

IX-064 – LEVANTAMENTO DO POTENCIAL HÍDRICO SUBTERRÂNEO COMO MANANCIAL PARA O ABASTECIMENTO PÚBLICO DA CIDADE DE GOIANIRA - GOIÁS

José Vicente Granato de Araújo⁽¹⁾

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.

Paulo Henrique Garcia Silva

Engenheiro Civil pela Escola de Engenharia Civil (EEC) da Universidade Federal de Goiás (UFG). Especialista em Planejamento e Gerenciamento de Recursos Hídricos pela EEC/UFG. Engenheiro da Caixa Econômica Federal.

Endereço⁽¹⁾: Escola de Engenharia Civil - UFG - Goiânia – Goiás. Praça Universitária s/n, Setor Universitário. CEP-74605-220 – Fone: (62) 3209-6084. e-mail: jvgranato@yahoo.com.br

RESUMO

Este trabalho objetivou a caracterização das águas subterrâneas utilizadas como manancial de abastecimento público para a cidade de Goianira, estado de Goiás, cujo sistema de abastecimento é de responsabilidade da Saneamento de Goiás S/A, concessionária dos serviços de saneamento básico no estado. Para tanto foi elaborado um banco de dados com informações extraídas de mapas geológicos, tais como: lineamento estrutural, falhas, bem como de informações técnicas de poços tubulares profundos utilizados em pesquisa de manancial subterrâneo do município de Goianira. Os poços levantados foram georreferenciados e, através de um SIG, foram gerados mapas temáticos. O estudo realizado pode concluir que os poços tubulares profundos estão distribuídos em duas distintas regiões geológicas, sendo que, os localizados na geologia NP2aio (Complexo granulítico Anápolis-Itauçu - Associação Ortogranulitos) possuem maior potencial hidrogeológico do que os da NP2aiomgb (Complexo granulítico Anápolis-Itauçu - Associação Ortogranulitos – Metagabro). Foi observado, também, que a produção dos poços localizados próximos a lineamentos e falhas é bem maior do que os distantes.

PALAVRAS-CHAVE: Águas subterrâneas, caracterização estrutural, hidrogeologia, poços tubulares

INTRODUÇÃO

Para que o uso dos recursos naturais, particularmente terra, água e vegetação, ocorra de forma sustentável, é necessário que o processo de desenvolvimento aconteça com preservação da capacidade produtiva desses recursos. Assim, necessita-se de políticas públicas adequadas que assegurem a desejada racionalidade dos usos da água e dos recursos naturais de forma geral.

Com relação aos recursos hídricos, a sustentabilidade, para ocorrer, requer que a base de recursos naturais e do meio ambiente seja usada de maneira que o aproveitamento da água obedeça ao princípio de que o consumo desse recurso não deve exceder sua capacidade de renovação. Para o uso sustentável dos recursos hídricos é necessária a caracterização dos mesmos para obter dados necessários para um melhor planejamento.

De acordo com Heller et al (2006), os mananciais subterrâneos possuem algumas vantagens em relação às águas superficiais, como: a quantidade e a qualidade das águas subterrâneas não são significativamente afetadas pela variabilidade sazonal ou interanual das fontes de recarga; pode ser explorada no local onde ocorrem as demandas; geralmente atende aos padrões de potabilidade. Ainda neste contexto, Gonçalves et al (2006) colocam que as águas subterrâneas são estratégicas ao desenvolvimento sócio econômico das grandes cidades.

Por conseguinte, o uso das águas subterrâneas é mais vantajoso, também, para as médias e principalmente para as pequenas cidades ao passo que reduzem os custos com implantação e operação (menores gastos com: energia, matéria prima no tratamento da água e mão de obra) dos Sistemas de Abastecimento de Água (SAA).

A caracterização de águas subterrâneas utilizadas ou estudadas para uso em abastecimento público da cidade de Goianira, baseada num banco de dados georreferenciado, com dados de parâmetros quantitativos e qualitativos irá mostrar informações importantes, a baixo custo, que poderão reduzir os custos de operação e os investimentos no reforço/ampliação do SAA, ou seja, a caracterização ajudará na gestão adequada dos recursos hídricos e financeiros para maior eficiência e mais eficácia.

Este trabalho teve como objetivo geral realizar a caracterização das águas subterrâneas utilizadas pela empresa Saneamento de Goiás S.A. (Saneago) para abastecimento público da cidade de Goianira, Estado de Goiás. Para alcançar o objetivo geral, buscou-se os seguintes objetivos específicos: a) Levantamento de dados dos poços tubulares profundos; b) Elaboração de um banco de dados georreferenciado; c) Elaboração dos mapas temáticos; d) Identificação das regiões geológicas onde a média das vazões produzidas pelos poços tubulares profundos foi maior; e e) Propor áreas para serem feitos estudos para a perfuração de poços tubulares profundos visando maiores vazões produtivas.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

SILVA (2001) Investigou a hidroquímica das águas subterrâneas de Manaus, para caracterizar e avaliar a qualidade dos recursos hídricos em subsuperfície, aferiu os parâmetros físicos, físico-químicos e químicos das amostras de águas de poços tubulares selecionados. Com base nos resultados obtidos, verificou pequeno acréscimo nos teores dos elementos dissolvidos, principalmente do bicarbonato, indicando rápida infiltração das águas pluviais. Segundo SILVA os dados na área de estudo indicaram que a qualidade das águas subterrâneas analisadas é apropriada para o consumo humano e industrial, uma vez que foram determinadas concentrações baixas dos constituintes dissolvidos, inserindo-se todos eles no contexto dos padrões de potabilidade estabelecidos pela legislação vigente.

O objetivo do trabalho de SOUSA (2003) foi o levantamento dos principais pontos de captação da água subterrânea na cidade de Bonito/MS, plotando os poços em mapa. Apresentou um levantamento dos dados de poços tubulares profundos relacionando os resultados com a caracterização realizada na região. A referida cidade insere-se no domínio das rochas compactas onde o armazenamento de grandes quantidades de água é desfavorável. Segundo SOUSA, a forma de perfuração de poços tubulares profundos em Bonito, que hoje negligencia as normas técnicas exigidas, pode contribuir para a poluição de mananciais subterrâneos em alguns locais da cidade.

Quanto à base cartográfica o Ministério de Minas e Energia, por meio da Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral e do Serviço Geológico do Brasil – CPRM e a Secretaria de Indústria e Comércio/Superintendência de Geologia e Mineração - SGM, com recursos do Fundo de Fomento à Mineração – FUNMINERAL através do PROGRAMA GEOLOGIA DO BRASIL da CPRM, Subprograma Mapas Geológicos Estaduais do Plano Plurianual 2004 - 2007 do Governo Federal e do PROGRAMA GEOLOGIA E MINERAÇÃO DA SIC/SGM criaram e posteriormente atualizaram mapas geológico e de recursos minerais, escala 1:500.000, estruturados em Sistema de Informações Geográficas - SIG, e acompanhados de texto explicativo nos formatos digital e analógico.

A elaboração deste produto compreendeu a compilação e integração de informações geológicas, geoquímicas, geofísicas, geocronológicas, geotectônicas e de recursos minerais disponíveis na região, complementadas com extensivos mapeamentos geológicos, suportados por interpretação de fotografias aéreas e de imagens de satélite, complementado com teses e dissertações produzidas nas universidades e dos gerados pelos levantamentos aerogeofísicos regionais desenvolvidos no estado. Através das informações destes levantamentos do estado de Goiás, disponíveis no site www.sieg.go.gov.br, foram obtidas a base cartográfica e geológica utilizadas neste trabalho.

Os processos subterrâneos são mais lentos do que os superficiais, podendo durar de anos a milênios. Porém, com uma gestão cuidadosa, estas diferentes escalas de tempo podem ser usadas para criar um sistema integrado de fornecimento de água que faça face a condições de seca.

Regionalmente, a disponibilidade de água subterrânea varia muito. As condições climáticas — especialmente a precipitação — determinam o volume de água subterrâneo que é recarregado. Todavia, este volume é controlado pelas características das rochas-reservatório. A água subterrânea pode encontrar-se, atualmente, em

lugares com climas muito secos devido à geologia e à história climática locais. Os recursos hídricos apenas podem ser utilizados de forma sustentável se a sua extensão espacial e a sua variação ao longo do tempo for devidamente compreendida. Porém, esta informação é normalmente desconhecida, mesmo nos chamados países desenvolvidos, conforme BRILHA, et al.

Ainda segundo BRILHA et al, os nossos dados e conhecimento base necessitam ser constantemente melhorados. Isto pode ser conseguido mediante a aquisição de dados e sua organização em mapas, em sistemas de informação geográfica (SIG) e em modelos matemáticos. Estes modelos permitem compreender os dados e analisar os efeitos resultantes de diferentes opções de gestão. A hidrogeologia moderna possui ferramentas poderosas para modelizar o transporte e o fluxo da água. Modelos que integram todo o conjunto de processos hidrológicos encontram-se, atualmente, em desenvolvimento. As características geológicas e hidrogeológicas das rochas controlam de, forma crítica, a quantidade, qualidade e regime de fluxo da água subterrânea. À exceção das chamadas condições “cársticas” características das regiões calcárias (onde a água subterrânea pode deslocar-se rapidamente através de sistemas de túneis e cavernas), as taxas de fluxo em aquíferos são muito lentas, geralmente da ordem de milímetros a metros por ano (ou uns poucos quilômetros ao longo de centenas ou mesmo milhares de anos).

Portanto, para que os sistemas de água subterrânea possam ser considerados renováveis, devem se atentar para dois parâmetros em especial: o volume de água que se tira deste sistema e o volume de água que entra no mesmo e se torna disponível, empregando a mesma escala de tempo. Segundo Rodriguez et al (2004), tem-se que: “A necessidade de se dispor de uma base cartográfica adequada, de modo a permitir a integração de diversos dados, fica bem caracterizada na avaliação dos recursos naturais”.

METODOLOGIA

Foram levantados dados dos poços tubulares profundos perfurados e operados pela Saneago para o SAA da cidade de Goianira e, através de uma ferramenta SIG, foram utilizados mapa geológico e imagem de satélite para a formação de um banco de dados Georreferenciado e para a elaboração de mapas temáticos.

Com base em levantamentos de dados junto à empresa Saneago foi criado um banco de dados em formato de planilha eletrônica que serviu como base de dados tabulares para o SIG. Os dados levantados englobam aspectos construtivos dos poços tubulares profundos (descrição litológica, tipo de construção dos poços e se atendeu às normas técnicas), aspectos de projetos dos poços (profundidade, vazão, nível estático, nível dinâmico, data do teste de vazão e coordenadas geográficas) e aspectos qualitativos (análises de água foram levantadas e foram analisados os principais parâmetros, como cor, turbidez, pH, alcalinidade total, alcalinidade HCO_3 , alcalinidade CO_3 , dureza total, ferro total, matéria orgânica, cloretos, gás carbônico, sólidos totais dissolvidos, condutividade e manganês), conforme Tabela 1.

Também foram levantados os dados georreferenciados do Sistema Estadual de Estatística e Informações Geográfica de Goiás (SIEG/SEPLAN) disponíveis no site www.sieg.go.gov.br, de geologia, hidrologia, lineamento e falhas geológicas.

Os dados levantados foram tabulados conforme Tabelas 1 e Tabela 2 e utilizados posteriormente para geração dos mapas temáticos.

Tabela 1: Dados construtivos e de parâmetros hidrodinâmicos dos poços

Nome do Poço	Profundidade (m)	Vazão (m³/h)	Nível Estático (m)	Nível Dinâmico (m)	Data do teste	Atende às normas técnicas	Observação
PCC-01	100	15,50	3,00	31,00	12/03/93	sim	Interligado
PCC-02	120	39,60	5,30	52,60	19/11/08	sim	Não Interl.
PCC-03	171	42,00	7,50	62,00	01/09/09	sim	Não Interl.
PCC-04	93	72,00	0,00	11,60	24/11/09	sim	Não Interl. Filtro dos 28-30m.
PIS-01	100	28,00	1,00	35,00	25/07/94	sim	Interligado
PIS-02	102	18,00	2,20	45,36	28/01/09	sim	
PIS-03	201	0,00	-	-	18/05/09	sim	
PIS-04	200	0,00	-	-	31/08/09	sim	
PIS-05	162	3,30	1,00	110,69	30/10/09	sim	
PLA-01	120	10,00	4,74	83,00	26/04/03	sim	
PNU-01	110	16,50	2,50	79,00	26/08/09	sim	
PNU-02	102	4,50	1,97	75,00	31/08/06	sim	
PNU-03	100	31,68	2,00	54,00		sim	
PNU-05	120	25,20	5,00	61,50	05/02/00	sim	
PNU-06	125	5,84	0,00	59,80	18/03/00	sim	
PNU-07	111	28,80	3,60	64,70	16/10/08	sim	
PNU-08	174	5,00	12,30	84,00	13/02/09	sim	
PNU-09	147	2,40	18,20	66,80	20/11/08	sim	
PNU-10	130	0,00	-	-		sim	
PNU-CA	100	24,70	2,00	54,00	29/03/00	sim	
PNU-HI	116	9,80	0,00	27,00	15/09/76	sim	

Tabela 2: Dados de localização dos poços

Nome do Poço	Sub-Sistema	Coordenadas UTM SAD 69		Localização
		E	N	
PCC-01	Cora Coralina / Los Angeles	670.518,00	8.170.334,00	Rua J. Bonifácio Junqueira, Qd.41 Lt.07
PCC-02	Cora Coralina/Los Angeles	671.221,00	8.170.482,00	Prop. Rural Sr. Francisco (Chicão)
PCC-03	Cora Coralina/Los Angeles	670.864,00	8.170.377,00	Bairro Cora Coralina
PCC-04	Cora Coralina/Los Angeles	671.888,00	8.170.908,00	Chácara São Domingos
PIS-01	Jardim Imperial/Setor Sul	668.681,00	8.173.941,00	Parque das Camélias próximo à GO-070
PIS-02	Jardim Imperial/Setor Sul	667.873,00	8.173.238,00	Jd. Imperial II
PIS-03	Jardim Imperial/Setor Sul	670.448,24	8.175.920,40	Loteamento do CELMI
PIS-04	Jardim Imperial/Setor Sul	668.626,26	8.172.765,49	Área do reservatório Jd. Imperial
PIS-05	Jardim Imperial/Setor Sul	668.147,92	8.173.405,55	Rua Alto da Boa Vista, , Jd. Imperial
PLA-01	Los Angeles/Cora Coralina	670.288,00	8.173.047,00	Ao lado da Ch. 2 Irmãos / Los Angeles
PNU-01	Núcleo Urbano	669.628,00	8.174.301,00	Ch. Boa Vista, Sr. Osvaldinho
PNU-02	Núcleo Urbano	669.685,00	8.175.016,00	Ch. Boa Vista, Sr. Osvaldinho
PNU-03	Núcleo Urbano	669.718,00	8.175.286,00	Ch. Boa Vista, Sr. Osvaldinho
PNU-05	Núcleo Urbano	669.807,00	8.174.112,00	Ch. Boa Vista, Sr. Osvaldinho
PNU-06	Núcleo Urbano	669.421,00	8.174.195,00	Ch. Boa Vista, Sr. Osvaldinho
PNU-07	Núcleo Urbano	669.696,00	8.175.799,00	
PNU-08	Núcleo Urbano	667.216,00	8.173.862,00	St. Padre Pelágio. Área do reservatório
PNU-09	Núcleo Urbano	669.752,00	8.175.439,00	Abaixo da barragem em frente à ETE.
PNU-10	Núcleo Urbano	669.061,00	8.175.975,00	Setor Boa Vista, abaixo da Subestação da CELG.
PNU-CA	Núcleo Urbano	669.451,00	8.174.615,00	Parque das Camélias
PNU-HI	Núcleo Urbano	668.239,00	8.175.850,00	Poço Histórico do Núcleo Urbano.

CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

Localizada no Centro do Estado de Goiás a 22 km de Goiânia, a cidade de Goianira, faz parte da região Metropolitana de Goiânia, apresentando uma área de 200,40 km² e uma população de 26.336 habitantes

(IBGE, 2009). A escolha desta cidade foi devido à sua proximidade com a capital do Estado, o que tem levado a um crescimento demográfico acentuado e um aumento da demanda pelos recursos hídricos, devido ao fato desta cidade ser abastecida exclusivamente por mananciais subterrâneos, ou seja, um colapso nestes mananciais afetariam consideravelmente o abastecimento público local e, também, devido estes mananciais ainda não terem sido caracterizados.

Geologia e Geomorfologia

A geologia do município de Goianira apresenta-se conforme ilustrado na Figura 2, cuja descrição detalhada pode ser obtida na Tabela 3. Boa parte do município enquadra-se no complexo granulítico Anápolis-Itaçu, possuindo partes pertencentes ao Grupo Araxá.

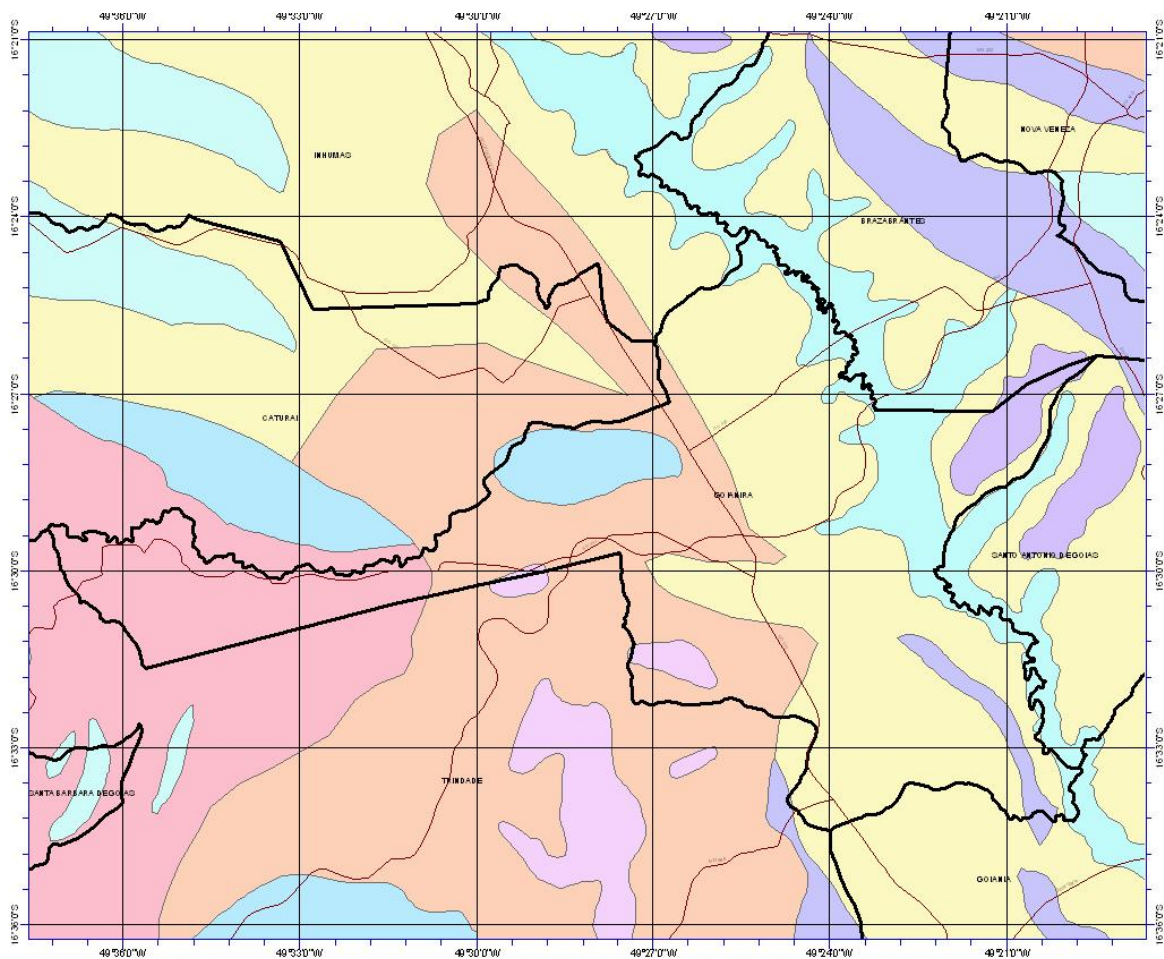










Figura 2: Geologia do município de Goianira

Tabela 03: Descrição da geologia do município de Goianira

	N1dl - Coberturas detrito-lateríticas ferruginosas
	NP2aio - Complexo granulítico Anápolis-Itauçu - Associação Ortogranulitos
	NP2aiomgb - Complexo granulítico Anápolis-Itauçu - Associação Ortogranulitos – Metagabro
	NP2aiopx - Complexo granulítico Anápolis-Itauçu - Associação Ortogranulitos – Piroxenito
	NP2ais - Complexo granulítico Anápolis-Itauçu - Associação Supracrustais
	NP gamma 1ag - Suíte Granitos Tipo Aragoiânia
	NPab - Grupo Araxá - Unidade B
	Q2a - Depósitos aluvionares

RESULTADO E DISCUSSÕES

A Figura 03 apresenta a locação dos poços no mapa geológico identificando as estruturas mapeadas e lineamentos estruturais. De posse dessas informações foi possível a elaboração da Tabela 4 e Tabela 5, que relacionou os poços conforme a geologia estrutural em que se encontrava.

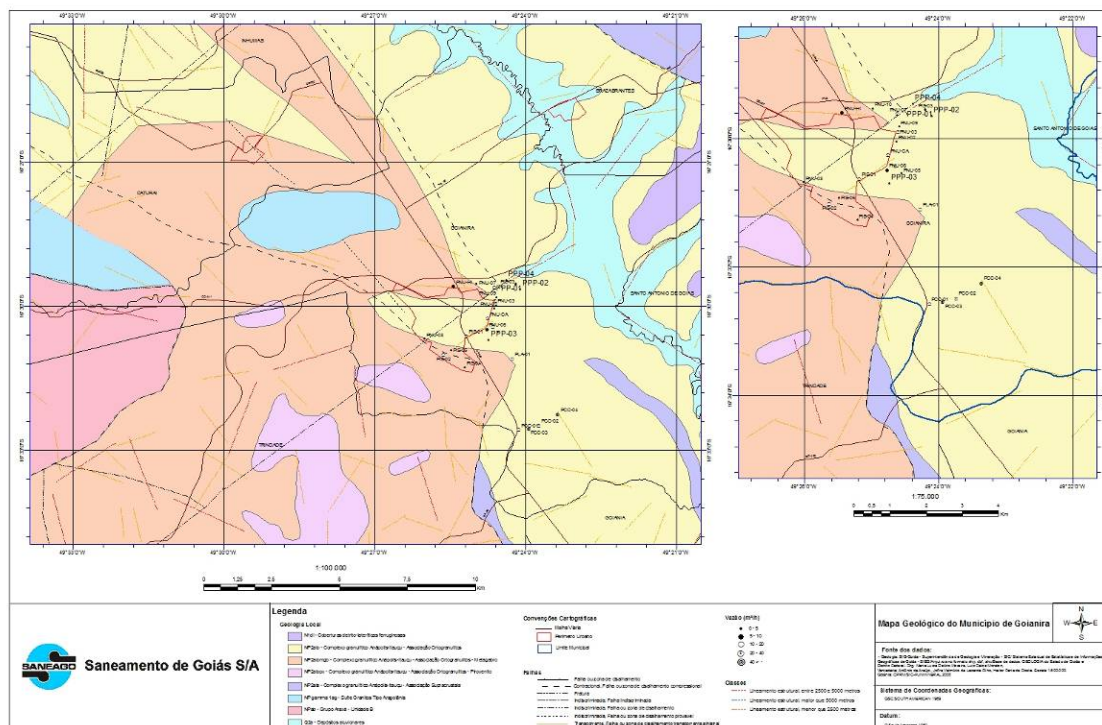
**Figura 03: Mapa temático dos poços distribuídos na geologia**

Tabela 4: Poços Distribuídos na Geologia 01

Nome do Poço	Vazão (m³/h)	Poço encaixado
PCC-01	15,50	não
PCC-02	39,60	não
PCC-03	42,00	não
PCC-04	72,00	sim
PIS-01	28,00	sim
PIS-03	0,00	não
PLA-01	10,00	não
PNU-01	16,50	não
PNU-02	4,50	não
PNU-03	31,68	
PNU-05	25,20	
PNU-06	5,84	
PNU-07	28,80	Sim
PNU-09	2,40	
PNU-10	0,00	Não
PNU-CA	24,70	
Média vazão pne ¹		
Média vazão pe ²		
Média produtivo ³	26,67	

1 Média aritmética da vazão dos poços considerados não encaixados.

2 Média aritmética da vazão dos poços considerados encaixados em lineamentos e falhas.

3 Média aritmética da vazão de todos os poços produtivos.

Tabela 5: Poços Distribuídos na Geologia 02

Nome do Poço	Vazão (m³/h)	Poço encaixado
PIS-02	18,00	Sim
PIS-04	0,00	Não
PIS-05	3,30	Não
PNU-08	5,00	Não
PNU-HI	9,80	Sim
Média vazão pne ¹	2,77	
Média vazão pe ²	13,90	
Média produtivo ⁴	9,02	

¹ Média aritmética da vazão dos poços considerados não encaixados.

² Média aritmética da vazão dos poços considerados encaixados em lineamentos e falhas.

³ Média aritmética da vazão de todos os poços produtivos.

Conforme observado nas Tabela 4 a vazão média dos poços produtivos localizados na geologia 01 (Complexo granulítico Anápolis-Itaçu - Associação Ortogranulitos) foi igual a 26,67m³/h e a dos poços produtivos da geologia 02 (NP2aiomgb - Complexo granulítico Anápolis-Itaçu - Associação Ortogranulitos – Metagabro) foi igual a 9,02m³/h, ou seja, a vazão média dos poços produtivos localizados na geologia 01 é 2,95 vezes maior do que os da geologia 02 (Tabela 5). Portanto, é preferível que se priorize pesquisa de manancial subterrâneo na área 01.

A média da vazão dos poços “encaixados” nos alinhamentos e falhas foi maior do que os poços não encaixados. O poço PCC-04, de vazão 72,00m³/h, obteve uma vazão bem maior do que os poços próximos (PCC-01, PCC-02 e PCC-03) o mesmo está próximo de um lineamento estrutural.

Portanto, do mapa temático1 chega-se à conclusão de que na região do PCC-04, onde estão os dois lineamentos estruturais, é uma área propícia para a pesquisa de manancial subterrâneo, através de geofísica e posterior perfuração de poços tubulares profundos, os quais terão maior chance de obterem maiores vazões de produção. Devido à distância desta área ao sistema produtor /consumidor, antes da pesquisa de manancial subterrâneo, deve ser feito estudo de viabilidade técnica-econômica da região de encontro dos dois lineamentos estruturais, a ser explorada.

Os poços tubulares profundos foram perfurados de acordo com a norma técnica NBR 12212/2006 e com a NBR 12244/2006. Quanto aos poços localizados na geologia 02 o PNU-HI merece destaque, pois é o poço mais antigo em operação, ou seja, produz constantemente desde a década de 70. Conforme o Mapa temático o PNU-HI encontra-se num lineamento estrutural.

Os autores gostariam de agradecer a toda a equipe da Gerência de Hidrogeologia da Saneamento de Goiás S/A, pelo apoio logístico para a obtenção em campo e no escritório das informações utilizadas para a elaboração desse trabalho, bem como no apoio para a geração dos mapas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Comunidade i3GEO: Informação sobre Comunidade. Disponível em <http://www.softwarepublico.gov.br/dotlrn/clubs/i3geo/one-community?page_num=0> acesso em: 31 ago. 2009, às 09:45.
2. GONÇALES, V.G.; GIAMPÁ, C.E.Q. (Ed.). Águas subterrâneas e poços tubulares profundos, 1 ed. São Paulo: Editora Signus, 2006.
3. GONÇALVES, T D. Geoprocessamento como ferramenta de apoio à gestão dos recursos hídricos subterrâneos do Distrito Federal. 2007. 88 f. Dissertação (Mestrado em Geologia) – Instituto de Geociências, Universidade de Brasília, Brasília, 2007.
4. HELLER, L.; PÁDUA, V.L. (Org.). Abastecimento de água para consumo humano. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2006.
5. INPE. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Tutorial de Geoprocessamento. Disponível em: <http://www.dpi.inpe.br/spring/portugues/tutorial/introducao_geo.html>. Acesso em: 11 dez. 2009.
6. LabGis. Laboratório de Geoprocessamento do Departamento de Geologia Aplicada da Faculdade de Geologia da Universidade Estadual do Rio de Janeiro (UERJ). Conceitos de SIG. Disponível em: <<http://www.fgel.uerj.br/labgis/>>. Acesso em: 11 dez. 2009.
7. NBR 12212/2006 – Poço tubular – Projeto de poço tubular para captação de água subterrânea. Segunda edição. 31/03/2006
8. NBR 12212/2006 – Poço tubular – Construção de poço tubular para captação de água subterrânea.
9. RODRIGUEZ, L.C.C.; RODRIGUES, L.S.; COLARES, E.R.; BENDATI, M.M.A. O geoprocessamento como ferramenta no Cadastro Municipal de Poços Tubulares Profundos no município de Porto Alegre (RS) in: IV Simpósio Internacional de Qualidade Ambiental, 2004, Porto Alegre (RS). Anais do IV Simpósio Internacional de Qualidade Ambiental. Porto Alegre: ABES/RS, 2004.
10. Sistema de Informações Hidrológicas (HidroWeb). Disponível em: <<http://hidroweb.ana.gov.br/>>. Acesso em: 05 dez. 2009.
11. TUCCI, C.E.M. (Org.) Hidrologia: ciência e aplicação. 2 ed. Porto Alegre: Editora da universidade, 1997.
12. VILLELA, S. M.; MATTOS, A. Hidrologia aplicada. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1975. 245p.
13. BRILHA, J.; SÁ, A. (Org.) Água subterrânea: reservatório para um planeta com sede? Disponível em: http://yearofplanetearth.org/content/downloads/portugal/brochura2_web.pdf. Acesso em: 20 abr. 2010.

14. SILVA, M. L. da. Características das águas subterrâneas numa faixa norte-sul na cidade de Manaus (AM). Rem: Rev. Esc. Minas, Ouro Preto, v. 54, n. 2, June 2001. Available from <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0370-44672001000200007&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 21 abr. 2010.
15. IBGE. Cidades@. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/>>. Acesso em: 15 abr. 2010.
16. SOUSA, B.P.C.; LASTORIA, G. Contribuição a caracterização da situação atual da exploração as águas subterrâneas na cidade de Bonito – MS. In: XXVII Congresso Brasileiro de Espeleologia, Januária (MG). Anais do XXVII Congresso Brasileiro de Espeleologia. Januária: SBE, 2003.