



Universidade Federal do Ceará
Centro de Ciências
Departamento de Geologia

RELATÓRIO DE GRADUAÇÃO

DIAGNÓSTICO DAS OBRAS DE CAPTAÇÃO E QUALIDADE DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS DA FAZENDA NOVA VIDA AQUICULTURA E SÍTIO LUCAS NO MUNICÍPIO BEBERIBE-CEARÁ

Graduando: Saulo Lima Luz

Orientador: Prof. Dr. José Antônio Beltrão Sabadia - DEGEO/CC/UFC

Fortaleza, Fevereiro de 2013



Universidade Federal do Ceará
Centro de Ciências
Departamento de Geologia

DIAGNÓSTICO DAS OBRAS DE CAPTAÇÃO E QUALIDADE
DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS DA FAZENDA NOVA VIDA
AQUICULTURA E SÍTIO LUCAS
NO MUNICÍPIO BEBERIBE CEARÁ

Relatório de Graduação em Geologia

Relatório de Graduação apresentado e defendido publicamente em ____/____/____

Graduando: Saulo Lima Luz

Orientador: Prof. Dr. José Antônio Beltrão Sabadia – DEGEO/CC/UFC

Fortaleza, Fevereiro de 2013

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

L994d Luz, Saulo Lima.
Diagnóstico das obras de captação e qualidade das águas subterrâneas da fazenda Nova Vida Aquicultura e sítio Lucas no município Beberibe-Ceará / Saulo Lima Luz. – 2019.
62 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências, Curso de Geologia, Fortaleza, 2019.
Orientação: Prof. Dr. José Antônio Beltrão Sabadia.

1. Qualidade. 2. Água Subterrânea. 3. Beberibe. I. Título.

CDD 551

Este relatório de graduação representa um dos requisitos necessário à obtenção do Título de Geólogo, outorgado pela Universidade Federal do Ceará (UFC), e o mesmo encontra-se à disposição dos interessados na Coordenação do Curso de Geologia.

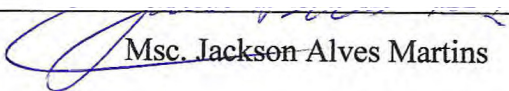
A citação de qualquer trecho desse relatório é permitida desde que se faça de acordo com as normas da ética científica.

Relatório de graduação aprovado em ____/____/____

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. José Antônio Beltrão Sabadia

Prof. Dr. César D'Abronzio Martinelli


Msc. Jackson Alves Martins

GRADUANDO

Saulo Lima Luz

“Nada acontece por acaso, tudo na vida tem um sentido e uma razão, por isso estou sempre atento às oportunidades que Deus me dá. Sempre agradeça a nosso bom Deus, amém”.

(Saulo Lima Luz)

DEDICATÓRIA

Dedico esse trabalho à Deus, à falecida matriarca de minha família, Dona Antônia, bem como a todos meus familiares. Especialmente, à minha mãe e a uma pessoa mais que especial em minha vida, Luana.

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos professores do curso de Geologia da Universidade Federal do Ceará, além de todos os funcionários.

Agradeço, principalmente, ao meu amigo Ronaldo, que, juntamente com a empresa Nova Vida Aqüicultura, me concedeu apoio crucial para a aquisição dos dados e para as análises.

Agradeço também aos funcionários do laboratório da Farmácia Escola, dando atenção ao colega Lutiano e a Dra Janete Eliza Soares, que me possibilitaram realizar mais análises do que eu previa.

Agradeço a Deus pela minha vida, saúde e força de vontade.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Mapa de localização da área de estudo.....	02
Figura 2 –Figura demonstrativa do ciclo do nitrogênio.....	36
Figura 3 – Mapa de pontos das obras de captação.....	43
Figura 4 – Mapa geológico.....	44

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Coordenadas da área de estudo.....	2
Tabela 2 - Cadastro dos poços tubulares e cacimbas da área de estudo.....	21
Tabela 3 – Escala de dureza total.....	31
Tabela 4 – Resultado das análises microbiológicas.....	39

LISTA DE FOTOS

Fotos 1 a 4 – Visualização dos equipamentos utilizados: GPS - da marca Garmin Etrex Summit com precisão de 10m (1); Mult-medidor OAKTON dos parâmetros; condutividade elétrica, temperatura e pH (2), Medidor de nível - Modelo HS (3), Amostrador de válvula de PVC transparente para coleta de água dos poços (4)	5
Foto 5 - Procedimento de medição de nível estático no poço P1, entrada da Fazenda Nova Vida (Junho/ 2012).....	5
Fotos 6 – Procedimento de medição dos parâmetros: temperatura, Ph e condutividade elétrica no P1, entrada da fazenda Nova Vida Aquicultura (Junho/2012).....	6
Foto 7 – Lixão desativado que fica a 1 km da comunidade do Sitio Lucas, provável fonte de contaminação das águas subterrâneas. Sítio Lucas/ Beberibe CE (junho/2012).....	7
Foto 8 - Lixão desativado que fica a 1 km da comunidade do Sitio Lucas, provável fonte de contaminação das águas subterrâneas. Sítio Lucas/ Beberibe CE (junho/2012).....	7
Foto 9 - Coleta de água diretamente do poço P1, entrada da Fazenda Nova Vida Aquicultura (Junho/2012).....	8
Fotos 10 – Solo arenoso Beberibe - CE (junho 2012).....	13
Fotos 11 – Solo arenoso Beberibe - CE (junho 2012).....	14
Fotos 12 - Foto tirada próximo a entrada da fazenda Nova Vida, mostrando o tipo de vegetação predominante na área, o Carnaubal. Beberibe CE (junho 2012).....	14
Foto 13 - Foto tirada dentro da fazenda Nova Vida próximo ao ponto 7, mostrando a vegetação predominante na área, o mangue intercalado com o carnaubal, ambiente alterado por ação antrópica. Beberibe CE (junho 2012).....	15
Foto 14 - Foto panorâmica tirada na praia de Morro Branco, município de Beberibe, mostrando um campo de dunas próximo a área de estudos. Apresenta uma das feições geomorfológicas da região. Praia de Morro Branco/ Beberibe CE (junho 2012).....	15
Foto 15 - Exposição de afloramento da Formação Barreiras, foto na área do lixão desativado próximo ao Sítio Lucas, apresentando indícios de extração. Sítio Lucas/ Beberibe CE (junho 2012).....	16
Foto 16 - Foto demonstrando a formação Dunas, no Parque de dunas da praia de Morro Branco. Praia de Morro Branco/ Beberibe CE (junho 2012).....	17

Foto 17 - Foto identificando a Desembocadura do Rio Choro, de água salgada, que passa próximo a área de estudo. Praia de Morro Branco/ Beberibe CE (junho 2012).....	18
Foto 18 - Tubo de PVC geomecânico nervurado - P1 (entrada da Fazenda N.V) Coordenadas 594500 / 9538734. Detalhe do tubo com o maior diâmetro 9,5. Beberibe CE (junho 2012).....	23
Foto 19 - Tubo de PVC branco, de espessura fina e diâmetro de 6 cm no P4. (Fazenda N.V) Coordenadas 595205 / 9540808. Beberibe CE (junho 2012).....	23
Fotos 20 - Cacimba construída com alvenaria e anéis de concreto, com paredes de alvenaria de 5 m de altura até chegar ao nível d'água, com água usada para irrigação de parte da Fazenda N.V Coordenadas 595033 / 9540932. Beberibe CE (junho 2012).....	24
Foto 21 - Foto de proteção para uma obra de captação, com tampa de PVC para o poço, um anel de concreto que isola o poço contra qualquer contaminação externa. P11 Coordenadas 596404/ 9539018 Escola Municipal na comunidade do Sítio Lucas Beberibe CE (junho 2012).....	25
Foto 22 e 23 - Fotos 22 e 23. Poço bem protegido P15 Coordenadas 596361 / 9539534 no Sítio Lucas Beberibe CE (junho 2012). Detalhe no tipo bombeamento, que utiliza um cata-vento.....	26
Foto 24 - Cata-vento que realiza a função de bomba no P15 Coordenadas 596361 / 9539534 na comunidade do Sítio Lucas Beberibe CE (junho 2012).....	26
Foto 25 - Bomba submersa do Poço P1, coordenadas 594500 / 9538734 na entrada da Fazenda Aqua Vida. Beberibe CE (junho 2012).....	26
Foto 26 - Bomba elétrica no poço P11 Coordenadas 596404 / 9539018 localizada na Escola Municipal do Sítio Lucas Beberibe CE (junho 2012).....	27
Foto 27 - Lixão a montante do Sítio Lucas, Beberibe – CE. Junho 2012.....	40
Foto 28 - Lixão a montante do Sítio Lucas, Beberibe – CE. Junho 2012.....	40
Foto 29 - Panorâmica do lixão a montante do Sítio Lucas, Beberibe – CE. Junho 2012.....	41
Foto 30 - Lixão a montante do Sítio Lucas, Beberibe – CE. Junho 2012.....	41
Foto 31 - Lixão a montante do Sítio Lucas, Beberibe – CE. Junho 2012.....	41

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Pluviosidade média do município de Beberibe entre os anos 1982-2010. SEMACE 2010.....	12
Gráfico 2 - Situação dos poços da Fazenda Nova Aquicultura e Sítio Lucas Beberibe – Ceará.....	22
Gráfico 3 - Classificação quanto ao tipo de consumo da água na área de estudo, variando de 0 a 100%, podendo ter mais de uma utilidade cada um.....	22
Gráfico 4 - Classificação das obras de captação quanto ao revestimento.....	24
Gráfico 5 - Avaliação da proteção adequada das obras de captação.....	25
Gráfico 6 – Classificação quanto ao tipo de bomba.....	27
Gráfico 7 – Classificação quanto ao valor de pH.....	29
Gráfico 8 – Classificação quanto ao teor de turbidez.....	29
Gráfico 9 – Classificação quanto à condutividade elétrica.....	30
Gráfico 10 – Classificação quanto à dureza total.....	31
Gráfico 11 – Classificação quanto à concentração de cloretos.....	32
Gráfico 12 – Classificação quanto à concentração de sulfatos.....	33
Gráfico 13 – Classificação quanto à alcalinidade.....	34
Gráfico 14 - Classificação quanto à concentração de nitritos.....	34
Gráfico 15 – Classificação quanto à concentração de nitratos.....	35
Gráfico 16 – Classificação quanto à concentração de amônia.....	37
Gráfico 17 – Classificação quanto à concentração de cloro ativo.....	37
Gráfico 18 – Classificação quanto à concentração de ferro.....	38
Gráfico 19 – Classificação quanto à concentração de sólidos totais dissolvidos.....	39

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CAGECE	Companhia de Água e Esgoto do Ceará
CE	Condutividade Elétrica
COGERH	Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos
CPRM	Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
FUNCEME	Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos
GPS	Global Positioning System
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
MS	Ministério da Saúde
SAR	Razão de Adsorção de Sódio
SRH	Secretaria dos Recursos Hídricos
SOHIDRA	Secretaria de Obras Hidráulicas
UFC	Universidade Federal do Ceará
STD	Sólidos Totais Dissolvidos
UTM	Universal Transversal de Mercator
VMT	Valor Máximo Tolerável

RESUMO

Este trabalho foi realizado no Município de Beberibe - Ceará, objetivando avaliar a qualidade das águas e das obras de captação na Fazenda Nova Vida Aquicultura e na comunidade do Sítio Lucas, procurando classificá-las ionicamente e microbiologicamente com direcionamento a usos, por meio de análises físico-químicas. Tendo em vista que como em outros estados, o problema da falta d'água e o aumento da população tornam cada vez mais necessários a valorização e o uso inteligente da água. Na área ocorre o descaso com esse bem tão precioso, já que tendo um solo tão poroso não há nenhum cuidado com a contaminação do lençol freático. O método de produção do relatório constou do levantamento de dados da localidade, através de etapas de campo e tratamento e integração de dados. Concluiu-se que, de acordo com as 10 análises físico-químicas realizadas, algumas obras de captação apresentam até 4 parâmetros fora das especificações da portaria 2.194/2011 do Ministério da Saúde, e as análises bacteriológicas revelaram que todas as águas estão contaminadas e inadequadas para o consumo humano. Recomenda-se que os poços existentes na área sejam recuperados e monitorados, além de um trabalho de conscientização dos moradores e da prefeitura para as causas das contaminações dos poços.

Palavras-chave: Qualidade, Água Subterrânea, Beberibe.



ABSTRACT

This work was developed at Beberibe town, state of Ceará - Brazil. Its goal is to evaluate the water quality and the works of collection in 'Nova Vida Aquicultura' farm and 'Sítio Lucas' community as well, it's looking for an ionic and microbiological classification with uses direction by physical-chemical analysis. The method of this studie is composed by the local data collection throughout field steps, treatment and data integration. It's concluded that, according to ten physical-chemical analyses that were made, some works of collection present until four parameters out of the 2.194/2011 Ministry of Health ordinance. The bacteriological analyses revealed that all of the water are contaminated and inappropriate to human consume. It's recommended monitoring and recovering of the existent wells in the area, furthermore an awareness with the area residents as well as the prefecture to avoid the causes of well contamination.

Keywords: Quality, Underground water, Beberibe.

SUMÁRIO

DEDICATÓRIA

AGRADECIMENTOS

LISTA DE FIGURAS

LISTA DE TABELAS

LISTA DE FOTOS

LISTA DE GRÁFICOS

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

RESUMO

ABSTRACT

ÍNDICE

ÍNDICE

1.INTRODUÇÃO.....	1
2.LOCALIZAÇÃO E ACESSO.....	2
3.OBJETIVOS.....	3
3.1 OBJETIVOS GERAIS.....	3
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	3
4.JUSTIFICATIVA.....	3
5. MÉTODO E MATERIAIS DO TRABALHO.....	4
5.1 PESQUISAS BIBLIOGRÁFICAS.....	4
5.2 ETAPAS DE CAMPO.....	4
5.2.1 CADASTRO DOS POÇOS E COLETAS DE DADOS.....	4
5.2.2 AVALIAÇÃO DA SITUAÇÃO ATUAL DAS OBRAS.....	6
5.2.3 COLETA DE ÁGUA PARA ANÁLISES LABORATORIAIS.....	8
5.3 MÉTODOS ANALÍTICOS DE LABORATÓRIO.....	9
5.4 TRATAMENTO E INTEGRAÇÃO DE DADOS.....	11
6. ASPÉCTOS GEOAMBIENTAIS.....	12
6.1 CLIMA.....	12
6.2 SOLOS.....	13
6.3 VEGETAÇÃO.....	14
6.4 GEOMORFOLOGIA.....	15
6.5 GEOLOGIA.....	16
6.6 HIDROLOGIA.....	18
7. HIDROGEOLOGIA.....	18
7.1 SISTEMAS HIDROGEOLÓGICOS.....	19
7.1.1 SISTEMA HIDROGEOLÓGICO BARREIRAS.....	19
8. SITUAÇÃO DAS OBRAS DE CAPTAÇÃO.....	20
9. QUALIDADE DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS.....	28
9.1 PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS.....	28
9.1.1 pH.....	28
9.1.2 TURBIDEZ.....	29
9.1.3 CONDUTIVIDADE ELÉTRICA.....	30
9.1.4 DUREZA TOTAL.....	30
9.1.5 CONCENTRAÇÃO DE CLORETOS.....	32

9.1.6 CONCENTRAÇÃO DE SULFATOS.....	32
9.1.7 ALCALINIDADE.....	33
9.1.8 CONCENTRAÇÃO DE NITRITOS.....	34
9.1.9 CONCENTRAÇÃO DE NITRATOS.....	35
9.1.10 CONCENTRAÇÃO DE AMÔNIA.....	36
9.1.11 CONCENTRAÇÃO DE CLORO ATIVO.....	37
9.1.12 CONCENTRAÇÃO DE FERRO.....	38
9.1.13 SÓLIDOS TOTAIS DISSOLVIDOS.....	39
9.2 POTABILIDADE DA AGUA.....	39
9.3 FONTES DE CONTAMINAÇÃO.....	40
10. CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES.....	42
11. MAPAS ANEXOS.....	43
12. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	45

1 – INTRODUÇÃO

O município de Beberibe está situado no litoral leste do estado do Ceará, distante 79 km de Fortaleza, possuindo uma área de 1.616,39 km² e com população de 45 mil habitantes, segundo o IBGE (2010).

As atividades que movimentam a economia do município são, principalmente, a atividade pesqueira, a carcinicultura e o turismo. Tais atividades vêm modificando o cenário natural e social da região, pois há o aumento do número de empregos e uma melhoria na renda familiar. Conseqüentemente há também o aumento da população local e da circulação de pessoas, turistas e trabalhadores de diversas áreas.

Tal crescimento populacional acelerado e o desenvolvimento econômico fazem com que a necessidade de recursos hídricos torne-se cada vez maior. Em conseqüência da poluição dos mananciais hídricos de superfície, as águas subterrâneas vêm despertando maior interesse por apresentarem características qualitativas melhores, já que se encontram naturalmente confinadas, mas nem sempre protegidas dos agentes poluidores.

Diante desse contexto, um dos locais de estudo deste trabalho é a Fazenda Nova Vida Aqüicultura, situada no município de Beberibe, uma vez que é uma das empresas responsáveis pela carcinicultura na região, envolvendo operários e criando uma rede de serviços e atividades em torno de sua produção.

A área do estudo abrange a localidade do Sitio Lucas, próxima a fazenda Nova Vida, onde há uma comunidade de moradores, tornando este estudo ainda mais relevante. Além disso, os moradores dessa localidade conviveram até o início do ano de 2011, com uma rampa de lixo que acumulava todos os resíduos da cidade de Beberibe e outras comunidades próximas, sem tratamento sanitário.

Alguns dos poços destes locais estão desativados ou abandonados, o que caracteriza o desperdício de um bem mineral tão vital para a comunidade. Tornando-se então imprescindível a avaliação das obras de captação e da qualidade das águas subterrâneas.

2 – LOCALIZAÇÃO E ACESSO

O município de Beberibe tem como principal via de acesso a rodovia CE 040 partindo de Fortaleza, que percorre o litoral leste do estado do Ceará. A área estudada é em Beberibe e abrange uma poligonal de 8,752 Km² com as seguintes coordenadas:

Tabela 1. Coordenadas em UTM em SAD69 da Área de Estudo

Vértice	Coordenadas	
1	593416 E	9541317 S
2	596451 E	9541208 S
3	596883 E	9538593 S
4	593196 E	9538718 S

Na Figura 1, a seguir, encontra-se a área do presente estudo, destacando-se em amarelo a comunidade do Sítio Lucas.

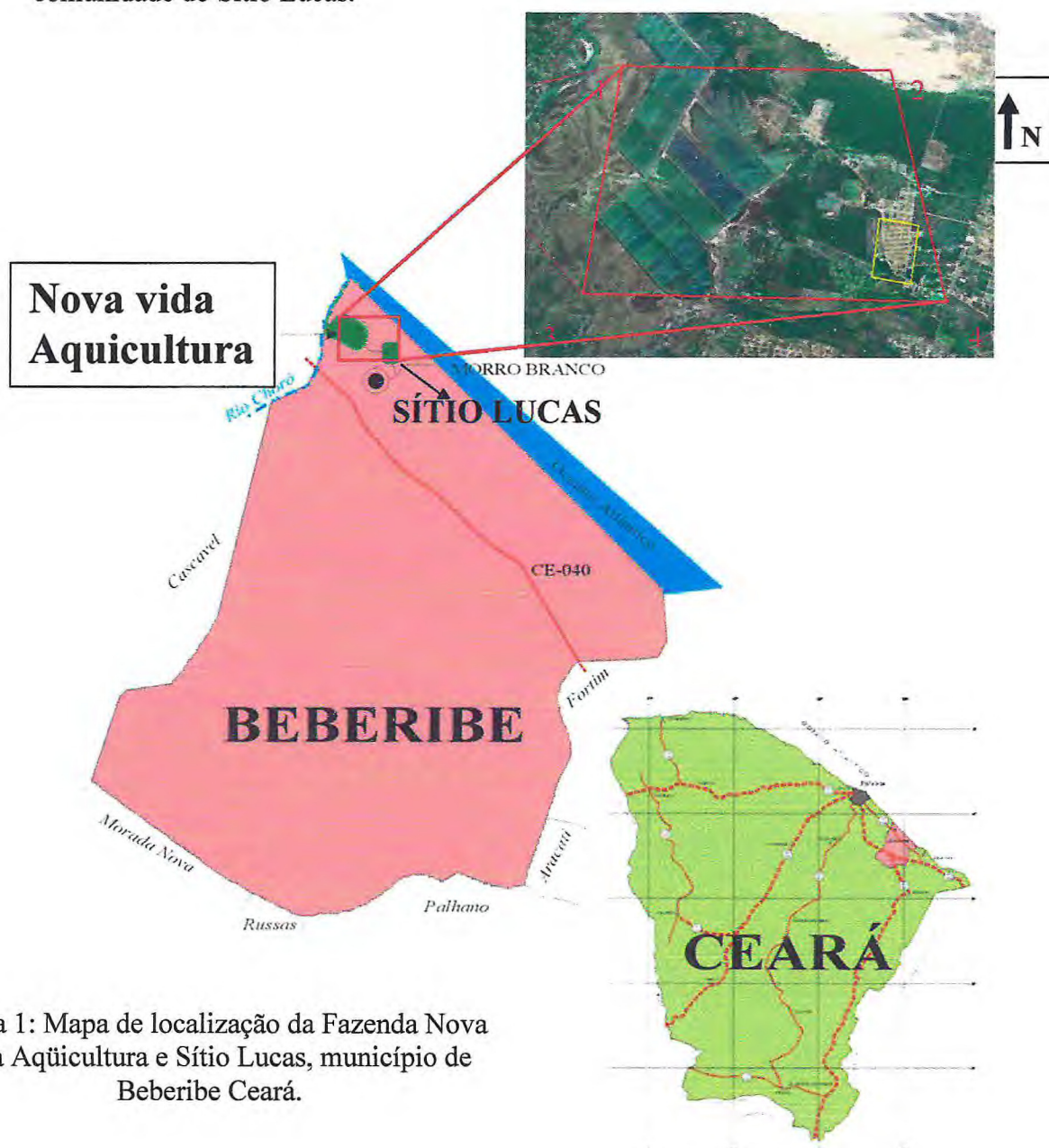


Figura 1: Mapa de localização da Fazenda Nova Vida Aquicultura e Sítio Lucas, município de Beberibe Ceará.

3 – OBJETIVOS

3.1 - OBJETIVO GERAL

Este trabalho tem como objetivo principal o diagnosticar das obras de captação (poços tubulares) e analisar as características físico-químicas e bacteriológicas das águas subterrâneas que ocorrem na área do presente estudo.

3.2 - OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- i) Levantamento bibliográfico.
- ii) Cadastro dos poços.
- iii) Avaliação da qualidade da água dos poços comparando com os parâmetros de potabilidade, de acordo com a portaria nº 2914 de 12/12/2011/ MS (Ministério da Saúde).
- iv) Descrever e avaliar o estado atual das obras de captação bem como o uso das águas captadas e a estrutura dos poços.
- v) Identificar possíveis fontes de contaminação.

4 – JUSTIFICATIVA

O trabalho visa cumprir a disciplina de Relatório de Graduação (CG449), que corresponde a um dos requisitos para a conclusão do curso de Graduação em Geologia, dando ênfase a caracterização das obras de captação (poços) e realização de análises físico-químicas e bacteriológicas das águas subterrâneas.

A observação de poços de água abandonados na área de estudo, foi o motivo principal deste trabalho, que também contribuiu com a avaliação das condições físico-químicas e bacteriológicas das fontes de água subterrânea, buscando definir seus aspectos, bem como avaliar suas condições de aproveitamento.

5 – MÉTODO E MATERIAIS DO TRABALHO

O método do trabalho consiste nas seguintes etapas:

5.1. Pesquisa Bibliográfica:

Constou do levantamento de trabalhos de cunho geológico e hidrogeológico relacionados à área de pesquisa mapas, periódicos, livros, monografias, dissertações e teses,

Foram também igualmente consultados os cadastros dos poços existentes nos órgãos públicos tais como a Secretaria de Recursos Hídricos (SRH) e a Companhia de Pesquisa e Recursos Minerais (CPRM).

5.2 Etapas de Campo:

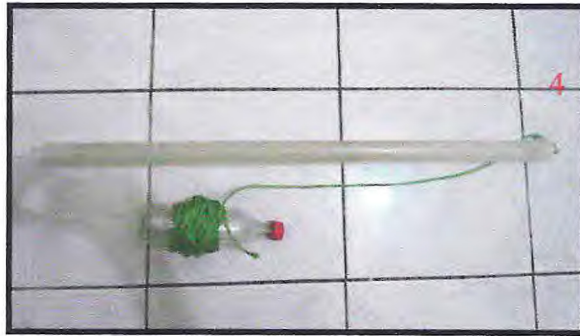
Nas etapas de campo foram realizadas três atividades distintas descritas a seguir.

5.2.1. Cadastro dos poços e coleta de dados de NE (Nível Estático), CE (Condutividade Elétrica) e Salinidade.

Foi feito o cadastro de 18 pontos d'água, visto mapa 1 no anexo, com a utilização do GPS Etrex GARMIN (Foto 1) marcando as coordenadas em UTM 24 M - SAD69.

Foram feitas determinações das águas dos poços ativados, através do mult-medidor (OAKTON) (Foto 2) para obter os parâmetros de condutividade elétrica, pH e temperatura, utilizando o amostrador de PVC com válvula de pé como ferramenta auxiliar para coletar água dos poços.

As medidas do nível estático foram feitas com o medidor de nível eletro-sonoro, modelo HS com alcance de 100 metros (Fotos 3 e 4).



Fotos 1 a 4 - Visualização dos equipamentos utilizados: GPS - Garmin Etrex com precisão de 10m (1) mult-medidor OAKTON dos parâmetros; condutividade elétrica, temperatura e pH (2) medidor de nível – Modelo HS (3). Amostrador de válvula de PVC transparente para coleta de água dos poços (4).



Foto 5 - Procedimento de medição de nível estático no poço P1 Coordenadas 594500 / 9538734 (Entrada da Fazenda Nova Vida Aqüicultura/ Beberibe CE (junho/ 2012).



Foto 6 – Procedimento de medição dos parâmetros: temperatura, Ph e condutividade elétrica no P1 Coordenadas 594500 / 9538734 Entrada da Fazenda Nova Vida Aqüicultura/ Beberibe CE (junho/ 2012).

5.2.2 Avaliação da Situação Atual das Obras de Captação.

Foi observado em campo que, dos 18 pontos identificados, 7 são cacimbas e 11 são poços, entre ativados e desativados. Observou-se também que, dos 11 poços, 5 são de PVC geomecânico nervurado azul e 6 de PVC comum branco e liso. Desse total somente 4 não são utilizados para consumo humano ou outras finalidades. (Figura 3: Mapa de pontos. Pag 46)

Os resíduos sólidos oriundos das fossas representam apenas uma das fontes de poluição presentes na área, a exemplos das garrafas de plástico, lixo e restos de matéria orgânica, tendo como agravante um lixão desativado a aproximadamente 1 km da área da Comunidade do Sítio Lucas (Foto 7 e 8).



Foto 7 – Lixão desativado situado a 1 km a montante da comunidade do Sítio Lucas, provável fonte de contaminação das águas subterrâneas. Sítio Lucas/ Beberibe CE (junho/2012).



Foto 8 – Lixão desativado situado a 1 km a montante da comunidade do Sítio Lucas, provável fonte de contaminação das águas subterrâneas. Sítio Lucas/ Beberibe CE

5.2.3 Coleta de Água para Análises Laboratoriais.

Foram coletadas 10 amostras d'água em garrafas de plástico de 1 litro para análises físico-químicas, e 10 amostras em vidros de 250 ml para análises bacteriológicas, todas as duas amostragem seguiram os padrões de coleta: no caso das amostras para análise físico-química tive o cuidado de lavar as garrafas com a própria água do ponto d'água para em seguida encher o recipiente; nas microbiológicas tive que abrir cuidadosamente o recipiente e fecha-lo rapidamente para amenizar a alteração gerada pelo ar, em seguida armazenei numa caixa térmica com gelo.

Os parâmetros para análise físico-química foram: pH, dureza total, alcalinidade, acidez, cloretos, sulfatos, nitritos, nitratos, ferro total, turbidez, condutividades elétrica, amônia, cloro residual e sólidos totais dissolvidos (TDS). Os resultados das análises microbiológicas revelariam contaminações por coliformes fecais, coliformes totais e pseudomônas.

Os critérios utilizados para a escolha das amostragens das águas dos pontos de água foram: uso da água, existência de possíveis contaminações, distribuição espacial dos poços e importância do uso da água, demonstrado no mapa 1 no anexo.



Foto 9 – Coleta de água diretamente do poço P1 Coordenadas 594500 / 9538734. (Entrada da Fazenda Nova Vida Aqüicultura/ Beberibe CE (junho/ 2012).

5.3 Métodos Analíticos de Laboratório

As análises físico-químicas e bacteriológicas foram realizadas pelo laboratório da Farmácia Escola da Universidade Federal do Ceará. Os parâmetros analisados foram os seguintes:

- **Análises Físico-Químicas:**

- **Potencial Hidrogeniônico (pH)** - O método empregado foi o eletrométrico, utilizando-se um potenciômetro portátil de marca OAKTON, com temperatura medida no mesmo aparelho.
- **Os parâmetros organolépticos:** Cor, odor e sabor.
- **Condutividade Elétrica (CE)** - O equipamento utilizado em campo foi um condutivímetro portátil de marca OAKTON, mas o parâmetro levado em conta foi o medido em laboratório.
- **Alcalinidade Total** - O método empregado na determinação da alcalinidade foi o Titulométrico por Indicadores. As medidas de alcalinidade foram usadas para determinar concentrações de bicarbonato (HCO_3^-) e carbonato (CO_3^{2-}).
- **Dureza Total** - O método de determinação baseou-se na Titulação com EDTA usando tampão 10 e indicador eriocromo T.
- **Cloretos (Cl^-)** - A determinação do cloreto (Cl^-) seguiu o método de Mohr, que consiste na precipitação do íon cloreto pelo nitrato de prata na presença de cromato de potássio.
- **Sulfatos (SO_4^{2-})** - O método empregado foi o Turbidimétrico, que consiste na precipitação do íon sulfato em meio ácido com cloreto de bário. A absorbância da suspensão de sulfato de bário foi lida no espectrofotômetro de marca Spectronic, modelo 20 Genesys, o qual foi também usado nas análises de ferro, nitrato e sílica.

- **Ferro Total** - Na determinação do ferro total ($\text{Fe}^{2+} + \text{Fe}^{3+}$) foi empregado o método da Ortofenantrolina, que se baseia na redução do ferro a íon ferroso (Fe^{2+}) por ebulição em meio ácido pela ação de um agente redutor.
- **Nitratos e Nitritos (N-NO_3^- e N-NO_2^-)** - A análise do nitrato seguiu o método da Coluna Redutora de Cádmio. Passando a amostra através de uma coluna redutora de cádmio/cobre, os íons nitrato são reduzidos a nitrito, obtendo-se $\text{NO}_3^- + \text{NO}_2^-$. Por subtração da concentração de nitrito, que foi determinada pelo método da diazotação, foi obtida a concentração em nitrato.
- **Turbidez** – O método utilizado foi o Nifelométrico, O método nefelométrico é um método secundário, indireto. Baseia-se na leitura da intensidade da luz dispersa pela amostra em ângulo de 90° em relação da luz incidente e a intensidade da luz dispersa por uma suspensão-padrão nas mesmas condições. Segundo a OMS (Organização Mundial da Saúde), o limite máximo de turbidez em água potável deve ser 5 UNT.
- **Acidez** – É a capacidade que um meio aquoso possui de reagir quantitativamente com uma base forte a um pH definido. É expressa em miligramas por litro de carbonato de cálcio equivalente, a um determinado pH (NBR 9896/1993). Método utilizado foi o do titulométrico com indicador.
- **Amônia** - O Método Direto Nesslerization, determina a concentração de amônia nas águas potáveis ou não. Os resultados são expressos em ppm (mg/L) de nitrogênio amoniacal, $\text{NH}_3 - \text{N}$.
- **Cloro Ativo**
- **Totais de sólidos dissolvidos (TDS).**

- **Análises Bacteriológicas:**

Usando recipientes apropriados, cedidos pelo Laboratório Farmácia Escola da UFC, as amostras foram coletadas com todos os cuidados para não ocorrer contaminações no ato da coleta e no transporte, mantendo as amostras refrigeradas até o momento de entregar as mesmas para o laboratório. Em seguida, foram realizadas as seguintes análises:

- Coliformes Totais
- Coliformes Fecais
- Pseudomonas

Todos esses parâmetros foram analisados de acordo com a portaria Nº 2.914, do ministério da saúde / ANVISA de 12 de dezembro de 2011 e American Public Health Association, Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 20^a Edition, APHA, AWWA, WEF.

5.4 Tratamento e integração dos dados.

As análises físico-químicas sofreram tratamento estatístico com auxílio do software Microsoft Excel através de gráficos demonstrativos, com o objetivo de avaliar a qualidade das águas, baseado no padrão portaria Nº 2.914, do ministério da saúde / ANVISA de 12 de dezembro de 2011. Os dados das análises foram organizados em tabelas, cujas interpretações permitiram a classificação iônica, potabilidade e adequabilidade para uso humano das águas dos poços.

6. ASPECTOS GEOAMBIENTAIS

6.1 Clima

O clima que caracteriza a região, segundo a classificação de Köppen (1948), é a zona tropical úmida do tipo “Aw”, com precipitações irregulares e deficiência hídrica moderada a baixa, que se caracteriza por um tipo climático tropical, chuvoso, quente e úmido, com chuvas no verão e precipitações máximas no outono.

O município de Beberibe possui postos de medição de pluviometria, mas não dispõe de estação meteorológica capaz de monitorar o clima. Assim, os parâmetros meteorológicos foram tomados da Estação de Fortaleza, o que não traz prejuízo à caracterização, visto que esta é a estação mais próxima da área de estudo, sem ocorrência de qualquer acidente orográfico capaz de diferenciar o clima entre ambos. O gráfico 1 abaixo exhibe os valores dos principais parâmetros meteorológicos obtidos de 1982-2010.

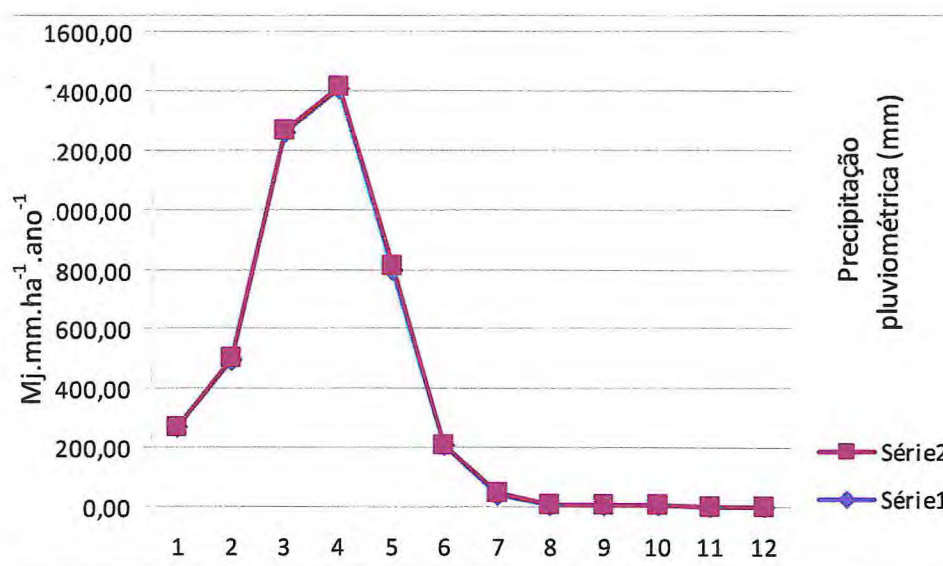


Gráfico 1: Pluviosidade média mês a mês do município de Beberibe entre os anos 1982-2010.
SEMACE 2010.

6.2 Solos

Segundo Gomes (2006), os solos são marcados por associações predominantes de Argissolos Vermelho-Amarelos, textura arenosa média, que se combinam com os Neossolos Flúvicos eutróficos e Alissolo Hipocrômico distróficos, textura arenosa/média.

Os Argissolos Vermelho-Amarelos incluem solos profundos a moderadamente profundos, com textura variando de média a argilosa, geralmente bem drenados, exceto os de caráter plântico, que são moderadamente a imperfeitamente drenados, porosos e com cores variando entre os tons vermelho-amarelado, amarelo e vermelho (SOUZA, 1997).

Possuem seqüência de horizontes A, Bt e C, com horizonte Bt normalmente apresentado nas superfícies dos elementos estruturais e partículas de materiais coloidais (cerosidade) quando o solo é argiloso (GOMES, 2006).

Os Alissolos Hipocrômicos distróficos presentes na área de estudo possuem seqüência de horizontes A, Bt e C. São solos predominantemente profundos a moderadamente profundos, sendo raros os rasos, com textura variando de arenosa/média, distróficos, geralmente bem drenados, porosos e com cores bruno a cinza.

Os Neossolos Flúvicos eutróficos são solos pouco desenvolvidos, originados de deposições flúvio-lacustres, de naturezas diversas apresentando horizontes de A ou Ap, diferenciados sobre camada 3C e outros, as quais normalmente não tem relações genéticas entre si. São mediantemente profundos a muito profundos, com as mais diversas texturas e apresentam drenagem moderada ou imperfeita, com altas somas de bases (S) e saturação de bases (V%). Em geral são considerados solos de alta a moderada fertilidade natural (SOUZA, 1997). Na área identifiquei somente os solos com características arenosas, areno-argilosa, e argilosa, comuns em áreas de barreias e dunas (Fotos 10 e 11).



Foto 10: Solo arenoso, Beberibe – CE (junho 2012).



Foto 11: Solo areno-argiloso, Beberibe – CE (junho 2012).

6.3 Vegetação

No litoral arenoso, a vegetação é rala e herbácea. Observa-se que nesta faixa os primeiros sinais de vegetação aparecem depois das cristas de bermas, representados por gramíneas e salsas. Há diminuição da salsa em direção a área do Sítio Lucas, onde a vegetação muda para os muricizeiros, carnaubais, coqueiros, cajueiros e gramíneas que ocorrem sobre as dunas e ajudam a fixá-las. Nas paleodunas, dadas as condições pedogênicas mais favoráveis, a vegetação é mais densa e variável (GOMES, 1995). Na área da fazenda Aqua Vida há ocorrência da vegetação típica do mangue.



Foto 12: Foto tirada próximo a entrada da fazenda Nova Vida, mostrando o tipo de vegetação predominante na área, o Carnaubal. Beberibe CE (junho 2012).



Foto 13: Foto tirada dentro da fazenda Nova Vida próximo ao ponto 7, mostrando a vegetação predominante na área, o mangue intercalado com o carnaubal, ambiente alterado por ação antrópica. Beberibe CE (junho 2012).

6.4 Geomorfologia

Em relação à geomorfologia, são encontradas na área de estudo, planície litorânea composta pela faixa pós-praia, dunas móveis e fixas, planície fluvio-marinha e Glacis pré-litorâneos ou Tabuleiros pré-litorâneos, de acordo com Soares (1998).

Definida como decorrente de sedimentos cronologicamente dentro do período Quaternário, a Planície litorânea é representada por sedimentos litorâneos, constituídos de arenitos de praias e cordões de dunas de idade recente, formados pelos arenitos flúviomarinhos e os sedimentos inconsolidados de origem eólica de dunas (SOARES, 1998), tendo estas feições identificadas a norte da área de estudo.



Foto 14: Foto panorâmica tirada na praia de Morro Branco, município de Beberibe, mostrando um campo de dunas próximo a área de estudos. Apresenta uma das feições geomorfológicas da região. Praia de Morro Branco/ Beberibe CE (junho 2012).

6.5 Geologia

Foram identificadas três unidades geológicas regionais, sendo todas dos períodos Terciário, Quaternário e sedimentares, destacados no mapa geológico em anexo (Mapa 2).

O Grupo Barreiras (TQb) é constituído por sedimentos inconsolidados apresentando areias, siltes, argilas e cascalhos, todos como produto de acumulação em ambiente continental sob domínio fluvial e deltaico muito variável, já que na região não segregam-se bancos de uma ou outra litologia, estando todas integradas entre si. A Formação Barreiras aflora no lixão desativado, existente na localidade do Sítio Lucas (Foto 15).



Foto 15: Exposição de afloramento da Formação Barreiras, foto na área do lixão desativado próximo ao Sítio Lucas, apresentando indícios de extração. Sítio Lucas/ Beberibe CE (junho 2012).

A Unidade dunas (Qd) é originada por areias quartzosas de colorações claras, bem classificadas, com grãos finos a médios, inconsolidados, formando uma rocha bastante porosa e permeável, com distribuição ao longo do litoral (Foto 16).



Foto 16: Foto demonstrando a formação Dunas, no Parque de dunas da praia de Morro Branco. Praia de Morro Branco/ Beberibe CE (junho 2012).

A geologia local da área é correlacionada aos sedimentos eluvionares da Unidade regional alúvio-eluvionar (Qa), que ocupa a porção oeste da área estudada na proximidade do rio Choró. Conforme as observações de campo, a Unidade Barreiras se evidencia como substrato aflorante em pontos distintos da área, de acordo com indícios de poços escavados.

As argilas atualmente encontradas são de colorações amareladas, com granulometria fina, apresentando componentes grosseiros de derivação vegetal ou de areias de dunas e aluviais, muito subordinados, o que mantém as características de impermeabilidade menor umidade do subsolo. (Figura 4: Mapa geológico, Pag 47)

6.6 Hidrologia

No município de Beberibe, as drenagens principais são os rios Choró e Pirangi, ambos limitadores do território municipal a oeste e leste, respectivamente. Podem ser observados ainda outros cursos d'água importantes, como o riacho Salgadinho e os córregos Grande, do Camará e Maria Preta. Além desses, merece destaque a lagoa Uberaba, onde a CAGECE faz a captação das águas para a rede de distribuição municipal que atende a cidade de Beberibe. A área de estudo fica situada, em parte, dentro da Bacia Hidrográfica do Rio Choro (Foto 17).



Foto 17: Foto identificando a Desembocadura do Rio Choro, de água salgada, que passa próximo a área de estudo. Praia de Morro Branco/ Beberibe CE (junho 2012).

7. Hidrogeologia

Segundo Gomes (2006), a área de estudo está inserida estratigraficamente no Sistema Hidrogeológico Barreiras (Tércio-Quaternário), constituída por níveis areno-argilosos, sobreposto ao embasamento cristalino representado pelas rochas gnáissicas do Complexo Caicó.

A Formação Barreiras constitui o aquífero da área, tanto em termos de área aflorante e potencialidade quanto de aproveitamento.

7.1 Sistemas Hidrogeológicos

Segundo Gomes (2006), na área de estudo, ocorre um único domínio hidrogeológico, que corresponde ao Sistema Hidrogeológico Barreiras, onde se tem, em geral, as melhores perspectivas de exploração das águas subterrâneas.

7.1.1 Sistema Hidrogeológico Barreiras

Está representado pelos sedimentos Barreiras, sendo considerado como um sistema aquífero localmente livre, composto por níveis areno-argilosos e/ou argilo-arenosos, com larga variação faciológica, predominando a cor avermelhada, de granulação variando desde a fração argila até areia média, com níveis conglomeráticos ocasionalmente intercalados. São níveis mal classificáveis e friáveis, ressaltando que o Barreiras no contexto regional não é considerado, por muitos autores como um aquífero, e sim, um aquitarde que possui baixas porosidade, permeabilidade e condutividade hidráulica estimada em $1,8 \times 10^{-2}$ m/s.

Neste trabalho, entende-se que devido a variação faciológica existente no Barreiras, localmente ele pode apresentar características hidrodinâmicas semelhantes às de um aquífero livre, e assim será referenciado.

Segundo Marinho *et al.* (1986), a cobertura sedimentar na área do município de Beberibe tem uma espessura média de 50m, destacando-se a base da Formação Barreiras formada por sedimentos areno-argilosos e/ou argilo-arenosos com espessura média de 34m e resistividade elétrica média 27 Ohm.m.

Sobrepostos a esses sedimentos, as areias lixiviadas da Formação Barreiras, constituindo um estrato muito regular, com espessura média de 9m e resistividade média de 295 Ohm.m.

Os poços tubulares existentes neste meio hidrogeológico na área atingem, em média, 20 m de profundidade.

Este aquífero recebe recarga direta das águas oriundas das precipitações pluviométricas e das águas dos riachos situados a leste da área.

8. Situação das obras de captação

A situação atual dos 18 pontos de água cadastrados (Tabela 2 e gráfico 2) na área de estudos são: 13 em uso, 5 desativados e nenhum abandonado.

Alguns pontos d'água que estão em operação possuem boas condições de uso, enquanto os desativados não têm condições de serem reativados. Nas páginas a seguir serão detalhados todas as avaliações.

Nº	Tipo		Coordenadas (E/N)		Prof. (m)		Tipo de	Condições	Sistema de	Uso /		Data de
	de poço	Localização	UTM	Aquifero	do poço	NE (m)	Revestimento	Sanitárias	Bombeamento	Finalidade	Situação	Construção
1	poço tubular	Fazenda Aqua Vida	594500 / 9538734	Barreiras	45	0,7	PVC Geomecânico	inadequadas	bomba submersa	consumo	ativado	2004
2	poço tubular	Fazenda Aqua Vida	593964 / 9509330	Barreiras	38	2,57	PVC Geomecânico	inadequadas	não possui	sem uso	desativado	2004
3	poço tubular	Fazenda Aqua Vida	593571 / 9539760	Barreiras	65	4,18	PVC Geomecânico	inadequadas	não possui	sem uso	desativado	2004
4	poço tubular	Fazenda Aqua Vida	595205 / 9540808	Barreiras	18	4,5	PVC branco	inadequadas	bomba elétrica	consumo e irrigação	ativado	-
5	poço tubular	Fazenda Aqua Vida	595280 / 9540842	Barreiras	17	1,7	PVC Geomecânico	inadequadas	não possui	sem uso	desativado	-
6	poço tubular	Fazenda Aqua Vida	595241 / 9540866	Barreiras	15	3,31	PVC Geomecânico	inadequadas	não possui	sem uso	desativado	-
7	caçimba	Fazenda Aqua Vida	595033 / 9540932	Barreiras	16	4,5	Alvenaria e anéis de concreto	inadequadas	bomba elétrica	consumo e irrigação	ativado	-
8	poço tubular	Sítio Lucas	596514 / 9538888	Barreiras	10	5	PVC branco	inadequadas	bomba manual	consumo	ativado	-
9	poço tubular	Sítio Lucas	596469 / 9538970	Barreiras	12		PVC branco	inadequadas	bomba manual	consumo	ativado	-
10	caçimba	Sítio Lucas	596454 / 9538978	Barreiras	4,5	1,42	Anéis de concreto	inadequadas	bomba elétrica	consumo	ativado	-
11	poço tubular	Sítio Lucas	596404 / 9539018	Barreiras	12		PVC branco	adequadas	bomba elétrica	consumo	ativado	1999
12	caçimba	Sítio Lucas	596475 / 9539010	Barreiras	4		Anéis de concreto	inadequadas	não possui	consumo	ativado	1998
13	caçimba	Sítio Lucas	596364 / 9539112	Barreiras	14	2	Anéis de concreto	inadequadas	não possui	consumo	ativado	-
14	caçimba	Sítio Lucas	596412 / 9539116	Barreiras	12	3	Anéis de concreto	inadequadas	não possui	consumo	ativado	2000
15	poço tubular	Sítio Lucas	596361 / 9539534	Barreiras	12	5,5	PVC branco	adequadas	Bomba de catavento	consumo	ativado	2001
16	caçimba	Sítio Lucas	596467 / 9539404	Barreiras	10	6,2	Anéis de concreto	inadequadas	não possui	consumo	ativado	1997
17	caçimba	Sítio Lucas	596500 / 9539376	Barreiras	21,6	5,8	Anéis de concreto	inadequadas	não possui	sem uso	desativado	2001
18	poço tubular	Sítio Lucas	596480 / 9539350	Barreiras	12		PVC branco	inadequadas	bomba manual	consumo	ativado	1997

Tabela 2. Cadastro dos poços tubulares e cacimbas da Fazenda Nova Vida Aquicultura e Sítio Lucas Beberibe – Ceará.

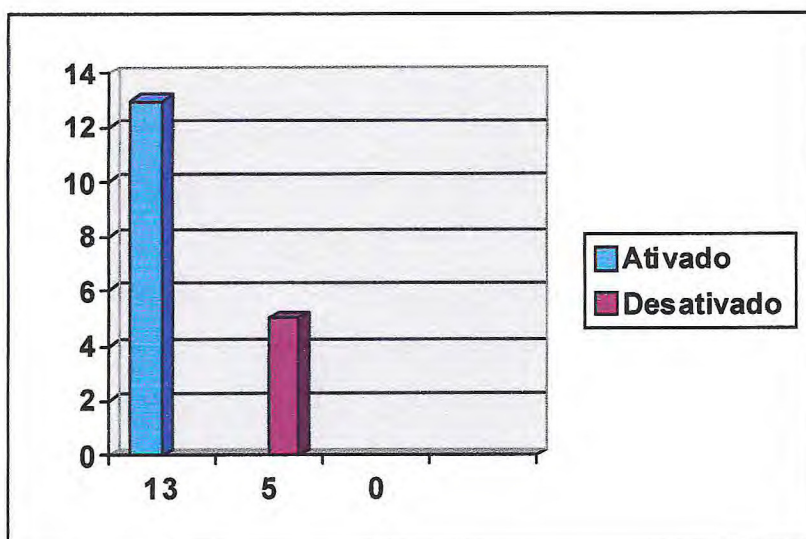


Gráfico 2. Situação dos poços da Fazenda Nova Aquicultura e Sítio Lucas Beberibe - Ceará

As águas dos poços tubulares ativos na área são usadas para diversos fins. Do total de 18 dados de uso das águas, temos 12 (66%) poços sendo utilizados na irrigação, a exemplo do ponto 14, que se localiza em um terreno com diversas árvores frutíferas e outros tipos de cultivos que precisam ser irrigadas, 6 (33%) para consumo humano (cozinhar e beber), a exemplo do ponto 1, poço que abastece toda a fazenda inclusive o refeitório dos funcionários, e 13 (72%) para banho e serviços gerais (gráfico 3). Dos 18 poços cadastrados, somente 2 deles (13,5%) têm condições sanitárias, observando-se, dentre outros, a ausência de tampa, falta de abrigo dos poços e proximidade de fossas como um fato comum na área de estudo.

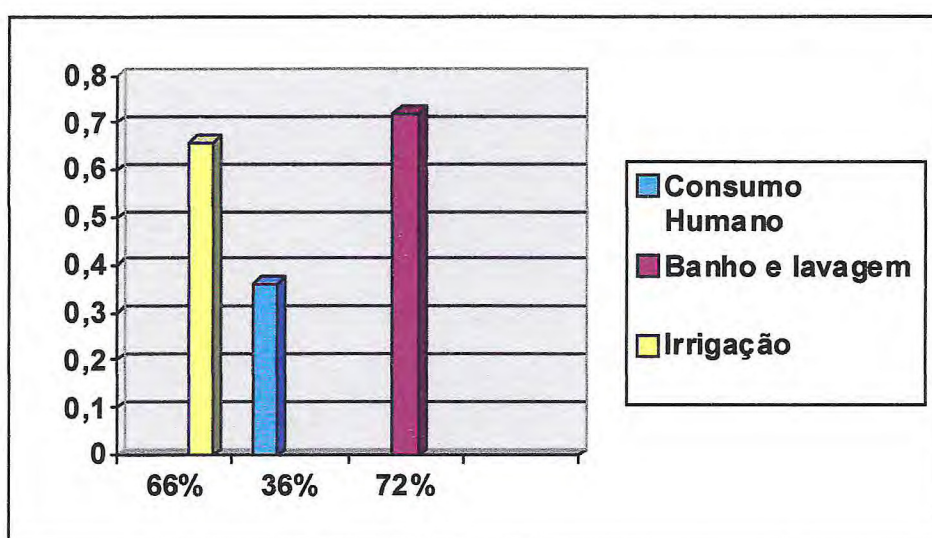


Gráfico 3. Classificação quanto ao tipo de consumo da água na área de estudo, variando de 0 a 100% podendo ter mais de uma utilidade cada um.

Na área de estudo existem 18 obras de captação de água, que são divididas em três tipos de revestimento, sendo eles: tubo de PVC geomecânico (azul) foto 15, PVC comum (branco) foto 16 e Alvenaria podendo ser de tijolos e anéis de concreto foto 17.

Na construção de um poço, o procedimento correto é utilizar o tubo geomecânico, pois é mais apropriado. No entanto, muitas vezes é utilizado o PVC comum, que não oferece tal qualidade e durabilidade, podendo ainda possuir ranhuras feitas a mão para realizar a função de filtro. No caso do PVC geomecânico, esse filtro é feito industrialmente e perfeitamente calculado e construído.

Há também as cacimbas, que são outros tipos de obras de captação d'água, podendo ser construídas com alvenaria e/ou pré-moldados de concreto.



Foto 18. Tubo de PVC geomecânico nervurado - P1 (entrada da Fazenda N.V) Coordenadas 594500 / 9538734. Detalhe do tubo com o maior diâmetro 9,5. Beberibe CE (junho 2012).



Foto 19. Tubo de PVC branco, de espessura fina e diâmetro de 6 cm no P4. (Fazenda N.V) Coordenadas 595205 / 9540808. Beberibe CE (junho 2012).



Foto 20: Cacimba construída com alvenaria e anéis de concreto, com paredes de alvenaria de 5 m de altura até chegar ao nível d'água, com água usada para irrigação de parte da Fazenda N.V Coordenadas 595033 / 9540932. Beberibe CE (junho 2012).

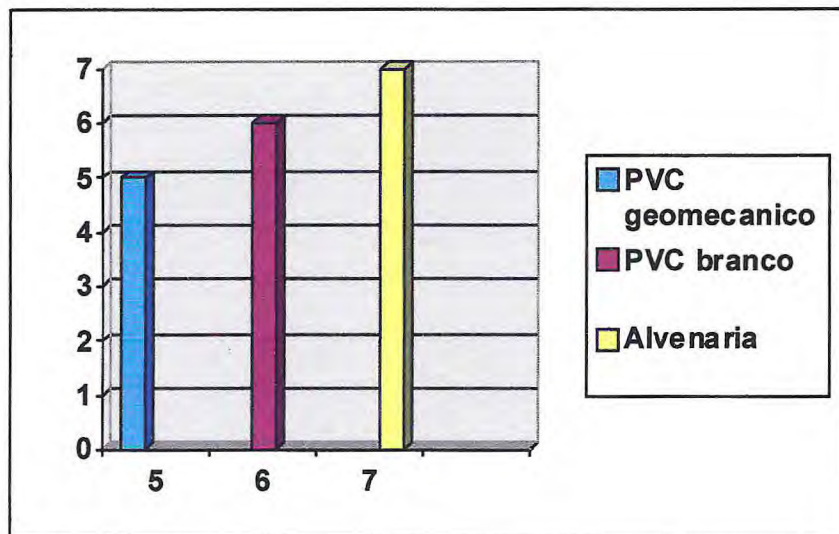


Gráfico 4. Classificação das obras de captação quanto ao revestimento.

Foi observado que a maioria dos poços não possuía proteção adequada e vários estavam bem próximos a possíveis contaminações por fossas, na maioria dos casos; e um lixão desativado próximo ao Sítio Lucas. O gráfico 5 retrata a avaliação da proteção adequada, notando-se em quais está presente ou não. Recomenda-se que todos o tenham, sendo o exemplo mais simples as tampas, que podem possuir uma casa de proteção ou, uma capa que impeça a entrada de resíduos, areia, lixo e até mesmo insetos e outros tipos de animais. Foram detectadas somente duas obras com condições adequadas (fotos 21, 22 e 23).

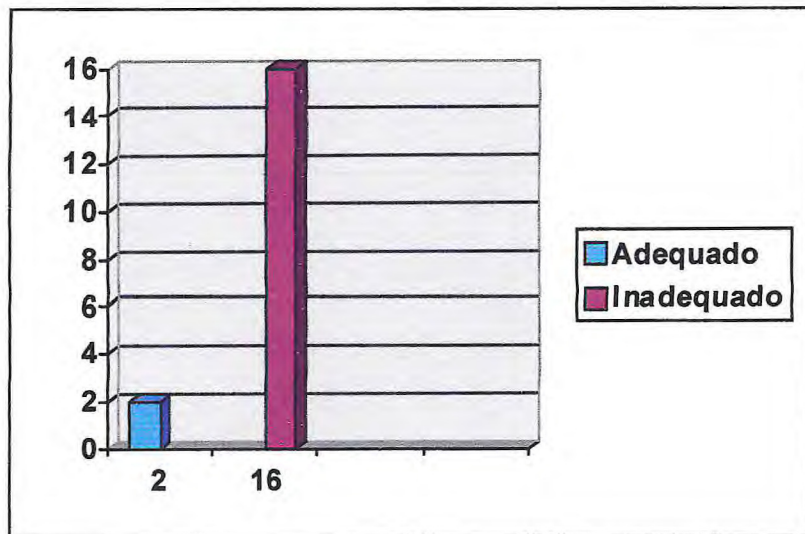


Gráfico 5. Avaliação da proteção adequada das obras de captação.



Foto 21. Foto de proteção para uma obra de captação, com tampa de PVC para o poço, um anel de concreto que isola o poço contra qualquer contaminação externa. P11 Coordenadas 596404/ 9539018 Escola Municipal na comunidade do Sítio Lucas Beberibe CE (junho 2012).



Fotos 22 e 23. Poço bem protegido P15 Coordenadas 596361 / 9539534 no Sítio Lucas Beberibe CE (junho 2012). Detalhe no tipo bombeamento, que utiliza um cata-vento.

Foram identificados 4 tipos de bombeamento, sendo eles: por bomba manual, bomba submersa, bomba elétrica comum e cata-vento e obras de captação sem nenhum tipo de bombeamento.



Foto 24. Cata-vento que realiza a função de bomba no P15 Coordenadas 596361 / 9539534 na comunidade do Sítio Lucas Beberibe CE (junho 2012).



Foto 25. Bomba submersa do Poço P1, coordenadas 594500 / 9538734 na entrada da Fazenda Aqua Vida. Beberibe CE (junho 2012).



Foto 26. Bomba elétrica no poço P11 Coordenadas 596404 / 9539018 localizada na Escola Municipal do Sítio Lucas Beberirbe CE (junho 2012).

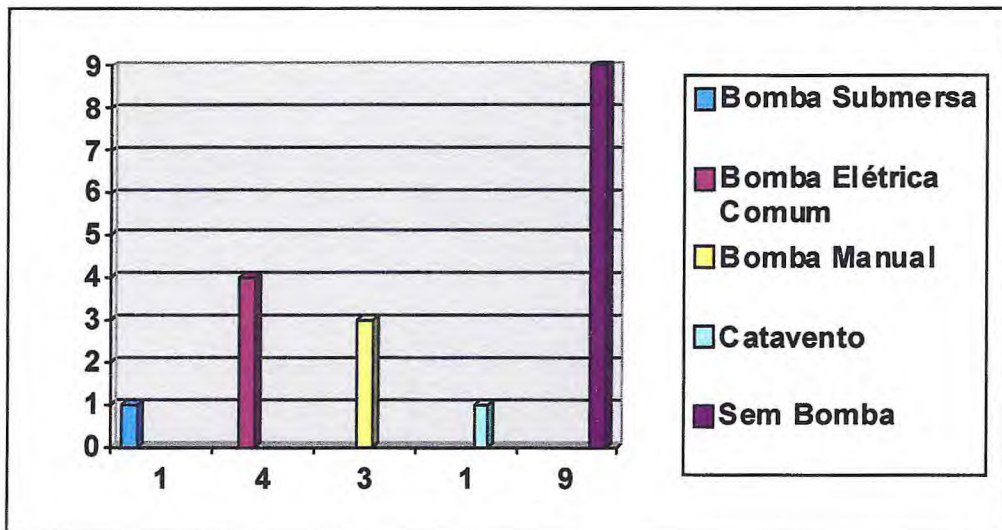


Gráfico 6. Classificação quanto ao tipo de bomba.

9. Qualidade das Águas Subterrâneas

Neste capítulo é abordada a caracterização química das águas subterrâneas, seguindo os parâmetros de acordo com a Portaria N° 2.914, do Ministério da Saúde e ANVISA de 12 de Dezembro de 2011, avaliando a qualidade da água subterrânea para consumo humano e irrigação.

Foram realizadas análises de caráter físico-químico e bacteriológico de 10 amostras de águas subterrâneas, sendo obtidas as medidas dos parâmetros físico-químicos de: aspecto, cor, odor, sabor, pH, dureza total, turbidez, cloretos, sulfatos, alcalinidade, acidez, nitritos, nitratos, condutividade elétrica, amônia, cloro ativo, ferro e TDS sólidos totais dissolvidos desprezando os seguintes parâmetros: cor, aspecto, acidez, odor e sabor. Os parâmetros bacteriológicos são definidos em poços contaminados ou não por pseudomonas, coliformes fecais e coliformes totais.

9.1 Parâmetros Físico-Químicos

9.1.1 pH

pH é o logaritmo decimal do inverso da concentração molar dos íons H^+ de um meio aquoso (BOSQUILHA, 1999). Ele reflete a concentração do hidrogênio na água ou solução, sendo controlado pelas reações químicas e pelo equilíbrio entre os íons presentes e que está associado ao gás carbônico dissolvido e a alcalinidade. É expresso por um valor adimensional que varia entre 1 e 14, onde os valores inferiores a 7 são caracterizados como ácidos, os valores superiores a 7 são caracterizados como básicos ou alcalinos e neutro quando igual a 7 (GOMES, 2005).

Os valores de pH variam de 6,03 a 7,09 com média 6,42 (Gráfico 7). De acordo com o (Gráfico 7), a área é caracterizada pela predominância de águas ácidas, ou seja, pH menor que 7, conforme a Portaria N° 2.914/2011, o valor máximo tolerável (VMT) para o consumo humano oscila de 6,0 a 9,5, estando todas as amostras dentro dos padrões recomendados.

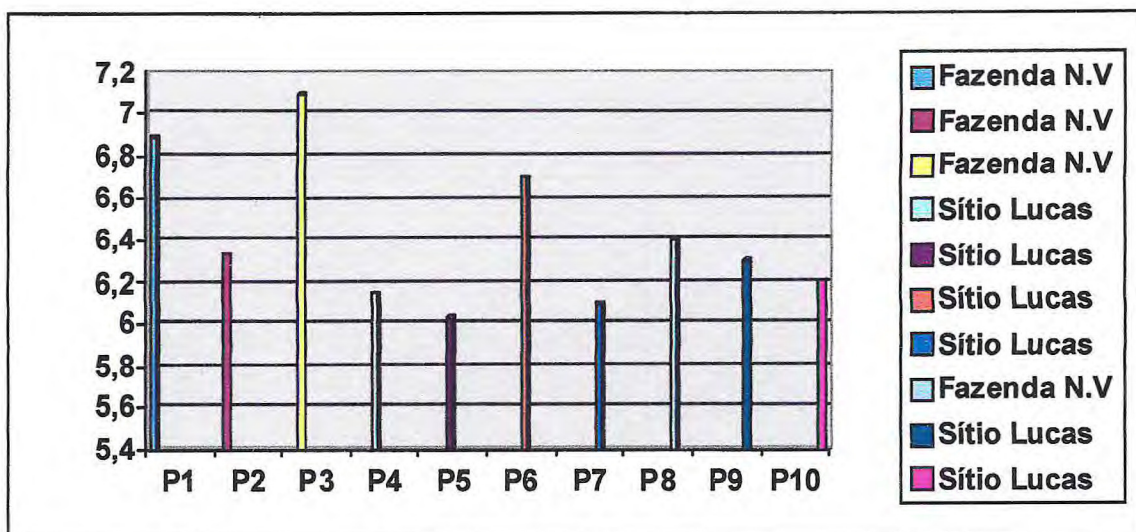


Gráfico 7: Classificação quanto ao valor de pH.

9.1.2 Turbidez

A turbidez é definida como a dificuldade da água em transmitir a luz e está associada à sólidos em suspensão, ou seja, é a presença de partículas, composta principalmente por argila e areia, retirando assim o aspecto cristalino da água, deixando-a com uma aparência túrbida e opaca (GOMES, 2006).

Os valores de turbidez nas águas dos poços foram de 0 a 4,88 UNT, com média de 1,574 UNT (Gráfico 8). De acordo com a portaria N° 2.914/2011, todas as amostras estão dentro do valor máximo permitido (VMT de 5,0 UNT).

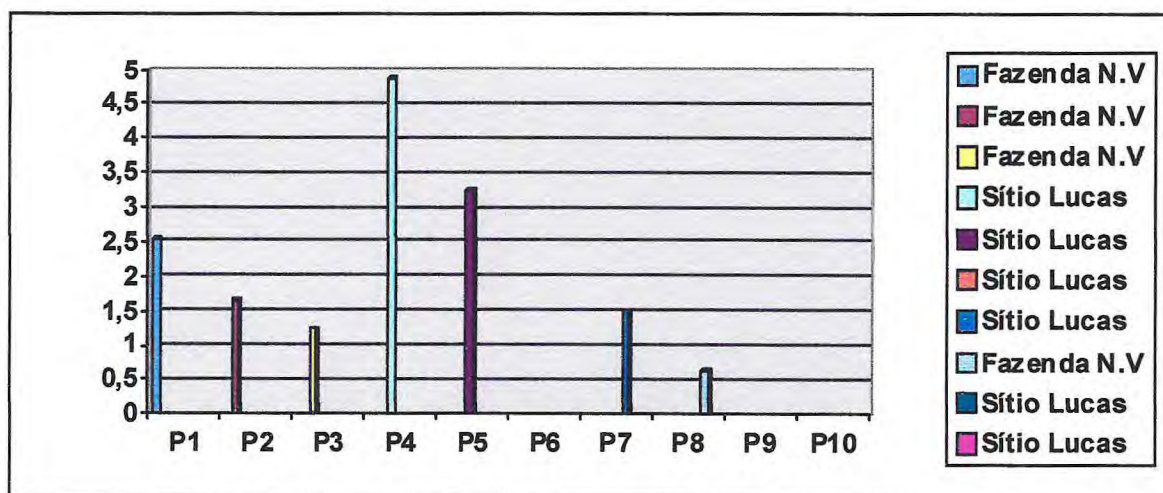


Gráfico 8: Classificação quanto ao teor de turbidez.

9.1.3 Condutividade Elétrica

A condutividade elétrica é a capacidade que a água possui de conduzir corrente elétrica. Este parâmetro está relacionado com a presença de íons dissolvidos na água, que são partículas carregadas eletricamente. Quanto maior for a quantidade de íons dissolvidos, maior será a condutividade elétrica da água. Este número vai depender da concentração total das substâncias dissolvidas e ionizadas e da temperatura na qual a medida é realizada (FERNANDES, 2003 *apud* GOMES, 2006).

Os valores de condutividade elétrica nas águas dos poços variaram de 29,8 a 9.117 $\mu\text{S}/\text{cm}$ com média de 1284,09 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (Gráfico 9). No Gráfico 9 o valor de P6 não está representado, pois seu valor extremamente elevado (9.117) modifica a escala, impossibilitando a visualização dos demais valores.

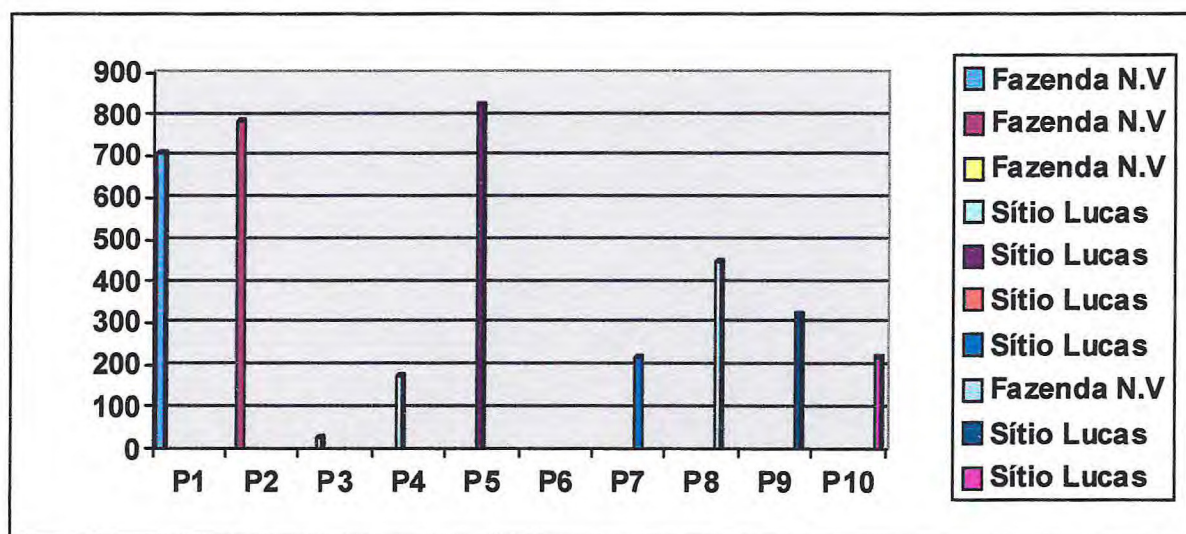


Gráfico 9: Classificação quanto a condutividade elétrica.

9.1.4 Dureza Total

Segundo Gomes (2006), a dureza da água é produzida pela concentração de Ca^{2+} e Mg^{2+} , ou seja, de sais alcalino-terrosos e é demonstrada pela quantidade de sabão necessária para que se produza espuma.

A dureza total das águas das 10 análises são apresentadas de acordo com a classificação adotada por Custódio & Llamas (1983), que revelou que 1 é branda (<50 mg/L CaCO_3), 5 são consideradas pouco dura (50-100 mg/L CaCO_3) e 4 são ditas duras (100-200) (Tabela 3) e (Gráfico 10).

Ressalta-se que os valores de dureza nas amostras analisadas estão dentro dos padrões de potabilidade estabelecidos pela Portaria N° 2.914/2011 do Ministério da Saúde de que é de até 500 mg/L de CaCO₃. Os valores de concentração da dureza nas águas dos poços variaram de 20,35 a 5.123,19 mg/L, com média de 603,301 mg/L (Gráfico 10). Sendo que o valor de P3 não é demonstrado no gráfico, pois seu valor extremamente alto modifica a escala impossibilitando a visualização dos demais valores.

DUREZA TOTAL (mg/L) CaCO ₃	TIPO DE ÁGUA
0 – 50	Branda
50 – 100	Pouco dura
100 – 200	Dura

Tabela 3: Escala de dureza total de acordo com Custódio & Llamas (1983).

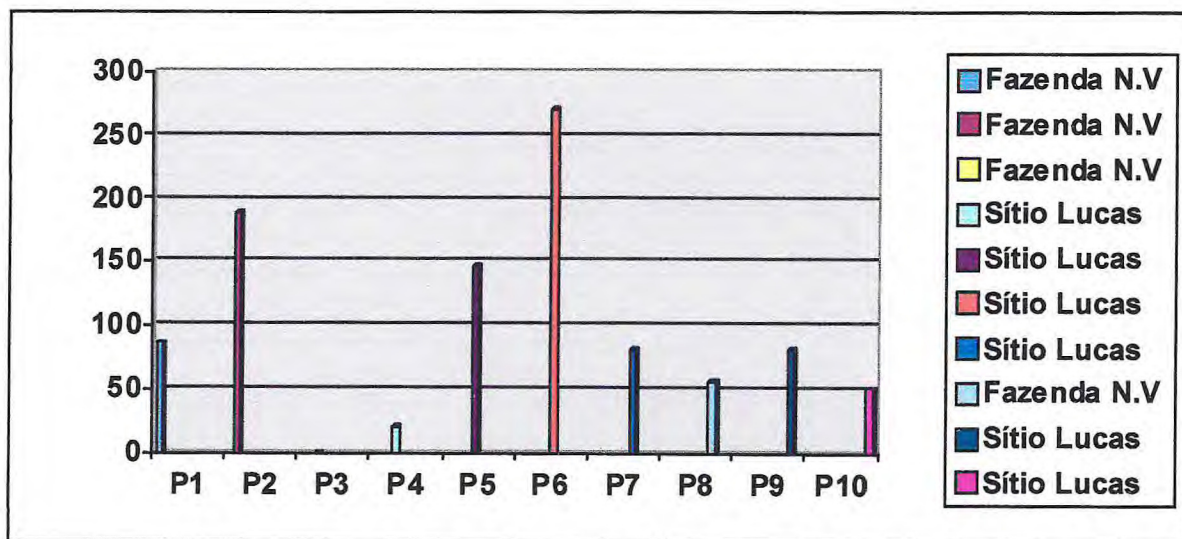


Gráfico 10: Classificação quanto a dureza total.

9.1.5 Concentração de Cloretos

Em Fortaleza, as origens dos cloretos podem estar vinculadas à influência das águas marinhas sobre as continentais, já que a área encontra-se localizada na zona litorânea, ou à captação das águas subterrâneas no meio cristalino (CAVALCANTE, 1998).

A área de estudo encontra-se na zona litorânea, representada pela cidade de Beberibe, o que permite a interpretação semelhante, quanto a concentração de cloretos.

Na área de estudo, dentro do conjunto de 10 amostras de água, os valores de cloretos ocorrem variando de 69,71 a 12.895,84 mg/L com média de 1451,628 mg/L (Gráfico 11). Segundo a Portaria Nº 2.914/2011 do Ministério da Saúde, o Valor Máximo Tolerável (VMT) é de 250 mg/L e, assim, duas amostras (P1, P3) estão com os valores fora do padrão aceitável.

O ponto P3 atinge valores que modificam a escala do gráfico, não estando demonstrado no gráfico. Os demais pontos mantêm-se dentro dos padrões, tornando estas águas adequadas para consumo, irrigação e atividades recreativas.

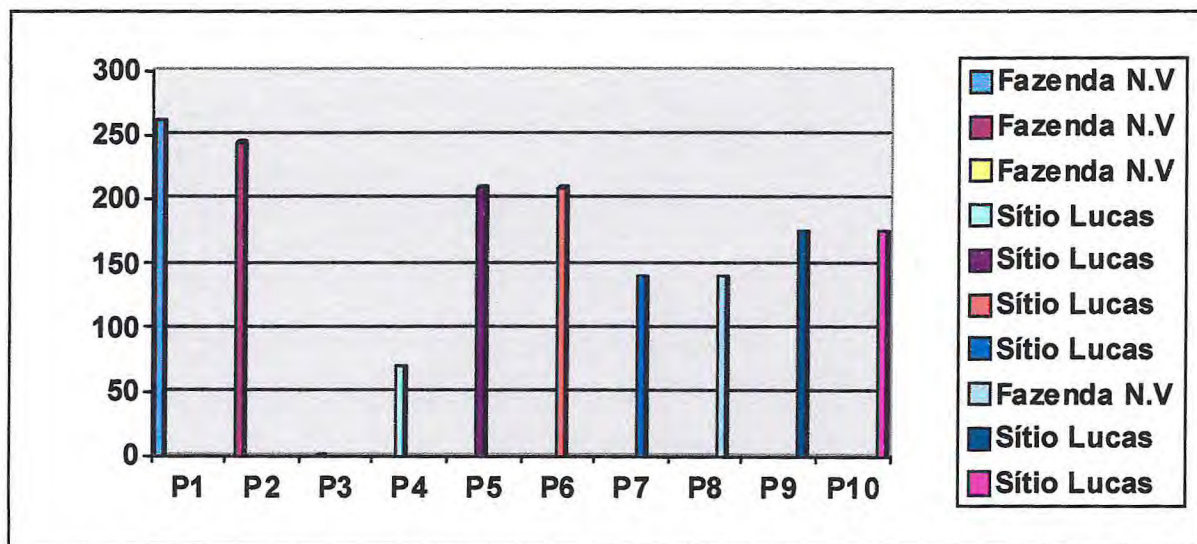


Gráfico 11: Classificação quanto a concentração de cloretos.

9.1.6 Concentração de Sulfatos

O sulfato representa sais moderadamente solúveis a muito solúveis. Altas concentrações de sulfato (acima do VMT) podem provocar efeitos laxativos e na presença de íons de magnésio e sódio pode causar distúrbios gastrointestinais (CUSTÓDIO & LLAMAS, 1983 *in* SANTOS, 2000 *apud* GOMES, 2006).

Foram constatados teores de sulfato nas águas dos poços oscilando de 0,074 a 238,93 mg/L, com média de 48,90 mg/L (Gráfico 12), estando todos os valores dentro do limite permitido (250mg/L) pela Portaria N° 2.914/2011 do Ministério da Saúde.

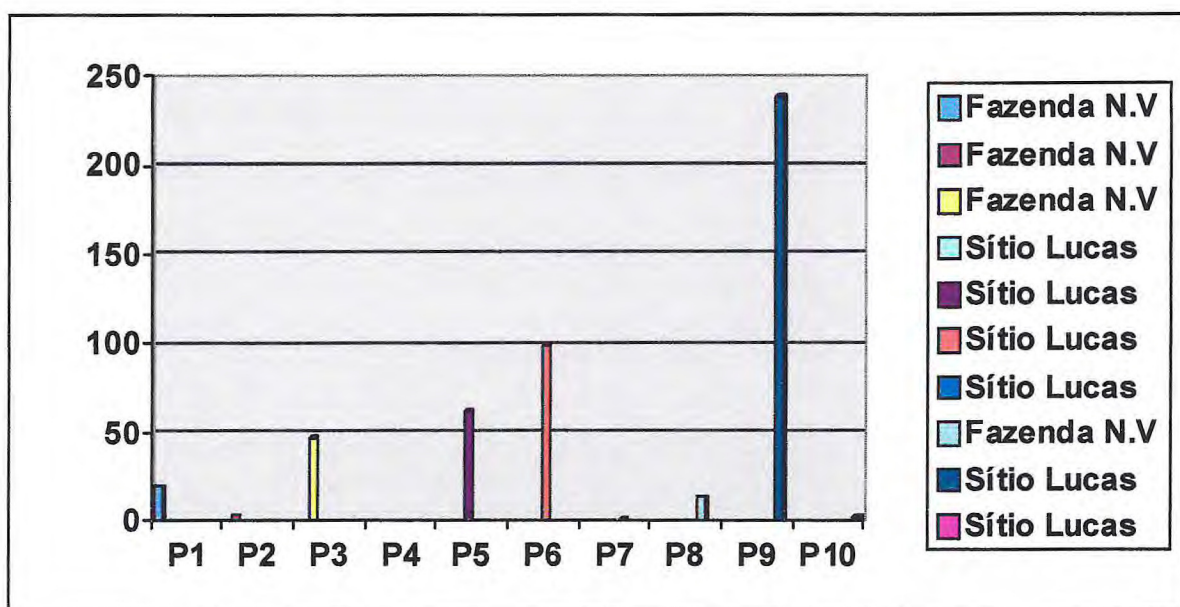


Gráfico 12: Classificação quanto a concentração de sulfatos.

9.1.7 Alcalinidade

A alcalinidade foi definida como a característica que consiste na capacidade das águas neutralizarem compostos ácidos, devido a presença de bicarbonatos, carbonatos e hidróxidos, quase sempre de metais alcalinos ou alcalinos terrosos (sódio, potássio, cálcio, magnésio, e outros) e, ocasionalmente, boratos, silicatos e fosfatos. É expressa em miligrama por litro de carbonato de cálcio equivalente. (NBR 9896/1993 *apud* PESSOAL UTFPR, 2009).

Foram constatados teores de alcalinidade oscilando entre 5 e 84 mg/L nas águas dos poços (Gráfico 13). O valor da média foi de 20,3 mg/L. De acordo com a Portaria n° 2.914/2011 do Ministério da Saúde, todas as amostras estão abaixo do limite especificado.

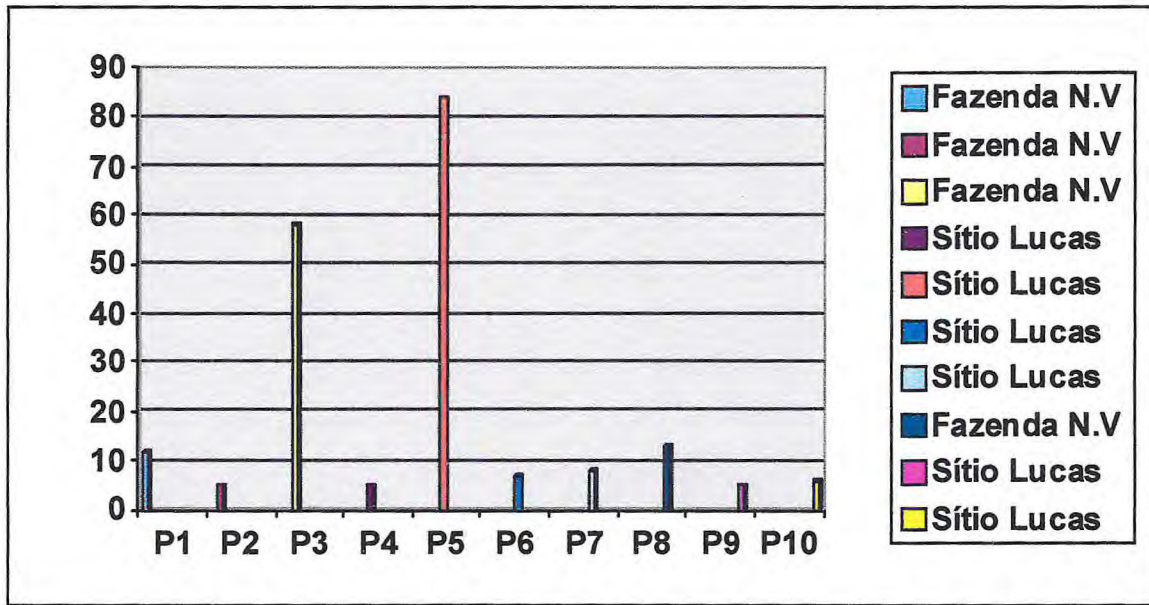


Gráfico 13: Classificação quanto a alcalinidade.

9.1.8 Concentração de Nitritos

O nitrito (NO_2^-) é a segunda etapa do ciclo de nitrogênio, produzido por bactérias e considerado menos tóxico que a amônia (GOMES, 2006).

Com base na concentração de nitrito, as amostras de água dos poços apresentaram valores de 0,02 a 1,08 mg/L com média de 0,156 mg/L (Gráfico 14). De acordo com a Portaria N° 2.914/2011 do Ministério da Saúde, o Valor Máximo Tolerável (VMT) de N-nitrito é de 1mg/L e, assim, com exceção da amostra P5, todas as amostras encontram-se dentro dos limites permissíveis.

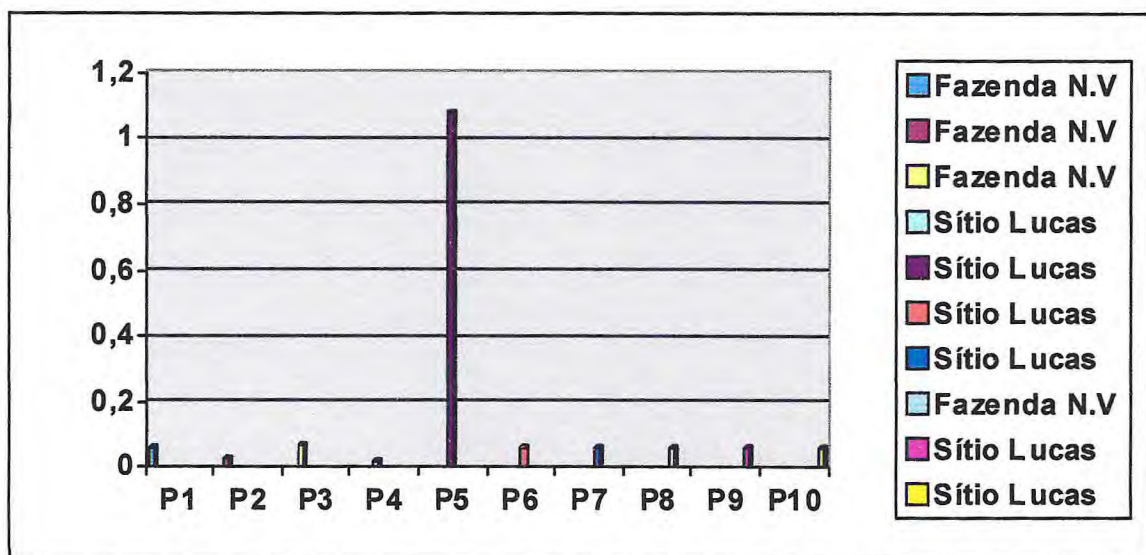


Gráfico 14: Classificação quanto a concentração de nitritos.

9.1.9 Concentração de Nitrato

Segundo Borém & Vieira (2005), nitrato é a forma de nitrogênio que pode ser usada diretamente pelas plantas e representa um dos componentes dos fertilizantes inorgânicos.

A concentração de nitrato apresenta valores oscilando de 0,49 a 7,45 mg/L. De acordo com a Portaria Nº 2.914/2011 do Ministério da Saúde, o Valor Máximo Tolerável de nitrato (N-NO_3^-) é de 10 mg/L, e desta forma, todas as amostras encontram-se dentro dos limites permissíveis.

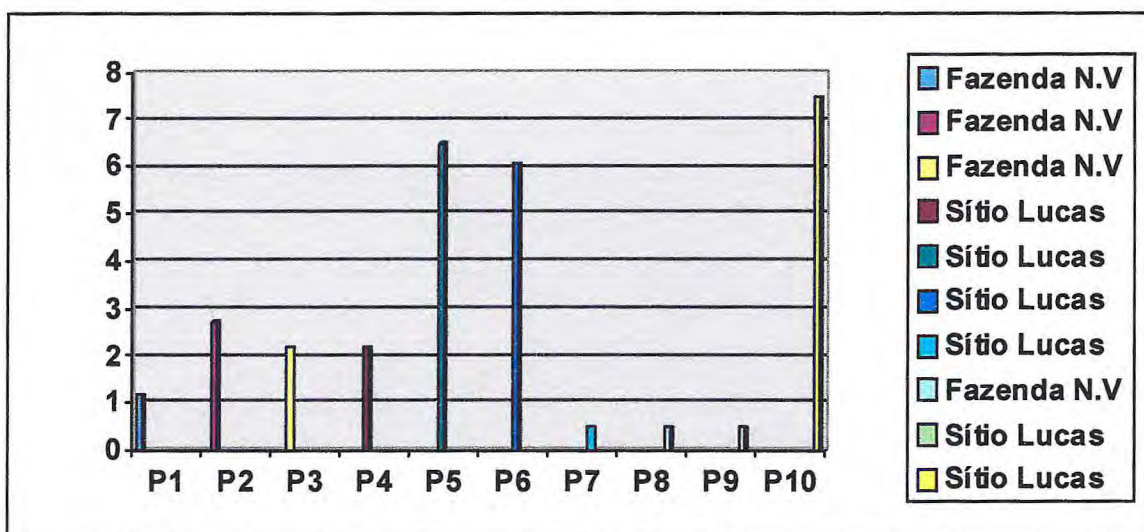


Gráfico 15: Classificação quanto a concentração de nitratos.

9.1.10 Concentração de Amônia

A amônia é a primeira etapa do ciclo do nitrogênio, produzido por organismos mortos, significando foco de poluição próximo e recente (Gráfico 16).

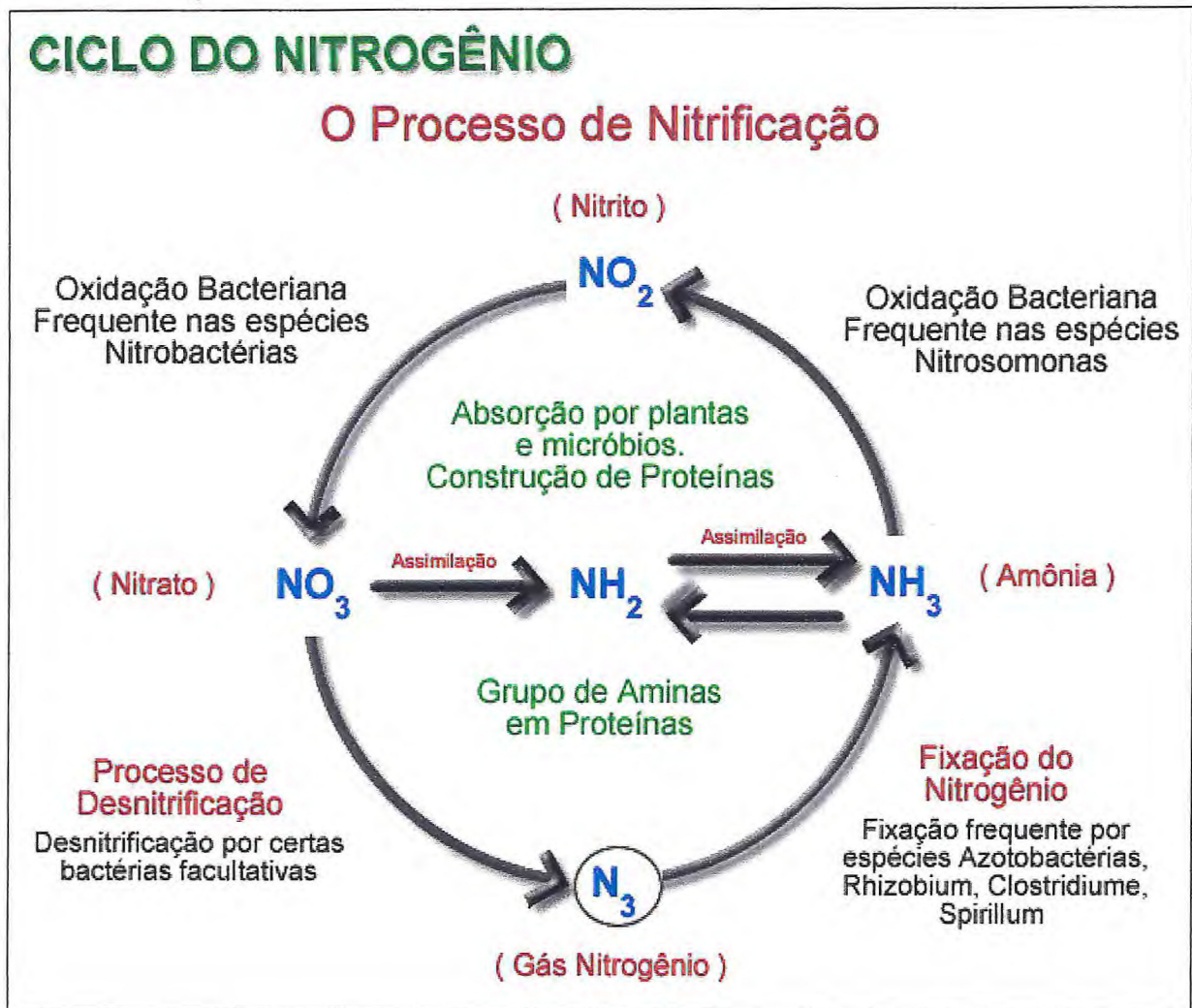


Figura 2: Ciclo do Nitrogênio (Fonte: ECOBIONATUREZA, 2009)

Na área de estudo, dentro do conjunto das 10 amostras de águas de poços, os valores de amônia apresentam valores variando de 0,01 a 5,26 mg/L, com média de 6,66 mg/L (Gráfico 16). Segundo a Portaria N° 2.914/2011 do Ministério da Saúde o valor máximo tolerável é de 1,5 mg/L, e, desta forma, excluindo o P3, todos os valores amostrados encontram-se dentro do padrão aceitável.

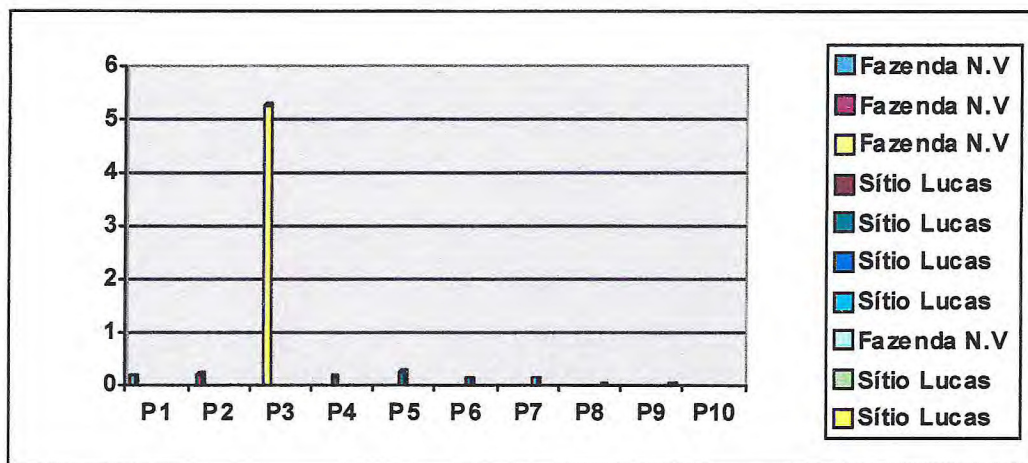


Gráfico 16: Classificação quanto a concentração de amônia.

9.1.11 Concentração de Cloro Ativo

Esse parâmetro é utilizado como forma de fiscalização do órgão responsável pelo abastecimento de água, logo sua aplicação não é tão importante para as águas subterrâneas.

Os valores obtidos nas análises variam de 0 a 0,5 mg/L com média de 0,102. De acordo com a portaria 2.914/2011 a única análise que chegou ao limite tolerável foi o do P5 com exatamente 0,5 mg/L.

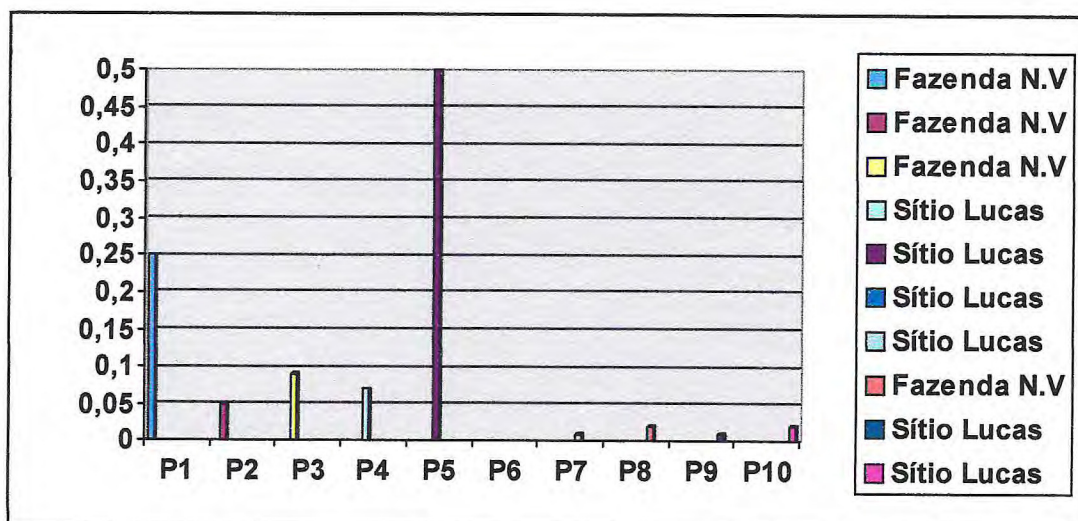


Gráfico 17: Classificação quanto a concentração de cloro ativo.

9.1.12 Concentração de Ferro

Segundo Lemos & Medeiros (2006), o Ferro é um elemento persistentemente presente em quase todas as águas subterrâneas em teores abaixo de 0,3 mg/L. Suas fontes são minerais escuros (máficos) portadores de Fe, tais como a magnetita, biotita, pirita, piroxênios e anfibólios. O Ferro no estado ferroso (Fe^{2+}) forma compostos solúveis, principalmente hidróxidos.

Apesar do ser humano necessitar de até 19 mg/L de ferro por dia, os padrões de potabilidade exigem que uma água de abastecimento público não ultrapasse os 0,3 mg/L (LEMOS & MEDEIROS, 2006).

A concentração desse elemento nas águas dos poços variaram de 0,1 a 0,2 mg/L com média de 0,136mg/L (Figura 24). O valor de desvio padrão igual a 0,055 mg/L.

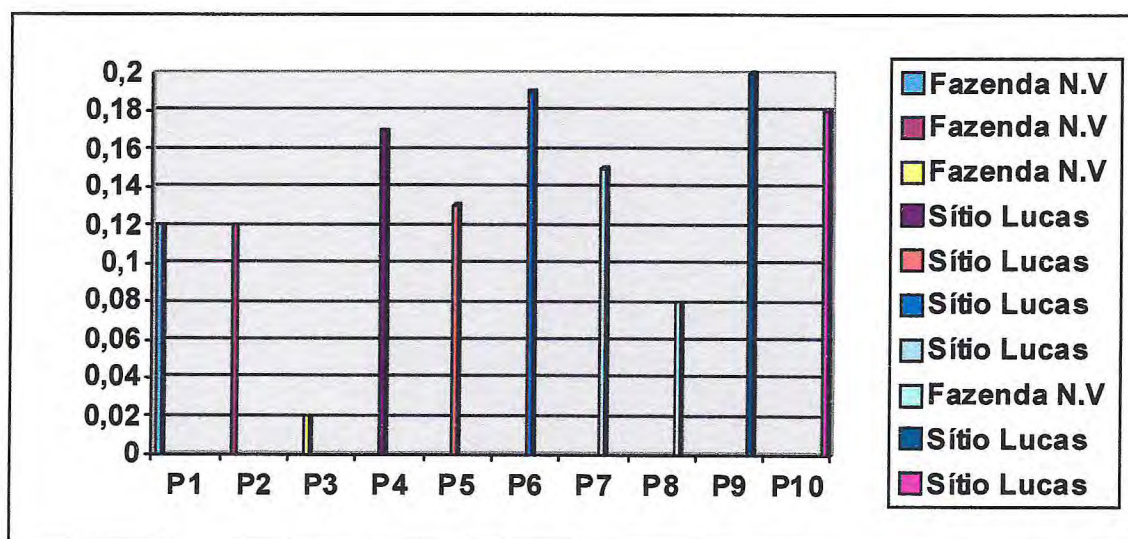


Gráfico 18: Classificação quanto a concentração de ferro.

9.1.13 Sólidos Totais Dissolvidos

Sólidos Totais Dissolvidos (STD) representam o peso total dos constituintes minerais (iônicos) presentes na água, por unidade de volume, representando a concentração de todo o material dissolvido na água. Os dados de STD foram obtidos a partir da somatória dos cátions e ânions de cada amostra.

Os valores de STD variaram de 70 a 12.830 mg/L, o valor médio é de 1490 mg/L. Ressalta-se que com exceção do P3 todos os valores estão dentro das especificações da portaria 2.194/2011 do ministério da saúde (Gráfico 19).

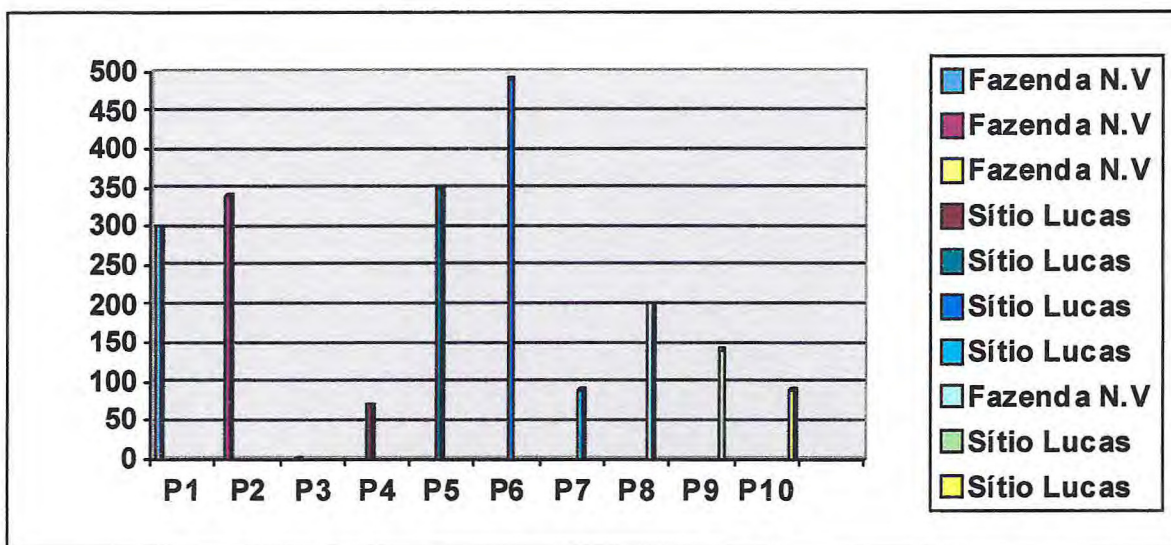


Gráfico 19: Classificação quanto a concentração de sólidos totais dissolvidos.

9.2 Potabilidade da Água

Nº da amostra	Coliformes fecais	Coliformes Totais	Pseudomonas
Ponto 1	Ausência	Presença	Ausência
Ponto 2	Ausência	Presença	Presença
Ponto 3	Ausência	Presença	Ausência
Ponto 4	Ausência	Presença	Ausência
Ponto 5	Presença	Presença	Ausência
Ponto 6	Presença	Presença	Ausência
Ponto 7	Presença	Presença	Ausência
Ponto 8	Presença	Presença	Ausência
Ponto 9	Presença	Presença	Ausência
Ponto 10	Ausência	Presença	Ausência

Tabela 4: Resultado das análises microbiológicas.

9.3 Fontes de contaminação



Foto 27: Lixão a montante do Sítio Lucas, Beberibe – CE. Junho 2012.



Foto 28: Lixão a montante do Sítio Lucas, Beberibe – CE. Junho 2012.



Foto 29: Panorâmica do lixão a montante do Sítio Lucas, Beberibe – CE. Junho 2012.

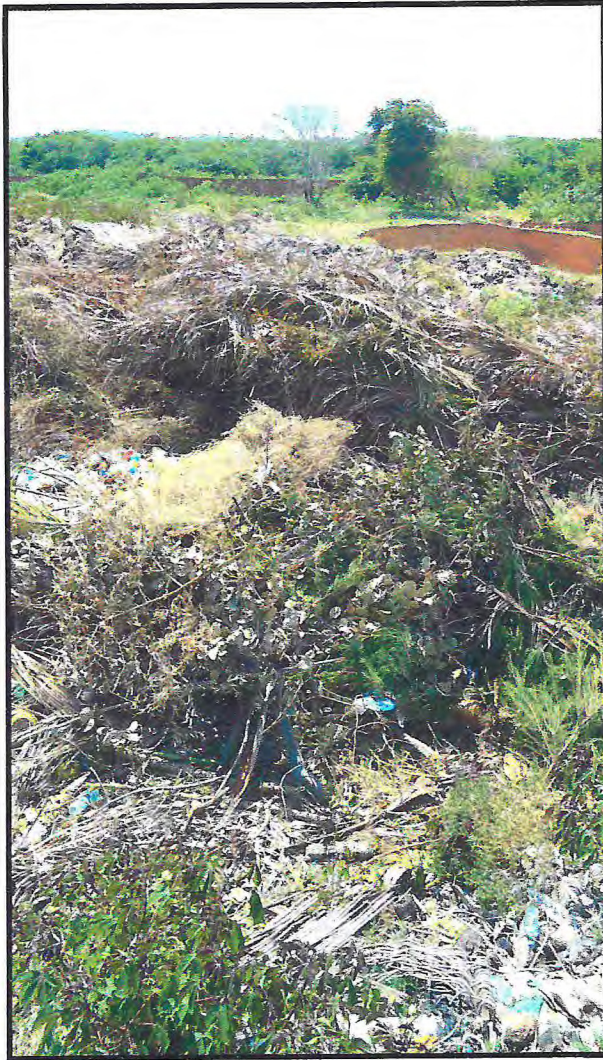


Foto 30: Lixão a montante do Sítio Lucas, Beberibe – CE. Junho 2012.



Foto 31: Lixão a montante do Sítio Lucas, Beberibe – CE. Junho 2012.

No lixão foram encontrados todos os tipos de lixo como: plástico, madeira, entulho, metais, lixos orgânicos e até animais mortos. Mesmo ele estando desativado, vi indícios de que os populares continuam o utilizando como local de descarte de lixo. Outra fonte de contaminação é as fossas das casas do Sítio Lucas, muitas delas apresentando sinais de vazamento.

10. Conclusões e Recomendações

A situação atual das 18 obras de captação de água cadastradas neste trabalho mostra que 5 estão desativados e 13 ativados. No que se refere aos revestimentos, dos 18 poços cadastrados, 5 são de PVC geomecânico nervurado, 6 são de PVC comum branco, 6 de anéis pré-moldados, e 1 de alvenaria.

De acordo com as 10 análises físico-químicas, algumas obras de captação apresentam até 4 parâmetros fora das especificações da portaria 2.194/2011 do Ministério da Saúde. No caso do P1 ocorreu o excesso do VMT de concentração de cloretos; P3 nos STD, dureza total, concentração de amônia e concentração de cloretos; o P5 excedeu o VMT de concentração de nitritos e cloro ativo, todos demonstrados no tópico 9.1, e as análises bacteriológicas revelaram que todas as águas estão contaminadas e inadequadas para o consumo humano.

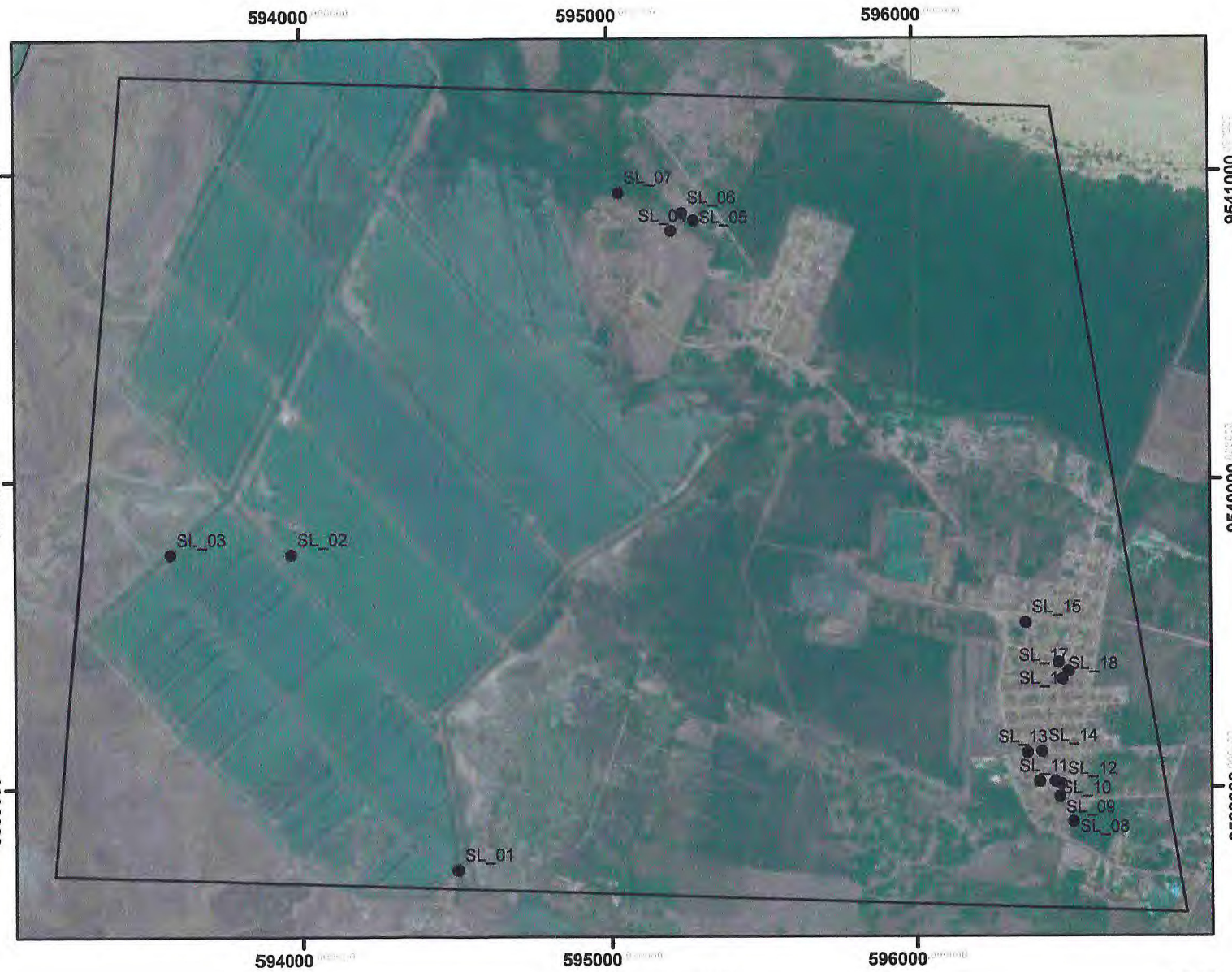
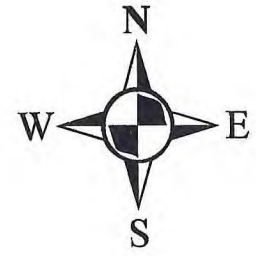
Na área de estudo existe um lixão desativado a montante do Sítio Lucas, sendo uma das fontes de contaminação do lençol. A outra fonte de contaminação das águas são as fossas residenciais e a ausência do saneamento básico, pois o solo é arenoso e as fossas não são resistentes, possuindo vazamentos que infiltram facilmente o solo. Na Fazenda Nova Vida, os valores altíssimos de amônia e condutividade elétrica podem estar relacionados a um possível contato direto ao cristalino, sendo o poço do ponto 3 o de maior profundidade.

A partir dessas conclusões, recomenda-se que:

A partir desses resultados é imprescindível um trabalho de conscientização e informação da população e da prefeitura de Beberibe sobre a contaminação das águas subterrâneas, pois a maioria das obras de captação é usada para consumo próprio, o que pode ocasionar danos à saúde se consumida por muito tempo.

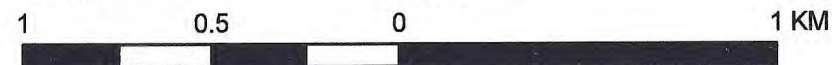
Recomenda-se que seja feita uma obra de saneamento básico, ou mesmo um mutirão para a construção de fossas biológicas e/ou de alvenaria, para que não haja a contaminação do lençol freático. A realização de estudos completos como geológicos, geofísicos e hidrogeológicos, se feitos de forma integrada, podem servir para melhoria do conhecimento das espessuras totais dos sedimentos e do comportamento maior das águas subterrâneas. Esses estudos subseqüentes, por sua vez, poderiam contribuir para um melhor planejamento e execução de futuras obras necessárias a preservação da saúde da população local.

Mapa de Pontos da área

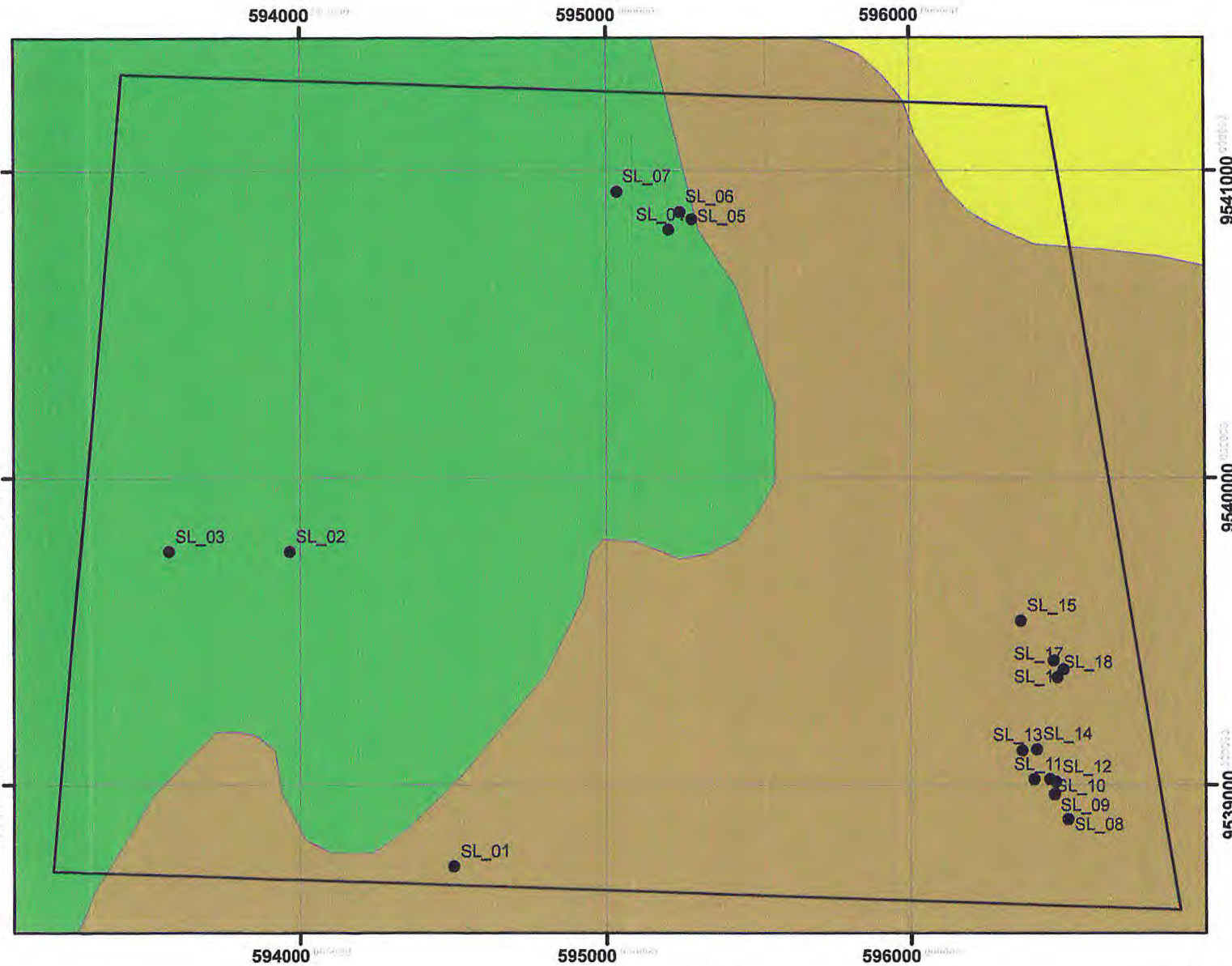
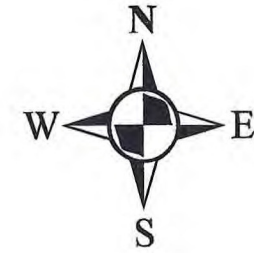


Legendas

- Pontos SL
- área



Mapa Geológico da área



Legendas

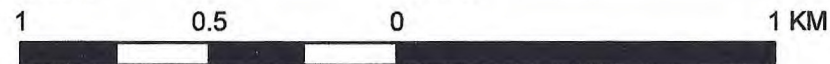
● Pontos SL

□ área

LITOLOGIA * segundo o mapa da CPRM 2003

Formação Barreiras

- Argilas, areias argilosas e cascalhos
- Arenitos e conglomerados
- Areias



11 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BEZERRA, R. G. 2006 Hidrodinâmica do estuário do Rio Choró (Cascavel/Beberibe). 83p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.
- BORÉM, A. & VIEIRA, M. L. C. – 2005. Glossário de Biotecnologia. Editora Folha de Viçosa.
- BOSQUILHA, G. E. – 1999. Minimanual Compacto de Química. Editora Riddel. 200p.
- CAVALCANTE, I.N. - 1998. Fundamentos Hidrogeológicos para a Gestão Integrada de Recursos Hídricos na Região Metropolitana de Fortaleza, Estado do Ceará. Tese de Doutorado em Hidrogeologia. Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo/USP, São Paulo -SP 153p.
- CPRM- Serviço Geológico do Brasil. Disponível em <www.cprm.gov.br>. Acesso em: 15 abr. 2012.
- CUSTÓDIO, E. L; LLAMAS, M. R. – 1983. Hidrologia Subterrânea. 2º edição. Barcelona: Omega. Vol. 2.
- ECOBIONATUREZA - 2009. Ciclo do Nitrogênio. Disponível em: www.ecobionatureza.com.br/pergun.html. Consultado em 01 de junho de 2009.
- GOMES, D.F. – 1995. Mapeamento Geológico e Geoambiental do Distrito de Parajurú, Município de Beberibe/CE. Relatório de Graduação. Universidade Federal do Ceará-UFC. Fortaleza. 144p.
- GOMES, S. A. - 2005. Diagnóstico Hidrogeológico e Hidroquímico da Região do Mucuripe. Relatório de Graduação em Geologia, Centro de Ciências Universidade Federal do Ceará. 79p.

GOMES, M. da C. R – 2006. Qualidades das águas subterrâneas e superficiais no Campus Universitário do Pici (Fortaleza, Ceará). Relatório de Graduação em Geologia, Departamento de Geologia/CC/UFC. 122p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Censo Brasileiro 2010. Disponível em <www.ibge.gov.br>. Acesso em 19 mai. 2012.

INSTITUTO DE PESQUISA E ESTRATÉGIA ECONOMICA DO CEARÁ
Disponível em <www.ipece.ce.gov.br> .Acesso em 20 mai.2012

KÖPPEN, W. – 1948. Climatologia com um Estudo de los climas de la Tierra. Version de Hendrichs, P.R. México, Fondo de Cultura Económica, 478p.

LE MOS, E. C. L.; MEDEIROS, F. W. - 2006. Águas Subterrâneas e as doenças de veiculação hídrica. Relatório de Graduação em Geologia. DEGEO/ Centro de Ciências da Universidade Federal do Ceará. 94p.

MARINHO J.M.L.; VASCONCELOS, S. M. S.; CAVALCANTE I. N.; MONTEIRO J. A. - 1986. Resistividade Elétrica Aplicada a Prospecção de Água Subterrânea no Campus Universitário do Pici. Fortaleza-CE. XII Simpósio de Geologia do Nordeste-João Pessoa-PB, 15p.

PREFEITURA MUNICIPAL DE BEBERIBE. Disponível em <www.beberibe.ce.gov.br>. Acesso em: 19 mai. 2012.

SOUZA, E. S. – 1997. Diagnóstico Geoambiental: Uso e ocupação do Campus do Pici da Universidade Federal do Ceará. Fortaleza. Relatório de Graduação, Centro de Ciências, Universidade Federal do Ceara. 78p.

SOARES, A.M.L. 1998 Zoneamento Geoambiental do Município de Beberibe-CE. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual do Ceará-UECE. 118p.