

## I-317 – ADEQUAÇÃO E CONFORMIDADE DAS ÁGUAS DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO POR POÇOS ARTESIANOS DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ – UFPI

**Graciane Sousa Cunha Tavares<sup>(1)</sup>**

Engenheira Civil pela Universidade Federal do Piauí (UFPI).

**Carlos Ernando da Silva**

Doutor em Engenharia Química pela Universidade Estadual de Campinas/University of Melbourne – Austrália. Professor e Diretor do Centro de Tecnologia da Universidade Federal do Piauí (UFPI).

**Bruno Duarte Moura**

Graduando em Engenharia Civil pela Universidade Federal do Piauí (UFPI).

**Japhet Francisco de Moura Albuquerque**

Graduando em Engenharia Civil pela Universidade Federal do Piauí (UFPI).

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Rua Des. Helvídio Aguiar, 1432 – Morada do Sol – Teresina – PI – CEP: 64.056-485- Brasil - Tel: (86) 3233-8896 - e-mail: [gracianetavares@hotmail.com](mailto:gracianetavares@hotmail.com)

### RESUMO

A água doce disponível no planeta é maior que a demanda atual, porém nos últimos anos tem-se comentado muito sobre uma possível escassez da água, resultado da má utilização do recurso, desperdícios e poluição dos mananciais. A universalização e a regularidade do serviço de abastecimento de água ainda está longe de ser alcançado no Brasil e uma alternativa para isso é a captação doméstica. A principal forma de captação doméstica é através de mananciais subterrâneos que ocorrem em tão grande número que estocam em torno de 97% das reservas de água doce encontradas em estado líquido no planeta. O presente trabalho avaliou a qualidade da água bruta dos poços artesanais que abastecem o campus Ministro Petrônio Portella da Universidade Federal do Piauí, através dos critérios estabelecidos na Resolução Conama nº 396/2008 e na Portaria nº 2.914/2011. Foram coletadas mensalmente amostras de águas dos poços artesanais num período de seis meses. Os parâmetros analisados foram temperatura, pH, turbidez, condutividade elétrica, nitrato, fósforo e coliformes (totais e *Escherichia coli*). Verificou-se uma alta turbidez em duas amostras do poço 1 e resultados positivos para coliformes totais em diversas amostras, inclusive presença de *Escherichia coli* nos poços 1, 6 e 14.

**PALAVRAS-CHAVE:** Poços artesanais, Campus Ministro Petrônio Portella, Resolução Conama nº 396/2008.

### INTRODUÇÃO

A água é de fundamental importância para a vida, sendo, porém, um recurso limitado que é renovável através do ciclo hidrológico. Embora a maior parte do planeta esteja coberta por água, 97% são salgadas (mares e oceanos), e da quantidade de água doce existente, apenas 0,3% aproximadamente é aproveitável, pois a maior parte encontra-se presente em geleiras ou em lençóis subterrâneos situados abaixo de uma profundidade de 800m, inviável ao consumo humano. Em resumo, a água utilizável é um total de 98.400km<sup>3</sup> sob a forma de rios e lagos e 4.050.800km<sup>3</sup> sob a forma de águas subterrâneas, equivalentes a uma camada de 70,3cm, distribuída ao longo da face terrestre. (Brasil, 2006)

Apesar da parcela total de água doce disponível no planeta ser maior que a demanda atual, nos últimos anos tem-se comentado muito sobre uma possível escassez da água, resultado da má utilização do recurso, desperdícios e poluição dos mananciais. Com a aceleração da urbanização, o desenvolvimento econômico e a renda per capita, aumentam a pressão sobre os recursos hídricos superficiais e subterrâneos. Os desafios à gestão urbana são imensos, especialmente na área de infraestrutura e saneamento ambiental. (Tomasoni et al, 2009)

Na cidade de Teresina, a concessão dos serviços de águas e esgotos é outorgada à empresa Águas e Esgotos do Piauí S.A. – AGESPISA. A AGESPISA é uma sociedade de economia mista, que tem o Governo do Estado do Piauí como acionista majoritário. Foi fundada em 1962 com objetivo de executar a política de abastecimento de

água e de esgotamento sanitário do Piauí. O índice de atendimento do serviço de abastecimento de água em Teresina é de 92,4 %, sendo que para a poluição urbana este índice é de 97,9 %. (SNIS, 2010) Apesar do alto índice de abastecimento de água em Teresina, a captação individual de água para abastecimento doméstico ainda é usual na cidade. Essa captação está diretamente relacionada à busca de garantia da regularidade de abastecimento e, atualmente, a aspectos financeiros, considerando a não tarifação desta forma de abastecimento particular.

Rebouças (2006) cita os mananciais subterrâneos como a principal forma de captação doméstica. As águas subterrâneas ocorrem em tão grande número que estocam em torno de 97% das reservas de água doce encontradas em estado líquido no planeta. Esse tipo de captação é feita através de poços rasos ou profundos. Mariano (2006) define poço tubular profundo, também chamado de artesiano, como sendo um poço construído para captação de água subterrânea com o auxílio de equipamentos mecânicos. Por não estarem expostas, essas águas subterrâneas estão mais protegidas dos agentes de contaminação, no entanto, isso não significa que essas águas estão livres de contaminação. Uma das grandes fragilidades deste tipo de alternativa é o aspecto sanitário, considerando a ausência de controle da qualidade desta água utilizada pela população.

Dentre os diversos processos que podem levar a degradação da qualidade da água de mananciais, tanto superficiais como subterrâneos, podemos destacar a contaminação por esgotos sanitários e resíduos sólidos. Considerando o baixo índice de cobertura de esgotamento sanitário no Brasil, e que a principal alternativa para o tratamento de esgotos e disposição final dos efluentes em áreas não atendidas por rede coletora de esgotos é a utilização de fossas sépticas seguida por sistema de infiltração no solo (sumidouros), tal situação pode promover a contaminação destes mananciais. Em soma, existe ainda o problema dos resíduos sólidos, tanto na irregularidade da coleta e principalmente na disposição final dos resíduos, possibilitando a infiltração dos efluentes gerados na decomposição dos resíduos (chorume ou lixiviado), promovendo a contaminação das águas subterrâneas. (Brollo e Silva, 2011)

A qualidade da água é apresentada conforme um conjunto de características físicas, químicas e biológicas de acordo com a sua utilização. Os padrões de classificação são variados e pretendem classificar a água de acordo com a sua potabilidade e a segurança para o ser humano e para o bem-estar dos ecossistemas. (Silva, 2010) O padrão de qualidade das águas subterrâneas é observado de acordo com o seu uso preponderante e deve atender a Resolução Conama nº 396/2008 que dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas. (Brasil 2008)

A Universidade Federal do Piauí, em seu campus Ministro Petrônio Portella sediado na cidade de Teresina, tem o abastecimento de água realizado através de poços artesianos construídos em toda a extensão do campus. As águas dos poços são captadas e reservadas, onde passam por uma desinfecção antes de serem distribuídas para o consumo. Segundo a Portaria nº 2.914/2011, toda água destinada ao consumo humano, distribuída coletivamente por meio de sistema ou solução alternativa coletiva de abastecimento de água, deve ser objeto de controle e vigilância da qualidade da água. (Brasil, 2011).

Este trabalho visa analisar a qualidade da água dos poços que abastecem a universidade comparando alguns aspectos físicos, químicos e bacteriológicos com a Resolução Conama nº 396/2008 e verificar a conformidade do sistema de abastecimento do Campus Ministro Petrônio Portella da UFPI com a Portaria nº 2.914/2011 do Ministério da Saúde.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

A área de estudo é o campus Ministro Petrônio Portella da Universidade Federal do Piauí, localizado em Teresina. Este campus sedia as unidades gestoras da Universidade, que estão organizadas em Órgãos Centrais e Unidades de Ensino (Universidade Federal do Piauí, 2010). A UFPI possui 21.285 alunos de graduação matriculados no ensino presencial e 7.423 na modalidade EaD, além de 1.297 alunos de pós-graduação *stricto sensu*. O corpo de recursos humanos atual é 1.412 docentes do magistério superior, 82 professores ligados à educação básica e 1.014 servidores técnico-administrativos. Atualmente, o campus Ministro Petrônio Portella é abastecido por águas subterrâneas captadas por poços artesianos existentes no mesmo. Essas águas são captadas e direcionadas a reservatórios, onde é realizado o processo de desinfecção e assim distribuídas aos diversos setores da instituição.

A localização dos poços artesianos foi realizada através de georreferenciamento feito com um GPS da marca Garmin, modelo Etrex Vista H. Com os dados obtidos pelo GPS foi desenvolvido um mapa de localização dos poços na área de ocupação do solo da UFPI através do programa Google Earth.

As coletas de águas foram realizadas mensalmente, entre agosto de 2012 e janeiro de 2013. Foram analisadas as seguintes variáveis de qualidade da água: temperatura, pH, turbidez, condutividade elétrica, coliformes totais e *Escherichia coli*, nitrato e fosfato. Todos os procedimentos seguiram as metodologias analíticas estabelecidas no Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA; AWWA; WPCF, 1995). As amostras coletadas foram analisadas no Laboratório de Saneamento do Centro de Tecnologia da Universidade Federal do Piauí, campus Ministro Petrônio Portella.

As amostras foram coletadas através de registros instalados no próprio poço. Antes de coletar as amostras, os registros dos poços eram lavados com detergente e esterilizados com álcool etílico em gel. As amostras de água para determinação dos coliformes totais e *Escherichia coli* foram coletadas em sacos plásticos esterilizados de 100 mL. Essas amostras foram conservadas sob resfriamento em caixa de isopor com gelo. As amostras de água para análise de pH, turbidez, condutividade elétrica, nitrato e fosfato foram coletadas em garrafas de politereftalato de etileno de 1.500 mL previamente lavadas em água corrente e em seguida com água destilada. Ao final das coletas, as amostras eram transportadas para o Laboratório de Saneamento onde eram iniciados os procedimentos de análises.

Os parâmetros físico-químicos e microbiológicos avaliados neste trabalho, juntamente com a metodologia da análise adotada, estão apresentados na Tabela 01.

**Tabela 01 – Parâmetros analisados e metodologias aplicadas no trabalho.**

PARÂMETROS	METODOLOGIA
Temperatura	<i>In loco</i> com termômetro de mercúrio.
pH	pHmetro digital (WTW modelo pH 330i).
Condutividade Elétrica	Medidor múltiplo de bancada (WTW modelo OXI 340i).
Turbidez	Condutímetro de bancada (SCHOTT – Hand-Held Conductivity Meter-handylab LF1).
Nitrato	Método de salicilato de sódio, RODIER, 1975.
Fósforo	Método Espectrofotométrico do ácido ascórbico com pré-digestão pelo persulfato de amônia, APHA, 1995.
Coliformes totais e <i>E. coli</i>	Método do substrato definido (teste cromogênico – Colitag).

As informações sobre os procedimentos do sistema de abastecimento de água do campus foram obtidas através do manual do sistema de abastecimento existente no setor de serviços gerais responsável pela manutenção.

Os resultados das análises foram comparados aos valores dos parâmetros estabelecidos na Resolução Conama nº 396/2008 (BRASIL, 2008) e na Portaria nº 2.914/2011 (BRASIL, 2011).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram analisadas as águas dos poços 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 14 e 15. Os poços 10, 11, 12 e 13 não possuem registros sendo inviável a coleta de amostras. Porém, o único mês que se conseguiu coletar amostras de todos os poços foi novembro/2012. A figura 01 mostra onde estão localizados os poços artesianos que abastecem o campus Ministro Petrônio Portella, UFPI.

**Figura 01 - Localização dos poços artesianos.**



Os resultados dos parâmetros analisados foram comparados aos valores máximos permitidos (VMP) da Resolução Conama nº 396/2008 considerando o consumo humano como uso preponderante das águas.

São apresentados na Tabela 02 os valores obtidos através do cálculo da média dos resultados das amostras realizadas durante os seis meses da pesquisa, assim como os valores máximos e mínimos obtidos em cada parâmetro analisado.

Os resultados foram satisfatórios com relação aos parâmetros físico-químicos. No entanto, a turbidez no poço 1, apesar de ter apresentado uma média satisfatória, nos meses de outubro e novembro de 2012 apresentou uma turbidez acima da média. A turbidez se dá pela presença de matéria em suspensão na água, como argila, silte, substâncias orgânicas finamente divididas, organismos microscópicos e outras partículas. Nesse caso, a elevada turbidez pode está associada ao período de seca, onde o lençol subterrâneo pode ter sofrido um rebaixamento e aumentado a presença de sólidos na água. Além disso, o fato do poço 1 ter ficado sem uso nesse período pode ter influenciado na alta turbidez. Fato isso que pode ser comprovado pela cor turva que a água apresentou assim que o registro foi acionado.

Já as análises dos parâmetros microbiológicos não foram satisfatórias para águas dos poços artesianos, apenas os poços 5 e 15 apresentaram resultados para o parâmetro de coliformes de acordo com o padrão da Resolução Conama nº 396/2008. Nesses dois poços, houve ausência de coliformes totais e de *Escherichia coli* para cada 100mL de água. Todos os demais poços apresentaram números de coliformes totais e os poços 1, 6 e 14 apresentaram números de *Escherichia coli* em pelo menos uma das amostras coletadas, como podemos verificar nas Figuras 03 e 04.

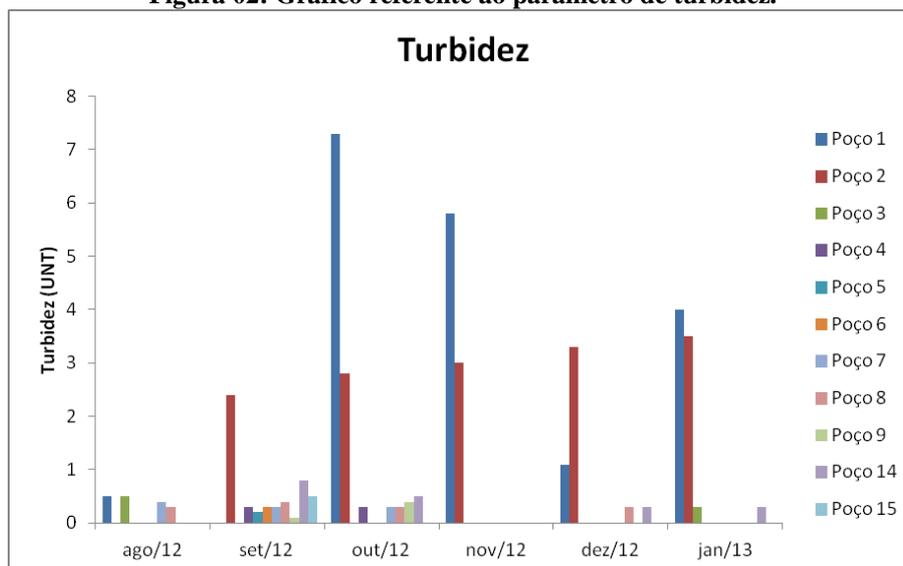
A presença de coliformes na água significa que a mesma recebeu alguma forma de contaminação, podendo conter microrganismos causadores de doenças. O poço 14, em especial, pode sofrer influência da utilização do solo, onde observa-se a criação de suínos, bovinos e caprinos. Os dejetos desses animais podem ter infiltrado no solo e alcançado lençol subterrâneo, contribuindo para presença de *E. coli* em algumas amostras.

Para a garantia da qualidade da água, a Portaria nº 2.914/2011 estabelece que toda água para consumo humano, fornecida coletivamente, deverá passar por processo de desinfecção ou cloração. Durante o trabalho foi constatado que no campus Ministro Petrônio Portella existe uma etapa de desinfecção no próprio reservatório de água, atendendo as exigências desta portaria. A desinfecção é realizada com solução de hipoclorito de cálcio, através da adição por bomba dosadora.

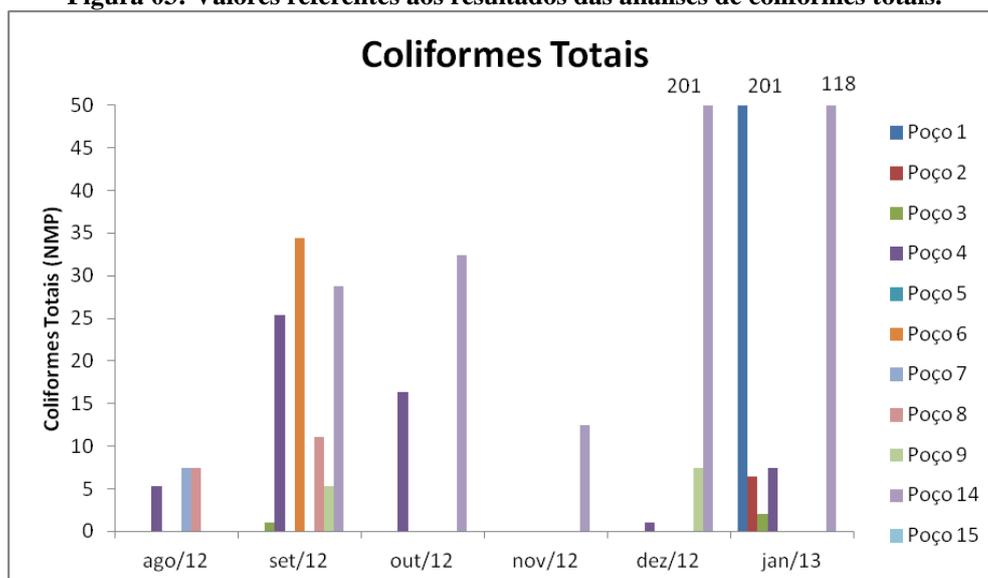
**Tabela 02 – Resultados das análises das águas dos poços artesianos.**

Poço	Temperatura (°C)		pH		Condutividade Elétrica (µs/cm)		Turbidez (UNT)		Coliformes				Nitrito (mg/L)		Fósforo (mg/L)	
									Totais (NMP)		<i>E. coli</i> (NMP)					
1	30,4	(+) 32,5 (-) 29,5	7,9	(+) 8,3 (-) 7,4	329	(+) 672 (-) 223	3,1	(+) 7,3 (-) 0,0	33	(+) 201 (-) 0	1	(+) 3 (-) 0	0,05	(+) 0,15 (-) 0,00	0,013	(+) 0,050 (-) 0,000
2	29,6	(+) 30,0 (-) 29,0	7,5	(+) 7,8 (-) 7,3	283	(+) 346 (-) 238	2,5	(+) 3,5 (-) 0,0	1	(+) 6 (-) 0	0	(+) 0 (-) 0	0,11	(+) 0,31 (-) 0,00	0,000	(+) 0,000 (-) 0,000
3	30,0	(+) 30,5 (-) 29,5	8,1	(+) 8,2 (-) 7,9	313	(+) 545 (-) 211	0,1	(+) 0,5 (-) 0,0	1	(+) 2 (-) 0	0	(+) 0 (-) 0	0,09	(+) 0,23 (-) 0,01	0,000	(+) 0,000 (-) 0,000
4	29,6	(+) 30,0 (-) 29,0	7,6	(+) 7,9 (-) 6,8	293	(+) 541 (-) 213	0,1	(+) 0,3 (-) 0,0	9	(+) 25 (-) 0	0	(+) 0 (-) 0	0,11	(+) 0,29 (-) 0,00	0,065	(+) 0,240 (-) 0,000
5	30,0	(+) 30,0 (-) 30,0	7,6	(+) 7,6 (-) 7,6	252	(+) 283 (-) 219	0,0	(+) 0,2 (-) 0,0	0	(+) 0 (-) 0	0	(+) 0 (-) 0	0,08	(+) 0,13 (-) 0,00	0,020	(+) 0,080 (-) 0,000
6	30,0	(+) 30,0 (-) 30,0	7,6	(+) 7,6 (-) 7,5	250	(+) 294 (-) 209	0,1	(+) 0,3 (-) 0,0	6	(+) 34 (-) 0	4	(+) 24 (-) 0	0,01	(+) 0,03 (-) 0,00	0,020	(+) 0,060 (-) 0,000
7	29,8	(+) 30,0 (-) 29,0	7,9	(+) 8,0 (-) 7,9	322	(+) 551 (-) 211	0,2	(+) 0,4 (-) 0,0	1	(+) 8 (-) 0	0	(+) 0 (-) 0	0,07	(+) 0,10 (-) 0,03	0,063	(+) 0,190 (-) 0,000
8	28,5	(+) 29,0 (-) 28,0	6,6	(+) 7,0 (-) 6,3	177	(+) 297 (-) 132	0,2	(+) 0,4 (-) 0,0	3	(+) 11 (-) 0	0	(+) 0 (-) 0	0,40	(+) 0,70 (-) 0,02	0,173	(+) 0,550 (-) 0,000
9	29,4	(+) 30,0 (-) 29,0	7,8	(+) 8,1 (-) 7,6	240	(+) 280 (-) 196	0,1	(+) 0,4 (-) 0,0	2	(+) 8 (-) 0	0	(+) 0 (-) 0	0,03	(+) 0,06 (-) 0,00	0,000	(+) 0,000 (-) 0,000
14	29,3	(+) 30,0 (-) 29,0	7,9	(+) 8,0 (-) 7,8	244	(+) 273 (-) 197	0,3	(+) 0,8 (-) 0,0	79	(+) >201 (-) 12	48	(+) >201 (-) 4	0,09	(+) 0,21 (-) 0,00	0,005	(+) 0,020 (-) 0,000
15	30,2	(+) 31,0 (-) 30,0	8,1	(+) 8,1 (-) 8,0	246	(+) 282 (-) 202	0,1	(+) 0,5 (-) 0,0	0	(+) 0 (-) 0	0	(+) 0 (-) 0	0,02	(+) 0,07 (-) 0,00	0,020	(+) 0,080 (-) 0,000

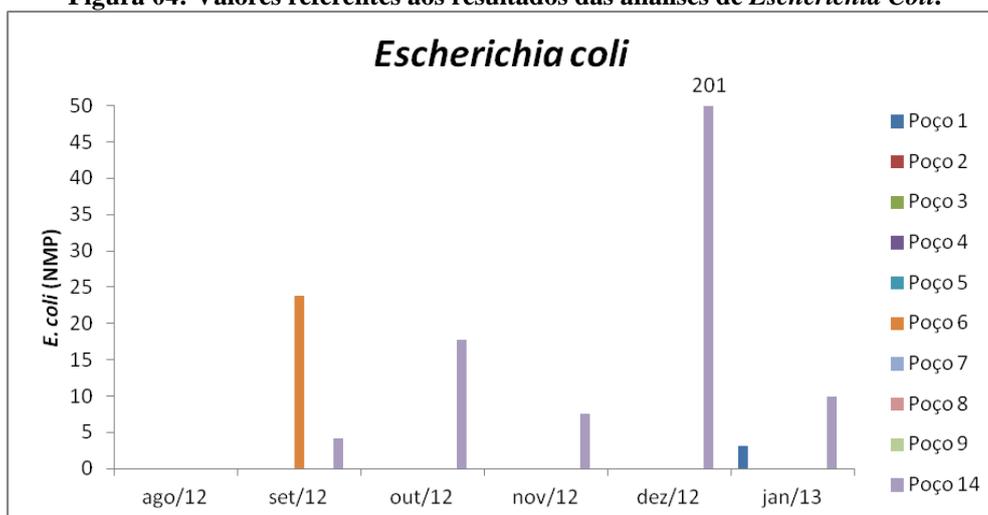
**Figura 02: Gráfico referente ao parâmetro de turbidez.**



**Figura 03: Valores referentes aos resultados das análises de coliformes totais.**



**Figura 04: Valores referentes aos resultados das análises de *Escherichia Coli*.**



## CONCLUSÕES

Com base no trabalho realizado, verificou-se que as águas dos poços artesanais que abastecem o campus Ministro Petrônio Portella da Universidade Federal do Piauí tiveram em suas análises resultados satisfatórios para os parâmetros físico-químicos e em alguns casos insatisfatórios para os parâmetros microbiológicos, demonstrando uma não conformidade com a Resolução Conama nº 396/2008.

A existência de uma etapa de tratamento da água antes do abastecimento para o consumo do campus assegura a qualidade requerida para tal uso. Neste contexto, o sistema de abastecimento de água do campus Ministro Petrônio Portella é adequado ao padrão exigido pela Portaria nº 2.914/2011 do Ministério da Saúde.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BRASIL. Fundação Nacional de Saúde. Manual de saneamento. 3. ed. rev. - Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2006.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria nº 2.914 de 12 de dezembro de 2011. Diário Oficial da União de 14 de dezembro de 2011 - nº 239, Seção 1, pág. 39.

3. BRASIL. Resolução CONAMA nº 396 de 03 de abril de 2008 – nº 66. Diário Oficial da União de 7 de abril de 2008, Seção 1, pág. 64-68.
4. BROLLO, Maria José; SILVA, Mirtes Moreira. Política e gestão ambiental em resíduos sólidos: revisão e análise sobre a atual situação no Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 21., 2011. João Pessoa.
5. MARIANO, Ivanir Borella. Projetos de poços in: GIAMPÁ, Carlos Eduardo Quaglia; GONÇALES, Valter Galdiano (editores). Águas subterrâneas e poços tubulares profundos. São Paulo: Signus Editora, 2006.
6. REBOUÇAS, Aldo da Cunha. Águas subterrâneas in: GIAMPÁ, Carlos Eduardo Quaglia; GONÇALES, Valter Galdiano (editores). Águas subterrâneas e poços tubulares profundos. São Paulo: Signus Editora, 2006.
7. SILVA, Lara Sofia Pereira Dutra. Controlo da qualidade da água de consumo humano no concelho da Povoação (São Miguel): diagnóstico e implicações para a saúde pública. 2010. 213f. Dissertação (Mestrado em Ambiente, Saúde e Segurança) – Universidade dos Açores, Ponta Delgada, 2010.
8. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento in: Diagnósticos dos serviços de água e esgoto. Disponível em: < <http://www.snis.gov.br/PaginaCarrega.php?EWRErterterTERTer=6>> Acesso em: 28 mar 2013.
9. TOMASONI, M.; PINTO, J.; SILVA, H. A questão dos recursos hídricos e as perspectivas para o Brasil. Revista GeoTextos, vol. 5, n. 2, dez 2009.
10. UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUI. A UFPI – Campi – Teresina, 2010. Disponível em: <<http://www.ufpi.br/page.php?pai=87&id=23>> Acesso em: 28 mar 2013.