



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ  
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS  
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO LATO SENSU À DISTÂNCIA  
PLANEJAMENTO E MANEJO INTEGRADO  
DOS RECURSOS HÍDRICOS**

**RAQUEL FERREIRA DOS SANTOS**

**PROJETO E SOLUÇÃO PARA O ABASTECIMENTO DE UM GRANDE  
CONSUMIDOR**

**ESTUDO DE CASO**

**Belém  
2016**

RAQUEL FERREIRA DOS SANTOS

**PROJETO E SOLUÇÃO PARA O ABASTECIMENTO DE UM GRANDE  
CONSUMIDOR**

**ESTUDO DE CASO**

Monografia de Especialização apresentada para  
obtenção do Título de Especialista em Planejamento  
e Manejo Integrado dos Recursos Hídricos.  
Universidade Federal do Pará – UFPA.

Orientador: Prof. Dr. Francisco de Assis  
Matos de Abreu – IG/UFPA.

**Belém  
2016**

Dados Internacionais de Catalogação de Publicação (CIP)  
Biblioteca do Instituto de Geociências/SIBI/UFPA

---

Santos, Raquel Ferreira dos, 1985

Projeto e solução para o abastecimento de um grande consumidor: estudo de caso / Raquel Ferreira dos Santos – 2016

36 f. : il.

Orientador: Francisco de Assis Matos de Abreu

Monografia (Especialização) – Universidade Federal do Pará, Instituto de Geociências, Faculdade de Geologia, Programa de Pós-Graduação *Lato Sensu* à Distância em Planejamento e Manejo Integrado dos Recursos Hídricos, Belém, 2016.

1. Água. 2. Água - Qualidade. 3. Hidrogeologia. Título.

CDD 22. ed.: 553.7

---

RAQUEL FERREIRA DOS SANTOS

**PROJETO E SOLUÇÃO PARA O ABASTECIMENTO DE UM GRANDE  
CONSUMIDOR**

**ESTUDO DE CASO**

Monografia de Especialização apresentada para obtenção do Título de Especialista em Planejamento e Manejo Integrado dos Recursos Hídricos pelo Instituto de Geociências da Universidade Federal do Pará – UFPA.

Data da aprovação: 13/ 10/ 2016

Conceito: EXC

Banca Examinadora:

---

Prof. Dr. Francisco de Assis Matos de Abreu  
Doutor em Geologia  
Universidade Federal do Pará

---

Prof. Dr. Milton Antonio da Silva Matta  
Doutor em Geologia  
Universidade Federal do Pará

---

Prof. Msc. Larissa Silva e Silva  
Mestra em Geologia  
Universidade Federal do Pará

**Belém  
2016**

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus por me ajudar a realizar mais este trabalho;

A minha família por sempre me apoiar em todos os meus sonhos e objetivos;

Ao meu marido por todo o carinho, dedicação, amor e compreensão;

Ao meu orientador prof. Dr. Francisco de Assis Matos de Abreu pela ajuda, esclarecimentos, dedicação e apoio oferecidos ao longo desta especialização;

Ao Curso Planejamento e Manejo Integrado dos Recursos Hídricos (IG/UFPA) pela Bolsa de Estudos Integral pertinente ao Curso, a mim concedida;

A empresa Femac GeoSolo Engenharia Ltda por me conceder todos os dados necessários;

Ao Clube de Recreação por permitir que fossem utilizados os dados da empresa;

As amigas Jaqueline Alcântara e Larissa Silva pela ajuda concedida;

De uma forma geral, agradeço a todas as pessoas que direta, ou indiretamente, contribuíram para a finalização deste trabalho.

## RESUMO

O fato da Região Metropolitana de Belém (RMB) vir crescendo desordenadamente nas últimas décadas, em geral, devido ao êxodo das populações rurais, que vem em busca de maior oportunidade profissional e trabalho, aliado a uma ocupação desordenada do meio, tornou-se uma das principais causas de contaminação e degradação dos ecossistemas aquáticos superficiais e subterrâneos; visto que a falta de saneamento, a coleta irregular de resíduos, aliado as habitações irregulares, contribuem pra esse quadro. As análises físico-químicas e bacteriológicas feitas para os poços tubulares rasos existentes em um clube da capital mostram que a água não é boa para consumo. O parâmetro nitrato com concentrações entre 16,0 a 25,0 estão acima do limite em todos os poços, classificando a água como imprópria para o consumo humano, visto que os valores limites considerados pela portaria nº 2914/2011 do Ministério da Saúde, para o nitrato é de até 10,0 mg/l N. A análise bacteriológica em um dos poços também se mostrou insatisfatória, com base na Portaria nº. 2914/2011 do Ministério da Saúde. A construção de poços tubulares que captam água de aquíferos mais profundos nesse caso do Aquífero Pirabas baseou-se não apenas no baixo grau de vulnerabilidade, e ótima vazão que tais poços podem alcançar, mas também porque são águas de excelente qualidade físico-química e bacteriológica. Os resultados das análises físico-químicas destes poços mostram que no geral a água é boa para consumo. No entanto o parâmetro Ferro total com concentrações de 0,5 e 0,7 mg/l exibem concentrações em desacordo com os limites estabelecidos pelo Ministério da Saúde que é de no máximo 0,3 mg/l.

Palavras-Chave: Água. Poços tubulares. Análise físico-química. Clube de Recreação.

## **ABSTRACT**

The fact of the metropolitan region of Belém (RMB) come growing wildly in recent decades, in general, due to the exodus of rural populations, who comes in search of greater job opportunity and work together with a disorderly occupation of the medium, it became one major cause of contamination and degradation of surface and underground water ecosystems; since the lack of sanitation, irregular waste collection, combined with irregular housing, contribute to this picture. The physico-chemical and bacteriological analyzes for shallow wells existing in a capital club show that the water is not good for consumption. Nitrate parameter with concentrations between 16.0 to 25.0 are above the limit in all wells, classifying the water unfit for human consumption, as the limits considered by ordinance for nitrate is up to 10.0 mg / l N. bacteriological analysis of the wells also proved unsatisfactory, based on Ordinance No. 2914/2011 of the Ministry of Health. The construction of wells that capture water from deeper aquifers in this case Pirabas was based not only on the low degree of vulnerability, and great flow that such wells can reach, but they are also water excellent physical-chemical and bacteriological quality. The results of physicochemical analyzes of these wells show that in general the water is good for drinking. However the total iron parameter with concentrations of 0.5 and 0.7 mg / l concentrations exhibit at odds with the limits established by the Ministry of Health, which is a maximum of 0.3 mg / l.

**Keywords:** Water. Chemical physical analysis. Recreation Club.

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	9
<b>1.1</b>	<b>Apresentação</b> .....	9
<b>1.2</b>	<b>Localização e acesso</b> .....	10
<b>1.3</b>	<b>Problema</b> .....	10
<b>1.4</b>	<b>Justificativa</b> .....	13
<b>1.5</b>	<b>Objetivos gerais</b> .....	14
1.5.1	Objetivos específicos.....	14
<b>1.6</b>	<b>Metodologia</b> .....	14
<b>2</b>	<b>GEOLOGIA DA REGIÃO METROPOLITANA DE BELÉM</b> .....	16
<b>2.1</b>	<b>Hidrogeologia</b> .....	17
2.1.1	Sistema Pós-Barreiras.....	17
2.1.2	Sistema Barreiras .....	17
2.1.3	Sistema Pirabas .....	18
<b>3.</b>	<b>ETAPAS DO TRABALHO</b> .....	19
<b>3.1</b>	<b>Abastecimento de água nas dependências do Clube</b> .....	19
<b>3.2</b>	<b>Viabilidade da construção dos poços profundos</b> .....	20
3.2.1	Procedimentos legais para construção dos poços profundos.....	21
<b>4</b>	<b>PERFURAÇÃO DOS POÇOS PROFUNDOS</b> .....	22
<b>4.1</b>	<b>Etapas de perfuração dos poços</b> .....	22
<b>5</b>	<b>ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO</b> .....	29
<b>5.1</b>	<b>Poços Rasos</b> .....	29
<b>5.2</b>	<b>Poços Profundos</b> .....	31
<b>6</b>	<b>CONCLUSÕES E DISCUSSÕES</b> .....	34
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	36

# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 Apresentação

Nas últimas décadas as grandes cidades tem experimentado um crescimento acelerado da população, o que acarreta mudanças significativas ao meio ambiente, gerando impactos muitas vezes irreversíveis. Concomitante a este crescimento acelerado da população mundial há um aumento da demanda por bens e serviços, assim como uma maior preocupação com a destinação dos resíduos e a qualidade dos recursos hídricos oferecidos, assim como sua preservação.

O fato da Região Metropolitana de Belém (RMB) vir crescendo desordenadamente nas últimas décadas, em geral, devido ao êxodo das populações rurais, que vem em busca de maior oportunidade profissional e trabalho, aliado a uma ocupação desordenada do meio, tornou-se uma das principais causas de contaminação e degradação dos ecossistemas aquáticos superficiais e subterrâneos; visto que a falta de saneamento, a coleta irregular de resíduos, aliado as habitações irregulares, contribuem pra esse quadro. Se olharmos para a RMB, percebe-se que há uma grande abundância de água, tanto superficial, como subterrânea, mas que esta relativa abundância, não resulta em água potável nas torneiras da população. Na RMB, em termos gerais, o abastecimento público compreende um suprimento de 70% de água superficial e 30% de água subterrânea (ABREU 2009). Mas problemas como a sensibilidade da rede de distribuição, em parte devido à falta de reparos, fazem com que tanto a qualidade da água, como a periodicidade com que esta chega às torneiras seja prejudicada.

Importante ressaltar que culturalmente no Brasil se utiliza água de camadas freáticas, que geralmente encontram-se contaminadas devido à proximidade com o ambiente externo. No caso analisado e neste trabalho em questão este problema reflete-se na qualidade da água utilizada tanto para consumo, como para a recreação; surgindo assim a necessidade de se propor soluções viáveis para solucionar o problema. A água subterrânea explorada de aquíferos menos vulneráveis, surge como uma importante forma de abastecimento para grandes cidades e ou empreendimentos.

Toda a água doce que existe no planeta desempenha um papel importante no abastecimento público e privado das cidades e áreas agrícolas. A degradação das águas superficiais e o alto custo para tratá-las vêm aumentando a demanda por água subterrânea em todo mundo, em parte pelo seu baixo custo, assim como sua fácil

obtenção e a excelente qualidade natural, que na maioria das vezes dispensa tratamento, situação diferente das águas superficiais (HIRATA et al, 2009).

Inserido neste contexto, o presente trabalho busca avaliar a situação atual de abastecimento de água de um clube da capital paraense que se viu obrigado a buscar alternativas para o autoabastecimento em razão dos agravos que foram estabelecidos sobre o sistema de capacitação que funciona no mesmo.

## 1.2 **Localização e acesso**

A área de trabalho encontra-se na região central da cidade de Belém, estado do Pará, às margens da Avenida Almirante Barroso, Bairro do Souza. Esta área fica localizada na sede campestre de um importante clube de recreação da capital (Figura-1). Os poços perfurados são delimitados pelas coordenadas UTM obtidas por meio de GPS X: 784918 / Y: 9843430; X: 784585 / Y: 9843676 referentes aos poços 01 e 02 respectivamente.

## 1.3 **Problema**

A RMB apresenta altos índices pluviométricos com uma média de aproximadamente 2.800mm/ano, em geral concentrado no período de dezembro a abril (Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), 1998 apud COSTA, 2004). O grande inchaço populacional das últimas décadas, assim como a falta de planejamento em longo prazo trouxe consigo grandes problemas de estrutura e acomodação. Esta situação pode ser sentida pelos moradores na qualidade da coleta dos resíduos sólidos e saneamento como um todo, visto que a grande maioria da população de Belém não conta com uma coleta seletiva do lixo regular.

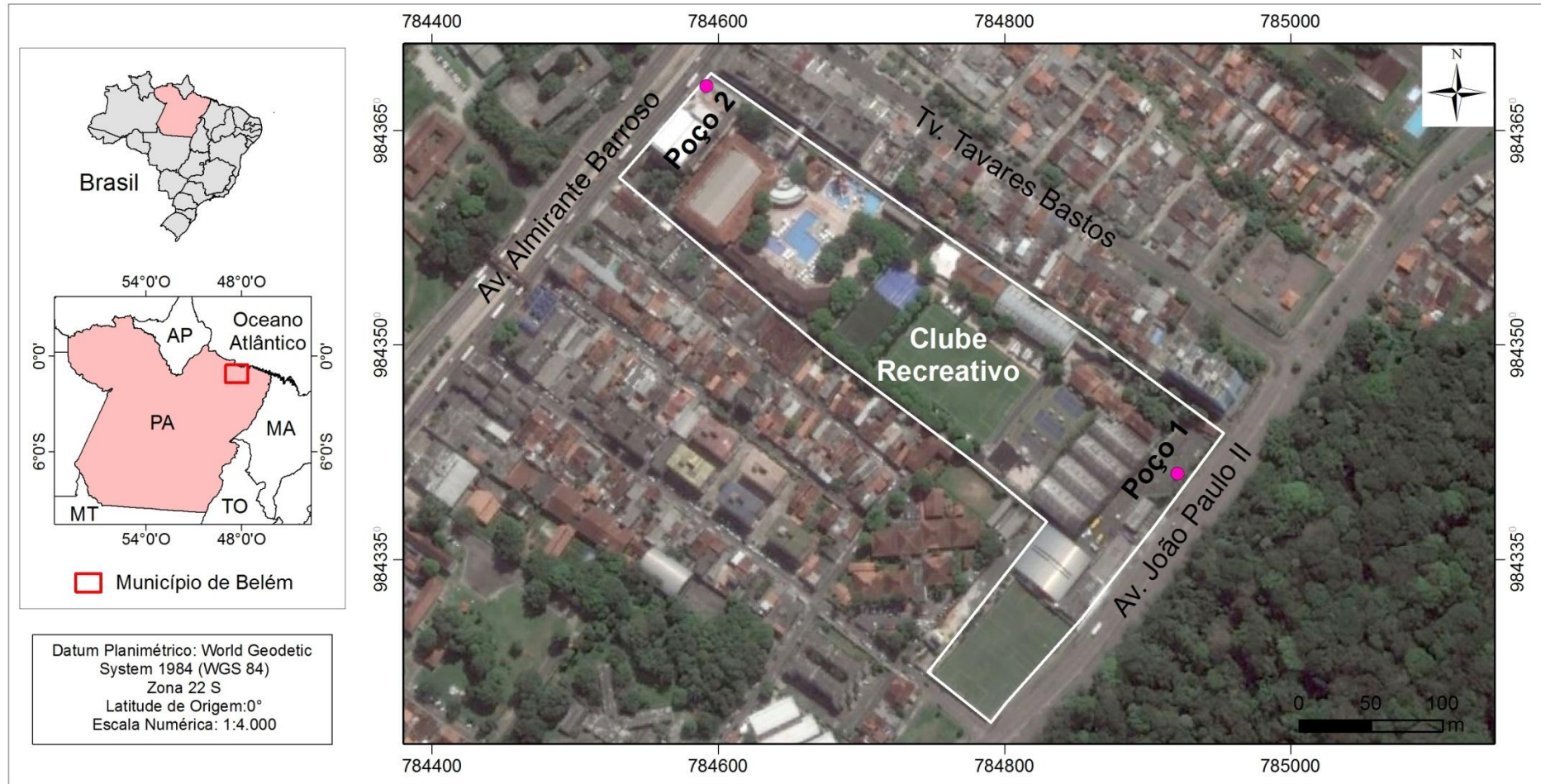
Outro problema enfrentado pela população veio em função da alta demanda por bens e produtos como a água, que sofreu um incremento considerável na sua demanda fazendo com que o *déficit* hídrico da região passasse a ser um problema, principalmente nas zonas mais periféricas, aonde a ocupação urbana vem ocorrendo, em grande parte, em áreas impróprias ou de forma inadequada (ABREU 2009). Essa relativa escassez de água para a população em parte por uma má gestão dos serviços públicos, faz com que a população se utilize normalmente de poços do tipo amazonas, ou poços tubulares rasos para se abastecerem, em muitos casos com água contaminada.

O pacote sedimentar que recobre a RMB encontra-se bastante fraturada, fator geológico que facilita a conexão hidráulica entre os diversos aquíferos, proporcionando a mistura de águas e drenança entre os aquíferos presentes nas formações sedimentares da região (PALHETA, 2008). Inserido nesse contexto a região, assim como diversas capitais no Brasil, não foge de problemas como a falta de moradias adequadas assim como condições sanitárias dignas a população como um todo. Matta (2002); Cabral (2004); Costa (2004) e Paranhos (2010) destacaram os riscos de contaminação de aquíferos devido à ocupação sem planejamento, bem como características geológicas peculiares na RMB.

Incluído neste cenário após uma avaliação de rotina feita em um clube de recreação da capital, surgiu a necessidade de regularização da captação de água subterrânea do estabelecimento junto à Secretaria Estadual de Meio Ambiente (SEMA). A necessidade surgiu em decorrência da alta demanda por água potável no clube de recreação, que mesmo com uma boa quantidade de poços passou a sofrer com uma relativa escassez de água.

Com base em análises químicas e bacteriológicas verificou-se que o sistema atualmente utilizado, poços rasos, apresentava qualidade abaixo da exigida para consumo e lazer, visto que as amostras analisadas apresentavam sinais de contaminação por atividade antrópica; Surgindo assim a necessidade de um fornecimento com mais qualidade e que supra a demanda exigida.

**Figura 1:** Imagem que mostra a localização da área de trabalho assim como suas principais vias de acesso e locação dos poços profundos.



Fonte: Google Earth

#### 1.4 Justificativa

A cidade de Belém está situada às margens do Rio Guamá e é circundada por mais de 30 ilhas. Por apresentar este contexto circundado por ilhas a capital do estado do Pará teve pouco espaço para crescer, dando origem a uma grande região metropolitana composta pelos municípios de Belém, Ananindeua, Marituba, Benevides e Santa Bárbara do Pará, juntos esses municípios formam a Região Metropolitana de Belém que abriga cerca de 2.5 milhões de habitantes (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), 2007 apud ABREU, 2009).

Essa explosão demográfica dos últimos anos corresponde principalmente a pessoas com baixo poder aquisitivo e que procuram as grandes cidades em busca de uma vida melhor. A falta de espaço para crescer fez com que as pessoas fossem se acomodando nas regiões mais periféricas e próximas a capital ocasionando o crescimento das cidades mais próximas e originando o que chamamos de cornubiação do espaço originando assim a grande RMB. Região esta que em decorrência do crescimento acelerado e da falta de planejamento, trouxe consigo problemas como a falta de água e esgotamento sanitário adequado.

A motivação para confecção deste trabalho surgiu da necessidade de se abordar os aspectos que levaram a construção de um grande empreendimento dentro de uma grande cidade. A solução escolhida para atender à demanda de um Clube Social por água de qualidade foi à construção de poços profundos para substituir a bateria de 06 (seis) poços rasos existentes no clube, os quais apresentaram problemas de contaminação química e bacteriológica, deixando a água imprópria para consumo humano.

Optar pela construção dos poços tubulares profundos levou em consideração problemas já mencionados anteriormente, como a grande densidade demográfica da região onde está localizado o clube, composta na grande maioria por residências, juntamente com a falta de instalações sanitárias adequadas que tornam a atual situação do clube difícil de ser solucionada.

Revelado o problema e tendo como pano de fundo o elevado consumo de água do clube, este se viu obrigado a buscar alternativas para suprir a atual demanda de maneira eficiente e segura. Desta forma, este trabalho é um estudo de caso que mostra um empreendimento que surgiu da necessidade de se analisar a viabilidade da

construção de poços profundos para solucionar problemas relacionados à qualidade de água e se tais investimentos são viáveis e oferecem um retorno satisfatório.

## 1.5 **Objetivos gerais**

Este trabalho tem como objetivo geral analisar as soluções tomadas para atender a demanda de água de um Clube Social por água de qualidade. Assim como buscar entender a viabilidade da construção de poços profundos para substituir a bateria de poços rasos existentes no Clube e que apresentaram problemas por contaminação físico-química e bacteriológica.

### 1.5.1 **Objetivos específicos**

- Avaliar a atual forma de captação e a qualidade físico-química e bacteriológica da água que chega às torneiras para o consumo e recreação do clube;
  - Entender os mecanismos que levaram a empresa a buscar uma solução para a captação e consumo de água no clube;
  - Analisar quais medidas que levaram o clube a optar pela construção de poços profundos e sua viabilidade econômica;
  - Avaliar quais medidas a serem tomadas para a desativação de poços antigos;
- Desta forma busca-se fazer uma análise do problema e das soluções que foram propostas visando ao bem estar dos associados e preservação do meio ambiente.

## 1.6 **Metodologia**

Para o desenvolvimento desta pesquisa a metodologia adotada consistiu basicamente na pesquisa bibliográfica sobre o tema. Esta pesquisa incluiu trabalhos a nível mundial e nacional que envolveu temas importantes como: a importância da preservação dos recursos hídricos; consequências das atividades humanas nas grandes cidades e sua geração de resíduos. Foi feita também uma ampla pesquisa a cerca dos procedimentos para a construção de poços tubulares profundos e quais os procedimentos legais para a construção destes.

Desta forma fez-se necessário o cumprimento de algumas etapas:

- Ampla pesquisa bibliográfica a cerca do tema proposto;
- Concomitante a esta pesquisa bibliográfica, finalizou-se a reunião dos dados, contidos no Banco de dados do clube e da Universidade Federal do Pará, com o intuito

de identificar, analisar e interpretar os principais problemas existentes neste caso específico;

- Avaliação e discussão das análises químicas feitas tanto nos poços rasos, quanto nos profundos;
- Análise da viabilidade da construção dos poços profundos;
- Medida necessária para se conseguir a outorga destes poços na RMB;
- Foi feito o acompanhamento da perfuração dos poços profundos no clube, pela autora e mais sete geólogos que supervisionaram todo o processo de perfuração, fizeram coletas das amostras e acompanharam os testes de bombeamento, até a entrega final do produto que buscou mitigar o problema de abastecimento no clube;
- Acompanhamento das medidas a serem tomadas para o tamponamento dos poços rasos;
- Confecção do mapa de localização em software ArcGis 10;
- E por fim foi confeccionado um relatório final relatando todas as atividades descritas.

## 2. GEOLOGIA DA REGIÃO METROPOLITANA DE BELÉM

A região metropolitana de Belém insere-se geograficamente na porção nordeste do estado do Pará. É composta predominantemente pelas unidades cenozoicas que compreendem o Grupo Barreiras, a Formação Pirabas e sedimentos Pós Barreiras.

Sauma Filho (1996) fez uma compilação dos dados da região onde temos que a sequência sedimentar de idade Terciária na região abrange o Grupo Barreiras, ao qual é atribuída origem essencialmente continental; e a Formação Pirabas, de origem marinha.

A Formação Pirabas de idade oligo-miocênica pode ser observada nos estados do Pará, Maranhão e Piauí. Na região nordeste do Pará, a ocorrência desta formação é descontínua e aparece com frequência na região litorânea de Bragança (SAUMA FILHO, 1996). Na RMB esta formação é observada com frequência a partir de uma profundidade média de 100 metros (COSTA, 2004). Os litotipos encontrados são calcários e margas, intercalados com folhelhos cinza esverdeados e arenitos calcíferos, depositados em ambiente marinho e muito rico em fósseis (SAUMA FILHO, 1996; OLIVEIRA; SOUZA LEAL; TANCREDI, 2001).

O termo "Barreiras" tem sido utilizado para designar rochas sedimentares que variam desde argilitos a conglomerados pouco ou mal selecionados, ocorrentes na costa brasileira que vai desde o Rio de Janeiro até o estado do Pará (COSTA, 2004). Bigarella e Andrade (1964) propuseram a denominação Grupo Barreiras para estes sedimentos que afloram ao longo da costa brasileira na forma de falésias ou terraços.

O Grupo Barreiras, de idade mioceno-pleistocênica, está assentado discordantemente sobre os sedimentos da Formação Pirabas. Na RMB este grupo ocorre principalmente na forma de falésias, podendo ser observadas nas Ilhas de Caratateua e Mosqueiro (COSTA, 2004). Os litotipos encontrados no Grupo Barreiras são arenitos de granulometria variada, mal selecionados, argilosos, intercalados a siltitos e argilosos de cores variadas, com níveis de concreções ferruginosas e arenito ferruginoso; litotipos estes amplamente encontrados ao longo de todo o litoral norte e nordeste do Brasil (ROSSETTI; TRUCKENBRDT; GOÉS, 1989; COSTA et al., 1993; SAUMA FILHO, 1996).

Ao Quaternário são atribuídos os sedimentos Pós-Barreiras que compreendem sedimentos areno-argilosos inconsolidados de composição quartzosa, siltico-argilosa com arenitos ferruginosos intercalados que se sobrepõem ao Grupo Barreiras. Silva e Loewenstein (1968) chamaram de Pós barreiras depósitos de latossolos, de coloração

amarelada e que se sobrepõem aos sedimentos da Formação Barreiras. De acordo com Rossetti (2001) os sedimentos desta unidade são separados da Formação Barreiras por discordância erosiva. Ainda de idade quaternária aparecem os sedimentos modernos de idade holocênica que compreendem a sedimentos aluvionares de composição quartzosa contendo matéria orgânica, argila, silte e areia (FARIAS et al., 1992; SAUMA FILHO, 1996).

## **2.1 Hidrogeologia**

A RMB é composta pelos municípios de Belém, Ananindeua, Marituba, Benevides e Santa Bárbara e tem como principais sistemas hidrogeológicos o Pós-Barreiras, Barreiras e o sistema Pirabas (CARVALHO 2001; MATTA 2002; CABRAL, 2004).

### **2.1.1 Sistema Pós-Barreiras**

Formado por camadas de rochas argilo-arenosas inconsolidadas com ocorrência nos primeiros 25 metros de profundidade, aparecem por vezes, recobertos por aluviões. Compreendem aquíferos com fraco potencial hidrogeológico (OLIVEIRA; SOUZA LEAL; TANCREDI, 2001; MATTA, 2002; PARANHOS, 2010). Por se tratar de aquíferos livre a semiconfinados, apresentam certa vulnerabilidade confirmada muitas vezes por altos índices de nitrato e amônia. Aliado a essa qualidade limitada do sistema, pode ocorrer ainda em muitos casos, excesso de ferro nas águas (MATTA, 2002; CABRAL, 2004).

### **2.1.2 Sistema Barreiras**

Com ocorrência no geral em profundidades que variam de 25 a 90 metros. São aquíferos bastante heterogêneos, confinados a semiconfinados; as camadas aquíferas variam em torno de 70 metros de profundidade. Possui certo grau de vulnerabilidade, e um dos principais problemas é o teor excessivo de ferro (acima de 0,3 mg/L), fora do padrão recomendado pelo Ministério da Saúde nº 2.914/2011; que podem causar um sabor metálico a água, assim como manchas nas roupas e instalações sanitárias (MATTA, 2002; CABRAL, 2004). Apresentam ainda valores de condutividade elétrica

entre 28,5 e 45,0 (micros)S/cm; e pH oscilando entre 3,4 e 5,2 (CABRAL e LIMA, 2006).

### **2.1.3 Sistema Pirabas**

Compreende aquíferos de natureza confinada. Ocorre a partir de 70 de profundidade, chegando até 259 metros (OLIVEIRA; SOUZA LEAL; TANCREDI, 2001). Subdivide-se em Pirabas Superior e Inferior; com uma vazão que chega a 600 m<sup>3</sup>/h. São aquíferos de alta qualidade, geralmente com uma composição bicarbonatada cálcica, PH praticamente neutro, e características cálcico-magnesianas-bicarbonatadas (CARVALHO, 2001). As concentrações de manganês e ferro mostram concentrações geralmente baixas, fator este que varia um pouco, dependendo da região de locação dos poços (PARANHOS, 2010).

### **3. ETAPAS DO TRABALHO**

Para a confecção deste trabalho, tornou-se necessário uma descrição simplificada acerca dos aspectos que levarão ao abandono do sistema atualmente utilizado pelo clube, até a confecção do novo sistema de abastecimento. Desde quais os procedimentos legais que foram realizados junto aos órgãos públicos, até a escolha de uma empresa, capaz de tornar o empreendimento uma realidade.

#### **3.1 Abastecimento de água nas dependências do Clube**

O sistema de abastecimento utilizado pelo clube consiste na utilização de 06 poços tubulares de baixa profundidade para captação de água subterrânea. Os aquíferos dos quais se capta a água, correspondem ao sistema hídrico Barreiras, que ocorre a baixas profundidades e, portanto, bastante vulnerável a poluição do meio externo. Essa vulnerabilidade se relaciona à situação dos aquíferos rasos que têm suas recargas feitas a partir de infiltração direta de água meteórica. Já os aquíferos intermediários têm suas recargas feitas a partir de infiltração indireta de água meteórica, tendo como condutores as estruturas trativas, que servem de interconexão com os aquíferos rasos e possivelmente com os profundos (ABREU, 2009).

Para que o empreendimento utilize essa água, faz-se necessário que a empresa faça um pedido de outorga preventiva de uso dos recursos hídricos subterrâneos para os poços em funcionamento. Para tal é necessário que se componha um processo técnico-administrativo junto aos órgãos competentes juntando-se: Cópia da licença ambiental ou protocolo de solicitação da licença; Encaminhar cópia do Alvará de Licença da Prefeitura atualizada e autenticada; Encaminhar inscrição estadual da referida empresa. Alguns procedimentos específicos também são necessários como o envio de fluxogramas do uso da água; anexar ao projeto uma Declaração de Informações Ambientais (DIA), devidamente autenticado; fazer registro fotográfico dos poços tanto em detalhe, como panorâmico; Envio de laudo do teste de bombeamento (escalonado e/ou contínuo) com base nas normas NBR 12212 e 12244, documento que deve ser assinado por responsável técnico habilitado (Geólogo); E por fim o encaminhar proposta de adequação dos parâmetros dos poços de acordo com a Portaria MS nº 2914 de 12/12/2011.

É justamente a adequação dos parâmetros de acordo com a portaria citada acima que mostrou a raiz do problema. Visto que as análises físico-químicas indicaram uma inadequabilidade na qualidade da água, sobretudo no parâmetro nitrato; E a análise bacteriológica de um dos poços apresentou resultado fora dos padrões legais. Desta forma concluiu-se que a água utilizada para o consumo no clube é imprópria, e que tentar mitigar tais problemas de qualidade é muito difícil e um dos fatores que contribui para tal dificuldade é a localização dos poços que aparecem em um contexto de alta densidade demográfica da região tendo como agravante a falta de saneamento que juntos tornam o problema de difícil solução.

### **3.2 Viabilidade da construção dos poços profundos**

Como os dados das análises físico-químicas e bacteriológicas para os poços tubulares rasos mostraram que a opção de continuar a usar água dos poços existentes não seria viável. Visto que em decorrência da localização do clube, no centro da cidade, cercado por residências; com a grande maioria destas sem esgotamento sanitário adequado, tornou a atual situação dos poços irreversível.

Desta forma a administração do Clube auxiliada por um técnico responsável, optou pela construção de poços tubulares profundos para abastecimento do local. Visto que estes captam a água de camadas mais profundas, mais especificamente do Sistema Pirabas que tem vazões de até 600 m<sup>3</sup>/h, podendo um único poço atender uma alta demanda; além do que são aquíferos de notável qualidade, com pH próximo à neutralidade, não havendo restrição para o consumo humano (CARVALHO, 2001).

A decisão de construir poços tubulares profundos que captam água de aquíferos mais profundos nesse caso do Pirabas baseou-se não apenas no baixo grau de vulnerabilidade, mas também porque são águas de excelente qualidade físico-química e bacteriológica, principalmente para o consumo humano. Um outro fator que pesou na decisão é a ótima vazão que tais poços podem alcançar, até 600 m<sup>3</sup>/h, fator muito importante para um clube que em decorrência do grande número de associados, possui uma demanda muito alta e que só tem a crescer com o passar dos anos.

A partir da decisão tomada, foi solicitada e concedida Outorga Preventiva para uso de água em 11 de julho de 2012 com validade até 11 de julho de 2014; para a construção dos dois poços tubulares profundos. A construção destes poços foi feita com

base nas normas da ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas (NBR 12212 e NBR 12244 de abril de 1992).

### 3.2.1 Procedimentos legais para construção dos poços profundos

O pedido de licença para a perfuração e a operação de poços tubulares profundos deve ser realizado por geólogo e deve conter informações fundamentais como: informações cadastrais do usuário, geologia, hidrogeologia, dados construtivos do poço que se pretende perfurar, análise físico - química e bacteriológica da água, quantidades e período de exploração, e um relatório de avaliação de eficiência (ERA), contendo o fluxograma de utilização da água.

A concessão da Outorga Preventiva para uso de água é um procedimento necessário para a construção dos dois poços tubulares profundos. Faz-se necessário seguir essas rigorosas normas por se tratar de uma obra de engenharia tão complexa. A Outorga Preventiva foi concedida ao clube em 11 de julho de 2012, de nº 171/2012 valido até 11 de julho de 2014. A construção destes poços foi feita com base nas normas da ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas (NBR 12212 e NBR 12244 de abril de 1992), sendo que para o início das obras é feito também um registro da obra no CREA-Pa.

Os procedimentos legais necessários para legalização de poços profundos é semelhante aos poços rasos. Como a lavratura de uma cópia da licença ambiental ou protocolo de solicitação da licença; Cópia do documento de propriedade, posse ou cessão de uso da área onde será construído o poço; Cópia do Alvará de Licença da Prefeitura atualizada e autenticada. Os procedimentos específicos também necessários são o envio de fluxogramas do uso da água; Declaração de Informações Ambientais, devidamente autenticado; registro fotográfico dos poços; Teste de bombeamento (escalonado e/ou contínuo) com base nas normas NBR 12212 e 12244, devidamente assinado por responsável técnico habilitado; E por fim a confecção da proposta de adequação dos parâmetros dos poços de acordo com a Portaria vigente.

Após o encerramento da obra e conhecidos todos os parâmetros hidrogeológicos e construtivos do poço foi encaminhado à SEMA/PA um novo pedido de outorga de caráter definitivo. Essa nova outorga é chamada de outorga permanente ou definitiva, que dá direito ao usuário de usufruir de forma definitiva do empreendimento.

## 4. PERFURAÇÃO DOS POÇOS PROFUNDOS

### 4.1 Etapas de perfuração dos poços

Para a perfuração dos poços faz-se necessário que se cumpra algumas etapas técnicas. Os serviços foram executados pela empresa FEMAC GEOSOLO sob a supervisão do Geólogo Francisco Matos e acompanhado Pela autora e mais sete geólogos recém- formados.

- Serviços preliminares

Etapa onde foi feita a preparação do canteiro de obras, com o isolamento da área de trabalho e montagem de barraca para abrigar o material a ser utilizado (Figura 2–A). Após a preparação do canteiro da obra, foi feita a montagem de todo equipamento de perfuração, composto por perfuratriz rotativa, duas bombas de lama da marca PWR de 4x3, acopladas a motores diesel MWM de 60 HP, desareador, brocas tricônes nos diâmetros de 121/4”, 171/2” e 22” e hastes de perfuração IF de DN 41/2” (CENTENO JÚNIOR, 2014) (Figura 2–B,C).

- Tubo de boca

O início da obra se dá com a instalação do tubo de boca, tal procedimento é uma importante ferramenta de proteção superficial do terreno contra desmoronamentos e isolamento dos primeiros aquíferos para evitar possível contaminação. Os primeiros vinte e quatro metros foram perfurados com broca tricône (121/4” de diâmetro) e a seguir foram feitos os alargamentos do furo para o diâmetro de 171/2” e depois para 22”.

- Perfuração e método de perfuração

A perfuração foi realizada pelo método rotativo com circulação de fluido de perfuração. Tal procedimento utiliza a bentonita e água ou qualquer outro material com mesma finalidade, desde que aprovado pelos órgãos competentes de fiscalização específicos. O uso de polímeros (carboximetilcelulose) de forma exclusiva ou associado à bentonita é uma opção para a composição do fluido de perfuração (Figura 2–E).

Durante a perfuração de sondagem foram coletadas amostras de calha a cada metro perfurado, com registro dos respectivos tempos de penetração e descrição do

perfil litológico do furo (Figura 2 –D). Após o término da perfuração de sondagem e a execução da perfilagem geofísica, é feito o alargamento do poço, permitindo assim a instalação da tubulação de encamisamento do poço.

**Figura 2:** A) Vista geral da área de trabalho. Com a montagem da barraca ao fundo e preparação da área, com montagem dos equipamentos para o início dos trabalhos de perfuração. B) Equipamento chamado de perfuratriz, utilizado para perfurar o poço. C) Hastes de perfuração, que é colocada no poço através da haste de perfuração D) Canaleta por onde escorre o material que sai da perfuração. E) Tanque com a bomba do circuito de lama para onde vai o material que sai do poço.



Fonte: Do autor

- Perfilagem geofísica

A Perfilagem Geofísica de Poço é um método capaz de gerar perfis verticais integrando vários métodos geofísicos em um mesmo ponto. Esta técnica consiste na descida de uma sonda, através do guincho até o fundo de um poço concluído recentemente. Ao subir, a sonda realiza medições nas paredes do poço, que podem ser de radioatividade, resistividade, magnética, sônica e outros (Figura 3–A). A Perfilagem Geofísica foi realizada pelo Laboratório de Prospecção Geofísica da Universidade Federal do Pará, com o perfilador WIN LOGGER RG – Eletric Sonder ELXG. Tal método é utilizado para delimitar os aquíferos encontrados.

- Revestimento

A tubulação definitiva que vai constituir as paredes do poço propriamente dita chama-se revestimento do poço. É colocada para revestir definitivamente o poço e desempenha duas funções principais: sustentar as paredes da perfuração e constituir a condução hidráulica que ponha os aquíferos em comunicação com a superfície. Uma das funções mais importantes do revestimento é impedir a drenagem para o interior do poço de água superficial ou água poluída que provém de aquíferos impróprios que podem contaminar o poço (CPRM, 1988).

Os tubos utilizados são de aço carbono (Figura 3–B) e receberam escovação mecanizada e pintura anti-ferruginosa e na extremidade superior de cada seção de revestimento e filtro foram soldadas duas chapas de aço para facilitar o seu içamento e instalação dentro do furo.

- Filtro

Ao término da perfuração de um poço, em formações aquíferas inconsolidadas ou pouco consolidadas, torna-se necessário instalar um dispositivo de admissão para a água, denominado filtro (Figura 3–B). Este tem a função de permitir que a água entre no poço sem a perda excessiva de carga, impedir a passagem de material fino durante o bombeamento. A vida útil do filtro depende do tipo de material utilizado na sua construção, pois sua duração e funcionamento são afetados pelas características físico-químicas da água do aquífero (CPRM, 1988).

O posicionamento dos filtros dos poços em questão foi baseado com base no perfil litológico e na perfilagem geofísica. Onde foi priorizado para exploração o aquífero abaixo de 226 metros, visando à obtenção de água com menor teor de ferro.

- Pré-filtro

Após a instalação dos tubos de revestimento e filtros do poço foi feita a colocação do pré-filtro no espaço anelar entre os mesmos e o furo aberto. O material utilizado foi grãos de quartzo com granulometria variando de 1 a 3 mm de diâmetro e foi instalado no intervalo de 80 metros de profundidade até o final da perfuração (Figura 3–C).

O pré-filtro tem como finalidade reter os grãos mais finos do aquífero, evitando que os mesmos sejam carregados para o poço durante o bombeamento. Este procedimento oferece bastantes vantagens como: aumento do diâmetro efetivo do poço; aumento do diâmetro e conseqüente aumento da velocidade de entrada da água; impede colapsos sobre o filtro, dando em geral, uma maior vida útil ao poço (CPRM 1988).

- Cimentação

A cimentação sanitária preenche o restante do espaço anelar ocorrendo desde a superfície do terreno até 80 metros. Trata-se de uma suspensão composta por cimento, bentonita e água. A mistura posicionada ao longo das camadas argilosas tem como objetivo impedir o fluxo de água a partir dos sistemas aquíferos mais superficiais, sistemas esses hoje comprometidos, em termos de potabilidade.

- Limpeza, desenvolvimento e desinfecção

A limpeza do poço é de suma importância para um bom funcionamento do poço. Isso ocorre porque durante a perfuração do poço camadas de material relativamente impermeável, proveniente do fluido de perfuração (ou lama), é aplicado sobre as paredes do poço. Desta forma a operação de desenvolvimento torna-se indispensável para dissipar e remover esse material ou o que restou dele após a colocação do pré-filtro. Tal procedimento consiste em promover uma circulação rápida da água com movimentos de entrada e saída de água do poço (CPRM, 1988).

**Figura 3:** A) Fotografia que mostra a execução da perfilagem geofísica. B) Imagem que mostra no detalhe à esquerda os tubos de aço de carbono e à direita os filtros de aço inox. C) Fotografia que mostra a colocação do pré-filtro. D) Imagem em detalhe do tanque para medição de vazão.



Fonte: Do autor.

Para limpeza e desenvolvimento do poço foram empregados processos sucessivos de bombeamento pelo método *air-lift*, com uso de dois compressores de ar de 175 *psi* e vazão de 60 pés<sup>3</sup>/min, injeções de soluções de hexametáfosfato de sódio (dispersante de argila) e pistoneamento com êmbolo. Na desinfecção do poço foi injetada uma solução de hipoclorito de cálcio, com concentração de cloro livre em torno de 150 mg/l, que permaneceu em repouso por um período de 12 horas, após o qual o poço foi bombeado para eliminação do cloro residual (CENTENO JÚNIOR, 2014).

- Testes de vazão e recuperação de nível

Os testes de vazão geralmente são feitos por um tempo não inferior a vinte e quatro horas ininterruptas (Figura 3–D). No caso dos poços em questão foi feito com uma eletrobomba submersa da marca EBARA, modelo BHS 804-2, com motor de 40 HP instalada a uma profundidade de 48 metros (Figura 4–B). Foi realizado o teste do tipo Vazão Contínua durante 24 horas. Após o teste a bomba é desligada, para ser feita as medidas de recuperação de nível d'água dentro do poço durante as 2 horas seguintes (Figura 4 – A). O segundo teste de vazão realizado foi o Escalonado, sendo realizado em 3 etapas progressivas de vazões, mantendo-se a vazão constante em cada etapa. O tempo total de duração do teste foi de 6 horas, com 2 horas para cada etapa.

- Proteção superficial

A laje de proteção é importante para proteger o poço de possíveis interações fluídas superficiais. Com essa finalidade foi construída uma base em concreto ciclópico de 1,50 x 1,50 m. com espessura de 0,30 cm ficando o poço centralizado nessa laje de formato quadrado, que normalmente fica a pelo menos 15 cm de altura em relação à superfície do terreno. E finalizando veda-se o poço com uma chapa de ferro, parafusada na “boca” do poço (Figura 4 – C).

**Figura 4:** A) Foto que mostra o bombeamento da vazão máxima da bomba para teste de vazão contínua. B) Medidor de nível usado para medir o nível da água no poço. C) Imagem que mostra o produto final, com a construção da base de proteção superficial do poço.



Fonte: Do autor.

## 5. ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO

### 5.1 Poços Rasos

A qualidade das águas subterrâneas destinadas ao abastecimento humano necessita satisfazer alguns padrões de potabilidade. No Brasil, esses padrões são estabelecidos pela Portaria n°. 2914, de 12 de dezembro de 2011 do Ministério da Saúde.

A tabela 01 resume os dados analíticos das águas coletadas dos poços tubulares rasos do clube. A água para ser considerada potável deve atender alguns padrões de qualidade com características químicas, físicas e biológicas característicos.

**Tabela 1:** Composição química dos seis poços rasos que existem no clube. Na parte direita da tabela é possível comparar estes dados com os recomendados pela Portaria n°. 2914.

Parâmetros	Teor						Padrões de Referência	
	Poços		3	4	5	6	Recomendado	Máx. permitido
1	2							
Odor	Não Objetável						Não Objetável	-
Gosto	Não Objetável						Não Objetável	-
Aspecto	-	-	-	-	-	-	Límpido	-
PH	6,46	5,73	7,04	5,71	6,49	6,23	6,0 a 9,5	-
Cor mg/l PT-Co	5,0	5,0	45,0	7,5	30,0	5,0	≤ 15,0	15
Turbidez (UT)	3,88	2,44	42,0	5,0	24,63	4,58	≤ 5,0	5,0
Amônia mg/l NH <sub>3</sub>	0,65	0,35	0,30	0,55	0,35	0,45	≤ 1,5	1,5
Nitratos mg/l N	16,0	25,0	25,0	25,0	25,0	18,0	≤ 10,0	10
Nitritos mg/l N	Entre 0,001 e 0,005						≤ 1,0	1,0
Cloretos mg/l Cl	27,0	34,0	30,0	25,0	30,0	38,0	≤ 250	250
Dureza Total mg/l CaCO <sub>3</sub>	52,0	62,0	92,0	52,0	90,0	90,0	≤ 500	500
Matéria Orgânica mg/l O <sub>2</sub>	0,8	0,8	1,4	0,8	1,0	1,4	-	-
Coliforme Total	Presente apenas no poço 2							
Escherichia Coli	Ausente							

Fonte: Clube Social

Os valores dos parâmetros físico-químicos dos seis poços mostram que o pH varia entre 5,7 a 7,1. Desta forma a maioria enquadra-se na faixa das águas alcalinas ou básicas e dentro dos padrões recomendados pela Portaria n°. 2914/2011 do MS, que considera que uma água boa para consumo humano fique num intervalo de 6,0 a 9,5.

Os valores de concentração de dureza nas águas dos poços amostrados variam de 50,0 mg/L a 92,0 mg/L de CaCO<sub>3</sub>. Tais valores não apresentam nenhum problema para o consumo humano, visto que estão dentro do limite permissível pela Portaria n°. 2914/2011 do MS, que é de até 500 mg/L de CaCO<sub>3</sub>. Os principais íons causadores de

dureza são cálcio e magnésio tendo um papel secundário o zinco e o estrôncio (MATTA, 2002).

Os valores de turbidez de quatro das amostras variam entre 2,5 a 5,0. Com uma amostra com valor 24,63 e uma chegando a 42,0. Desta forma a maioria das amostras encontra-se dentro dos padrões estabelecido pelo Ministério da Saúde e Organização Mundial da Saúde (OMS). A cor observada na maioria das análises varia entre 5,0 e 7,5; sendo que duas amostras apresentaram valores mais altos entre 30,0 e 45,0. Os valores recomendados devem ficar entre 6,0 a 9,5.

A concentração de amônia ( $\text{NH}_3$ ) encontrada nas análises tem valores que variam de 0,3 a 0,65 mg/L. Logo todas as amostras encontra-se dentro dos padrões estabelecido pelo Ministério da Saúde e OMS, visto que o recomendado é  $\leq 1,5$ .

Os valores de cloreto encontrados estão em consonância com os exigidos pelos órgãos competentes. Visto que variam entre 25,0 e 38,0, e o máximo permitido é de 250 mg/l Cl . O cloreto é um dos ânions mais comuns em águas naturais, nos esgotos domésticos e em despejos, sendo que em altas concentrações pode trazer restrições ao sabor da água, além de interferir negativamente no equilíbrio hidroeletrolítico dos organismos aquáticos.

O nitrato aparece com concentrações entre 16,0 a 25,0. Desta forma todos os poços aparecem com concentrações acima do limite estipulado pelos órgãos competentes que é de 10,0 mg/l N. O nitrato ocorre geralmente em quantidades muito pequenas no ambiente; o nitrogênio sob a forma de amônia é transformado em nitrito e posteriormente em nitrato pelo processo de nitrificação. A presença de nitrogênio na forma de nitrato em um corpo d'água é indicador da poluição relacionada ao final do processo de nitrificação e pode caracterizar a presença de efluentes de esgotos sanitários nos corpos hídricos. Uma fonte comum de contaminação de aquíferos por nitrato é o uso de sistemas de saneamento do tipo fossas, muito comum no entorno clube.

Já o nitrito aparece com valores entre 0,001 a 0,005 mg/l N. Portanto encontra-se dentro dos padrões estabelecido pelo Ministério da Saúde e OMS que é de até 1,0 mg/l N. A presença de nitrito (um estado intermediário do ciclo do nitrogênio, forma-se durante a decomposição da matéria orgânica, e oxida rapidamente para nitrato) pode indicar a decomposição parcial de matéria orgânica, descarga excessiva oriunda de estação de tratamento de água ou poluição residencial/ industrial.

A principal fonte de matéria orgânica nas águas naturais é, sem dúvida, a descarga de esgotos sanitários. No Brasil, a grande maioria dos municípios não possui

sistema de tratamento de esgotos. Nos poços analisados, a concentração aparece entre 0,8 e 1,4; este parâmetro não é especificado na Portaria nº 2914/2011.

A presença de coliforme total foi encontrada apenas no poço 04 ficando ausente nos demais. Os coliformes totais são bactérias do grupo coliforme nos corpos aquáticos e águas subterrâneas sua presença deve-se ao recebimento de esgotos. Pois desta forma, o sistema passa a conter outros tipos de bactérias relacionadas ao efluente considerado, e que podem ou não causar doenças aos seres humanos. Um dos principais grupos bacterianos de interesse é o dos coliformes (BRASIL, 2006).

*Escherichia Coli* é considerado o mais específico indicador de contaminação fecal recente e de eventual presença de organismos patogênicos. A origem fecal da *E. coli* é inquestionável o que valida seu papel mais preciso de organismo indicador de contaminação tanto em águas naturais quanto tratadas (BRASIL, 2013). Nos poços analisados não foi detectado a presença da *Escherichia Coli*.

## 5.2 Poços Profundos

A tabela 2 resume os dados analíticos das águas coletadas dos poços tubulares profundo do clube. A água para ser considerada potável deve atender alguns padrões de qualidade com características químicas, físicas e biológicas característicos.

**Tabela 2:** tabela com a análise química dos dois poços profundos que foram Perfurados no clube.

Parâmetros	Teor		Padrões de Referencia	
	Poços 1	Poços 2	Recomendado	Máx. permitido
Odor	Não Objetável		Não Objetável	-
Gosto	Não Objetável		Não Objetável	-
Aspecto	-	-	Límpido	-
pH	6,55	7,10	6,0 a 9,5	-
Cor mg/l PT-Co	15,0	0,0	≤ 15,0	15
Turbidez (UT)	6,30	1,83	≤ 5,0	5,0
Nitrato mg/l N	0,3	0,7	≤10,0	10
Nitrito mg/l N	-	0,004		Até 1,0
Alcalinidade Total (mg/l)	179,2	46,78	Não padronizado	Não padronizado
Cloretos mg/l Cl	10,59	11,19	≤ 250	250
Dureza Total mg/l CaCO <sub>3</sub>	146,0	205,6	≤ 500	500
Turbidez	6,30	1,83		Até 5,0
Ferro Total (mg/l)	0,46	0,5	-	Até 0,3
Sólido Totais Dissolvidos (mg/l)	178,0	192,0		
Coliforme Total	Ausente			Ausente
Coliforme Termotolerante	Ausente			Ausente

Fonte: FEMAC Geosolo Engenharia

Os valores dos parâmetros físico-químicos dos dois poços aqui denominados de poço 01 e poço 02 serão tratados desta forma respectivamente. O pH varia entre 6,55 a 7,10. Enquadra-se nas chamadas águas alcalinas ou básicas e dentro dos padrões recomendados pela Portaria n°. 2914/2011 do MS.

Os valores de concentração de dureza nas águas dos poços amostrados variam de 146,0 mg/L a 205,6 mg/L de CaCO<sub>3</sub>. Tais valores estão dentro do limite permissível pela Portaria n°. 2914/2011 que é de até 500 mg/L de CaCO<sub>3</sub>. Os parâmetros odor e gosto apresentaram-se como não objetável; Comportamento esperado e que é o exigido pela portaria.

A alcalinidade da água é a sua capacidade quantitativa de neutralizar um ácido forte, até um determinado pH. A alcalinidade é devida, principalmente, à presença de bicarbonatos, carbonatos e hidróxidos. Os valores analisados foram 179,2 e 46,78. A Portaria n°. 2914/2011 não padronizou um valor limite para este parâmetro.

Os valores de turbidez das duas amostras são 6,30 e 1,83. Desta forma a amostra do poço 01 apresentou concentração em desacordo com os limites estabelecidos na portaria que é de até 5,0. A cor observada no poço 01 foi 15,0, já o poço número 02 não apresentou cor identificável. Tais valores estão em consonância com a portaria que é de até 15,0. Os valores de cloreto encontrados estão em consonância com os exigidos pelos órgãos competentes. Visto que variam entre 10,59 e 11,19.

O nitrato aparece com concentrações entre 0,3 e 0,7. Desta forma todos os poços aparecem com concentrações dentro do estipulado pelos órgãos competentes que é de 10,0 mg/l. Já o nitrito apareceu apenas no poço 02 com uma concentração de 0,004 mg/l. Portanto encontra-se dentro dos padrões estabelecido pelo Ministério da Saúde e OMS que é de até 1,0 mg/l.

A presença de coliforme total e coliformes termotolerantes (NPM) não foi encontrada nos poços profundos. Os coliformes fecais também são conhecidos como coliformes termotolerantes, pois toleram temperaturas acima de 40°C e reproduzem-se nesta temperatura em menos de 24 horas. Estudando a concentração dos coliformes nas águas pode-se estabelecer um parâmetro indicador da possível existência de micro-organismos patogênicos que são responsáveis por doenças de veiculação hídrica, tais como a febre tifóide, febre paratifóide, disenteria bacilar e cólera (ANA, 2005).

Os sólidos totais dissolvidos com concentração de 178,0 e 192,0 nos poços 01 e 02 respectivamente estão dentro dos padrões estabelecidos pelos órgãos competentes

que é de até 1.000,0 (mg/l). A medição dos STD é importante para definir as condições ambientais, pois estes podem causar danos à vida aquática em geral como a diminuição da incidência de luz, aumento da sedimentação no leito dos rios destruindo organismos que fornecem alimentos, ou também danificar os leitos de desova de peixes. Os sólidos podem reter bactérias e resíduos orgânicos no fundo dos rios, promovendo decomposição anaeróbia (ANA, 2005).

## 6 CONCLUSÕES E DISCUSSÕES

De um modo geral os poços tubulares rasos que abastecem o clube atualmente apresentaram problemas relacionados à qualidade físico-química e bacteriológica. Visto que todos os seis poços analisados apresentaram teores de nitrato entre 16,0 a 25,0, portanto, acima do limite recomendado pela Portaria nº. 2914/2011 do MS que é de até 10,0 mg/l N. O laudo bacteriológico detectou a presença de Coliforme total apenas no poço 02. Logo tal comportamento deixa este fora dos padrões para consumo humano de acordo com a Portaria nº. 2914/2011 do Ministério da Saúde e, portanto, deveria ser retirado imediatamente de funcionamento.

É visível que o clube conta com uma alta demanda por água, e esta deve ou deveria ser de qualidade. O entorno do empreendimento que é cercado por residências mostrou um quadro problemático e de difícil solução. Desta forma a opção pela construção dos poços profundos que contam com águas de excelente qualidade físico-química e bacteriológica e com ótimas vazões torna a construção do empreendimento viável.

As variáveis envolvidas na construção de poços tubulares profundos como procedimentos legais junto aos órgãos competentes; tipos de rochas a serem perfurados; complexidade estrutural; materiais utilizados na coluna de revestimento definitivo; disponibilidade financeira e outros parâmetros encarecem muito o produto final. No entanto tal investimento é necessário para se obter uma água de excelente qualidade e em grande escala, fator que interessa ao clube.

De uma maneira geral os dados físico-químicos obtidos nos poços profundos mostram que a água é boa para consumo. No entanto o parâmetro Ferro total com concentrações de 0,5 e 0,7 mg/l estão em desacordo com os limites estabelecidos pelo Ministério da Saúde que é de no máximo 0,3 mg/l. Embora na Formação Pirabas predominem sedimentos pobres em ferro, em um dos seus fácies ocorrem quantidades significativas de esmectita rica em ferro (nontronita), além da pirita, que, localmente, podem ser fontes de ferro para a água, tais características podem explicar a presença desse teor levemente elevado de ferro nos poços analisados (PICANÇO, 2002). O alto teor de ferro nas águas destinadas ao abastecimento público pode causar a corrosão de tubulações, do revestimento e de filtros dos poços, afeta a saúde humana e oferece restrições para a utilização das águas na maioria das indústrias. No caso do clube em

específico será necessária a construção de uma estação de tratamento para diminuir os teores elevados de ferro.

Um procedimento importante ainda a ser realizado será o tamponamento dos poços a serem desativados. Tal procedimento é necessário para evitar a poluição dos aquíferos e até mesmo acidentes. As medidas a serem utilizadas são feitas após desinfecção conforme a Norma NBR 12.244/1992, para evitar a poluição dos aquíferos próximos. Poços desativados de forma definitiva, como no caso em questão. Perfurados em aquíferos friáveis (porosos), alocados próximo à superfície, devem ser preenchidos com material impermeável e não poluente, como argila, argamassa ou pasta de cimento, para evitar a penetração de água da superfície no interior do poço ou ao longo da parte externa do revestimento.

Após a conclusão do tamponamento, faz-se necessário informar ao órgão competente (no caso em questão, a SEMA) o fato que motivou o abandono, desativação definitiva ou temporária, por meio de um relatório técnico, incluindo fotografias assinado pelo responsável que deverá recolher a ART relativa a esses serviços.

## REFERÊNCIAS

- ABREU, F.A.M. De. *Agenda sobre água subterrânea em regiões metropolitanas. O caso da RMB. BIRD/ANA*. 2009.
- AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS - ANA. Lei Nº 9.433, de Janeiro de 1997. *Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos*. Disponível em: <<http://www.ana.gov.br/Institucional/Legislacao/leis/lei9433.pdf>>. Acesso em: 01 jun. 2014.
- AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS – ANA. *Panorama da qualidade das águas superficiais no Brasil*. 2005. Cadernos de recursos hídricos 1. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. *NBR12212*: Projeto de poço para captação de água subterrânea. Rio de Janeiro, 1992. 5p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. *NBR12244*: Construção de poço para captação de água subterrânea. Rio de Janeiro, 1992. 6p.
- BIGARELLA, J. J.; ANDRADE, G. O. *Considerações sobre a estratigrafia dos sedimentos Cenozóicos em Pernambuco (Grupo Barreiras)*. Instituto de Ciências da Terra, Universidade do Recife: Recife, 1964.
- BOUCHARD, D.C.; WILLIAM, S.M.K. Nitrate contamination of groundwater; sources and potential health effects. *Journal of the American Water Works Association*. 1992.
- BRASIL. Fundação Nacional de Saúde - FUNASA. *Manual Prático de Análise de Água*. 4. ed. Brasília, DF, 2013.
- BRASIL. Fundação Nacional de Saúde - FUNASA. *Manual prático de análise de água*. 2º Ed. Brasília, DF, 2006. 146p.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria nº 2914, de 12/2011. Dispõe sobre a qualidade da água em conformidade com a portaria do MS -2914/2011. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*, Poder Executivo, Brasília, DF, 12 dez. 2011. Seção 1, p. 39-46.
- CABRAL, N.M.T. *Impacto da urbanização na qualidade das águas subterrâneas nos bairros do Reduto, Nazaré e Umarizal*. 2004. 278 f. Tese (Doutorado) - Instituto de Geociências, Universidade Federal do Pará, Belém, 2004.
- CABRAL N.M.T.; MAIA, L. M. 2006. *Comportamento hidrogeoquímico das águas do Aquífero Barreiras nos bairros centrais de Belém, Pará*. Boletim do Museu paraense Emílio Goeldi, (Ciências Naturais), 1: (1): 149-166.
- CARVALHO W.G. 2001. *Caracterizações Químicas dos Aquíferos da Formação Pirabas no Conjunto COHAB / Distrito de Icoaraci - Pará, Brasil*. (Trabalho de Conclusão de Curso)-Instituto de Geociências, Universidade Federal do Pará. 2001.
- CENTENO JUNIOR, F. M. Assembleia Paraense-Sede Campeste p2, em Belém - pa. *Relatório Técnico Final*. Femac - Geosolo Engenharia Ltda. Maio, 2014.
- COSTA F. M. *Influência da Neotectônica sobre os arranjos geométricos dos Aquíferos na Região Metropolitana de Belém – Estado do Pará*. 2004. (Dissertação Mestrado em Geologia) – Universidade Federal do Pará, Belém, 2004.

COSTA, J.B.S.; BERMERGUY, R.L.; BORGES, M.S.; COSTA, A.R.; TRAVASSOS, W.; MIOTO, J.; IGREJA, H.L.S. Aspectos fundamentais da neotectônica na Amazônia Brasileira. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DO QUATERNÁRIO, 1., 1993, Manaus. *Anais...* Manaus: UFAM, INPA, UNESCO, 1993. p. 103-106.

HIRATA, R.; LIMA, J. B.; HIRATA, H. Água como recurso. In: TEXEIRA, W; FAIRCHILD, T. R.; TOLEDO, M. C. M.; TAIOLI, F. (Org.). *Decifrando a Terra*. 2. ed. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 2009. cap. 17, p. 448-458.

MATTA, M. A. da S. *Fundamentos Hidrogeológicos para a Gestão Integrada dos Recursos Hídricos da Região de Belém/Ananindeua – Pará, Brasil*. 2002. (Doutorado em geologia) - Instituto de Geociências, Universidade Federal do Pará, Belém, 2002.

OLIVEIRA J.R., Souza Leal A., Tancredi A.C.F.N.S. 2001. *Projeto Estudos Hidrogeológicos da Região Metropolitana de Belém e Adjacências*. Belém, CPRM, 115 p.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE SAÚDE - OMS. *Guidelines for drinking-water quality - 4th ed.* WHO Library Cataloguing-in-Publication Data, 2011. Disponível em: <[http://whqlibdoc.who.int/publications/2011/9789241548151\\_eng.pdf](http://whqlibdoc.who.int/publications/2011/9789241548151_eng.pdf)>. Acesso em: 10/01/2016.

PALHETA, E. S. de M. *Estudo da Compartimentação e Arcabouço Neotectônico da Ilha de Mosqueiro – Pará Empregado no Conhecimento Hídrico Subterrâneo*. 2008. 269f. (Doutorado em Geologia e Geoquímica) - Instituto de Geociências, Universidade Federal do Pará, Belém, 2008.

PARANHOS, P. F. *Caracterização Hidroquímica do Sistema Aquífero Pirabas em Icoaraci, Região Metropolitana de Belém – Estado do Pará*. 2010. 106f. Dissertação (Mestrado em Geologia e Geoquímica) - Instituto de Geociências, Universidade Federal do Pará, Belém, 2010.

PICANÇO, F. E. L.; LOPES, E. C. S; SOUZA, E. L. de. *Fatores responsáveis pela ocorrência de ferro em águas subterrâneas da região metropolitana de Belém/PA*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS, 12, 2002, São Paulo. Resumos. São Paulo: ABAS, 2002.

ROSSETTI D.F. *Late Cenozoic sedimentary evolution in northeastern Pará, Brazil, within the context of sea level changes*. 2001. *Journal of South American Earth Sciences*, **14**: 77-89.

ROSSETTI D.F.; TRUCKENBRODT W.; GÓES A.M. 1989. *Estudo paleoambiental e estratigráfico dos Sedimentos Pós-Barreiras na região bragantina, nordeste do Pará*. Belém, MPEG, Boletim 1, 49 p.

SAUMA, F. M. *As Águas Subterrâneas de Belém e Adjacências: Influência da Formação Pirabas e Parâmetros Físico-Químicos para Medidas de Qualidade Pará, Brasil*. 1996. (Dissertação de Mestrado em Geologia) - Instituto de Geociências, Universidade Federal do Pará, Belém, 1996.

SILVA, O. F.; LOEWENSTEIN, P. *Contribuição à Geologia da Folha São Luís (SA-23), no Estado do Pará*. II. Novas localidades e razão Magnésio/Cálcio do calcário Pirabas. 1968. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, Nova Série Geologia* 13: 1-17.

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL - CPRM. *Noções básicas sobre poços tubulares*. Cartilha Informativa. 1998.