

ESTUDO PRELIMINAR DA VULNERABILIDADE DOS AQUIFEROS EM CAMPOS DOS GOYTACAZES – RIO DE JANEIRO

SILVIA FERNANDES ROCHA ¹
MARIA DA GLÓRIA ALVES ¹
FREDERICO TERRA DE ALMEIDA ¹

¹ UENF – Universidade Estadual do Norte Fluminense
CCT – Centro de Ciências e Tecnologia
LECIV – Laboratório de Engenharia Civil
Oficina de Geologia e Geoprocessamento
Av. Alberto Lamego, 2000, Parque Califórnia, Campos dos Goytacazes - RJ.

silviarocho@mailcity.com, mgloria@uenf.br, fredterr@uenf.br

Abstract. Campos of Goytacazes, located in the coast fluminense north, it presents characteristics social, economical, politics and environmental outstanding in the process of strategic planning.

This way, this preliminary study, through the methodology GOD, intends to demonstrate regions of larger or smaller aquifer contamination inside the study in municipal district. This information are applied through the use of systems of geographical information (SIG), tends in purpose the overlay of maps of parameters. The result of this study is the map of vulnerability of the aquifer.

Keywords: SIG, vulnerability, aquifer

1. Introdução

O conhecimento das unidades aquíferas, associado às formas de uso e ocupação do meio, e a importância que as águas subterrâneas representam para o desenvolvimento, fazem com que exista a preocupação maior com a segurança dos mananciais subterrâneos.

Com o objetivo de determinar a maior ou menor facilidade de um aquífero vir a ser afetado por uma carga contaminante tem-se utilizado os métodos de análise de vulnerabilidade no monitoramento da qualidade de águas subterrâneas, no planejamento do uso dos solos em locais de exploração de aquíferos e no licenciamento de áreas para a implantação de atividades poluentes e potencialmente poluentes.

A *vulnerabilidade* é a sensibilidade da qualidade das águas subterrâneas a uma carga poluente, função apenas das características intrínsecas do aquífero. Isso a distingue de *risco de poluição* que é causado não apenas pelas características intrínsecas do aquífero, mas também pela existência de atividades poluentes. Assim sendo algumas áreas apresentam-se mais vulneráveis a contaminações que outras.

O mapeamento de vulnerabilidade contém informações objetivas e claras em relação aos recursos vulneráveis além de utilizar meios de representação e organização em que usuários de diferentes áreas possam imediatamente reconhecer e entender as informações cartográficas representadas.

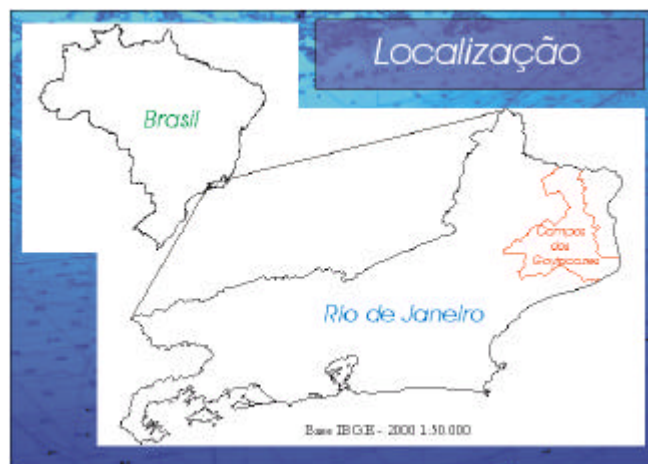
Para tal, através de um Sistema de Informações Geográficas (GIS), fatores que influenciam na vulnerabilidade do aquífero serão analisados de forma integrada de acordo com a metodologia empregada. O resultado desta análise será um mapa preliminar indicando regiões menos vulneráveis, mais vulneráveis, moderadas e negligenciável.

2. Objetivo

Elaboração do mapa preliminar da vulnerabilidade dos aquíferos em Campos dos Goytacazes

3. Caracterização da Área de Estudo

A cidade de Campos dos Goytacazes (**Figura 1**) está localizada na Região Norte do Estado do Rio de Janeiro, aproximadamente a 279 km da capital estadual, Rio de Janeiro, com uma área de 4.037 km², sendo o maior município do Estado e possuindo uma população de 406.989 (quatrocentos e seis mil novecentos e oitenta e nove) habitantes (<http://www.ibge.gov.br>; 14/06/02)



3.1 Vegetação

A vegetação original encontra-se profundamente modificada pela ação antrópica, através da exploração agrícola e pecuária, atividades de longa data na região. A cobertura vegetal original, da qual ficaram apenas pequenos remanescentes, constitui-se das seguintes formações (PROJIR, 1984):

- Floresta subcaducifólia;
- Floresta subperenifólia de várzea;
- Campos hidrófilos;
- Campos halófilos;
- Vegetação de restinga.

3.2 Pedologia

Verifica-se que a região é constituída de uma associação de depósitos aluviais com solos de expressiva gleização, assim como cambissolos; à medida que se aproxima do litoral, solos tipo areia-quartzosas tornam-se predominantes (PROJIR, 1984).

Os solos aluviais são pouco evoluídos, sem diferenciação aparente de horizontes, aparecem como camadas. Encontram-se ao longo de rios, em várzeas ou terraços formados por sedimentos recentes ou sub-recentes. Incluem somente os solos que venham sofrendo inundações periódicas ou que estiveram até recentemente sujeitos a ela. Podem ser argilosos ou silto-argilosos, rasos ou profundos, apresentando cores avermelhadas, amareladas ou acizentadas (VIEIRA et al, 1988).

Solos gleizados são hidromórficos, pouco desenvolvidos, organos-minerais, com horizonte A moderado ou proeminente. Apresentam profundidade variável e características no perfil típicas de condições redutoras, proporcionadas por um lençol freático flutuante que chega a superfície durante grande parte do ano. Assentam-se sobre um horizonte C gleizado. Foram formados a partir de deposições sedimentares recentes ou sub-recentes, a partir de sedimentos palustres do Quaternário (VIEIRA et al, 1988).

Cambissolos são solos normalmente não hidromórficos com B incipiente de profundidade mediana, argilosos, podendo ser bem drenados e com o horizonte A fraco ou moderado. Apresentam coloração marrom amarelado a marrom escuro (VIEIRA et al, 1988).

Areias quartzosas são solos de textura arenosa, com menos de 15% de argila no perfil. Excessivamente drenados, apresentam ausência de materiais primários decomponíveis, sendo formados a partir de sedimentos arenosos (VIEIRA et al, 1988).

3.3 Geologia - Geomorfologia

O Município de Campos caracteriza-se por três divisões geológico-geomorfológicas (Barroso 1997 in: Ramos et. al, 2001):

- o embasamento cristalino, constituído por cadeias de rochas granito-gnássicas, formadas durante o período pré-cambriano.
- 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.
- a planície quaternária é a feição geológica-geomorfológica dominante do Município, sendo composta por sedimentos holocênicos de origem deltaica e aluvionar.

3.4 Hidrogeologia

Segundo o Mapa de Favorabilidade Hidrogeológica elaborado no Projeto Rio de Janeiro (2000), na área de estudo encontram-se os seguintes sistemas aquíferos:

Aquífero Fluviodeltaico: Localiza-se na margem direita do Rio Paraíba do Sul, a SW da cidade de Campos, ocorrendo em uma área de aproximadamente 304km². Algumas localidades são abastecidas por captações nesse sistema, como é o caso de Donana e Goytacazes. É constituído por sedimentos quaternários, aflorantes, compostos por areias e arenitos, finos a médios com matriz siltosa e bandas argilosas. Trata-se de um aquífero livre.

Aquífero Emborê: Localizam-se nos arredores da localidade de Farol de São Tomé, ocorrendo em uma área de aproximadamente 350 km². É constituído por sedimentos não aflorantes, tidos como terciários compostos por arenitos conchíferos variados, com feldspato; argilitos impuros e argilas orgânicas. Encontra-se totalmente coberto por sedimentos quaternários. Trata-se de um aquífero confinado.

Aquífero São Tomé II: Localiza-se em toda parte leste da porção emersa da Bacia de Campos, ocorrendo em uma área de aproximadamente 910 km². É constituído por sedimentos não-aflorantes, terciários, compostos por arenitos avermelhados, lateríticos com argilas cálcicas, sobre arenitos consolidados argilosos. É um sistema confinado, totalmente coberto por sedimentos quaternários.

Aquífero São Tomé I: Localiza-se na parte central da porção emersa da Bacia de Campos, formando uma faixa alongada no sentido NE-SW, ocorrendo em uma área de aproximadamente 380 km². É constituído por sedimentos terciários, não-aflorantes, totalmente recobertos por sedimentos quaternários. Esse sistema é composto por arenitos avermelhados, lateríticos com argilas cálcicas, sobre arenitos consolidados argilosos. Trata-se de um aquífero confinado

Aquífero Barreiras: Localizado na borda oeste da Bacia Sedimentar de Campos, faz contato lateral com o embasamento cristalino, ocorrendo em uma área de aproximadamente 1.630 km². É constituído por sedimentos terciários, aflorantes, compostos por argilas lateríticas e areias com óxido de ferro, sobrepostos ao embasamento cristalino. O aquífero é livre.

Aquíferos Alúvio-Lacustres: Existem poucas informações sobre estes sistemas que normalmente são muito mal aproveitados. Ocorrem espalhados por toda a área do Estado do Rio de Janeiro, em uma extensão de aproximadamente 3.700 km². Os sedimentos podem apresentar localmente variações, mas normalmente são compostos por intercalações de areias e argilas, com matéria orgânica e intensa variação composicional. Os aquíferos são livres.

4. Metodologia

Existem várias metodologias para análise de vulnerabilidade. Neste trabalho considerou-se o método GOD (Groundwater occurrence, Overall lithology of the unsaturated zone, Depth to the water table), desenvolvido pela Organização Mundial de Saúde, que utiliza informações disponíveis em países em desenvolvimento.

Os parâmetros levantados são:

1. Ocorrência do lençol freático
2. Litologia da zona vadosa
3. Profundidade do lençol freático

Um índice é atribuído a cada um destes tipos de informação, variando de 0 a 1, sendo que o valor 1 é atribuído no caso da vulnerabilidade ser a maior. Estes índices são multiplicados entre si para produzir a classificação final, que é então transformada em vulnerabilidade de aquíferos, variando entre alta e negligenciável.

O SIG é extremamente útil quando se tem que cruzar informações de várias cartas. O uso deste sistema, no caso particular dos sistemas aquíferos, possibilita a delimitação de áreas e regiões favoráveis levando em consideração todos os aspectos relevantes.

4.1 Etapas da elaboração do mapa de vulnerabilidade

O mapa de vulnerabilidade foi elaborado de acordo com os dados existentes.

O mapa de Ocorrência do lençol freático foi vetorizado e confeccionado através do Mapa de Favorabilidade do Projeto Hidrogeológico do Rio de Janeiro utilizando o software Arc View. Neste estão inseridos os aquíferos: Fluviodeltaico, Emborê, São Tomé I, São Tomé II, Barreiras e Aluvio – Lacustre. Após a identificação dos tipos de ocorrência dos aquíferos, foi possível determinar os índices GOD para cada um deles, conforme a **tabela 1**.

Tipo do Aquífero	Índice GOD
Fluviodeltaico (aquífero livre)	1,0
Emborê (aquífero confinado)	0,2
São Tomé II (aquífero confinado)	0,2
São Tomé I (aquífero confinado)	0,2
Barreiras (aquífero livre)	1,0
Aluvio – Lacustre (aquífero livre)	1,0

Tabela 1 – Determinação do índice GOD para o parâmetro Tipo de Ocorrência do Aquífero

O mapa de Litologia da zona vadosa foi obtido através de informações de 594 pontos de sondagens realizadas pelo PROJIR assim distribuídas: 549 pontos de sondagens e 45 pontos por meio de GPS realizado por Ramos, 2000.

Considerou-se a camada de maior espessura do material, acima de 2 m, identificando-se com isso três tipos características litológicas. São elas:

TIPO	Característica litológica	% ARGILA	% SILTE	% AREIA	Índice GOD
A	Argila pouco siltosa	> 60	< 35	< 25	0,3
B	Argila siltosa e/ou silte argiloso com areia	< 60	> 35	>25 e < 40	0,5
C	Areia	-	-	> 40	0,7

Tabela 2 – Determinação do índice GOD para o parâmetro Litologia da Zona Insaturada - Fonte: Ramos, 2000.

Na determinação do mapa de vulnerabilidade foi considerado a profundidade do lençol freático variando de 1,5 m a 3 m. Esse valor foi obtido através de dados de sondagens.

O índice de vulnerabilidade GOD foi obtido através da multiplicação dos índices de cada parâmetro que apresentavam a mesma posição geográfica. A integração destes índices pode ser acompanhada através de cálculos realizados nas tabelas seguintes.

Tipo de Ocorrência na zona insaturada	Litologia da Zona Insaturada		
	A (0,3)	B (0,5)	C (0,7)
Fluviodeltaico (aquífero livre) (1,0)	0,3	0,5	0,7
Emborê (aquífero confinado) (0,2)	0,06	0,1	0,14
São Tomé II (aquífero confinado) (0,2)	0,06	0,1	0,14
São Tomé I (aquífero confinado) (0,2)	0,06	0,1	0,14
Barreiras (aquífero livre) (1,0)	0,3	0,5	0,7
Aluvio – Lacustre (aquífero livre) (1,0)	0,3	0,5	0,7

Tabela 3 – Determinação parcial dos índices de vulnerabilidade através da multiplicação dos índices dos fatores litologia da Zona Insaturada e Tipos de Ocorrência dos Aquíferos.

Índice Parcial	Profundidade da água subterrânea Inferiores a 5 m (0,9)
0,3	0,27
0,06	0,054
0,06	0,054
0,06	0,054
0,3	0,27
0,3	0,27
0,3	0,27
0,5	0,45
0,1	0,09
0,1	0,09
0,1	0,09
0,5	0,45
0,5	0,45
0,7	0,63
0,14	0,126
0,14	0,126
0,14	0,126
0,7	0,63
0,7	0,63

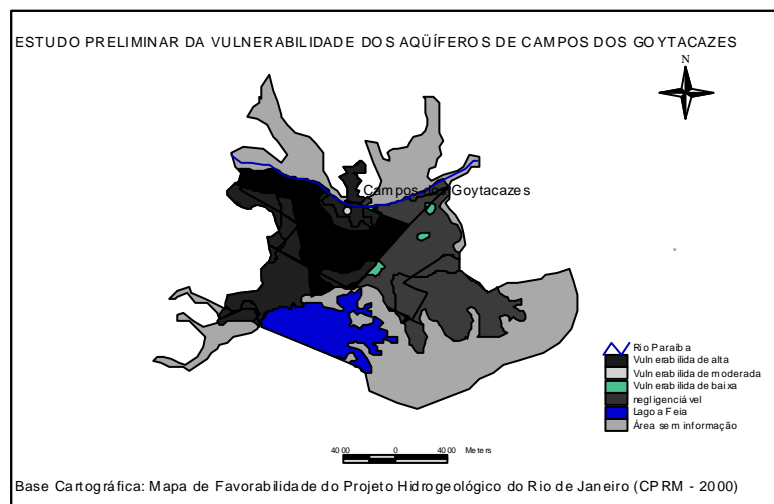
Tabela 4 – Determinação final dos índices de vulnerabilidade através da multiplicação dos índices dos parciais com os índices do parâmetro Profundidade da Água Subterrânea

Assim, esses índices foram agrupados em classes de vulnerabilidade. **Tabela 5**

Índice de Vulnerabilidade	Classes de Vulnerabilidade
0,45 – 0,63	Alta
0,126 - 0,27	Moderada
0,09 – 0,126	Baixa
0,054 – 0,09	Negligenciável

5. Resultado

O resultado deste trabalho é um mapa preliminar indicando regiões menos vulneráveis, mais vulneráveis, moderadas e negligenciável.



As análises de vulnerabilidade podem constituir-se em um instrumento bastante eficaz no planejamento urbano e estratégico para o município.

A elaboração deste estudo possibilitou um primeiro contato com as diferentes metodologias e trabalhos existentes permitindo uma análise ainda muito preliminar da vulnerabilidade dos aquíferos de Campos. Posteriormente serão levantados dados de campo e realizadas pesquisas bibliográficas para um embasamento maior sobre a região e o assunto em questão.

6. Bibliografia

Rosário, Fátima Ferreira - *A Prevenção da Contaminação de Aquíferos por combustíveis através de análises de vulnerabilidade Estudo de Caso: XXIV Barra da Tijuca* - Tese - Rio de Janeiro, UFRJ – COPPE – RIBEIRO,

José Alberto & Veríssimo, L. S. Projeto AMCARI – Avaliação Ambiental da Região do Cariri; Vulnerabilidade Natural das Unidades Aquíferas. Fortaleza: CPRM, 1995.

PROJETO RIO DE JANEIRO (2000). Relatórios Técnicos. Brasília, CPRM - Serviço Geológico do Brasil Departamento de Recursos Minerais - DRM - RJ.

PROJIR (1984). Relatórios Técnicos Setoriais volume I Tomo 1 a 3; Estudos e Levantamentos Pedológicos. Campos dos Goytacazes, Projeto de Irrigação e Drenagem da Cana-de-açúcar na Região Norte-Fluminense.

RAMOS, I. S. et. al. (2001). Estudos para implantação de uma zona de proteção à mineração em Campos dos Goytacazes. Campos dos Goytacazes, Laboratório de Engenharia Civil, Universidade Estadual do Norte Fluminense.