

IV-088 - VULNERABILIDADE NATURAL DO AQUÍFERO DO MUNICÍPIO DE OURÉM COM APLICAÇÃO DO MÉTODO GOD

Jorge Fernando Hungria Ferreira⁽¹⁾

Graduando de Engenharia Sanitária e Ambiental na Universidade Federal do Pará.

Juliana Iracy Saldanha Soares⁽²⁾

Graduanda de Engenharia Sanitária e Ambiental na Universidade Federal do Pará.

Aline Brígido Ferreira

Graduanda de Engenharia Sanitária e Ambiental na Universidade Federal do Pará.

Juliane Cristina Espíndula

Graduanda de Engenharia Sanitária e Ambiental na Universidade Federal do Pará.

Endereço⁽¹⁾: Rua Hildegard da Silva Nunes, 1144 - Centro – Santa Izabel do Pará - Pará - CEP: 6879-000 - Brasil - Tel: +55 (91) 98122-1720 - e-mail: fernandohughes13@hotmail.com.

Endereço⁽²⁾: Rua Domingos Marreiros, 307, apt 301. Umarizal – Belém – Pará – CEP: 66055-210 – Brasil – Tel +55 (91) 991507461 – e-mail: julianairacyss@gmail.com.

RESUMO

A água subterrânea é explorada por grande parte da população, e, no entanto sua qualidade preocupa devido às péssimas condições de saneamento nas cidades e atividades antrópicas. A pesquisa foi realizada no município de Ourém – PA. O Método GOD foi aplicado em 20 poços, da base de dados do SIAGAS, para determinar o grau de vulnerabilidade. A partir dos cálculos obteve-se um resultado de vulnerabilidade média e alta.

PALAVRAS-CHAVE: Águas subterrâneas, Contaminação, Aquífero, Método GOD, Vulnerabilidade.

INTRODUÇÃO

Em decorrência do aumento populacional existe uma necessidade cada vez maior de se utilizar os recursos naturais para suprir as necessidades essenciais da população, e a água sendo um dos componentes mais importantes à vida, tem sido cada vez mais explorada. Tanto os corpos d'água superficiais quanto os subterrâneos têm sido alvos de contaminação em decorrência das atividades industriais, agrícolas e domésticas, como por exemplo, o descarte irregular de resíduos sólidos no meio ambiente, falta de tratamento de esgotos, uso inadequado de agrotóxicos entre outros. E, portanto devido a esses fatores gera uma intensa preocupação em relação a sua qualidade, principalmente da água subterrânea, pois esta é utilizada por parcela significativa da sociedade que na maioria das vezes não possui sistema de abastecimento público. No entanto os altos riscos de contaminação aos aquíferos pode gerar uma degradação destes recursos e consequências para a população que o utiliza.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A vulnerabilidade à contaminação de um aquífero é o conjunto de características intrínsecas que determinam a sua susceptibilidade a ser eventualmente afetado por uma carga contaminante (Foster et al., 2002). Logo, a partir da determinação do índice de vulnerabilidade natural de um sistema aquífero é possível elaborar medidas apropriadas em áreas que podem estar mais suscetíveis a uma possível contaminação. As medidas a serem elaboradas devem ser tomadas de acordo com as atividades exercidas ou com atividades a serem exercidas nas áreas em que apresentam risco a contaminação. De acordo com Guiguer e Kohnke, os resultados de vulnerabilidade permitem às autoridades municipais e estaduais gerir seus recursos hídricos de maneira mais eficiente garantindo um desenvolvimento sustentável, e ao gestor de recursos hídricos tomar decisões como exemplo: onde instalar um poço municipal, zoneamento de uso e ocupação do solo, ou instalação de uma rede de monitoramento de qualidade das águas subterrâneas.

Há um grande número de metodologias que podem ser utilizadas para o cálculo da vulnerabilidade de sistemas aquíferos, porém para algumas localidades torna-se inviável a utilização de alguns métodos devido à falta de

dados necessários. Segundo Guiger e Kohnke, os métodos DRASTIC, AVI e GOD são os mais utilizados atualmente. Os métodos se diferenciam pela quantidade e tipo de dados necessários para sua utilização.

O método GOD (FOSTER et al., 1988) conforme Figura 1, é um índice que caracteriza a vulnerabilidade natural de um aquífero não levando em consideração uma possível carga de contaminação. Este método não necessita de muitas variáveis em relação a outras metodologias utilizadas, com isso a sua aplicabilidade torna-se mais simples e por isso mais utilizada em países em desenvolvimento por haver a disponibilização dos dados necessários para realização do estudo. Os parâmetros utilizados são o grau de confinamento hidráulico da água subterrânea no aquífero em questão (G), os estratos de cobertura (zona vadosa ou camada confinante), em termos da característica hidrogeológica e do grau de consolidação que determinam sua capacidade de atenuação do contaminante (O) e a profundidade até o lençol freático ou até o teto do aquífero confinado (D).

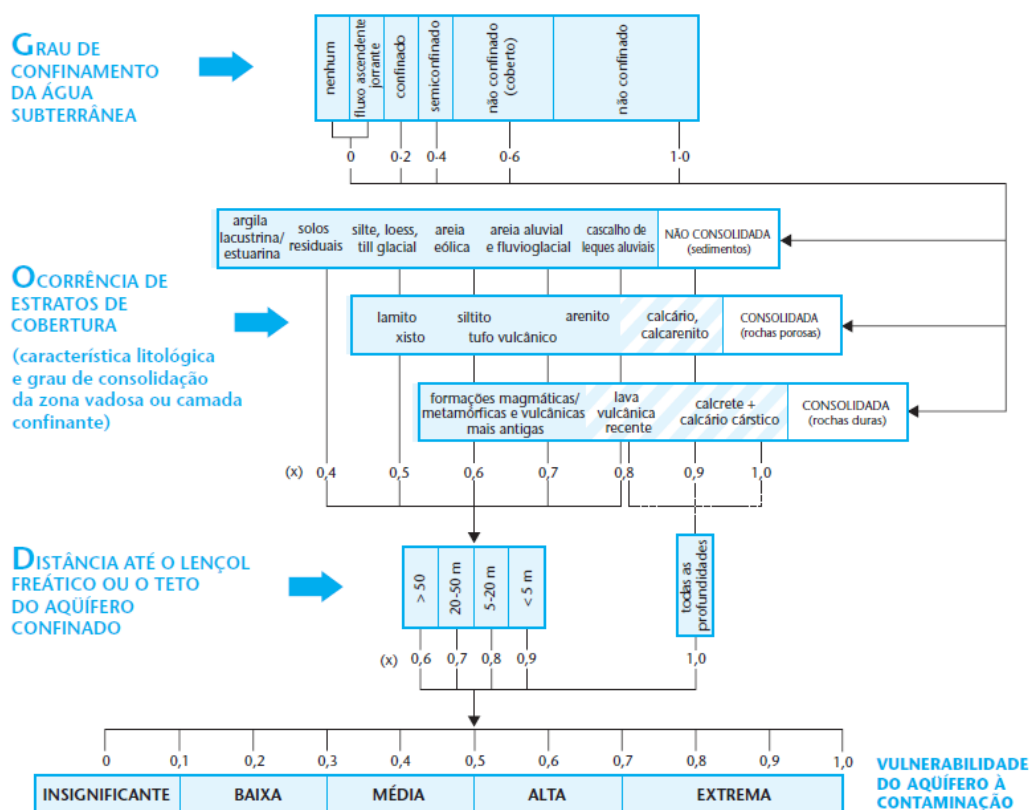


Figura 1: Método GOD para avaliação da vulnerabilidade. Fonte: FOSTER et al., 1988.

OBJETIVO

Conhecer o Grau de Vulnerabilidade do aquífero do município de Ourém, cidade localizada no estado do Pará, por meio da utilização do método GOD.

OBJETIVO ESPECÍFICO

- Caracterização da área de estudo para ter conhecimento das características econômicas, sociais e ambientais do município;
- Criar uma ferramenta no software Excel 2010 para facilitar o cálculo do método GOD;
- Elaboração do mapa de vulnerabilidade por meio do software Surfer 12;
- Determinar o grau de vulnerabilidade.

CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O município de Ourém, encontra-se na microrregião do Guamá, localizada na mesorregião do Nordeste Paraense, entre as coordenadas geográficas 1° 23' 49" a 1° 37' 20" de latitude sul; e de 47° 20' 27" a 46° 5' 0" de longitude oeste de Greenwich. Como pode ser visto na Figura 2.

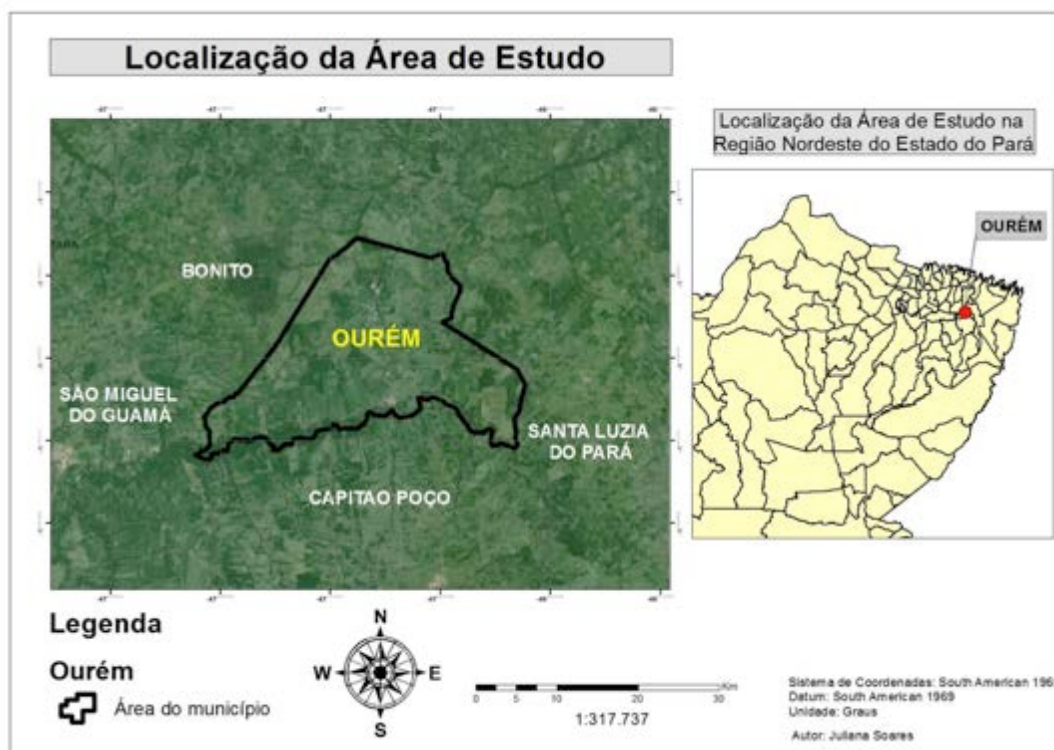


Figura 2: Mapa de localização do município de Ourém.

Ourém é uma pequena cidade, possuindo área de aproximadamente de 562,40 km² e uma população de 16.854 habitantes e densidade demográfica de 29,97 hab/km² (IBGE, 2013).

O principal rio do município é o Guamá, com clima úmido e índice pluviométrico que varia em torno de 2.250mm (IDESP, 2014). A vegetação do município já foi bastante agredida em virtude dos desmatamentos, possuindo hoje apenas uma floresta secundária, entretanto não possui nenhuma área protegida, e em virtude do crescimento desordenado da cidade houve o surgimento de locais sem a mínima estrutura de saneamento, sendo um fator de risco a contaminação dos aquíferos.

A economia de Ourém é baseada na exploração de seixo, brita e areia, materiais utilizados na construção e na confecção de artesanatos. Grande parte da população sobrevive das olarias. O município é o maior produtor de seixo do estado, chegando a abastecer a capital do estado do Pará (SEMA, 2013).

O despejo inadequado de resíduos sólidos no meio ambiente gera muitos problemas ambientais, pois o líquido resultante da decomposição desse material acaba infiltrando no solo e chegando aos aquíferos e o contaminando. O município de Ourém, contudo ainda não possui um aterro sanitário controlado, imposto pela Lei nº 12.305/10 para todas as cidades brasileiras, despejando seus resíduos em locais conhecidos como “lixões”.

METODOLOGIA

Para a obtenção dos valores de cada parâmetro do método, foi utilizado O Relatório de Poços da cidade de Ourém disponibilizados pelo Sistema de Informações de Águas Subterrâneas (SIAGAS) através do Serviço

Geológico do Brasil (CPRM). Para melhorar a análise do método GOD criou-se um programa na interface *Excel 2010*. Este consiste em analisar as escalas de pontuação para vulnerabilidade das águas subterrâneas estabelecidos pelo método GOD enquanto a sua litologia, profundidade do aquífero e seu grau de confinamento cruzado com os dados característicos do local em análise.

O programa está alimentado com todas as escalas de pontuação do método de análise de vulnerabilidade, basta apenas inserir as profundidades dos poços, espessura das camadas litológicas e grau de confinamento para obter a vulnerabilidade de cada poço.

Cálculo do grau de confinamento (G): Para o cálculo do grau de confinamento é necessário descrever que tipo de aquífero o poço está localizado, para isso criou-se uma tabela de códigos para facilitar a descrição e, por conseguinte a pontuação do “G”. Abaixo na Tabela 1.

Tabela 1: Grau de confinamento.

Grau de confinamento	Nenhum	Fluxo ascendente jorrante	Confinado	Semiconfinado	Não confinado (coberto)	Não confinado
Código	0	1	2	3	4	5
Nota	0	0	0,2	0,4	0,6	1

Preenchendo-se a coluna do tipo de aquífero com o código correspondente à situação, calcula-se automaticamente o “G”.

Cálculo da litologia (O): Para o cálculo a litologia é necessário inserir os valores das espessuras das camadas aos seus respectivos tipos de solo, como no exemplo a seguir na Tabela 2 e 3:

Tabela 2: Litologia.

Poço	Solo areno argiloso (m)	Solo arenoso (m)	Areia fina (m)	Areia muito fina (m)	Areia média (m)	Areia grossa (m)	Areia argilosa (m)
P 01	0,5	-	-	-	14	-	5,5

Tabela 3: Litologia.

Tipos de solo	Solo areno argiloso	Solo arenoso	Areia fina	Areia muito fina	Areia média	Areia grossa	Areia argilosa
Nota	0,525	0,65	0,6	0,55	0,65	0,7	0,525

Para as camadas não presente no poço em análise deve-se deixar o espaço de espessura em branco ou preencher como valor 0 como exemplificado no solo areno argiloso (Tabela 01).

Profundidade do aquífero (D): Para o cálculo da profundidade do aquífero, necessita apenas preencher a coluna da profundidade que a pontuação que a pontuação correspondente à profundidade é gerada na coluna “D”, como pode ser visto na Tabela 4.

Tabela 4: Profundidade do aquífero.

Profundidade até o lençol	Nota
> 50m	0,6
50 F 20m	0,7
20 F 5m	0,8
5 F 0m	0,9
Caso especial	1

Os casos especiais acontecem quando a formação do solo é de lava vulcânica recente ou calcrete mais calcário cárstico que caracterizam solos bastante permeáveis, ou seja, com alta vulnerabilidade, por isso a nota equivalente a esses solos é igual a 1.

Cálculo do GOD: Após o preenchimento correto da planilha, o cálculo do GOD é gerado automaticamente e a sua pontuação e sua classe de vulnerabilidade como no exemplo a seguir na Tabela 5:

Tabela 5: Cálculo do GOD

GOD	Vulnerabilidade
0,55	Alta
0,55	Alta
0,48	Média
0,46	Média
0,47	Média
0,49	Média

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A Figura 3 indica a localização dos poços no município de Ourém, dados obtidos no banco de dados SIAGAS.

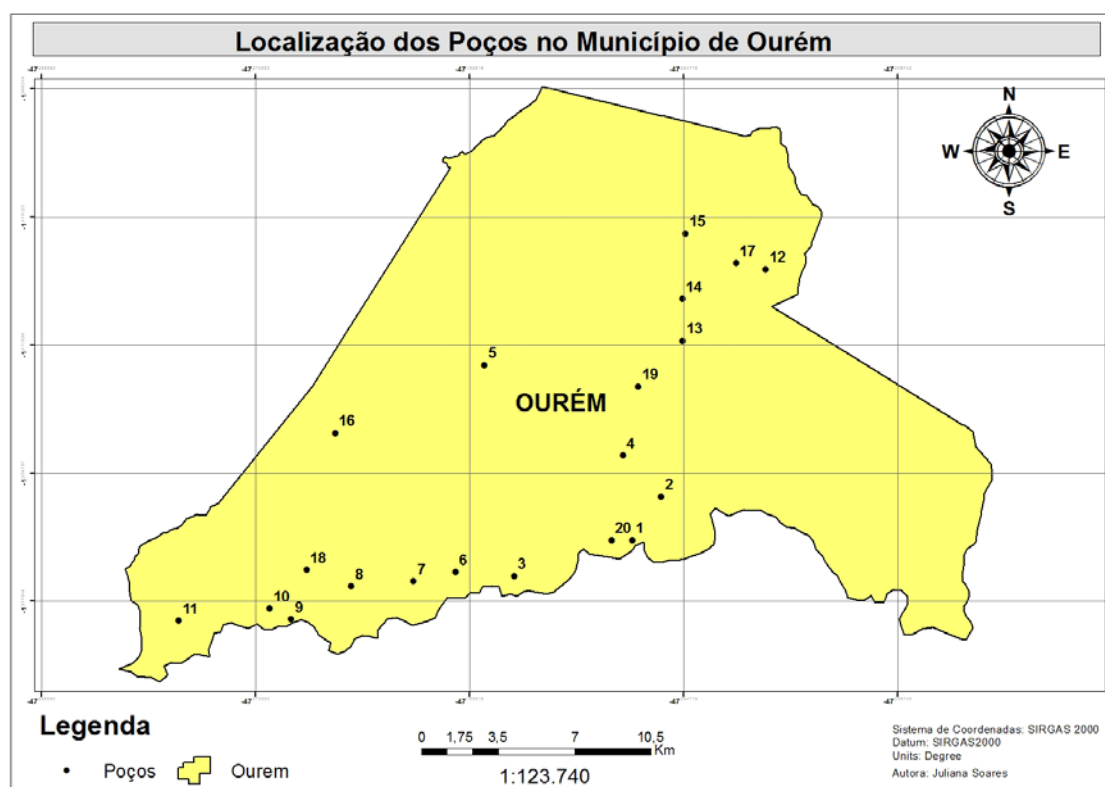


Figura 3: Mapa de localização dos poços no município de Ourém.

Por meio do programa criado pela equipe e com os dados obtidos no SIAGAS, foi possível trabalhar os dados e obter os seguintes resultados (Tabela 6).

Tabela 6: Tabela de resultados

POÇO	GOD	VULNERABILIDADE
P 01	0,55	Alta
P 02	0,48	Média
P 03	0,49	Média
P 04	0,55	Alta
P 05	0,54	Alta
P 06	0,48	Média
P 07	0,53	Alta
P 08	0,47	Média
P 09	0,49	Média
P 10	0,49	Média
P 11	0,49	Média
P 12	0,46	Média
P 13	0,47	Média
P 14	0,47	Média
P 15	0,42	Média
P 16	0,48	Média
P 17	0,5	Média
P 18	0,46	Média
P 19	0,46	Média
P 20	0,54	Alta

A Figura 4 foi elaborada utilizando os valores da Tabela 6. As escalas demonstram a vulnerabilidade do município de Ourém em função do seu grau de confinamento, da sua litologia e da profundidade do aquífero.

Mapa de Vulnerabilidade do Município de Ourém - Pará

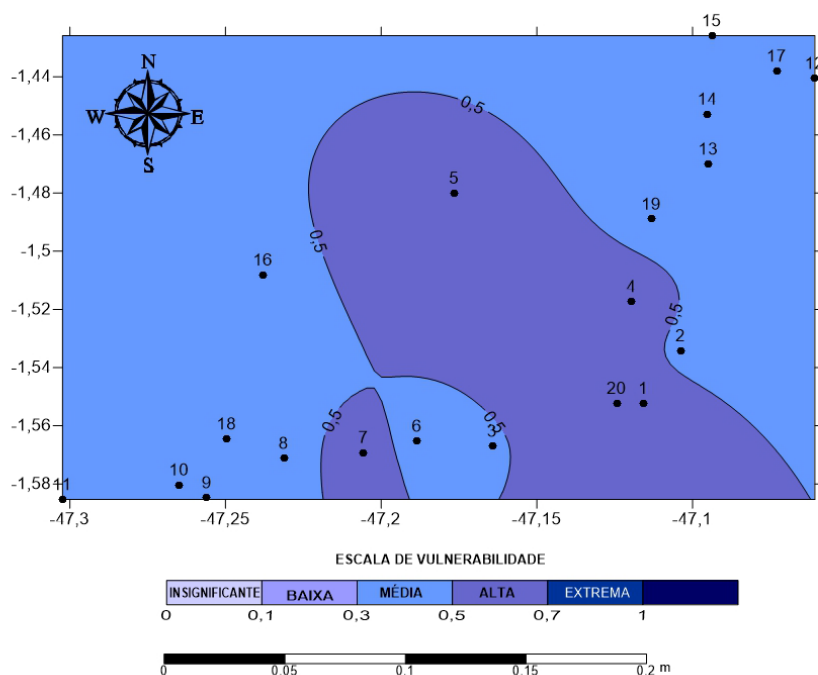


Figura 4: Mapa de Vulnerabilidade.

Após a análise do mapa 3 verifica-se que o município de Ourém possui índice variando de 0,42 à 0,55, caracterizando a vulnerabilidade do aquífero a contaminação de média a alta. De modo geral pode-se afirmar que a cidade possui altos índices de vulnerabilidade e, portanto, a característica do solo é de baixa resistência à entrada de poluentes.

CONCLUSÕES

É fundamental que seja realizado estudos sobre vulnerabilidade das águas subterrâneas para uma melhor gestão dos recursos hídricos, principalmente em zonas industriais e com grande número de habitantes, pois os mesmos geram águas residuais que podem comprometer a qualidade das águas em sub superfície.

Os gestores municipais podem através dos resultados obtidos pelo cálculo do GOD analisar quais regiões estão mais propícias a contaminação de acordo com as atividades praticadas ao longo do seu território. É necessária uma análise no contexto do município enquanto seu potencial poluidor.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ASCOM SEMA – FISCALIZAÇÃO COMBATE EXTRAÇÃO ILEGAL EM OURÉM. Disponível em: < <http://www.sema.pa.gov.br/2013/03/12/9309/> >. Acesso em 06 dez 2014.
2. CPRM – Serviço Geológico do Brasil. SISTEMAS DE INFORMAÇÕES DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS (SIAGAS).
3. IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. SÍNTESE DE INFORMAÇÕES. Disponível em: <<http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/temas.php?lang=&codmun=150540&idtema=16&search=||s%EDntese-das-informa%E7%F5es>>. Acesso em: 06 dez 2014.
4. INDICADORES DE QUALIDADE AMBIENTAL DOS MUNICÍPIOS DA REGIÃO DE INTEGRAÇÃO RIO CAPIM. Instituto de Desenvolvimento Econômico, Social e Ambiental do Pará - Belém: IDESP, 2012. 44 p.



5. FOSTER, S. S. D.; HIRATA, R. C. A. Groundwater pollution risk evaluation: the methodology using available data. Lima: CEPIS/PAHO/WHO, 1988.
6. GUIGUER, N., KOHNKE, M. W. MÉTODOS PARA DETERMINAÇÃO DA VULNERABILIDADE DE AQUÍFEROS. XII Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas. 13p.