

## Metodologia DRASTIC na análise da vulnerabilidade dos aquíferos livres de Campos dos Goytacazes

Maria da Glória Alves <sup>(1)</sup>  
Izabel de Souza Ramos <sup>(1)</sup>  
Romeu Coridola <sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup> Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro – UENF/ CCT/ LECIV  
Av. Alberto Lamego, 2000 – Parque Califórnia, Campos de Goytacazes, Rio de Janeiro.  
CEP: 28013 – 602. Telefone: 022-2726-1517.  
E-mail: mgloria@uenf.br, izabelram@gmail.com, coridola@zipmail.com.br

**Abstract.** The analysis of vulnerability of aquifer to the contamination is one of the adjusted forms more of if facing the preservation of the quality of the underground resources. Among the different used methods in the vulnerability mapping, it was opted to detail method DRASTIC, to evaluate the water-bearing vulnerability of front the possible contaminations. The sum of the products and Weights of notes in each index of vulnerability Drastic produced the final score then transformed into natural vulnerability to contamination of the aquifers ranging from extreme and low. Techniques of the Geoprocessing and the software ARCGIS 9.0 were used in the elaboration and crossing of the thematic maps resulting in the vulnerability map with the class varying of minimum to the extreme. The analysis of the vulnerability to contamination of the aquifers of the city was held free from the crossing of seven maps: depth of the water table, recharge the aquifer, type of aquifer, type of soil, topography, impact of the unsaturated zone and hydraulic conductivity. According to figures used by the method were generated four classes of vulnerability, from which it was created the map natural vulnerability of aquifers free. The results and discussions will serve as an instrument to the regional planning and management of the resources-hydrics, a time that, defined the areas of biggest and lesser susceptible to the contamination that can be caused by the antropics activity.

**Palavras-chave:** aquífero, contaminação, geoprocessamento, vulnerabilidade, metodologia DRASTIC, aquifer, contamination, geoprocessing, vulnerability, methodology DRASTIC

### 1. Introdução

O abastecimento de água no Município de Campos de Goytacazes - RJ é realizado de duas formas: superficial, através do Rio Paraíba do Sul e subterrâneo, através de poços profundos e uma grande quantidade de poços rasos (cacimba), estando estes vulneráveis a diversos tipos de poluição e/ou contaminação, tais como: “fossas sépticas”, tubulações de esgoto com fissuras, disposição inadequada de resíduos sólidos, cemitérios e de muitas outras formas, Caetano (2000).

A proteção dos aquíferos implica em uma especial preocupação, devido à dificuldade e a impraticabilidade de se promover à remoção dos poluentes de fontes pontuais de captação (poços) e ao fato de que a reabilitação de um aquífero poluído requer custo muito elevado, Foster e Hirata (1991).

Segundo Hirata (1994), a análise de vulnerabilidade dos aquíferos à contaminação antrópica é, seguramente, uma das formas mais adequadas de se encarar a preservação da qualidade dos recursos hídricos subterrâneos. Tendo-se mostrado fundamental na tomada de decisões e direcionando a escolhas de áreas para realizações de atividades potencialmente poluidoras, pois a determinação dos índices de vulnerabilidade fornece subsídios para a

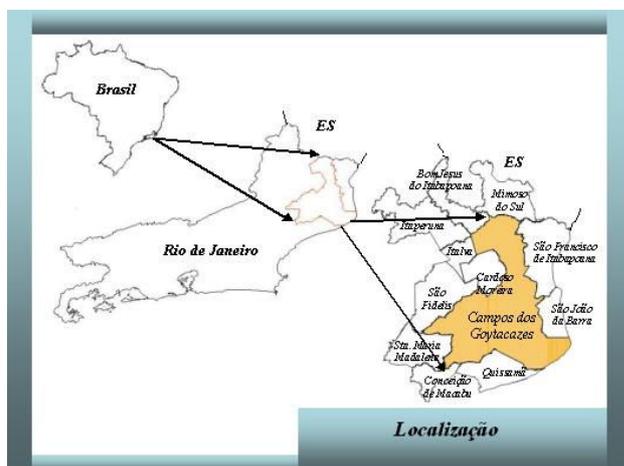
prevenção e reconhecimento de áreas mais sensíveis à contaminação, assegurando a qualidade das águas subterrâneas para gerações atuais e futuras, Coridola *et al* (2005).

Assim sendo, pretendeu-se com este trabalho, através da metodologia DRASTIC, determinar quais as regiões que apresentam maior susceptibilidade à contaminação e assim possibilitar a proposição de estudos detalhados para regiões com índice de elevada vulnerabilidade.

Na aplicação desta metodologia, o conhecimento geotécnico, hidrogeológico e dos softwares ARCVIEW 3.2 a e ARCGIS 9.0, subsidiaram a obtenção dos mapas de vulnerabilidade. Estes servirão de suporte nas proposições do uso adequado do meio físico e melhor gerenciamento dos recursos hídricos.

## 2. Caracterização da Área de Estudo

Localizado na Região Norte do Estado do Rio de Janeiro o Município de Campos dos Goytacazes (Figura 1) possui uma área de 4.037 km<sup>2</sup> e uma população de 426.154 habitantes, IBGE (2007).



**Figura 1. Localização do Município de Campos dos Goytacazes – RJ.**

O Projeto Planágua, SEMADS (2001), apresentam os aquíferos da Bacia Sedimentar de Campos dos Goytacazes, como de inegável importância pelo alto potencial associado a uma boa qualidade da água, mas alguns aquíferos apresentam uma vulnerabilidade alta e devem ser tratados como objeto de estudo.

A área de estudo é caracterizada por duas categorias de aquíferos: o aquífero fraturado e o poroso. O estudo foi desenvolvido no aquífero poroso (aquífero livre) do Município que é composto pelos sedimentos arenosos e argilosos do Quaternário, os sedimentos do Terciário da Formação Barreiras e os solos residuais provenientes do intemperismo das rochas pré-cambrianas.

## 3. Metodologia

Para o estudo de vulnerabilidade à contaminação de aquíferos livres, optou-se por desenvolver a metodologia DRASTIC proposta por ALLER *et al* (1987).

### 3.1. Método DRASTIC

A análise da vulnerabilidade iniciou com a criação de um banco de dados com informações sobre geologia, pedologia e geomorfologia, importados para um ambiente GIS.

Também foram importados, para este ambiente, tabelas referentes à profundidade do lençol freático, balanços hídricos (armazenamento do solo), classificação granulométrica do solo, topografia, e valores de condutividade hidráulica.

O Método DRASTIC fornece um índice relativo de potencial à contaminação de águas subterrâneas e a valoração de cada parâmetro depende de sua importância relativa, em função de características intrínsecas da própria hidrogeologia da região em estudo.

Foi atribuído um peso ( $p$ ) variando de 1 a 5, tendo os parâmetros mais significativos pesos iguais a 5. Foram também atribuídas às classes de cada fator DRASTIC, notas ( $n$ ) variando de 0 a 1, determinando índices para cada unidade com respeito ao potencial de contaminação, sendo que as unidades mais sensíveis, receberam pesos mais próximos a 1.

Após a fase de atribuição de valores foi realizado o cruzamento dos mapas: mapa de profundidade do lençol freático (D), mapa de recarga do aquífero (R), mapa de tipo de aquífero (A), mapa de tipo de solos (S), mapa de topografia (T), mapa de impacto da zona não saturada (I) e o mapa de condutividade hidráulica (C).

A soma dos produtos dos pesos e notas de cada índice de vulnerabilidade DRASTIC ( $Dn \cdot Dp + Rn \cdot Rp + An \cdot Ap + Sn \cdot Sp + Tn \cdot Tp + In \cdot Ip + Cn \cdot Cp$ ; Onde:  $n$  – nota atribuída ao parâmetro e  $p$  – peso atribuído ao parâmetro) produziu a classificação final (Tabela 1), transformada então em vulnerabilidade natural à contaminação dos aquíferos livres de Campos dos Goytacazes, variando entre extrema a baixa conforme mostrado na Figura 2.

**Tabela 1. Classes de vulnerabilidade, Aller *et al* (1987).**

Baixa	Moderada	Alta	Extrema
23 a 119	120 a 149	150 a 179	180 a 230

Para a geração e cruzamentos dos mapas foram utilizadas técnicas de geoprocessamento e os softwares ARCVIEW 3.2 a e ARCGIS 9.0.

#### 4. Resultados

O resultado da análise de vulnerabilidade indicou variações de classes alternando entre baixa a extrema.

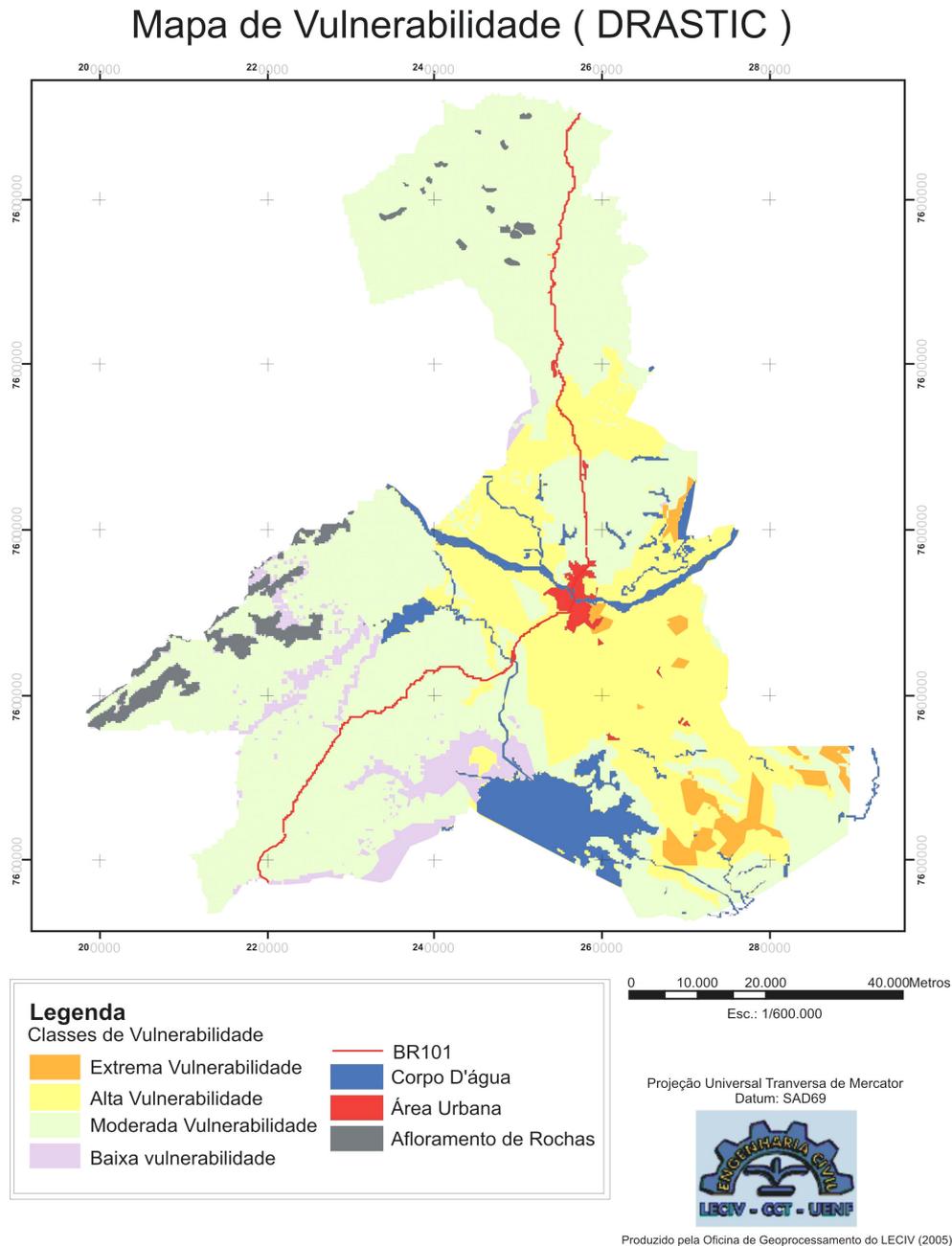
Ao sudoeste e ao norte do Município, onde ocorrem os solos residuais, foi encontrada vulnerabilidade moderada, apresentando nível d'água mais profundo (T) e pequenas variações nos teores de argila (I). Também influenciou a topografia (T) mais elevada que proporcionam um maior escoamento superficial.

A Formação Barreiras composta por argissolos amarelo e latossolos amarelo (S) apresentam vulnerabilidade moderada e alta, justificada pelas características de seus sedimentos argilosos e arenosos (I). Outro aspecto importante está relacionado a uma significativa recarga (R) na região.

Os sedimentos quaternários apresentam áreas com classes de vulnerabilidade variando de baixa a extrema, caracterizada pela topografia plana (T), nível d'água mais elevado (D) e também por sua recarga (R). A vulnerabilidade extrema é justificada por áreas compostas pelos espodossolos e os bolsões de areia localizados nos Cambissolos Eutrófico e Neossolo Fluvico (S) representada pela maior condutividade hidráulica (C) que favorecem alta probabilidade á infiltração.

As áreas representadas por vulnerabilidade alta e moderada são justificadas pela presença de sedimentos arenosos, materiais argilo-siltosos e argilosos da planície de inundação (I). Em especial os Gleysolos situados ao sudeste do Município apresentam uma vulnerabilidade

moderada devido a uma maior recarga (R), enquanto os gleysolos e organossolo (S), encontrados a sudoeste do Município, apresentam vulnerabilidade baixa devido a apresentar baixa recarga(R).



**Figura 2. Mapa de vulnerabilidade natural dos aquíferos de livres do Município de Campos dos Goytacazes.**

#### 4. Conclusões

A vulnerabilidade de todo Município variou de baixa a extrema. Os pontos de vulnerabilidade extrema se encontram na parte central do Município, caracterizados pelos bolsões de areia e areias quartzosas referentes aos sedimentos Quaternários. Para a região dos sedimentos de Formação Barreiras, as áreas variam de alta e moderada vulnerabilidade. Já nos

solos residuais provenientes do embasamento cristalino, tem-se a vulnerabilidade natural variando de alta, moderada e baixa.

Os resultados encontrados mostram que a metodologia é de extrema utilidade para o planejamento e gerenciamento municipal principalmente por haver uma grande incidência de usuários de poços rasos em áreas de extrema e alta vulnerabilidade. Recomenda-se o monitoramento e análise da qualidade das águas nas proximidades das fontes potencialmente contaminantes já detectadas em trabalhos anteriores.

## 5. Referências

Aller, L.; Bennet, T.; Lehr, J. H. & Petty, R. J. **DRASTIC: a standardized system for evaluating groundwater pollution potencial using hydrogeologic settings**. 1987. (U.S. EPA Report 600/2-85/018)

Caetano, L. C. **Água Subterrânea no Município de Campos dos Goytacazes, Rio de Janeiro, Brasil: Uma opção para o abastecimento**. 2000. 163p. Dissertação (Mestrado em Geociências, Área de Administração e Política de Recursos Minerais). Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), Campinas, 2000.

Coridola, R; Vieira, E. M; Alves, M.G; Almeida, F.T. Diagnóstico das fontes potencialmente poluidoras no Município de Campos dos Goytacazes-RJ. In: Congresso Brasileiro de Cartografia (CBC), 2005, Macaé. **Anais...** CD-ROM.

Costa. A.N. **O uso do mapeamento geológico-geotécnico e técnicas de geoprocessamento para o planejamento da expansão urbana do Município de Campos dos Goytacazes/RJ**. 2005. 80p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Universidade Estadual Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF). Campos dos Goytacazes, 2005.

CPRM - Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais. **Projeto Rio de Janeiro**. Brasília: Ministério das Minas e Energia / Secretaria de Minas e Metalurgia / Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais, 2001. CD-ROM

Ferreira, S. **Estudo da vulnerabilidade à contaminação da águas subterrâneas na Região de Ribeirão Preto-SP**. 1992. 80p. Dissertação (Mestrado). Universidade do Estado de São Paulo (UNESP). Rio Claro, 1992.

Foster, S. S. D. e Hirata, R. **Determinacion del Riesgo de Contaminacion de Águas Subterrâneas – una metodologia basada en datos existentes**. 2ª Edição. Peru: Centro Panamericano de Ingenieria Sanitaria y Ciencias del Ambiente / Organizacion Mundial de la Salud, 1991, 81p.

Hirata, R.C.A. & Ferreira, L.M.R. Os Aquíferos da Bacia Hidrográfica do alto Tietê: Disponibilidade Hídrica e Vulnerabilidade à Poluição. **Revista Brasileira de Geociências**, Vol.31, 2001.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Contagem da População do Município de Campos dos Goytacazes Disponível em: <http://www.ibge.com.br>. Acesso em 10 de julho de 2008.

Lima, T.V. **Estudos da produção de blocos de solo-cimento com matérias primas no núcleo urbano da cidade de Campos dos Goytacazes – RJ**. 2006. 70p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Universidade Estadual Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF). Campos dos Goytacazes, 2006.

Meaulo, F.J., Lima, A.A. & Cerri, L.E.S. Análise das principais alterações dos sistemas de avaliação dos índices de vulnerabilidade natural à poluição do aquífero, método GOD. In: XVI Simpósio Brasileiro dos Recursos Hídricos, 2004, João Pessoa. **Anais...** CD-ROM.

Ramos, I.S. **Delimitação, caracterização e cubagem da região de exploração de argila no Município de Campos dos Goytacazes**. 2001. 80p. Dissertação (Mestrado em Ciências de Engenharia). Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF). Campos dos Goytacazes, 2001.

Ramos, I.S; Barroso, J; Alves, M.G; 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: XI Simpósio Brasileiro de

Sensoriamento Remoto (SBSR), 2002, Belo Horizonte. **Anais...** CD-ROM.

Ribeiro, L.R. **Análise qualitativa e quantitativa de erosão laminar no município de Campos dos Goytacazes – RJ através de técnicas de geoprocessamento.** 2006. 70p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Universidade Estadual Norte Fluminense (UENF). Campos dos Goytacazes, 2006.

SEMADS - Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável. **Ambiente das Águas do Estado do Rio de Janeiro.** Rio de Janeiro: Projeto PLANÁGUA/SEMADS/GTZ. Coordenador William Weber. 2001. 230p.