



ANÁLISE DE POSSÍVEL VULNERABILIDADE DA ÁGUA SUBTERRÂNEA DA ÁREA URBANA DO MUNICÍPIO DE BENEVIDES NO ESTADO DO PARÁ.

Rafaela Peres¹; Adriano dos Reis Alves²; Marcos Vinicius da Silva Rebelo³; Fábio Venilson de Souza Pereira⁴; Wagner Monteiro Lucena⁵.

RESUMO

O presente trabalho visa analisar a vulnerabilidade da área urbana do município de Benevides através do teste de infiltração com o uso do infiltrômetro de anéis concêntricos. Para isso, *a priori* foi realizado um levantamento de informações básicas do município, pesquisas e testes *in loco* além de tratamento dos dados obtidos, como resultado obtivemos uma velocidade de infiltração básica e consequente vulnerabilidade.

ABSTRACT

The present work analyzes the vulnerability of the urban area of the municipality of Benevides through infiltration test using the infiltrometer of concentric rings. For that, *a priori* was a survey of basic information of the municipality, on-site research and testing as well as treatment of the data, as a result we obtained an infiltration rate and consequent vulnerability.

PALAVRAS CHAVE:

Vulnerabilidade, município de Benevides, teste de infiltração.

KEYWORDS:

Vulnerability, municipality of Benevides, infiltration test.

¹ Graduanda em Engenharia Sanitária e Ambiental pela Universidade Federal do Pará (UFPA). Rua Augusto Corrêa, 01 - Guamá. CEP 66075-110 - eng.rafaelaperes@gmail.com

² Graduando em Engenharia Sanitária e Ambiental pela Universidade Federal do Pará (UFPA). Rua Augusto Corrêa, 01 - Guamá. CEP 66075-110 - adrianoalves.conect@yahoo.com.br

³ Graduando em Engenharia Sanitária e Ambiental pela Universidade Federal do Pará (UFPA). Rua Augusto Corrêa, 01 - Guamá. CEP 66075-110 - viniciusrebelo@hotmail.com

⁴ Graduando em Engenharia Sanitária e Ambiental pela Universidade Federal do Pará (UFPA). Rua Augusto Corrêa, 01 - Guamá. CEP 66075-110 - fabiorootssousa@gmail.com

⁵ Graduando em Engenharia Sanitária e Ambiental pela Universidade Federal do Pará (UFPA). Rua Augusto Corrêa, 01 - Guamá. CEP 66075-110 - wm.lucena@bol.com.br



XXI SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS

Segurança Hídrica e Desenvolvimento Sustentável:
desafios do conhecimento e da gestão

De 22 a 27 de novembro de 2015, Brasília – DF

INTRODUÇÃO

A água subterrânea é de grande importância para centros urbanos e zonas rurais, entretanto, essa água subterrânea pode estar submetida a ações que alteram suas características e qualidade naturais, sendo as ações antrópicas responsáveis por algumas destas alterações degradando a água destinada para o consumo humano, a situação do saneamento principalmente do esgotamento sanitário tem forte relação com a qualidade da água subterrânea.

OBJETIVO GERAL:

Avaliar os riscos de contaminação dos aquíferos que abastecem o município de Benevides, no estado do Pará explorados para abastecimento público.

Objetivos específicos:

- Avaliar através do teste de infiltração a penetração da água próximo aos poços de captação de água subterrânea utilizados para abastecimento público;
- Avaliar a vulnerabilidade dos aquíferos do município.

DESENVOLVIMENTO

Para este artigo é fundamental a percepção de infiltração, sendo este o fenômeno de penetração pelo qual a água movimenta-se para baixo por meio da ação da gravidade. A infiltração depende da quantidade de água disponível para infiltrar, das características físicas do solo, das superfícies de cobertura do solo e das quantidades de água e de ar, inicialmente presentes no solo.

Segundo BERNARDO (1987) uma das grandezas características é a capacidade de infiltração, geralmente expressa em $mm.h^{-1}$ ou $mm.dia^{-1}$. A velocidade de infiltração básica é o valor mínimo e constante atingido pela infiltração ao passar por recargas. De acordo com Carvalho e Silva os parâmetros para classificação de VIB estão na tabela 1.

Solo de VIB baixa	VIB < 5 mm/h
Solo de VIB média	5 < VIB < 15 mm/h
Solo de VIB alta	15 < VIB < 30 mm/h
Solo de VIB muito alta	VIB > 30 mm/h

Tabela 1. Classificação de VIB. Fonte: Carvalho e Silva (2006).



XXI SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS

Segurança Hídrica e Desenvolvimento Sustentável:
desafios do conhecimento e da gestão

De 22 a 27 de novembro de 2015, Brasília – DF

Segundo o Sistema de Informação da Atenção Básica (SIAB) 85,7% da população residente no município de Benevides utiliza água proveniente do abastecimento público, o mesmo possui manancial de captação subterrâneo. O município se estende por 187,8 km² e contava com 51 651 habitantes no censo de 2010.

De acordo com o coordenador técnico do Sistema Autônomo de Abastecimento de Água e Esgoto de Benevides (SAEBE), este abastecimento é feito por microssistemas de captação de água subterrânea de poços confinados no qual é bombeada diretamente para os reservatórios elevados. Vale ressaltar que o estudo abrange somente a Zona Urbana do Município conforme figura 1.

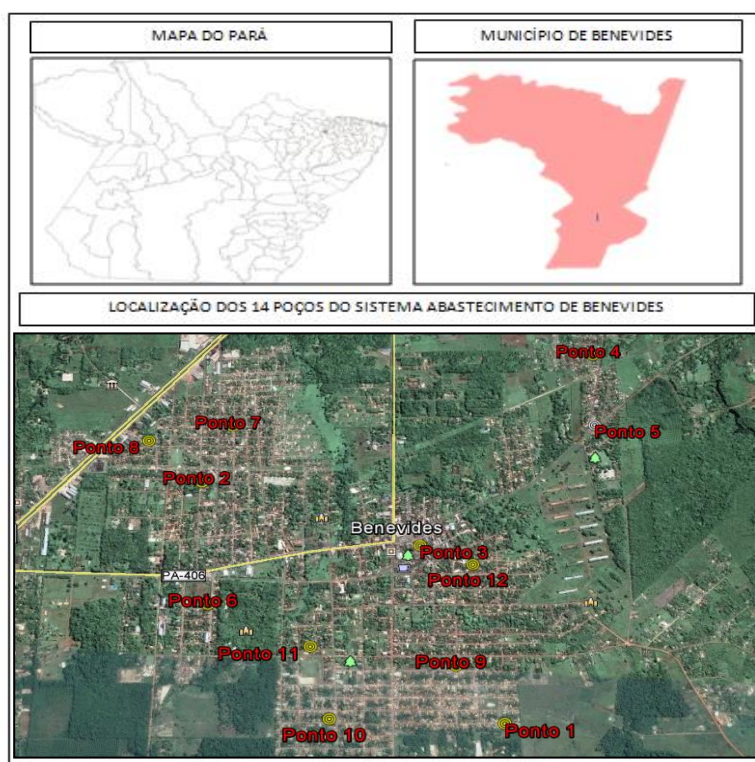


Figura 1 – Zona urbana do município de Benevides e sua distribuição espacial no estado do Pará. Fonte: Autores, adaptado do software *Mobile Topographer*.

MATERIAIS E MÉTODOS

Para o experimento foram utilizados os seguintes materiais: Marreta, Barras de madeira, Enxada, Epi, Água, Anéis concêntricos. A enxada foi utilizada para limpeza da área, a marreta e as barras de madeira auxiliaram para cravar os anéis concêntricos no solo. A figura 2 indica a limpeza da área onde foi realizada o teste e a fixação dos anéis:



XXI SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS

Segurança Hídrica e Desenvolvimento Sustentável:
desafios do conhecimento e da gestão

De 22 a 27 de novembro de 2015, Brasília – DF



Figura 2 – Limpeza da área e subsequente instalação dos anéis concêntricos para realização do teste. Fonte: autores.

Este experimento foi realizado através do experimento do infiltrômetro de anéis concêntricos, o qual é um equipamento composto por dois anéis (50 e 25 cm de diâmetro e 30 cm de altura), que são instalados de forma concêntrica (Vista superior).

Durante o experimento é realizada uma limpeza da área onde será realizada o teste e encravamento dos cilindros uniformemente no solo até a profundidade de 10 à 14 cm, logo após é colocada água nos dois cilindros ao mesmo tempo em uma altura de 16 centímetros, com medições cronometradas com variações de 0,083 à 0,5 horas, e com uma régua, acompanhou-se a infiltração vertical no cilindro interno com o auxílio de um cronômetro. As leituras foram realizadas em tempos de 0, 5, 5, 10, 10, 20, 20 minutos, iniciando com o tempo de 0 e anotadas em uma planilha, resultando em gráficos de infiltração e de velocidade de infiltração básica (VIB). Os gráficos de infiltração são adquiridos através da relação entre a taxa de infiltração em milímetros e o tempo em horas, ou seja:

$$I = \frac{\Delta h}{\Delta t}$$

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Na Tabela 2, observa-se o tempo acumulado do teste de infiltração e valores de infiltração que permitiram a determinação da infiltração acumulada e da velocidade média de infiltração do solo pelo método do infiltrômetro de anel no período de 04 a 08 de dezembro de 2014.

Pontos	Tempo	Infiltração			Velocidade de
	Acumulado	Quantidade	Quantidade	Acumulada	



XXI SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS

Segurança Hídrica e Desenvolvimento Sustentável:
desafios do conhecimento e da gestão

De 22 a 27 de novembro de 2015, Brasília – DF

	t (min)	de leituras	de reposições	da I (cm)	Infiltração média (mm/hora)
1	70	9	1	29,25	65,76
2	90	8	-	2,0	8,13
3	90	8	-	6,0	32
4	90	8	-	13,4	71,03
5	90	8	-	8,1	42
6	90	8	-	5,5	32,6
7	70	7	-	1,1	6,68
8	90	8	-	6,6	27
9	90	8	-	13,6	78,9
10	90	13	4	53,6	406,9

Tabela 2- Determinação da Infiltração Acumulada e da Velocidade de Infiltração média, pelo método do Infiltrômetro de Anel. Fonte: autores.

Os resultados reforçam a característica de cada ponto, eles enfatizam que os pontos 2 e 7 (20 %) possuem uma VIB média de acordo com a tabela 4, o ponto 8 (10%) um solo de VIB alta e os pontos 1,3, 4, 5, 6, 9 e 10 (70%) uma VIB muito alta, a figura 3 identifica graficamente o comportamento da infiltração dos pontos pesquisados.

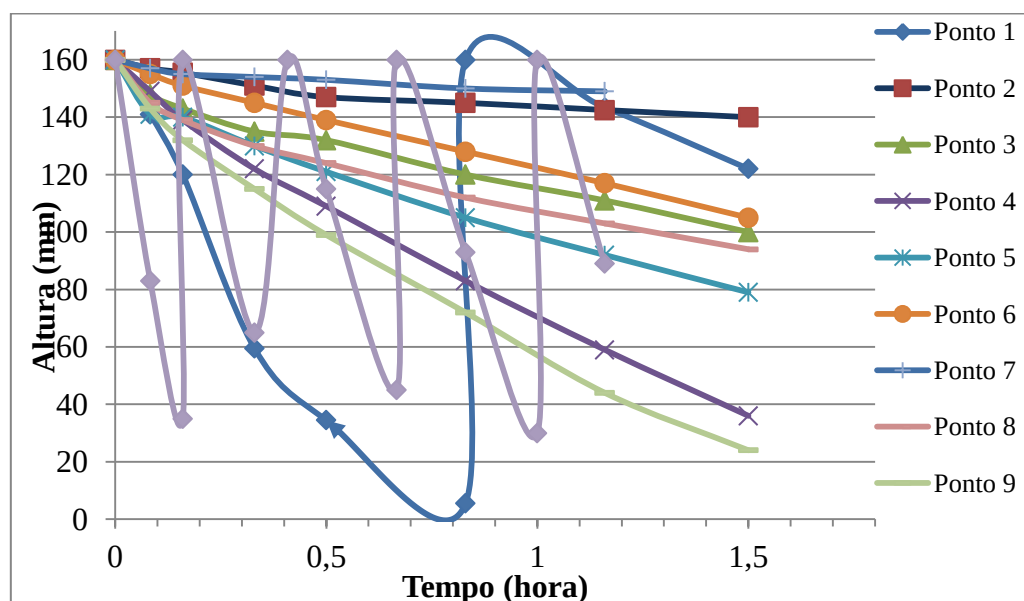


Figura 3 - Gráficos de Infiltração dos pontos analisados. Fonte: autores.

- XXI Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos



Os pontos 4 e 5 apesar de se localizarem geograficamente longe dos demais pontos também possuem VIB muito alta, conforme figura 6. É importante ressaltar que os pontos 4 e 5 possuem uma composição granulométrica visualmente desuniforme tanto com grãos de fração grossa (areia e pedregulho) quanto na fração fina (silte e argila)



CONCLUSÕES

Segundo a literatura consultada os dados obtidos apontam indícios de vulnerabilidade na maioria dos poços pesquisados, esta situação é agravada pelo fato do município não possuir sistema de coleta de esgotamento sanitário, além de apresentar atividades potencialmente poluidoras. Com destaque aos pontos 6 e 7 o ponto 6 apresenta uma VIB muito alta e está localizado a uma distância de aproximadamente 240 metros de uma fábrica de tintas e solventes e o ponto 7 devido à



XXI SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS

Segurança Hídrica e Desenvolvimento Sustentável:
desafios do conhecimento e da gestão

De 22 a 27 de novembro de 2015, Brasília – DF

proximidade do mesmo com o cemitério municipal de aproximadamente 367 metros (distâncias encontradas com o uso do software *Fields area measure*).

Pode-se concluir que a velocidade de infiltração básica alta na maioria dos pontos aliada a atividades industriais no município, falta de tratamento do sistema de água e a falta de esgotamento público ocasiona a exposição do aquífero a essa vulnerabilidade.

REFERÊNCIAS

BERNARDO, S. Manual de irrigação. 5.ed. Viçosa:UFV, Imprensa Universitária, 1989. 596p.

CARVALHO, D. F.; SILVA, L. D. B. Capítulo 5: hidrologia. 2006. Disponível em:<<http://www.ufrrj.br/institutos/it/deng/leonardo/downloads/APOSTILA/HIDRO-Cap5-INF.pdf>> Acesso em 18 de dezembro de 2014, às 15h00min.

Famílias com abastecimento de água. Disponível em:<<http://www.deepask.com/goes?page=benevides/PA-Confira-o-abastecimento-de-agua-no-seu>

FEITOSA, F. A. C., MANOEL FILHO, J., 1997, Hidrogeologia: Conceitos e Aplicações, CPRM.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Informações estatísticas – Censo

Infiltração. Disponível em:<<http://www.ufrrj.br/institutos/it/deng/leonardo/downloads/APOSTILA/HIDRO-Cap5-INF.pdf>>. Acesso em 19 de novembro de 14, às 9h10min.

Informações estatísticas. Disponível em:<<http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=150150>>. Acesso em 19 de novembro de 14, às 9h23min.

SIAGAS. DISPONÍVEL EM: < http://siagasweb.cprm.gov.br/layout/pesquisa_complexa.php>. Acesso em 19 de novembro de 14, às 10h13min.