

**Uso das Técnicas de Geoprocessamento na Elaboração de
Mapa Preliminar de Vulnerabilidade dos Aquíferos do
Município de Campos de Goytacazes - RJ**

Romeu Coridola¹
Eliane Maria Vieira¹
Maria da Glória Alves¹
Frederico Terra de Almeida¹

¹ Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro –UENF
CCT - Centro de Ciências e Tecnologia
Laboratório de Engenharia Civil – LECIV
Avenida Alberto Lamego, 2000 - Campos dos Goytacazes – RJ Cep: 28015-620
e-mail: {coridola, mgloria, fredterr}@uenf.br; elianemv@yahoo.Com.br

Abstract: The paper is part of a project of administration of the water resources of the municipal district of Campos of Goytacazes - RJ and this giving continuity to the work developed by Rocha (2003) on the study of vulnerability of part in the Baixada Campista. The main objective is the elaboration of the preliminary map of vulnerability of the non-confined-aquifer from the whole Municipal district of Campos. The methodology was used GOD (FOSTER and HIRATA (1991) and FERREIRA (1992)). Through geoprocesssing techniques (Software ARCVIEW 3.2.a) maps of occurrence of type of underground water were created, map of litologia of the area no saturated and depth of the Ground Water. Following the methodology, after the crossing of the maps was obtained the preliminary map of vulnerability with classes varying of low until extreme.

Palavras Chaves: vulnerability of non-confined-aquifer, methodology GOD, geoprocessing.

1. Introdução

Gerenciar a utilização de águas subterrâneas significa propor políticas que garantam que os aquíferos sejam fontes seguras e confiáveis de abastecimento de água.

Esse fato implica em especial preocupação com a proteção dos aquíferos devido à dificuldade e a impraticabilidade de se promover à remoção de poluentes de fontes pontuais de captação (poços) e devido ao fato de que a reabilitação de um aquífero poluído requer custos muitos elevados (FOSTER e HIRATA (1991)).

Segundo HIRATA (1994), o conceito de vulnerabilidade de aquíferos à contaminação antrópica é seguramente uma das formas mais adequadas de se encarar a preservação da qualidade dos recursos hídricos subterrâneos. Adequar a atividade humana em função da capacidade de suporte do meio, ou seja, quanto ele pode atenuar cargas contaminantes, é fazer uma parceria com as características naturais do terreno para uma ocupação ambientalmente responsável.

O abastecimento de água do Município de Campos de Goytacazes -RJ é realizado de duas maneiras: pelo abastecimento superficial, através do Rio Paraíba do Sul e pelo subterrâneo, através de poços profundos e uma grande quantidade de poços rasos.

Os poços, do tipo cacimba, que as pessoas perfuram maciçamente na cidade de Campos dos Goytacazes são vulneráveis a diversos tipos de poluição e/ou contaminação, como: por “fossas sépticas”, por tubulações de esgoto com fissuras, por disposição inadequada de resíduos sólidos e por muitas outras formas.

Uma das formas mais adequadas para se preservar a qualidade dos recursos hídricos subterrâneos é relacionarmos as características naturais do terreno e o desenvolvimento da região, aplicando o conceito de vulnerabilidade à contaminação antrópica.

Este trabalho é parte de um projeto de gerenciamento dos recursos hídricos do município de Campos dos Goytacazes, no qual Rocha (2003) apresentou o estudo da vulnerabilidade em parte da baixada Campista, com resultados importantes para o planejamento de uso do solo. O mapa de vulnerabilidade e um instrumento de extrema importância e de fácil elaboração para que sejam diagnosticadas as diferentes suscetibilidades das áreas à poluição e assim possibilitar a proposição de estudos detalhados para regiões com índice de elevada vulnerabilidade.

2. Objetivo

2.1. Objetivos gerais

Através de análises de características dos solos, dos aquíferos, e do uso de técnicas de geoprocessamento, objetivou-se elaborar o mapa preliminar da vulnerabilidade dos aquíferos do município de Campos de Goytacazes, utilizando a metodologia GOD.

2.1. Objetivos específico

Para alcançar o objetivo geral, teve-se os seguintes objetivo específicos:

- Levantamento de dados;
- Levantamento em campo da profundidade do nível d'água para classificação do lençol, coleta de amostra de solo para classificação litológica;
- Elaboração dos mapas temáticos;
- Cruzamento dos mapas temáticos para análise da vulnerabilidade dos aquíferos livres;

3. Caracterização da área

Localizado na Região Norte do Estado do Rio de Janeiro, o estudo foi desenvolvido para toda extensão do município de Campos dos Goytacazes, apresentando uma área de 4.037 km² e uma população de 406.989 (quatrocentos e seis mil novecentos e oitenta e nove) habitantes (IBGE, 2002). (**Figura 1**).

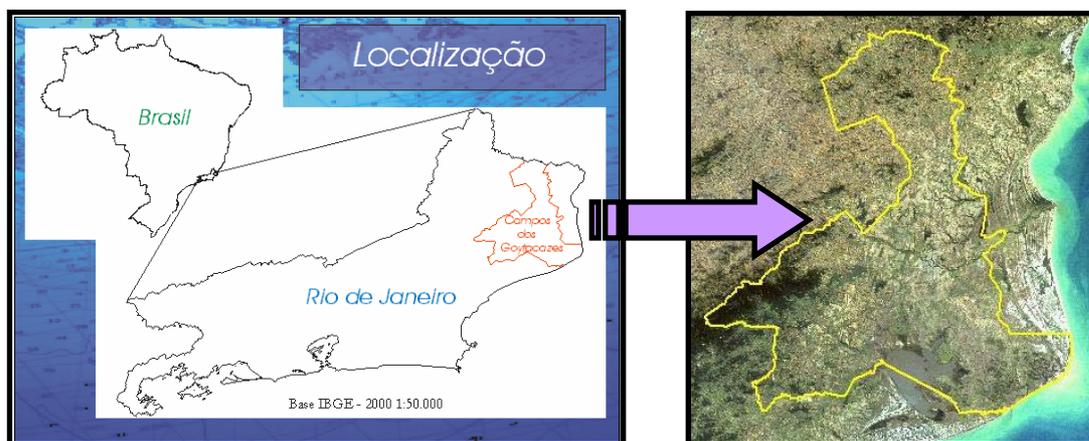


Figura 1 - Localização do município de Campos dos Goytacazes – RJ.

3.1. Geologia e Geomorfologia Regional

O município de Campos dos Goytacazes apresenta três divisões geológico-geomorfológicas segundo RAMOS et al. (2002).

- A Planície Quaternária é a feição geológica-geomorfológica dominante do Município, sendo composta por sedimentos holocênicos de origem deltaica e aluvionar.
- Os Tabuleiros da Formação Barreiras são elevações, de topo plano, com suave declividade para o mar; formaram-se durante o Plioceno e na Região constituem-se, basicamente, por camadas horizontais de materiais argilosos e argilo-arenosos. À medida que se desloca, da área próxima aos gnaisses, em direção à costa, os sedimentos são mais finos e com maior contribuição de argila, sem terem, porém uma boa seleção.
- O Embasamento Cristalino, constituído por cadeias de rochas granito-gnássicas, formadas durante o período pré-cambriano.

3.2. Hidrogeologia

Na área de estudo é caracterizada por duas categorias de aquíferos: o aquífero fraturado e o poroso. Os Aquíferos Fraturados, onde o armazenamento e a circulação da água subterrânea estão relacionados às fraturas abertas que se intercomunicam. E já os aquíferos porosos, onde o armazenamento e a circulação da água subterrânea se dá através dos poros intergranulares.

Desenvolveu-se o estudo no aquífero poroso do município que é composto pelos sedimentos arenosos e argilosos do Quaternário, o sedimento da Formação Barreiras do Terciário e os solos residuais provenientes do intemperismo das rochas pré-cambrianas.

4. Metodologia

O estudo preliminar da região foi realizado através do reconhecimento da área, a aquisição de dados, do levantamento de campo para nível de água, da coleta de amostras de solo e trabalhos laboratoriais para realização dos ensaios de caracterização de solo e criação do banco de dados digital necessário a confecção do mapa de vulnerabilidade de aquíferos.

Para se elaborar o mapa preliminar de vulnerabilidade dos aquíferos porosos foi utilizado a metodologia GOD proposta por FOSTER e HIRATA (1991) e a metodologia usada por FERREIRA (1992), utilizando-se os seguintes parâmetros:

- Ocorrência do tipo de aquífero;
- Litologia da zona vadosa;
- Profundidade do lençol freático.

Um índice variando de 0 a 1 foi atribuído a cada um destes tipos de informação. Esses foram multiplicados entre si para produzir a classificação final, transformada então em vulnerabilidade de aquíferos, variando entre extrema a baixa (**Figura 2**).

Para o item litologia, onde temos solo residual foram utilizados os parâmetros de Ferreira (1992), para a classificação dos solos: residual argiloso a residual arenoso com notas variando de 0.35 a 0.90 respectivamente.

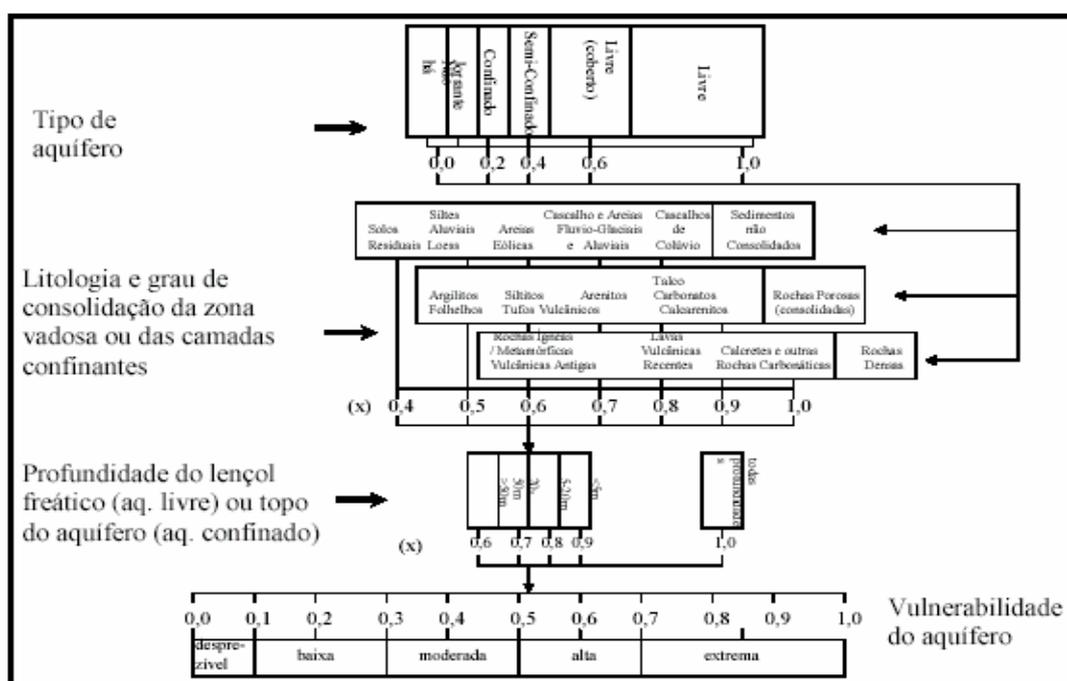


Figura 2 – Metodologia GOD para determinação de vulnerabilidade de aquíferos

4.1. Criação dos Planos de Informações

Para o desenvolvimento desta etapa foi necessária a criação de três mapas temáticos no software ARCVIEW 3.2.a:

- Mapa de Ocorrência da água subterrânea;

Este tipo de mapa foi elaborado a partir das unidades geológicas regionais encontradas na área de estudo baseando em RAMOS et al (2002).

- Mapa de litologia da zona não saturada;

Para criar este tipo de mapa foram utilizados dados do Mapa de Pedologia da área de Campos dos Goytacazes (fonte: LECIV-Oficina de Geologia e Geoprocessamento - modificado de CPRM/RJ (2001), resultados de ensaio de granulometria realizados no LECIV/UENF e alguns dados de sondagem realizados pelo PROJIR na Baixada Campista (elaborados por Ramos (2001)).

Inicialmente o mapa de pedologia orientou o trabalho de coleta de amostras de solo no campo, fase em que foi utilizado o GPS para obter-se as coordenadas de cada ponto amostrado.

Numa fase posterior foram realizados ensaios de granulometria para caracterizar a porcentagem de argila, silte e areia, existentes nos solos da região. Os resultados destas análises tiveram como finalidade auxiliar na individualização e classificação dos diferentes tipos de solo residuais.

A partir da análise dos dados de granulometria dos solos residuais e dos dados do PROJIR, os pontos de amostragem foram plotados no mapa de solo, sendo criadas as classes, que compoem o mapa de litologia final.

- Mapa de profundidade do lençol freático;

Este mapa foi criado através da junção dos dados de profundidade do nível d'água espacializados no mapa de tipo de ocorrência de água subterrânea.

As coordenadas dos poços foram obtidas com GPS.

4.2. Cruzamento dos Planos de Informações

Através do cruzamento dos planos de informações da ocorrência da água subterrânea, da litologia da zona não saturada e da profundidade da água subterrânea foi gerado o mapa preliminar de Vulnerabilidade do município de Campos de Goytacazes.

5. Resultados e discussões

As ferramentas do geoprocessamento como SIG, sensoriamento remoto, cartografia digital, GPS e outros permitiram exibir resultados das análises de vulnerabilidade dos aquíferos porosos na forma de mapas e tabelas mostrados a seguir:

- Mapa de Ocorrência da água subterrânea.

Apesar da região apresentar três unidades geológicas diferenciadas Sedimentos Quaternários Terciários e Rochas Pré-cambrianas (**Figura 3**), estes receberão o mesmo índice GOD, igual a um, pois neste trabalho estão sendo considerados apenas os aquíferos livres.

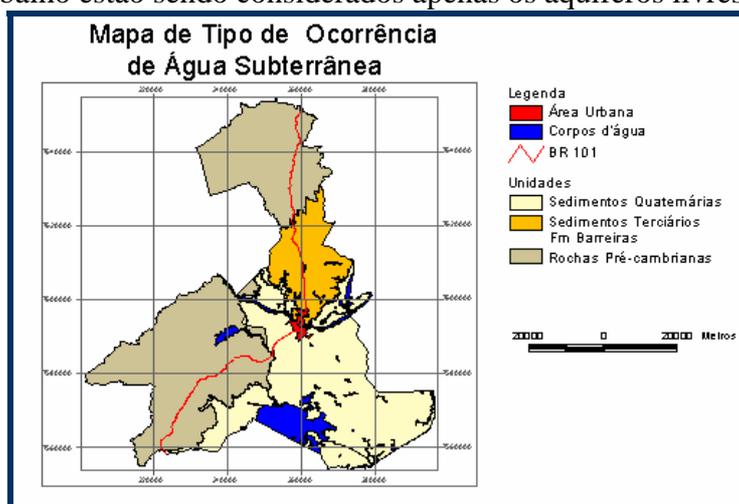


Figura 3 – Mapa de tipo de ocorrência de água subterrânea.

- Mapa de litologia da zona não saturada;

As unidades apresentadas no mapa de litologia são compostas por sedimentos arenosos e argilosos da planície quaternária e tabuleiros, sedimentos terciários de formação barreiras e os solos residuais provenientes da alteração das rochas cristalinas da região serrana e colinosa.

Seguindo-se a metodologia foram atribuídos pesos para os diferentes tipos de unidades sendo que para os solos residuais não foi atribuído o índice de 0.4 como mostra a **Figura 2**. Para este tipo de material foram utilizados os índices abaixo (**Tabela 1**):

Tabela 1 – Índices GOD (FERREIRA 1992)

Unidades	Índice GOD
Solos residuais argilosos	0.35 a 0.46
Solos residuais mistos argilosos	0.46 a 0.62
Solos residuais mistos argilo-arenosos	0.62 a 0.69
Solos residuais arenosos	0.80 a 0.90

Elaborou-se então, o mapa de litologia da zona não saturada que apresenta a seguinte legenda para a área de estudo (**Figura 4**):

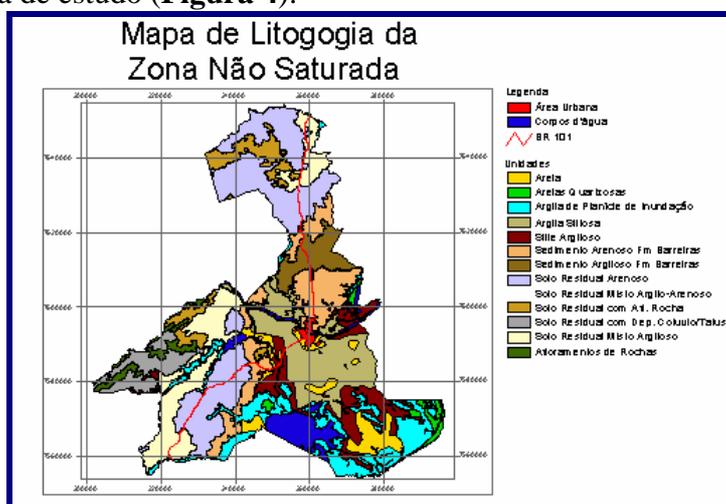


Figura 4 – Mapa de litologia da zona não saturada

- Mapa de profundidade do lençol freático;

O mapa foi criado por meio da junção dos dados de profundidade do lençol freático espacializados no mapa de tipo de ocorrência de água subterrânea, conforme mostrado na **Figura 5**:

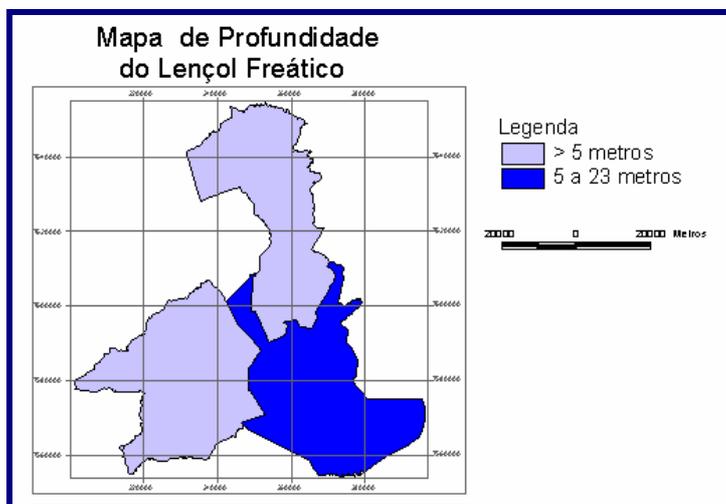


Figura 5 – Mapa de profundidade do lençol freático

Na maior parte da área, caracterizada por topografia plana foi possível identificar a profundidade da água subterrânea menor que 5 metros. As áreas com profundidades entre 5 e 23 metros apresentam topografia relativamente composta por tabuleiros, colinas e serras localizadas no norte e sudoeste do município.

Para estas áreas definiram-se dois índices GOD: 0,9 para profundidades > 5 metros e 0,7 para profundidades de 5 a 23 metros de acordo com a metodologia.

- Mapa preliminar de vulnerabilidade

Para geração do mapa de vulnerabilidade os planos de informação foram cruzados dois a dois, multiplicando-se os índices de cada parâmetro que apresentavam a mesma posição geográfica.

De acordo com resultado do cruzamento dos planos de informação e a classificação da **Tabela 2** foram agrupados os índices de vulnerabilidade GOD encontrados para a área de estudo e gerado mapa preliminar de Vulnerabilidade do município de Campos dos Goytacazes (**Figura 5**).

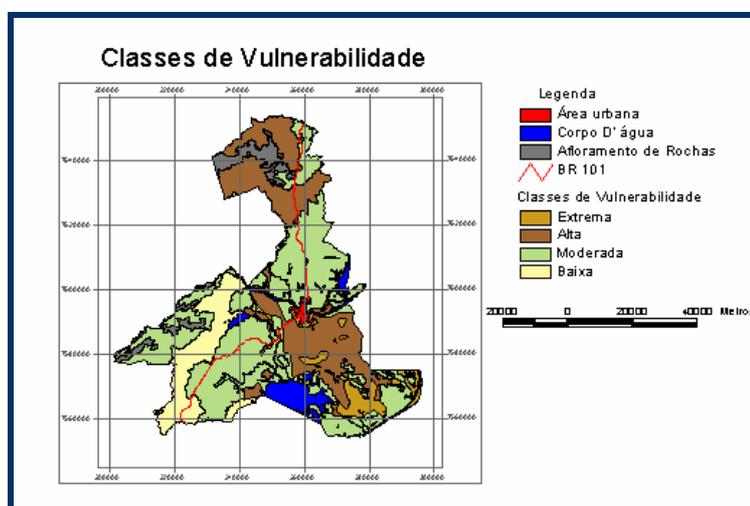


Figura 5 – Mapa preliminar de vulnerabilidade de aquíferos livres

A **Tabela 2** apresenta a variação dos índices de vulnerabilidade GOD e suas respectivas classes.

Baixa	Moderada	Alta	Extrema
0,1 a 0,3	0,3 a 0,5	0,5 a 0,7	0,7 a 1,0

Tabela 2 - Classes de vulnerabilidade GOD (FOSTER e HIRATA, 1991)

De acordo com o mapa de vulnerabilidade pode-se observar que as áreas que apresentaram vulnerabilidade baixa à moderada encontram-se nos morfologias de tabuleiros, colinas e serras, onde predomina os solos com maior teor de argila e nível de água mais profundo. Também foi encontrada vulnerabilidade moderada nas áreas de solos gleys.

Na parte norte do Município nas áreas elevadas foi observado que a vulnerabilidade varia de moderada a alta, isto ocorre devido ao alto teor de areia de seus solos mesmo tendo uma profundidade maior do nível de água.

As áreas que apresentaram vulnerabilidade alta são caracterizadas por níveis d'água pouco profundos, menores que 5 metros, é constituída por materiais com maior teor de areia e silte.

As áreas que apresentaram vulnerabilidade extrema são caracterizadas por níveis d'água pouco profundos, menores que 5 metros e por materiais muito arenosos.

6. Conclusões

Podemos concluir com este trabalho que a metodologia utilizada permite visualizar as diferentes classes de vulnerabilidade dos aquíferos para as diferentes interrelações entre os dados de tipo de aquífero, litologia e profundidade do lençol freático, devendo numa fase posterior ampliar-se os trabalhos de campo e laboratório para poder-se detalhar as unidades aqui apresentadas.

7. Referências

Tese:

Ferreira, S.; **Estudo da Vulnerabilidade à Contaminação das Águas Subterrâneas na Região de Ribeirão Preto - SP**. UNESP – Campus de Rio Claro, São Paulo, 1992 (Dissertação de Mestrado).

Hirata, R., **Fundamentos e Estratégias de Proteção e Controle da Qualidade das Águas Subterrâneas. Estudo de Casos no Estado de São Paulo**, USP- Instituto de Geociências, São Paulo, 1991. (Tese de Doutorado)

Rocha, S.F, **Análise de Vulnerabilidade de Contaminação dos Aquíferos Livres na Baixada Campista de Campos dos Goytacazes - RJ**, UENF – Campos dos Goytacazes, Rio de Janeiro, 2004 (Dissertação de Mestrado).

Eventos:

Ramos, I. S., Alves, M.G., Barroso, J.A., Losano, J. ,Técnicas de Geoprocessamento Aplicadas ao Diagnóstico do Uso Atual do Solo e Áreas de Exploração de Argila em Campos dos Goytacazes/RJ, In: **Anais do XI Simpósio Brasileiro de sensoriamento Remoto**, Belo Horizonte, 2003.