

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA  
SECRETARIA DE MINAS E METALURGIA

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS

INFORMAÇÕES PARA GESTÃO TERRITORIAL - GATE  
PROGRAMA DE INTEGRAÇÃO MINERAL EM  
MUNICÍPIOS DA AMAZÔNIA - PRIMAZ



**DIAGNÓSTICO DOS RECURSOS HÍDRICOS DA  
CIDADE DE BRAGANÇA**

**MUNICÍPIO DE BRAGANÇA**



BELÉM  
1998



MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA

GOVERNO DO ESTADO DO PARÁ

RAIMUNDO MENDES DE BRITO  
Ministro de Estado

ALMIR JOSÉ DE OLIVEIRA GABRIEL  
Governador do Estado

SECRETARIA DE MINAS E METALURGIA

Otto Bittencourt Netto  
Secretário

SECRETARIA DE ESTADO DE  
INDÚSTRIA, COMÉRCIO E MINERAÇÃO  
Aloísio Augusto Lopes Chaves  
Secretário de Estado

### **PREFEITURA MUNICIPAL DE BRAGANÇA**

JOSÉ JOAQUIM DIOGO  
Prefeito Municipal

### **COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS**

Diretor Presidente	Carlos Oití Berbert
Diretor de Hidrologia e Gestão Territorial	Gil Pereira de Souza Azevedo
Diretor de Geologia e Recursos Minerais	Antonio Juarez Milmann Martins
Diretor de Administração e Finanças	José de Sampaio Portela Nunes
Diretor de Relações Institucionais e Desenvolvimento	Augusto Wagner Padilha Martins
Superintendente Regional de Belém	Xafi da Silva Jorge João
Chefe do Departamento de Gestão Territorial	Cássio Roberto da Silva

## ENDEREÇOS DA CPRM

<http://www.cprm.gov.br>

### **Sede**

SGAN-Quadra 603 – Módulo I – 1º andar  
CEP 70830-030- Brasília –DF  
Telefone: (061) 312-5253 (PABX)

### **Escritório do Rio de Janeiro**

Av. Pasteur, 404  
CEP: 22290-240 – Rio de Janeiro – RJ  
Telene: (021) 295-0032 (PABX)

### **Diretoria de Hidrologia e Gestão Territorial**

Av. Pasteur, 404 3º andar  
CEP: 22290 – Rio de Janeiro – RJ

### **Departamento de Gestão Territorial**

Av. Pasteur, 404  
CEP: 22290-240 – Rio de Janeiro – RJ  
Telefone: (021) 295-6147

### **Divisão de Documentação Técnica**

Av. Pasteur, 404  
CEP: 22290-240 – Rio de Janeiro – RJ  
Telefone: (021) 295-5997 – 295-0032 (PABX)

### **Superintendência Regional de Belém**

Av. Dr. Freitas nº 3645 – Bairro do Marco  
CEP: 66095-110 – Belém – PA  
Telefone: (091) 246-8577

### **Divisão de Gestão Territorial da Amazônia**

Av. Dr. Freitas, 3645 – Bairro do Marco  
CEP: 66095-110 – Belém – PA  
Telefone: (091) 246-1657

### **Superintendência Regional de Belo Horizonte**

Av. Brasil, 1731 – Bairro Funcionários  
CEP: 30140-002 – Belo Horizonte – MG  
Telefone: (031) 261-0391

### **Superintendência Regional de Goiânia**

Rua 148, 485 – Setor Marista  
CEP: 74170-110 – Goiânia – GO  
Telefone: (062) 281-1522

### **Superintendência regional de Manaus**

Av. André Araújo, 2160 – Aleixo  
CEP: 69065-001 – Manaus – AM  
Telefone: (029) 663-5614

### **Superintendência Regional de Porto Alegre**

Rua Banco da Província, 105 – Sta. Teresa  
CEP: 90840-030 – Porto Alegre –RS  
Telefone: (051) 233-7311

### **Superintendência Regional de Recife**

Av. Beira Rio, 45 – Madalena  
CEP: 50610-100 – Recife – PE  
Telefone: (081) 227-0277

### **Superintendência Regional de Salvador**

Av. Ulysses Guimarães, 2862 Sussuarana  
Centro Administrativo da Bahia  
CEP: 41213-000 – Salvador – BA  
Telefone: (071) 230-9977

### **Superintendência Regional de São Paulo**

Rua Barata Ribeiro, 357 – Bela Vista  
CEP: 01308-000 – São Paulo – SP  
Telefone: (011) 255-8155

### **Residência de Fortaleza**

Av. Santos Dumont, 7700 – Bairro Papicu  
CEP: 60150-163 – Fortaleza – CE  
Telefone: (085) 265-1288

### **Residência de Porto Velho**

Av. Lauro Sodré, 2561 – Bairro Tanques  
CEP: 78904-300 – Porto Velho – RO  
Telefone: (069) 223-3284

### **Residência de Teresina**

Rua Goiás, 312 – Sul  
CEP: 640001-570 – Teresina – PI  
Telefone: (086) 222-4153

**MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA  
SECRETARIA DE MINAS E METALURGIA**

**INFORMAÇÕES PARA GESTÃO TERRITORIAL – GATE  
PROGRAMA DE INTEGRAÇÃO MINERAL EM MUNICÍPIOS DA AMAZÔNIA - PRIMAZ**

**DIAGNÓSTICO DOS RECURSOS HÍDRICOS DA  
CIDADE DE BRAGANÇA**

**MUNICÍPIO DE BRAGANÇA**

**Autor:  
ALUIZIO MARÇAL MORAES DE SOUZA**

**BELÉM  
1998**

# COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS

## EQUIPE TÉCNICA

**COORDENADOR EXECUTIVO:** MANOEL DA REDENÇÃO E SILVA

**SUPERVISÃO:** AGILDO PINA NEVES

ADIB LEAL DA CONCEIÇÃO

**COORDENAÇÃO DA ÁREA NORDESTE:** HERBERT GEORGES DE ALMEIDA

**EQUIPE EXECUTORA:** ALUIZIO MARÇAL MORAES DE SOUZA

JOSÉ DE ARIMATÉIA DA CRUZ

**EQUIPE DE APOIO:** MARIA LÉA REBOUÇAS DE PAULA

MÁRCIA ANDRÉA DIAS SANTOS

**DIGITAÇÃO E EDITORAÇÃO:** DILEIDE CIRINO DOS SANTOS

## CRÉDITOS DE AUTORIA

ALUIZIO MARÇAL MORAES DE SOUZA

### Revisão Geral

Adib Leal da Conceição  
Herbert Georges de Almeida

INFORMAÇÕES PARA GESTÃO TERRITORIAL – GATE

PROGRAMA DE INTEGRAÇÃO MINERAL EM MUNICÍPIOS DA AMAZÔNIA-PRIMAZ

Executado pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais – CPRM  
Superintendência Regional de Belém

Coordenação Editorial a cargo da  
Superintendência Regional de Belém

SOUZA, Aluízio Marçal Moraes de

Programa Informações para Gestão Territorial. Estado do Pará: CPRM, 1998.  
Município de Bragança

41p.:il.; + mapa

Executado pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais – CPRM,  
Superintendência Regional de Belém

## APRESENTAÇÃO

O Programa de Integração Mineral em Municípios da Amazônia – **PRIMAZ**, é uma forma de estudos integrados dos recursos minerais, hídricos e ambientais com os diversos segmentos das áreas sociais, econômicas e de infra-estrutura e ao mesmo tempo, um instrumento de divulgação, de gestão ambiental e de auxílio aos planos Diretores Municipais.

Seu principal objetivo é propiciar, às autoridades municipais, os elementos necessários à elaboração de planos de desenvolvimento regional, consolidando as informações de caráter geográfico, social, econômico e de infra-estrutura urbana e resgatar os demais dados, como Geologia, Hidrologia, Mineração, Hidrogeologia e Ambientais.

A consecução de tal objetivo, visa atender aos anseios das comunidades municipais, notadamente no controle e fiscalização dos recursos minerais, na regularização das pessoas envolvidas na atividade mineral, na determinação das potencialidades minerais, na oportunidade de investimentos, na formulação de projetos de abastecimento d'água, nas propostas de infra-estrutura destinadas à melhoria das condições de vida dos municípios, nas propostas de preservação ambiental e de fomento à produção de minerais de emprego imediato na construção civil, bem como de substâncias minerais para corretivo de solos, além de alternativas para o destino final adequado dos resíduos sólidos e abastecimento público de água a partir de mananciais superficiais e subterrâneos.

Este é um trabalho desenvolvido pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais – CPRM, contando, no âmbito estadual, com a participação da Secretaria de Estado de Indústria, Comércio e Mineração – SEICOM e, a nível municipal, com a prefeitura onde se desenvolve o programa.

Este documento apresenta o Tema Diagnóstico dos Recursos Hídricos da Cidade de Bragança, constituindo-se num estudo preliminar dos mananciais de superfície e dos recursos hídricos subterrâneos. Também apresenta os resultados analíticos d'água servida à população urbana, cujos valores são comparados aos padrões de potabilidade da OMS e do Ministério da Saúde, avaliando-se sua qualidade com vistas ao bem estar da comunidade. Divide-se em dois capítulos que se complementam. O primeiro se refere aos recursos hídricos superficiais, e , o segundo aos recursos hídricos subterrâneos.

## SUMÁRIO

RECURSOS HÍDRICOS SUPERFICIAIS	i
1 – INTRODUÇÃO	1
2 - LOCALIZAÇÃO E ACESSO	1
3 – METODOLOGIA	1
3.a) Coliformes Totais e Coliformes Fecais	1
3.b) Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)	2
3.c) Demanda Química de Oxigênio (DQO)	2
3.d) Potabilidade e Mineralização	2
3.e) Oxigênio Dissolvido	3
4 – AMOSTRAGEM	3
5 – PARÂMETROS ANALISADOS	5
5.1 – pH	5
5.2 – Condutividade	5
5.3 – Sólidos Totais	6
5.4 – Turbidez	6
5.5 – Cor, sabor e Odor	6
5.6 – Dureza	6
5.7 – Oxigênio Dissolvido	6
5.8 – Temperatura	6
5.9 – Nitrogênio	7
5.10 – Cloretos	7
5.11 – Ferro	7
5.12 – Oxigênio Consumido	7
5.13 – Coliformes Totais e Coliformes Fecais	7
5.14 – Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)	8
5.15 – Demanda Química de Oxigênio (DQO)	8
6 – ANÁLISES LABORATORIAIS	8
7 – ÍNDICE DA QUALIDADE DA ÁGUA	8
8 – INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS	11
8.1 – Quanto ao Enquadramento	11
8.2 – Quanto ao IQA	11
8.3 – Quanto à Potabilidade	11
9 – FOCOS DE POLUIÇÃO	12
RECURSOS HÍDRICOS SUBTERRÂNEOS	13
1 – OBJETIVO	14



2 – DESCRIÇÃO SUMÁRIA DO ABASTECIMENTO D'ÁGUA	14
2.1 – Água Superficial X Água Subterrânea	15
3 – CARACTERIZAÇÃO GEOLÓGICA	15
3.1 – Geologia Regional	15
4 – CARACTERIZAÇÃO HIDROGEOLÓGICA	16
4.1 – Cadastramento de Poços	16
4.2 – Unidades Aqüíferas	20
4.3 – Captação Subterrânea	20
5 – ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS E BACTERIOLÓGICAS	20
6 – CLASSIFICAÇÃO DA ÁGUA	20
7 – VULNERABILIDADE DAS UNIDADES AQUÍFERAS	21
8 – PROPOSTA TÉCNICA	22
8.1 – Projeto para Poços Tubulares	22
8.2 – Demanda de Água	23
8.3 – Número de Poços (Área Urbana)	23
8.4 – Avaliação Econômica	23
8.4.1 – Valor da Atualização	24
8.4.2 – Fator de recuperação do Capital das Bombas (CB)	24
8.4.3 - Fator de recuperação do Capital do Poço (CP)	25
8.4.4 - Fator de recuperação do Custo de Manutenção (CM)	25
8.4.5 - Fator de recuperação do Custo de Energia (CE)	25
8.4.6 – Custo de Produção do m <sup>3</sup> de Água (CPM <sup>3</sup> )	25
9 – CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	26
10 – BIBLIOGRAFIA	29
ANEXO – MAPA DE AMOSTRAGEM DE PONTOS D'ÁGUA	

# **RECURSOS HÍDRICOS SUPERFICIAIS**

## **1 – INTRODUÇÃO**

De acordo com entendimentos entre a Prefeitura Municipal de Bragança e a Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais – CPRM, através da diretoria de Hidrologia e Gestão Territorial, a Superintendência Regional de Belém – SUREG/BE e, em parceria com a Secretaria de Estado de Indústria, Comércio e Mineração – SEICOM, foram interpretados os resultados laboratoriais das águas superficiais e subterrâneas do município de Bragança, obtidos a partir de amostras coletadas numa campanha de 31 dias, constituindo-se em mais um dos segmentos contidos na proposta estabelecida pelo PRIMAZ/Área Nordeste, visando o desenvolvimento do referido município.

Embora de caráter preliminar, este estudo representa um trabalho pioneiro e de grande importância para os gestores municipais, uma vez que o avanço no conhecimento atual da qualidade das águas, principalmente daquelas utilizadas para uso doméstico, permite projetar programas de melhoria das condições ambientais, para propiciar a continuidade inalterada das propriedades das águas superficiais e subterrâneas e a conseqüente melhoria da qualidade de vida das populações.

## **2 – LOCALIZAÇÃO E ACESSO**

A cidade de Bragança está situada na porção Nordeste do Estado do Pará,

entre os meridianos 46° 45' 06" W e 46° 48' 18" W e paralelos 01° 01' 21" S e 01° 04' 46" S, possuindo uma altitude média de 30 metros.

O acesso é efetuado através da rodovia BR - 316 e depois pela rodovia PA – 242, cuja distância de 215 Km, a partir de Belém, é percorrida a um tempo médio de 3 horas.

## **3 – METODOLOGIA**

Antes de ser iniciada a coleta de amostras fez-se um reconhecimento nas áreas a serem trabalhadas, buscando-se, com isso, determinar os pontos mais próximos do ideal e mais representativos para amostragem das águas superficiais. Também foram amostrados pontos localizados na entrada e saída da ETA (Estação de Tratamento D'Água) e ao longo da rede de distribuição, com o intuito de se verificar a eficiência do tratamento da distribuída à população.

Em cada ponto foram determinados o pH, e as temperaturas do ar e do corpo d'água e realizadas cinco amostragens distintas, para análises de:

### **a) Coliformes Totais e Coliformes Fecais**

A coleta de amostra para exame bacteriológico deve ser sempre realizada em primeiro lugar, antes de qualquer outra coleta. Quando for em sistema de distribuição, deve ser adotado o seguinte procedimento:

- Se o ponto de coleta recebe água diretamente, e não de caixas ou cisternas, deixar correr água na torneira por 5 minutos; fechar, flambar (passar uma chama, fósforo ou isqueiro na boca da torneira); abrir novamente a torneira e destapar o frasco esterilizado, com todos os cuidados de assepsia; jogar fora o tampão de gase, encher o frasco até 4/5 de sua capacidade; e fechar novamente o frasco com a tampa, tendo o cuidado de evitar contaminação;

- Se a água for clorada, o frasco de coleta (100ml) deverá conter 0,1 ml de solução de tiosulfato de sódio a 10% para neutralizar o cloro residual.

Em caso de poços, quando não há torneiras ou outra canalização, amarra-se um cordão esterilizado no frasco de coleta e colhe-se a amostra, tomando-se, sempre, todos os cuidados de assepsia, podendo-se ainda flambar um balde, interna e externamente, e colher a água, enchendo o frasco até 4/5 do volume.

Em corpos de água, segura-se o frasco pela base, colocando-o de boca para baixo a cerca de 15 a 30 cm abaixo d'água. Vira-se lentamente o frasco, para que a boca fique voltada contra a corrente, enchendo-o até 4/5 do volume. Deve-se evitar a coleta de amostras muito próximas às margens, em áreas estagnadas.

Em todos os casos, as amostras são refrigeradas a temperatura inferior a 10° C, nunca congeladas, e deverão ser

analisadas num prazo nunca superior a 24 horas.

#### **b) Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)**

As amostras para determinação da DBO são coletadas em frascos de polietileno de capacidade de 1500 ml, sendo de extrema importância que estejam isentos de matéria orgânica. Semelhante às amostras bacteriológicas, são conservadas em temperatura inferior a 10° C, nunca congeladas, e analisadas num prazo máximo de até 24 horas após a coleta.

#### **c) Demanda Química de Oxigênio (DQO)**

Para determinação da DQO, as amostras são coletadas em frascos de polietileno de capacidade de 500 ml e isentos de matéria orgânica. Para sua preservação adiciona-se cerca de 1 ml de ácido sulfúrico, para que o pH fique inferior a 2. Com este procedimento sua validade é de 7 dias.

#### **d) Potabilidade e Mineralização**

As amostras para a determinação dos parâmetros referentes à potabilidade e mineralização, são coletadas em frascos de polietileno de capacidade de 5 litros, sendo que em águas superficiais a coleta deve ser realizada à uma profundidade de 15 a 30 cm.

### e) Oxigênio Dissolvido

O oxigênio dissolvido é um dos parâmetros de que se dispõe no campo do controle da poluição das águas.

A amostra é coletada em frasco de DBO, tipo pyrex, boca estreita, volume de 250 a 300 ml e tampa esmerilhada, com “sêlo d’água”. Deve ser realizada no mínimo à 20 cm da superfície, tendo o cuidado de não deixar bolha de ar no seu interior. Após a coleta, adiciona-se imediatamente 2 ml de solução sulfato manganoso e 2 ml de reagente alcali-iodeto-azida, tendo o cuidado de imergir a ponta da pipeta no líquido do frasco. Em seguida, fecha-se bem, sem deixar bolhas de ar no seu interior. Agita-se bem. Deixa-se o precipitado decantar até, aproximadamente, a metade do volume do frasco e agita-se muito bem novamente, para que a reação seja completa. No máximo até 4 horas após a coleta, acrescenta-se 2 ml de ácido sulfúrico concentrado, fecha-se o frasco e agita-se muito bem para dissolver

completamente o material precipitado e distribuir homogeneamente o iodo liberado. Em seguida, com auxílio de uma pipeta volumétrica, transfere-se imediatamente 100 ml para um “erlenmeyer”. Adiciona-se 10 gotas de amido, agitando-se o frasco para uma perfeita homogeneização. Posteriormente, titula-se o iodo liberado com solução de tiosulfato de sódio 0,0125 N, cujo ponto final é dado pelo primeiro desaparecimento da cor azul característica. A quantidade em ml de tiosulfato de sódio, que foi necessária para essa operação, corresponde ao oxigênio dissolvido.

### 4 – AMOSTRAGEM

Para melhor adequação dos estudos, a rede hidrográfica foi dividida em seis bacias. (Fig. 01) e determinadas suas respectivas áreas no município, como mostradas no quadro abaixo. Na área urbana foi realizada amostragem em 18 pontos (Quadro 01 e Anexo).

<b>Rio Caeté</b>	<b>1388,64 Km<sup>2</sup></b>
<b>Rio Urumajó</b>	<b>329,11 KM<sup>2</sup></b>
<b>Rio Maniteua</b>	<b>319,74 Km<sup>2</sup></b>
<b>Rio Piriá</b>	<b>129,40 Km<sup>2</sup></b>
<b>Rio Quatipuru</b>	<b>91,65 Km<sup>2</sup></b>
<b>Rio Emboraí</b>	<b>85,56 Km<sup>2</sup></b>

# MUNICÍPIO DE BRAGANÇA

## MAPA DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS

Fig. 01

### NOTA EXPLICATIVA

A qualidade das águas superficiais no município de Bragança é o resultado de um estudo preliminar, introduzido pelo programa PRIMAZ, na tentativa de enquadrá-las nos índices de Qualidade das Águas (IQA), adotados pela CETESB: 80 - 100 qualidade ótima; 52-79 qualidade boa; 37 -m51 qualidade aceitável; 20 - 36 imprópria para tratamentos convencionais; e 0 - 19 imprópria. E também classificá-las de acordo com a resolução CONAMA nº 20/86. O avanço no conhecimento atual da qualidade das águas que estão sendo utilizadas para uso doméstico, permite projetar programas de melhorias das condições ambientais, para propiciar a continuidade inalterada dos cursos d'água e sua melhoria de qualidade. O monitoramento periódico torna-se indispensável para o conhecimento e controle dentro dos parâmetros ideais.

### ELEMENTOS PLANIMÉTRICOS

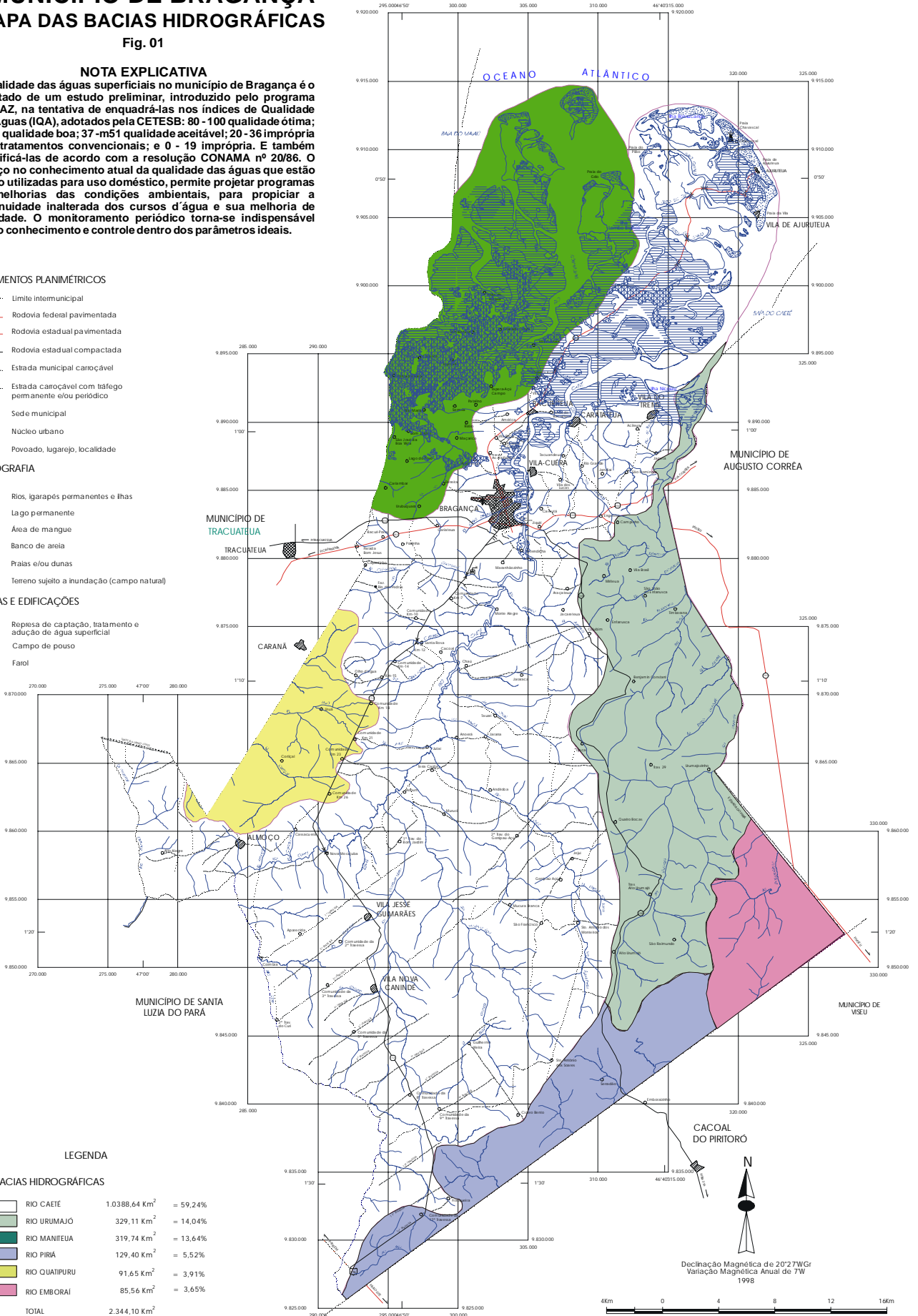
- Limite intermunicipal
- Rodovia federal pavimentada
- Rodovia estadual pavimentada
- Rodovia estadual compactada
- Estrada municipal carroçável
- Estrada carroçável com tráfego permanente e/ou periódico
- ▣ Sede municipal
- ▣ Núcleo urbano
- Povoados, lugarejos, localidades

### HIDROGRAFIA

- Rios, igarapés permanentes e ihas
- Lago permanente
- Área de mangue
- Banco de areia
- Pralhas e/ou dunas
- Terreno sujeito a inundação (campo natural)

### OBRAS E EDIFICAÇÕES

- Represa de captação, tratamento e adução de água superficial
- Campo de pouso
- Farol



### LEGENDA

#### BACIAS HIDROGRÁFICAS

—	RIO CAETÉ	1.0388,64 Km <sup>2</sup>	= 59,24%
—	RIO URUMAJÓ	329,11 Km <sup>2</sup>	= 14,04%
—	RIO MANIFEIA	319,74 Km <sup>2</sup>	= 13,64%
—	RIO PIRÃ	129,40 Km <sup>2</sup>	= 5,52%
—	RIO QUATIPURU	91,65 Km <sup>2</sup>	= 3,91%
—	RIO EMBORAI	85,56 Km <sup>2</sup>	= 3,65%
—	TOTAL	2.344,10 Km <sup>2</sup>	

### CACOAL DO PIRIÓRO



Declinação Magnética de 2012 TWGr  
Variação Magnética Anual de 7W  
1998

40m 0 4 8 12 16km

QUADRO 01

AMOSTRAGEM D'ÁGUA DA CIDADE DE BRAGANÇA

AMOSTRA	TOPONÍMIA	COORDENADAS	
		LATITUDE	LONGITUDE
BÇA – 01	Rio Chumucui com PA - 112	01°05'53" S	46°47'34" W
BÇA – 02	ETA – PA – 112 à 5 Km de Bragança	01°05'44" S	46°47'28" W
BÇA – 03	Rede de Distribuição – COSANPA – Casa da Sr. <sup>a</sup> M. <sup>a</sup> Benedita, rodovia D. Eliseu n.º 18	01°04'02" S	46°46'21" W
BÇA – 04	ECT – Rede de Distribuição – COSANPA – Trav. José Pinheiro c/ Av. Alacide Nunes	01°03'24" S	46°45'59" W
BÇA – 05	Rede de Distribuição – COSANPA – Casa do Sr. Romão Vieira – Trav. Aluizio Ferreira c/ Pio Diniz	01°02'40" S	46°46'23" W
BÇA – 06	Poço Tubular – 30 m (Prefeitura) – Vila Sinhá	01°02'55" S	46°46'57" W
BÇA – 07	Poço Tubular – 18 m – EMEF – Cristiano Rosa	01°03'15" S	46°46'42" W
BÇA – 08	Poço Amazonas – casa da Sr. <sup>a</sup> M. <sup>a</sup> Deusarina – Trav. Projetada 3386	01°02'08" S	46°46'28" W
BÇA – 09	Poço Amazonas – casa do Sr. Gilberto Batista – Rua Simpliciano Medeiros c/ Trav. Missionário Gunar Vin Green	01°02'27" S	46°46'21" W
BÇA – 10	Poço Tubular – 18 m – Tiro de Guerra	01°03'43" S	46°46'59" W
BÇA – 11	Poço Tubular – 24 m – SENAI	01°03'54" S	46°46'48" W
BÇA – 12	Poço Tubular – 18 m – Ação Social	01°03'33" S	46°45'54" W
BÇA – 13	Poço Tubular – 19 m – Casa da Sr. <sup>a</sup> M. <sup>a</sup> das Dores – Trav. Holanda Lima 897	01°03'38" S	46°46'05" W
BÇA – 14	Poço Tubular – 24 m – Casa do Sr. Klaus Feldhaus	01°03'16" S	46°46'10" W
BÇA – 15	Poço Amazonas – Casa do Sr. Antônio Marinho – Trav. Santiago, 982	01°02'50" S	46°45'58" W
BÇA – 16	Igarapé da Caixa D'água	01°03'25" S	46°46'31" W
BÇA – 17	Igarapé do Curro	01°03'01" S	46°45'46" W
BÇA – 18	Rio Caeté	01°03'35" S	46°45'31" W

5 – PARÂMETROS ANALISADOS

Na única campanha realizada no período de 06/10/97 a 05/11/97 foram efetuadas determinações para avaliação do Índice de Qualidade da Água (IQA), potabilidade e mineralização, cujos principais parâmetros estão descritos a seguir:

5.1 – pH

O pH exerce influência em

processos químicos e biológicos de um corpo d'água. Em rios da Amazônia apresenta-se levemente ácido entre, 5 e 6, e média de 5,5. Um dos responsáveis pelo aumento da acidez é a emissão de efluentes industriais, que podem inibir a vida aquática.

5.2 - Condutividade

A condutividade elétrica representa a quantidade de íons dissolvidos em um corpo d'água. Sua maior ou menor

concentração depende de alguns fatores, tais como: a mineralogia das rochas atravessadas e a presença de atividade garimpeira.

### **5.3 - Sólidos Totais**

Os sólidos normalmente são compostos por argilas, areia, matéria orgânica, sais minerais e metais que não se volatilizam a uma temperatura de 105° C. A presença de sólidos em suspensão e, principalmente, sólidos coloidais, dificulta a operação dos filtros de areia. Estão diretamente associados à turbidez. Quanto maior a quantidade de sólidos em suspensão, maior a turbidez.

### **5.4 - Turbidez**

Está associada aos sólidos em suspensão, tais como: metais, areia, matéria orgânica e biota. A presença excessiva de sólidos causa restrições à passagem da luz, podendo diminuir a eficiência da cloração. Todavia, a turbidez pode ser benéfica, inibindo a produção de algas e facilitando os processos de coagulação.

### **5.5 - Cor, Sabor e Odor**

A cor, sabor e odor, assim como a turbidez, são características de ordem estética, não tendo inconvenientes de ordem sanitária, dentro de determinados limites.

### **5.6 - Dureza**

A presença de sais alcalinos-terrosos ( cálcio, magnésio, etc. ) e alguns

metais, em menor quantidade, conferem à água uma característica própria, denominada **dureza**. É dito que a dureza é **temporária** quando os sais são carbonatos e bicarbonatos (de cálcio, de magnésio, etc. ), podendo ser eliminada quase que totalmente pela fervura. Quando há presença de outros sais é denominada **permanente**.

A dureza caracteriza-se pela extinção de espuma formada pelo sabão, criando problemas higiênicos e dificultando o banho e lavagens de roupas e utensílios domésticos.

### **5.7 - Oxigênio Dissolvido ( OD )**

Para controle de poluição das águas, o oxigênio dissolvido é um dos parâmetros mais importantes, sendo utilizado para verificar as condições aeróbicas de um curso d'água, para avaliar o grau de septicidade e para controlar processos de aeração e corrosividade da água.

A solubilidade da água do oxigênio dissolvido é limitada em 9 mg/l O<sub>2</sub>, variando com a temperatura. Concentrações de OD iguais ou superiores a 5 mg/l O<sub>2</sub> são consideradas desejáveis e satisfatórias.

Os níveis de OD podem ser usados como indicadores de poluição. Concentrações baixas são, geralmente, associadas às águas de baixa qualidade.

### **5.8 - Temperatura**

A temperatura da água é um fator controlador dos processos químicos, físicos e biológicos no ambiente aquático.



O equilíbrio natural desses ecossistemas pode ser afetado por variações de temperatura.

Segundo a resolução n.º 20/86 – CONAMA, os efluentes de qualquer fonte poluidora somente poderão ser lançados, direta ou indiretamente nos corpos d'água, desde que a temperatura não exceda 40º C e que a elevação de temperatura do corpo receptor não exceda 3º C.

### **5.9 - Nitrogênio**

Assim como o fósforo, o nitrogênio é importante nutriente para o desenvolvimento da flora aquática, podendo ter como consequência a proliferação de algas, que por sua vez aumentam a cor e turbidez, com formação de sabor e odor, dificultando a sobrevivência de peixes e facilitando o desenvolvimento de macrófitas aquáticas superiores e larvas de insetos, colaborando, dessa maneira, com o fenômeno de eutrofização.

Sua concentração em águas superficiais pode se dar sob diversas formas ( orgânico, amoniacal, albuminóide, nitroso e nítrico ), podendo indicar uma poluição recente ou remota. Normalmente, sua presença é devida a despejos de efluentes industriais e/ou domésticos, podendo, em áreas rurais, ser transportado para as drenagens por lixiviação de solo fertilizado, através do escoamento superficial da água de chuva ( "run-off" ).

### **5.10 - Cloretos**

Os cloretos ocorrem em todas as águas naturais, sendo sua presença devido a percolação da água nos solos com depósitos minerais, contato direto ou

indireto com água do mar, poluição por esgoto doméstico e industriais, água de retorno do sistema de irrigação e evaporação intensa. Nas águas de abastecimento pode provocar sabor e em águas industriais favorecer os processos de corrosão.

### **5.11 - Ferro**

A presença de ferro em um corpo d'água provoca sabor e turbidez, além de outros inconvenientes como formações de manchas ferruginosas em roupas e utensílios, além da obstrução de tubulações.

### **5.12 - Oxigênio Consumido ( OC )**

O oxigênio consumido é uma forma de medir a matéria orgânica presente num corpo d'água. Quanto maior o seu valor, maior será a quantidade de matéria orgânica de várias origens.

### **5.13- Coliformes Totais e Coliformes Fecais**

Os coliformes fecais estão presentes nas fezes humanas e de animais. As fezes humanas chegam a expulsar mais de 100 diferentes tipos de microorganismos comumente encontrados nas águas residuais; são, também, responsáveis por transmissão de doenças, tais como: desintéria, cólera, febre tifóide, hepatite e doenças da pele.

Segundo a resolução n.º 20 do CONAMA, as águas de classe 2, quando para o uso em recreação de contato primário, deverão obedecer o Artigo 26 desta resolução. Para os demais usos,

não deverá ser excedido um limite de 1.000 coliformes fecais por 100 mililitros, em 80% ou mais de, pelo menos, 5 amostras mensais, colhidas em qualquer mês; no caso de não haver, na região, meios disponíveis para o exame de coliformes fecais, o índice limite será de até 5.000 coliformes totais por 100 mililitros, em 80% ou mais de, pelo menos, 5 amostras mensais colhidas em qualquer mês.

#### **5.14 - Demanda Bioquímica de Oxigênio ( DBO )**

É a quantidade de oxigênio necessária para haver estabilização da matéria orgânica biodegradável, por via microbiana, em condições aeróbicas. A DBO quantifica a poluição orgânica, cujo efeito é a depleção de oxigênio.

Na prática, são considerados 20 dias para a oxidação de 95-98% da matéria orgânica, a uma temperatura padronizada de 20° C; entretanto, o teste é padronizado em 5 dias ( DBO<sub>5</sub> ), quando há oxidação de 70-80% da matéria carbonácea. Resultados satisfatórios de DBO<sub>5</sub> normalmente são inferiores a 5 mg/O<sub>2</sub>.

#### **5.15 - Demanda Química de Oxigênio**

##### **( DQO )**

É a quantidade de oxigênio necessária para oxidar quimicamente as matérias orgânica e inorgânica, presentes em uma determinada amostra.

A DQO de um rio que não recebe carga elevada de despejos, raramente excede 50 mg/l O<sub>2</sub>. Em geral, DQO>DBO<sub>5</sub>.

## **6 - ANÁLISES LABORATORIAIS**

Foram determinadas em campo os valores de pH, oxigênio dissolvido e as temperaturas do ar e da água. Os exames físico-químicos ( DBO e DQO ) e bacteriológico ( coliformes totais e coliformes fecais ) foram realizados na Universidade Federal do Pará, pelo Departamento de Engenharia Química - Divisão de Controle Ambiental. As demais determinações foram executadas pela CPRM – SECLAB / Belo Horizonte. Todos os resultados são apresentados na Tab. 01.

## **7 - ÍNDICE DE QUALIDADE DA ÁGUA**

Vários são os índices utilizados universalmente para determinar a qualidade das águas. Neste trabalho adotou-se o índice de qualidade de água da National Sanitation Foundation - NSF, utilizado pela CETESB, para o qual são necessários 9 parâmetros: oxigênio dissolvido, DBO<sub>5</sub>, coliformes fecais, temperatura, pH, nitrogênio total, fosfato total, turbidez e sólidos totais. Para cada parâmetro foi utilizada a curva média correspondente.

O IQA foi calculado utilizando-se a fórmula  $IQA = \prod_{i=1}^n q_i^{w_i}$ , onde q é a qualidade obtida do gráfico correspondente, em função do valor medido ( 0 - 100 ), e w é o peso correspondente à variável, fixado em função da importância para a qualidade ( 0 - 1 ).

Dessa maneira a qualidade das águas doces, indicada pelo IQA numa escala de 0 - 100, pode ser classificada em faixas ( CETESB ):

80 - 100 = qualidade ótima

52 - 79 = qualidade boa

37 - 51 = qualidade aceitável

20 - 36 = imprópria para tratamento convencional

0 - 19 = imprópria

No Quadro 02 são apresentados os valores e classificação obtidos para as águas superficiais, estudadas na cidade de Bragança.

Tab. 01 - RESULTADOS ANALÍTICOS ( 06/10/97 A 05/11/97 )

PARÂMETROS	LOCALIZAÇÃO																	
	Rio Chumucuf BÇA-01	ETA BÇA-02	Rede de Distribuição BÇA-03	ECT BÇA-04	Rede de Distribuição BÇA-05	Poço Tubular (30m) BÇA-06	Poço Tubular (18m) BÇA-07	Poço Amazonas BÇA-08	Poço Amazonas BÇA-09	Poço Tubular (18m) BÇA-10	Poço Tubular (24m) BÇA-11	Poço Tubular (18m) BÇA-12	Poço Tubular (19m) BÇA-13	Poço Tubular (24m) BÇA-14	Poço Amazonas BÇA-15	Igarapé da Caixa D'água BÇA-16	Igarapé do Curro BÇA-17	Rio Caeté BÇA-18
PH	4,7	4,7	4,7	4,7	4,2	4,2	4,2	4,2	4,7	4,2	4,2	4,2	5,5	4,2	4,2	5,0	5,0	6,0
Oxigênio Dissolvido mg/IO <sub>2</sub>	7,45	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5,25	2,0	6,5
DBO <sub>5</sub> - mg/l O <sub>2</sub>	7,0	<5	<5	<5	<5	<5	<5	5	9	<5	<5	<5	<5	15	8	7	<5	12
DQO - mg/l O <sub>2</sub>	20	10	10	10	10	10	20	10	40	19	19	10	10	48	30	115	19	38
T do ar °C	31	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	33	31	31
T da água °C	25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	28	28	28
Cor aparente - U Hazen	10	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	25
Cor real - U Hazen	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5
Turbidez - NTU	2	1	2	1	1	1	1	2	2	2	2	1	7	1	2	2	2	30
Condutividade μ mhos / cm	31	49	50	50	49	50	48	34	160	170	66	310	210	350	270	63	98	5400
Dureza total CaCO <sub>3</sub> - mg/l	13,80	20,20	18,60	23,60	25,00	24,60	10,40	11,20	23,60	18,60	27,20	46,00	34,80	88,80	46,40	31,60	23,80	1022,00
Dureza permanente CaCO <sub>3</sub> - mg/l	10,40	15,40	4,00	14,80	7,00	5,80	5,00	5,00	16,80	7,20	11,40	36,80	27,60	54,40	33,00	6,40	13,40	580,00
Dureza temporária CaCO <sub>3</sub> - mg/l	3,40	4,80	14,60	8,80	18,00	18,80	15,40	6,20	6,80	11,40	15,80	9,20	7,20	34,40	13,40	25,20	10,40	442,00
Oxigênio consumido meio ácido - mg/l	12,80	0,4	0,4	0,7	4,6	0,4	0,5	1,1	0,2	0,4	0,5	0,4	0,4	0,1	0,1	1,1	0,4	56,20
Oxigênio consumido meio alcalino - mg/l	12,40	0,7	0,2	1,3	0,9	2,5	0,5	0,5	0,6	0,8	0,1	0,8	1,1	1,1	1,8	0,6	0,9	7,8
Nitrogênio amoniacal em NH <sub>3</sub> - mg/l	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0,10	0,12	ND	1,10	2,80	1,95	1,95	ND	0,10	0,28
Nitrogênio orgânico - mg/l	0,06	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0,01	ND	0,11	ND	0,23	ND	ND	0,04	0,35	0,35
Nitrogênio total mg/l	0,06	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0,11	0,12	0,11	1,10	3,03	1,95	1,95	0,04	0,35	0,35
Nitritos mg/l	0,003	<0,001	0,001	ND	ND	ND	ND	<0,001	ND	ND	ND	ND	0,035	ND	0,001	ND	0,007	<0,001
Nitratos mg/l	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0,81	0,16	6,99	7,34	1,99	12,04	1,15	20,32	14,40	0,29	0,63	0,67
Cloretos mg/l	0,33	12,01	4,33	5,29	4,33	0,73	5,77	3,84	23,55	26,43	5,29	31,34	21,15	25,47	27,39	6,73	22,11	1634,49
Fluoretos mg/l	<0,01	0,01	0,01	<0,01	0,03	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,05
Fosfato total mg/l	0,04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,03	0,10	0,17
Sólidos totais mg/l	36,00	44,00	41,00	38,00	31,00	33,00	41,00	30,00	111,00	115,00	49,00	192,00	107,00	223,00	180,00	40,00	59,00	3788,00
Sulfatos mg/l	-	-	-	-	-	-	-	-	-	ND	-	-	-	-	-	-	-	-
Alcalinidade total mg/l	-	-	-	-	-	-	-	-	-	ND	ND	ND	-	-	-	-	-	-
Carbonatos mg/l	-	-	-	-	-	-	-	-	-	ND	ND	ND	-	-	-	-	-	-
Bicarbonatos mg/l	-	-	-	-	-	-	-	-	-	ND	ND	ND	-	-	-	-	-	-
Cálcio mg/l	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,72	2,27	9,81	-	-	-	-	-	-
Magnésio mg/l	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,28	0,39	2,07	-	-	-	-	-	-
Ferro total mg/l	0,176	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,592	1,01	5,135
Potássio mg/l	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,24	0,35	5,34	-	-	-	-	-	-
Sódio mg/l	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11,35	2,61	18,22	-	-	-	-	-	-
Coliformes totais NMP / 100 ml	15 x 10 <sup>3</sup>	43 x 10 <sup>2</sup>	0	0	3,6	3,6	16 x 10 <sup>2</sup>	11 x 10 <sup>4</sup>	-	9,11	0	0	0	0	7,3	11 x 10 <sup>3</sup>	46 x 10 <sup>3</sup>	2,1 x 10 <sup>2</sup>
Coliformes fecais NMP / 100 ml	15 x 10 <sup>2</sup>	0	0	0	0	0	1,1 x 10 <sup>2</sup>	15 x 10 <sup>2</sup>	-	0	0	0	0	0	0	24 x 10 <sup>2</sup>	46 x 10 <sup>2</sup>	91

ND = Não Detectado

- Não Analisado

As análises bacteriológicas, DBO, e DQO foram efetuadas pelo laboratório de Eng. Química - UFFa.

As demais determinações foram realizadas pela CPRM - SECLAB - BH

**QUADRO 02**

**QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS DA CIDADE DE BRAGANÇA  
(06/10/97 a 05/11/97)**

AMOSTRA	DRENAGEM	VALOR OBTIDO	IQA CLASSIFICAÇÃO
BÇA – 01	RIO CHUMUCUI	51,41	ACEITÁVEL
BÇA – 16	IGARAPÉ DA CAIXA D'ÁGUA	49,11	ACEITÁVEL
BÇA – 17	IGARAPÉ DO CURRO	40,23	ACEITÁVEL
BÇA - 18	RIO CAETÉ	56,59	BOA

**8 – INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS**

**8.1 – Quanto ao Enquadramento**

A resolução CONAMA N.º 20, de 18/06/86 considera que o enquadramento dos corpos d'água deve estar baseado não necessariamente no seu estado atual, mas nos níveis de qualidade que deveriam possuir para atender às necessidades da comunidade. O artigo 20 dessa Resolução diz que cabe aos órgãos competentes enquadrarem as águas e estabelecerem programas permanentes de acompanhamento da sua condição, bem como programas de controle de poluição para efetivação dos respectivos enquadramentos. A letra “ f “ do citado artigo ressalta que enquanto não forem feitos os enquadramentos, as águas doces serão consideradas de Classe 2, que são aquelas destinadas aos seguintes usos preponderantes: abastecimento doméstico, após tratamento convencional; proteção das comunidades aquáticas; recreação de contato primário (esqui aquático, natação e mergulho); irrigação de hortaliças e plantas frutíferas; criação natural e / ou intensiva

(aqüicultura) de espécies destinadas à alimentação humana. Assim, Estão sendo consideradas nessa classe as águas estudadas na cidade de Bragança.

**8.2 – Quanto ao IQA**

O estudo efetuado para avaliação do Índice de Qualidade da Água, nos diversos pontos amostrados, apresentou valores que variaram de 40,23 (aceitável) a 56,59 (boa), cujo “range” reflete ampla variação na qualidade dos pontos estudados, estando relacionados com o grau de poluição (Quadro 02).

**8.3 – Quanto à Potabilidade**

As águas “in natura” das drenagens superficiais são impróprias para o consumo humano, devido, principalmente, a presença de coliformes totais e coliformes fecais, com NMP (Número Mais Provável) bastante elevado; aliado a esse agravante, verifica-se que, de acordo com Organização Mundial de Saúde (OMS), Ministério da Saúde, United States Public Health Service (USPHS) e Environment Protection Agency (EPA), os resultado de análises físico-químicas como DQO, cor, turbidez, dureza, nitrato e ferro, em várias amostras encontram-se

acima dos valores recomendados, ressaltando-se que a amostra BÇA – 18 (Rio Caeté) apresenta também valores extremamente altos de cloretos e sólidos totais.

Os valores de pH em todas as amostras variaram de 4.7 a 6.0, mostrando-se ligeiramente ácidas, ou seja, fora do padrão permitido pela Organização Mundial de Saúde (OMS) que é de 6,5 a 8,5.

## **9. FOCOS DE POLUIÇÃO**

A inexistência de Estação de Tratamento de Esgotos (ETE), aliada à presença de fossas negras e acúmulo inadequado de resíduos sólidos (lixo) nas margens e/ou proximidades das drenagens superficiais, tornam os cursos d'água altamente poluídos, principalmente na área urbana.

## **RECURSOS HÍDRICOS SUBTERRÂNEOS**

## **1 – OBJETIVO**

O objetivo principal é subsidiar a gestão municipal, na elaboração de projetos de poços para captação de águas subterrâneas e formar banco de dados através do Sistema de Informações de Águas Subterrâneas – SIAGAS, de amplitude nacional, visando:

- Cadastramento de poços do Município;
- Diagnosticar os diversos métodos de captação de água subterrânea;
- Orientar a construção de poços tubulares adaptados às características dos aquíferos e às necessidades de consumos atuais e futuros;
- Apresentar mapas, caracterizando as potencialidades aquíferas e a localização dos pontos d'água cadastrados;
- Elaborar o esboço geológico, visando o zoneamento de vulnerabilidade das unidades aquíferas; e
- Coletar, estrategicamente, amostras d'água subterrânea, destinando-as a análises físico-químicas e bacteriológicas, a fim de orientar suas formas de uso.

## **2 – DESCRIÇÃO SUMÁRIA DO ABASTECIMENTO D'ÁGUA**

O abastecimento d'água da cidade de Bragança é realizado pela Companhia de Saneamento do Pará – COSANPA,

cujo ponto de captação está localizado no rio Chumucui, afluente pela margem esquerda do rio Caeté, no cruzamento da rodovia PA – 112 (Anexo 01). A água bruta é lançada para uma estação de tratamento (ETA) distante cerca de 150 m. Através de uma adutora de 16 polegadas e 4.850 m de extensão, a água já tratada é enviada diretamente para 92.148 m de rede de distribuição e para um reservatório elevado de concreto de capacidade de 2.000 m<sup>3</sup>, localizado no bairro do Morro, na confluência da avenida Cônego Clementino com a travessa Dr. Lauro Sodré, servindo como reserva para os horários de maior demanda. A fim de auxiliar na distribuição, existe um reservatório elevado de 570 m<sup>3</sup> no bairro do Cereja, e outro (atualmente desativado) de 227 m<sup>3</sup> no bairro do Riozinho, em frente ao cemitério. A COSANPA atende cerca de 5.534 imóveis, que correspondem a 58% dos domicílios. Na área de invasão em Vila Sinhá, há um poço tubular de 4 polegadas de diâmetros e 30 m de profundidade, com um reservatório elevado de fibra de amianto com capacidade de 3.000 litros que atende a população carente, através de torneira pública nos horários de 05:00. às 11:00 h. e 14:00 h às 20 h.. Atualmente, está sendo construída uma base de concreto para um reservatório de 15.000 litros que deverá receber água de um poço tubular de profundidade prevista de 45 – 50 m a ser construído a curto prazo, a fim de minimizar o problema que



ainda afeta a comunidade carente dessa área. No conjunto João Mota existem 02 poços tubulares com profundidades de 50 metros e 06 polegadas de diâmetro cada, que abastecem 03 reservatórios de amianto de 12.000 litros cada, com distribuição d'água para o conjunto e comunidade carente vizinha.

Ressalta-se que grande parte da população de maior poder aquisitivo, além de usar água da COSANPA, possui também poços tubulares. A população mais carente da periferia, normalmente utiliza água de poços Amazonas.

## **2.1 – Água Superficial X Água Subterrânea**

Como fonte de abastecimento, as águas subterrâneas apresentam inúmeras vantagens quando comparadas com as águas superficiais (Costa 1996):

- Dispensa tratamento químico, o que onera bastante as águas superficiais em dispendiosas Estações de Tratamento de Água (ETA's).
- As áreas de captação e proteção são extremamente reduzidas.
- A recarga anual independe de períodos prolongados de estiagem, ao contrário do que ocorre com os reservatórios de superfície.
- Os prazos de execução de um poço são estabelecidos em

número de dias, enquanto que o complexo a ser instalado para captação, tratamento e distribuição das águas superficiais, pode levar dezenas de meses até anos.

- As águas subterrâneas não estão sujeitas, como as superficiais, ao intenso processo de evaporação.
- São muito melhores protegidas de eventuais poluições químicas ou atômicas em período de guerra.
- Os poços que apresentam um bom nível técnico nas fases do projeto, construção e operação, segundo as normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), têm vida útil superior a vinte anos, com amortização dos investimentos realizados em apenas 5 a 8 anos.
- O custo do metro cúbico fornecido pelas águas subterrâneas é substancialmente mais barato que o das águas superficiais.

## **3 – CARACTERIZAÇÃO GEOLÓGICA**

### **3.1 – Geologia Regional**

A coluna estratigráfica do município de Bragança é constituída por três unidades, reconhecidas e descritas na área por diversos autores. A mais antiga corresponde ao Grupo Gurupí (Proterozóico Inferior), que é constituído

por solo argiloso micáceo, avermelhado, sem estruturação perceptível, podendo estar relacionada às litologias da Formação Rio Piritoró (Costa et al. 1975 e 1977). Sua área de exposição ocorre na porção sul do município, sob forma ligeiramente elíptica, com o eixo maior orientado segundo a direção NW – SE.

Uma sedimentação siliciclástica terciária ocupa cerca de 65% do município, sendo constituída por argilitos, siltitos, arenitos e conglomerados, que segundo Costa (no prelo) corresponde ao Grupo Barreiras. Segundo Pastana et al. (1996), essa sedimentação, que abrange o nordeste do Pará, é constituída por dois sistemas deposicionais: uma continental, com leques aluviais e depósitos fluviais de rios meandrantés; e outra de natureza marinha dominada por marés. Essa unidade recobre a nível regional, além do Grupo Gurupí, os granitóides do Grupo Aurizona e os calcários fossilíferos com folhelhos e margas associados da Formação Pirabas.

Sobrejacente ao Grupo Barreiras, correspondendo ao Quaternário, há ocorrência de sedimentos recentes,

compostos por blocos ferruginosos, lentes de seixos de quartzo de pouca espessura, sedimentos inconsolidados constituídos de grãos de quartzo, fração silte e argila e depósitos de areia branca.

## **4-CARACTERIZAÇÃO HIDROGEOLÓGICA**

### **4.1 – Cadastramento de Poços**

No perímetro urbano da sede municipal, foram cadastrados 35 poços

Amazonas e 68 poços tubulares (Anexo 1), com profundidade entre 12 e 50 metros. De posse das características dos poços, foram preenchidas fichas padronizadas, cujos dados foram transferidos para uma Planilha de Inventário Hidrogeológico Básico (Quadro 03.).

A execução dos poços esteve sob a responsabilidade de particulares. Suas coordenadas UTM e/ou geográficas foram obtidas utilizando-se um GPS do tipo Garmin.

## QUADRO 03

# PLANILHA DE INVENTÁRIO HIDROGEOLÓGICO BÁSICO      MUNICÍPIO: Bragança      ESTADO: Pará

Sigla Do Poço	Tipo De Poço	LOCALIZAÇÃO				Ano de Construção	Empresa Construtora	CARACTERÍSTICA DO POÇO						EQUIPAMENTO		AQUÍFERO		Uso Da Água		
		Local	Proprietário	Coordenadas				Ø da boca (pol)	Profundidade (m)	Profundidade NE (m)	Revestimento		Profundidade ND (m)	Vazão (m³/h)	Unidade Bombeamento	Reservatório (m³)	Tipo		Litologia	
				Latitude S	Longitude W						Ø (pol)	Tipo								
JÁ-01	E	P. SOCORRO	L. AUGUSTO	01°02'36"	46°46'13"	1962	-	41	5,80	4,50	-	TIJOLO	-	3,00	BI	0,5	Li	Ar	H	
JÁ-02	T	P. SOCORRO	A. OLIVEIRA	01°02'36"	46°46'12"	-	-	-	24,00	-	-	4	T. PVC	-	2,00	BI	1,0	Li	Ar	H
JÁ-03	T	P. SOCORRO	C. LUÍS	01°02'37"	46°46'14"	1994	PARTICULAR	-	18,00	-	-	4	T. PVC	-	2,00	BI	6,0	Li	Ar	H
JÁ-04	T	P. SOCORRO	V. MORAIS	01°02'36"	46°46'23"	-	PARTICULAR	-	9,00	-	-	4	T. PVC	-	1,00	BI	1,0	Li	Ar	H
JÁ-05	E	P. SOCORRO	V. PEREIRA	01°02'39"	46°46'26"	1987	PROPRIETÁRIO	39,4	5,45	4,05	-	-	-	-	-	-	Li	Ar	H	
JÁ-06	E	P. SOCORRO	N. PEREIRA	01°02'41"	46°46'27"	1988	PARTICULAR	39,4	8,75	6,85	-	TIJOLO	-	-	-	-	Li	Ar	H	
JÁ-07	E	V. SINHA	M. ROSÁRIO	01°02'45"	46°46'29"	1996	PARTICULAR	51,2	7,70	-	-	-	-	-	-	-	Li	Ar	H	
JÁ-08	T	V. SINHA	M. BENEDITO	01°02'39"	46°46'35"	1997	PARTICULAR	-	24,00	-	-	4	T. PVC	3,00	BI	1,5	Li	Ar	H	
JÁ-09	E	V. SINHA	P. PAULO	01°02'38"	46°46'43"	1992	PROPRIETÁRIO	35,4	10,55	7,15	-	TIJOLO	-	1,00	BS	0,5	Li	Ar	H	
JÁ-10	T	P. SOCORRO	P M B	01°02'38"	46°46'21"	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Li	Ar	H	
JÁ-11	T	P. SOCORRO	M. VERISSIMO	01°02'42"	46°46'18"	1986	PROPRIETÁRIO	-	24,00	-	-	4	T. PVC	2,00	BI	1,0	Li	Ar	H	
JÁ-12	T	P. SOCORRO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	BI	-	Li	Ar	H	
JÁ-13	E	P. SOCORRO	J. ILDEMAR	01°02'29"	46°46'24"	1992	PARTICULAR	39,4	5,85	3,60	-	-	-	-	-	-	Li	Ar	H	
JÁ-14	E	P. SOCORRO	P. CLETO	01°02'30"	46°46'21"	-	-	39,4	6,20	4,25	-	-	-	-	-	-	Li	Ar	H	
JÁ-15	T	P. SOCORRO	R. DA SILVA	01°02'30"	46°46'11"	1987	PARTICULAR	-	12,00	-	-	3	T. PVC	1,00	BC	0,6	Li	Ar	H	
JÁ-16	E	P. SOCORRO	R. OLIVEIRA	01°02'31"	46°46'08"	-	PARTICULAR	39,4	3,55	3,10	-	-	-	-	-	-	Li	Ar	H	
JÁ-17	T	P. SOCORRO	E. SOUZA	01°02'38"	46°46'08"	1988	PARTICULAR	-	12,00	-	-	2	T. PVC	3,00	BC	1,5	Li	Ar	H	
JÁ-18	T	P. SOCORRO	R. LUCAS	01°02'41"	46°46'04"	1993	PARTICULAR	-	18,00	-	-	4	T. PVC	4,00	BC	1,0	Li	Ar	H	
JÁ-19	T	P. SOCORRO	R. DA COSTA	01°02'47"	46°46'03"	1989	PARTICULAR	-	20,00	-	-	4	T. PVC	5,00	BC	1,0	Li	Ar	H	
JÁ-20	T	P. SOCORRO	A. DA COSTA	01°02'52"	46°46'09"	1997	PARTICULAR	-	18,00	-	-	4	T. PVC	4,00	BI	1,0	Li	Ar	H	
JÁ-21	T	P. SOCORRO	E. VIEIRA	01°02'53"	46°46'15"	1996	PARTICULAR	-	25,00	-	-	4	T. PVC	9,00	BI	3,0	Li	Ar	H	
JÁ-22	E	P. SOCORRO	G. BATISTA	01°02'27"	46°46'21"	1993	PARTICULAR	43,3	5,80	4,80	-	-	-	-	-	-	Li	Ar	H	
JÁ-23	E	P. SOCORRO	J. RIBAMAR	01°02'20"	46°46'20"	1986	PROPRIETÁRIO	35,4	5,80	5,45	-	-	-	-	-	-	Li	Ar	H	
JÁ-24	E	P. SOCORRO	A. MARTINS	01°02'18"	46°46'26"	1995	PARTICULAR	39,4	7,07	6,87	-	-	-	-	-	-	Li	Ar	H	
JÁ-25	E	P. SOCORRO	M. ALVES	01°02'18"	46°46'28"	1996	-	29,5	10,60	10,05	-	-	-	-	-	-	Li	Ar	H	
JÁ-26	E	P. SOCORRO	B. SILVA	01°02'05"	46°46'21"	-	-	35,4	2,15	1,65	-	-	-	-	-	-	Li	Ar	H	
JÁ-27	E	P. SOCORRO	M. DEUSALINA	01°02'08"	46°46'28"	-	-	39,4	2,60	2,50	-	-	-	-	-	-	Li	Ar	H	
JÁ-28	E	V. SINHA	L. MENDONÇA	01°02'54"	46°46'25"	1994	PARTICULAR	47,2	3,80	3,10	-	-	-	-	-	-	Li	Ar	I	
JÁ-29	E	V. SINHA	D. TAVARES	01°02'57"	46°46'30"	1996	PROPRIETÁRIO	39,4	3,65	3,00	-	-	-	-	-	-	Li	Ar	H	
JÁ-30	T	V. SINHA	B. FERREIRA	01°02'54"	46°46'36"	1984	PARTICULAR	-	27,00	-	-	4	T. PVC	2,50	BI	7,0	Li	Ar	H	
JÁ-31	T	V. SINHA	P M B	01°02'55"	46°46'52"	1997	PARTICULAR	-	30,00	-	-	4	T. PVC	1,50	BI	3,0	Li	Ar	H	
JÁ-32	T	V. SINHA	A. BORGES	01°02'58"	46°46'42"	1997	PARTICULAR	-	24,00	-	-	4	T. PVC	3,00	BI	0,5	Li	Ar	H	
JÁ-33	T	V. SINHA	P M B	01°03'15"	46°46'42"	1993	PARTICULAR	-	18,00	-	-	4	T. PVC	2,50	BI	5,0	Li	Ar	H	
JÁ-34	E	V. SINHA	A. JOSÉ	01°03'17"	46°46'37"	1994	PARTICULAR	35,4	14,80	14,05	-	TIJOLO	-	-	-	-	Li	Ar	H	
JÁ-35	T	V. SINHA	J. MOTA	01°03'02"	46°46'44"	1990	SENCO ENG.*	-	50,00	-	-	6	T. PVC	3,00	BS	36,00	Li	Ar	H	
JÁ-36	E	V. SINHA	W. CARDOSO	01°03'11"	46°46'29"	1996	PARTICULAR	39,4	14,10	13,30	-	TIJOLO	-	-	-	-	Li	Ar	H	

CONVENÇÕES: Unidade de Bombeamento: BI = Bomba Injetora, Bomba Centrífuga, BS = Bomba Submersa  
 Tipo de Poço: T = Tubular perfurado à maquina, E = Escavado  
 Tipo de Aquífero: Li = Livre.  
 Uso da Água: H = Consumo humano  
 Litologia do Aquífero: Ar = Arenito.

DATA: OUT/ 97

QUADRO 03 (CONT...)

PLANILHA DE INVENTÁRIO HIDROGEOLÓGICO BÁSICO      MUNICÍPIO: Bragança      ESTADO: Pará

Sigla Do Poço	Tipo De Poço	LOCALIZAÇÃO				Ano de Construção	Empresa Construtora	CARACTERÍSTICA DO POÇO						EQUIPAMENTO		AQUÍFERO		Uso Da Água	
		Local	Proprietário	Coordenadas				Ø da boca (pol)	Profundidade (m)	Profundidade NE (m)	Revestimento		Profundidade ND (m)	Vazão (m³/h)	Unidade Bombeamento	Reservatório (m³)	Tipo		Litologia
				Latitude S	Longitude W						Ø (pol)	Tipo							
JÁ-37	T	V. SINHA	Z. GONÇALVES	01°03'08"	46°46'24"	1992	PARTICULAR		12,00		4	T. PVC		2,50	BC	0,5	Li	Ar	H
JÁ-38	E	V. SINHA	M. VENANCIO	01°03'14"	46°46'24"	1990		31,5	1,45	0,55		TÁBUA					Li	Ar	H
JÁ-39	T	V. SINHA	D. DOS SANTOS	01°03'06"	46°46'19"	1996	PARTICULAR		12,00		4	T. PVC		2,50	BC	0,5	Li	Ar	H
JÁ-40	E	Pe. LUIZ	J. FIRMINO	01°02'58"	46°46'11"	1987		47,2	7,45	5,75		-					Li	Ar	H
JÁ-41	T	Pe. LUIZ	P M B	01°02'57"	46°46'18"	1992	PARTICULAR		16,00		4	T. PVC		2,50	BI	1,2	Li	Ar	H
JÁ-42	E	Pe. LUIZ	JOSÉ BRAZ	01°02'42"	46°45'48"	1988	PARTICULAR	51,2	5,50	3,70		TIJOLO					Li	Ar	H
JÁ-43	T	Pe. LUIZ	ENEAS PIRES	01°02'55"	46°45'53"	1993			18,00		4	T. PVC		3,00	BI	1,5	Li	Ar	H
JÁ-44	T	ALDEIA	ESTADO	01°03'04"	46°45'49"	1997			18,00		6	T. PVC		3,00	BC	2,0	Li	Ar	H
JÁ-45	T	CENTRO	J. DE SOUZA	01°03'06"	46°45'52"	1990	PARTICULAR		24,00		4	T. PVC		5,00	BI	3,0	Li	Ar	H
JÁ-46	T	Pe. LUIZ	LUIZ MARIA	01°02'59"	46°46'04"	1982	PARTICULAR		18,00		4	T. PVC		1,00	BC	0,5	Li	Ar	H
JÁ-47	T	Pe. LUIZ	ESTADO	01°03'01"	46°46'00"				18,00		4	T. PVC			BC	6,0	Li	Ar	H
JÁ-48	T	Pe. LUIZ	M. ACÁCIO	01°02'49"	46°45'55"	1985			10,00		4	T. PVC		2,00	BC	1,0	Li	Ar	H
JÁ-49	T	ALDEIA	J. DOS REIS	01°03'13"	46°45'46"	1995	PARTICULAR		12,00		4	T. PVC		4,00	BC	1,0	Li	Ar	H
JÁ-50	T	ALDEIA	B. SIMEÃO	01°03'07"	46°45'38"	1991			24,00		4	T. PVC		3,00	BC	1,5	Li	Ar	H
JÁ-51	T	ALDEIA	P M B	01°03'00"	46°45'31"	1988	PARTICULAR		12,00		4	T. PVC		4,00	BC	6,0	Li	Ar	H
JÁ-52	T	ALDEIA	I. MOURA	01°03'10"	46°45'32"	1982			73,00		5	T. PVC			BI	50,0	Li	Ar	H
JÁ-53	T	ALDEIA	P M B	01°02'54"	46°45'40"	1985	PARTICULAR				4	T. PVC		5,00	BC	5,0	Li	Ar	H
JÁ-54	E	CEREJA	J. RAIMUNDO	01°03'21"	46°46'15"			33,5	2,75	1,25		TIJOLO					Li	Ar	H
JÁ-55	T	CEREJA	B. ESTEVÃO	01°03'19"	46°46'06"	1994	PARTICULAR		24,00		4	T. PVC		1,50	BI	2,0	Li	Ar	H
JÁ-56	T	CENTRO	A. SIMÃO	01°03'23"	46°45'58"	1991	PARTICULAR		24,00		4	T. PVC		1,50	BI	2,0	Li	Ar	H
JÁ-57	T	CENTRO	I M S T	01°03'18"	46°45'57"						4	T. PVC		3,00	BI	3,0	Li	Ar	H
JÁ-58	T	CEREJA	M. DE NAZARÉ	01°03'23"	46°46'14"	1995	PARTICULAR		24,00		4	T. PVC		3,00	BI	1,0	Li	Ar	H
JÁ-59	T	CEREJA	K. FELDHAUS	01°03'16"	46°46'10"	1990	PARTICULAR		24,00		4	T. PVC		3,00	BI	1,5	Li	Ar	H
JÁ-60	T	CEREJA	R. SANTOS	01°03'10"	46°46'13"	1993	PARTICULAR		18,00		4	T. PVC		3,00	BI	1,5	Li	Ar	H
JÁ-61	T	CENTRO		01°03'25"	46°45'53"						6	T. PVC		2,00	BI	2,0	Li	Ar	H
JÁ-62	T	CENTRO		01°03'27"	46°45'57"												Li	Ar	H
JÁ-63	T	ALEGRE	D. DE SOUZA	01°03'34"	46°46'06"				25,00		4	T. PVC		2,00	BI	1,0	Li	Ar	H
JÁ-64	T	RIOZINHO		01°03'33"	46°45'54"						4	T. PVC			BI		Li	Ar	H
JÁ-65	T	RIOZINHO	A. SOARES	01°03'31"	46°45'43"	1997			24,00		4	T. PVC		2,00	BI	2,0	Li	Ar	H
JÁ-66	E	CENTRO	M. EURIDES	01°03'29"	46°45'43"	1957	PARTICULAR	43,3	6,35	4,10		TIJOLO					Li	Ar	H
JÁ-67	T	CENTRO	I M S T	01°03'13"	46°46'01"	1977			24,00		4	T. PVC		4,00	BI	17,0	Li	Ar	H
JÁ-68	E	TAIRA	AMBRÓSIO	01°03'41"	46°47'07"			39,3	0,60	0,20							Li	Ar	H
JÁ-69	E	TAIRA	A. ALVES	01°03'38"	46°47'02"	1993	PROPRIETÁRIO	33,5	4,45	4,05		TIJOLO					Li	Ar	H
JÁ-70	T	TAIRA	T. DE GUERRA	01°03'43"	46°46'59"				18,00		4	T. PVC		3,00	BI	1,0	Li	Ar	H
JÁ-71	T	VILA NOVA	SENAI	01°03'54"	46°46'48"	1985			24,00		4	T. PVC		6,00	BI	27,0	Li	Ar	H
JÁ-72	T	TAIRA	J. OLIVEIRA	01°03'39"	46°46'39"	1996	PARTICULAR		24,00		4	T. PVC		1,00	BI	1,0	Li	Ar	H

CONVENÇÕES: Unidade de Bombeamento: BI = Bomba Injetora, Bomba Centrífuga  
 Tipo de Poço: T = Tubular perfurado à maquina, E = Escavado  
 Tipo de Aquífero: Li = Livre.  
 Uso da Água: H = Consumo humano

DATA: OUT / 97



## **4.2 – Unidades Aquíferas**

O município de Bragança está inserido na bacia sedimentar Bragança-Viseu. A região estudada compreende a sede municipal e adjacências, correspondendo à área de ocorrência de sedimentos siliciclásticos terciários do Grupo Barreiras e areiais e aluviões atuais e sub-atuais Pós – Barreiras.

As aluviões são aquíferos de natureza livre, constituídas de argila e areia, ocorrendo às margens do rio Caeté.

A principal unidade aquífera é o Grupo Barreiras, cuja litologia, caracterizada por alternâncias de sedimentos argilosos, silticos, arenosos e conglomeráticos, constitui sistemas múltiplos que podem ser explorados por poços tubulares de 120 m de profundidade, principalmente as camadas arenosas e conglomeráticas que apresentam boa porosidade e permeabilidade.

## **4.3 – Captação Subterrânea**

A água distribuída pela COSANPA à população da cidade de Bragança é proveniente do rio Chumucuí. Em locais onde há falta e/ou escassez d'água é explorado o aquífero livre, através de poços Amazonas e/ou tubulares rasos.

Os tipos Amazonas possuem diâmetros que variam de 0,75 m a 1,50 m, e nível estático oscilando entre 0,20 m a 14,05 m. Nos poços tubulares os

diâmetros são de 2", 3", 4" e 6", predominando os de 4", revestimentos de PVC, filtros serrilhados de 3 a 4 m de comprimento e 1 mm de abertura, e vazões variando de 1 a 6 m<sup>3</sup>/h, estando adaptados com bombas injetoras ou centrífugas.

## **5 – ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS E BACTERIOLÓGICAS**

Ao se destinar uma água para consumo humano, há necessidade de análises físico-químicas e bacteriológicas, a fim de se verificar se ela se encontra dentro dos padrões de potabilidade recomendados por organizações nacionais e internacionais, como o Ministério da Saúde e Organização Mundial de Saúde. Assim sendo foram selecionadas e enviadas para análises 7 amostras de água subterrânea, cujos resultados se encontram na Tab. 01.

## **6 – CLASSIFICAÇÃO DA ÁGUA**

As amostras BÇA – 10, BÇA – 11 e BÇA - 12, representativas de poços tubulares da cidade de Bragança, foram analisadas com intuito precípuo de serem classificadas segundo suas fácies hidroquímicas (Santos 1997). Utilizando-se o Diagrama Triangular de Piper, a partir dos parâmetros físico-químicos da Tab. 01, essas amostras apresentaram a seguinte classificação:

Amostra	Fácies Hidroquímicas
BÇA – 10	Cloretada sódica
BÇA – 11	Cloretada mista
BÇA - 12	Cloretada sódica

## 7 – VULNERABILIDADE DAS UNIDADES AQÜÍFERAS

A vulnerabilidade de um aquífero é definida como o maior ou menor grau de disponibilidade que esse aquífero apresenta de sofrer contaminação, estando diretamente ligada a fatores hidrogeológicos e antrópicos.

A carga contaminante lançada no solo, como resultado da atividade humana, é caracterizada em função de sua classe, intensidade, modo de disposição no terreno e duração, enquanto a litologia e estrutura hidrogeológica do terreno condicionam a vulnerabilidade do sistema aquífero. Como se verifica, há condições de se controlar ou modificar a carga contaminante, o que não ocorre com a vulnerabilidade do aquífero.

Existem vários métodos para calcular o índice de vulnerabilidade. O mais difundido é o chamado DRASTIC (Aller et al, 1987; In: Costa, 1996), para o qual é necessário um número elevado e consistente de parâmetros, usado para a poluição em geral e para a poluição agrícola.

Quando os dados são inconsistentes e/ou escassos, adota-se um método mais simples, denominado

GOD, pelo qual é possível definir quatro categorias de vulnerabilidade:

- a) **Vulnerabilidade Extrema:** aquífero vulnerável à maioria dos contaminantes da água, com um impacto relativamente rápido em muitos cenários de poluição.
- b) **Vulnerabilidade Alta:** aquífero vulnerável a muitos contaminantes, exceto àqueles que são muito absorvíveis e/ou facilmente transformáveis.
- c) **Vulnerabilidade Baixa:** aquífero vulnerável aos poluentes mais persistentes e a longo prazo.
- d) **Vulnerabilidade Desprezível:** as camadas confinantes não permitem nenhum fluxo significativo da água subterrânea.

Fazendo-se uma adaptação do método GOD, de uma maneira superficial, as unidades aquíferas no perímetro urbano e periferia da cidade de Bragança,

apresentam os seguintes graus de vulnerabilidade:

- A região onde há ocorrência do Grupo Barreiras, corresponde a um grau de vulnerabilidade baixo, devido os vários sistemas estarem bem protegidos por camadas impermeáveis confinantes.

- A zona que corresponde ao grau de vulnerabilidade alto, está relacionada com as aluviões, que devido a permeabilidade e porosidade relativamente altas e níveis estáticos rasos, contribuem para migração de agentes poluentes.

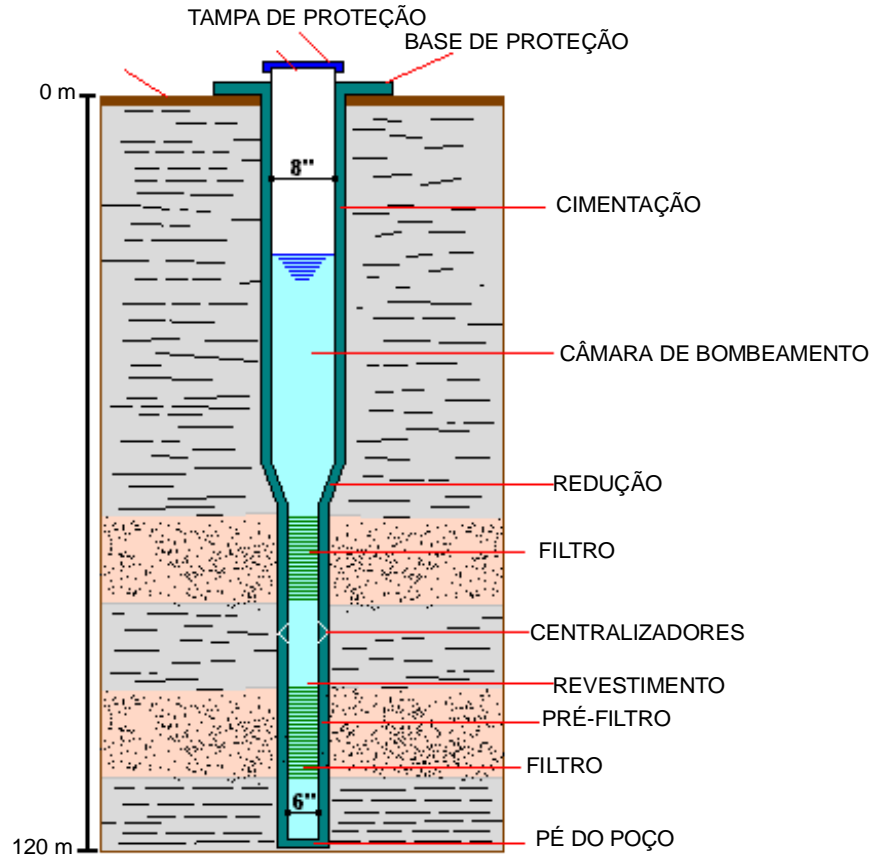
## **8 – PROPOSTA TÉCNICA**

### **8.1 – Projeto para Poços Tubulares**

Na escolha de uma área para a construção de poços tubulares, há necessidade de conhecimentos da sua litologia e hidrologia.

A cidade de Bragança, está assentada sobre a unidade aquífera Barreiras, cujo comportamento hidrogeológico, em áreas homólogas, apresenta bons índices de produtividade. Este fato, aliado às informações adquiridas durante o cadastramento, permite que seja apresentado projeto de poço profundo semelhante ao construído na cidade vizinha de Urumajó, com profundidade de 120 m, diâmetro de perfuração de 8” com redução para 6” e vazão para exploração de 80m<sup>3</sup>/hora (Fig. 02). O posicionamento dos filtros deve ser estabelecido através da perfilagem geofísica, preferencialmente pelo método GAMA, que define satisfatoriamente os níveis arenosos e argilosos (Nery 1997).





Fonte: Demétrio e Manoel Filho, 1997.

Fig. 02 - CROQUI ESQUEMÁTICO DE UM POÇO TUBULAR

## 8.2 – Demanda de Água

Segundo o Censo / 96 do IBGE, a ser publicado, a população da cidade de Bragança é de 47.769 habitantes. Considerando-se a necessidade de 200 l / hab. / dia, para uma população de 48.000 habitantes, verifica-se que a produção diária deverá ser em torno de 9.600 m<sup>3</sup> de água.

## 8.3 – Número de Poços (Área Urbana)

Com uma vazão estimada de 80 m<sup>3</sup>/ h e um regime de bombeamento de

20 h / dia, a produção diária de um poço com as características acima mencionadas corresponderá à 1.600 m<sup>3</sup>, havendo necessidade da construção de 6 poços para atender a demanda atual.

## 8.4 – Avaliação Econômica

Para a avaliação dos custos da construção e produção de um poço, há necessidade de serem considerados alguns conceitos de matemática financeira. Para isso é preciso conhecer os principais fatores que interferem nos

cálculos, com os quais determina-se o custo de produção do m<sup>3</sup> d'água (Rebouças 1997).

Para efeito do cálculo abaixo, foi considerado R\$ 700,00 o metro perfurado.  
Principais Fatores:

<b>Profundidade do poço</b>	<b>=</b>	<b>120 metros</b>
Custo do Poço	=	R\$ 84.000,00
Custo da Bomba	=	R\$ 15.000,00
Vida Útil do Poço	=	30 anos
Vida Útil da Bomba	=	05 anos
Regime	=	20 h / dia
Taxa de Manutenção ( i ) 10% do valor do Poço	=	R\$ 8.400,00

#### 8.4.1 – Valor da Atualização

O valor atual ( VA ) de um investimento futuro pode ser calculado pela seguinte expressão:

$$VA = \frac{F}{(1+i)^n}, \text{ onde}$$

F= Valor futuro de um capital inicial

PI= Taxa de juro

n= número de anos

Dessa maneira, calculou-se o valor de atualização da bomba ( VAB ), conforme abaixo:

$$VA1 = R\$ 15.000,00$$

$$VA2 = \frac{15.000,00}{(1+0,1)^5} = R\$ 9.313,82$$

$$VA3 = \frac{15.000,00}{(1+0,1)^{10}} = R\$ 5.783,15$$

$$VA4 = \frac{15.000,00}{(1+0,1)^{15}} = R\$ 3.590,88$$

$$VA5 = \frac{15.000,00}{(1+0,1)^{20}} = R\$ 2.229,65$$

$$VA6 = \frac{15.000,00}{(1+0,1)^{25}} = R\$ 1.384,44$$

$$VAB = VA1 + VA2 + VA3 + VA4 + VA5 + VA6 = R\$ 37.301,94$$

#### 8.4.2 – FATOR DE RECUPERAÇÃO DO CAPITAL DAS BOMBAS ( CB )

$$CB = \frac{P \times i \times (1+i)^n}{(1+i)^n - 1}$$

$$CB = \frac{37.301,94 \times 0,1 \times (0,1 + 1)^{30}}{(1 + 0,1)^{30} - 1}$$

$$CB = \frac{65.089,66}{16,45}$$

$$CB = R\$ 3.956,82$$

### 8.4.3 - FATOR DE RECUPERAÇÃO DO CAPITAL DO POÇO ( CP )

$$CP = \frac{P \times i (1+i)^n}{(1+i)^n - 1}$$

$$CP = \frac{84.000 \times 0,1 (1+0,1)^{30}}{(1+0,1)^{30} - 1}$$

$$CP = \frac{146.574,98}{16,45}$$

CP= R\$ 8.910,33

### 8.4.4 – FATOR DE RECUPERAÇÃO DO CUSTO DE MANUTENÇÃO ( CM )

CM= 10% x CP

CM= 0,1 x 84.000,00

CM= R\$ 8.400,00

### 8.4.5 – FATOR DE RECUPERAÇÃO DO CUSTO DE ENERGIA ( P = 15 x Q x H )

Q= 80 m<sup>3</sup>/h = 2,2 x 10<sup>-2</sup> m<sup>3</sup>/s

H= 80 m ( altura manométrica )

P= 15 x 0,022 x 80

P= 26,4 kw ( Potência de Energia consumida em uma hora de bombeamento )

P20h= 26,4 x 20 = 528 kw ( Potência de Energia consumida em 20 horas de bombeamento )

P= 528 x 365 x R\$ 0,1169 ( Tarifa de energia )

P= R\$ 22.528,97 = Consumo anual de energia ( CE )

### 8.4.6 - CUSTO DE PRODUÇÃO DO M<sup>3</sup> DE ÁGUA ( CPM<sup>3</sup> )

Vazão = 80 x 7300 = 584.000 m<sup>3</sup>/ano

$$CPM^3 = \frac{CP + CB + CM + CE}{Vazão\ anual}$$

$$CPM^3 = \frac{8.910,33 + 3.956,82 + 8.400,00 + 22.528,97}{584.000}$$

$$CPM^3 = \frac{43.796,12}{584.000}$$

**CPM<sup>3</sup> = R\$ 0,0749**

## **9 – CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES**

Embora se tenha realizado apenas uma campanha ( 06/10/97 a 05/11/97 ) para o reconhecimento dos recursos hídricos da cidade de Bragança, os resultados analíticos, obtidos dos parâmetros físico-químicos e bacteriológicos, aliados às observações de campo, permitem que se faça algumas considerações dos locais estudados:

- As águas superficiais são consideradas de classe 2, até que um estudo detalhado, com o devido acompanhamento pelos órgãos competentes, seja efetuado, para fazer o enquadramento.
- Os resultados analíticos mostram que os rios Caeté e Chumucui e os igarapés da Caixa d'água e do Curro, na área de influência urbana, apresentam-se fortemente poluídos por coliformes totais e coliformes fecais, tornando suas águas impróprias para o consumo humano, in natura. O rio Caeté, por receber dejetos pelo run-off urbano e influência de marés, apresenta também valores elevados de turbidez, condutividade, dureza, DBO<sub>5</sub>, DQO e Fe.
- Os Índices de Qualidade da Água encontrados ( 40,23 a 56,59 ) refletem os efeitos relacionados com a grande maioria das fontes poluidoras (macro-poluentes). A sistemática utilizada é de grande importância para o monitoramento das águas superficiais.
- Com a finalidade precípua de se avaliar o grau de potabilidade da água consumida pela população, foi constatada a eficiência do tratamento usado pela ETA em pontos amostrados ao longo da rede de distribuição. Entretanto, a amostragem executada no tanque d'água tratada na própria ETA, revelou no momento da coleta, a presença de NMP de coliformes totais bastante elevado. Considerando-se que a bactéria característica desse grupo é comumente encontrada em grãos, vegetais e conseqüentemente no solo, acredita-se que a ação dos ventos pode tê-la transportada e depositada nos tanques à céu aberto da ETA, comprometendo momentaneamente a qualidade d'água.
- Do total de 7 poços tubulares amostrados, 4 apresentaram problemas com relação à qualidade d'água: a amostra BÇA – 07, representativa do poço tubular de 16 m, localizado na Escola Municipal de Ensino Fundamental Cristiano Rosa, apresenta NMP de

coliformes totais e fecais de  $16 \times 10^2$  e  $1,1 \times 10^2$ , respectivamente, o que a torna imprópria para o consumo humano, devendo estar causando na população estudantil consumidora doenças gastrointestinais; a amostra BÇA – 10, correspondente ao poço tubular de 18 m, localizado no Tiro de Guerra, apresenta NMP de coliformes totais igual à 9,1, devendo estar sendo poluída por bactérias transportadas pelo vento, havendo necessidade de melhor proteção do poço contra agentes poluentes externos; os poços BÇA – 12 e BÇA – 14, localizados na Ação social e residência do Sr. Klaus Feldhaus, apresentaram teores elevados de nitrato ( 12,04 e 20,32, respectivamente ).

- O poço amazonas BÇA – 08, localizado na residência da Sr.<sup>a</sup> Maria Deusarina, apresenta NMP de coliformes totais igual a  $11 \times 10^3$  e coliformes fecais igual a  $15 \times 10^2$ , que, por si, só a torna imprópria para o consumo humano. Já o poço amazonas BÇA – 15 pertencente, ao Sr. Antônio Marinho, apresenta NMP de coliformes totais de 7,3 e teor de nitrato igual a 14,40 mg/l, colocando-a também fora dos padrões de potabilidade.
- Teores de nitrato acima do Valor Máximo Permissível (VMP)

que é de 10 mg/l, pode provocar na população consumidora, principalmente em crianças, o estado mórbido denominado Cianose ou Methemoglobinemia ( redução na oxigenação do sangue).

- As águas poluídas por coliformes totais e/ou coliformes fecais deverão ser fervidas, filtradas e adicionadas 2 (duas) gotas de hipoclorito de sódio para cada litro de água, esperando 30 minutos para depois consumi-la. Com esse procedimento evitar-se-á muitas doenças de veiculação hídrica.
- O abastecimento de água potável para qualquer comunidade é uma preocupação constante das autoridades, com relação ao bem estar e qualidade de vida da população. Tendo em vista tratamento dispendioso nas ETA's, aliado às águas do lençol freático exploradas por poços tubulares rasos, e sujeitas à contaminação por fossas sépticas e/ou negras às proximidades, sugere-se a construção de poços tubulares profundos, semelhantes ao da cidade vizinha de Urumajó, que apresenta vazão para exploração de  $80 \text{ m}^3/\text{h}$ , 120 m de profundidade e diâmetro de 8 polegadas. Acredita-se que, obedecendo às normas da ABNT e atravessando, se possível, toda a formação aquífera do Grupo Barreiras, os poços a serem executados

apresentarão o melhor rendimento hidráulico e, conseqüentemente, reduzindo consideravelmente ou mesmo eliminando o problema de abastecimento d'água potável da cidade de Bragança.

Há necessidade de se criar uma **Área de Proteção de Manancial** (APM), do rio Chumucui, evitando-se desmatamento e expansão da área urbana para essa região a fim de que não haja rebaixamento do lençol freático, com desequilíbrio do ecossistema, que poderá

- 

comprometer o sistema atual de abastecimento d'água.

- Finalmente, espera-se que este trabalho pioneiro tenha continuidade, através de monitoramento, sugerindo-se a contratação de profissional com especialização nos temas abordados neste relatório, com o intuito de acompanhar os trabalhos a serem desenvolvidos e também ajudar numa política de recursos hídricos para esta progressista região.

## 10 - BIBLIOGRAFIA

- ÁGUA: qualidade, padrões de potabilidade e poluição. São Paulo: CETESB, 1974, 208p. il
- ALEXANDRE, Nadja Zim. KREBS, Antônio Silvio Jornada. Qualidade das Águas Superficiais do Município de Criciúma-SC. Relatório Final. Porto Alegre: CPRM, 1995, il; mapa. (Série Recursos Hídricos - Porto Alegre, v. 06-PROGESC).
- BRANCO, Samuel Murgel. Hidrobiologia Aplicada à Engenharia Sanitária. 3. Ed. São Paulo: CETESB/ASCETESB, 1986.640p. : il.
- BRANCO, Samuel Murgel. ROCHA, Aristides Almeida. Elementos de Ciências do Ambiente. 2. Ed. São Paulo: CETESB/ASCETESB1987.206p. : il.
- BRASIL, Resolução n.º 20 de 18 de junho de 1986. Estabelece a Resolução/CONAMA (Conselho Nacional de Meio Ambiente)/ N.º 003, de 05 de junho de 1984 (águas: doces, salinas e salobras). DIÁRIO OFICIAL DA UNIÃO (REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL) Brasília, p. 11.356, 60 jul. 1986.
- COSTA, José Lima da. Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil. Programa Grande Carajás, Castanhal Folha AS. 23 – V-C. Estado do Pará: nota explicativa: Belém: CPRM, 1998. 136 p., il.
- COSTA, W. D. Usos e gestão de água subterrânea. Recife: CPRM, ATEPE, LABHID-UFPE, 1996, 62p. [ 3º Curso de Tecnologia Hidrogeológica Aplicada ].
- DEMÉTRIO, J.G.A., MANOEL FILHO, J. Projeto e Construção de Poços. In: FEITOSA, F.A.C. ed; MANOEL FILHO, J. ed. Fortaleza: CPRM, LAB – HID – UFPE, 1997. 412 p. P. 185 – 202.
- Determinação de Oxigênio dissolvido em águas. Método de Winkler modificado pela azida sódica – CETESB L5. 169.
- GUIA, de coleta e preservação de Amostras de água. São Paulo: CETESB, 1988. 149p.
- IBGE, Censo 1996.
- MENTE, A. As condições hidrogeológicas do Brasil. In: HIDROGEOLOGIA-CONCEITOS E APLICAÇÕES/Albert Mente. Fortaleza: CPRM-LABHID-UFPE, 1997. C.13.p.323-340.
- NERY, G. G. Perfilagem geofísica aplicada à água subterrânea. In: HIDROGEOLOGIA-CONCEITOS E APLICAÇÕES/Fernando A. C. Feitosa e João Manoel Filho. Fortaleza: CPRM, LABHID-UFPE, 1997.C.10, p.203-241.
- Notas de aula do curso de engenharia das ciências ambientais - NUMA-UFPA-1994.
- REBOUÇAS, A. da C. Gestão de Aquíferos. Belém: UFPA, 1997. 22p. [ Curso de Especialização UFPA-Belém ].
- SANTOS, A. C. Noções de Hidroquímica. In: FEITOSA, Fernando A. C. ed. MANOEL FILHO, João ed Hidrogeologia, conceitos e aplicações. Fortaleza: CPRM, LABHID-UFPE, 1997. p: 81-108 [cap5].

SOUZA, A. M. M. de . Reconhecimento dos aquíferos da Cidade de Monte Alegre. Belém: CPRM – PRIMAZ, 1998. II.

SOUZA. Helga Bernhard de, DERÍSIO, José Carlos. Guia Técnico de Coleta de Amostra de Água. São Paulo: CETESB, 1977. 257p.: il.