

# A GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS SUBTERRÂNEOS - ESTUDO DE CASO

Maria da Conceição Rabelo Gomes<sup>1</sup> & Itabaraci Nazareno Cavalcante<sup>2</sup>

**RESUMO** - Após estudos realizados sobre o comportamento hidrogeológico e hidroquímico do Campus Universitário do Pici, podem-se propor medidas práticas de gestão para captação subterrânea da área, tais como: legislação específica, cadastramento dos poços, monitoramento mensal da água subterrânea, caracterização da qualidade das águas subterrâneas, levantamento das potenciais fontes de poluição, levantamento das demandas e ofertas do Campus do Pici, e o Custo de exploração da água subterrânea. O Campus do Pici necessita de um gerenciamento dos seus recursos hídricos, direcionado suas águas conforme sua caracterização qualitativa e quantitativa. Logo, recomenda-se que haja a construção de novos poços tubulares para a obtenção de parâmetros hidrodinâmicos, já que a inexistência de perfis litológicos dos poços existentes, ficando complicado gerenciar o potencial hídrico subterrâneo na área.

**ABSTRACT** - After studies on the hydrogeological behavior and the hydrochemistry of the Pici Campus, you can propose practical measures for the management of the groundwater catchment area, such as specific legislation, registration of wells, monthly monitoring of groundwater, characterization of water quality groundwater, removal of potential sources of pollution, removal of demands and offers of the Pici Campus, and the cost of exploitation of groundwater. The Campus of Pici requires a management of water resources, directed the water as their qualitative and quantitative. Therefore, it is recommended that there is the construction of new tube wells to obtain the hydrodynamic parameters, since the lack of lithological boundaries profiles of existing wells and is complicated to manage the underground water potential in the area.

**Palavras-Chave:** Gestão, Recursos Hídricos, Subterrâneo.

---

1 Doutoranda do curso em Geologia/UFC (bolsista da CAPES/REUNI). Rua Alcides Gerardo 71. Conjunto Palmeiras. Fortaleza/CE. e-mail: conceicaorabelo@yahoo.com.br

2 Prof. Dr. Adjunto do Departamento de Geologia/UFC. Av. Humberto Monte, s/n, Pici. Fortaleza/CE. e-mail: ita@fortalnet.com.br

## 1 – INTRODUÇÃO

A gestão dos recursos hídricos é a forma pela qual se pretende equacionar e resolver as questões de escassez relativa aos corpos hídricos e realiza-se através da integração de procedimentos de planejamento e de administração.

No processo de gestão da água, as formas de abastecimento hídrico ocupam um papel importante. Logo, neste trabalho, busca-se abranger e correlacionar os aspectos relacionados às disponibilidades e demandas de águas na área, como quantidade, qualidade e uso dos mesmos, enfatizando-se, assim, uma gestão integrada dessas águas.

Planejar, agir e avaliar ações são partes fundamentais do processo de gestão das águas, cujo objetivo é garantir, de forma sustentável, água em quantidade e qualidade suficientes para as necessidades da sociedade e dos ecossistemas. Para planejar de modo conseqüente, portanto, é necessário avaliar corretamente a necessidade de recursos físicos, humanos e financeiros para implementar ações (Araújo *et al.*, 2005).

Neste trabalho foi realizado um estudo de uma área de 2 km<sup>2</sup>, localizado no Campus Universitário do Pici/UFC, posicionada no setor noroeste da cidade de Fortaleza (Figura 01). O acesso ao Campus é feito através de várias vias principais, tais como: Avenidas Bezerra de Menezes, Jovita Feitosa, Humberto Monte e Mister Hull, e a Rua Pernambuco (setor noroeste do Campus).

O objetivo deste trabalho é propor uma gestão para os recursos hídricos subterrâneos da área de estudo.

O Campus do Pici dispõe de poços tubulares distribuídos nos seus diversos Centros acadêmicos. No entanto, necessita-se do estudo da quantidade e qualidade das águas subterrâneas associadas a uma proposição de planejamento e gestão desse recurso a fim de se ter a captação e uso da água sob a ótica de desenvolvimento sustentável e qualidade de vida. Ressalta-se que são poucos trabalhos científicos que envolvem gestão e planejamento dos mananciais hídricos subterrâneos, logo se torna imprescindível um planejamento e conseqüentemente um gerenciamento das águas do Campus do Pici. Ressalta-se que, atualmente, o Campus utiliza água de poços tubulares, da CAGECE e do açude Santo Anastácio, priorizando (80%) o potencial fornecido pela CAGECE.

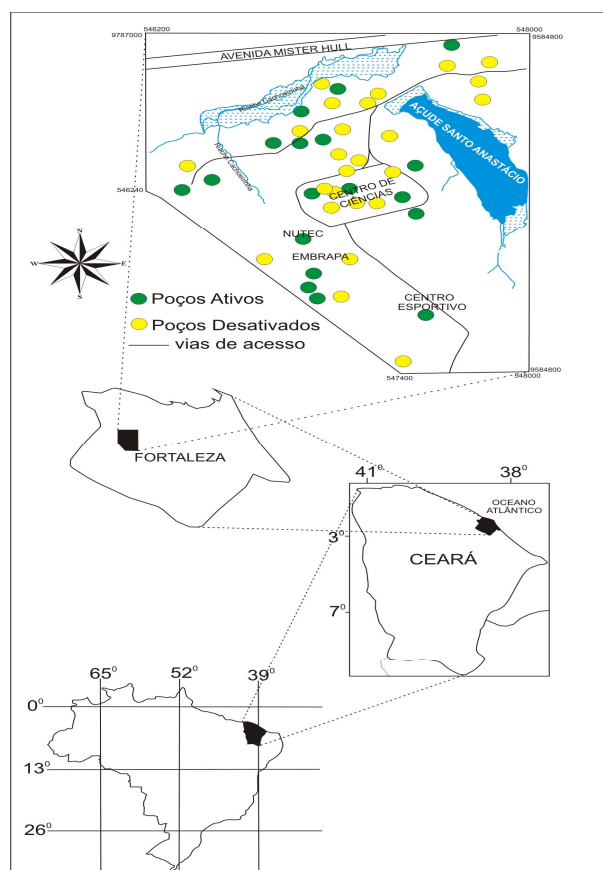


Figura 01. Localização da Área de Estudo

## 2 – METODOLOGIA DE TRABALHO

A metodologia empregada na elaboração deste trabalho segue um conjunto de atividades distintas, desenvolvidas para atingir os objetivos propostos e descritos a seguir.

Inicialmente foi realizado um levantamento bibliográfico de trabalhos de cunhos geológico, hidrogeológico, qualidade de água e saúde pública, além de trabalhos afins pertinentes à área de estudo e ao tema estudado. Este levantamento foi realizado junto aos órgãos públicos tais como SOHIDRA (Superintendência de Obras Hidráulicas), COGERH (Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos), CAGECE (Companhia de Água e Esgoto do Ceará) e SMS (Secretaria de Saúde do Município), servindo esses dados para uma melhor caracterização da área e contribuindo na elaboração de base preliminar do trabalho.

Após o levantamento bibliográfico, foram realizadas as etapas de campo. Esta etapa constou de duas fases, com a primeira tendo como objetivo efetuar o cadastramento dos poços e as fontes de poluição dos recursos hídricos. A segunda fase (Três etapas) objetivou a coleta das amostras de água subterrânea para análises laboratoriais.

Na elaboração de bases temáticas, foram integrados os dados adquiridos nas etapas de levantamento bibliográfico e de campo. A área de estudo foi delimitada, a princípio, utilizando o mapa planialtimétrico (escala 1:4000), obtido do Planejamento Físico e Operações da UFC - PLANOP (2001). Em seguida, foram integrados com os pontos georreferenciados dos poços encontrados no cadastro originando, assim, uma base preliminar de distribuição de pontos d'água, com a junção do mapa geológico da área de estudo que foi compilado de Tajra (2001), na escala 1:100.000, depois tratado e adaptado á escala de 1:10.000, utilizando o AutoCad Map 2004.

Após o término das etapas anteriores, a fase seguinte constou da integração e discussão dos dados obtidos. Foram utilizadas fichas de cadastro de campo, trabalhando-se com o programa Excel (elaboração de figuras e gráficos), mapa de distribuição dos poços, usando o programa *AutoCad Map 2000*.

### **3 – ESTUDO DE CASO**

O Campus Universitário do Pici possui 43 (quarenta e três), sendo eles distribuídos nos Centros da UFC e nos órgãos no Campus, EMBRAPA, NUTEC e PADETEC. O Centro de Ciências Agrárias possui 16 poços, 37% do total.

Atualmente o Campus utiliza água captada pelos poços tubulares, água da CAGECE e do açude Santo Anastácio, priorizando o potencial fornecido pela CAGECE (80%).

O Campus é freqüentado por, aproximadamente, 14.600 pessoas por mês sendo 14.000 alunos, 300 servidores técnico-administrativos e 300 professores. Em termos de demanda hídrica, isso reflete um volume médio (vazão) de 176.174 m<sup>3</sup>/ano (176 x 10<sup>3</sup> m<sup>3</sup>/ano), variando de 9.274 a 19.283 m<sup>3</sup>/mês, com um custo médio mensal de R\$ 51.971,51, no período de 2005 a 2007, ou seja, um custo médio anual de R\$ 623.658,12 sem incluir multas e descontos. Esse volume de água é utilizado em chuveiros, lavatórios, descargas sanitárias, pias de cantinas, bebedores e laboratórios nos Centros de Ciências, Ciências Agrárias e Tecnologia e Administração Superior. Ressalta-se que o volume de água citado se refere somente a água consumida pela CAGECE, pois não se tem dados do volume que é usado através dos poços.

Durante o período de 2005 a 2007, os percentuais de consumo médio de água no Centro de Ciências e no Centro de Ciências Agrárias, comparativamente ao restante dos Centros/Departamentos do Campus do Pici, foram de 30% e 42% respectivamente, ou seja, 72% do total de água utilizada no Campus. Ressalta-se, porém, que o Centro de Ciências possui oito poços tubulares, dentre os quais seis desativados, e o Centro de Ciências Agrárias possui dezesseis poços, com dez deles desativados, e apenas oito poços estão em operação para atender os dois centros.

### 3.1 – Hidrogeologia da área

No Campus do Pici ocorrem os sistemas hidrogeológicos Barreiras e o Cristalino que são diferenciados na vocação para o armazenamento hídrico e principalmente, para a produção de água subterrânea.

O Sistema Barreiras é representado pelos sedimentos terciário-quadernário da Formação Barreiras, sendo considerado como um aquífero livre composto essencialmente por níveis arenosos a silto-arenosos com predomínio de coloração avermelhada, friáveis, com níveis conglomeráticos intercalados ocasionalmente. Segundo Marinho et al. (1986), a cobertura sedimentar dessa área tem uma espessura média de 50m, destacando-se a base da Formação Barreiras formada por sedimento areno-argilosos e/ou argilo-arenosos com espessura média de 34m e sobreposto a esses sedimentos, as areias lixiviadas da Formação Barreiras, constituindo um estrato muito regular do Barreiras, com espessura média de 9m. Os poços tubulares neste sistema hidrogeológico atingem, em média, 50m de profundidade, com vazões acima de 3 m<sup>3</sup>/h, atingindo até 22 m<sup>3</sup>/h. Este aquífero recebe recarga direta das águas oriundas das precipitações pluviométricas e das águas dos riachos situados ao norte da área. Como exutórios, evidencia-se a evapotranspiração, o açude Santo Anastácio e a lagoa da Genibaú.

O Sistema Hidrogeológico Cristalino é considerado o embasamento cristalino não aflorante, representado litologicamente pelas rochas gnáissicas do Complexo Caicó de idade Pré-Cambriano, onde se intercalam corpos lenticulares de anfibolitos, quartzitos e calcários cristalinos (BRAGA et al., 1981 apud ALMEIDA et al., 1989). Os poços que atingem profundidades superiores a 50m são classificados como pertencentes ao Sistema Cristalino podendo, ou não, estarem captando água do Barreiras e do Cristalino, adotando-se essa classificação devido a deficiência de informações hidrogeológicas e a espessura da cobertura sedimentar no Campus do Pici com média de 50m. A recarga deste meio hidrogeológico na área estudada é realizada através de precipitações pluviométricas por infiltração indireta e, por intermédio dos sedimentos Barreiras que retém essas águas até que ocorra a infiltração nas fraturas abertas, funcionando, também, como aquífero de transferência. O armazenamento e o fluxo também podem ocorrer ao longo das fraturas conectadas a espelhos d'água (lagoas e açudes) e rede de drenagem. O exutório é representado, particularmente, pelo açude Santo Anastácio, lagoa Genibaú e a evapotranspiração.

De acordo com 31 dados completos dos poços com profundidade, nível estático e vazão na área (Figura 02), mostram que os menores valores de vazão informada (0,70 e 0,87 m<sup>3</sup>/h) correspondem aos poços com profundidade de 24 e 70 metros, com nível d'água de 9,0 e 15,5 metros apresentados, respectivamente, pelos poços da Engenharia de Pesca (nº 19) e da EMBRAPA (nº 38).

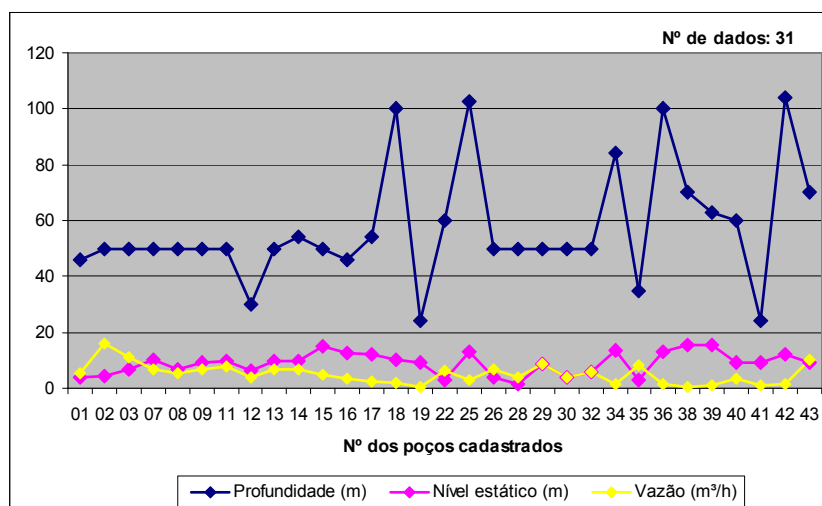


Figura 02. Variação da profundidade, nível estático e vazão dos poços no Campus do Pici/UFC (Maio/2008)

### 3.2 – Qualidade das águas subterrâneas

Esta etapa é baseada em análises físico-químicas das águas dos poços em uso no Campus do Pici, em três períodos de amostragem para se ter um conhecimento da variação temporal, para assim propor o direcionamento adequado de suas águas conforme suas características qualitativas.

Com as 42 análises físico-químicas de águas subterrâneas em três períodos distintos, pode-se constatar que pH, dureza e as concentrações de cloreto, nitrato, sódio e sulfato estão dentro dos padrões recomendados pela Portaria nº 518/2004 do Ministério da Saúde, exceto os parâmetros turbidez, ferro e alumínio.

De acordo com os ânions presentes em 42 amostras de águas foi possível identificar a predominância de águas Cloretadas Sódicas com 68%, 50% e 40% na primeira, segunda e terceira amostragem, respectivamente (Tabela 01).

Conforme o Diagrama de *U. S. Salinity Laboratory*, as 42 amostras de águas são classificadas como de excelente qualidade para uso na agricultura, predominando nas classes C2S1 e C1S1 (Tabela 02).

A água do poço destinado à recreação no Campus do Pici foi considerada adequada para recreação segundo os padrões da Portaria nº 518/2004 Ministério da Saúde.

Tabela 01. Classificação iônica das águas no Campus do Pici/UFC (Fortaleza, Ceará)

Classificação iônica	Nº de amostras			Frequência relativa (%)		
	1ª etapa	2ª etapa	3ª etapa	1ª etapa	2ª etapa	3ª etapa
Águas Cloretadas Sódicas	11	14	9	69%	88%	90%
Águas Mistas Sódicas	04	1	1	25%	6%	10%
Águas Bicarbonatadas Sódicas	01	1	0	6%	6%	0
<b>Total</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>10</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>

Período das amostragens: Junho/Julho de 2005; Novembro/2005; Janeiro/2006 e Novembro/2008.

Tabela 02. Frequência dos tipos de águas para irrigação no Campus do Pici/UFC (Fortaleza, Ceará)

Tipos	Nº de Amostras			Frequência Relativa (%)			Risco de:	
	1ª etapa	2ª etapa	3ª etapa	1ª etapa	2ª etapa	3ª etapa	Salinidade	Sódio
C <sub>1</sub> -S <sub>1</sub>	2	5	4	13%	31%	40%	Baixo	Baixo
C <sub>2</sub> -S <sub>1</sub>	11	8	4	68%	50%	40%	Médio	Baixo
C <sub>3</sub> -S <sub>1</sub>	0	1	0	0	6%	0	Alto	Médio
C <sub>3</sub> -S <sub>2</sub>	3	2	2	19%	13%	20%	Alto	Baixo
<b>Total</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>10</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	-	-

Período das amostragens: Junho/Julho de 2005; Novembro/2005; Janeiro/2006 e Novembro/2008.

#### 4 - PROPOSTAS DE GESTÃO PARA OS RECURSOS HÍDRICOS SUBTERRÂNEOS

Para se efetuar uma gestão adequada dos recursos hídricos deve-se, necessariamente, dispor de um tripé baseado em uma legislação específica bem elaborada, uma estrutura administrativa que atue de maneira integrada e participativa, considerando os aspectos ambientais, sociais e hídricos, e a existência de estudos hídricos, isto é, o domínio sobre os conhecimentos técnico-científicos (COSTA & COSTA FILHO, 2004).

Como instrumentos fundamentais da gestão, devem ser ressaltados o cadastramento dos poços da região, a existência de planos operativos, o monitoramento dos mananciais hídricos e a fiscalização sobre a execução das obras (COSTA & COSTA FILHO, *op.cit*).

A proposta de gestão para os recursos hídricos subterrâneos no Campus Universitário do Pici foi baseada em três procedimentos complementares: Legislação específica, Cadastramento e diagnóstico dos poços e o gerenciamento das águas.

#### **4.1 - Legislação específica**

O primeiro passo para a gestão é obedecer a uma legislação específica para o controle dos mananciais hídricos subterrâneos.

Os procedimentos de gestão dos recursos hídricos da área estudada devem-se fundamentar nos princípios básicos da Política Nacional dos Recursos Hídricos (Art. 1º da Lei 9.433/97): *“a água é um bem de domínio público; a água é um recurso natural limitado, dotado de valor econômico; em situações de escassez, o uso prioritário dos recursos hídricos é o consumo humano e a dessedentação de animais; a gestão dos recursos hídricos deve sempre proporcionar o uso múltiplo das águas; a bacia hidrográfica e a unidade territorial para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos; a gestão dos recursos hídricos deve ser descentralizada e contar com a participação do Poder Público, dos usuários e das comunidades”*.

Ressalta-se que no Estado do Ceará não existe uma legislação específica de águas subterrâneas.

#### **4.2. Cadastramento e diagnóstico dos poços**

O cadastramento de poços tubulares objetiva conhecer a situação atual da obra, parâmetros hidrodinâmicos, e análises físico-química e bacteriológica das águas.

#### **4.3. Gerenciamento das águas (Estrutura administrativa)**

De posse dos dados cadastrais, pode-se realizar o gerenciamento dessas águas, através de cinco etapas sucessivas e complementares:

##### a) Monitoramento mensal da água subterrânea

A etapa de monitoramento das águas subterrâneas captadas pelos poços tubulares no Campus do Pici é de importância fundamental, pois poderá caracterizar a variação mensal do nível d'água subterrânea, aspecto importante nos cálculos das reservas e disponibilidades hídricas de sub-superfície; além deste, o monitoramento dos parâmetros físico-químicos (condutividade elétrica,



Sólidos Totais Dissolvidos, resistividade e salinidade) que servem de base para avaliação qualitativa são essenciais e mostram os indicadores qualitativos como instrumentos de gestão dos recursos hídricos subterrâneos à medida em que estão associados ao maior ou ao menor uso da água.

#### b) Caracterização da qualidade das águas subterrâneas

Esta etapa é baseada em análises físico-químicas e bacteriológicas das águas dos poços em uso, preferencialmente em dois períodos de amostragem para se ter um conhecimento da variação temporal, para assim propor o direcionamento adequado de suas águas conforme suas características qualitativas.

#### c) Levantamento das potenciais fontes de poluição

Para análises integradas dos recursos hídricos subterrâneos se faz necessário o levantamento das potenciais fontes de poluição, que podem influenciar diretamente no corpo hídrico subterrâneo, como exemplo o lançamento de esgoto e lixos ao redor do poço ou infiltração de águas superficiais poluídas.

#### d) Levantamento das demandas e ofertas do Campus do Pici

É necessário conhecer além da demanda (uso) o que se tem para oferecer em termos de água subterrânea através da estimativa das reservas hídricas subterrâneas, assim como as disponibilidades hídricas.

#### e) Custo de exploração da água subterrânea

Depois de ter conhecimento da qualidade, das demandas e ofertas das águas subterrâneas é possível calcular o custo de exploração das mesmas.

Nesse item é avaliado economicamente o recurso água subterrânea, sendo considerados alguns fatores que interferem no custo final da captação da água subterrânea, como preço do poço, aquisição de bomba e equipamentos elétricos, instalações, manutenção do poço e o consumo de energia.

## 5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Após estudos realizados sobre o comportamento hidrogeológico e hidroquímico do Campus Universitário do Pici, podem-se propor medidas práticas de gestão para captação subterrânea da área, tais como: legislação específica, cadastramento dos poços, monitoramento mensal da água subterrânea, caracterização da qualidade das águas subterrâneas, levantamento das potenciais fontes de poluição, levantamento das demandas e ofertas do Campus do Pici, e o Custo de exploração da água subterrânea.

O Campus do Pici necessita de um gerenciamento dos seus recursos hídricos, direcionado suas águas conforme sua caracterização qualitativa e quantitativa.

Logo, recomenda-se que haja a construção de novos poços tubulares para a obtenção de parâmetros hidrodinâmicos, já que a inexistência de perfis litológicos dos poços existentes, ficando complicado gerenciar o potencial hídrico subterrâneo na área.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, A. R. de; SIDRIM, A. C. G.; MARANHÃO, C. M. L.; PARENTE, C. V.; TORQUATO, J. R. F.; NETO, J. de A. N.; FILHO, J. de A.; SOUZA, J. V. de; SOUZA, M. J. N.; ARTHAUD, M. H. Granitóides do Ceará (Região de Quixadá-Solonópe). Revista de Geologia, UFC. Vol. 2, nº 1/2. 1989. 143p.

ARAÚJO, J. C. de; MOLINAS; P. A.; JOCA, E. L. L.; BARBOSA, C. P.; BEMFEITO; C. J. de S.; BELO, P. S. do C. Custo de Disponibilização e Distribuição da Água por Diversas Fontes no Ceará. Revista Econômica do Nordeste, Fortaleza, v. 36, nº 2, abr-jun. 2005.

COSTA, W. D.; COSTA FILHO, W. D. A Gestão dos aquíferos costeiros de Pernambuco. In: XIII CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS, Cuiabá. 2004. Anais do XIII Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas, Mato Grosso, 2004. p. 1 – 13.

MARINHO J. M. L.; VASCONCELOS, S. M. S.; CAVALCANTE I. N.; MONTEIRO J. A. Resistividade Elétrica Aplicada a Prospecção de Água Subterrânea no Campus Universitário do Pici. Fortaleza - CE. In: XII SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO NORDESTE, 1986, João Pessoa - PB, 1986. p. 476 - 490.

PLANOP. Planejamento Físico e Operações. 2001. Mapa planialtimétrico do Campus Universitário do Pici. Escala: 1:4000.

PORTARIA MS nº 518/2004 do Ministério da Saúde Secretaria de Vigilância em saúde. Coordenação - Geral de Vigilância em Saúde Ambiental. Brasília: Editora do Ministério da Saúde 2004. 34p.

TAJRA, A.A. Aspectos Técnico-constructivos dos poços tubulares e a legislação Pernitente. Área Piloto de Fortaleza-Ceará. 2001. 109f. Dissertação (Mestrado em Geologia) – Centro de Ciências, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2001.