

CARACTERIZAÇÃO DE POÇOS TUBULARES PROFUNDOS EM AMBIENTE SIG COM DISPONIBILIZAÇÃO VIA WEB

Luís Fernando P. de Sales¹; João Paulo Magna Júnior²; Nilson Clementino Ferreira³

RESUMO

Os recursos hídricos subterrâneos representam uma fonte de abastecimento estratégica e fundamental por suprir a escassez de água. Uma atividade rotineira é a perfuração de poços tubulares profundos para a captação destas águas subterrâneas que ocorrem de forma peculiar, obedecendo a critérios geológicos e hidrogeológicos. Neste trabalho foram utilizadas ferramentas gratuitas de geoprocessamento para a caracterização dos recursos hídricos subterrâneos utilizando dados de poços tubulares profundos no município de Goianira/GO e a utilização da internet como meio de gerenciamento das informações. Com o uso de Sistemas de Informação Geográfica foram elaborados produtos cartográficos com informações sobre os poços identificados. Foram analisadas características como: intervalos de vazões, superfície de potencialidade hídrica subterrânea, profundidade do topo rochoso, área de favorabilidade para prospecção geofísica e a catalogação dos poços. Os atributos dos poços foram implementados no sistema gerenciador de banco de dados PostgreSQL e o desenvolvedor web Apache foi utilizado para disponibilizar um formulário que permite realizar consultas e alterações das informações pela internet.

ABSTRACT

The groundwater resources represent a strategic and basic fountain of supply due to provide water from superficial groundwater. A frequent activity is the perforation of drilling wells for the extraction of groundwater, according to geological and hydrogeological criteria. This work proposes the use of free geoprocessing tools for the characterization of groundwater resources basis on drilling wells data at Goianira city and the use of the Internet to manage the results. By the use of GIS techniques were generated some cartographic products with informations about the identified drilling wells. Some characteristics were analysed like: yield intervals, the surface representing the groundwater potential, the depth of bedrock, the most favorable areas for geophysical prospection and the wells catalogue. The wells attributes were implemented in a PostgreSQL database system

¹ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Área de Geomática, rua 75, nº46, Centro, CEP: 74055-110, Goiânia/GO, fone: (62) 3227-2735, e-mail: salesgeosat@gmail.com;

² Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Área de Geomática, rua 75, nº46, Centro, CEP: 74055-110, Goiânia/GO, fone: (62) 3227-2735, e-mail: joao.paulo@ifg.edu.br;

³ Universidade Federal de Goiás, Escola de Engenharia Civil, Praça Universitária, s/n, Setor Universitário, CEP: 74605-220, Goiânia/GO, fone: (62) 3209-6084, e-mail: nclferreira@gmail.com

and the Apache development system was used to create a form that permit to perform queries and to update some information by web.

Palavras-chave: águas subterrâneas, geoprocessamento, poço tubular profundo.

1 - INTRODUÇÃO

A atividade de perfuração de poços tubulares profundos para a captação de águas subterrâneas tem sido uma prática muito utilizada pelas companhias de saneamento para solucionar os problemas de abastecimento público. Portanto, há uma grande quantidade de dados provenientes das perfurações que precisam ser consultados e analisados de forma eficiente para aprimorar a gestão e o planejamento dos trabalhos futuros.

De acordo com Azevedo Netto e Alvarez (1991) apud Azevedo (2006) as perfurações de poços tubulares profundos devem ser feitas em áreas onde há um potencial hídrico subterrâneo conhecido e que esse potencial seja suficiente para atender a uma necessidade.

No entanto, os dados hidrodinâmicos dos poços nem sempre são aproveitados para a exploração dessas potencialidades. Atualmente, existem programas computacionais gratuitos que possuem recursos com grande potencial para analisar, interpretar e disponibilizar os resultados da exploração.

O presente trabalho visa utilizar tecnologias gratuitas de geoprocessamento e de banco de dados para elaborar uma caracterização hídrica subterrânea. Foram utilizados os dados dos poços perfurados no município de Goianira, localizada na região metropolitana de Goiânia e que possui exclusivamente como sistema produtor o aquífero subterrâneo.

As análises consistem em um mapeamento, para conhecer a disposição geográfica dos poços e associá-los com o contexto geológico, determinar as potencialidades hídricas regionais, definir a profundidade do topo rochoso e áreas de favorabilidade. Uma página na internet foi desenvolvida, onde se pode ter acesso a um formulário de gerenciamento de dados dos poços.

1.1 – Objetivos

1.1.1 - Objetivo Geral

O objetivo deste trabalho é propor uma metodologia baseada no uso de técnicas gratuitas de geoprocessamento para a caracterização dos recursos hídricos subterrâneos, com base nos dados obtidos em perfurações de poços tubulares profundos, e a utilização da internet como meio de divulgação, consulta e gerenciamento das informações.

1.1.2 - Objetivos Específicos

No âmbito do objetivo geral, pretende-se alcançar os seguintes objetivos específicos:

- Identificar os poços tubulares profundos do município de Goianira e elaborar um banco de dados;
- Elaborar mapas temáticos com informações sobre os poços identificados;
- Identificar áreas de favorabilidade para prospecção geofísica;
- Desenvolver um formulário de gerenciamento de poços pela internet;

2 - ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

As águas subterrâneas são um recurso natural que possui um inestimável valor econômico e social, o que as transformam num bem estratégico que deve ser compreendido e racionalmente explorado para que o seu uso seja assegurado por gerações futuras. Segundo Filho (2008) a água subterrânea é definida como “aquela que ocorre abaixo do nível de saturação ou nível freático, presente nas formações geológicas aflorantes e parcialmente saturadas, e nas formações geológicas profundas totalmente saturadas”.

Para o entendimento da origem das águas subterrâneas deve-se lembrar que, todo o aspecto biótico da natureza está relacionado a ciclos, e de acordo com Filho (2008), “quase toda a água subterrânea existente na Terra tem origem no ciclo hidrológico, isto é, no sistema pelo qual a natureza faz a água circular do oceano para a atmosfera e daí para os continentes, de onde retorna, superficial e subterraneamente, ao oceano”.

2.1 - Condições de ocorrência das águas subterrâneas

Há uma grande quantidade de elementos que condicionam a ocorrência das águas subterrâneas e a interação entre eles é um fator determinante para sua recarga, armazenamento e a disponibilidade para uso. Dentre eles é possível citar o clima, o uso do solo e cobertura vegetal e os aspectos geológicos.

Cada elemento com sua particularidade possui um papel de suma importância para o manancial subterrâneo. Conforme descrito em Goiás (2006), “elementos climáticos como a temperatura do ar, a precipitação pluvial, a insolação e a evaporação, exercem grande influência na quantificação dos recursos hídricos disponíveis”. No que diz respeito ao uso do solo e cobertura vegetal, haja visto que as grandes influências humanas nestes meios inevitavelmente os tornam mais vulneráveis, podemos ressaltar que “a quantidade e a qualidade das águas subterrâneas estão diretamente associadas aos processos de recarga. O tipo de uso e ocupação sob a qual uma determinada região encontra-se submetida e a densidade e tipo da cobertura vegetal remanescente

são os principais condicionantes que podem incrementar ou até mesmo anular os processos naturais de recarga” (GOIÁS, 2006).

Outra variável fundamental que condiciona todo o processo existencial dos mananciais subterrâneos é o aspecto geológico, este possui uma heterogeneidade muito grande e também implica diretamente nos recursos subterrâneos “Os aspectos geológicos condicionam as formas de recarga, estocagem, circulação e descarga, influenciam substancialmente a qualidade das águas subterrâneas e determinam as características das obras de captação – poço escavado ou tubular -, equipamentos de perfuração e as especificações dos materiais que deveriam ser empregados para revestimentos, filtros e outros.” (REBOUÇAS, 2006).

O armazenamento e a circulação das águas subterrâneas estão intrinsecamente relacionados com os corpos rochosos denominados aquíferos, estes ambientes são de dimensões, extensões e características das mais variadas. “Podem variar entre alguns quilômetros quadrados até milhões de quilômetros de extensão; ter espessuras de alguns metros até centenas de metros; ocorrer na superfície ou se encontrar a profundidades de até milhares de metros, regra geral, encerrados entre camadas relativamente pouco permeáveis. Podem ter porosidade/permeabilidade intergranular ou de fraturas e fornecer água de excelente qualidade para consumo ou ter águas muito salinizadas. Pois as águas subterrâneas ocorrem preenchendo os poros, fraturas, fissuras e outras formas de vazios das rochas.” (REBOUÇAS, 2006)

3 - MATERIAL E MÉTODOS

3.1 - Localização da Área de Estudo

Goianira é um município brasileiro do estado de Goiás, localizado na Região Metropolitana de Goiânia. A cidade tem como principais municípios vizinhos: Inhumas, Brazabrantes, Santo Antônio de Goiás, Goiânia, Trindade e Caturaí, conforme visto no mapa de localização na Figura 1. Possui uma área de aproximadamente 209,037 km² e se situa a 22 km da capital do Estado de Goiás, com posição geográfica de 16°29'46”S em latitude e 49°25'35”O de longitude de acordo com dados disponíveis no endereço eletrônico www.imb.go.gov.br.

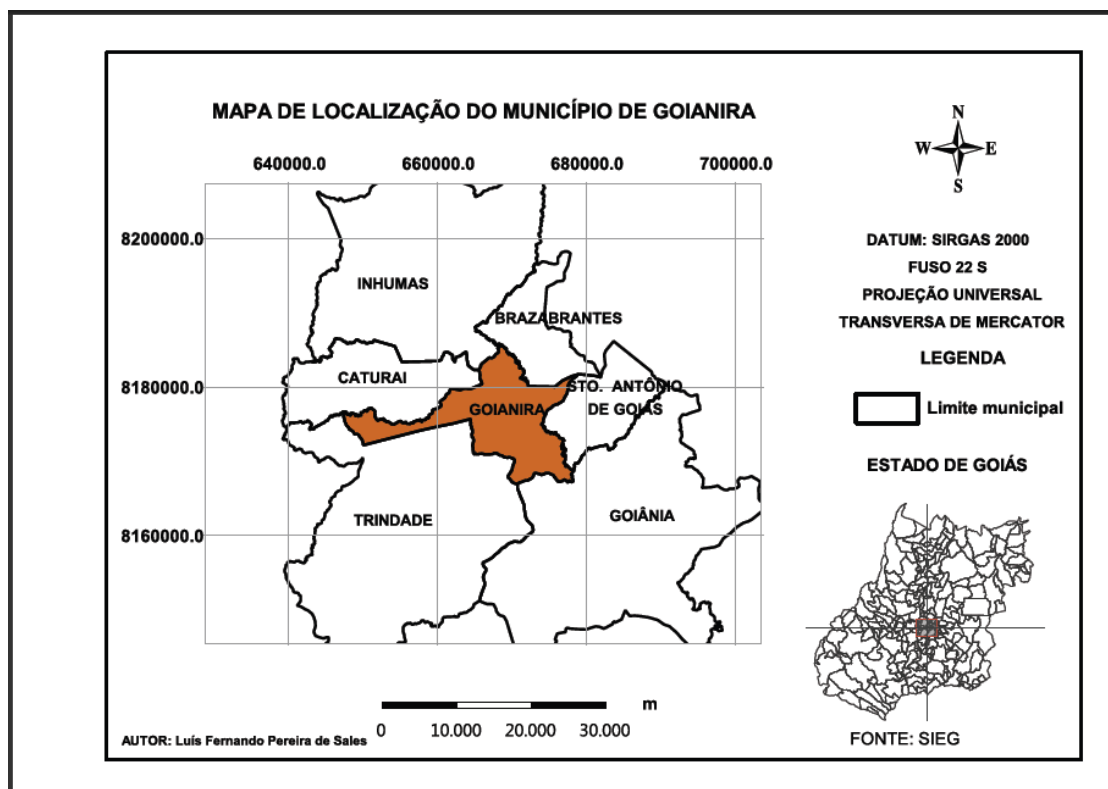


Figura 1. Mapa de localização

3.2 - Material e Metodologia

Inicialmente foi realizada uma pesquisa na Gerência de Hidrogeologia (E-GHI), da Companhia de Abastecimento de Água e Esgoto do Estado de Goiás – SANEAMENTO DE GOIÁS S/A (SANEAGO), que é a maior exploradora de águas subterrâneas no Município de Goianira e é a detentora da concessão do serviço de abastecimento público. Foram pesquisados também, dados dos arquivos particulares das Empresas: Fortesul Serviços Construções e Saneamento Ltda; Fuad Rassi Engenharia Indústria e Comércio LTDA e Construtora Neiva Moreira LTDA (CNM), que são prestadoras de serviços de perfuração de poços.

Posteriormente foi realizada uma campanha de campo com uso de receptor GPS de navegação para a localização e georreferenciamento dos poços, atualização de endereço e obtenção de fotografias. Nesta campanha foram identificados 69 poços, sendo que destes, 29 foram perfurados pela SANEAGO e 35 foram perfurados por empreendedores imobiliários. Estes últimos passaram por avaliações técnicas pela Concessionária para que fossem assumidos posteriormente. Outros 5 poços, são de domínio privativo.

Após o refinamento dos dados, foi utilizado o Sistema Gerenciador de Base de Dados Relacional (SGBD) PostgreSQL versão 8.2.4-1 para elaborar uma base de dados a qual armazena os atributos inerentes dos poços tubulares profundos.

Para manipular, fazer análises com os atributos dos poços e produzir os produtos com as informações, foi utilizado o aplicativo gvSIG versão OA Digital 2010.

A base cartográfica digital utilizada contém arquivos vetoriais de Lineamentos Estruturais, Fraturas e Geologia, adquiridos do Sistema Estadual de Estatística e Informações Geográficas de Goiás (SIEG), disponíveis no endereço eletrônico www.sieg.go.gov.br na escala 1:500000. Os arquivos vetoriais referentes ao Limite Municipal, Perímetro Urbano e Drenagens, foram adquiridos da Gerência de Topografia (E-GTO) da SANEAGO, que dispõe desses arquivos atualizados na escala 1:100000.

As etapas realizadas para a execução do trabalho são apresentadas no fluxograma da Figura 2.

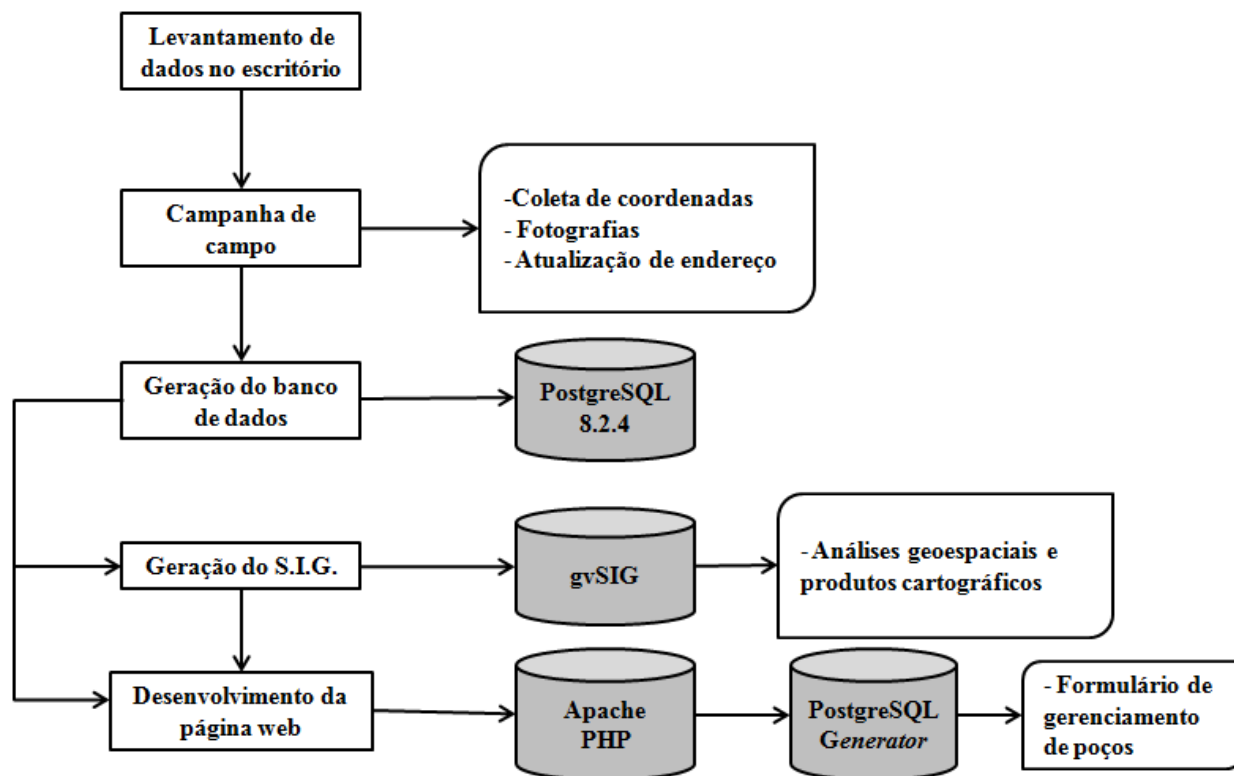


Figura 2. Fluxograma da metodologia

3.3 - Procedimento para Análises Geoespaciais

Com a base cartográfica definida e os poços georreferenciados e representados por pontos, foram realizadas análises geoespaciais a fim de disponibilizar informações relevantes acerca dos poços e demais variáveis relacionadas.

3.3.1 – Caracterização dos Poços Identificados

Foram identificados 69 poços tubulares profundos no município de Goianira, os quais estão localizados no perímetro urbano e adjacências. Os poços possuem vazões que variam de 0 (zero) a 99 (noventa e nove) metros cúbicos por hora.

O histograma de frequência apresentado na Figura 3 traz a relação entre o número de poços com as respectivas vazões de teste.

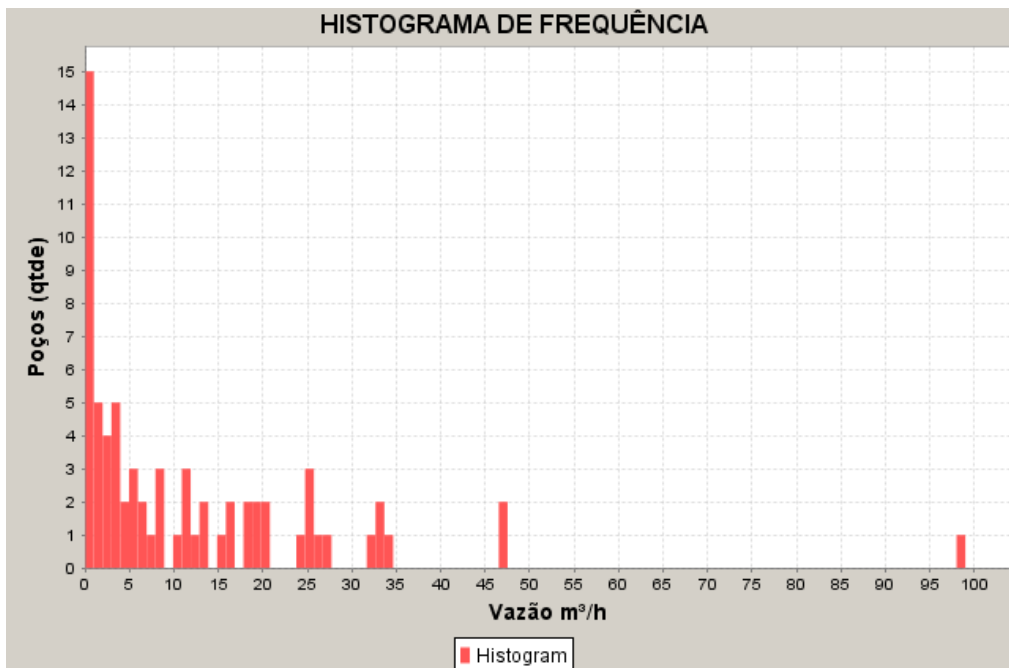


Figura 3. Histograma de frequência relacionando poços e vazão

Observa-se que a maioria dos poços possuem vazões inferiores a 10 m³/h e poucos variam entre 10 e 48 m³/h, sendo que um se destoa dos demais por possuir vazão de aproximadamente 99 m³/h.

A localização dos poços identificados é apresentada na Figura 4.

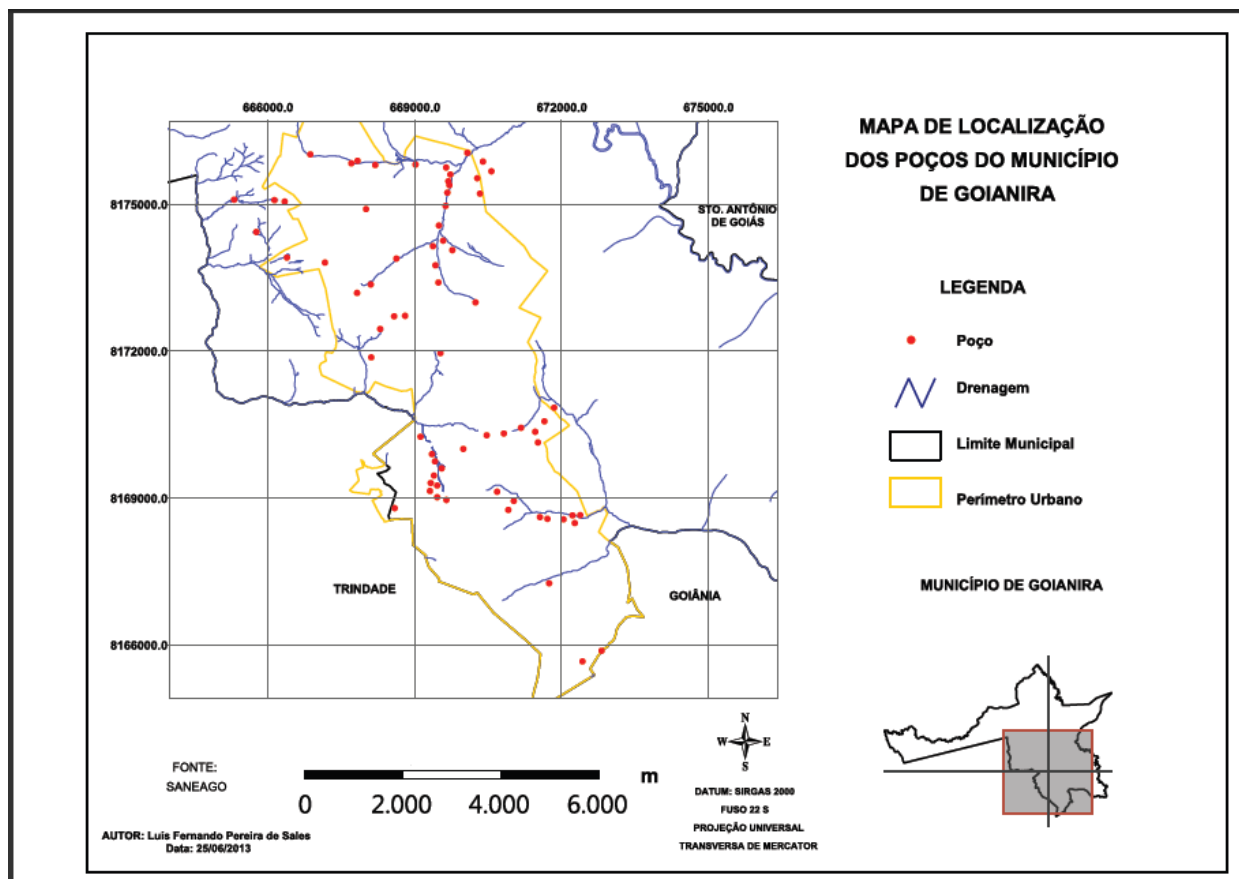


Figura 4. Mapa temático da localização dos poços de Goianira

3.3.2 - Comparação da classificação das vazões em função das unidades litológicas e da geologia estrutural

Ter conhecimento da capacidade que o aquífero subterrâneo tem de armazenar e produzir água em seus diferentes ambientes geológicos é de fundamental importância para que novos projetos de prospecção sejam bem elaborados. Como os poços são perfurados em diferentes contextos geológicos, foi feita uma estatística das vazões compreendidas nas suas determinadas litologias. Para isso foi necessário verificar e selecionar os poços que estão inseridos nos diferentes tipos litológicos.

Visualizar e analisar, a capacidade de produção dos poços de forma sinóptica em relação às variáveis geológicas, permite ao usuário, fazer inferências de forma sistemática. Nesse aspecto, foi elaborado um mapa temático com os poços sob litologia e a geologia estrutural da região em estudo, associados aos arquivos vetoriais do Limite Municipal, Geologia, Lineamentos Estruturais, Falhas, Rede de Drenagem e Poços.

3.3.3 - Determinação da vazão e da profundidade do topo rochoso

Para a interpolação da vazão foram utilizados os dados de vazão de teste dos poços tubulares profundos e para a determinação da profundidade do topo rochoso utilizou-se a quantidade de revestimento utilizado. Os dados foram interpolados no gvSIG utilizando o método geoestatístico por Krigagem.

As interpolações geraram arquivos matriciais e posteriormente estes arquivos foram convertidos em formato vetorial.

3.3.4 - Determinação da área de favorabilidade para prospecção geofísica

Para o desenvolvimento da área de favorabilidade foram utilizados os arquivos vetoriais da Rede de drenagens, Lineamentos estruturais, Falhas geológicas e Perímetro urbano. Para facilitar o processamento do gvSIG, foi criado um *buffer* do perímetro urbano extrapolando em 1500 metros a partir do seu limite, em seguida todos os planos de informação foram recortados de acordo com os limites do *buffer*.

Por meio de análise espacial foi gerado um arquivo vetorial de polígonos criados por *Buffer* de 100 e 200 metros ao redor das feições de Falhas geológicas, Rede de drenagens e Lineamentos estruturais. Com os dados preparados foi realizado um *overlay* cruzando as informações ponderadas de acordo com o seu nível de importância na identificação de regiões potenciais para a existência de água subterrânea. As tabelas foram modificadas e estruturadas com os dados das distâncias e o tipo de potencial. Os critérios adotados para ponderação das informações foram definidos conforme exemplificado na Tabela 1.

Tabela 1. Critérios de favorabilidade

NÍVEL DE FAVORABILIDADE		
FEIÇÕES	ATÉ 100 m	DE 100 m a 200 m
Lineamento	Alta	Baixa
Falha	Alta	Baixa
Drenagem	Alta	Baixa
Lineamento + Falha + Drenagem	Muito Alta	Regular

Fonte: o autor

3.4 - Disponibilização das informações sobre os poços na internet

Para que o usuário tenha acesso às informações dos poços de maneira eficiente e segura foi implementado um sistema de gerenciamento de conteúdo para ambiente *web*, desenvolvido na linguagem PHP, utilizando o servidor web Apache e o gerenciador de banco de dados PostgreSQL.

Inicialmente o servidor *web* Apache foi instalado no computador seguido do PHP e assim foi criado um servidor. O PostgreSQL foi instalado e com ele a ferramenta PGADMIN III que é um sistema gerenciador de banco de dados.

O aplicativo PostgreSQL *Generator* foi utilizado para acessar o banco de dados denominado “goianira” que está no PostgreSQL e então elaborou-se um formulário de consulta e modificação dos dados dos poços.

4 - RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 - Mapa Temático da Geologia com a Classificação da Vazão dos Poços

No mapa representado pela Figura 5 é possível verificar a localização dos poços classificados por intervalos de vazão, sobrepostos aos tipos litológicos e à geologia estrutural em que foram perfurados.

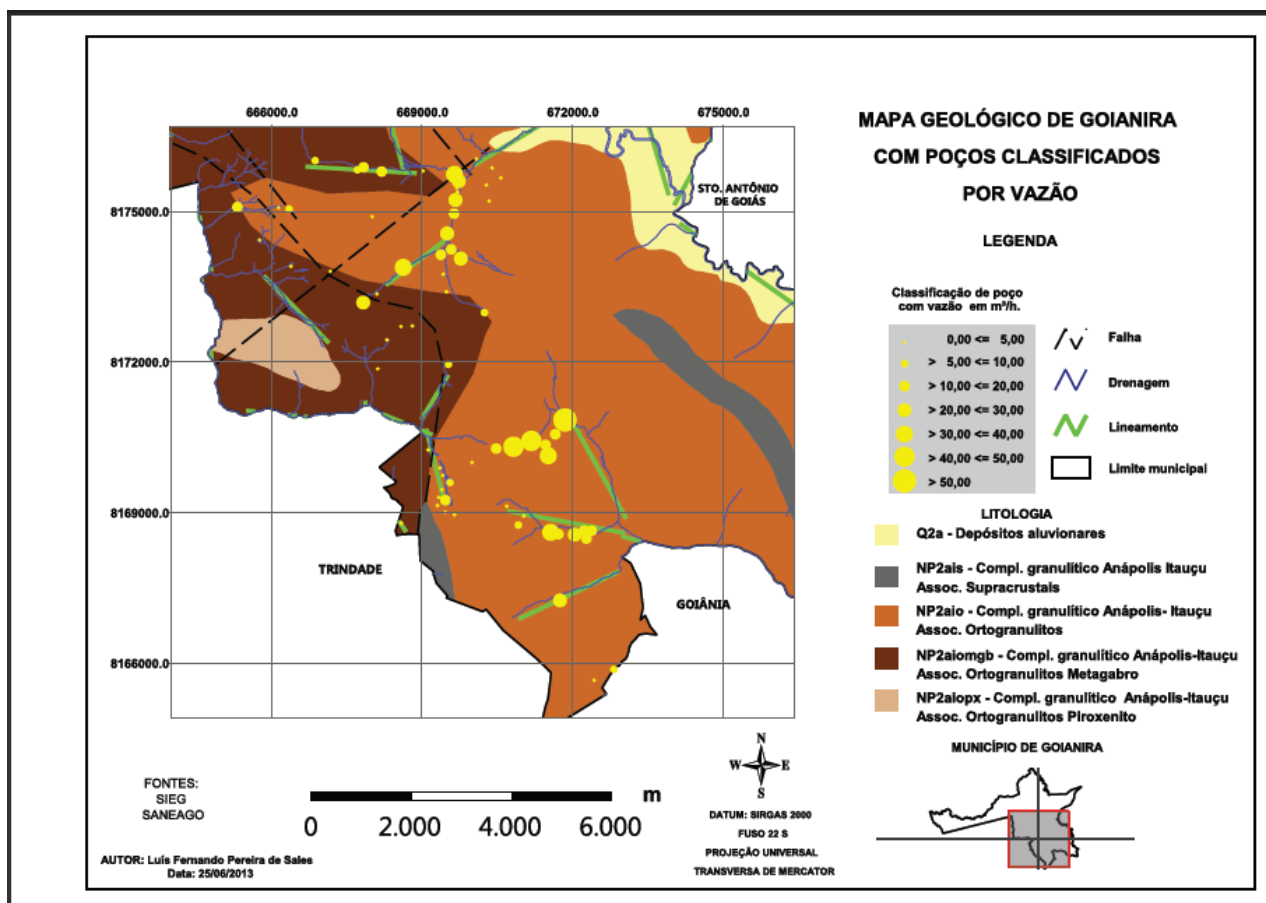


Figura 5. Mapa geológico de Goianira com poços classificados por vazão

A Tabela 2 apresenta as estatísticas das vazões em relação aos litotipos. É possível notar que, os poços perfurados na unidade litológica do Complexo Granulítico Anápolis Itauçu, com associações de Ortogranulitos e Metagabros, possuem vazões menores do que os poços perfurados no litotipo do Complexo Granulítico Anápolis Itauçu com associações de Ortogranulitos e que a maioria dos poços que foram perfurados baseados no critério “riacho fenda”, ou seja, próximo às drenagens são produtivos.

Tabela 2. Estatística das vazões encontradas nas unidades litológicas

LITOLOGIA	Nº de poços	VAZÃO MÍNIMA (m³/h)	VAZÃO MÁXIMA (m³/h)	VAZÃO MÉDIA (m³/h)
Complexo Granulítico Anápolis Itauçu. Assoc. Ortogranulitos e Metagabros	18	0,00	20,30	5,44
Complexo Granulítico Anápolis Itauçu. Assoc. Ortogranulitos	51	0,00	99,00	14,41

Fonte: o autor

Com base nas estatísticas, novas perfurações podem ser orientadas para as regiões litológicas que possuem maiores médias de vazões. Entretanto, isso nem sempre é possível por que a distância em que a água deverá ser bombeada para atender uma demanda é um fator determinante na viabilização da interligação de um poço.

Com o conhecimento prévio outras medidas podem ser adotadas para explorar melhor o ambiente geológico onde há o problema com abastecimento de água, como por exemplo, o melhoramento nas técnicas de prospecção geofísicas terrestres voltadas para a obtenção das águas subterrâneas ou até mesmo concluir que haverá a necessidade de mudar de metodologia de abastecimento e adotar outras fontes de abastecimento que não sejam dos aquíferos subterrâneos.

4.2 - Mapa Temático de Vazão

Com a interpolação dos dados de vazão, chegou-se a um produto que permite verificar as vazões de forma regionalizada, podendo observar onde estão localizados os menores e os maiores valores de vazões do município conforme representado na Figura 6.

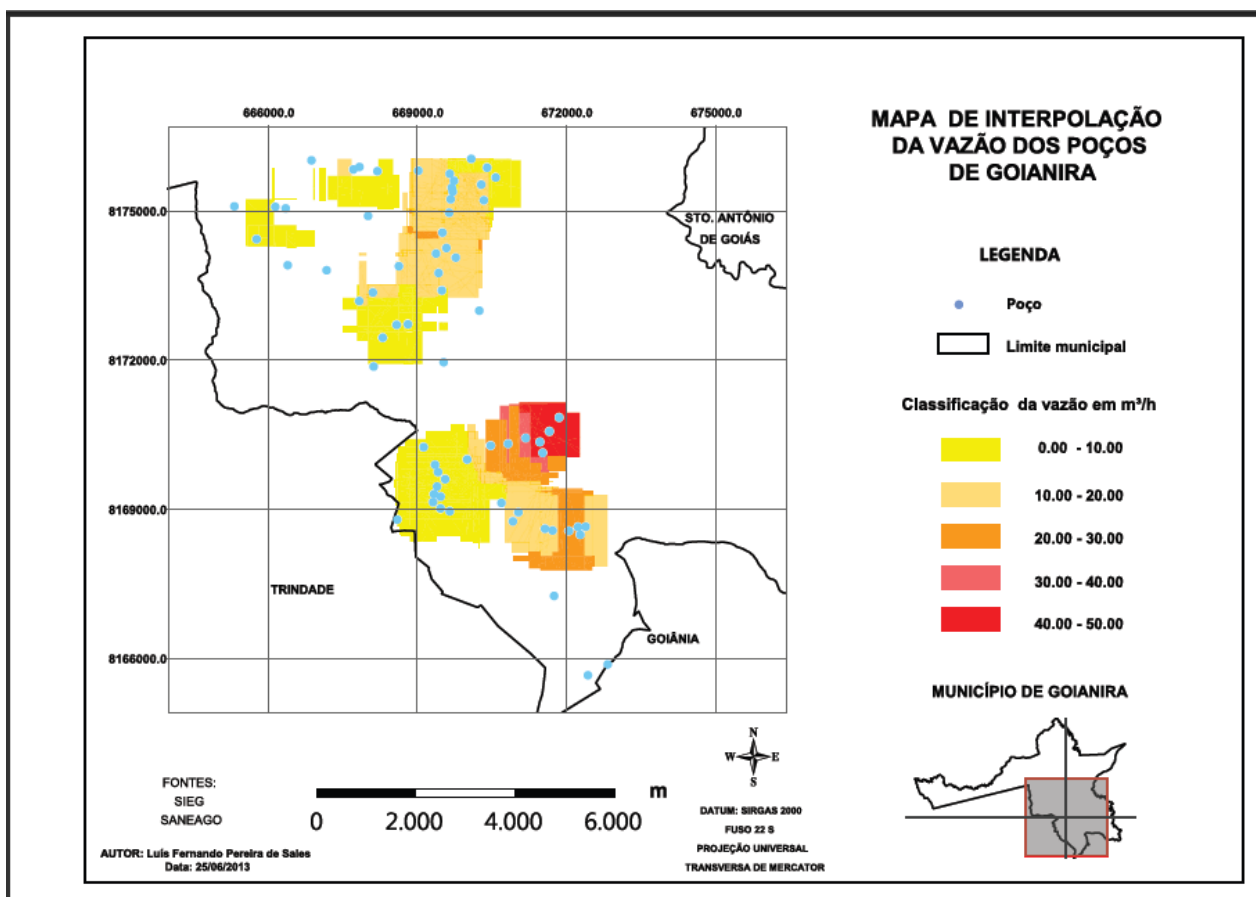


Figura 6. Mapa temático da interpolação da vazão dos poços de Goianira

Caso seja necessário perfurar um novo poço em qualquer uma dessas áreas, haverá a possibilidade de verificar qual será a estimativa de vazão que o poço poderá atingir, procurando,

assim, evitar encontrar poços improdutivos ou vazão insuficiente para atender determinado projeto e permitirá também, a programação de perfuração de um número maior de poços para atingir uma vazão necessária, garantir a supressão de escassez e atender a uma demanda.

4.3 - Mapa Temático da Profundidade do Topo Rochoso

Com os dados relativos à quantidade de tubos de revestimento utilizada em cada poço foi possível chegar a um produto cartográfico, a partir da interpolação dessas informações. Na Figura 7 a profundidade do topo rochoso pode ser verificada de forma regionalizada, permitindo ter uma orientação estimada da profundidade em que se encontra a rocha sã.

Ter conhecimento da profundidade possível que um poço poderá ser revestido é de suma importância para estruturar a logística de transporte de materiais nos serviços de perfurações. Por possuírem grandes dimensões e peso, os tubos de revestimento indispensáveis nas construções dos poços, precisam ser transportados por veículos que são limitados em capacidade de carga.

Portanto, um transporte eficiente com base na informação da profundidade do topo rochoso, permite que uma variável tão importante não se torne um elemento oneroso para as empresas de perfuração tanto do ponto de vista financeiro como do dispendioso tempo que será gasto para a finalização dos trabalhos caso a logística seja ineficiente.

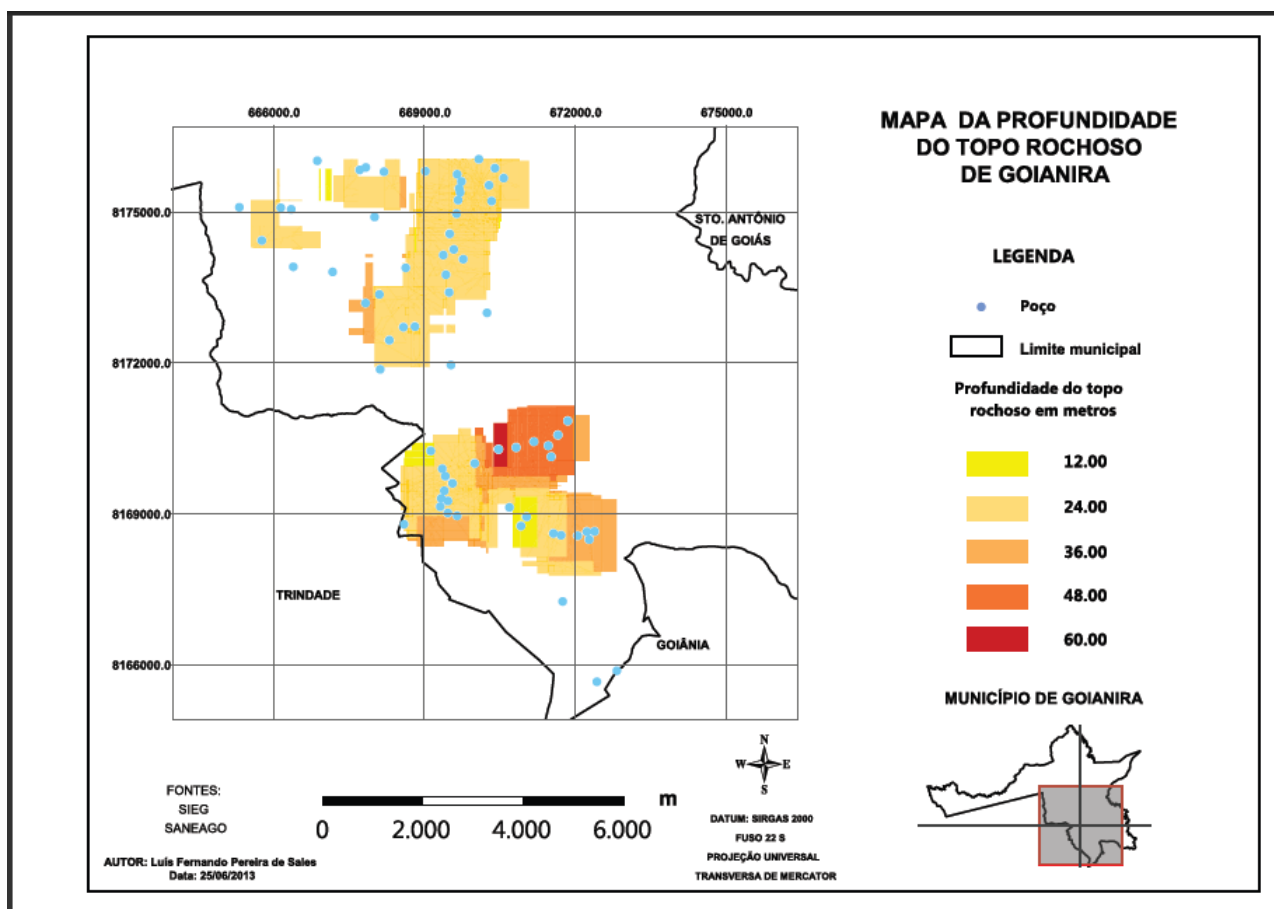


Figura 7. Mapa temático da profundidade do topo rochoso de Goianira

4.4 - Áreas de Favorabilidade para Prospecção Geofísica

Em uma região geográfica, além de haver feições como as drenagens, há os lineamentos estruturais que as representam, quando esses forem perante a geologia estrutural unidades de grandeza consideráveis ao ponto de oferecer condições de obtenção de água subterrânea. Há também, e não menos importante, as falhas geológicas que, por ocasião de movimentos tectônicos, provocaram rupturas e desnivelamento nas camadas geológicas permitindo que as águas superficiais percolem por meios descontínuos e se armazenem formando os aquíferos subterrâneos.

As fraturas geológicas, os lineamentos estruturais e as redes de drenagens, são dentre outros, fatores determinantes para obtenção de poços produtivos. Partindo desta premissa, foram estabelecidos critérios para identificar áreas promissoras e facilitar os trabalhos das prospecções geofísicas.

Com a seleção das áreas de forma automatizada, chegou-se a um produto, apresentado na Figura 8, que pode direcionar os trabalhos de prospecção geofísica terrestre na área estudada. As classes de favorabilidade foram classificadas da seguinte forma:

- **Muito alta:** áreas no mapa que estão representadas pela cor vermelha, pois num perímetro de cem metros há drenagens, lineamentos e falhas geológicas. Ter essas três condições no mesmo ambiente aumenta a probabilidade de encontrar um poço produtivo;
- **Alta:** áreas em azul claro, que representam distâncias de até cem metros ao redor de cada uma das feições, por ainda possuírem boas condições de fraturamento no embasamento cristalino;
- **Regular:** áreas em azul escuro, que representam distâncias de cem a duzentos metros das áreas onde ocorrem as três feições;
- **Baixa:** áreas de cor cinza, por possuírem distâncias de cem a duzentos metros das feições, pois a esta distância as chances de obter água subterrânea diminuem consideravelmente.

Nesta análise, não foram consideradas as características das falhas, padrões de drenagens e direção real, intensidade e sentido de mergulho das fraturas, pois somente com uma visita ao local seria possível uma correta locação do poço.

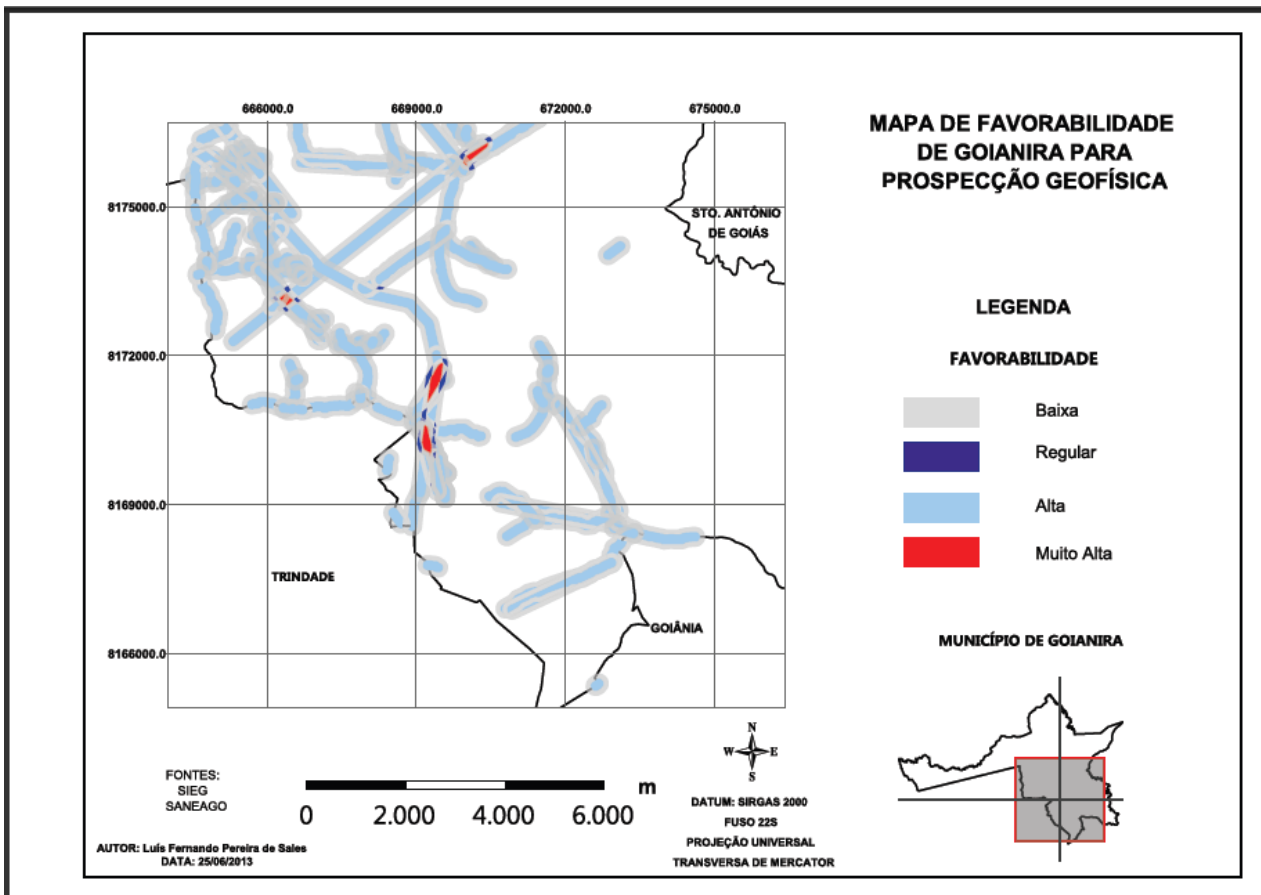


Figura 8. Mapa temático de favorabilidade para prospecção geofísica no município de Goianira

4.5 - Gerenciamento de Poços via Web

Com o formulário disponível via *web* é possível realizar atualizações e consultas aos atributos dos poços de forma simples e eficiente. Basta ter acesso à internet e acessar a página por um endereço eletrônico em um Navegador (Internet Explorer ou similar). Uma requisição é enviada para o servidor *web* que, por sua vez, acessa o conteúdo requerido e disponibiliza a interface de gerenciamento dos poços.

O gerenciamento dos poços pode ser feito por meio de um formulário que possui uma interface dinâmica e que permite ao usuário realizar consultas por item de interesse, de forma que a pesquisa prossiga com a utilização de um filtro de seleção que possui nove opções de escolha para chegar ao resultado desejado.

Após a realização da consulta, se necessário, o usuário pode imprimir uma lista com todas as informações referentes ao poço requerido para compor relatórios ou fazer uso para outros fins.

É importante ressaltar que se pode restringir o acesso ao formulário de gerenciamento de poços total ou parcialmente. As alterações dos dados, bem como os novos cadastros que forem necessários fazer no formulário alimentarão automaticamente o gerenciador de banco de dados PostgreSQL, portanto o banco de dados sempre ficará em manutenção.

5 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

5.1 Considerações Finais

Para alcançar os objetivos propostos neste trabalho, foram empregadas técnicas gratuitas de geoprocessamento e desenvolvedores *web* que corresponderam às necessidades da pesquisa. A metodologia aplicada contribuiu para a caracterização de recursos hídricos subterrâneos com base nos dados obtidos em perfurações de poços tubulares profundos. A utilização da internet como meio de divulgação e consulta dos dados dos poços aperfeiçoa o processo de tomada de decisões.

O levantamento cadastral e a utilização do programa computacional de SIG para as análises geoespaciais foram determinantes, permitindo um maior entendimento dos processos hídricos das águas subterrâneas do município de Goianira e por favorecer um prognóstico para futuros trabalhos de perfurações de poços.

Em relação ao desenvolvimento *web*, as ferramentas utilizadas foram adequadas ao propósito do trabalho. A integração entre o servidor *web* Apache e o módulo de linguagem PHP, e entre a linguagem PHP e o banco de dados PostgreSQL, criou um ambiente eficaz para a criação do formulário dinâmico, por meio da recuperação de informações do banco de dados. É recomendado que o banco de dados desenvolvido seja abastecido periodicamente para incrementar as análises geoespaciais e refinar os produtos cartográficos.

Os produtos cartográficos gerados permitem uma caracterização espacializada dos poços e seus atributos, permitindo o conhecimento do potencial hídrico da região, bem como auxiliar na identificação e logística para a exploração de novos poços.

Os procedimentos desenvolvidos e aplicados neste trabalho podem ser utilizados em outras regiões que fazem uso dos aquíferos subterrâneos como sistema produtor de água sem restrições.

Dessa forma, pode-se concluir que a metodologia adotada tem um grande potencial na exploração de poços em águas subterrâneas, sendo de baixo custo, à medida que se utiliza programas computacionais gratuitos e possibilitando análises espaciais simples e complexas.

AGRADECIMENTOS

À Gerência de Hidrogeologia (E-GHI) da SANEAGO e às Empresas: Fortesul Serviços Construções e Saneamento Ltda; Fuad Rassi Engenharia Indústria e Comércio LTDA e Construtora Neiva Moreira LTDA (CNM), pelos dados fornecidos para a realização desse trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AZEVEDO, R. P. de. **Uso de água subterrânea em sistema de abastecimento público de comunidades na várzea da Amazônia Central**. ACTA AMAZÔNICA. [S.I.]. v36(3) p.313-320, 2006. Disponível em: <<http://acta.inpa.gov.br/>>. Acesso em 10 fev. 2013.

FILHO, J. M. Ocorrência das Águas Subterrâneas. In: FEITOSA, Fernando A. C. ...[et al]... **Hidrogeologia: Conceitos e aplicações**. 3 ed. Rio de Janeiro. CPRM: LABHID, 2008. cap 2.1.

GOIÁS (Estado). Secretaria de Indústria e Comércio. Superintendência de Geologia e Mineração. **Hidrogeologia do Estado de Goiás**. Goiânia, 2006 232p. (Série Geologia e Mineração, 1).

REBOUÇAS, A. C. Águas Subterrâneas. In: GIAMPÁ, C. E. Q.; GONÇALES, U. G. **Águas Subterrâneas e Poços Tubulares Profundos**. São Paulo: Signus Editora; 2006. cap.1.