

## **IV-062 – DISPONIBILIDADE DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS NA UPGRH TURVO E DOS BOIS, GOIÁS**

**Isabella Almeida Costa<sup>(1)</sup>**

Engenheira Ambiental e Sanitarista pela Universidade Federal de Goiás. Mestranda em Ciências Ambientais pela Universidade Federal de Goiás.

**Samara Silva Soares<sup>(2)</sup>**

Engenheira Ambiental e Sanitarista pela Universidade Federal de Goiás. Mestra em Engenharia Ambiental e Sanitária pela Universidade Federal de Goiás. Professora substituta na Escola de Engenharia Civil e Ambiental da Universidade Federal de Goiás.

**Michelle da Silva Honório<sup>(3)</sup>**

Engenheira Ambiental e Sanitarista pelo Instituto Federal de Goiás. Mestranda em Ciências Ambientais pela Universidade Federal de Goiás.

**Liliane Coelho de Carvalho<sup>(4)</sup>**

Engenheira Ambiental pela Universidade Federal do Tocantins. Mestra em Engenharia Ambiental pela Universidade Federal de Ouro Preto. Professora na Faculdade de Educação e Meio Ambiente.

**Paulo Sérgio Scalize<sup>(5)</sup>**

Engenheiro Civil e Biomédico. Mestre e Doutor em Saneamento pela Escola de Engenharia de São Carlos. Professor associado na Escola de Engenharia Civil e Ambiental da Universidade Federal de Goiás.

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Rua Aroeira, Universidade Federal de Goiás, Campus Samambaia – Goiânia – GO – CEP: 74690-900 Tel: (62) 99137-2059 - e-mail: isabellaalmeidacosta@hotmail.com

### **RESUMO**

A estimativa da disponibilidade hídrica como ferramenta de avaliação dos recursos hídricos nas Unidades de Planejamento e Gestão dos Recursos Hídricos (UPGRH's) é um fator de grande destaque para que seja possível entender a situação atual frente às demandas de outorgas. Além disso, estudos como esse se tornam necessários, já que é um instrumento garantido pela Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) que sejam assegurados às demandas atuais e futuras e a disponibilidade de água aos referidos usos. Sendo assim, o presente trabalho estimou a disponibilidade de águas subterrâneas na UPGRH Turvo e dos Bois, localizada no estado de Goiás. Além disso, estabeleceu a relação entre a demanda por outorga e a disponibilidade da bacia, apontando a situação desta bacia frente às necessidades atuais e futuras.

Considerando a definição de disponibilidade de águas subterrâneas (ou reservas explotáveis) que pode admitir diferentes interpretações e está ligada às finalidades de planejamento e gerenciamento da bacia, neste estudo, ao estimar as reservas explotáveis decidiu-se que teriam como base as reservas renováveis e uma parcela das permanentes, a depender do sistema ao qual incide. Admitiu-se que a disponibilidade de águas subterrâneas em aquífero Fraturado é 5% e em aquífero Poroso de 10%, propondo que neste último há maior eficiência de recarga. Para o cálculo da utilização de reservas permanentes, considerou-se a vazão outorgada de cada ponto localizada no UPGRH, junto a Secretaria de Meio Ambiente, Recursos Hídricos, Infraestruturas, Cidades e Assuntos Metropolitanos do Estado (SECIMA).

A disponibilidade hídrica subterrânea na UPGRH foi estimada em 26.871.322.083,52 m<sup>3</sup>/ano. O domínio Fraturado corresponde a 76,15% da área da bacia, possui uma reserva explotável de 80,61%. O domínio Poroso ocupa uma área 23,85% e possui reserva explotável de 19,39%. Os valores encontrados da utilização de reservas permanentes variaram entre 5% e 10%, dados discrepantes da realidade encontrada na região, evidenciando irregularidade de poços perfurados na área de estudo.

**PALAVRAS-CHAVE:** Disponibilidade hídrica, águas subterrâneas, outorga, UPGRH Turvo e Rio dos Bois.

### **INTRODUÇÃO**

Os processos de degradação e poluição recorrentes das águas superficiais, aliados a necessidade de abastecimento da população e ao desenvolvimento econômico, instigam a exploração das águas subterrâneas como solução alternativa. Esse contexto traz novas perspectivas no cenário de demandas por água em todo o Estado de Goiás. De acordo com informações do ano de 2019 da Secretaria de Meio Ambiente, Recursos Hídricos, Infraestruturas, Cidades e Assuntos Metropolitanos do Estado (SECIMA), as outorgas de águas

subterrâneas em vigor já representam cerca de 7300 pontos, enquanto que as superficiais representam aproximadamente 1800 pontos.

Através da instituição da Lei de nº 9.433/97 (BRASIL, 1997), a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) vem como uma forma de melhoria na gestão dos recursos hídricos e dentre os instrumentos abordados nela, o inciso III, que se refere a outorga dos direitos de uso de recursos hídricos, é um dos mais relevantes. A importância deste instrumento é fomentada nos estudos de Costa *et al.* (2011) e Ribeiro *et al.* (2014) como um mecanismo de controle capaz de auxiliar no consumo racional dos recursos hídricos.

A bacia hidrográfica é utilizada como Unidade de Planejamento e Gestão dos Recursos Hídricos (UPGRH) para simplificar a gestão das águas, uma vez que, é uma unidade territorial de gestão solidificada através da PNRH. Estas unidades têm sido objetos avaliativos de diversos autores (Carvalho (2012); Sinha *et al.* (2012); Sishodia *et al.* (2017)), inclusive Yassuda (1993) a define como unidade capaz de realizar a interação das águas com o meio físico, biótico, cultural, social e econômico.

A estimativa da disponibilidade hídrica como ferramenta de avaliação dos recursos hídricos nas UPGRH's é um fator de grande destaque para que seja possível entender a situação atual frente às demandas de outorgas. Além disso, estudos como esse se tornam necessários, já que é um instrumento garantido pela PNRH que sejam assegurados às demandas atuais e futuras e a disponibilidade de água aos referidos usos. Neste sentido, diversos autores como Mirrah & Kusratmoko (2017) e Tidwell *et al.* (2014) expressam a disponibilidade subterrânea a partir de uma bacia hidrográfica. Sinha *et al.* (2012) e Matos *et al.* (2007) utilizam como forma de cálculo os volumes de reservas exploráveis dos aquíferos além de caracterizações geológicas com base em dados oficiais. De posse da quantificação destas reservas é possível que se estabeleça relação entre as demandas representadas pelas outorgas distribuídas pelo Estado de Goiás.

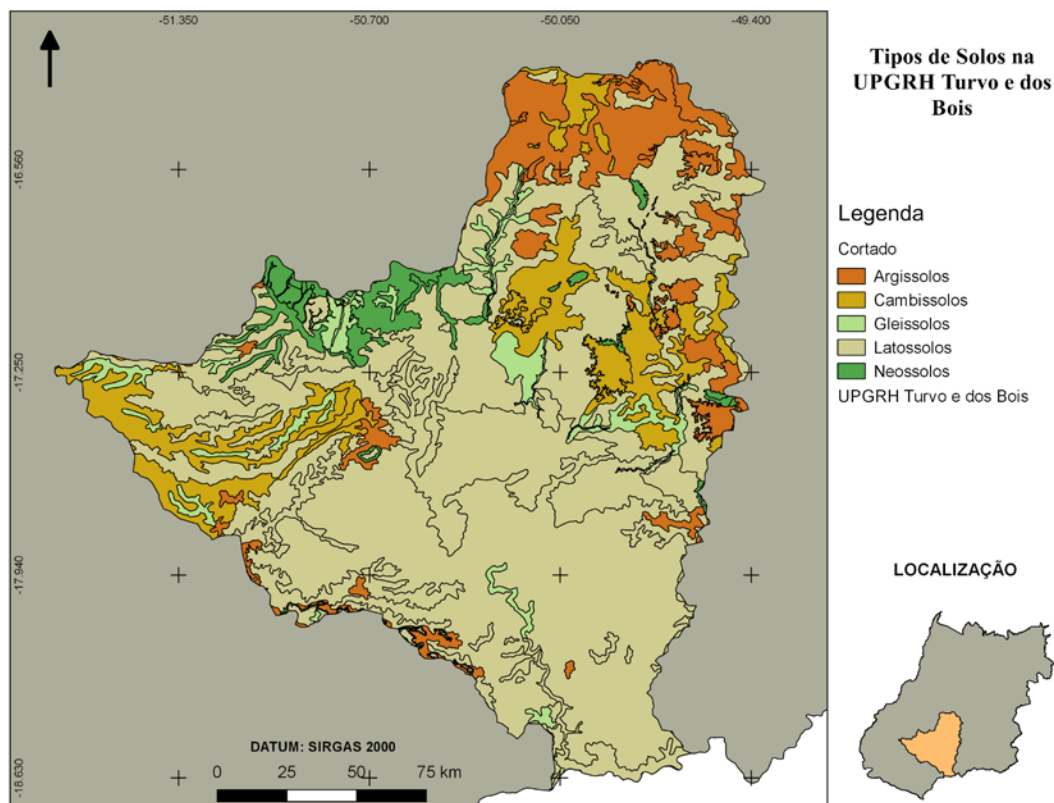
A partir desta perspectiva a mensuração da disponibilidade subterrânea se faz tão relevante, já que, não é conhecida a situação real e atual diante das demandas de outorgas vigentes. Para as UPGRH's é necessário o monitoramento constante haja vista a importância do planejamento desses recursos a fim de garantia do abastecimento populacional. Portanto, o objetivo desse estudo é estimar a disponibilidade hídrica subterrânea na UPGRH Turvo e dos Bois e estabelecer a relação entre a demanda atual por outorgas de água, apontando a situação desta bacia.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

A UPGRH Turvo e dos Bois está situada ao sul do estado de Goiás, apresenta uma área de drenagem de cerca de 35.840 km<sup>2</sup>, correspondente a 9% da área do Estado. A área da bacia é composta por 43 municípios e conforme as estimativas do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2018), os mais populosos são: Rio Verde, Trindade, Itaberaí, Santa Helena de Goiás e São Luís de Montes Belos, com respectivamente 229.651, 125.328, 42.163, 38.485 e 33.470 habitantes.

De acordo com o Plano de Ação de Recursos Hídricos da Unidade de Gestão Hídrica Turvo e dos Bois (PARH) (GOIÁS, 2013), a precipitação média anual nesta bacia é de 1.452 mm, sendo que em meses de maio a setembro (mais secos) a média se encontra inferior a 50 mm, de outubro a abril (mais úmidos) a precipitação é superior a 100 mm, e nos meses de dezembro a janeiro chegam a ultrapassar 250 mm.

Segundo o Sistema Estadual de Geoinformações (SIEG) (GOIÁS, 2017), quanto a pedologia, nesta UPGRH há a predominância de latossolos (79%), seguida de argissolos (8%) e cambissolos (7%). Ainda há outros tipos de solos, como neossolos, e gleissolos compondo o restante da bacia (6%) (Figura 1).



**Figura 1: Características pedológicas da UGRH Turvo e dos Bois.**

A bacia está situada sob sete aquíferos profundos dos 23 presentes no estado de Goiás. Segundo estudos realizados por Almeida *et al.* (2006), estes aquíferos estão distribuídos entre porosos e fraturados. Os porosos são formados pela composição de rochas que armazenam água entre os grãos constituintes, para este local de estudo tratam-se dos aquíferos: Cachoeirinha, Bauru e Aquidauana. O domínio fraturado por sua vez não apresenta espaços entre grãos para que a água acumule, portanto, há acumulação em fissuras ou falhas e são nomeados como: Serra Geral, Araxá, Cristalino Sudeste e Cristalino e Complexos Acamados.

O levantamento das outorgas vigentes foi realizado junto a SECIMA, órgão que fornece a outorga de uso para a implantação destes poços, e como forma comparativa utilizou-se a vazão outorgada de cada ponto. Através do software ArcGis 10.5 foi possível obter a espacialização de todas as outorgas concedidas dentro do estado de Goiás, fazendo a sobreposição apenas na área de estudo da UGRH. Em seguida, foi realizada uma sobreposição destes pontos para cada aquífero correspondente a fim de que fosse possível a comparação entre demanda e disponibilidade.

Para a estimativa da disponibilidade correspondente a cada aquífero foi adotada a metodologia abordada por Almeida *et al.* (2006), onde houveram os cálculos para as reservas renováveis, permanentes e explotáveis. Estas equações foram estabelecidas com base em estudos de Souza (2001) e Campos e Freitas-Silva (1998). Portanto para as reservas renováveis será utilizada a Equação (1).

$$Rr: A \times I \times P \quad (1)$$

em que, A = área do aquífero (m<sup>2</sup>), I = Percentual de Infiltração (%) e P = Precipitação média da bacia (mm/ano).

Para as reservas permanentes será utilizada a Equação (2).

$$Rp: A \times Ne/Ifi \times b \quad (2)$$

Em que, A = área do aquífero (m<sup>2</sup>), Ne = Porosidade efetiva ou eficaz (%), Ifi = Índice de Fraturamento Interconectado (%) e b = Espessura saturada média (m).

As reservas exploráveis serão determinadas empregando-se a Equação (3).

$$Re: R_r + 0,05 \text{ ou } 0,1 R_p \quad (3)$$

em que, R<sub>r</sub> = Reserva renovável (m<sup>3</sup>/ano), R<sub>p</sub> = Reserva permanente (m<sup>3</sup>) e Z = Porcentagem de utilização das reservas permanentes, 5% aquíferos fraturados e 10% aquíferos intergranulares.

Ainda de acordo com Almeida *et al.* (2006) o percentual de infiltração dos aquíferos pode variar de 4 a 5% nos sistemas fraturados e de 8 a 12% nos intergranulares. Esta análise depende dos aspectos hidrogeológicos, bem como do solo e relevo.

A porosidade eficaz e índice de faturamento se correlacionam e foram determinados por uma comparação direta com sistemas similares, obtidos a través de Fetter (1994), Driscoll (1995) e Manoel (1996) onde estudos mais aprimorados destes parâmetros foram executados.

Por fim, ao estimar as reservas exploráveis decidiu-se que teriam como base as reservas renováveis e uma parcela das permanentes, a depender do sistema ao qual incide. Para Almeida *et al.* (2006) esta parcela estaria em função do tipo de meio hidrogeológico e das condições gerais de circulação e recarga, ela poderia variar entre 0% e 20% do volume indicado à reserva permanente. Neste estudo foram adotados valores de média de 5% para aqueles fraturados, considerando menor circulação de carga hídrica, e de 10% para aqueles intergranulares, propondo que neste último há maior eficiência de recarga.

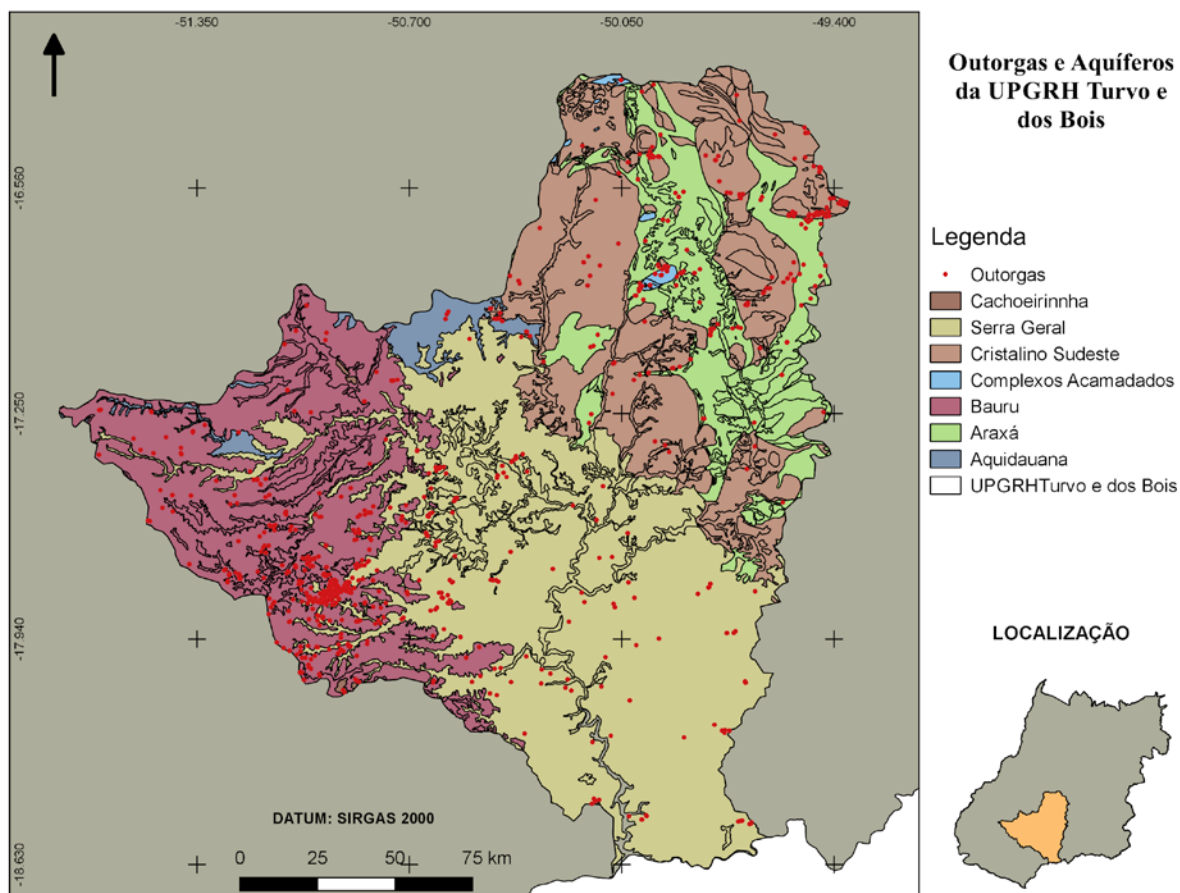
## RESULTADOS

Na Tabela 1 estão representados os dados usados para os cálculos de cada uma das reservas de cada aquífero correspondente, considerando a precipitação de 1,452 mm/ano. Os aquíferos porosos correspondem a 23,85% da área da bacia, enquanto que os aquíferos fraturados 76,15% das reservas subterrâneas exploráveis.

**Tabela 1: Características hidrogeológicas dos aquíferos que compõem a UPGRH Turvo e dos Bois.**

Domínio	Aquífero	Área (km <sup>2</sup> )	Percentual de Infiltração (%)	Porosidade Efetiva ou Eficaz (Ne) ou Índice de Fraturamento Interconectado (Ifi) (%)	Espessura Saturada Média (b/m)	Percentual de Utilização de Reservas Permanentes (%)
Aquífero fraturado	Araxá	4.676,31	9,0	1,2	100	5
	Complexos Acamadados	111,75	10,0	1,0	100	5
	Cristalino Sudeste	8614,77	12,0	1,5	150	5
	Serra Geral	1.4930,20	12,0	3,5	300	10
Aquífero poroso	Bauru	8.059,44	12,0	10,0	40	10
	Aquidauana	780,34	9,0	6,0	200	5
	Cachoeirinha	33,65	12,0	8,0	20	10
	Total	37.206,47				

Na Figura 2 verifica-se a espacialização das coordenadas obtidas e a incidência de cada uma delas ao aquífero correspondente. O domínio Bauru apresenta o maior número de outorgas emitidas na UPGRH com 391 outorgas no total, cerca de 39%. O segundo maior aquífero, Serra Geral, obtém 251, representando 25% do total, seguido do cristalino 213, 21%.



**Figura 2: Sistemas aquíferos e Outorgas na UPGRH Turvo e dos Bois**

A partir da determinação das reservas renováveis, permanentes e exploráveis para cada aquífero identificado dentro dos limites da Bacia Turvo e dos Bois, e a demanda de vazão para cada um dos poços outorgados, inserido nos seus aquíferos correspondentes, chegou-se ao índice de utilização do aquífero (Tabela 2).

Pode-se notar na coluna 6 da Tabela 2 que as maiores proporções de utilização de água nesta bacia estão representadas pelo aquífero Cachoeirinha, Complexos Acamados e Bauru com respectivos 1,25%, 1,24% e 0,71%. Os demais estão com menos de 0,5%, sendo o aquífero Serra Geral o menor resultado encontrado, 0,15%. Nota-se que todos os aquíferos possuem condições de atendimento das demandas de outorgas atuais visto que o índice de representatividade ainda é baixo quando associada ao potencial das reservas exploráveis.

As reservas exploráveis calculadas para a bacia são de  $26.10^9 \text{ m}^3/\text{ano}$ . O aquífero fraturado corresponde a 76,15% da área da bacia e 80,61% das reservas subterrâneas exploráveis, enquanto que o aquífero poroso possui 23,85% da área da bacia e 19,39% da reserva explorável. Zoby *et al.* (2004), estimaram a disponibilidade de águas subterrâneas na Bacia do Rio São Francisco com a finalidade de auxiliar a elaboração do Plano Decenal de Recursos Hídricos da bacia. A bacia do Rio São Francisco corresponde a 8% do território nacional, com uma área de drenagem de 638.576 km<sup>2</sup>, uma vazão média de longo período de 2.850m<sup>3</sup>/s. Os autores verificaram que aquífero fraturado corresponde a 34% da área da bacia e 4% da reserva explorável total, e o aquífero poroso possui 43% da área da bacia e 88% da reserva explorável. Na bacia do Rio São Francisco verifica-se também a presença do domínio de aquífero fraturado-cárstico que corresponde a 23% da área da bacia e 88% da reserva explorável.



**Tabela 2: Volumes e Demandas na UPGRH Turvo e dos Bois.**

Domínio	Aquífero (1)	Rr (m³/ano) (2)	Rp (m³) (3)	Re (m³/ano) (4)	Demanda (m³/ano) (5)	Índice de utilização do aquífero (%) (6)
Aquífero fraturado	Araxá	611.100.190,80	5.611.572.000,00	891.678.790,80	3.930.248,65	0,44
	Complexos Acamadados	16.226.680,80	111.754.000,00	21.814.380,80	269.434,94	1,24
	Cristalino Sudeste	1.501.037.524,8	19.383.232.500,0	2.470.199.149,8	10.900.962,1	0,44
	Serra Geral	2.601.438.048,0	156.767.100.000,0	18.278.148.048,0	26.945.643,9	0,15
Aquífero poroso	Bauru	1.404.276.825,6	32.237.760.000,0	4.628.052.825,6	33.063.189,1	0,71
	Aquidauana	101.974.961,9	9.364.092.000,0	570.179.561,9	787.104,0	0,14
	Cachoeirinha	5.863.437,4	53.842.400,0	11.247.677,4	140.892,5	1,25
	Total	6.241.918.598,5	223.529.367.300,0	26.871.322.083,5	78.032.699,9	4,38

Dentre os aquíferos apresentados os que mantêm maiores níveis quanto a disponibilidade hídrica (reservas explotáveis) são os: Serra Geral, Bauru, Cristalino Sudeste seguido de Araxá. Estes também são os detentores das maiores áreas dentre os limites, sendo que os dois primeiros fazem parte dos sistemas intergranulares e favorecem a recarga hídrica dos aquíferos, e os dois últimos fazem parte dos fraturados, que em regras gerais, apresentam condições de acúmulo mais restritas. Apesar disso, estudos de Reginato e Strieder (2004) indicam que há comportamentos diferenciados dos fraturados a depender da região e por isso podem apresentar melhores condições de armazenamento.

Os solos oferecem condição importante para a infiltração e recarga dos aquíferos, no entanto, como se tratam de aquíferos profundos a formação geológica está intimamente ligada a infiltração e recarga. O domínio Fraturado é representado basicamente por rochas ígneas e metamórficas. O domínio Poroso corresponde à área de ocorrência das rochas sedimentares, que inclui as coberturas terciário-quadernárias, e dos aquíferos mais profundos (ZOBY, 2004).

Outro fator importante a se destacar é que apesar da baixa representatividade da demanda em relação à disponibilidade hídrica dos aquíferos, pode-se notar que houve regiões de maiores aglomerações de outorgas. Em especial um município destacou-se pela significativa concentração, nele há cerca de 45% do total de outorgas, ou seja, de 988 pontos de outorgas analisados na bacia, 449 deles estão entre os limites do município de Rio Verde. Rio Verde se tornou uma das mais importantes cidades ligadas ao agronegócio, com seu dinamismo e crescimento econômico é um município com altas demandas sobre bens e serviços (MACEDO, 2013), isso implica na demanda maior por água frente aos demais municípios da bacia

## CONCLUSÕES

A disponibilidade hídrica subterrânea na UPGRH foi estimada em 26.871.322.083,52 m³/ano. O domínio Fraturado, corresponde a 76,15% da área da bacia, possui uma reserva explotável de 80,61%. O domínio Poroso ocupa uma área 23, 85% e possui reserva explotável de 19,39%. Os valores encontrados da utilização de reservas permanentes variaram entre 5% e 10%. Apesar dos baixos índices observados, preocupa-se de que ainda não haja o cadastramento de todos os poços devido às perfurações irregulares, clandestinas que ainda acontecem em prol do suprimento pontual da população em determinado fim econômico. Diante desse aspecto é necessário que sejam realizados diagnósticos e acompanhamentos constantes da evolução das demandas para que haja a interferência do poder público na gestão das UPGRHs, propondo os zoneamentos e as distribuições necessárias para evitar possíveis percalços e transtornos pela exploração inadequada das águas subterrâneas.

Além de fiscalização das atividades desenvolvidas e conscientização da população na importância da emissão de outorga de água junto aos órgãos de meio ambiente.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ALMEIDA, L., RESENDE, L., RODRIGUES, A. P., & CAMPOS, J. E. (2006). *Hidrogeologia do Estado de Goiás* (Vol. 1). Goiânia: GOIÁS (Estado). Secretaria de Indústria e Comércio. Superintendência.
2. BRASIL. Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997 regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989.
3. CAMPOS, J. E., & FREITAS-SILVA, F. H. (1998). Hidrologia do Distrito Federal. *Inventário Hidrogeológico e dos Recursos Hídricos do Distrito Federal*, 2 e 4.
4. Carvalho, M. E. (2012). VULNERABILIDADE HÍDRICA NA BACIA SERGIPANA DO RIO VAZ BARRIS. *RA E GA*(25), 186 - 217. Fonte: <https://revistas.ufpr.br/raega/index>
5. COSTA, M. L., RIBEIRO, M. M., RÊGO, J. C., & ALBUQUERQUE, J. P. (2011). Proposição de Critérios de Outorga para Águas Subterrâneas. *RBRH — Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, 16, 105-113.
6. DRISCOLL, F. G. (1995). Ground Water and Wells, Johnson Screens. 1089.
7. FETTER, C. W. (1994). Applied Hydrogeology. *Mac Millan College Publ. Co.*(3), 619. IBGE. (2018). Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Fonte: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/go/panorama>
8. MACEDO, F. C. (2013). TRANSFORMAÇÃO ECONÔMICA, INSERÇÃO EXTERNA E DINÂMICA TERRITORIAL NO CENTRO-OESTE BRASILEIRO: O CASO DE RIO VERDE. *Rev. Sociedade e Natureza*, 35-50
9. MANOEL, F. J. (1996). Modelo de Dimensão Fractal para Avaliação de Parâmetros Hidráulicos em Meio Fissural. *Tese (Doutorado) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo*, 197.
10. MATOS, B. A., TEIXEIRA, A. L., BURNETT, J. A., ZOBY, J. L., & FREITAS, M. A. (2007). DISPONIBILIDADE E DEMANDAS DE RECURSOS HÍDRICOS NAS 12 REGIÕES . *XVII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos*, 1-20.
11. MIRRAH, A. A., & KUSRATMOKO, E. (2017). Application of GIS for Assessment of Water: Availability in the Cianten Watershed, West Java. *Earth and Environmental Science*, 1-8. doi:10.1088/1755-1315/98/1/012018
12. Plano de Ação de Recursos Hídricos da Unidade de Gestão hídrica Turvo e dos Bois. (Junho de 2013). 23.
13. RIBEIRO, M. A., BARBOSA, D. L., BATISTA, M. L., ALBUQUERQUE, J. P., ALMEIDA, M. A., & RIBEIRO, M. M. (2014). Simulação da Prioridade de uso das Águas Superficiais como um Critério para o Instrumento da Outorga. *RBRH – Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, 19, 135-145.
14. SINHA, D. D., MOHAPATRA, S. N., & PANI, P. (Dezembro de 2012). Mapping and Assessment of Groundwater Potential in Bilrai Watershed (Shivpuri District, M.P.)—A Geomatics Approach. *Indian Soc Remote Sens*, 649-668. doi:DOI 10.1007/s12524-011-0175-2
15. SISHODIA, R. P., SHUKLA, S., GRAHAM, W. D., WANI, S. P., JONES, J. W., & HEANEY, J. (2017). Current and future groundwater withdrawals: Effects, management and energy policy options for a semi-arid Indian watershed. *Advances in Water Resources*, 1-90. doi:10.1016/j.advwatres.2017.05.014
16. SOUZA, M. T. (2001). Fundamentos para a Gestão dos Recursos Hídricos Subterrâneos no Distrito. *Instituto de Geociências - Universidade de Brasília*, 1-124.
17. DI BERNARDO, L. Métodos e Técnicas de tratamento de Água - V. I e II. ABES - Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental. Rio de Janeiro, Brasil, 1993.
18. TiDWELL, V. C., MORELAND, B. D., ZEMLICK, K. M., ROBERTS, B. L., PASSELL, H. D., ENSEN, D., . . . Larsen, S. (2014). Mapping water availability, projected use and cost in the western United States. *Environmental Research Letters*, 1-18. doi:10.1088/1748-9326/9/6/064009
19. YASSUDA, E. R. (1993). Gestão de Recursos Hídricos: Fundamentos e Aspectos Institucionais. *Rev. Adm. Púb.*, 27, 5-18.
20. DI BERNARDO, L. Comparação da Eficiência da Coagulação com Sulfato de Alumínio e com Cloreto Férrico - Estudo de Caso - VI SIMPÓSIO LUSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL. 1994. Anais. Florianópolis, 1994.
21. ZOBYL, J. L.; MATOS, B. A.; CONEJO, J. G. Disponibilidade de Águas Subterrâneas na Bacia do rio São Francisco. *Revista de Águas Subterrâneas: Anais do XIII Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas. Florianópolis - SC. 2004.*