



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA  
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS  
CURSO DE GEOLOGIA**

**MARIANA OLIVEIRA FRAGA LIMA**

**CARACTERIZAÇÃO HIDROQUÍMICA E QUALIDADE DA ÁGUA NO  
MUNICÍPIO DE BRUMADO - BA**

Salvador

2013

**MARIANA OLIVEIRA FRAGA LIMA**

**CARACTERIZAÇÃO HIDROQUÍMICA E QUALIDADE DA  
ÁGUA NO MUNICÍPIO DE BRUMADO-BA**

Monografia apresentada ao Curso de Geologia,  
Instituto de Geociências, Universidade Federal da  
Bahia, como requisito parcial para obtenção do grau  
de Bacharel em Geologia.

Orientador: Dr. Cristovaldo Bispo dos Santos

Salvador  
2013

## TERMO DE APROVAÇÃO

MARIANA OLIVEIRA FRAGA LIMA

### CARACTERIZAÇÃO HIDROQUÍMICA E QUALIDADE DA ÁGUA NO MUNICÍPIO DE BRUMADO-BA

Monografia apresentada como requisito parcial para obtenção do grau de  
Bacharel em Geologia Universidade Federal da Bahia

---

1º Examinador: Prof. Dr. Cristovaldo Bispo dos Santos  
Instituto de Geociências, UFBA.

---

2º Examinador: Prof. MSc. Hailton Mello da Silva.  
Instituto de Geociências, UFBA.

---

3º Examinador: MSc. Cristiane Neres  
Serviço Geológico do Brasil - CPRM.

À minha infraestrutura de sentimentos:

Rusa e Marcelo,

A minha vida inteira:

Nalu.

## AGREDECIMENTOS

A esta hora deveríamos nos lembrar de todos que nos deram a mão, nos momentos mais difíceis, de todos que nos arrancaram sorrisos e nos fizeram pessoas melhores. Aqui, infelizmente, não poderei lembrar de todos, pois foram muitas mãos ajudantes durante esses anos, são muitos agradecimentos. Cabe-me, então, espremer o cérebro resgatar, em memórias agradecidas, o colo nas horas de desespero, o esforço, os desgastes, o suor em prol da minha educação. Obrigada a vocês, que foram os meus pilares, me sustentaram, não me deixaram cair, meus pais. De ultima hora, minha ajuda mais poderosa, de onde eu tirei forças que jamais imaginei ter. A luz do meu caminho, o meu sorriso de graça, minha estrela, minha filha. De toda minha vida, desde que me entendo por gente, quem mais me faz rir, me transborda a alma de orgulho, gargalhadas e criatividade aflorante, quem faz meu coração se manter na leveza dos dias, me faz enxergar que a vida pode ser uma eterna simplicidade, meu irmão. Minha família, de todos os lados, que me apoiou, incentivou e, por que não dizer, pressionou, para que me mantivesse no caminho do bem, tendo como maior recurso o caráter, a ética e os valores morais. Minhas avozinhas, que me acham grande coisa... “tadinhas”.... Dedico isso tudo demais a vocês. Às mais belas das belas, Manza, Crezão, Biló, Letchugas, Chicó, Lombra, Djéubris, vocês são partes da razão do meu viver. À Deus, que sem ele, não haveria o ar nos meus pulmões. E por fim, a raça. A raça de amigos que me fazem ser o que sou, fazem a alegria dos meus dias. Cocó, que não me acompanhou na geologia, mas me acompanha à alguns anos: você foi responsável por muitos sorrisos na minha vida. Minha Xu, que foi minha parceira desde o primeiro dia que a vi. Foram tantas noites sem dormir, brigas, choros, risadas, costume pensar que sem você “minha alegria, é triste”. Minha Zona.. que foi isso, né? Se um dia eu descobri que você não é uma amiga.. eu me arrisco a dizer: morrerei sem saber. Diante de você, muitos dos meus caquinhos de coração quebrados foram reconstruídos com o tipo de cola mais “diva” do mercado. Minha Maricota, a parte autista da minha alma gêmea que só pude conhecer nos últimos anos da Universidade, porem que foram o suficientes pra provar que tempo não define qualidade de amizade. Minha Lindona, pelos conselhos, colo, olhares cúmplices e completa afinidade, foi você que segurou o meu choro mais desesperado. Fechando a

conta dos agradecimentos especiais, e recomeçando com a ênfase no “e não menos especiais...”: Minhas Implicits todas!! Vocês me fizeram enxergar o valor de um bom encontro feminino, onde apenas nós somos suficientes para um final de semana inteiro da felicidade mais pura que existe (Laura, Clara, Nay, Déia, Júlia, Naty, Kécis, Laila..... me perdoem se não pus o nome de alguém, vocês ocupam lugares certos no meu coração.). Ao meu irmão geológico, meu parceiro, que me salvou em muitos momentos de “me ajuda! Eu não sei nada!!” e ele sempre me olhando com aquela brutalidade apaixonante como quem diz “velho!! Eu acredito muito na sua capacidade.. acredite também!”, Sequela, você foi demais pra mim! Te amo!. Kindim, Cachorra, Galgal e Rabicó... Vocês são maravilhosos!! Muito obrigada por todos os momentos! Aos amigos de estrada, de rocha, de gargalhadas, de cachaça, de ajuda: Dan Mendonça, Dêka, Enaldo (ênis), Dário.. e muitos outros colegas. E aos meus mestres, que me ensinaram como tratar as pedras no meu caminho, com ética, e paciência: Professora Ângela (especialmente, obrigada pela compreensão, pelo carinho, pela ajuda, pelos sorrisos simpáticos..), Professor Cristovaldo (que em face do meu desespero pela possibilidade de não conseguir concluir o trabalho de graduação a tempo, me ofereceu uma ajuda digna de um grande mestre, um grande amigo...), Valter Sobrinho (você me ensinou a respirar com calma, a ser gente, a admitir minhas ignorâncias com bom humor, inseriu poesia na minha geologia e, não poderia de deixar de falar, torrou a minha paciência em muitos momentos..), Professora Simone, Professor Cesar Gomes, Professor Telesforo, Adriano Martins.. Vocês foram os meus ícones de admiração.

## RESUMO

Inserido no chamado Polígono das Secas, o município de Brumado, pertencente à Bacia Hidrográfica de Rio de Contas, e vem sofrendo com os avanços da falta de planejamento do crescimento populacional. Assim como os municípios que compõem o polígono, a região estudada apresenta um regime pluviométrico marcado por extrema irregularidade de chuvas, no tempo e no espaço. A escassez de água, então, torna-se um dos maiores entraves para a evolução socioeconômica local, que por outro lado, tem como mola propulsora de desenvolvimento o privilégio de se enquadrar como a maior reserva de magnesita do Brasil, abrigando em seus domínios importantes produtores, tais como a Magnesita Refratários S/A, Xilolite S/A e Ibar Nordeste. Para que este desenvolvimento seja, então, consolidado respeitando as políticas de preservação dos recursos hídricos, é necessária a realização constante de análises dos padrões de valores máximos permitidos dos teores constituintes das águas para que se tenha um comprometimento com a sua qualidade. Neste contexto, este trabalho tem como objetivo a análise hidrogeoquímica da região, onde foram usados como dados as análises químicas de 27 poços tubulares perfurados pela companhia de Engenharia Ambiental e Recursos Hídricos da Bahia - CERB, onde tais dados foram analisados através de gráficos e tabelas comparativas aos valores máximos permitidos pelo Ministério da Saúde, afim de determinar a qualidade das águas subterrâneas do município.

Palavras-chave: Qualidade da água. Brumado. Água subterrânea.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: (a) Imagem de satélite com delimitações da ocupação populacional do município de Brumado no ano de 1988. (b) Imagem de satélite com delimitações da ocupação populacional do município de Brumado no ano de 2008. Fonte: Messias 2010. ....	12
Figura 2: Localização e situação da área de estudo. Município de Brumado - BA. Fonte: PERH, 2004. ....	17
Figura 3: Mapa do Craton do São Francisco, com a representação do Aulacógeno do Paramirim e em destaque a área de estudo. Adaptado de Cruz 2003. ....	18
Figura 4: Delimitação das sub-bacias componentes da Bacia Hidrográficas do Rio de Contas. Fonte: <a href="http://www.papamel.org.br/bacia_hidrografica.html">http://www.papamel.org.br/bacia_hidrografica.html</a> .....	26
Figura 5: Domínios Hidrogeológicos do município de Brumado. Fonte: VIEIRA, 2005 <i>apud</i> Domínios Hidrogeológicos do Estado da Bahia. ....	28
Figura 7: Mapa potenciométrico de período com pouca, ou nenhuma, incidência de chuva, da área definida pelo município de Brumado. ....	30
Figura 8: Mapa potenciométrico da época típica de maior incidência de chuva, da região definida pelo município de Brumado. ....	31
Figura 9: Perfil esquemático e dados do poço CERB 1-4329/87. Fonte: SIAGAS. ....	32
Figura 10: Perfil esquemático e dados do poço CERB 1_468. Fonte: SIAGAS. ....	32
Figura 11: Perfil esquemático e dados do poço CERB 1_463/76. Fonte: SIAGAS. ....	33
Figura 12: Perfil esquemático e dados do poço CERB 1_426/76. Fonte: SIAGAS. ....	33
Figura 13: Diagrama Triangular de Piper para a classificação de água subterrânea. ....	35
Figura 14: Classificação da salinidade das águas subterrâneas no município de Brumado. ....	38
Figura 15: Mapa de distribuição com os valores de cloreto. ....	41
Figura 16: Mapa de distribuição com os valores de dureza. ....	42
Figura 17: Mapa de distribuição com os valores de nitrato. ....	43



## LISTA DE TABELAS E ANEXOS

Tabela 1: Parâmetros estabelecidos destes elementos pelo Ministério da Saúde. Fonte: Ministério da Saúde (BRASIL, 2011). .....	36
Tabela 2: Parâmetros de Na, Cl e SO <sub>4</sub> permitidos definitos pela Portaria 2.914/2011. Em vermelho os teores que se encontram acima do permitido.....	37
Anexo 1: Dados gerais dos poços analisados.....	49
Anexo 2: Amostras com análise quantitativa de Na, K, Ca, Mg, Cl, CO <sub>3</sub> , HCO <sub>3</sub> , SO <sub>4</sub> , CE. Total: 28 amostras. ....	53

## Sumário

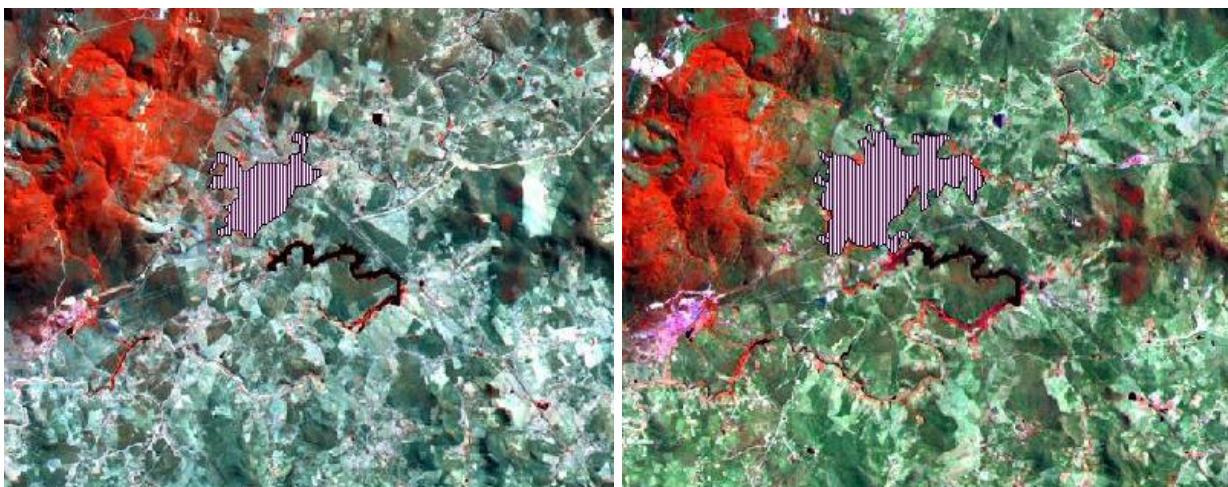
1. INTRODUÇÃO.....	12
1.1. Objetivos.....	13
1.1.1. Objetivos Gerais.....	13
1.1.2. Objetivos Específicos.....	13
1.2. Justificativas.....	13
1.3. Materiais e Métodos.....	14
2. LOCALIZAÇÃO E ACESSO.....	16
3. GEOLOGIA REGIONAL.....	18
3.1. Embasamento do Bloco Gavião.....	18
3.1.1. Gnaisses, Granulitos, Migmatitos.....	19
3.1.2. <i>Greenstone Belts</i> .....	20
3.1.3. Granitóides Riaccianos-Orosirianos.....	20
3.2. Aulacógeno do Paramirim.....	21
3.2.1. Plutônicas Félsicas e Máficas.....	21
3.2.2. Supergrupo Espinhaço.....	22
3.2.3. Supergrupo São Francisco.....	23
4. CARACTERIZAÇÃO DA REGIÃO.....	24
4.1. Relação Socioeconômica com a Mineração.....	24
4.2. Aspectos Fisiográficos Gerais.....	24
4.2.1. Clima.....	24
4.2.2. Solos e Geografia.....	25
4.2.3. Vegetação.....	25
4.2.4. Hidrografia.....	25
5. HIDROGEOLOGIA DA BACIA.....	27
6. CLASSIFICAÇÃO DA ÁGUA SUBTERRÂNEA.....	34
7. QUALIDADE DA ÁGUA SUBTERRÂNEA.....	36
7.1. Classificação da Salinidade da Água.....	38
7.2. Distribuição dos Parâmetros Utilizados.....	39
8. CONCLUSÕES.....	44

9. REFERENCIAS.....	45
10. ANEXOS.....	49

## 1. INTRODUÇÃO

O município de Brumado, comporta em seu entorno, diversos complexos para extração de minérios. Nas últimas décadas, o mesmo, marcado por intensas mudanças no processo de urbanização, tem sua população cada vez maior, trazidos, entre outros fatores, pela demanda da necessidade das minas de extração ali inseridas (Figura 1). Destacando-se, então, no estado da Bahia, como um importante pólo comercial e industrial.

**Figura 1: (a) Imagem de satélite com delimitações da ocupação populacional do município de Brumado no ano de 1988. (b) Imagem de satélite com delimitações da ocupação populacional do município de Brumado no ano de 2008.**



Segundo Messias (2010), a expansão urbana de Brumado está relacionada a diversos fatores de ordem histórica e econômica, fundamentos estes que justificam o desenvolvimento e o crescimento urbano local. Por sua vez, este crescimento urbano, em determinadas áreas vêm acontecendo sem planejamento, acarretando danos ao meio ambiente e em especial aos recursos hídricos.

Diante da necessidade natural do consumo de água, é necessário que se tenha uma preocupação referente à qualidade da água e até onde as atividades extrativistas podem vir a afetar este fator. Torna-se, então, necessária a efetividade em pesquisas relacionadas a qualidade da água, a fim de estabelecer um padrão de qualidade e medidas mitigadoras caso haja algum tipo de contaminação.

## 1.1. Objetivos

### 1.1.1. Objetivo Geral

Analisar a qualidade da água subterrânea no município de Brumado, comparando-a aos padrões de potabilidade definidos pela Portaria nº 2914/11 do Ministério da Saúde.

### 1.1.2. Objetivos Específicos

- Classificar a água da região com base nas análises químicas utilizadas no trabalho.
- Comparar eventuais mudanças que sejam relevantes para a composição hidroquímica da água de poços tubulares do município de Brumado.

## 1.2. Justificativas

A água é um recurso que atualmente se apresenta vulnerável, apesar da sua essencial importância para a conservação da vida e do meio ambiente. Alterações adversas deste recurso pode contribuir para a degradação da qualidade ambiental, afetando, direta ou indiretamente, a saúde, a segurança e o bem estar da população, e a qualidade dos recursos ambientais.

Estudos relacionados a água subterrânea, com ênfase na sua composição química, são primordiais para que haja um controle da qualidade da água utilizada para abastecimento humano em determinada região. Através destes estudos pode-se levantar eventuais anomalias de elementos constituintes da água que, de alguma forma, podem prejudicar o sistema natural, ou a população que faz uso deste bem, e ainda, para onde o fluxo normal do curso corre. A princípio este tipo de análise pode representar pouca relevância, porém é de conteúdo vital para a apresentação de hipóteses no que se refere a sua possível contribuição para a solução de problemas que possam ocorrer na bacia hidrográfica.

### 1.3. Materiais e Métodos

Para a elaboração do presente trabalho, primeiramente foi necessário que se realizassem pesquisas a trabalhos hidrogeológicos anteriores realizados na área, ou que tratavam dos mesmos objetivos. Dando prosseguimento à fase de pesquisa, foram requisitados dados de poços tubulares ao acervo da Companhia de Engenharia Ambiental e Recursos Hídricos da Bahia – CERB e ao acervo do Sistema de Informação de Água Subterrânea – SIAGAS/CPRM.

Além dos dados designados a serem tratados, foi necessário que se obtivesse dados trazendo valores máximos permitido do teor dos diversos elementos constituinte da água. Estes teores padrões foram buscados na Portaria emitidas pelo Ministério da Saúde, de nº 2914/2011, que se aplica à água destinada ao consumo humano.

Art. 5º Para os fins desta Portaria, são adotadas as seguintes definições:

I - água para consumo humano: água potável destinada à ingestão, preparação e produção de alimentos e à higiene pessoal, independentemente da sua origem;

II - água potável: água que atenda ao padrão de potabilidade estabelecido nesta Portaria e que não ofereça riscos à saúde;

III - padrão de potabilidade: conjunto de valores permitidos como parâmetro da qualidade da água para consumo humano, conforme definido nesta Portaria;

A partir da seleção e organização das referencias necessárias, iniciou-se a fase de tratamento de dados. A fim de possibilitar o estudo relacionado a qualidade da água subterrânea, da região escolhida para estudo, foram pesquisados cerca de 98 poços tubulares. Destes, foram selecionados 74 que possuíam dados gerais mais completos, apresentando dados químicos como teor de cloreto, dureza e sólidos totais dissolvidos, e dados físicos como a profundidade das entradas de água, os valores de vazão, nível estático e nível dinâmico. Além disso, foram selecionados 28 poços que continham dados completos de análise química.

A partir destas subdivisões dos poços, os dados foram organizados em tabelas, utilizando-se o *software Excel*. Tais tabelas foram elaboradas a partir do interesse da análise, e assim, foram criadas tabelas destinadas à comparação entre valor obtido pela análise química e o valor estabelecido pela Portaria já mencionada.

Utilizando o *software Excel*, os dados de sólidos totais dissolvidos, Na, K, Ca, Mg, Cl, CO<sub>3</sub>, HCO<sub>3</sub>, SO<sub>4</sub> e condutividade elétrica foram organizados em tabelas, as quais foram importadas para o *software Qualigraf*, gerando então o gráfico indicador de porcentagem da salinidade das águas e o diagrama triangular de Piper.

Para a geração do mapa potenciométrico, foi necessário converter as coordenadas de cada poço, de forma que fosse possível obter as cotas nas bocas dos mesmos com imagem Modelo Digital do Terreno (MDT). A diferença entre a cota obtida e o nível estático (NE) medido no poço é a base para a criação do mapa potenciométrico. Para elaboração do mesmo, utilizou-se como critério a separação dos dados por épocas, sendo divididos então em dados obtidos em períodos de estiagem e dados obtidos em períodos chuvosos, tendo em vista que a potenciométrica nestes casos, pode sofrer mudanças. A confecção dos mapas potenciométricos e a plotagem das setas indicativas de fluxo foi feita com o *software Arcgis 10*.

Para a distribuição espacial dos valores de análises químicas dos poços tubulares estudados no mapa, utilizou-se o *software Arcgis 10*, onde as linhas isopiezométricas obtidas foram sobrepostas à *shape* da litologia local, assim como a plotagem dos poços em suas respectivas coordenadas.

Por fim, para o fechamento do trabalho, as informações selecionadas, tratadas e interpretadas foram a base para a elaboração do relatório final, dando origem assim ao trabalho final de graduação.

## 2. LOCALIZAÇÃO E ACESSO

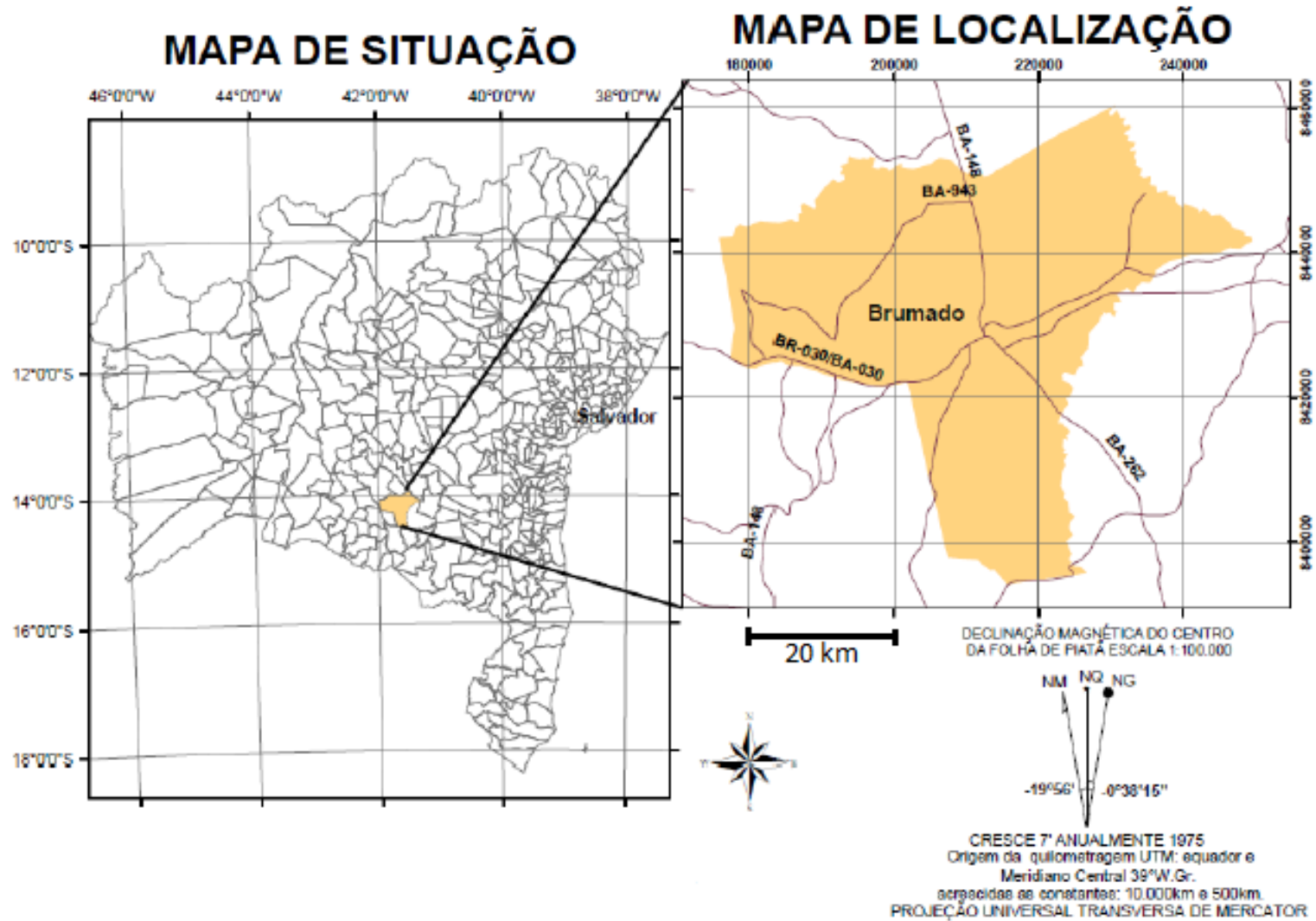
A região estudada se refere ao município de Brumado, que por sua vez está localizado na região centro sul do Estado da Bahia à cerca de 560 Km de Salvador. Aracatu, Caetité, Dom Basílio, Jânio Quadros, Livramento de Nossa Senhora, Malhada de Pedras, Rio de Contas e Rio do Antônio são os seus municípios limítrofes.

O acesso a Brumado partindo de Salvador pode ser feito pela BR-324, sentido Feira de Santa e posteriormente seguindo para sudoeste pelas BA-046, BA-553, BA-026, e BA-030.

O município também conta com um importante entroncamento rodoviário-ferroviário composto pela BR-262, que dá acesso para a cidade de Vitória da Conquista; pela BA-148, que liga Brumado à região produtora de manga em Livramento de Nossa Senhora; pela BA-142, que dá acesso a Chapada Diamantina; pela BR-030, que liga Brasília ao litoral baiano, e ainda, pela FCA – Ferrovia Centro Atlântico, principal escoadouro de minérios para o porto de Aratu, em Salvador.



Figura 2: Localização e situação da área de estudo. Município de Brumado - BA. Fonte: PERH, 2004.

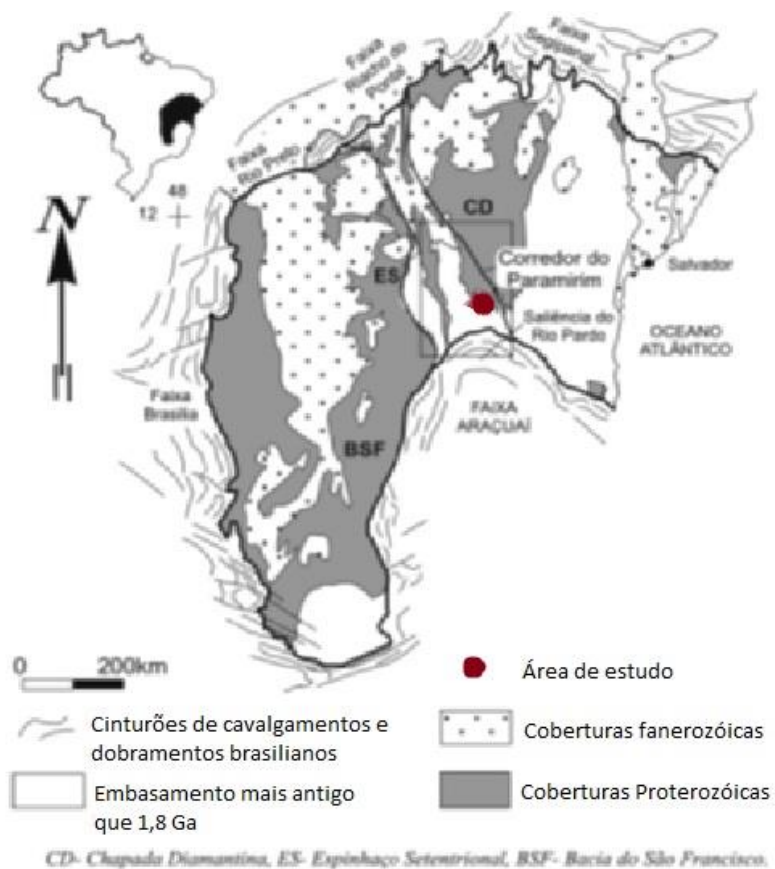


### 3. GEOLOGIA REGIONAL

A região definida pelo presente trabalho situa-se na unidade geotectônica do Cráton do São Francisco, mais precisamente, na porção ocidental sul do Aulacógeno do Paramirim (

Figura 3). A unidade conhecida como Bloco Gavião engloba a área estudada em sua totalidade.

**Figura 3: Mapa do Craton do São Francisco, com a representação do Aulacógeno do Paramirim e em destaque a área de estudo. Fonte: Adaptado de Cruz 2003.**



#### 3.1. Embasamento do Bloco Gavião

O Bloco Gavião é o segmento crustal mais antigo componente do Cráton do São Francisco. De idade arqueana, ocorre na parte central do Cráton. É composto basicamente de rochas graníticas, granodioríticas e migmatíticas, além de sequências

meta-vulcanosedimentares. Nele estão inseridos resquícios importantes de suítes tonalíticas-trondhjemíticas-granodioríticas (TTG), até então consideradas as mais antigas da América do Sul, datadas com aproximadamente 3,4 Ga (BARBOSA & SABATÉ, 2003).

Estas rochas, graníticas e gnáissicas, segundo Leal *et al.* (1988), estão intensamente deformadas e intrudidas por granitos durante o Arqueano e o Paleoproterozóico. Além disso, apresentam-se intimamente associadas a sequências metavulcano-sedimentares diversas encontradas na área e equilibradas em fácies xisto-verde. Estudos recentes mostram que a maioria destas sequências são *Greenstone Belts*, e foram denominados de Contentas Mirante, Umburanas, Guajerú e Mundo Novo (MARINHO 1991, MASCARENHAS & SILVA 1994, CUNHA *et al.* 1996, BASTOS LEAL 1998 *apud* BARBOSA & SABATÉ 2003).

### 3.1.1. Gnaisses, Granulitos, Migmatitos

No Bloco Gavião ocorrem dois tipos de TTGs, são gnaisses plutônicos, ambos metamorfizados na fácies anfibolito, contendo fases de migmatização. Estes grupos são divididos por intervalos de idade. O primeiro grupo incluído numa faixa de 3.4-3.2 Ga, originados por fusão de basaltos toleíticos, e o segundo numa faixa entre 3.2-3.1 Ga, originados similarmente, porém sofrendo contaminação crustal (MARTIN *et al.* 1991, *apud* BARBOSA & SABATÉ, 2003). São rochas cinza-rosadas, com textura granoblástica e em raros casos cataclástica, blastoporfirítica e granolepidoblástica.

Dos complexos referentes a estes tipos de litologias, de idade paleo-mesoarqueana, encontra-se na região centro sul da Bahia o Complexo Gnaissico Migmatítico - aflorante nas proximidades de Caetité, Paramirim e Riacho de Santana, sendo constituídos de ortognaisses e migmatitos, leucocráticos, de coloração cinza, granulação fina a média e composição tonalítica a granodiorítica, o Complexo Paramirim – localizada na parte central do Bloco Gavião, constituída de ortognaisses, augen-miloníticos e migmatíticos – e o Complexo Santa Isabel, situado no oeste do Bloco Gavião, formado por ortognaisses granulíticos, granulitos charnockíticos,

kinzigitos, rochas calcissilicáticas, formações ferríferas bandadas, serpentinitos, mármore, peridotitos e talco-tremolita xistos (BARBOSA *et al.* 2012).

### 3.1.2. *Greenstone Belts*

As sequências meta-vulcano sedimentares do Bloco Gavião, representam reminiscências de *Greenstone Belts* arqueanos equilibrados na fácies xisto-verde. Os *Greenstone Belts* do Bloco Gavião são caracterizados pela presença de rochas meta-ultramáficas komatiíticas que preservam texturas do tipo *spinifex*.

As áreas mais expressivas foram caracterizadas individualmente e divididas em, *Greenstone Belt* de Mundo Novo que segundo Couto *et al.* (1978) indicam valores de 3.0 Ga para o embasamento do mesmo, Umburanas onde Bastos Leal *et al.* (2002) mediram idade entre 3335 e 3040 Ma U/Pb de zircões detrítico (quartzitos e conglomerados), Ibitira- Ubiraçaba, Brumado, e Guajerú que teve o vulcanismo máfico basal datado 3.3 e 3.0 Ga por Marinho (1991) e Riacho de Santana que possui idade de 3201 Ma nos metabasaltos (BASTOS LEAL *et al.*, 2002).

No geral essas sequências meta-vulcanosedimentares são constituídas de: metamáficas, metaultramáficas (com textura *spinifex*) e basaltos toleiíticos basais. Metavulcânicas félsicas e fluxos piroclásticos com sedimentos subordinados na intermediária e topo formado por formação ferrífera e metacarbonatos. (CUNHA & FRÓES, 1994).

### 3.1.3. Granitóides Riagianos-Orosirianos

A granitogênese paleoproterozóica no Bloco Gavião é composta por corpos intrusivos nos *greenstone belts* e terrenos gnáissico-migmáticos arqueanos. Estes granitóides apresentam formas diversas e dimensões variadas. As rochas que formam estes corpos exibem colorações variando de cinza a rósea, granulações fina até grossa, texturas porfiríticas, composições variando de granodioritos a granitos. Por vezes, os plútons apresentam-se lineados e/ou foliados segundo o “*trend*” das estruturas regionais, fruto da atuação de zonas de cisalhamentos regionais brasileiras,

conforme demonstrado pelos dados K-Ar (550- 490 Ma) obtidos em biotitas (MENEZES LEAL *et al* 2005).

Nas regiões central, sul e oeste foram identificados 37 corpos de granitoides, sendo que apenas 22 desses corpos são de idade paleoproterozóica (BARBOSA *et al.* 2012).As características geoquímicas dos granitoides estudados variam de granodioritos tipo-I a granitos tipo-S, e definem dois grupos composicionais distintos, sendo que alguns granitoides possuem tendências mais enriquecidas em álcalis (BASTOS LEAL 1998).

Os granitoides que aparecem na região de Brumado são: Rio do Paulo, Serra da Franga, Caculé, Iguatemi, Espírito Santo e Aracatu (que intrude o Granitóide Aracatu paleoarqueano).

### 3.2. Aulacógeno do Paramirim

Segundo Cruz *et al.* (2007), durante o Paleo/Meso/Neoproterozóico na porção norte do Cráton São Francisco, se desenvolveu um *rifte* ensiálico e quase totalmente invertido orientado na direção NNW/SSE, denominado como Aulacógeno do Paramirim. Nucleiam os depósitos sedimentares e derrames vulcânicos do Supergrupo Espinhaço no paleoproterozóico e posteriormente o Supergrupo São Francisco, de idade neoproterozóica

O cinturão de dobramentos e cavalgamentos do Corredor do Paramirim tem como estruturas dominantes falhas reversas e de empurrão associadas a megadobras orientadas na direção supracitada (NNW), que são encontradas em afloramentos na Chapada Diamantina (CRUZ & ALKMIM 2006 *apud* CRUZ *et al* 2007).

#### 3.2.1. Plutônicas Félsicas e Máficas

O substrato do Aulacógeno do Paramirim engloba um conjunto de meta-granitoides, um conjunto e granitoides milonitizados em graus variados gerados no curso de uma deformação compressional e sin-metamórfica (CRUZ, *et al.* 2007), com idades que variam de arqueana a paleoproterozóica.

Tais rochas, são representadas pela suíte intrusiva Lagoa Real, que compreende metagranitóides, gnaisses e albititos da Suíte Intrusiva Lagoa Real (ARCANJO *et al.* 2000) e por um conjunto de diabásios, anfibolitos e charnoquitos, onde a sua intrusão no embasamento cratônico seria resultante do plutonismo associado à primeira fase *rifte* registrada no aulacógeno do Paramirim, durante o período Estateriano do final do Paleoproterozóico. Este primeiro evento, compreende o conjunto de meta-granitóides, que foram datados pelo método U/Pb tendo-se obtido a idade de cristalização em torno de 1,7 Ga (TURPIN *et al.* 1988, CORDANI *et al.* 1992 *apud* CRUZ *et al.* 2007).

A Suíte Intrusiva Lagoa Real foi gerada a partir de um magma metaluminoso e calcialcalino de alto K, consequência da fusão parcial de uma crosta ígnea com provável contribuição sedimentar (Arcanjo *et al.*, 2000). Todavia, alguns elementos-traço possuem assinatura geoquímica que indica participação de material mantélico alcalino na fonte do magma progenitor (Teixeira, 2000 *apud* Arcanjo *et al.*, 2000).

### 3.2.2. Supergrupo Espinhaço

Barbosa & Dominguez (1996) tornaram o Supergrupo Espinhaço subdividido em duas regiões denominadas Espinhaço Setentrional e Espinhaço da Chapada Diamantina. Engloba sedimentos de natureza predominantemente terrígena, que foram depositados no intervalo de 1,8 Ga a 1,0 Ga (LOUREIRO *et al.* 2009), com contribuições vulcânicas ácidas a intermediárias em sua base. Sobrepõe essa sequência basal rochas metassedimentares geradas de sedimentos terrígenos predominantemente. A sua deposição reflete a instalação de sucessivos eventos de rifteamento e de subsidência flexural entre o Paleo e o Mesoproterozóico (DANDERFER Fo 1990, 2000).

Na região da Chapada Diamantina o Supergrupo Espinhaço engloba as seguintes unidades, Serra da Gameleira, Grupo Rio dos Remédios, Grupo Paraguaçu, Grupo Chapada Diamantina, Formação Morro do Chapéu. A Formação Algodão, Grupo Oliveira dos Brejinhos, Grupo São Marcos, Grupo Santo Onofre compõem o Supergrupo Espinhaço na região do Espinhaço Setentrional.

Segundo Guimarães (2008), na fase pré-rifte deposita-se o que vem a ser denominada a Formação Serra da Gameleira com depósitos predominantemente eólicos, apresentando variações para sistemas flúvio-lacustres e de leques aluviais, constituídos por metaquartzarenitos, metaconglomerados, metarenitos e metapelitos. Na fase rifte tem-se o Gr. Rio dos Remédios em que na porção inferior predominam rochas metavulcânicas ácidas (metarriolitos, metadacitos, álcali-riolitos etc.) e depósitos epiclásticos. Originam-se de magmatismo peraluminoso e alcalino do tipo A com contribuição crustal.

### 3.2.3. Supergrupo São Francisco

O Supergrupo São Francisco está dividido em duas regiões, a região da Bacia do São Francisco que é composta pelos Grupos Macaúbas e Bambuí, a outra região é a da Chapada Diamantina que abriga o Grupo Una. Este último compreende sedimentos glácio-marinhos recobertos por um pacote de carbonatos com intercalações de siliciclásticos (GUIMARÃES 1996) que correspondem, respectivamente, às formações Bebedouro e Salitre que formam o Grupo na região da Chapada Diamantina na Bahia. O Grupo Bambuí, por sua vez, é representado por interdigitações de pelitos intercalados com carbonatos passando para níveis mais arenosos no topo (Zalán & Silva, 2007). Foram datados sugerindo idades em torno de 600 Ma (Valeriano *et al.*, 2007 *apud* Zalán & Silva, 2007). Na composição do supergrupo juntam-se a essas ainda as seguintes unidades: Formação Jequitaí e os grupos Macaúbas e Bambuí em Minas Gerais.

Baseado em estudos isotópicos (Rb/Sr) em carbonatos, Misi & Veizer (1996) e Toulkeridis *et al.* (1999) sugerem idades de deposição das rochas da Formação Salitre entre 750 e 850 Ma (CRUZ *et al.* 2007).

O Supergrupo São Francisco assenta-se diretamente sobre o embasamento gnáissico ou sobre o Supergrupo Espinhaço e esse contato é marcado por discordância angular e erosiva. Este Supergrupo apresenta deformação e metamorfismo incipiente ou até mesmo ausente.

## 4. CARACTERIZAÇÃO DA REGIÃO

### 4.1. Relação Socioeconômica com a Mineração

Segundo o IBGE (2009), o que impulsiona a economia do município de Brumado é, basicamente, a pecuária, indústria e mineração. Em relação ao setor de bens minerais, a região apresenta grande potencialidade para a extração de calcário, magnesita, talco e vermiculita. Apesar da exploração em escala industrial, no município, ainda existe, em seu subsolo, muito a se explorar. A SEI-BA, divulgou em 2006, o PIB do município sendo composto de 52,31% para a indústria, 46,24% para serviços e 5,04% para agropecuária.

No município de Brumado, se concentram importantes mineradoras, tais como a Magnesita S/A, Xilotite S/A, Ibar Nordeste S/A e a cimenteira Cimpor. A mineração, então, é de grande importância para fonte de riquezas na cidade, sendo o setor que mais garante empregabilidade a população, que por sua vez, anda em crescimento à luz do mesmo fator.

De acordo com o Departamento Nacional de Produção Mineral – DNPM (2006), o principal depósito de Magnesita do Brasil está localizado na Serra das Éguas, no próprio município de Brumado, centro-sul do estado da Bahia. A região de Brumado possui uma das maiores minas de magnesita no mundo na região da Vila da Pedra Preta, além de possuir algumas fábricas de cerâmica as margens do Rio do Antônio.

### 4.2. Aspectos Fisiográficos Gerais

#### 4.2.1. Clima

Segundo Messias (2010), o município está inserido no “Polígono das Secas”, território reconhecido pela legislação como sujeito a períodos críticos de prolongadas estiagens, com um clima semi-árido e extensos períodos de estiagem. A altitude média local está em torno de 454m. A temperatura média anual é de 25°C e pluviosidade anual de 640 mm, segundo dados do IBGE (2009), os períodos de chuva se concentram entre os meses de novembro a janeiro.



#### 4.2.2. Solos e Geomorfologia

Os solos presentes foram classificados como Latossolos distróficos, Argissolos eutróficos, Planossolos Solódicos eutróficos, Cambissolo e Luvisolos. O relevo está modelado em patamares do médio Rio de Contas, serras da borda ocidental do planalto da Diamantina e pediplano sertanejo. Sua área é bastante acidentada, possuindo rios e serras, tendo como destaque a Serra das Éguas e o Morro da Pedra Preta (MESSIAS, 2010).

#### 4.2.3. Vegetação

A vegetação característica da região é a caatinga, podendo encontrar preservadas em determinados locais as matas ciliares e ainda focos isolados de mata fechada, denominada de “gerais”, situadas nas regiões mais altas do município, principalmente, na Serra das Éguas. A vegetação é caracterizada por árvores de médio e pequeno porte, arbustos xerófilos próprios da vegetação típica local, caatinga (MESSIAS, 2010).

#### 4.2.4. Hidrografia

O município de Brumado está inserido na Bacia do rio de Contas e na sub-bacia do rio do Antônio, segundo a Secretaria de Recursos Hídricos – SRH – BA (2008) *apud* Messias (2010). Como principais drenagens, abrange o riacho Santa Maria, o rio de Contas, o rio Brumado, o rio São João e o rio do Antônio.

A Bacia Hidrográfica do rio de Contas é composta por dez sub-bacias, sendo uma delas, a Bacia Hidrográfica do Rio do Antônio, a de maior relevância para o presente trabalho (Figura 4).

Figura 4: Delimitação das sub-bacias componentes da Bacia Hidrográficas do Rio de Contas.  
 Fonte: [http://www.papamel.org.br/bacia\\_hidrografica.html](http://www.papamel.org.br/bacia_hidrografica.html)



O rio de Contas é uma drenagem perene com direção de fluxo para sudeste e constitui o limite nordeste com o município de Ituaçu. No extremo nordeste da área municipal, há a confluência com o rio Brumado (MESSIAS, 2010).

O rio do Antônio é uma drenagem intermitente que passa no trecho baixo da própria bacia localizado nas proximidades da Serra das Éguas a sudeste da sede municipal, com confluência com os riachos do Bate Pé e Sapé, a nordeste. Com uma área de drenagem hídrica de 6.540 Km<sup>2</sup>, abrange os municípios de Licínio de Almeida, Caculé, Guajerú, Rio do Antônio, Malhada de Pedras e Brumado. Possui uma população de 145.000 habitantes e uma densidade demográfica de 18,8 hab/km<sup>2</sup>, com cerca de 50% dos habitantes residentes na zona urbana, cujo principal centro é o município de Brumado, com cerca de 65.000 habitantes (IBGE 2008 *apud* MESSIAS 2010).

## 5. HIDROGEOLOGIA DA BACIA

Segundo, Vieira (2005), no município de Brumado foram distinguidos quatro domínios hidrogeológicos (Figura 5):

- Formações superficiais Cenozóicas: constituídas por pacotes de rochas sedimentares de naturezas diversas, que recobrem as rochas mais antigas.
- Grupo Chapada Diamantina/Estância/Juá: envolvendo litologias essencialmente arenosas com pelitos e carbonatos subordinados;
- Metassedimentos/metavulcanitos, e;
- Rochas do Substrato Cristalino.

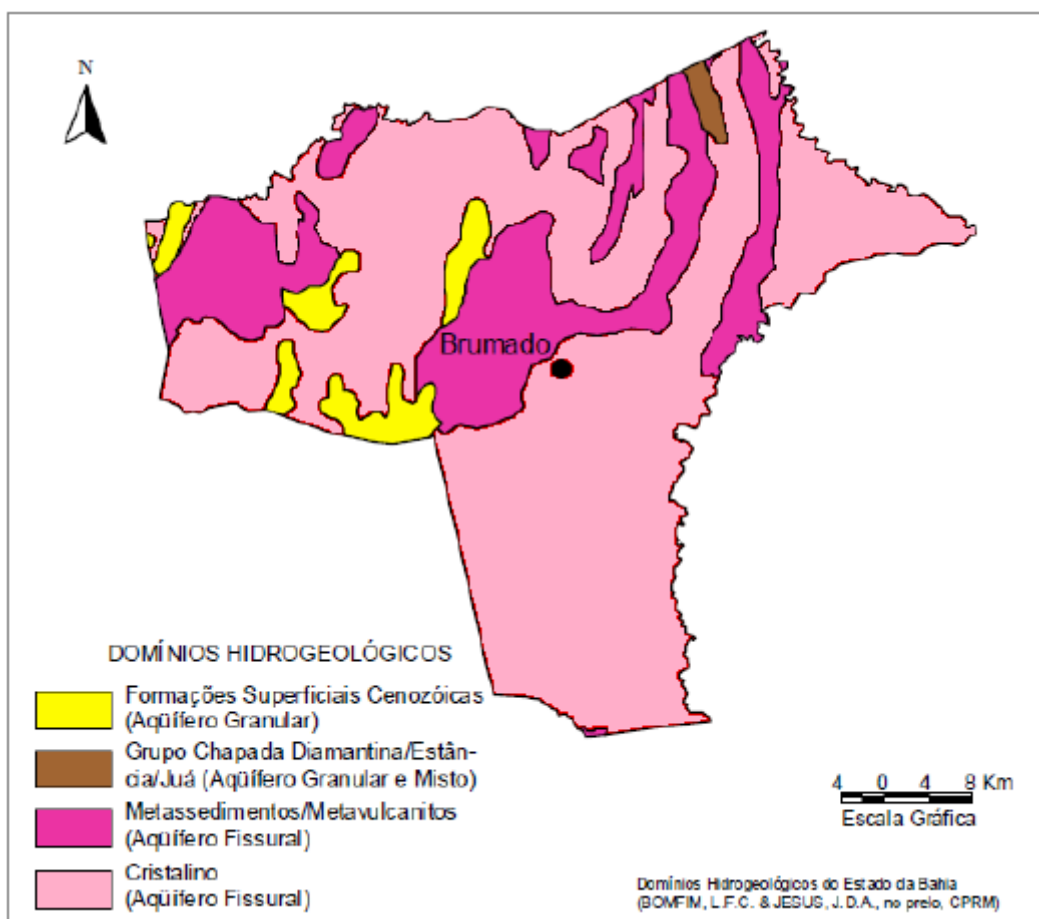
Num breve resumo, as formações Cenozóicas, ainda segundo Vieira (2005), tem comportamento de “aquífero granular”, em relação a sua hidrogeologia, caracterizado por possuir porosidade primária, e nos terrenos arenosos, uma elevada permeabilidade, o que lhe confere, no geral, excelentes condições de armazenamento e fornecimento d’água. A depender da espessura e da razão areia/argila dessas unidades, podem ser produzidas vazões significativas nos poços tubulares perfurados, sendo bastante comum que os poços localizados neste domínios captem água dos aquíferos subjacentes.

O domínio hidrogeológico denominado grupo Chapada Diamantina/Estância/Juá, ocupa uma restrita área no município, e tem como características gerais uma litificação acentuada, forte compactação e intenso fraturamento, que lhe confere além do comportamento de aquífero granular com porosidade primária baixa, um comportamento fissural acentuado (porosidade secundária de fendas e fraturas), motivo pelo qual prefere-se enquadrá-lo com mais propriedade como aquífero do tipo fissural e “misto”, com baixo a médio potencial hidrogeológicos (VIEIRA,2005).

Com comportamento típico de “aquífero fissural”, tanto os metassedimentos/metavulcanitos quanto o cristalino, basicamente não possuem porosidade primária, onde a ocorrência de água subterrânea é permitida por uma porosidade secundária representada por fraturas e fendas, formando, então,

reservatórios aleatórios, descontínuos e pouco extensos. Neste contexto, então, geralmente, as vazões produzidas pelos poços são pequenas, e a água apresenta-se salinizada, devido a falta de circulação da mesma, do tipo de rocha e dos efeitos do clima semi-árido.

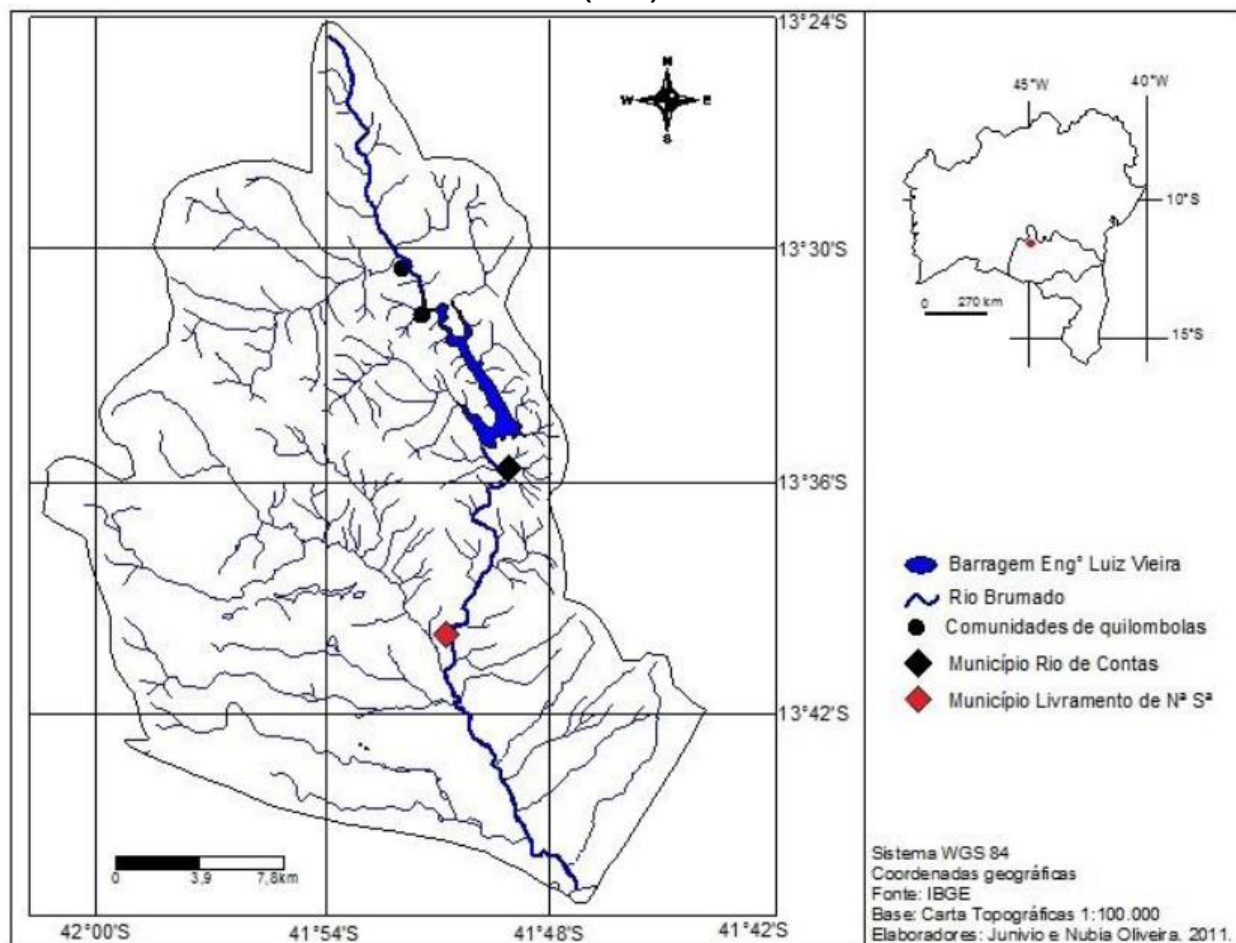
**Figura 5: Domínios Hidrogeológicos do município de Brumado. Fonte: CPRM, 2005. Projeto cadastro de fontes de abastecimento por águas subterrâneas. Diagnóstico do município de Brumado, 2005.**



Nota-se, que a bacia hidrográfica onde está inserido o município de Brumado é controlada pelo seu arcabouço estrutural, definido pela sua composição litológica caracterizando aquíferos fissurais (Figura 6).

Segundo Almeida (2012), a bacia tem uma área de 256Km<sup>2</sup> e o rio barrado para a construção da barragem foi o Brumado, que nasce na Serra das Almas no Município de Rio de Contas.

**Figura 6: Bacia do Rio Brumado. Fonte: IBGE com adaptações de Almeida (2012)**

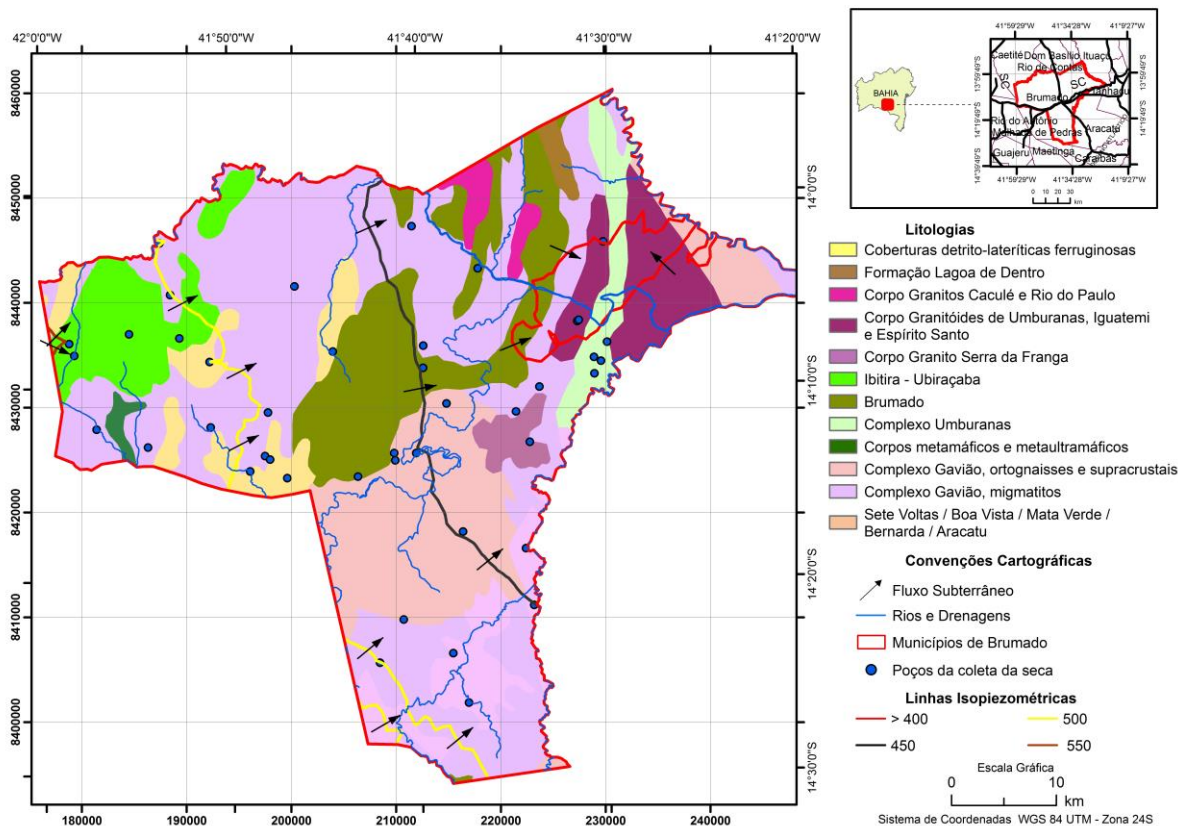


Para a interpretação do potencial hidrogeológico do município de Brumado, foram separados os dados informativos dos poços tubulares em época de estiagem (Figura 7) e em época chuvosa (Figura 8). Esta metodologia foi utilizada a título comparativo para o estabelecimento da diferença entre os padrões do fluxo entre os dois períodos.

No mapa potenciométrico feito para a época de estiagem, que ocorre de fevereiro a outubro, nota-se que o fluxo preferencial da água orienta-se de oeste para leste, sofrendo uma leve declinação do movimento para NE, apresentando assim uma zona de descarga a nordeste da área, onde delimitada pela linha isopiezométrica de <400. Por ser um mapa que utiliza dados de poços obtidos em

época com baixa incidência de chuva, mostra num aspecto real o movimento do fluxo, como ele se comporta na maior parte do tempo.

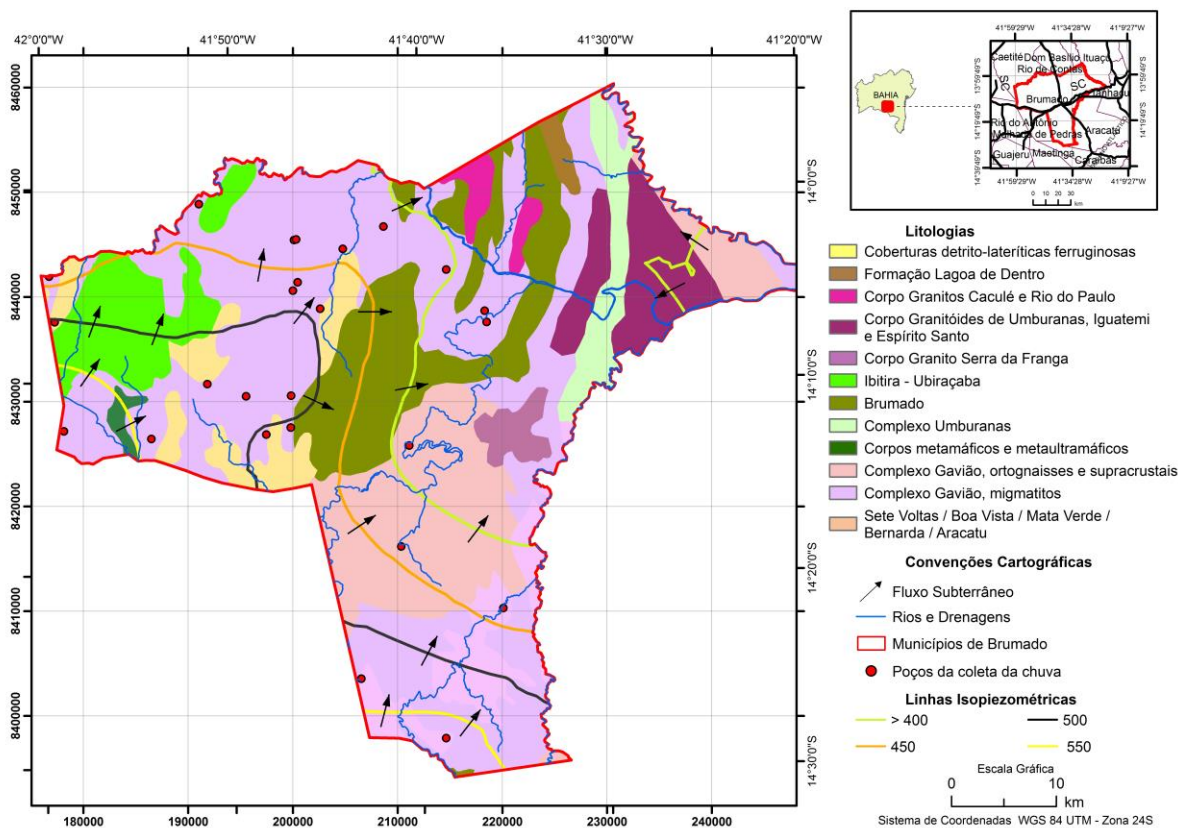
**Figura 7: Mapa potenciométrico de período com pouca, ou nenhuma, incidência de chuva, da área definida pelo município de Brumado.**



No mapa potenciométrico feito a partir de dados de poços retirados em época chuvosa (Figura 8), percebe-se uma diferença no movimento do fluxo em relação ao mapa da Figura 7, pode-se então ser observado que em toda a extensão o fluxo segue para NE, as linhas isopiezométricas se tornam mais radiais, e a zona de descarga que antes se mantinha a NE em épocas de estiagem, agora não se apresenta com representatividade. Entretanto, de modo geral, não se percebe grandes variações potenciométricas entre as duas épocas.



**Figura 8: Mapa potenciométrico da época típica de maior incidência de chuva, da região definida pelo município de Brumado.**



A partir das análises dos dados dos poços, obteve-se vazão média dos poços a 1,67m<sup>3</sup>/h, onde 21% apresentam-se insuficientes a secos (Anexo 1). Além disso, o tratamento estatístico realizado permitiu o cálculo do nível estático e nível dinâmico médios, sendo eles 5,43m e 43,98m, respectivamente.

A nível ilustrativo, abaixo constam algumas tabelas contendo parâmetros como profundidade, entradas de água, nível estático, nível dinâmico, vazão e um resumo da descrição litológica de poços típicos da região estudada (Figuras 9-12).

Figura 9: Perfil esquemático e dados do poço CERB 1-4329/87. Fonte: SIAGAS, 2013.

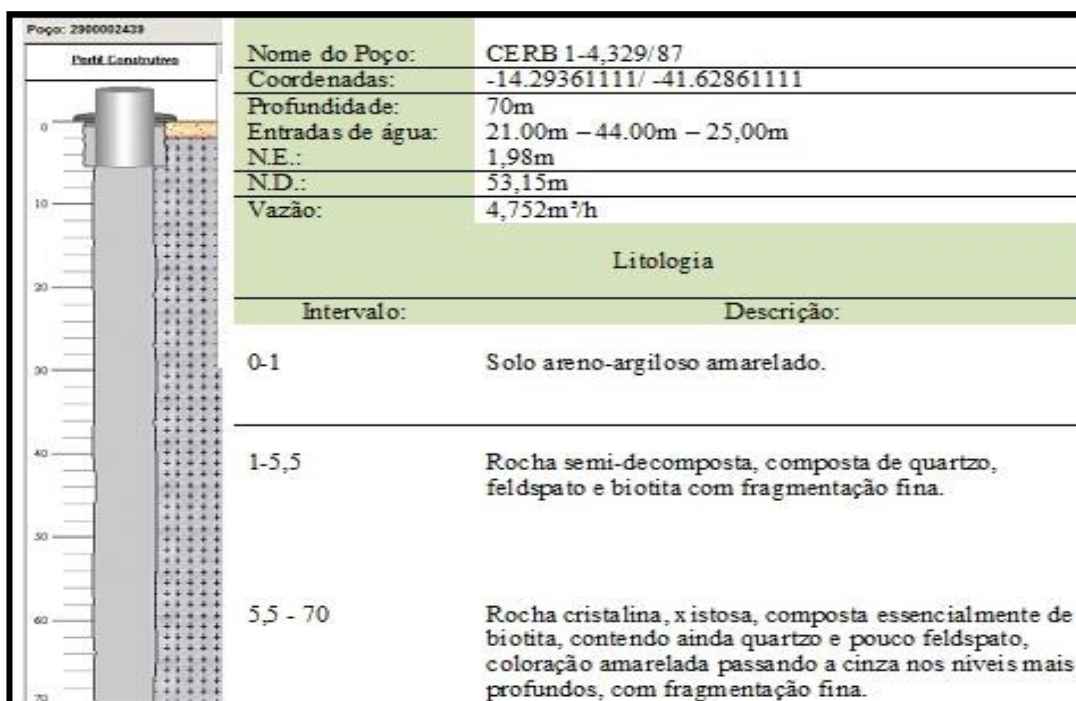


Figura 10: Perfil esquemático e dados do poço CERB 1\_468. Fonte: SIAGAS, 2013.

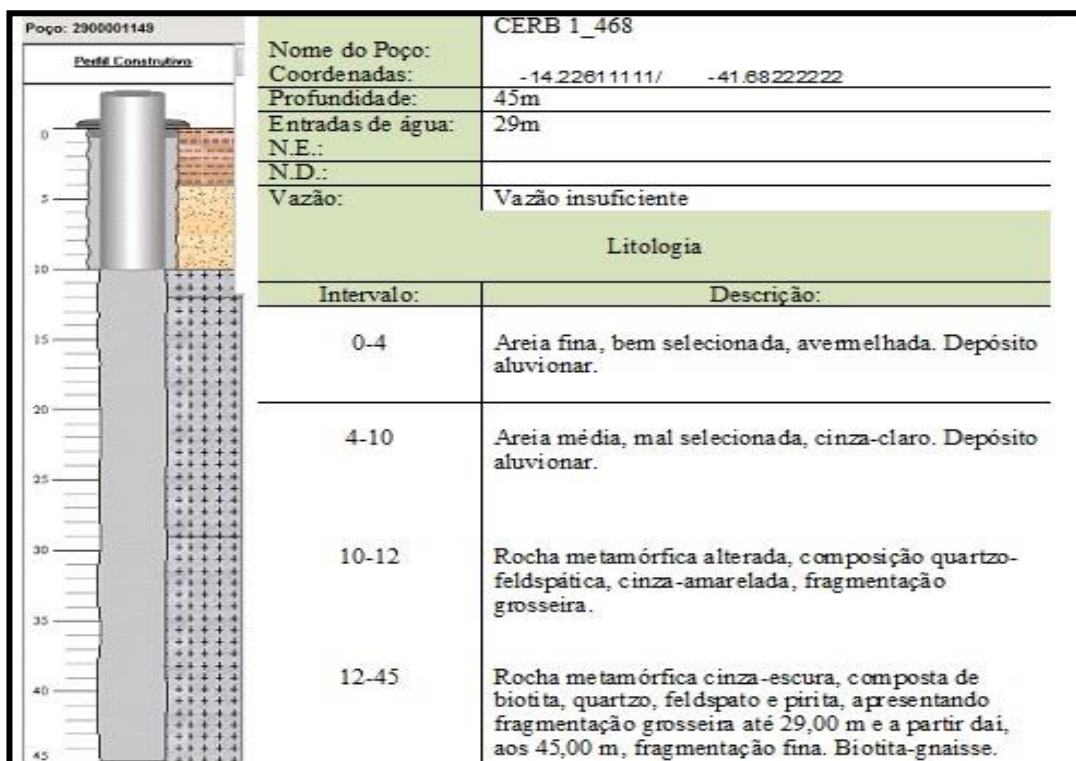




Figura 11: Perfil esquemático e dados do poço CERB 1\_463/76. Fonte: SIAGAS, 2013.

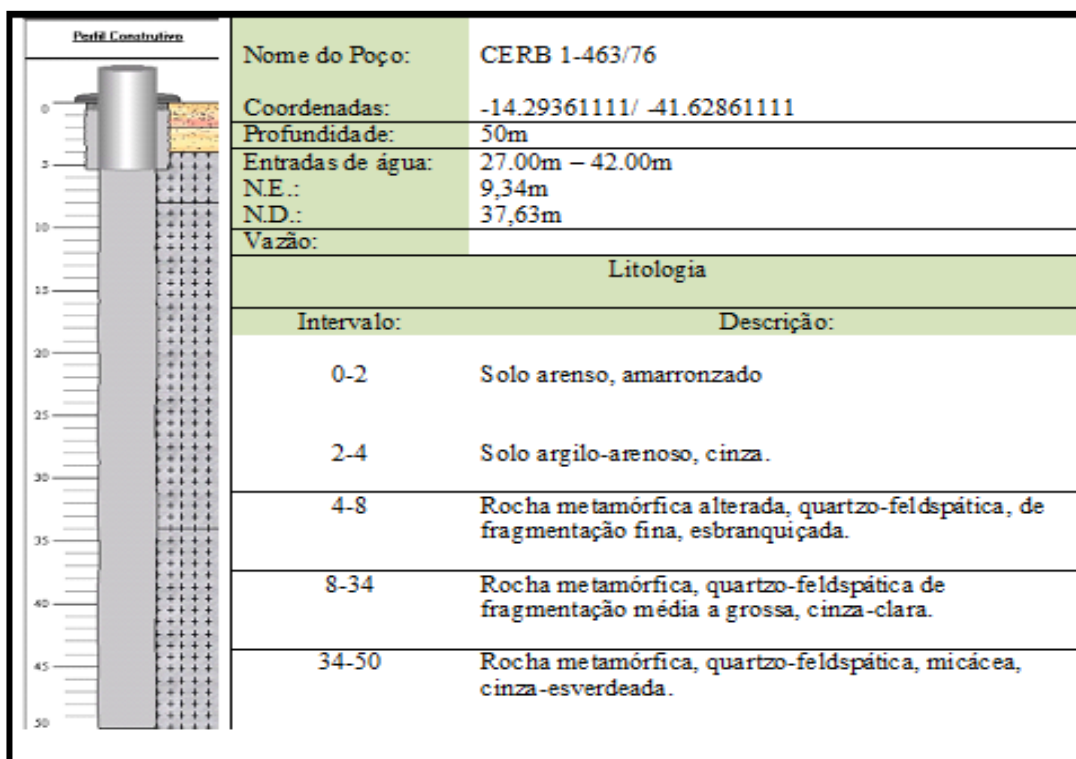
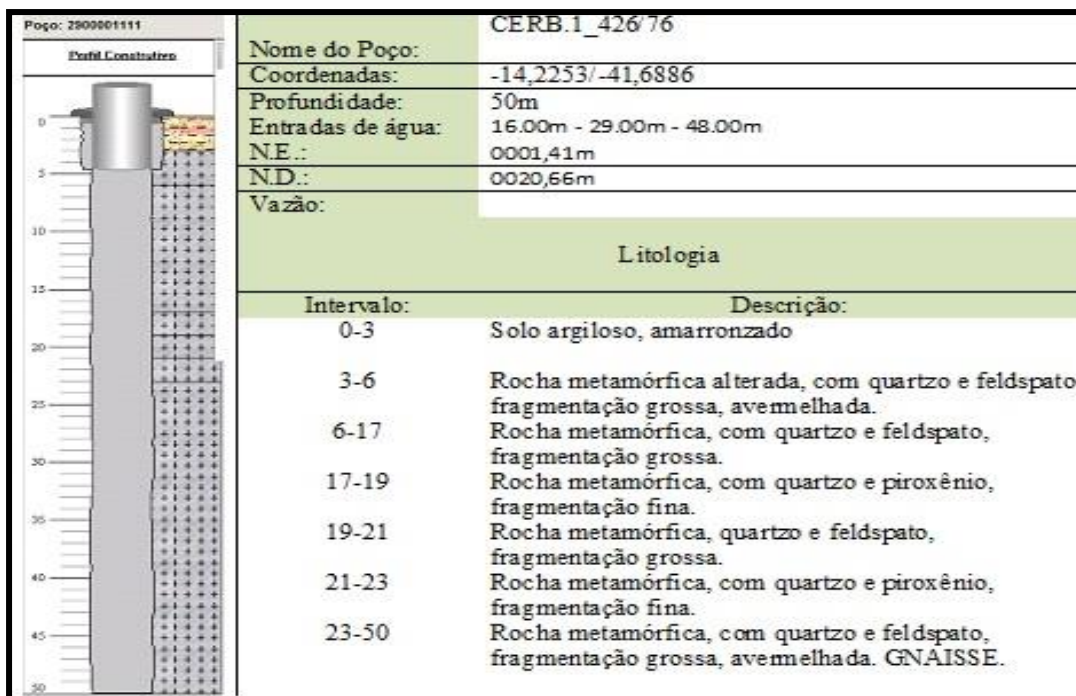


Figura 12: Perfil esquemático e dados do poço CERB 1\_426/76. Fonte: SIAGAS, 2013.



## 6. CLASSIFICAÇÃO DA ÁGUA SUBTERRÂNEA

Para a classificação das águas subterrâneas no município de Brumado, foram selecionados 28 poços tubulares perfurados por toda a região do município, os quais continham dados de análises químicas completas no banco de dados da Companhia de Engenharia Ambiental e Recursos Hídricos da Bahia – CERB.

Com os dados das análises químicas e com o auxílio do *software Qualigraf*, foi possível classificar as águas subterrâneas da região utilizando o diagrama triangular de Piper (1944) (Figura 13). Estabelecendo-se assim a classificação das águas subterrâneas.

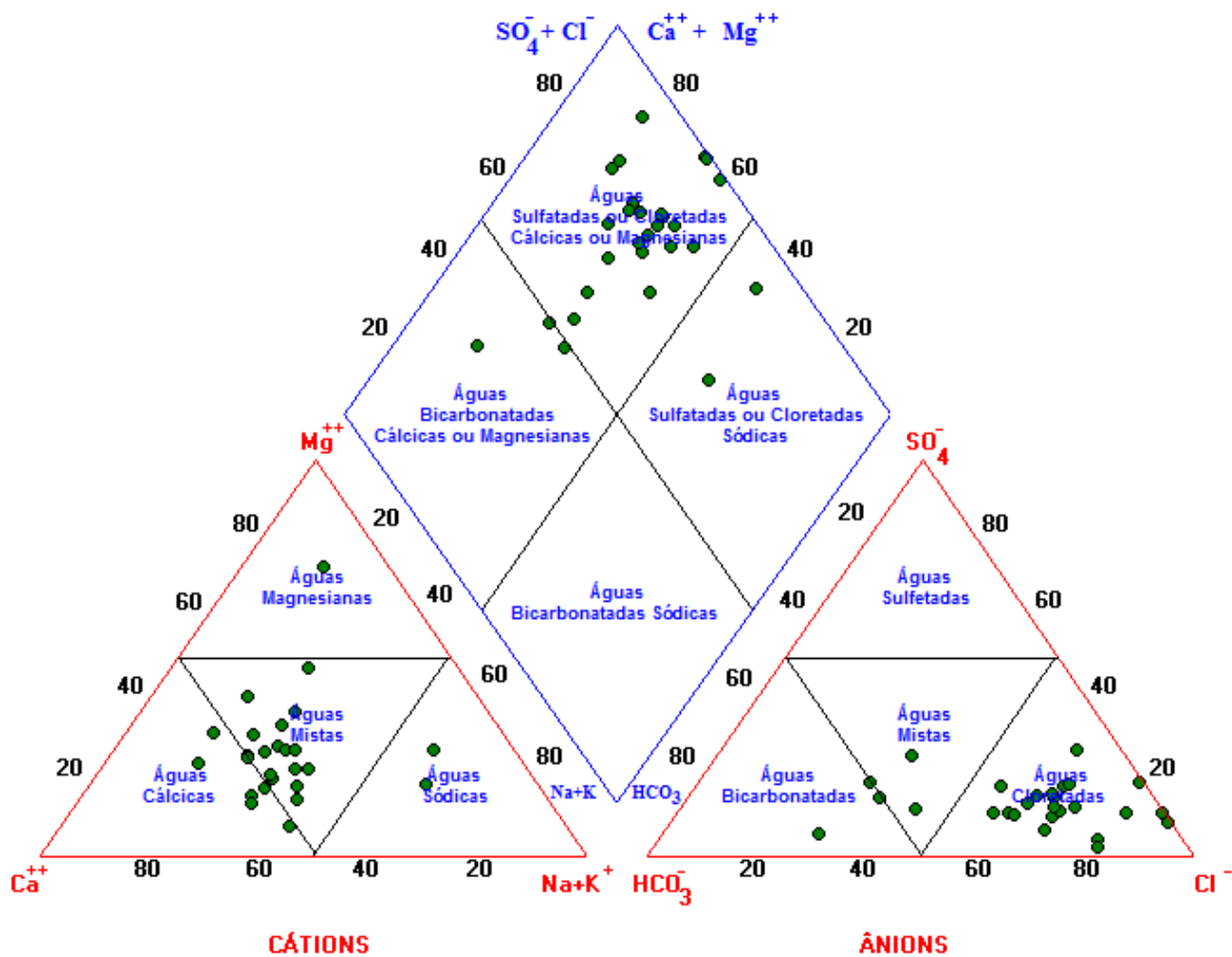
Para a elaboração do diagrama triangular de Piper abaixo, foram utilizadas um total de 28 amostras que possuíam análise química com os valores dos seguintes parâmetros: sódio (Na), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), cloreto (Cl), carbonato (CO<sub>3</sub>), bicarbonato (HCO<sub>3</sub>), sulfato (SO<sub>4</sub>) e condutividade elétrica.

Prioritariamente, analisando os triângulos, nota-se que a análise química indica, através do diagrama de cátions que 67,86% da água é a mistura entre águas de teor magnésiano, cálcico e sódico, possuindo também 3,57% de água magnésiana, 7,14% água sódica e 21,43% de água cálcica (Dados para análise no Anexo 2).

Através do triângulo de ânions, percebe-se que 10,7% da água se classifica em bicarbonatada, 7,14% em água mista e 82,16% como água cloretada.

Convergindo tais resultados para o losango principal, a maior parte das amostras apresentam análises de água classificada em água cloretada cálcica ou magnésiana, com cerca de 82,14% da amostragem total. Classifica-se ainda, 10,7% em água bicarbonatada cálcica ou magnésiana e 7,16% em água cloretada sódica.

Figura 13: Diagrama Triangular de Piper para a classificação de água subterrânea.



## 7. QUALIDADE DA ÁGUA SUBTERRÂNEA

De modo geral, a qualidade da água é definida por sua composição física, química, biológica e radioativa, e, conseqüentemente, pelos efeitos que seus constituintes podem causar à saúde humana. Considerados nobres, determinados usos exigem rigoroso controle de qualidade das águas; além disso, padrões de qualidade para consumo humano, indústria, irrigação, variam enormemente. Em função de seu uso e considerando-se as características, alguns órgãos estabeleceram normas e padrões específicos de qualidade da água (BRASIL 2004 *apud* BRITO *et al.* 2005).

Para que se obtivesse parâmetros que determinassem a qualidade da água no município de Brumado-BA, foram feitas classificações diversas, dentre elas a medida da salinidade, e medidas dos diferentes padrões no teor dos elementos constituintes das águas em diferentes pontos. Na tabela a seguir (Tabela 1), podem ser observados os valores máximos permitidos (VMP) para cada parâmetro que esteja dentro dos padrões exigidos pela Portaria do Ministério da Saúde, nº 2914/2011 (BRASIL, 2011).

**Tabela 1: Parâmetros estabelecidos destes elementos pelo Ministério da Saúde. Fonte: Ministério da Saúde (BRASIL, 2011).**

Parâmetro	Unidade	Valor Máximo Permitido
Cloreto	mg/L	250
Dureza	mg/L	500
Nitrato	mg/L	10
Sólidos Totais Dissolvidos	mg/L	1000

Comparando tais valores com os valores obtidos pelas análises da água da região, pode-se observar, que 41,89% das amostragens possuem valor de nitrato acima do padrão estipulado, e 68,92% apresentam valor de dureza com anomalia positiva (Dados no anexo 1).

Além destes parâmetros, também foram analisados os teores permitidos de cloreto, sódio e sulfato (Tabela 2). Nota-se, através deste tratamento que os teores de

cloreto, em 67,86% das amostras e sódio, em 46,43% do total encontram-se acima do valor máximo permitido. Esta portaria, no entanto, não apresenta valores padrões para os teores de bicarbonato, carbonato, potássio, magnésio, sílica, condutividade elétrica e pH.

**Tabela 2: Parâmetros de Na, Cl e SO4 permitidos definidos pela Portaria 2.914/2011. Em vermelho os teores que se encontram acima do permitido.**

Parâmetros	Na	Cl	SO4
Valores permitidos	200 mg/L	250 mg/L	250 mg/L
Poços CERB			
3-5222/07	140	332	74.8
2-4058/12	160	272	39.3
3-5523/07	650	886	188
3-834/07	300	556	108
1-8770/07	362	794	259
2-2764/08	231	517	51.9
3-6154/07	425	889	241
3-6194/07	200	596	117
3-6235/07	80	89.3	45.7
1-6615/07	120	190	141
1-7534/07	90	156	51.2
2-4054/12	190	412	65.9
3-6120/07	213	661	28.9
2-2767/08	310	608	176
PP-Poço Magnesita	31.21	12.74	2.5
Sem Nome	440	190	100
1-4933/90	171.2	398.14	155
1-4930/90	255	644.14	187.5
1-6531/98	64	195	1.64
1-6532/98	97	118	108
1-9719/10	75	125	41.5
2-2767/08	310	608	176
1-8764/07	160	582	112
1-8674/07	300	751	151
1-8672/07	210	576	123
1-8768/07	190	441	111
2-2764/08	231	517	51.9
1-9717/10	300	193	296

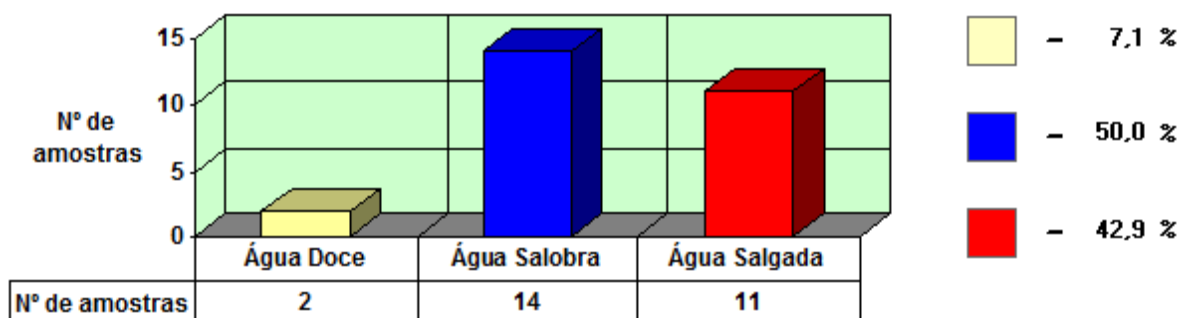
### 7.1. Classificação da Salinidade da Água

O peso total dos componentes minerais presentes na água são chamados de sólidos dissolvidos totais. A partir destes, pode ser feita a classificação da salinidade da água, se enquadrando, então em: doce, salobra ou salgada, onde, o que determina esta classificação é exatamente a relação entre os constituintes totais da água e a quantidade de minerais presentes na mesma por unidade de volume.

Conforme a Portaria nº 2914/2011, que estabelece os padrões de potabilidade da água para consumo humano, o valor máximo permitido para os sólidos totais dissolvidos é de 1000mg/L, como descrito na Tabela 1. Teores elevados deste parâmetro indicam que a água tem sabor desagradável, podendo causar problemas digestivos, principalmente para as crianças, além de danificar redes de distribuição (VIEIRA *et al.* 2005).

Foi utilizado o *software* Qualigraf, para a realização das análises, devido o mesmo apresentar uma opção padrão de realização de cálculos de sólidos dissolvidos totais por meio de condutividade elétrica. Os resultados, apresentados na Figura 14, permitem observar que 42,9% das águas em estudo podem ser classificadas como salgadas, 50% são classificadas como salobras e 7,1% são classificadas como doce.

**Figura 14: Classificação da salinidade das águas subterrâneas no município de Brumado.**



## 7.2. Distribuição dos Parâmetros Utilizados

Foi necessário que se distribuísse espacialmente alguns parâmetros importantes para a qualificação da água: cloreto, dureza e nitrato. Com base nesses mapas, foi possível a observação de eventuais anomalias entre os valores encontrados, a orientação da progressão do parâmetro e, por fim, a relação desde parâmetro com a unidade geológica a que ele está inserido.

Diante do contexto geológico a que o município de Brumado está inserido, é importante observar que a razão dos parâmetros apresentarem teores acima dos máximos permitidos estão intrinsecamente ligados à própria composição litológica do aquífero.

No mapa de distribuição de cloreto na área de estudo (Figura 15), nota-se que o comportamento do padrão do cloreto é absolutamente esperado em relação à unidade litológica presente. A progressão dos valores desta substância aumenta preferencialmente de W para E, e como característica geral, apresenta-se com grandes teores quando o aquífero encontra-se em terrenos cristalinos. Na região do mapa que apresenta os níveis de cloreto mais altos, é exatamente onde se encontram as rochas da Formação Lagoa de Dentro, definida por Vieira (2005) como um dos domínios hidrogeológicos de comportamento misto, e de característica prevaiente fissural, garantindo às águas subterrâneas aí inseridas maior probabilidade de conter esta substância dissolvida. Contudo, nota-se que há uma diminuição neste valor ao centro do município, onde pode-se encontrar rochas de coberturas sedimentares detrítico lateríticas, do fanerozóico.

A distribuição da dureza aumenta gradativamente em direção ao centro do município, no entorno da cidade de Brumado, onde está inserido geologicamente o *Greenstone* Brumado e os maiores teores são encontrados na borda Norte do município, onde geologicamente encontram-se as litologias do *Greenstone* Ibitira-Ubiraçaba, que apresentam rochas máficas e ultramáficas, justificando, assim, o elevado teor de magnésio e cálcio responsáveis pelo aumento da dureza (Figura 16).

Os níveis de nitrato, por sua vez, não são explicados através do arcabouço geológico nucleados nesta região (Figura 17). Esta substancia é típica do resultado das atividades antrópicas realizadas na região, tal qual a agropecuária - com a utilização de fertilizantes. Em relação a esta substancia, o mapa de distribuição apresenta níveis aceitáveis de nitrato na cidade de Brumado, entretanto, seu entorno apresenta valores um pouco mais elevados, não ultrapassando, porém, os níveis permitidos. Esta situação sugere que a água com dejetos residenciais e industriais pode estar sendo despejada em locais impróprios sem o devido tratamento.



Figura 15: Mapa de distribuição com os valores de cloreto.

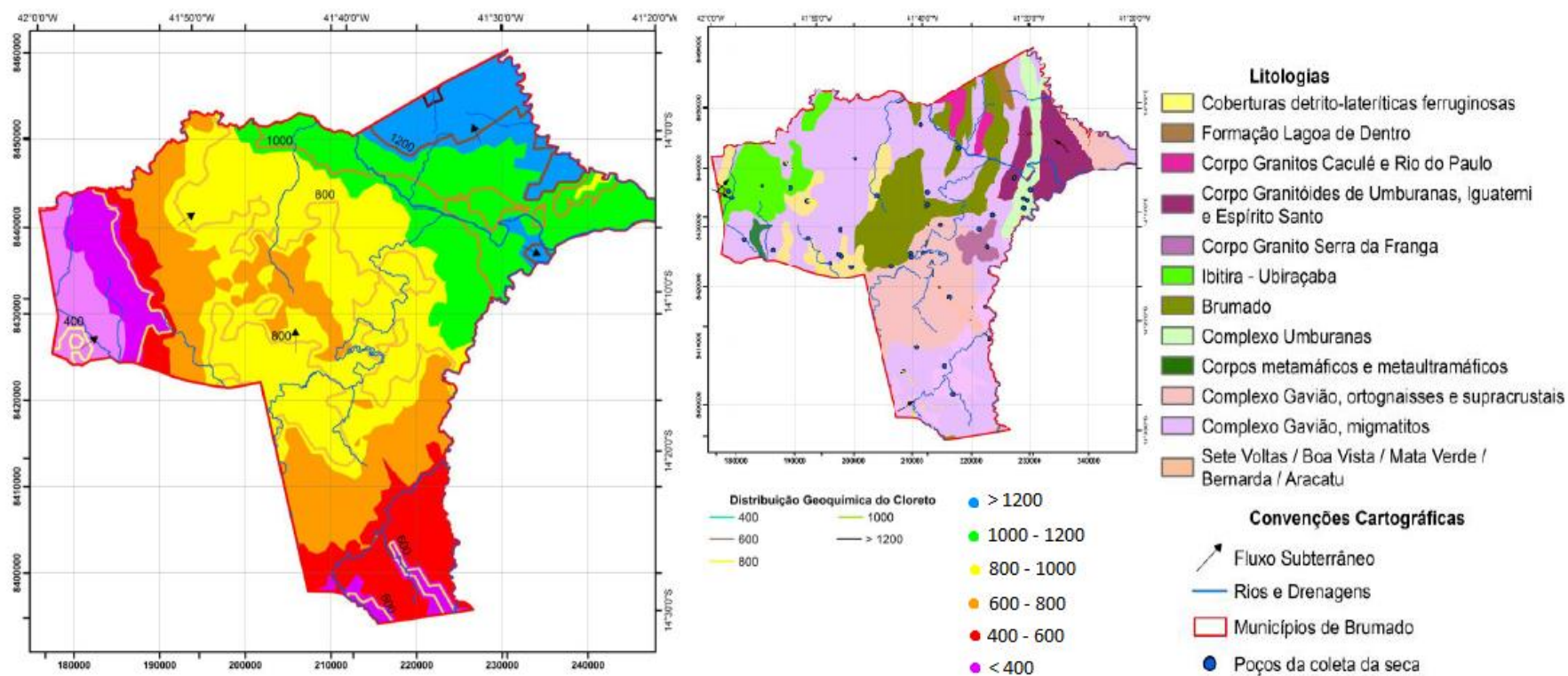


Figura 16: Mapa de distribuição com os valores de dureza.

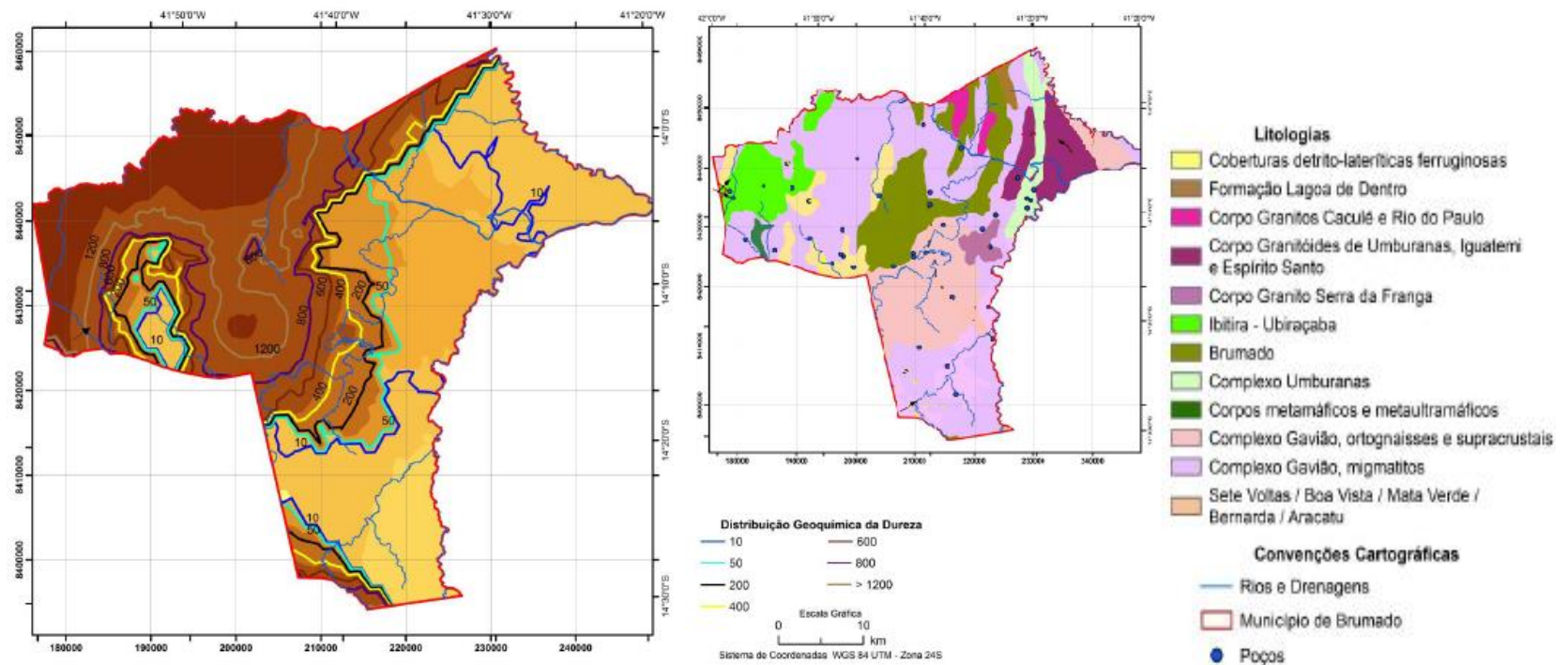
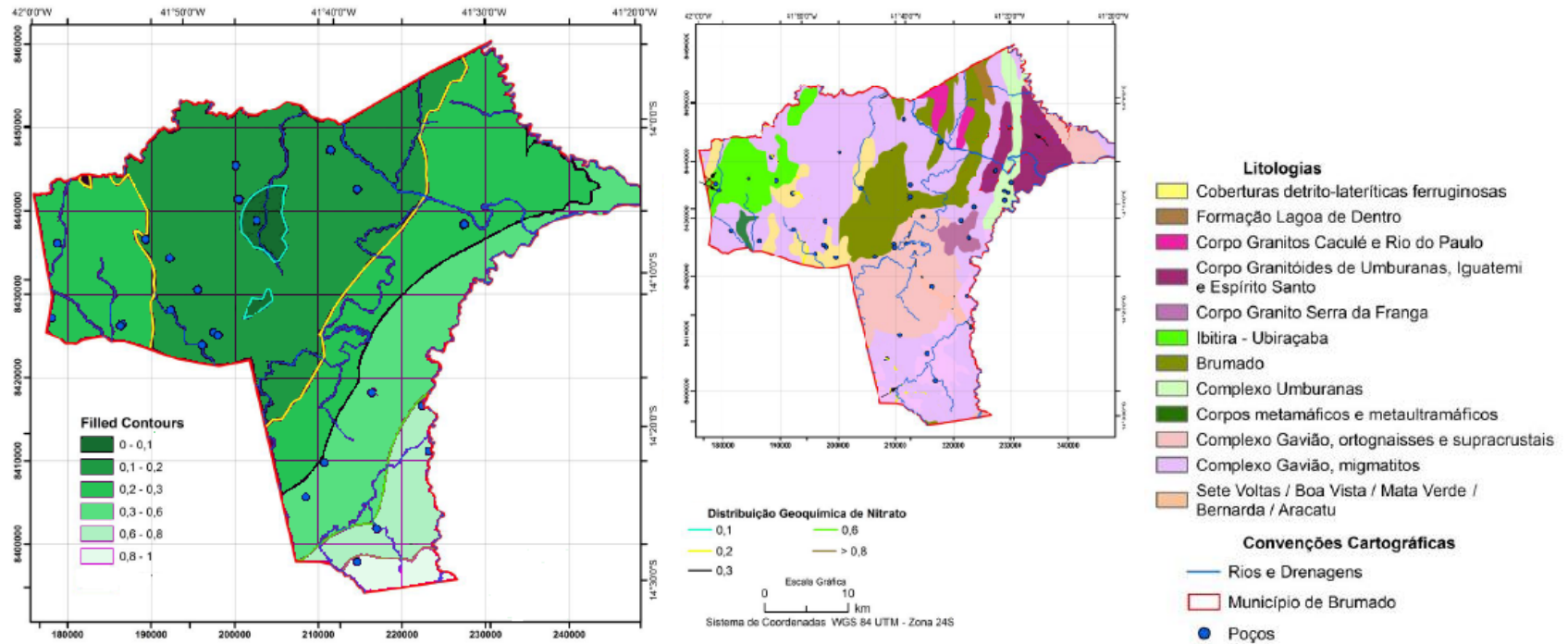


Figura 17: Mapa de distribuição com os valores de nitrato.



## 8. CONCLUSÕES

A partir das pesquisas e tratamento de dados realizados, foi possível observar que alguns dos parâmetros analisados apresentam concentrações acima dos valores permitidos pela Portaria 2.914/11, do Ministério da Saúde, que define o padrão de potabilidade para consumo humano. Dentre os parâmetros analisados se encontram os padrões de cloreto, nitrato, dureza e sólidos totais dissolvidos.

Das análises feitas, a partir da quantidade de sólidos totais dissolvidos, conclui-se que 50% da água do município são salobras, tornando-se restrita para o seu diversificado uso, e imprópria para o consumo humano sem nenhum processo para retirada de sais.

A partir dos parâmetros de cloreto, e sódio, percebe-se que na maior parte dos poços analisados, a água apresenta teores acima do permitido, sendo que 67,86% desta água apresentam teores anômalos de cloreto e 46,43% apresentam teores anômalos de sódio. Além disso, de 74 amostras analisadas quimicamente para valores de nitrato, 31 delas apresentam valores anômalos e 51 apresentam anomalias no parâmetro de dureza.

Dos parâmetros analisados, em relação às altas taxas de salinidade, percebe-se que as anomalias positivas encontradas são características do tipo de litologia existente na área. Esta afirmativa é constatada através da comparação entre a análise química e a sua respectiva localidade, onde nota-se que os teores dos sais se tornam elevados consideravelmente em poços localizados em terrenos cristalinos, e apresentam uma baixa no teor nos poços localizados em terrenos sedimentares.

Entretanto, algumas análises apresentam alta porcentagem de amostras com valores elevados de nitrato. Este parâmetro, entretanto, não pode ser considerado como anomalia natural, visto que o aumento nos valores desta substância é, geralmente, causado por fatores antrópicos. Assim, conclui-se que este caso pode ser reflexo da expansão populacional sem uma preocupação com o despejo da água utilizada em residências e complexos industriais inseridos na região.

## 9. REFERENCIAS

ALMEIDA, Carol Santos. **Correlação entre nitrato e outros parâmetros hidroquímicos com as entradas de água da Região de Irecê-Bahia**. 2013. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Instituto de Geociências, Colegiado de Geologia – Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2013.

ALMEIDA, N. O. **Seca e política de recursos hídricos na Bacia do Rio Brumado, Bahia**. 2012. Revista Geonorte, Edição especial 2, V. 2, N.5, p. 1133 – 1145, 2012.

ALVES, Jamille Alves. **Aspecto hidroquímico do ferro total no sistema aquífero São Sebastião na área do pólo industrial de Camaçaci – Bahia**. 2012. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Instituto de Geociências, Colegiado de Geologia – Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2012.

Barbosa J.S.F & Dominguez J.M.L. (Eds.) 1996. **Mapa Geológico do Estado da Bahia. Escala: 1.000.000**. Texto explicativo, Salvador, 382 p.

BARBOSA, J. S. F., SABATÉ, P. **Colagem paleoproterozóica de placas arqueanas do Cráton do São Francisco na Bahia**. Revista Brasileira de Geociências 33. 2003.

BARBOSA, J.S.F., CRUZ, S.S.P., SOUZA, J.S. **Terrenos Metamórficos do Embasamento**. In: BARBOSA, J.S.F. (Coordenação Geral). Geologia da Bahia. Pesquisa e Atualização. Volume 1, pag. 101-201 (2012).

Bastos-Leal L.R. 1998. **Geocronologia U/Pb (Shrimp), 207Pb/206Pb, Rb-Sr, Sm-Nd e K-Ar dos Terrenos Granito- Greenstone do Bloco do Gavião: Implicações para Evolução arqueana e proterozóica do Cráton do São Francisco, Brasil**. Tese de Doutorado, Instituto de Geociências, Universidade Estado de São Paulo, 178 p.

BRASIL. Congresso. Senado. Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. **Resolução CONAMA 357/2005 Classificação dos corpos d'água e diretrizes para o seu enquadramento e condições e padrões de lançamento de efluentes**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>>. Acesso em: 13 jul. 2013.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria MS n.º 2.914, de 12 de dezembro de 2011. **Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade.** Disponível em: <[http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914\\_12\\_12\\_2011.html](http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914_12_12_2011.html)> Acesso em: 13 jul. 2013.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria MS n.º 518, de 25 de março de 2004. **Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade.** Disponível em: <[http://portal.saude.gov.br/portal/arquivos/pdf/portaria\\_518\\_2004.pdf](http://portal.saude.gov.br/portal/arquivos/pdf/portaria_518_2004.pdf)> Acesso em: 13 jul. 2013.

CRUZ, S. C. P., DIAS, V. M., ALKMIM, F. F. **A interação tectônica embasamento/cobertura em aulacógenos invertidos: um exemplo da Chapada Diamantina Ocidental.** Revista Brasileira de Geociências. 2007.

CRUZ, S. C. P., SOUZA, J. S., In: BARBOSA, J. S. (Coord.) *et al.* **Geologia da Bahia, Pesquisa e Atualização.** Bahia: CBPM, Publicações Especiais, 13, 2012. 101-199.

CUNHA, J.C. & FRÓES, R.J.B. (1994) **Komatiitos com textura spinifex do greenstone belt de Umburanas, Bahia.** Série Arquivos Abertos. Companhia Baiana de Pesquisa Mineral-CBPM, Salvador, 29p.

DANDERFER, F.º. A. **Geologia sedimentar e evolução tectônica do Espinhaço Setentrional, estado da Bahia.** Tese de Doutorado, Instituto de Geociências, Universidade Federal de Brasília, 497p, 2000.

FUNCEME – Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos. **Guia do Usuário para Qualigraf.** FUNCEME/PROURB-RH. Fortaleza-Ceará, 2003.

GUIMARÃES J.T. 1996. **A Formação Bebedouro no estado da Bahia: Faciologia, Estratigrafia e Ambiente de Sedimentação.** Dissertação de Mestrado, Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia, 155 p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Demográfico**. Rio de Janeiro, 2000. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 13 jul 2013.

LEAL, A. B. M., LEAL, L. R. B., CUNHA, J. C., TEIXEIRA, W. **Características geoquímicas dos granitoides transamazônicos no Bloco Gavião, Cráton São Francisco, Bahia, Brasil**. Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo. 2005.

LOUREIRO H. S. C., Bahiense I. C., Neves J. P., Guimarães J. T., Teixeira L. R., Santos R. A., Melo R. C. **Geologia e recursos minerais da parte norte do corredor de deformação do Paramirim: (Projeto Barra – Oliveira dos Brejinhos)**. Salvador, CBPM, Série Arquivos Abertos 33, 113 p, 2009.

MARINHO, M.M. 1991. **La Sequence Volcano-Sedimentaire de Contendas- Mirante et la Bordure Occidentale du Bloc de Jequie (Craton du São Francisco, Bresil): un exemple de transition archeen-proterozoique**, France. 257p. (PhD Thesis, Universidade de Clermont-Ferrand).

MENEZES LEAL A.B., BASTOS LEAL L.R., CUNHA J.C.; TEIXEIRA W. **Características geoquímicas dos granitoides Transamazônicos no bloco gavião, craton são Francisco, bahia, brasil**. *Geochim. Brasil*. 2005.

MESSIAS, Carina Gomes. **Análise da degradação ambiental da micro-bacia do Rio do Antônio em Brumado-BA: Contribuições para o desenvolvimento de programas de Educação Ambiental**. 140 p. (UNB – GEA, Mestrado Geografia, 2010).

MISI A. & VEIZER J. 1996. **Chemostratigraphy of neoproterozoic carbonate sequences of the Una Group, Irecê Basin, Brazil**. *In: SBG/NBA-SE, Cong. Bras.Geol.*, 39, *Anais*, v. 5, p. 487-489.

SILVA, M. G., CUNHA, J. C., 1999 **Greenstone Belts and equivalente volcano-sedimentary sequences of the São Francisco Craton, Bahia, Brazil – Geology and mineral potential**. *In: Silva M. G. & Misi A. Base Metal deposits of Brazil*. MME/CPRM/DNPM, Belo Horizonte, p. 92-99.

SISTEMA DE INFORMAÇÕES DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS – SIAGAS. **Fichas de poços tubulares** (2013). Disponível em: <[http://siagasweb.cprm.gov.br/layout/pesquisa\\_complexa.php](http://siagasweb.cprm.gov.br/layout/pesquisa_complexa.php)>. Acesso em: 8 jul. 2013.

SEI - Superintendência de Estudos Econômicos e Sociais da Bahia. **Balanço hídrico do Estado da Bahia**. Salvador, 1999. 250p. SEI. Série Estudos e Pesquisa, 45.

TOULKERIDIS T., BABINSKI M., BUCHWALDT R., BRITO NEVES B.B., TODT W. & SANTOS R. 1999. **Are varangian or sturtian the glacial deposits on the São Francisco Cráton? Evidence from determination of sedimentary rocks and minerals of the Neoproterozoic Una Group**. *In*: South American Symposium on Isotope Geology, 2, Cordoba, *Anais*, p. 453-456.

VIEIRA, Angelo Trevia *et al.* 2005. **Projeto Cadastro de Fontes de Abastecimento por Água Subterrânea. Diagnóstico do Município de Brumado – Bahia**. CPRM. Salvador 2005.



## 10. ANEXOS

Anexo 1: Dados gerais dos poços analisados

Nº CERB	Coord NS ( ° ' ")	Coord EO ( ° ' ")	PORF (m)	NE (m)	ND (m)	Q TB (m³/h)	Resíduo total (mg/l)	Cloreto (mg/l)	Dureza (mg/l)	Nitrato (mg/l)	Entradas de água
1_4317	140422	413832	45	0007,57	0018,12	14,4	1104	403,65	400,4	20,74	24.m – 29m – 35m – 42m
2_708	141737	413743	70	3,40	47,18	3,16	1604,00	493,05	1254,78	5,60	23m - 33.5m
1_463	141354	414116	50	0009,34	0037,63	0,54	706	69,0	215,0	1,8	27m – 42m
1_4494	141227	414652	70	3,58	62,04	1,18	1134	224,04	463,59	13,243	36m
1_4329	140206	414150	70	0001,98	0053,15	4,75	1320	376,01	712,9	6,25	21m – 24m – 25m
2_684	140513	415306	60	3,00	46,70	0,75	1974	760,97	1082,	12,74	28.5m - 37.15m
1_4338	135905	413501	50	0011,90	0042,00	2,7	5734	2267,1	3198,	2,84	26m
2_1773	140651	415919	80	0007,12	0070,43	0,64	438	96,08	156,13	5,746	20m – 24m – 40m – 71m
1_9719	141831,5	413423,2	102	7,21	57,99	0,4	492,00	125,00	207,00	1,93	93m
2_4058	141205,4	415102,2	90	6,98	47,63	2,5	894,00	272,00	323,00	6,08	20m – 38m
1_1931	141010	413335	51	0001,56	0027,68	4,78	3074	1077,3	812,9	5,47	30m – 36m - 37.5m
1_7232	140619,8	414514,9	78	5,03	51,42	6,44	1014	232,00	581,00	42,00	20m – 26m
1_4357	142529	414317	70	0004,57	0066,00	1,47	1422	530,83	654,3	1,92	28m – 51m
1_1939	142421	414212	70	2,25	43,49	1,36	1634,00	452,69	644,58	13,08	10m – 13m – 58m
1_8672	141211,5	414710,6	60	1,90	11,10	13,2	1768,00	576,00	749,00	13,40	13m – 17m – 26m – 29m – 33m
1_4354	141327	414036	70	0004,00	0066,00	0,93	606	117,67	257,8	30,46	30m – 45m

## CONTINUAÇÃO

1_4930	140148	414016	63	2,79	33,13	12,56	2274,00	644,14	992,05	2,44	14m -16.5m -28m -34m- 56m
1_4372	141009	415116	70	0004,00	0060,00	0,46	454	74,10	254,8	3,98	21m – 51m
1_4344	140451	414630	49,5	00003,76	0024,47	12,57	1258	328,25	618,6	4,74	18m – 24m – 27m – 31m – 43m
1_4345	140456	414625	76	0,97	52,92	6,12	866,00	276,48	615,26	AUS	12m – 50m – 69m
2_669	140734	420409	70	00000,00	0058,28	2,19	1556	290,06	424,44	21,874	17.8m
1_5268	142155	413542	83	00003,91	0051,52	6,15	1804	696,86	806,5	2,49	13m – 45m – 78m
1_9717	141536,5	414810,6	90	0,42	42,35	7,92	4860,00	1736,00	2295,00	11,50	18m – 26m
1_8768	140522,7	414640,3	53,2	3,89	26,56	10,15	1336,00	441,00	605,00	4,90	47m – 49m – 52m – 64m
1_8770	140245,0	414635,0	78	1,85	43,24	9,1	2342,00	794,00	876,00	10,50	16m – 36m – 40m – 49m – 68m
1_5747	140243	414628	70	0002,48	0050,23	3,38	4780	1786,30	2056,94	16,732	26m – 28m
1_4319	140314	414400	60	0003,73	0016,90	25,52	1122	295,83	742,22	36,36	10m – 16m – 18m – 26m – 53m
1_5756	140631	413631	70	2,01	53,40	0,75	3692	1208,52	974,34	21,188	11m
1_7287	140712	413547	90	2,10	62,97	1,62	2220	759,00	693,00	7,11	14m
2_702	141445	414700	63,7	0001,40	0017,16	14,4	1094	233,67	748,1	3,58	31m – 60m - 61.85m
1_1943	141332	414009	50	0002,70	0022,32	3,67	2230	812,96	815,3	14,90	16m – 17m
1_1950	140648	413132	60	6,29	44,55	1,56	2800	1030,41	1028,74	5,92	40m – 47m
2_2764	141347,1	414754,0	84	1,62	54,81	2,5	1180,00	517,00	666,00	9,97	14m – 24m
3_6154	141126,8	413450,9	30	1,23	8,21	9,2	2598,00	889,00	916,00	13,70	
1_4933	140741	415829	56	3,20	30,70	11,62	1814,00	398,14	818,91	3,12	17.5m – 26m – 27m – 45m
2_712	142628	413730	73	6,20	58,50	1,33	1790,00	643,14	759,67	0,50	69m
1_8764	140232,0	415338,3	60	8,12	10,30	26,4	1986,00	582,00	960,00	15,90	46m – 52m
1_4498	140728	415238	70	3,00	60,00	1,72	1280,00	691,39	953,90	3,89	33m – 47m
1_4360	141048	414913	70	3,00	60,00	3,16	1812,00	641,42	1281,78	13,71	29m – 34m – 54m
2_1484	141301	413407	80	8,02	72,00	3,02	2410	641,58	1002,34	8,103	18m – 35m – 44m

## CONTINUAÇÃO

2_802	141059	413831	70	0001,00	0027,80	9,97	2348	633,69	891,9	27,0	13m – 19m – 26m - 61.3m - 8.9m
1_4350	141840	414105	66	0006,30	0060,00	3,99	2120	785,19	1220,	23,62	22m – 26m
1_8674	141121,3	414759,1	70	3,42	21,86	7,26	2280,00	751,00	837,00	18,70	16m – 20m
2_2767	142208,4	414055,9	84	3,82	53,91	3,31	1960,00	608,00	785,00	4,64	18m – 28m
2_792	140908	413944	70	6,00	31,80	7,2	2880	804,29	1627,	20,24	13.3m
	141230,3	415854,3	85	3,93	66,96	0,83	482,00	86,00	359,00	1,10	32m
1_6615	140713,5	415518,2	30	17,75	20,64	2,82	1314,00	190,00	732,00	30,00	
1_157	141443	414315	60	0002,03	0052,08	1,33	4194	2125,0	1690,	aus.	14m – 17m
1_151	142354	413818	50,3	0006,81	0040,46	1,4	644	80,5	270,0	4,8	15m – 22m
1_7534	140429,3	415935,6	59,5	15,57	44,95	0,57	416,00	156,00	125,00	< LDM	48m – 50m
1_5265	140706	413625	80	0008,29	0068,26	0,5	1128	286,94	431,4	34,98	13m – 22m – 67m
2_794	140401	413647	68,5	0002,00	0031,40	7,48	1322	287,11	560,2	41,23	11m – 18m - 9.2m
1_4367	140050	413156	50	0007,50	0027,23	6,8	272	33,18	228,5	aus.	28m – 30m – 31m
1_7417	141257	415416	90	1,12	64,47	1,9	1196	387,00	493,00	7,46	12m – 7m – 80m
	141305,1	415421,7	70	4,94	58,28	2,32	1112,00	419,00	411,00	2,80	40m – 61m
1_1951	140842	415103	31	8,90	13,27	7,47	830,00	215,00	368,00	15,30	15m-18m-19m-21m-27m -30m
1_4932	141208	415705	65	0000,00	0043,11	6,69	962	269,58	204,0	0,68	28m – 46m – 51m
1_7604	142837	413849	80	2,17	72,32	0,46	1488	436,00	585,00	7,68	15m
1_5818	140814	414431	47	8,00	26,03	10,15	612	28,51	371,94	1,399	22m – 24m
1_426	141331	414119	50	0001,41	0020,66	2,41	686	156,0	306,0	aus.	16m – 29m – 48m
	140643,7	413126,9	100	0,80	73,49	1,1	542,00	127,00	283,00	4,00	33m – 59m
2_232	141248	414810	70	2,20	56,30	1,48	1148,00	350,46	775,93	2,27	22.9m - 26.4m - 64.4m
2_4054	142127,8	413359,5	120	0,98	57,29	3,5	1160,00	412,00	453,00	1,10	19m – 31m – 86m – 93m
1_3107	140759	413943	72	0015,80	0031,90	6,54	1646	424,08	916,0	aus.	25m – 64m

## CONTINUAÇÃO

1_162	140818	415813	50	0002,32	0042,00	4,03	946	134,11	443,75	20,00	18.00 - 3.00
1_5016	140840	413040	50	00019,68	0036,42	3,38	1344	277,63	746,43	40,621	15.50 - 19.00 - 22.00
1_7307	140753	412958	120	21,75	67,04	5,29	1666	459,00	866,00	12,20	22.00 - 30.00
1_7309	140656	412946	66	18,52	49,82	3,27	2428	679,00	1287,00	12,30	27.00 - 31.00
2_1481	140852	413018	80	7,27	28,19	11,12	5130	1791,00	2552,74	0,821	18.00 - 22.00 - 28.00
1_6532	140931	413039	84	24,41	58,41	2,23		118,00	585,00	49,90	26
1_4931	140826	412746	70	0004,58	0053,49	0,86	3000	943,08	1340,	2,88	29.00 - 38.00
2_245	140242	413007	70	0008,60	0034,70	4,65	1534	372,13	599,1	4,34	21.90 - 25.60 - 29.05 - 40.00
2_231	141048	414650	58,7	0007,77	0016,96	15,99	1842	632,91	1076,	19,97	17.30 - 19.80 - 25.60 - 40.50
3_6120	141423,8	414858,3	53	2,01	36,14	1,2	1706,00	661,00	617,00	3,60	

**Anexo 2: Amostras com análise quantitativa de Na, K, Ca, Mg, Cl, CO<sub>3</sub>, HCO<sub>3</sub>, SO<sub>4</sub>, CE. Total: 28 amostras.**

Amostras	Na	K	Ca	Mg	Cl	CO <sub>3</sub>	HCO <sub>3</sub>	SO <sub>4</sub>	CE
3-5222/07	140	13	184	91.1	332	29.9	248	74.8	1844
2-4058/12	160	10	169	37.4	272	0	0	39.3	1382
3-5523/07	650	7	186	92.4	886	60.2	590	188	3970
3-834/07	300	75	348	58.3	556	0	429	108	2730
1-8770/07	362	25	393	117	794	0	294	259	3390
2-2764/08	231	17.6	254	100	517	31.3	243	51.9	2284
3-6154/07	425	16	403	125	889	53.4	297	241	3790
3-6194/07	200	25	370	110	596	0	287	117	2690
3-6235/07	80	15	135	20.9	89.3	0	223	45.7	806
1-6615/07	120	8	119	125	190	53.1	419	141	1712
1-7534/07	90	1	96.6	6.9	156	0	53.4	51.2	750
2-4054/12	190	8	292	39.1	412	0	213	65.9	1764
3-6120/07	213	50	314	73	661	29.7	152	28.9	2290
2-2767/08	310	24.9	442	83.4	608	34.3	210	176	2899
Poço Magnesita	31.21	17.34	26.96	110	12.74		51.88	2.5	1100
Sem Nome	440	140	110	120	190		37.42	100	460
1-4933/90	171.2	19.7	313.53	123.31	398.14	0	324.74	155	1485
1-4930/90	255	14.4	453.91	130.77	644.14	62.16	238.23	187.5	2640
1-6531/98	64	9.9	150	86	195	7.7	51	1.64	1870
1-6532/98	97	7.4	110	68	118	19.2	186	108	
1-9719/10	75	12	105	39.4	125	0	226	41.5	930
2-2767/08	310	24.9	442	83.4	608			176	2899
1-8764/07	160	0.2	500	112	582	0	264	112	2310
1-8674/07	300	31	418	102	751	0	278	151	3230

1-8672/07	210	19	319	105	576	0	275	123	2340
1-8768/07	190	23	239	89	441	0	284	111	2000
2-2764/08	231	17.6	254	100	517			51.9	2284
1-9717/10	300	30	950	327	1936	0	261	296	930