

VULNERABILIDADE NATURAL DE AQUÍFEROS, BACIA DO RIO PARNAÍBA, ESCALA 1 : 500.000

¹Araújo, P.P.; ²Marques, S.S.

RESUMO: Este trabalho teve como objetivo principal a elaboração do mapa de vulnerabilidade de águas subterrâneas, visando à representação cartográfica de áreas potencialmente críticas, susceptíveis à poluição de aquíferos, com vistas ao planejamento de ações de proteção preventiva das águas subterrâneas, em nível regional. Utilizou-se o método GOD (Foster & Hirata, 1988). Os valores obtidos mostram que os aquíferos e “aquitards” possuem áreas com índices de vulnerabilidade à contaminação baixa (0,22 a 0,24) a moderada (0,33 - 0,47), assim como algumas áreas com índice de vulnerabilidade alto (0,56 - 0,60). Estes valores sinalizam as zonas desses aquíferos que podem, ou não, serem adversamente afetadas por uma carga qualquer de contaminantes.

Palavras-chave: vulnerabilidade de aquífero, metodologia GOD, planejamento regional, bacia do rio Parnaíba.

SUMMARY: This work had as its main objective the formulation of the statement of vulnerability of groundwater, seeking the cartographic representation of potentially critical areas, susceptible to pollution of aquifers, with a view to planning of preventive actions to protect groundwater, in the regional level. It was used the method GOD (Foster & Hirata, 1988). Figures obtained show that the aquifers and "aquitards" have areas with rates of vulnerability to contamination low (0.22 to 0.24) to moderate (0.33 - 0.47), as well as some areas with high index of vulnerability (0.56 - 0.60). These figures indicate the areas of aquifers that may or may not, be adversely affected by a load of any contaminants.

Keywords: vulnerability of aquifer, methodology GOD, regional planning, river basin Parnaíba.

INTRODUÇÃO: A exploração das águas subterrâneas na Bacia do Rio Parnaíba, em especial na área SC.23 – X, é marcada pelo imediatismo de uso do recurso hídrico, prevalecendo o descontrole e a falta de mecanismos legais e normativos. Nestas condições, os aquíferos, em diferentes áreas, estão sujeitos aos impactos da extração descontrolada por poços e a ocupação indisciplinada do solo, pondo em risco a qualidade das águas subterrâneas.

O reconhecimento de que as águas subterrâneas constituem uma reserva estratégica e importante para o abastecimento público e o desenvolvimento de uma determinada região, remete a uma especial preocupação com a proteção dos aquíferos.

¹ Geólogo, Mestre em Hidrogeologia, Divisão de Gestão Territorial da Amazônia – DIGEAM/DHT, CPRM, CEP66.095-110, Belém, PA. Fone (91) 32768577. e-mail: ppontes@be.cprm.gov.br; ²Geóloga, Especialista em Gestão Territorial, Divisão de Gestão Territorial da Amazônia – DIGEAM/DHT, CPRM, Belém, PA.

A área SC.23 - X, está localizada no baixo curso da Bacia do rio Parnaíba, entre os paralelos, sul 8⁰⁰' e 10⁰⁰' e entre os meridianos, oeste 42⁰⁰' e 45⁰⁰'. Encontra-se na margem direita do rio Parnaíba, tendo como principal aglomerado urbano as cidades de Bom Jesus, Canto do Buriti, São João do Piauí e São Raimundo Nonato. Possui uma superfície aproximada de 72.600 km², abrangendo parte do extremo sul do Estado do Piauí e uma parte da região noroeste do Estado da Bahia. Quase a totalidade da área está incluída no polígono das secas.

Este trabalho teve como objetivo principal a elaboração do mapa de vulnerabilidade de águas subterrâneas, em nível de reconhecimento regional, visando à representação cartográfica de áreas potencialmente críticas, susceptíveis à poluição de aquíferos. De outra feita, ele pretende subsidiar a implantação de um planejamento de uso sustentável e indicador de ações de proteção preventiva das águas subterrâneas. Os dados utilizados para a elaboração do mapa de vulnerabilidade de aquíferos estão embasados nos parâmetros litológicos, hidráulicos e tipo de ocorrência de aquíferos coletados durante o Inventário Hidrogeológico Básico – SUDENE - SC.23 – X.

JUSTIFICATIVA TÉCNICA: De acordo com Foster & Hirata (1988), “a vulnerabilidade de um aquífero à poluição significa sua maior ou menor susceptibilidade de ser afetado por uma carga contaminante imposta. É um conceito inverso ao de capacidade de assimilação de um corpo de água receptor, com a diferença de que um aquífero possui uma cobertura não saturada que proporciona uma proteção adicional. A caracterização da vulnerabilidade natural do aquífero pode ser mais bem expressa por meio dos seguintes fatores: a) acessibilidade da zona saturada à penetração de poluentes; b) capacidade de atenuação, resultante de retenção físico-química ou “reação de poluentes”. Estes dois fatores são passíveis de interação com os elementos característicos da carga poluidora, a saber: a) modo de disposição no solo ou em subsuperfície; b) a mobilidade físico-química e a persistência do poluente”.

De acordo com Albinet & Margat (1970) e Aller et al (1985), mapeamentos de vulnerabilidade de aquífero, generalizados e simplificados, vem sendo mundialmente desenvolvidos de forma progressiva em áreas onde não existe informação suficiente ou dados adequados.

Mapas de vulnerabilidade obtidos por meio de metodologias simplificadas como essa, devem ser sempre interpretados com certa precaução, uma vez que não existe, num ambiente típico de contaminação, uma vulnerabilidade geral a um contaminante universal.

Assim, considera-se justificável tecnicamente que uma classificação de índice de vulnerabilidade de aquíferos, na área em foco, pode ser útil em nível de planejamento regional de proteção preventiva das águas subterrâneas, não obstante seja usada uma metodologia Foster (1988). Ressalte-se que este índice de classificação de vulnerabilidade de aquífero à poluição das águas subterrâneas não se refere à contaminantes móveis e persistentes, ou seja, aqueles que não sofrem retenção significativa ou transformação durante o transporte em subsuperfície.

ASPECTOS GERAIS DA HIDROGEOLOGIA REGIONAL: O domínio hidrogeológico regional é correlativo aos compartimentos geológicos existentes na área de estudo – os Sedimentos da Bacia do Rio Parnaíba e o Embasamento Cristalino. O domínio dos sedimentos da Bacia do Rio Parnaíba é constituído por aquíferos de porosidade primária com boa a regulares permeabilidades, enquanto que o domínio do Embasamento Cristalino constitui um aquífero fissural, típico de rochas duras / cristalinas fraturadas, com porosidade e permeabilidade baixas.

Na área de estudo as águas subterrâneas vêm sendo exploradas a mais de 50 de anos de forma desordenada. Na última década, as perfurações de poços tubulares aumentaram significativamente devido aos períodos prolongados de estiagem e o aumento populacional, além da rapidez e baixo custo da perfuração de poços tubulares para captação de água potável.

MATERIAL E MÉTODO: Neste trabalho, de definição de vulnerabilidade natural de aquífero, procurou-se utilizar dados existentes e levantamentos hidrogeológicos disponíveis, que se baseiam em investigações de campo, incluindo amostragens e medições de nível da água. Considerou-se à realização de trabalhos de reconhecimento básico, em âmbito regional da situação de vulnerabilidade dos aquíferos da área SC.23 – X, escala 1:500.000, de modo a identificar e a delimitar áreas potencialmente críticas.

Para a avaliação da vulnerabilidade natural do aquífero utilizou-se a metodologia de Foster (1988), a qual englobou sucessivamente três fases. A primeira consistiu-se na identificação do tipo de ocorrência da água subterrânea, num intervalo de 0 - 1. A segunda fase tratou da especificação dos tipos litológicos acima da zona saturada no aquífero, com a discriminação do grau de consolidação (presença ou ausência de permeabilidade por fissuras) e das características granulométricas. Este fator é representado numa escala de 0,4 - 1,0, além de um sufixo para os casos de tipos litológicos que apresentem fissuras ou com baixa capacidade de atenuação de contaminantes. A terceira fase consistiu-se na determinação da profundidade do nível da água (ou do teto de aquífero confinado), representada numa escala de 0,4 - 1,0. O produto destes três parâmetros determinou o índice de vulnerabilidade, expresso numa escala de 0 - 1, em termos relativos. Utilizou-se o programa ArcView 3.2 para o geoprocessamento das informações acima referidos.

Uma vez definido a vulnerabilidade natural do aquífero, tendo por base a geologia de superfície, foi representada em mapa a delimitação das áreas de acordo com o índice correspondente. Em cada domínio geológico foram, também, representados os parâmetros hidrogeológicos adotados, como referência para uma avaliação das suas principais características.

RESULTADOS E DISCUSSÕES: Os índices obtidos, através do método GOD, mostram que os aquíferos e “aquitards” dos sedimentos, possuem áreas com vulnerabilidade à contaminação baixa (0,22 a 0,24) a moderada (0,33 - 0,47), assim como áreas com índice de vulnerabilidade alto (0,56 -

0,60). Segundo Foster (1987), estes valores sinalizam as zonas desses aquíferos que podem ser adversamente afetadas por uma carga qualquer de contaminantes (Figura 1).

Nas zonas onde o índice de vulnerabilidade é *baixo*, as águas dos aquíferos podem ser atingidas de forma relativamente lenta por contaminantes degradáveis, como bactérias e vírus, não sendo vulneráveis à maioria dos contaminantes. Em zonas onde o índice de vulnerabilidade é *moderado*, as águas dos aquíferos podem em longo prazo, sofrer modificações por contaminantes moderadamente móveis, mais persistentes como hidrocarbonetos halogenados ou não halogenados e alguns metais pesados. Sais menos solúveis são também incluídos nesse grupo. Nas zonas onde o índice de vulnerabilidade é *alto*, as águas dos aquíferos são suscetíveis a muitos contaminantes exceto aqueles que são muito absorvíveis e/ou facilmente transformáveis (Costa, 1997 *apud* Araújo, 2001).

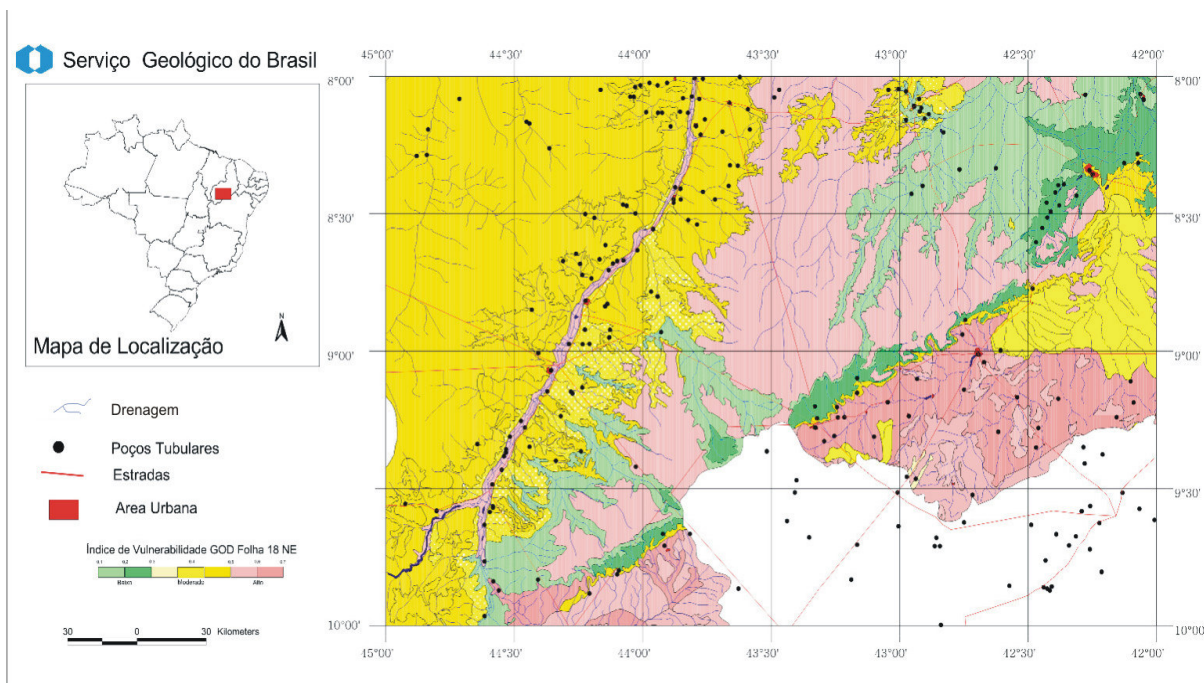


Figura 1. Vulnerabilidade natural de águas subterrâneas, extremo sul do Estado do Piauí e parte da região noroeste do Estado da Bahia – Escala 1: 500.000.

Em conformidade com Foster & Hirata (1988), para o planejamento de políticas e programas de prevenção e controle da poluição, recomenda-se que sejam consideradas duas estratégias ou concepções distintas: a primeira, aparentemente mais simples, consiste em impor diferentes níveis de restrição, por meio dos chamados perímetros de proteção em torno de poços ou baterias de poços, caracterizados cada zona por um tempo de trânsito específico (variando de meses a alguns anos) em relação a estas fontes de captação. Este enfoque, apesar da conveniência administrativa e simplicidade legislativa, apresenta as seguintes restrições a uma aplicação efetiva: a) o número crescente de poços em muitas áreas torna inviável o estabelecimento de zonas de proteção fixas; b) as deficiências dos dados e as incertezas técnicas dificultam o cálculo das dimensões requeridas

pelos perímetros de proteção, exigindo um trabalho de detalhe, caso a caso, normalmente oneroso e; c) o enfoque de perímetro de proteção está centrado no tempo de trânsito na zona saturada quando, na prática, é a zona não saturada a que oferece a barreira mais eficaz contra a contaminação. A segunda trata-se de promover o controle das atividades agrícolas, industriais e urbanas em face da vulnerabilidade do aquífero à poluição, considerando a importância local do recurso hídrico subterrâneo no fornecimento de água potável. A questão é definir-se sobre a liberação, ou não, de atividades poluidoras em áreas com índice de vulnerabilidade alto.

Para Foster & Hirata (1988), “a atitude mais realista e prática na conservação da qualidade das águas subterrâneas, talvez seja buscar a combinação das duas opções, por meio das seguintes diretrizes: a) exercer a proteção geral do aquífero, sobretudo na área de recarga, com medidas de controle das atividades que o afetam e; b) estabelecer áreas de proteção especial em torno das baterias de poços de abastecimento público de água”. Ressalte-se a importância do estabelecimento do controle rigoroso da velocidade dos veículos transportadores de material tóxico e de combustível, ao trafegarem por áreas onde o índice de vulnerabilidade é alto. Acidentes nestes trechos causariam danos irreparáveis aos aquíferos e a qualidade das águas subterrâneas.

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES: De acordo com os resultados da pesquisa de vulnerabilidade de aquífero e, considerando a importância local dos recursos hídricos subterrâneos no fornecimento de água potável, se faz necessário promover de imediato o controle das atividades de transporte rodoviário de cargas tóxicas, principalmente, nas áreas que apresentaram um índice alto de vulnerabilidade de contaminação do aquífero. Essas áreas são mais susceptíveis de serem contaminadas. Deste modo, o mapa de vulnerabilidade natural de aquíferos, em nível de reconhecimento regional, constituiu-se numa base técnica de planejamento para as ações governamentais preventivas de proteção dos aquíferos, na medida em que identifica e representa o zoneamento de áreas potencialmente críticas.

Nas áreas mais susceptíveis à poluição das águas subterrâneas são recomendadas pesquisas de detalhe e ações governamentais no sentido de promover debates, com a sociedade local, sobre o custo-benefício da existência e/ou implantação de indústrias, que produzem rejeitos químicos tóxicos e persistentes. Além dessas medidas, recomendam-se ainda discussões com as comunidades locais, no que se refere às atividades agrícolas, que dependem da aplicação de grandes quantidades de fertilizantes e praguicidas, e suas implicações na saúde humana.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBINET, M. & MARGAT, J. Cartographie de la vulnérabilité a la pollution des nappes d'eau souterraine. Bull BRGM 2me Series: 3 (4): 13-22 (1970).

ALLER, L, BENNET, T. LEHR, J.H. & PRETTY, R.J. - DRASTIC: a standardized system for evaluation groundwater pollution using hydrogeologic settings US-EPA Report 600/2-85/018 (1985).

ARAÚJO, Paulo Pontes. *Variações Sazonais dos Componentes Nitrogenados, em Aquífero Livre na Zona Urbana de Santa Isabel do Pará, Nordeste do Estado do Pará*. Universidade Federal do Pará. Dissertação (Mestrado), 113 p. (2001).

FOSTER, S.S.D. Fundamental concepts in aquifer vulnerability pollution risk and protection strategy. Proc. Int. Conf. "Vulnerability of Soil and Groundwater to Pollutants. (Noordwijk, The Netherlands, March-April (1988).