



Estudo hidrogeológico do entorno dos poços artesanais da cidade universitária José da Silveira Netto, Belém-PA.

Gabriela R. Abdon da Silva¹, Luysy Prata ², Gabriela Doce³, Marina Scarano⁴, Cleyton Eduardo⁵

¹Universidade Federal do Pará (gabiabdon@hotmail.com)

² Universidade Federal do Pará (luysyprata@hotmail.com)

³Universidade Federal do Pará (gabriela_doce@hotmail.com)

⁴Universidade Federal do Pará (marina_scarano@ymail.com)

⁵Universidade Federal do Pará (3eduardocosta@gmail.com)

Resumo

O estado do Pará, até o ano de 2007 possuía uma quantidade de poços cadastrados no banco de dados do Sistema de Informações de Águas Subterrâneas (SIAGAS) na faixa de 5.000 a 7.500, um número alto e sendo maior quando analisado que boa parte dos poços perfurados na região não são legalizados, acarretando riscos ao meio ambiente e ao ser humano, já que, por não serem credenciados, seus estudos hidrogeológicos não são realizados de forma correta, ou são inexistentes, assim como o controle da qualidade do recurso hídrico utilizado, desta forma torna-se notória a necessidade de fiscalização dos poços cadastrados, cadastramentos dos poços que ainda não estão nos bancos de dados e principalmente averiguação dos estudos hidrogeológicos dos poços já legalizados, sendo ainda mais importante para poços de médio a grande porte, como é o caso da Universidade Federal do Pará (UFPA), que possui poços com até 250 metros de profundidade, sendo o poço em questão objeto de estudo do presente trabalho, onde, constatou-se a integridade dos dados fornecidos pelo SIAGAS, não foram encontradas desconformidades.

Palavras-chave: Poços. Estudo Hidrogeológico. Universidade Federal do Pará.

Área Temática: Recursos Hídricos.

Hydrogeological study of surroundings of the artesian wells in José da Silveira Netto University City, Belém-PA.

Abstract

The state of Pará until 2007 had a number of registered wells in Information System of Groundwater (SIAGAS) database fixed from 5,000 to 7,500, a huge number and being hugger when analyzed that a number of wells drilled in the region were not legalized, entailing risks to the environment and to the human being, because they were not accredited, their hydrogeological studies are not performed correctly, or they are nonexistent, as the control of the quality of the water resource used, this way, the need to inspect registered wells, to register wells that are not yet in the databases, and mainly verify the hydrogeological studies of already legalized wells, is even more important for medium to large wells, as is the case of the Federal University of Pará (UFPA), which has wells with 250 meters deep, being it in question the object of study of this work, where it was found data integrity provided by SIAGAS, there were no nonconformities

Key words: Wells. Hydrogeological study. Federal University of Pará.



Theme Area: Water Resources.

1 Introdução

Segundo a Associação Brasileira de Águas Subterrâneas, a Hidrogeologia (ABAS, 2017) pode ser conceituado como um ramo do Hidrologia destinado aos estudos das águas subterrâneas, com foco na relação com o ambiente geológico, utilizando-se de ferramentas químicas e físicas para explicar a origem, distribuição e interações da água com o meio subterrâneo.

A quantidade de água encontrada na terra é sempre constante, no entanto, ela passa por processos de mudança de estado físico de acordo com o local em que se encontra, denominado de ciclo hidrológico, sendo que, a maior parte da água encontra-se confinada e o restante nem mesmo atingiu a superfície. Tais processos consistem em: evaporação, precipitação e infiltração, sendo a última de papel fundamental para estudos hidrogeológicos, uma vez que tal processo é diretamente influenciado pelo tipo de solo local, litologia (ABAS, 2017).

A deficiência do abastecimento público de água atrelada a facilidade de obtenção de recurso hídrico subterrâneo resulta no aumento significativo do número de poços perfurados para toda a região Amazônica, com a região Metropolitana de Belém não é diferente, a região utiliza água subterrânea proveniente do sistema de aquífero Barreiras em conjunto com a formação Pirabas. Em todo estado do Pará, a utilização de água subterrânea chega a alcançar a faixa de 76% dos municípios abastecidos por mananciais subterrâneos. (Atlas Brasil - Agência Nacional de Águas, 2010)

2 Materiais e Métodos

A área de estudo está localizada na Cidade Universitária José Silveira Neto da Universidade Federal do Pará no bairro do Guamá, na cidade de Belém.

O poço utilizado como referência para obtenção do relatório litológico disponível no Sistema de Informações de Águas Subterrâneas (SIAGAS), de Nº 1500007603, localizado na área apresentada na Figura 01.

Figura 01 - Localização do poço utilizado.



Fonte: Google Earth, 2017.

Primeiramente foi realizada uma revisão bibliográfica acerca do tema trabalhado, levando em consideração as peculiaridades da área onde está localizado o poço estudado, no segundo momento foi realizado o ensaio de infiltração com anéis concêntricos, afim de se obter um valor referente a Velocidade de Infiltração Básica (VIB) para a realização da caracterização do solo, Figura 02.



Figura 02- Ensaio de Infiltração com anéis concêntricos.



Fonte: Autores, 2017.

Para a comparação dos dados geológicos do poço fornecidos pelo SIAGAS com a obtenção de dados em laboratório foi realizada a retirada do solo presente a redor do poço com auxílio de um “trado” Figura 03.

Figura 03- Extração do solo.



Fonte: Autores, 2017.

Após a retirada do solo, o material foi levado para laboratório para peneiramento e segregação por diâmetro. Todo solo coletado pertencente ao grupo silte +argila e ao grupo areia fina (Tabela 1), foram submetidos ao ensaio de permeabilidade a carga variável (Figura 04).

Tabela 01 - Limites das frações do solo pelo tamanho dos grãos segundo ABNT

FRAÇÃO	LIMITE
MATACÃO	De 25cm a 1 m
PEDRA	De 7,6 cm a 25 cm
PEDREGULHO	De 4,8 mm a 7,6 mm
AREIA GROSSA	De 2,0 mm a 4,8 mm
AREIA MÉDIA	De 0,42 mm a 2,0 mm
AREIA FINA	De 0,05 mm a 0,42 mm
SILTE	De 0,005 mm a 0,05 mm
ARGILA	Inferior a 0,005 mm

Fonte: Adaptado de PINTO, 2000.



Por fim, foi realizada a comparação entre os dados obtidos pelos ensaios com dados de laboratório foram comparados aos dados de referenciais teóricos e com os dados litológicos fornecidos pelo SIAGAS.

3 Resultados e Discussões

Os ensaios de infiltração obtiveram como resultado do primeiro ensaio apresentado na Tabela 02.

Tabela 02 – 1º Ensaio Resultados Infiltração e Infiltração Acumulada

Tempo (min)	Profundidade (cm)	Infiltração (cm)	Inf. Acumulada
0	11,8	-	
1	9,35	2,45	2,45
2	7,9	1,45	3,90
3	7	0,9	4,80
4	6,8	0,2	5,00
5	6,1	0,7	5,70
6	5,5	0,6	6,30
7	4,8	0,7	7,00
8	4,3	0,5	7,50
9	4	0,3	7,80
10	3,9	0,1	7,90
20	3,7	0,2	8,10
30	3,6	0,1	8,20
40	3,5	0,1	8,30
50	3,5	0,0	8,30
60	3,3	0,2	8,50

Fonte: Autores, 2017.

A altura inicial do experimento foi de 11,8 cm e após 9 minutos o solo apresentou-se saturado, sendo assim mais difícil a infiltração da água no solo. Do intervalo de tempo de 10 a 60 minutos, respectivamente, houve apenas a infiltração de 0,6cm de coluna d'água, ressaltando o ponto de estabilização da curva de infiltração. Os resultados do segundo ensaio de infiltração são apresentados na Tabela 03.

Tabela 03 – 2º Ensaio Resultados Infiltração e Infiltração Acumulada

Tempo (min)	Profundidade (cm)	Infiltração (cm)	Inf. Acumulada
0	11	-	
1	9,1	1,90	1,90
2	8,9	0,20	2,10
3	7,5	1,40	3,50
4	6,9	0,60	4,10
5	6	0,90	5,00
6	5,7	0,30	5,30
7	4,3	1,40	6,70



8	4,1	0,20	6,90
9	3,9	0,20	7,10
10	3,9	0,00	7,10
20	3,5	0,40	7,50
30	3,3	0,20	7,70
40	3	0,30	8,00
50	3	0,00	8,00
60	2,9	0,10	8,10

Fonte: Autores, 2017.

O segundo ensaio se assemelhou ao primeiro, devido sua realização em regiões próximas. Inicialmente, o ensaio contou com uma coluna d'água de 11cm tendo uma rápida infiltração até o minuto 9 do ensaio, apresentando 7,1 cm de coluna d'água infiltrada no solo. A partir do minuto 10 a água apresentou dificuldade de infiltração em decorrência da possível saturação do solo, tal comportamento foi mantido no decorrer dos outros 50 minutos de ensaio.

Segundo os dados obtidos, o primeiro e segundo ensaio de VIB possui um valor de 85 mm/h e 81 mm/h, respectivamente, correspondendo a um solo de VIB muito alto, segundo a tabela 04, isso pode se dar fato de que os solos com cobertura vegetal tendem a ter maior velocidade de infiltração, devido a fatores como presença de canais formados por raízes, presença de matéria orgânica e atividade microbológica.

Tabela 04 - Classificação de VIB

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

Fonte: Carvalho e Silva (2006)

Para o cálculo do coeficiente de permeabilidade foi utilizado o permeâmetro de carga variável, no qual foram realizados 5 ensaios com cada tipo de material (Argila+Silte e Areia Fina). O permeâmetro possui 75 mm de diâmetro, portanto a área da base foi considerada constante e de valor de 44,16 cm². Dessa forma, os resultados obtidos no ensaio de permeabilidade para os tipos de solos encontrados estão representados na Tabela 05.

Tabela 05- Resultados dos ensaios de permeabilidade nos solos silte+argila e areia fina.

Material: Argila e Silte					
Ensaio	Tempo (s)	Volume (ml)	H (cm)	I=(H/L)	K (cm/s)
1	9000	25	145	9,67	6,50*10 ⁻⁶
2	10800	28	145	9,67	6,07*10 ⁻⁶
3	16200	32	145	9,67	4,62*10 ⁻⁶



4	21600	37	145	9,67	$4,01 \times 10^{-6}$
5	25200	40	145	9,67	$3,71 \times 10^{-6}$
Coeficiente médio					$4,62 \times 10^{-6}$
Material: Areia Fina					
Ensaio	Tempo (s)	Volume (ml)	H (cm)	I=(H/L)	K(cm/s)
1	1080	50	145	9,67	$1,08 \times 10^{-4}$
2	1800	82	145	9,67	$1,07 \times 10^{-4}$
3	3600	155	145	9,67	$1,01 \times 10^{-4}$
4	900	43	145	9,67	$1,12 \times 10^{-4}$
5	600	31	145	9,67	$1,21 \times 10^{-4}$
Coeficiente médio					$1,08 \times 10^{-4}$

Fonte: Autores, 2017.

Os coeficientes médios encontrados a partir do ensaio de permeabilidade para silte+argila e areia fina, $K = 4,63 \times 10^{-6}$ e $K = 1,08 \times 10^{-4}$, respectivamente, estão de acordo com os valores esperados e encontrados nas literaturas da área, que para silte e argila vai de 10^{-5} a 10^{-7} e para areia fina vai de 10^{-3} a 10^{-5} .

Ao comparar os resultados obtidos com as tabelas 4 e 5 e com os valores referenciados no livro “Hidrogeologia Conceitos e Aplicações” e no livro “Curso Básico de Mecânica dos Solos” onde ambos referenciam as faixas par areia fina, silte e argila similares a tabela 06, nota-se que os valores obtidos estão igualmente de acordo com esses outros referenciais.

Tabela 06- Valores de coeficiente de permeabilidade típicos.

PERMEABILIDADE		TIPO DE SOLO	K(cm/s)
SOLOS PERMEÁVEIS	ALTA	PEDREGULHOS	$>10^{-3}$
	ALTA	AREIAS	10^{-3} A 10^{-5}
	BAIXA	SILTE E ARGILAS	10^{-5} A 10^{-7}
SOLOS IMPERMEÁVEIS	MUITO BAIXA	ARGILA	10^{-7} A 10^{-9}
	BAIXÍSSIMA	ARGILA	$<10^{-9}$

Fonte: Adaptado de DRB Assessoria e Consultoria Educacional, 2017.

Como foi observado, a permeabilidade encontrada do solo silte+argila é inferior ao da areia fina, um resultado já esperado, levando em consideração que a argila é uma forma granular com dimensões muito reduzidas, diminuindo assim seus vazios, e dificultando a percolação do líquido.

A média dos resultados obtidos nos ensaios de infiltração foi de 83 mm/h, transformando as unidades para cm/s, tem-se um valor aproximado de $2,3 \times 10^{-3}$. Levando em consideração que o ensaio de infiltração abrange somente a camada superficial do solo e o de permeabilidade abrange a camada superficial e a mais interna, foi realizada a comparação dos valores dos ensaios de permeabilidade e infiltração. O valor do coeficiente de permeabilidade



encontrado foi de $K = 1,08 \times 10^{-4}$, comprovando que os valores obtidos são aproximados e assim tendendo ao mesmo tipo de solo.

Comparando com os dados litológicos disponibilizado pelo SIAGAS, sobre o poço em estudo, temos que a camada mais superficial está em concordância com os dados disponibilizados (Figura 04), podendo assim, diminuir a probabilidade de problemas futuros.

Figura 04- Dados Litológicos do poço N° 1500007603

Dados Litológicos:			
De (m):	Até (m):	Litologia:	Descrição Litológica:
0	2	Areia fina	Areia fina silto argilosa branco avermelhado sob camada de solo orgânico superficial
2	6	Argila areno-siltosa	Argila areno-siltosa cinza com nódulos esbranquiçados e avermelhados
6	16	Argila areno-siltosa	Argila areno-siltosa cinza orgânica com lentes de areia fina
16	33	Argila Siltosa	Argila Siltosa cinza escura, orgânica, mole
33	41	Areia fina	Areia fina a média cinza, em parte argilosa
41	57	Argila	Argila cinza a cinza clara, com lentes de areia intercaladas
57	86	Areia fina	Areia fina a grossa cinza clara, quartzosa, com pequena intercalação argilosa de 67 a 69 metros
86	127	Areia fina	Areia fina com matriz argilosa cinza, carbonática, com fragmentos de calcarenito e restos fósseis disseminados
127	143	Areia fina	Areia fina a grossa cinza, carbonática, com fragmentos de calcarenito e restos fósseis, suave matriz argilosa, intervalo mais argiloso de 138 a 143 m
143	152	Areia fina	Areia muito fina cinza clara
152	154	Areia argilosa	Areia fina argilosa cinza clara
154	167	Areia fina	Areia fina a grossa cinza clara, quartzosa, com seixos disseminados, presença de raros restos fósseis
167	170	Areia argilosa	Areia fina argilosa cinza
170	193	Areia fina	Areia fina a muito fina cinza clara
193	195	Areia argilosa	Areia fina argilosa cinza clara
195	241	Areia média	Areia média a grossa cinza clara, com seixos milimétricos disseminados
241	250.6	Areia argilosa	Areia argilosa média a grossa cinza

Fonte: Sistema de Informações de Águas Subterrâneas.

4 Conclusão

De acordo com os dados apresentados com o experimento dos anéis concêntricos, foi possível observar que o elevado valor da VIB pode ser explicado pelo fato da camada superficial não ter sido removida por grandes períodos de tempo, podendo influenciar na macroporosidade do solo pela ação de raízes e microfauna presentes no solo, que favorecem a infiltração de água no mesmo.

Os coeficientes encontrados nos ensaios de $K = 4,63 \times 10^{-6}$ para um solo mistura (silte+ argila) e de $K = 1,08 \times 10^{-4}$ para areia fina (tipos de solos identificados na perfuração), são adequados as faixas referenciadas pelas literaturas estudadas, ratificando a legitimidade do estudo realizado.

A importância do estudo realizado é evidenciada quando relacionado a vulnerabilidade de contaminação do solo e dos aquíferos. Segundo Jorge (1999), a vulnerabilidade do solo a contaminação por gasolina está diretamente relacionada com as características do solo, entre elas a permeabilidade do solo. O autor usa como exemplo a argila, material que possui baixo valor de coeficiente de permeabilidade, e assim possui menor vulnerabilidade a contaminação.

É importante que o estudo realizado seja aprimorado, considerando mais faixas de solo, com perfurações em pontos diferentes dentro da área de estudo para que seja relatado de maneira detalhada as características geológicas de toda área.



Referências

BRASIL, ANA - Agência Nacional de Águas. Atlas Brasil, 2010. Disponível em: <<http://atlas.ana.gov.br/Atlas/downloads/atlas/Resumo%20Executivo/Atlas%20Brasil%20-%20Volume%202%20-%20Resultados%20por%20Estado.pdf>> Acesso em: 12 de janeiro de 2017.

AZEVEDO NETO, J. M .; FERNANDEZ, M. F.; ITO, A. E. Manual de Hidráulica. Edgard Bluncher: São Paulo, 1998.

ABAS. ESTUDOS HIDROGEOLÓGICOS. Acesso em: 25/02/2017. Disponível em: http://www.abas.org/estudos_termos.php

PEHRMB. Projeto de estudos hidrogeológicos da região Metropolitana de Belém e Adjacências. Relatório Final. Belém. Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais/CPRM . 2001.

TSUTYIA, M. T. Abastecimento de Água. 3. ed. São Paulo: Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2006. 643 p.
PINTO, C. S. – Curso Básico de Mecânica dos Solos em 16 Aulas, 247 pag, Oficina de textos, São Paulo. 2000.

FEITOSA, F.; MELO FILHO, J. **Hidrogeologia conceitos e aplicações**. 2. ed. Fortaleza: Editorial do Centro de Informática e Geoprocessamento da Residência de Fortaleza, 2000. Cap. 3. p. 52-68. Disponível em: <<https://pt.scribd.com/doc/290943274/Livro-Hidrogeologia-Conceitos-e-Aplicacoes-pdf>>. Acesso em: 10 mar. 2017.

SISTEMA DE INFORMAÇÕES DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS- SIAGAS. Relatório Litológico do poço tubular N°1500007603.

CARVALHO, D. F.; SILVA, L. D. B. Capítulo 5: hidrologia. 2006. Disponível em:<<http://www.ufrj.br/institutos/it/deng/leonardo/downloads/APOSTILA/HIDRO-Cap5-INF.pdf>> Acesso em 13 de março de 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS- ABNT- NBR N° 13292-Solo- Determinação do Coeficiente de Permeabilidade a Carga Constante. Abril, 1995.

MATTA, M. Curso de Especialização de Recursos Hídricos (Módulo I). Notas de aula: UFPA S/D.

NUNES, J. A. S.; SILVEIRA, M. H. D. S.; SILVA, T. J. A.; NUNES, P. C. M.; CARVALHO, K. S. Velocidade de infiltração pelo método do infiltrômetro de anéis concêntricos em latossolo vermelho de cerrado. Centro científico conhecer. Enciclopédia Biosfera, 2012.

FAGUNDES, E. A. A.; KOETZ, M.; RUDEL, SANTOS, T. S.; PORTO, R. Determinação da infiltração e velocidade de infiltração de água pelo método de infiltrômetro de anel em solo de cerrado no município de Rondonópolis-MT. Centro científico conhecer. Enciclopédia Biosfera, 2012.