

## VULNERABILIDADE DO AQUIFERO LIVRE NO PERÍMETRO URBANO DE RIO VERDE/GO: ANÁLISE PRELIMINAR UTILIZANDO-SE DADOS DE ESPESSURA DA ZONA VADOSA

**Luiz Antônio de Oliveira**  
FESURV - Universidade de Rio Verde  
[luiz\\_ao@yahoo.com.br](mailto:luiz_ao@yahoo.com.br)

### RESUMO

Este trabalho apresenta os índices preliminares de vulnerabilidade do Aquífero Bauru na Região de Rio Verde/GO. O Aquífero Bauru é um aquífero livre constituído principalmente por solos e rochas areníticas. Os resultados demonstram que 90% da área de estudos apresentam altos índices de vulnerabilidade. Na região, a água subterrânea é uma importante fonte de suprimento de água, embora, a água esteja contaminada por processos biológicos (bactérias).

**PALAVRAS CHAVE:** Aquífero Bauru, contaminação, vulnerabilidade e água subterrânea.

## VULNERABILITY OF THE FREE AQUIFER IN THE PERIMETER OF RIO VERDE URBAN AREA: PRELIMINARY ANALYSIS USING DATA OF VADOSE ZONE THICKNESS

### ABSTRACT

*This paper presents the preliminary vulnerability indexes of Bauru Aquifer in Rio Verde, of Goiás state, Brazil. The Bauru Aquifer is unconfined aquifer constituted mainly by sandstones rocks and soils. The results showed that vulnerability indexes, identified as high in 90% of the study area. In region, the groundwater is an important source of water supply; however, the water is contaminated by biological processes (bacterial).*

**KEY WORDS:** Bauru Aquifer, contamination, vulnerability and groundwater.

---

## INTRODUÇÃO

A eminente crise de desabastecimento de água para o consumo humano provocada pela degradação dos recursos hídricos de superfície (aspectos quanti-qualitativos) vem promovendo uma exploração cada vez maior dos recursos hídricos subterrâneos. A redução da disponibilidade de água doce disponível para suprir as necessidades de consumo está relacionada principalmente ao aumento de demanda gerado pela explosão demográfica à nível mundial e pelo comprometimento da qualidade da água por contaminantes biológicos e químicos.

A população mundial saltou de 2,3 bilhões de pessoas em 1940 para 5,3 bilhões em 1990, no mesmo período a média de consumo de água por pessoa/ ano passou de 400.000 para 800.000 litros, World Bank (2001). A quantidade de água consumida não só acompanhou a explosão demográfica ocorrida no período analisado, como também dobrou na média de consumo por habitante. Isto representa um aumento de 461% no consumo de água, contra um aumento de 230% da população.

Atualmente no mundo, o setor agrícola responde por 69% do total da água consumida pelas atividades humanas, seguido pelo setor industrial com 23% do total consumido, e o consumo doméstico com 8%, World Resources Institute (2000). Os diversos setores produtivos utilizam uma quantidade de água 2,5 vezes maior que toda a água existente nos rios do mundo. O déficit

hídrico fluvial é compensado com uma exploração cada vez maior de água de lagos e reservas subterrâneas.

De acordo com Casarini, Dias e Lemos (2002), no Brasil, a disponibilidade de água utilizada para abastecimento está comprometida pela precariedade dos sistemas de saneamento básico, redução de volumes explorados e elevados custos dos sistemas de tratamento necessários para o atendimento aos padrões de potabilidade.

Em Rio Verde/GO, o abastecimento público de água da população é feito por captação de água de mananciais superficiais e por exploração de poços profundos. No ano de 2002, do volume total de água distribuído pela SANEAGO (Saneamento de Goiás), a captação no sistema Abóbora/Laje correspondeu à 92% enquanto que a água explorada dos poços profundos correspondeu à 8%.

A problemática que envolve o abastecimento de água da população de Rio Verde está relacionada à contaminação do aquífero livre (Aquífero Bauru). Os poços pertencentes à SANEAGO exploram o aquífero fraturado (livre de contaminação), porém, existem mais de mil poços clandestinos (mini-poços) perfurados na cidade e que exploram o aquífero livre, cuja água encontra-se contaminada por coliformes fecais.

### **LOCALIZAÇÃO**

O município de Rio Verde está localizado na Região Sudoeste de Goiás, estando distante a 220 km de Goiânia (capital do estado) e 420 km de Brasília. A área total do município é de 8.415,40 km<sup>2</sup>, delimitada pelas coordenadas geográficas: -17°47'53"S e -51°55'53"W.

A área urbana encontra-se na parte central do município, estando limitada pelas coordenadas UTM 513266/8037290 e 503456/8028350, com área 35,6 km<sup>2</sup>, ver figura 1 - Mapa de localização de Rio Verde.

### **GEOLOGIA**

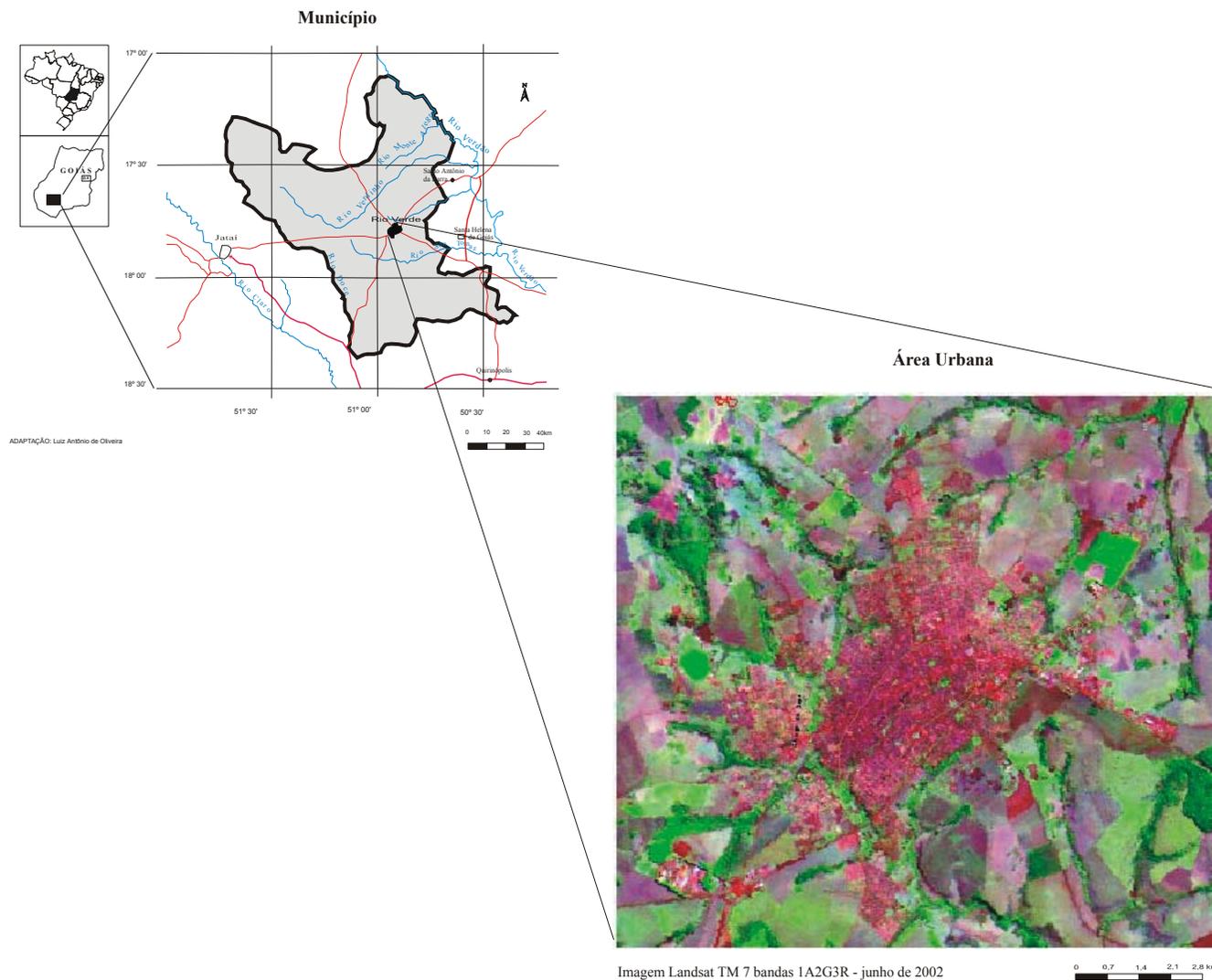
A região de Rio Verde/GO está localizada na borda setentrional da Bacia Sedimentar do Paraná. As unidades aflorantes restringem-se à sucessão cretácea: basaltos da Formação Serra Geral e os sedimentos do Grupo Bauru.

Os afloramentos de basalto ocorrem em áreas de borda de chapada, e em superfícies exumadas pela erosão fluvial ao longo das drenagens. De acordo com SCISLEWSKI (2000), os basaltos da Formação Serra Geral têm ampla área de afloramento, ocorrendo em torno das bordas dos chapadões e *cuestas* do Grupo Bauru e em áreas exumadas pelas drenagens dos vales dos rios do Peixe e São Tomás e dos córregos Abóboras, Cachoeirinha e Douradinho. Ocorre ainda a noroeste de Rio Verde, nos vales dos córregos Catingueiro, do Mato e no ribeirão Monte Alegre.

Com base na análise de informações de perfis de poços perfurados estabeleceu-se que a altitude média do topo dos basaltos (discordância com o Grupo Bauru) está em 670 m, sendo que a espessura das camadas é variável, podendo chegar até a 150 m de espessura.

Os sedimentos do Grupo Bauru são formados pelos arenitos da Formação Marília (topo) e arenitos da Formação Adamantina (base). Os sedimentos do Grupo Bauru estão sobrepostos aos basaltos da Formação Serra Geral, a espessura da camada sedimentar na área urbana pode chegar à 85 m. No perímetro urbano de Rio Verde, desde a superfície do terreno até o contato com o basalto, as formações possuem alta concentração de cimento carbonático (solos e rochas).

A Formação Marília representa a camada de topo do Grupo Bauru na Região. Em superfície, os terrenos são recobertos por latossolos vermelhos, evoluídos e profundos. A fração mineral é dominada por grãos de quartzo revestidos por óxido de ferro e carbonato de cálcio. A textura do solo é argilosa, ficando pegajoso quando umedecido. Apesar da evolução e do alto grau de intemperismo, o solo ainda apresenta certa fertilidade pela presença do cimento carbonático, Oliveira e Lima (2004).



**Figura 1** - Mapa de Localização de Rio Verde/GO

Os arenitos da Formação Marília distinguem-se daqueles que compõem a Formação Adamantina. O arcabouço da rocha é constituído por areia quartzosa revestida por óxido de ferro, sendo que os espaços porosos entre os grãos encontram-se preenchidos por cimento carbonático. Na área urbana, a espessura do pacote arenítico é variável, podendo chegar até 15 m.

Sotoposta à Formação Marília encontram-se os arenitos da Formação Adamantina (base do Grupo Bauru na região). O arcabouço da rocha é constituído por grãos de quartzo, podendo o cimento ser de óxido de ferro, às vezes de óxido de manganês e carbonato de cálcio. A concentração carbonática nos arenitos da Formação Adamantina é inferior aos teores encontrados nos arenitos da Formação Marília. As camadas de arenito possuem até 25 m de espessura (cf. figura 2)

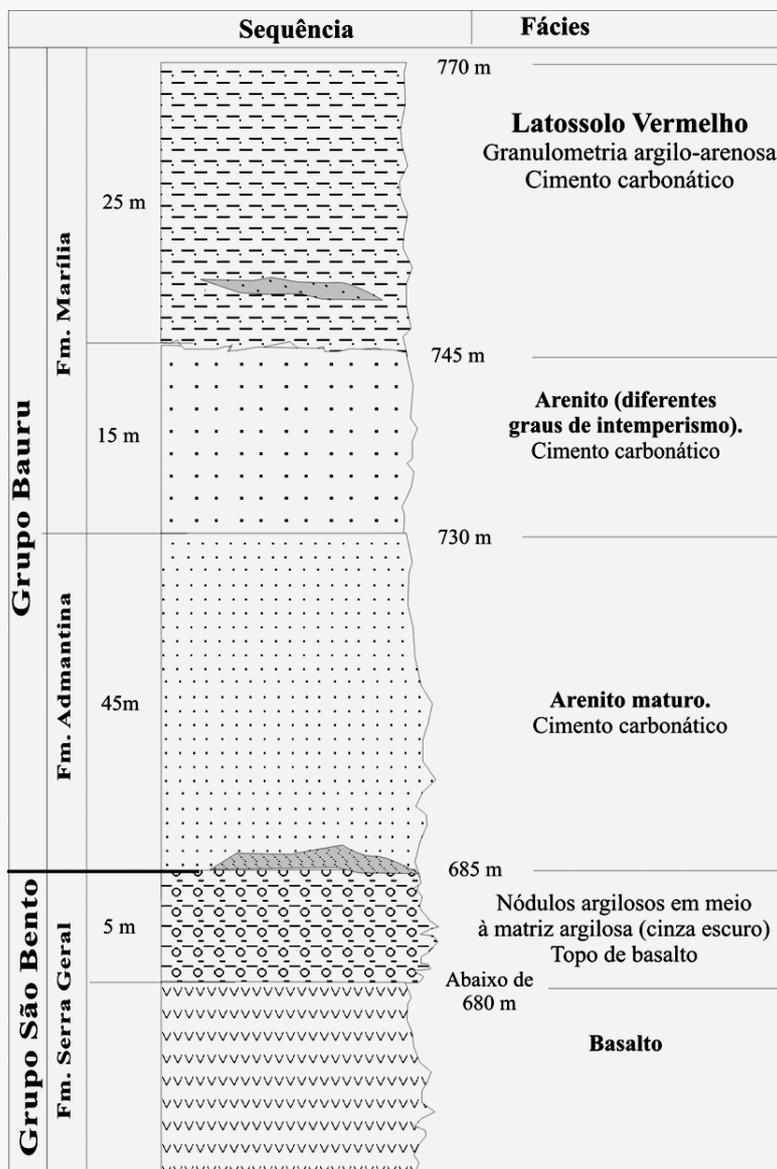


Figura 2 - Perfil geológico da região de Rio Verde/GO

## HIDROGEOLOGIA

A caracterização hidrogeológica e o levantamento das informações litoestratigráficas, desde a superfície até 150 m de profundidade, no perímetro urbano de Rio Verde foram feitas com base em análise de perfis de poços profundos perfurados na cidade.

A hidrogeologia é representada pelas unidades geológicas que ocorrem na região e, de acordo com os litotipos de cada unidade, foi dividida em dois domínios: aquífero poroso e aquífero fraturado.

O aquífero fraturado compreende as rochas basálticas. Devido ao caráter permeável da rocha, a disponibilidade de água ocorre apenas nas fraturas. Com base na análise de informações de perfis de poços perfurados estabeleceu-se que a altitude média do topo dos basaltos (discordância com o Grupo Bauru) está em 670 m, sendo que a espessura das camadas é variável, podendo chegar até a 150 m de espessura. O aquífero fraturado é anisotrópico e os poços perfurados neste domínio apresentam comportamentos distintos. Alguns poços perfurados não contêm água, enquanto que outros apresentam vazão de até 60.000 l/h, sendo que a média de vazão ficou 22.000 l/h.

O aquífero poroso é formado pelas rochas do Grupo Bauru. O Grupo Bauru na região é composto pelos latossolos (topo) e arenitos da Formação Marília (topo) e arenitos da Formação Adamantina (base).

No perímetro urbano os latossolos chegam a alcançar 25 metros de espessura e recobrem os arenitos vermelhos da Formação Marília. O pacote arenítico possui espessura de 15 m e está sobreposto aos arenitos da Formação Adamantina. A camada de arenitos da Formação Adamantina possui até 45 m de espessura e constitui a base do Grupo Bauru na região. Apesar do caráter poroso, o Aquífero Bauru é anisotrópico. Os poços perfurados neste domínio apresentam vazões que variam desde poços secos, até poços com 20.000 l/h, com média 6.600 l/h.

## OBJETIVO

Mapear a zona vadosa no perímetro urbano de Rio Verde e, a partir dos produtos de mapeamento identificar os pontos onde o aquífero é mais suscetível à contaminação.

## MÉTODOS

Vulnerabilidade à contaminação é um termo utilizado para representar as características intrínsecas de um aquífero e que irão determinar sua susceptibilidade à contaminação, Foster, Ventura e Hirata (1987). De acordo com Gonzáles et al (2000), a vulnerabilidade das águas subterrâneas depende principalmente das características do aquífero: litotipos, hidráulica da zona vadosa e profundidade do lençol freático. A zona vadosa de um aquífero corresponde à espessura da zona não saturada por água no subsolo. Nos casos em que a superfície do terreno intercepta o lençol freático (áreas de nascentes) a zona vadosa é inexistente.

O estudo de vulnerabilidade do aquífero livre sob a área urbana de Rio Verde/GO, foi desenvolvido com base em informações geológicas levantadas em trabalhos de campo e análise de cadastro de poços tubulares profundos e poços rasos fornecidos pela SANEAGO e por empresas perfuradoras de poços. A análise dos dados levou em conta os parâmetros de espessura da zona vadosa, a profundidade do lençol freático e a altimetria do terreno.

Os trabalhos de mapeamento da zona vadosa tiveram como base cartográfica a carta planialtimétrica folha Rio Verde (SE.22-X-C-IV), IBGE 1984, escala 1:100.000. A carta foi digitalizada e vetorizada (drenagem, curvas de nível, cotas altimétricas) no programa Arc View 3.2.

O levantamento dos pontos correspondentes aos exutórios de água subterrânea foi feita com base em análise de imagem de satélite Landsat 7 composição 3R4G5B. O levantamento dos poços foi feito com base em cadastro fornecidos pela SANEAGO e por empresas perfuradoras. Posteriormente aos trabalhos de levantamento, a determinação das coordenadas geográficas e

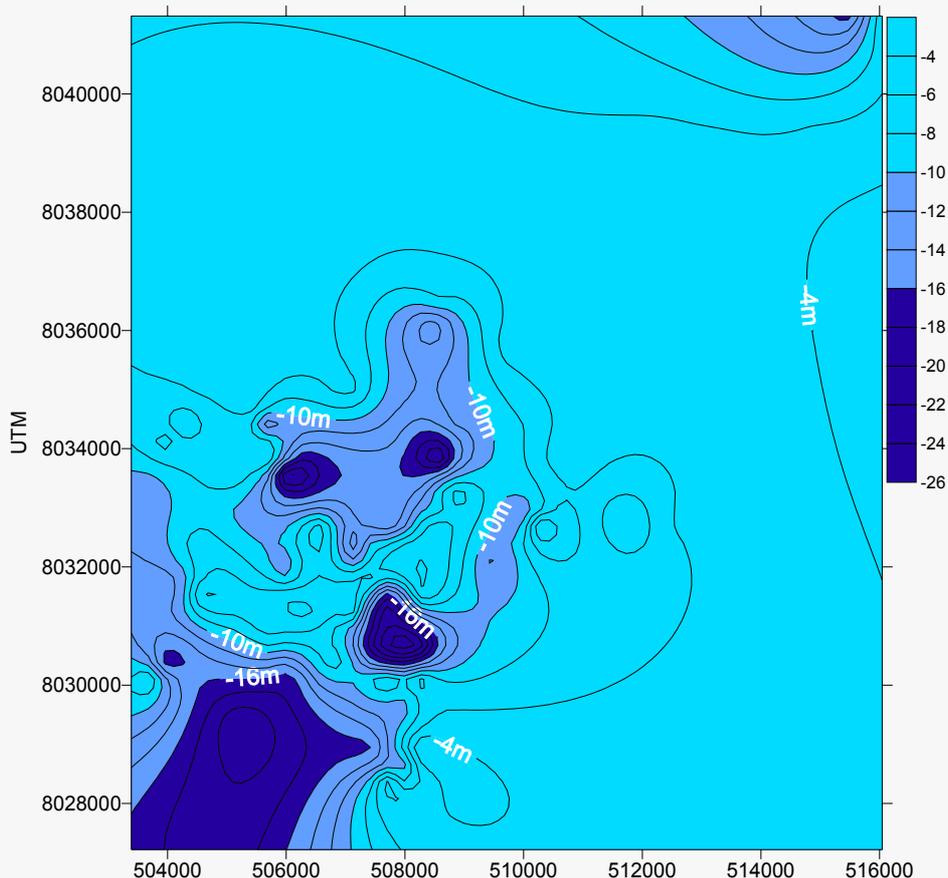
altimetria dos pontos selecionados foram efetuadas em campo com o uso de GPS Garmin 72 e altímetro analógico.

Os dados referentes à localização dos pontos levantados em campo (coordenadas UTM e altitude das cotas) e dos perfis de poços foram tratados em planilha eletrônica e, em seguida, foram exportados para o programa Surfer 6.2. No ambiente do programa foi montada uma grade (malha contendo as coordenadas X, Y e a altitude Z). A partir da grade, o programa fez a interpolação dos dados pontuais, gerando mapas de isolinhas e blocos diagramas (representação tridimensional) da zona vadosa.

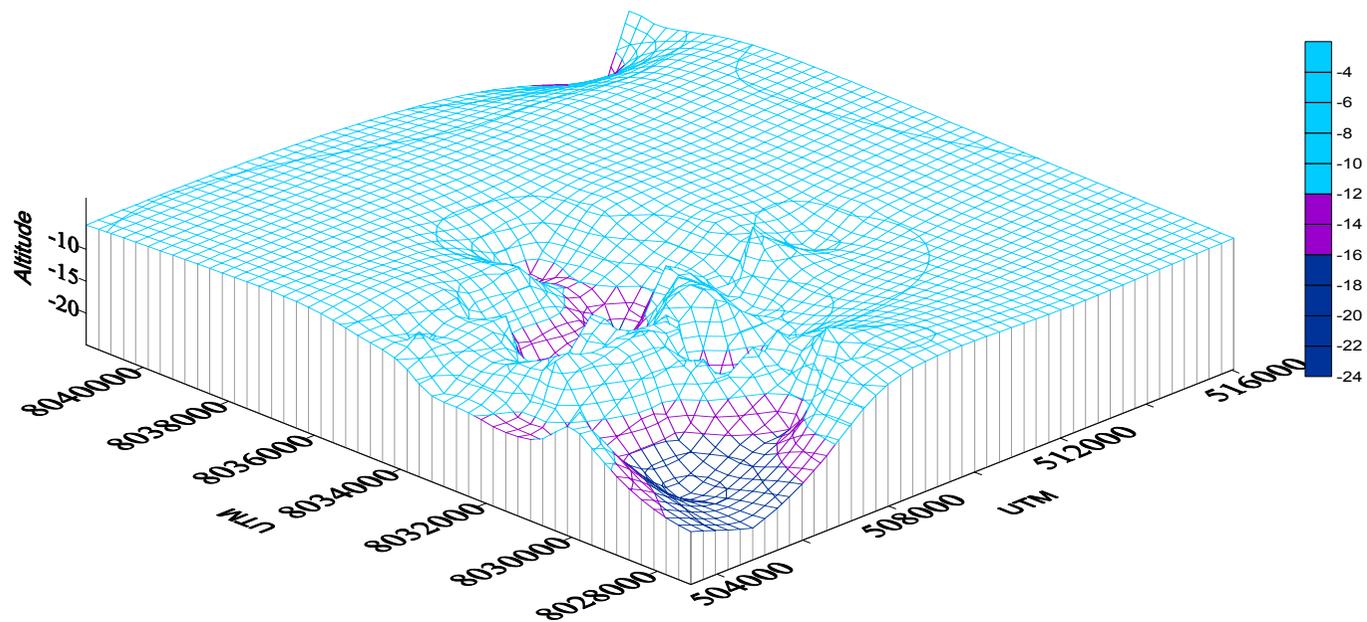
### RESULTADOS

A espessura da zona vadosa do aquífero livre no perímetro urbano de Rio Verde/GO varia de zero à 25 m de espessura, sendo que na maior parte da área, os valores estão em 10 m.

Os dados de espessura da zona vadosa estão sintetizados nas figuras 3 e 4 que apresentam respectivamente o mapa de isolinhas no perímetro urbano de Rio Verde e o bloco diagrama com sua representação tridimensional.



**Figura 3** - Isolinhas da zona vadosa no perímetro urbano de Rio Verde/GO



**Figura 4** - Bloco diagrama com representação tridimensional da zona vadosa no perímetro urbano de Rio Verde/GO

De acordo com os dados de espessura da zona vadosa e os tipos litológicos ocorrentes, pôde-se dividir a área em zonas de acordo com o grau de exposição do aquífero à contaminação.

*Índice alto de vulnerabilidade* - corresponde às áreas onde a espessura da zona vadosa chega a 12 m. No mapa e no bloco diagrama essa região está representada pela cor azul claro e abrange 85% de toda a área estudada.

*Índice moderado de vulnerabilidade* - corresponde às áreas onde a espessura da zona vadosa varia entre 12 e 16 m. No mapa e no bloco diagrama a região está representada pela cor azul, tonalidade média, localizada à sudoeste do perímetro urbano, representando 10% da área total.

*Índice baixo de vulnerabilidade* - corresponde às áreas onde a espessura da zona vadosa encontra-se acima de 16 m. É uma área de dimensão restrita localizada à sudoeste da área estudada.

### CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conjuntamente com os estudos de caracterização física estão sendo realizadas análises de qualidade da água explorada do Aquífero Bauru no perímetro urbano de Rio Verde. Os resultados demonstram contaminação por coliformes fecais e nitratos na maioria das amostras analisadas. A percolação de contaminantes também pode atingir o aquífero fraturado, cuja água é explorada pelo sistema público de abastecimento. A contaminação da água subterrânea é resultado de fatores relacionados à sua vulnerabilidade natural e a falta de uma rede eficiente de saneamento público.

O grau de contaminação da água subterrânea deve ser encarado como caso de saúde pública, devendo, os gestores públicos adotarem medidas que visem a recuperação do aquífero, além de campanhas de conscientização da população para o não consumo da água (captada em poços) sem o devido tratamento.

### BIBLIOGRAFIA

CASARINI, D. C. P.; DIAS, C. L.; LEMOS, M. M. G. **Critérios de qualidade de solos e águas subterrâneas no estado de São Paulo - valores orientadores.** CONGRESSO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS, 12, 2002, Florianópolis. **Anais...** Fortaleza: Associação Brasileira de Águas Subterrâneas - ABAS, 2002. CD ROM.

FOSTER, S.; VENTURA, M.; HIRATA, R. **Contaminação de las águas Subterraneas.** Organización Mundial de la Salud, Organización Panamericana de la Salud, Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente, Lima, Peru, 1987.

GONZÁLEZ, L. N.; SILVA, A.; GONZÁLEZ, A. M. **Vulnerabilidad de las aguas subterraneas de la cuenca del rio claro, viii region del bio-bio, Chile.** In: JOINT WORLD CONGRESS ON GROUNDWATER, 1, 2000, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: Associação Brasileira de Águas Subterrâneas - ABAS, 2000. CD ROM.

OLIVEIRA, L. A.; LIMA, D. B. C. **Distribuição da superfície potenciométrica do Aquífero Bauru no perímetro urbano de Rio Verde/GO.** In: JORNADA DE GEOGRAFIA. 6, 2004, Jataí. **Anais...** Jataí: Universidade Federal de Goiás, 2004. pp. 8.

SCISLEWSKI, Gilberto *et al.* **Programa Informações para Gestão Territorial. Projeto Sudoeste de Goiás. Área Piloto de Rio Verde.** Goiânia: Companhia de Pesquisas Recursos Minerais [1998]. 47 p. 1 CD ROM.

WORLD BANK. Disponível em: <<http://www.inweb18.worldbank.org/essd/essdext.nsf/18bydocname/waterresourcesmanagement>>. Acesso em: julho/2001.

WORLD RESOURCES INSTITUTE - WRI. Disponível em: <<http://www.wri.org/wr2000/freshwater.html>>. Acesso em: 25 jan. 2002.