://www.sieg.go.gov.br/> com acesso em 10/04/2011.

<sup>2</sup> Brasil em relevo, Embrapa monitoramento por satélite. Disponível em [www.relevobr.cnpemembrapa.br/](http://www.relevobr.cnpemembrapa.br/) com acesso em 15/12/2010.

<sup>3</sup> Desenvolvido pelo Serviço Geológico do Brasil em 1997, é composto por uma base de dados de poços, permanentemente atualizada, e de módulos capazes de realizar consulta, pesquisa, extração e geração relatórios. Disponível em <http://siagasweb.cprm.gov.br/> com acesso em 24/05/2011.

## RESULTADOS

A micro bacia do córrego Santo Antônio, localiza-se na região norte do município de Aparecida de Goiânia, e possui uma área de aproximadamente 157,4 km<sup>2</sup>, e um perímetro de 57,87 km. Sua drenagem principal, o córrego Santo Antônio, percorre aproximadamente 27 km até desaguar no rio Meia Ponte.

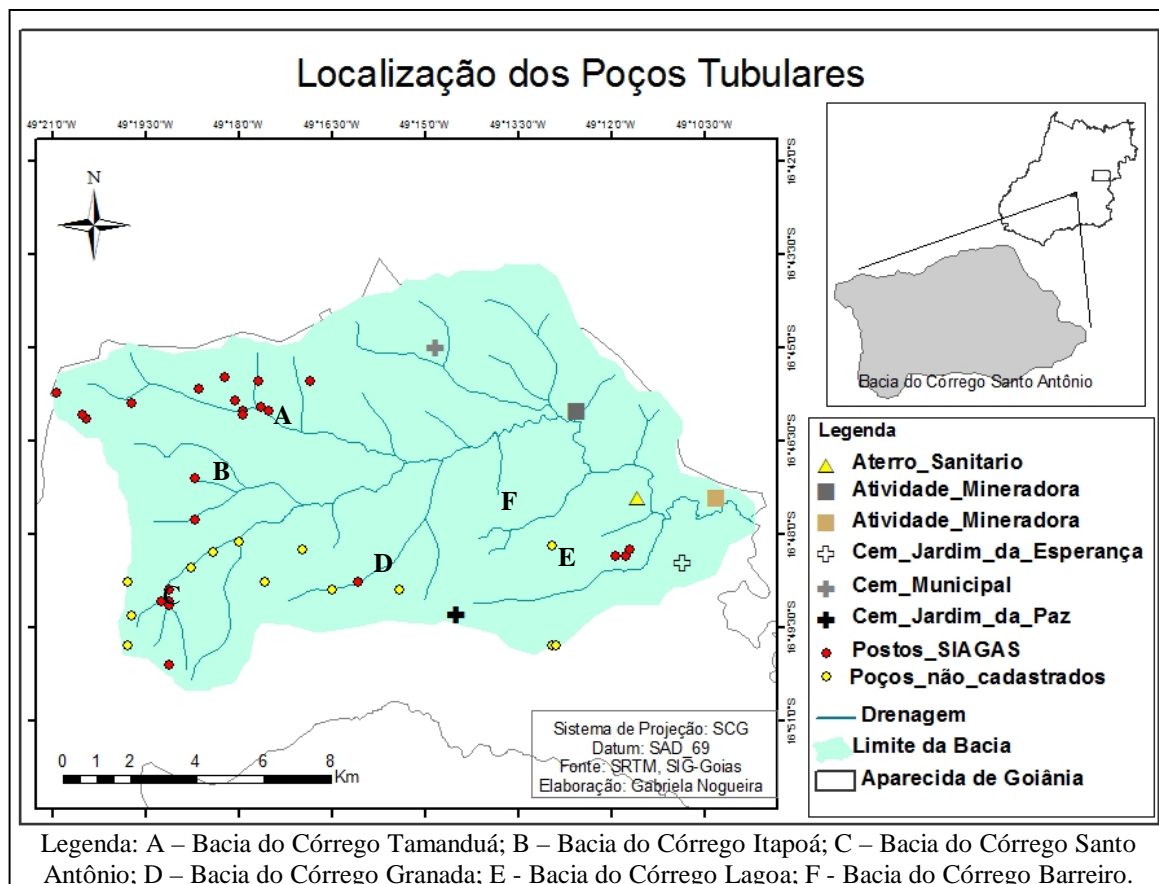
Com a espacialização dos 26 poços tubulares profundos encontrados no cadastro do SIAGAS foi possível verificar, de acordo com a Figura 2, que existem poços em cinco sub bacias (Córrego Tamanduá, Itapoá, Santo Antônio, Granada e Lagoa) e que a sub bacia que possui mais poços é a do Córrego Tamanduá com 13 poços. A micro bacia do Córrego Santo Antônio possui uma pequena gleba com atividade agropastoril no centro da bacia, uma atividade mineradora e se apresenta densamente urbanizada.

Código SiAGAS	Latitude	Longitude	Localidade	Sub_bacia
5200000120	-16,806	-49,196	CEPAIGO	Córrego da Lagoa
5200000120	-16,804	-49,195	CEPAIGO	Córrego da Lagoa
5200000120	-16,806	-49,199	CEPAIGO	Córrego da Lagoa
5200000170	-16,759	-49,281	Jardim Nova Era, Rua Marechal Hermes, Qd. 42/43	Córrego Tamanduá
5200000170	-16,758	-49,304	Conjunto Habitacional Estrela do Sul, Etapa I.	Córrego Tamanduá
5200000170	-16,761	-49,311	Conjunto Habitacional Estrela do Sul, Etapa I.	Córrego Tamanduá
5200000170	-16,764	-49,301	Conjunto Habitacional Estrela do Sul, Etapa I.	Córrego Tamanduá
5200000180	-16,759	-49,295	Conjunto Habitacional Estrela do Sul, Etapa I.	Córrego Tamanduá
5200000180	-16,767	-49,299	Cidade Vera Cruz	Córrego Tamanduá
5200000180	-16,766	-49,294	Vera Cruz, Rua 84, Qd. H, Chacara nº 2.	Córrego Tamanduá
5200000180	-16,767	-49,292	Vera Cruz II, Chacara XI, Qd. H, Lt. 84.	Córrego Tamanduá
5200000180	-16,768	-49,299	Solar Park, Av. V6, Qd. E, Chacara Via.	Córrego Itapoá
5200000180	-16,796	-49,312	Jardim Veneza, Alameda 3 de Julho, Qd. 18, Lt. 34	Córrego Tamanduá
5200000180	-16,769	-49,341	Setor Garavelo, CAIS.	Córrego Tamanduá
5200000190	-16,768	-49,342	Setor Garavelo, CAIS.	Córrego Tamanduá
5200000190	-16,762	-49,349	Setor Garavelo, Rua 3B, Quadra 51.	Córrego Tamanduá
5200000190	-16,765	-49,329	COLÉGIO ESTADUAL GARAVELO PARK	Córrego Itapoá
5200000200	-16,785	-49,312	Buriti Sereno Garden, Area do Goiás Esporte Clube	Córrego Santo Antônio
5200000200	-16,835	-49,319	COLINA AZUL – CAIC	Córrego Santo Antônio
5200000200	-16,818	-49,319	JARDIM TIRADENTES	Córrego Granada
5200000200	-16,818	-49,319	JARDIM TIRADENTES	Córrego Santo Antônio
5200000200	-16,813	-49,268	JARDIM TIRADENTES	Córrego Santo Antônio
5200000210	-16,818	-49,321	JARDIM TIRADENTES	Córrego Santo Antônio
5200000210	-16,819	-49,319	JARDIM TIRADENTES	Córrego Santo Antônio
5200000210	-16,819	-49,319	JARDIM TIRADENTES	Córrego Santo Antônio
5200000210	-16,815	-49,319	Centro de Atendimento Integral da Criança	Córrego Santo Antônio

**Figura 2: Localização dos poços tubulares profundos (Coord. Geográficas) e suas sub bacias.**

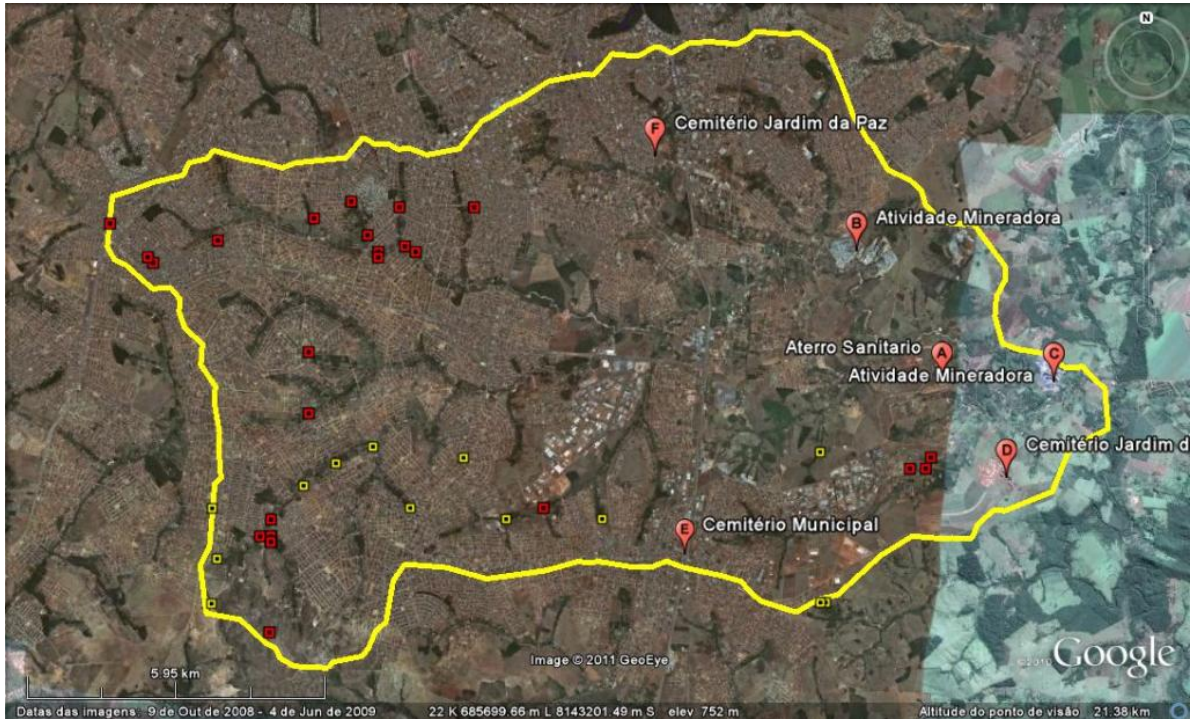
Os 13 poços que ainda não constam no cadastro do SIAGAS, foram perfurados pela concessionária de saneamento recentemente e são utilizados para abastecimento público assim como os demais. A bacia que mais teve poços perfurados nessa campanha foi a sub bacia do córrego Santo Antônio com 8 novos poços, seguida

da sub bacia do córrego Granada com 2 e a sub bacia do córrego Lagoa com 2. A sub bacia do córrego Barreiro teve seu primeiro poço tubular profundo com vazão produtiva perfurado pela companhia, para essa finalidade. A Figura 3 apresenta a localização dos poços e das principais fontes poluidoras.



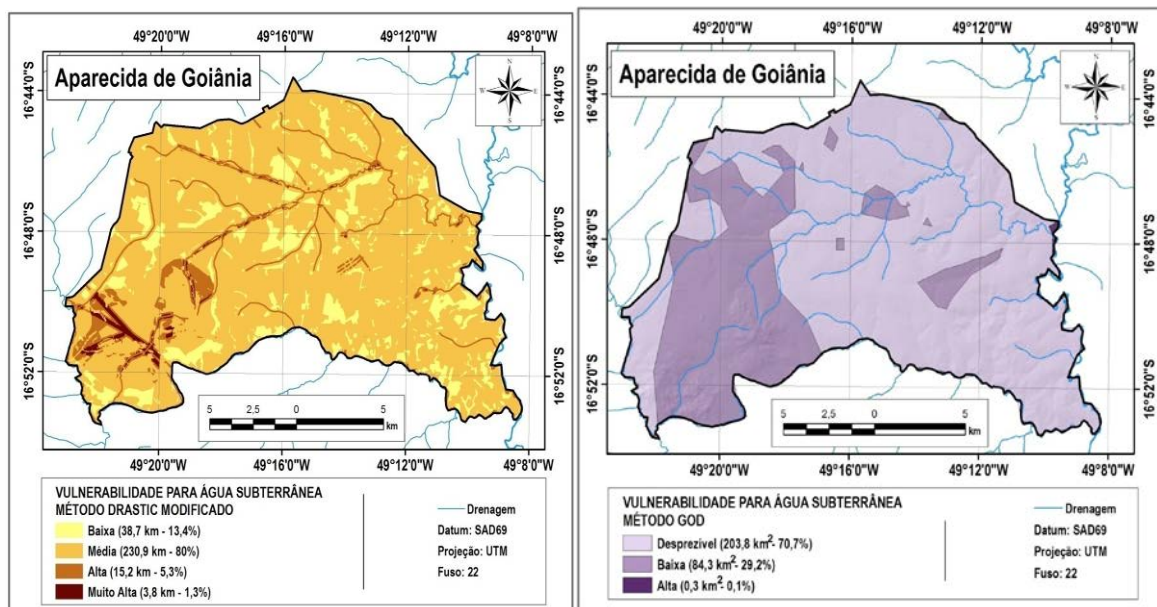
**Figura 3: Localização dos poços tubulares profundos obtidos do cadastro do SIAGAS, de outros cadastros e fontes potencialmente poluidoras.**

A Figura 4 mostra a imagem do satélite *GeoEye* no qual é possível visualizar a ocupação e uso do solo bem como as atividades potencialmente poluidoras. Percebe-se através da imagem que as atividades potencialmente poluidoras encontram-se a leste da Bacia e os poços à oeste (com exceção de 3 poços situados no Centro Penitenciário de Atividades Industriais do Estado de Goiás – CEPAIGO que está na bacia do Córrego Lagoa e 3 poços, ainda não identificados, perfurados recentemente pela empresa). É importante também ressaltar que os cemitérios respeitam a legislação ambiental no que tange a distância mínima de 30 metros entre covas e outras fontes ou cursos de água.



**Figura 4:** Imagem do Satélite GeoEye (2009). Em vermelho os postos obtidos através do SIAGAS em abril de 2011, em amarelo os postos perfurados pela empresa de saneamento que ainda não constam no cadastro do SIAGAS e à esquerda a localização das fontes potencialmente poluidoras. Fonte: Google Earth e SIAGAS.

O trabalho realizado por Nogueira (2010) aponta a vulnerabilidade das águas subterrâneas no município de Aparecida de Goiânia através de dois métodos distintos (DRASTIC e GOD). A bacia do córrego Santo Antônio (ao Norte do município) apresenta, segundo o método DRASTIC, áreas de baixa, média, alta e muito alta vulnerabilidade, sendo que a mais alta vulnerabilidade é encontrada em regiões próximas a cursos d'água e falhas geológicas. Com relação ao método GOD a vulnerabilidade foi classificada como desprezível, baixa e alta sendo que há grande predominância da classe desprezível na bacia em estudo, conforme pode ser observado na Figura 5.



**Figura 5:** Vulnerabilidade à contaminação das águas subterrâneas. Método DRASTIC modificado (à esquerda) e Método GOD (à direita). Fonte: Nogueira (2010).

## CONCLUSÕES

Com a criação de mapas temáticos e processamento de dados geográficos foi possível perceber a fragilidade das águas subterrâneas da microbacia frente aos diversos usos do solo e da água. Os resultados obtidos ajudarão a responder questões relativas à qualidade da água, fator que vem preocupando as entidades responsáveis, principalmente em locais que ainda captam água de cisternas, que por serem mais rasas e possuírem aspectos físicos favoráveis, em geral, são mais passíveis a contaminação por agentes antrópicos. O uso do geoprocessamento se mostrou satisfatório para espacializar as informações do cadastro do SIAGAS e de outras fontes e quantificar os poços por sub bacia da área de estudo. A espacialização das fontes potencialmente poluidoras e dos poços mostrou que os mesmos se mantêm relativamente distantes. Os poços perfurados pela empresa de saneamento que ainda não constam no SIAGAS apontam para a necessidade de atualização do sistema, o que auxiliaria no processo de gestão e nos estudos de impactos relativos à extração de água subterrânea.

Contudo, sugere-se investigar as atividades antrópicas da região e as intervenções que promovem a degradação da qualidade e da quantidade da água, objetivando-se a preservação de um recurso utilizável para diversos fins, especialmente para promover o abastecimento público. Faz-se, ainda, necessário, um planejamento quanto ao uso do aquífero, com a implantação de programas de monitoramento quanti-qualitativo de suas águas bem como do zoneamento das áreas a serem conservadas e/ou preservadas, com a efetivação de medidas já tomadas como a criação do Parque da Serra das Areias.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. MANOEL, F. J. Água Subterrânea: histórico e importância. In: FEITOSA, F. A. C.; MANOEL, F. J. (Org.). *Hidrogeologia: conceitos e aplicações*. 2 edição. Pernambuco: Universidade Federal de Pernambuco, 2000. p.3-12.
2. REBOUÇAS, A. C. Águas Subterrâneas. In: REBOUÇAS, A. C.; BRAGA, B.; TUNDISI, J. G. (Org.). *Águas Doces no Brasil*. São Paulo: escrituras, 2006. P.111-144.
3. Sistema Estadual de Estatística e de Informações Geográficas de Goiás – SIEG. Disponível em <http://www.sieg.go.gov.br/> com acesso em 10/04/2011.
4. Sistema de Informações de Águas Subterrâneas – SIAGAS. Disponível em: <http://siagasweb.cprm.gov.br/layout/>. Acesso em: 10 de outubro. 2010.
5. NOGUEIRA, A. K.. Uso do geoprocessamento para mapeamento de vulnerabilidade como instrumento de gestão de águas subterrâneas em Aparecida de Goiânia/GO. 2010. 134 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia do Meio Ambiente) Escola de Engenharia Civil, Universidade Federal de Goiás, Goiás, 2010.