

AS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS NO CAMPUS UNIVERSITÁRIO DO PICI, FORTALEZA - CEARÁ

Maria da Conceição Rabelo Gomes¹ –
Itabaraci Nazareno Cavalcante² –
Ediu Carlos Lopes Lemos³ –
José Antonio Beltrão Sabadia⁴ –

1 Pós-graduação em Geologia / UFC(Bolsista FUNCAP). E-mail: conceicaorabelo@yahoo.com.br.

2 Departamento de Geologia / Centro de Ciências / UFC E-mail: ita@fortalnet.com.br

3 Pós-graduação em Geociências /UFPE (Bolsista CAPES). E-mail: ediucarlos@yahoo.com.br

4 Departamento de Geologia / Centro de Ciências / UFC. E-mail: sabadia@ufc.br.

RESUMO

O presente trabalho foi realizado no Campus Universitário do Pici, localizado na porção noroeste do município de Fortaleza, Ceará. Tendo como objetivo avaliar as águas subterrâneas, especificando a situação dos poços, os parâmetros hidrogeológicos, a qualidade da água, além de mostrar a interação das águas superficiais e subterrâneas. A situação atual das águas subterrâneas no Campus do Pici consta do cadastro de 43 poços tubulares, distribuídos nos Centros da UFC e nos órgãos no Campus, a exemplo de EM-BRAPA, NUTEC e PADETEC. A partir, dos dados coletados em campo, verifica-se a seguinte situação quanto à utilidade dos poços: 18 encontram-se em uso; 22 desativados; 2 abandonados e 1 não está instalado. Dados referente à profundidade em 33 poços demonstram que, 13 são do tipo profundos, 19 são mediantemente profundo e 1 é do tipo raso. Quanto a vazão, 8 poços apresentam vazão inferior a 2 m³/h, 8 tem vazão média entre 2 e 5 m³/h e 15 possuem uma vazão maior que 5m³/h, totalizando 31 poços com dados de vazão na área de estudo. A qualidade físico-química das águas subterrâneas na área é considerada boa, a exceção para alguns poços em que os elementos ferro e nitrato se encontram fora dos padrões de potabilidade recomendados pela Portaria nº 518/2004 do Ministério da Saúde. Os poços tubulares e rasos localizados no Campus Universitário do Pici podem e devem ser recuperados, equipados e monitorados qualitativamente a fim de se buscar uma melhor avaliação das qualidades físico-químicas e bacteriológicas das águas subterrâneas na área a fim de melhor proteger este recurso mineral, bem como, de direcionar o uso adequado destas águas. Faz-se necessário um estudo quanto à potencialidade e disponibilidade hídrica das águas subterrâneas na área de estudo, a fim de avaliar a viabilidade deste recurso mineral como uma fonte de abastecimento público a toda comunidade universitária.

Palavras Chave: Qualidade da água subterrânea; Poços tubulares, Campus do Pici.

ABSTRACT

This work was conducted in the Campus of the Federal University of Ceará (UFC), named Campus Pici, located in the northwest portion of the city of Fortaleza, State of Ceará. The main goal was to evaluate the groundwater, detailing the situation of the drilling wells, determination of hydrogeological parameters and evaluation of groundwater quality. The current status of groundwater was evaluated in the Campus in 43 wells, which were distributed in the academic centers of UFC in institutions located in the campus area, such as EMBRAPA, NUTEC and PADETEC. The data collected in the field, lead to the following scenario regarding the use of the wells: 18 are in use, 22 not in use, 2 abandoned and one not installed. Data on the depth of 33 wells show that 13 have depth below 50 m, 19 have depth varying from 20 to 50 m and one is shallow (below 20 m). Concerning discharge, 8 wells have flow less than 2 m³/h, 8 have between 2 and 5 m³/h, 15 have discharge greater than 5m³/h, totaling 31 wells with available discharge data in the area. The physico-chemical quality of groundwater in the area is considered good, except for some wells, where iron and nitrate are outside of drinking patterns recommended by ordinance N° 518/2004 of the Ministry of Health. The drilling wells located in the Campus University of Pici can be recovered, equipped and have their water quality monitored. These data can be used in order to provide an assessment of quality physical-chemical and bacteriological of groundwater in the area to better protect this resource, as well as to direct the appropriate use of these waters. It is necessary to a study the potential of groundwater in the study area to assess the viability of the resource as a source of supply to the entire community of the Federal University of Ceará.

Keywords: Groundwater Quality, drilling wells, Campus of Pici.

INTRODUÇÃO

A importância das águas subterrâneas vem despertando maior interesse por apresentarem características qualitativas, comparativamente superiores as das águas superficiais, além de outras propriedades, já que são filtradas e purificadas naturalmente através da percolação, determinando excelente qualidade e dispensando tratamentos prévios; não ocupam espaço em superfície; sofrem menor influência das variações climáticas; estão mais próximas em relação à demanda; possuem temperatura constante; têm maiores reservas; necessitam de custos menores com tratamento e adução e apresentam grande proteção contra agentes poluidores (Gomes, 2006).

O Campus do Pici está integrado a um dos bairros do município de Fortaleza, ocupado pela Universidade Federal do Ceará, dispondo de 43 poços tubulares distribuídos nos Centros de Ciências, Tecnologia, Agrárias, Esportivo, NUTEC, PADETEC, EMBRAPA, Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação, Laboratório de Produtos Naturais, Restaurante Universitário, Núcleo de Processamento de Dados, Biblioteca Central, PLANOP e antiga COELCE. No entanto a maioria dos poços encontra-se desativados ou abandonados, caracterizando um desperdício nas obras de captação de água subterrânea importantes para as atividades do Campus Universitário.

OBJETIVO

Este trabalho tem como objetivo avaliar as águas subterrâneas no Campus Universitário do Pici, especificando a situação dos poços, os parâmetros hidrogeológicos, a qualidade da água, além de mostrar a interação destas águas com as águas superficiais no Campus do Pici.

LOCALIZAÇÃO DA ÁREA

A área de estudo está localizada no Campus Universitário do Pici, inserida na

carta topográfica SA.24.Z-C-I-V (Folha Fortaleza), delimitada pelas coordenadas geográficas de 3° 34' 16".19 a 3° 34' 43".49 de Latitude Sul e de 38° 34' 03".81 a 38° 34' 42".71 Longitude Oeste. Possui 2,13 km², posicionada no setor noroeste da cidade de Fortaleza (Figura 01).

METODOLOGIA DE TRABALHO

A metodologia empregada para a realização deste trabalho constou de várias fases distintas, desenvolvidas para atingir os objetivos propostos.

Inicialmente foi realizado um levantamento bibliográfico sobre a área de estudo, através da obtenção de dados referentes à geologia, hidrogeologia, aspectos socioeconômicos e geoambientais, e mapas temáticos. Esta pesquisa foi realizada junto aos órgãos públicos como CPRM (Serviço Geológico do Brasil), FUNCEME (Fundação Cearense de Meteorologia), CAGECE (Companhia de Água e Esgoto do Ceará), SRH (Secretaria de Recursos Hídricos), COGERH (Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos) e IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), servindo esses dados para um melhor conhecimento das características da região, ajudando na elaboração de bases preliminares de trabalho.

Foram realizadas 12 etapas de campo durante o ano de 2007, procurando realizar o cadastramento de todos os poços tubulares. Foram realizadas duas etapas de campo, uma logo após o período chuvoso (Junho e Julho) e outra no período seco (Setembro e Janeiro) para coleta de água dos poços na área de estudo a fim de se avaliar sua qualidade. Durante as etapas de campo, foram coletadas 15 amostras das águas subterrâneas para realização de análises físico-químicas. As análises contemplaram a determinação dos seguintes parâmetros: turbidez, pH, condutividade elétrica a 25°C em µS/cm, dureza total e alcalinidade em mg/L de CaCO₃, Sólidos

Totais Dissolvidos em mg/L e os principais íons constituintes Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+ , Fe^{3+} , HCO_3^- , Cl^- , SO_4^{2-} , CO_3^{2-} , NO_2^- e F^- , em mg/L.

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 Planejamen-

to 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 à escala de 1:10.000, utilizando o *AutoCad Map* 2008.

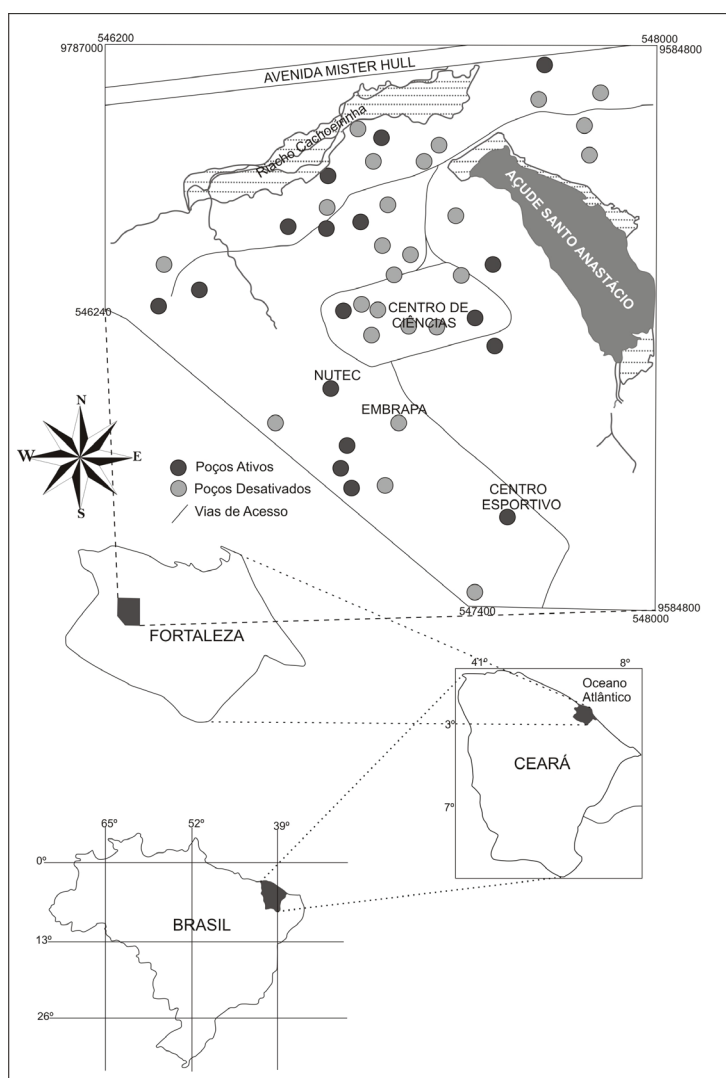


Figura 1 – Mapa de localização da área de estudo

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 2008* e mapa de fluxo utilizando o *surfer* (versão 8).

ASPECTOS HIDROGEOLÓGICOS

No Campus do Pici ocorrem dois sistemas hidrogeológicos que são diferenciados na vocação para o armazenamento hídrico e principalmente, para a produção de água subterrânea. O primeiro corresponde ao Sistema Hidrogeológico Barreiras onde se tem, em geral, as melhores perspectivas de exploração das águas subterrâneas. O segundo compreende o Sistema Hidrogeológico Cristalino, representado pelo embasamento cristalino não aflorante, que apresenta uma baixa vocação hidrogeológica, restrito apenas as zonas fraturadas das rochas gnáissicas do Complexo Caicó, capazes de armazenar e ceder água.

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. Ressalta-se que, a Formação Barreiras no contexto regional não é considerada por alguns autores como um aquífero e, sim, um aquífero que possui baixa porosidade e condutividade hidráulica estimada em $1,8 \times 10^{-6}$ m/s (BIANCHI et al, 1984 *apud* CAVALCANTE, 1998). Neste trabalho, entendemos que devido a variação faciológica existente no Barreiras, localmente ele pode apresentar características hidrodinâmicas semelhantes às de um aquífero livre, e assim será referenciado. Os sedimentos

heterogêneos desse sistema hidrogeológico originam diferentes condições de acumulação de águas subterrâneas, sendo que as possibilidades hidrogeológicas, aquíferas estão restritas aos fácies arenosos, geralmente intercalados por seqüências siltico-argilosas (MARINHO et al. 1986).

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 34 m e sobreposto a esses sedimentos, as areias lixiviadas da Formação Barreiras, constituindo um estrato muito regular do Barreiras, com espessura média de 9 m. Os poços tubulares neste sistema hidrogeológico atingem, em média, 50 m de profundidade, com vazões acima de 3 m³/h, chegando ao máximo de 22 m³/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 anfíbolitos, quartzitos e calcários cristalinos (BRAGA et al., 1981 *apud* ALMEIDA et al., 1989). Os poços que atingem profundidades superiores a 50 m 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 50 m. O Cristalino é considerado na literatura como um sistema de baixo potencial hidrogeológico, em que

seus parâmetros hidrodinâmicos dependem da intensidade do faturamento existente, bem como da abertura das fraturas e da interconexão das mesmas para ocorrer a percolação da água no meio, sendo considerado como um domínio hidrogeológico heterogêneo e anisotrópico. Sendo assim, ele pode apresentar resultados favoráveis em termo de vazões, desde que a obra de captação atinja fraturas abertas interconectadas que contenham a água. 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.

Exemplo de um poço, que capta água tanto do Sistema Barreiras quanto do Cristalino, é o poço nº 36 (EMBRAPA) localizado na área de estudo, que atingiu o Barreiras a 48 m, prosseguindo a perfuração mais 52 m no Cristalino, captando água, segundo a ficha técnica do poço, a 36, 48 e 84 m (Figura 02).

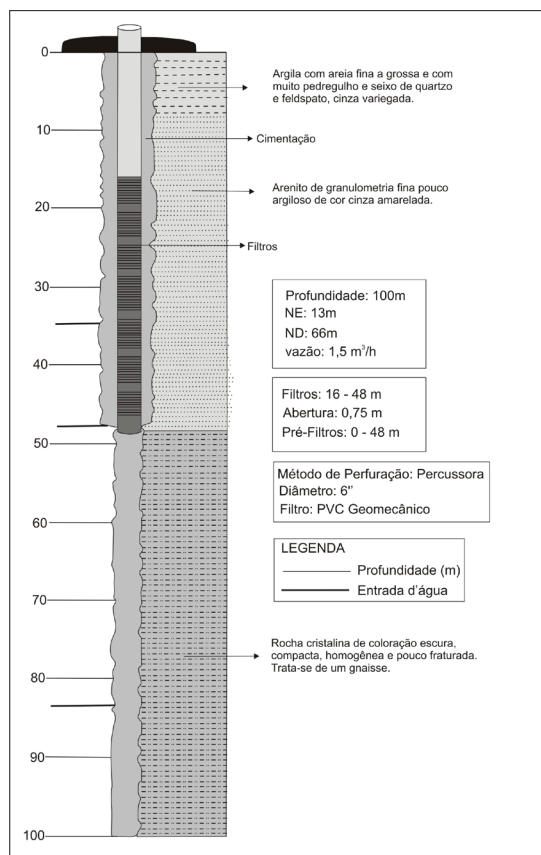


Figura 2 – Perfil construtivo e litológico do poço tubular nº 36 - Campus do Pici/UFC

INTERAÇÃO DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS E SUBTERRÂNEAS NO CAMPUS DO PICI

De um modo geral, as águas subterrâneas interagem de diferentes formas com as águas superficiais. Quando as águas de um rio estão abastecendo um aquífero, diz-se que o rio é influente e, ao oposto (o aquífero é que está fornecendo água para o rio), diz-se que o mesmo é efluente.

Para o conhecimento da interação entre as águas do Aquífero Barreiras e do açude Santo Anastácio, foi elaborado um mapa de fluxo hídrico subterrâneo, com os dados de 43 poços na área de estudo para os quais, diminuiu-se o valor da cota topográfica do valor da profundidade do nível d'água, obtendo-se assim, os valores dos potenciais hidráulicos que foram utilizados para a determinação das isolinhas na caracterização da superfície potenciométrica e interpreta-

ção da direção e sentido do fluxo subterrâneo, para isso utilizou-se o programa *Surfer for Windows*, versão 8. Com isso pode-se representar a superfície potenciométrica para o Aquífero Barreiras, com linhas equipotenciais de 1 a 21 m e com intervalo de 5 m. As linhas de fluxo (vetores) foram traçadas com frequência (intervalo) de 10 em 10 para x e y (Figura 03).

Observa-se que na parte central do mapa, a maioria dos vetores direcionais de fluxo encontra-se orientados para o açude Santo Anastácio, significando dizer que o aquífero na área é influente, ou seja, está cedendo água para o açude. Assim sendo, as águas subterrâneas estudadas não podem ser influenciadas por possíveis vetores contaminantes oriundos do açude. Porém o inverso é verdadeiro, pois uma vez contaminado, o aquífero poderá contaminar as águas superficiais da área de estudo.

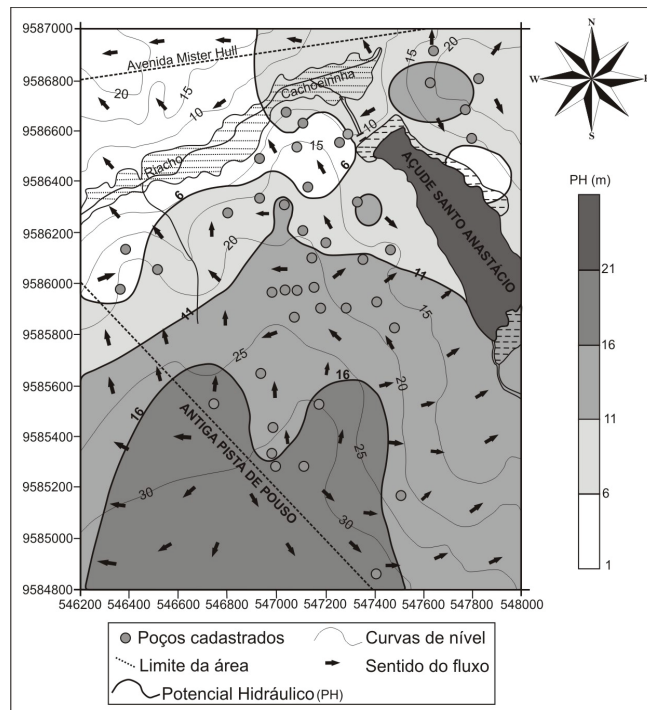


Figura 3 - Fluxo hídrico subterrâneo no Campus do Pici/UFC

OBRAS DE CAPTAÇÃO

A situação atual das águas subterrâneas no Campus do Pici consta do cadastramento de 43 poços tubulares, sendo eles distribuídos nos Centros da UFC e

nos órgãos no Campus, a exemplo de EMBRAPA, NUTEC e PADETEC. O Centro de Ciências Agrárias possui 16 poços, 37% do total (Figura 04).

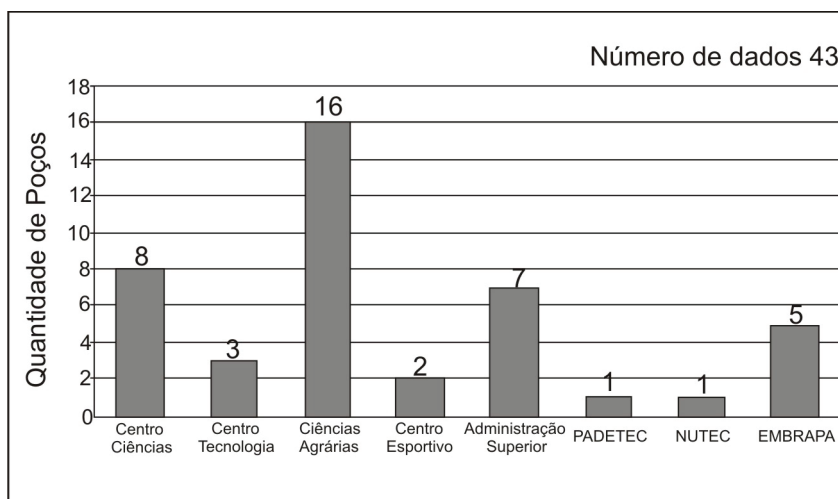


Figura 4 – Distribuição dos poços tubulares no Campus do Pici, Fortaleza-Ceará.

É possível identificar, a partir de dados coletados em campo, a seguinte situação dos poços: 18 encontram-se em uso; 22 estão desativados; 2 abandonados e 1 não instalado. A maior concentração dos poços desativados está no Centro de Ciências Agrárias (10) e no Centro de Ciências (06).

Os poços em uso (operação) são aqueles que funcionam regularmente. Os desativados (paralisados) encontram-se sem funcionamento devido aos seguintes problemas; alguns apresentam elevada concentração de hidróxido de ferro que precipita no interior dos poços originando

a capa rosa, outros estão sem funcionar por falta de manutenção ou quebra de equipamentos. O poço não instalado foi construído, mas, não foi equipado com sistema de bombeamento. E, por fim, os poços abandonados são aqueles que estão obstruídos com algum tipo de material como; cimento, lixo ou metralha, sendo a reutilização desses poços praticamente inviável.

As águas dos poços tubulares ativos na área são utilizadas para diversos fins. Do total de 18 dados dos poços em uso, temos que 9 estão sendo utilizados para o consumo humano/irrigação, 8 para irrigação e 1 para recreação (Figura 5).

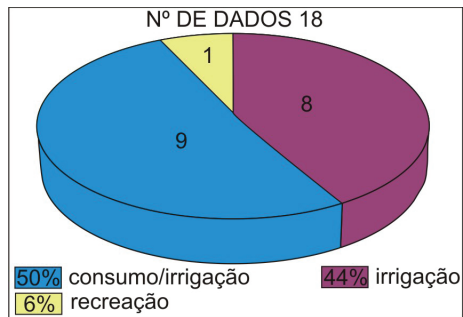


Figura 5 - Classificação dos poços quanto à finalidade no Campus do Pici/UFC (Fortaleza-Ceará)

Os cuidados com a proteção sanitária no poço do Laboratório de Produtos

Naturais (Fotos 1 e 2) foram atendidos, existindo no local a laje de cimentação e o abrigo para a bomba de forma adequada, já o poço desativado do Centro esportivo (Foto 3 e 4), mostra o descaso com os abrigos construídos para a proteção do poço e da bomba transformados em um depósito de lixo.

As bocas dos poços também influenciam na proteção dos poços, onde na área os poços cadastrados geralmente encontram-se a poucos centímetros do nível do terreno, como é o caso dos poços do RU e Metrologia com 15 e 22 cm respectivamente, não obedecendo às normas da ABNT que aconselham 50 cm acima do solo.



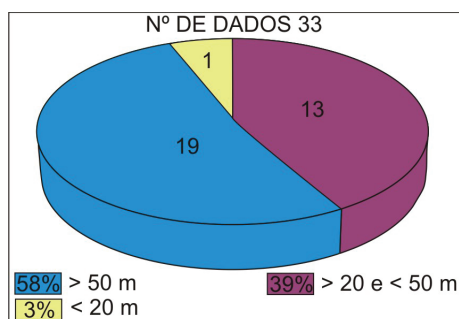
Fotos 1 e 2 - Abrigo do poço localizado no Laboratório de Produtos Naturais, mostrando respectivamente o detalhe desta obra de captação - Campus do Pici (Outubro/2004).



Fotos 3 e 4 - Poço localizado no Centro Esportivo, onde se observa o descaso com a obra de captação (Outubro/2005).

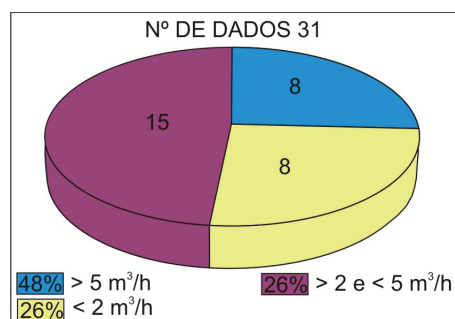
Os poços distribuídos no Campus do Pici encontram-se numa posição privilegiada no que se refere a recursos hídricos subterrâneos já que para os poços existentes no mesmo, predominam vazões acima de $3\text{m}^3/\text{h}$ (Marinho *et al.*, 1986).

Com base na classificação estabelecida pelo capítulo IV, Artigo 4º do Decreto nº 23.608 de 11/02/1994 da Secretaria de Recursos Hídricos do Ceará, foi possível, também, classificar os poços tubulares quanto a sua profundidade e vazão nominal.



Dos 33 poços, 13 são profundos (> 50 metros), 19 são medianamente profundos (entre 20 e 50 metros) e um é considerado raso (< 20 metros) (Figura 6).

Quanto à vazão dos 31 poços com dados, verificamos que 8 apresentam uma vazão baixa (< $2\text{m}^3/\text{h}$), 8 uma vazão média ($2-5\text{m}^3/\text{h}$) e 15 possuem uma vazão alta (> $5\text{m}^3/\text{h}$) (Figura 7). Vale ressaltar que as vazões médias (entre 2 e $5\text{m}^3/\text{h}$), e acima destas (> $5\text{m}^3/\text{h}$), são encontradas em poços que captam o Barreiras.

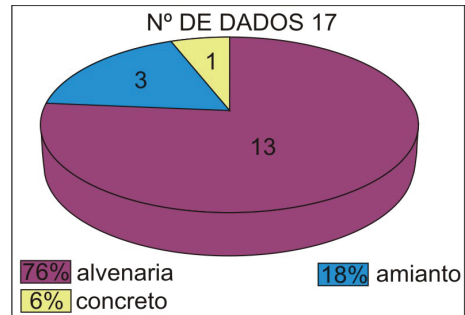
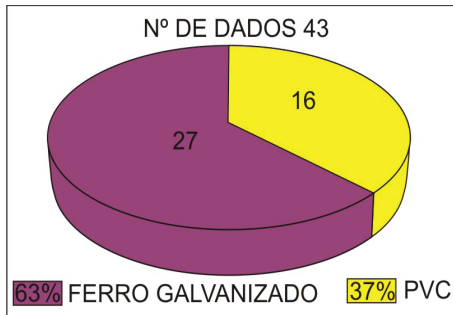


Figuras 6 e 7 - Profundidades e vazões dos poços tubulares no Campus do Pici/UFC

Na figura 8, observa-se que do total de 43 poços cadastrados, 16 (37%) foram construídos com revestimento do tipo PVC geomecânico e 27 (63%) com ferro galvanizado. Os poços com revestimento de ferro são os mais antigos, a exemplo dos poços da Engenharia Agrícola e da Meteorologia.

A partir de 17 dados sobre tipos de

reservatórios hídricos do Campus, temos 13 de alvenaria, 3 de amianto e 1 de concreto (Figura 9). Ressalta-se o poço (nº 27) não possui reservatório, não se enquadrando nesta análise, sendo suas águas distribuídas diretamente da boca do poço. De acordo com 18 dados dos sistemas de bombeamento dos poços, temos 13 bombas submersas e 5 injetoras.



Figuras 8 e 9 - Classificações do tipo de revestimento e reservatório das águas dos poços tubulares no Campus do Pici/UFC

QUALIDADE DAS ÁGUAS

Ribeiro (2001) define *água potável* como aquela que pode ser utilizada no consumo humano sem trazer prejuízos à saúde. Os padrões de potabilidade ou de água potável definem as quantidades que se encontram nos limites determinados através das características físicas, químicas, organolépticas e dos compostos orgânicos e inorgânicos, que podem ser tolerados nas águas de abastecimento público.

Os termos de potabilidade das águas subterrâneas locais, dentro de seus aspectos físico-químicos, podem ser dados através do diagrama logarítimo de Schöeller & Berkloff (Figura 10), onde as mesmas são classificadas em boa, medíocre, má, momentânea e não potáveis, em função dos elementos Ca^{2+} , Mg^{2+} , $(\text{Na}^+ + \text{K}^+)$, Cl^- , SO_4^{2-} , $(\text{CO}_3^{2-} + \text{HCO}_3^-)$, expressos em mg/L, e ainda, dureza expressa em °F.

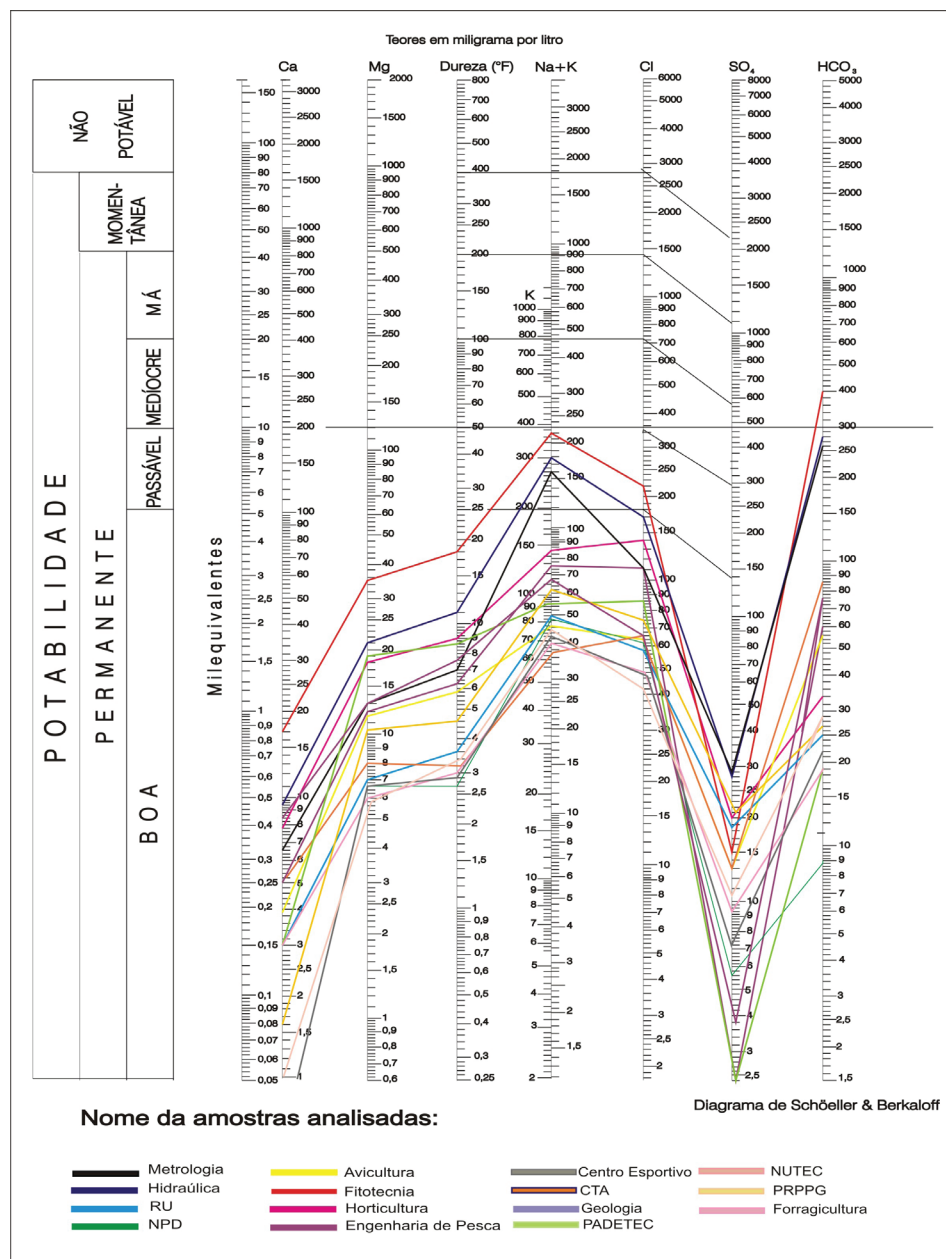


Figura 10 – Diagrama de Schöller & Berkloff para potabilidade das águas subterrâneas do campus do pici.

De maneira geral, nos sistemas aquíferos estudados predominam águas com índices *aceitáveis* do ponto de vista físico-químico, porém, 03 amostras apresentaram valores para ferro que desqualificam estas águas para o consumo humano, enquanto que para o nitrato apenas 01 amostra encontra-se fora dos padrões de potabilidade. A média geral dos demais parâmetros (Ca^{2+} , Mg^{2+} , $\text{Na}^+ + \text{K}^+$, Cl , HCO_3^-), variou entre “Boa” a “Passável”, qualificando as águas subterrâneas locais quanto à potabilidade físico-química.

Além dos elementos analisados pelo gráfico de Schoeller & Berkloff, as 15 análises revelam que, para o íon ferro, 30% das análises estão com valores acima dos padrões de potabilidade da portaria N° 518 do Ministério da Saúde (0,3 mg/L).

Sabe-se que a elevada concentração de ferro, mesmo que pontual, pode causar problemas ao consumo humano, favorecendo a incidência de problemas cardíacos e diabetes. MONMONEY (1992) aponta que estudos recentes sobre o aspecto de intoxicação por ferro (hemocromatose), originada de distúrbios genéticos, é agravada pela ingestão de compostos com elevadas concentrações de ferro, contemplam aspectos sobre águas ferruginosas.

O nitrato representa o estágio final da oxidação da matéria orgânica, provém de resíduos da atividade humana e encontra-se presente acima dos limites permitidos pela portaria 518 do MS (10 mg/L N-NO_3) em 0,6% das amostras analisadas com valor de 11,53 mg/L. A concentração elevada do nitrato é explicada na medida em que se tem a existência de fossas negras, ausência de saneamento básico e um posicionamento do nível estático muito raso, quase sempre inferior a 10 m, com predominância de 0 a 5 m e a mercê da variação sazonal.

No sistema digestivo, o nitrato é transformado em nitrosaminas, que são substâncias carcinógenas. Daí alguns cientistas advertirem que o excesso de íons nitrato na

água e no alimento pode levar a um aumento na incidência de câncer de estômago.

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

O Campus Universitário do Pici está inserido no Sistema Hidrogeológico Barreiras (aflorante) composto por níveis arenosos a silte-arenosos com predomínio de coloração avermelhada, friáveis, com níveis conglomeráticos intercalados ocasionalmente, com uma espessura média de 50m.

O sistema Cristalino não aflora na área, mas regionalmente é constituído pelas rochas gnáissicas do Complexo Caicó de idade Pré-Cambriana não aflorante, composto basicamente por gnaisses e migmatitos.

Foram cadastrados 43 poços tubulares localizados nos Centros da UFC e nos órgãos governamentais presentes no Campus, representados pela EMBRAPA, NUTEC e PADETEC.

É possível identificar, a partir dos dados coletados em campo, a seguinte situação dos poços: 18 em uso; 22 desativados; 2 abandonados e 1 não instalado. Dos 18 poços tubulares em uso, 9 são utilizados no consumo humano/irrigação, 8 são usados somente na irrigação e 1 é utilizado para recreação.

A partir, dos dados de profundidade de 33 poços, tem-se que 13 são classificados como profundos (> 50 metros), 19 são medianamente profundos (entre 20 e 50 metros) e um é considerado do tipo raso (< 20 metros).

Com os dados de vazão de 31 poços, verifica-se que 8 apresentam uma vazão baixa (< $2\text{m}^3/\text{h}$), 8 uma vazão média ($2\text{-}5\text{m}^3/\text{h}$) e 15 possuem uma vazão alta (> $5\text{m}^3/\text{h}$).

Do total de 43 poços cadastrados, 16 (37%) foram construídos com revestimento do tipo PVC geomecânico e 27 (63%) com ferro galvanizado.

Quanto ao tipo de reservatório, a partir, dos dados de 17 poços do Campus do Pici, temos que 13 são de alvenaria, 3 de amianto e 1 de concreto.

De acordo com os resultados obtidos nas análises físico-químicas, pH, STD (Sólidos Totais Dissolvidos), dureza e as concentrações de cloreto, sódio e sulfato estão dentro dos padrões recomendados pela Portaria nº 518/2004 do Ministério da Saúde, enquanto que os parâmetros turbidez, ferro e nitrato por sua vez, encontram-se acima dos limites estabelecidos pela referida portaria.

A partir destas conclusões, recomenda-se que:

Os poços tubulares e rasos localizados no Campus Universitário do Pici possam ser recuperados, equipados e monitorados qualitativamente a fim de se buscar uma melhor avaliação das qualidades físico-químicas e bacteriológicas das águas subterrâneas na área a fim de melhor proteger este recurso mineral, bem como, de direcionar o uso adequado destas águas.

Seja realizado um estudo quanto à potencialidade e disponibilidade hídrica das águas subterrâneas no Campus Universitário do Pici, a fim de avaliar a viabilidade deste recurso mineral como uma fonte de abastecimento público a toda comunidade universitária.

REFERÊNCIAS

- 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.
- Brandão, R.L. Sistema de Informações para Gestão e Administração Territorial da Região Metropolitana de Fortaleza - Projeto SINFOR: Diagnóstico Geoambiental e os Principais Problemas de Ocupação do Meio Físico da Região Metropolitana de Fortaleza. 1ª edição. Fortaleza/CE: SER/REFO/CPRM. Vol. 01, 1995. 105p.
- Cavalcante, I.N. Fundamentos Hidrogeológicos para a Gestão Integrada de Recursos Hídricos na Região Metropolitana de Fortaleza, Estado do Ceará. 1998. 153f. Tese (Doutorado em Hidrogeologia) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1998.
- Gomes, M. da C. R. Qualidade das Águas Subterrâneas e Superficiais no Campus Universitário do Pici (Fortaleza, Ceará). 2006. 122f. Monografia (Graduação em Geologia) – Centro de Ciências, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2006.
- 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.
- Ribeiro, J. A. P. Características Hidrogeológicas e Hidráulicas da Faixa Costeira Leste da Região Metropolitana de Fortaleza – Ceará. 2001. 112p. Dissertação de Mestrado. Departamento de Geologia, Centro de Ciências, Universidade Federal do Ceará, 2001.
- SRH. Secretaria de Recursos Hídricos. Decreto Nº 23.068 de Fevereiro de 1994. Legislação sobre Sistemas de Recursos Hídricos do Estado do Ceará. Fortaleza. Disponível em: www.srh.ce.gov.br/legislacao/decretos_estaduais. Acesso em: 10 novembro de 2006.
- Tajra, A.A. Aspectos Técnico-construtivos 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.