

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 URUMAJÓ**

**MUNICÍPIO DE AUGUSTO CORRÊA**

Prefeitura Municipal



**BELÉM  
1998**



**MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA**

RAIMUNDO MENDES DE BRITO  
Ministro de Estado

**SECRETARIA DE MINAS E METALURGIA**

Otto Bittencourt Netto  
Secretário

**GOVERNO DO ESTADO DO PARÁ**

ALMIR JOSÉ DE OLIVEIRA GABRIEL  
Governador do Estado

**SECRETARIA DE ESTADO DE  
INDÚSTRIA, COMÉRCIO E MINERAÇÃO**

Aloísio Augusto Lopes Chaves  
Secretário de Estado

**PREFEITURA MUNICIPAL DE AUGUSTO CORRÊA**

MILTON MATEUS DE BRITO LOBÃO  
Prefeito Municipal

AMÓS BEZERRA DA SILVA  
Vice-Prefeito

**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	Antônio 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



**Ministério  
de Minas  
e Energia**



## 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**

**COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS  
SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL  
DIRETORIA DE HIDROLOGIA E GESTÃO TERRITORIAL**

**GOVERNO DO ESTADO DO PARÁ  
SECRETARIA DE INDÚSTRIA, COMÉRCIO E MINERAÇÃO  
DIRETORIA DA ÁREA DE MINERAÇÃO**

**PREFEITURA MUNICIPAL DE AUGUSTO CORRÊA**

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

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

**MUNICÍPIO DE AUGUSTO CORRÊA**

**Autor:  
ALUÍZIO MARÇAL MORAES DE SOUZA**

**BELÉM  
SETEMBRO/98**

# **COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS**

## **EQUIPE TÉCNICA**

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

**SUPERVISÃO:** AGILDO PINA NEVES – Gestão Territorial  
ADIB LEAL DA CONCEIÇÃO – Hidrogeologia e Exploração

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

**EQUIPE EXECUTORA:** ALUÍZIO MARÇAL MORAES DE SOUZA  
GYSELLE DOS SANTOS CONCEIÇÃO

**EQUIPE DE APOIO:** MARIA LÉA REBOUÇAS DE PAULA  
MÁRCIA ANDRÉA DIAS SANTOS

**DIGITAÇÃO E EDITORAÇÃO:** ROSINETE BORGES CARDOSO  
JOSIANE MACEDO DE OLIVEIRA

## 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 de 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 Urumajó, constituindo-se num estudo preliminar dos mananciais de superfície e dos recursos hídricos subterrâneos. Também apresenta resultados 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

1 – INTRODUÇÃO	1
2 - LOCALIZAÇÃO E ACESSO	2
3 – METODOLOGIA	4
3.a) Coliformes Totais e Coliformes Fecais	4
3.b) Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)	5
3.c) Demanda Química de Oxigênio (DQO)	5
3.d) Potabilidade e Mineralização	5
3.e) Oxigênio Dissolvido	5
4 – AMOSTRAGEM	6
5 – PARÂMETROS ANALISADOS	9
5.1 – pH	9
5.2 – Condutividade	9
5.3 – Sólidos Totais	9
5.4 – Turbidez	9
5.5 – Cor, sabor e Odor	9
5.6 – Dureza	9
5.7 – Oxigênio Dissolvido	10
5.8 – Temperatura	10
5.9 – Nitrogênio	10
5.10 – Cloretos	10
5.11 – Ferro	11
5.12 – Oxigênio Consumido	11
5.13 – Coliformes Totais e Coliformes Fecais	11
5.14 – Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)	11
5.15 – Demanda Química de Oxigênio (DQO)	11
6 – ANÁLISES LABORATORIAIS	12
7 – ÍNDICE DA QUALIDADE DA ÁGUA	14
8 – INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS	15
8.1 – Quanto ao Enquadramento	15
8.2 – Quanto ao IQA	15
8.3 – Quanto à Potabilidade	15
9 – FOCOS DE POLUIÇÃO	16
RECURSOS HÍDRICOS SUBTERRÂNEOS	17
1 – OBJETIVO	18
2 – DESCRIÇÃO SUMÁRIA DO ABASTECIMENTO D'ÁGUA	19
2.1 – Água Superficial X Água Subterrânea	19
3 – CARACTERIZAÇÃO GEOLÓGICA	20
3.1 – Geologia Regional	20

4 – CARACTERIZAÇÃO HIDROGEOLÓGICA	21
4.1 – Cadastramento de Poços	21
4.2 – Unidades Aquíferas	21
4.3 – Captação Subterrânea	21
5 – ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS E BACTERIOLÓGICAS DA ÁGUA	24
6 – VULNERABILIDADE DAS UNIDADES AQUÍFERAS	24
7 – PROPOSTA TÉCNICA	26
7.1 – Projeto para Poços Tubulares	26
7.2 – Demanda de Água	26
7.3 – Número de Poços (Área Urbana)	26
7.4 – Avaliação Econômica	27
7.4.1 – Valor da Atualização	27
7.4.2 – Fator de recuperação do Capital das Bombas (CB)	28
7.4.3 - Fator de recuperação do Capital do Poço (CP)	28
7.4.4 - Fator de recuperação do Custo de Manutenção (CM)	28
7.4.5 - Fator de recuperação do Custo de Energia (CE)	29
7.4.6 – Custo de Produção do m <sup>3</sup> de Água (CPM <sup>3</sup> )	29
8 – CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	30
9 – BIBLIOGRAFIA	32

## **RECURSOS HÍDRICOS SUPERFICIAIS**

## **1 – INTRODUÇÃO**

De acordo com entendimentos entre a Prefeitura Municipal de Augusto Corrêa e a Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais – CPRM, através da diretoria de Hidrologia e Gestão Territorial, a Superintendência Regional de Belém – SUREG/BE, em parceria com a Secretaria de Estado de Indústria, Comércio e Mineração – SEICOM, interpretou os resultados laboratoriais de amostras de águas superficiais e subterrâneas do município de Bragança, coletadas numa campanha de 22 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 que são utilizadas para uso doméstico, permite projetar programas de melhoria das condições ambientais, para propiciar a continuidade inalterada dos cursos d'água e a conseqüente melhoria da qualidade de vida das populações.

## **2 – LOCALIZAÇÃO E ACESSO**

A cidade de Urumajó, sede do município de Augusto Corrêa, está situada na porção nordeste do Estado do Pará, apresenta coordenadas geográficas de 01° 01' 23" S e 46° 38' 07" W, precisamente no trapiche localizado à

margem do rio Urumajó, e, possui altitude média de 30 metros.

O acesso é efetuado pela rodovia BR-316 até Capanema a partir de Belém, e daí, através das rodovias PA – 242 e PA – 454, chega-se à sede municipal. (Figura 02).



### 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 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 água que é 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 análise 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**

A rede hidrográfica foi dividida em 04 bacias ( Fig. 01 ) e

determinadas suas respectivas áreas no município, como distribuídas a seguir:

<b>Rio Emboraí</b>	<b>468,61 Km<sup>2</sup></b>
<b>Rio Peroba</b>	<b>165,84 KM<sup>2</sup></b>
<b>Rio Urumajó</b>	<b>162,63 Km<sup>2</sup></b>
<b>Rio Emburanunga</b>	<b>92,12 Km<sup>2</sup></b>

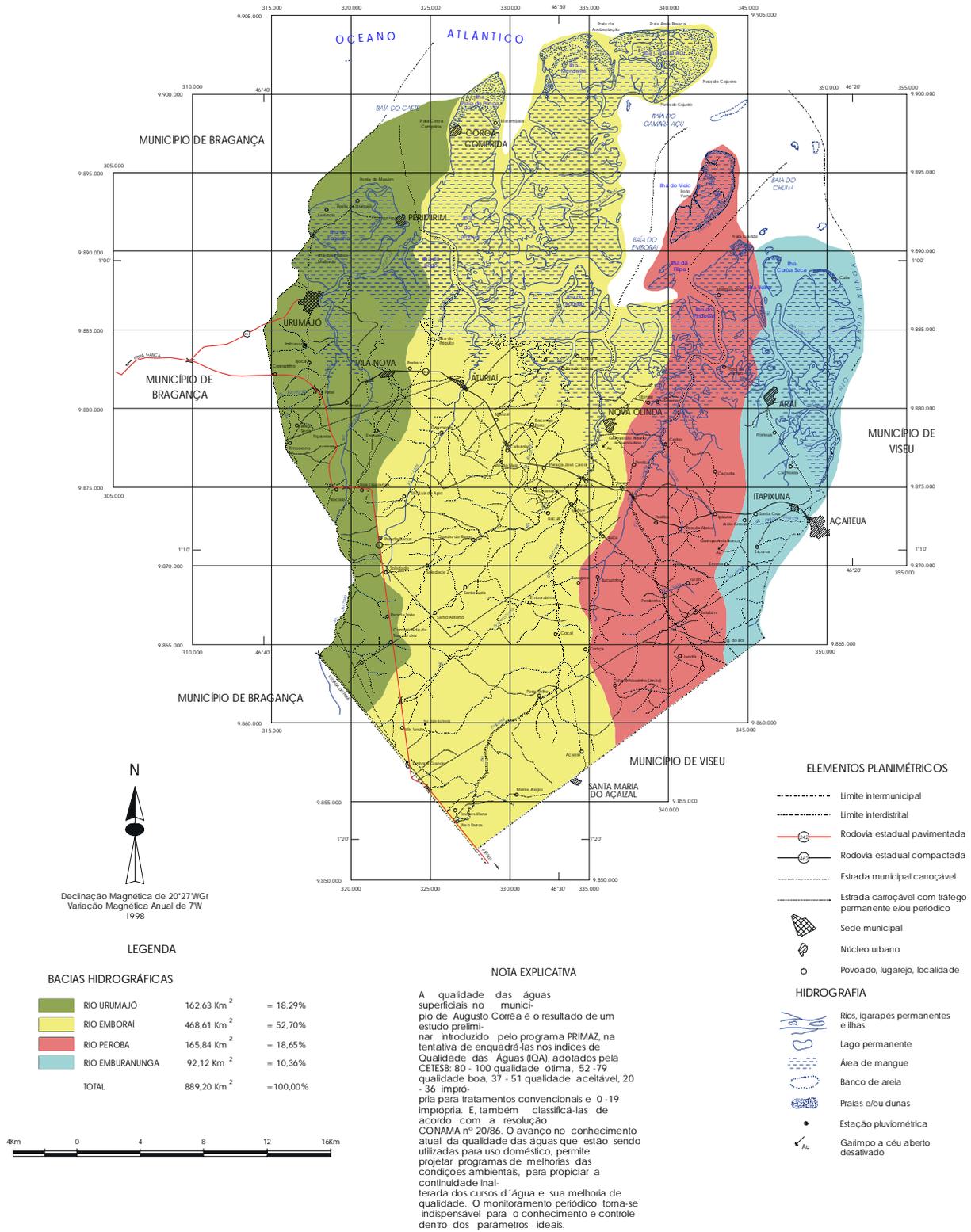
Foram obtidas informações em 20 pontos, dos quais foram coletadas para análises bacteriológicas e físico-químicas 01 amostra em

poço amazonas, 01 amostra em drenagem superficial e 07 amostras em poços tubulares. (Quadro 01 e Fig. 01).

# MUNICÍPIO DE AUGUSTO CORRÊA

## MAPA DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS

Fig. 01



## QUADRO 01

## AMOSTRAGEM D'ÁGUA DA CIDADE DE URUMAJÓ

AMOSTRA	TOPONÍMIA	COORDENADAS	
		UTM	
AGC – 01	Área de captação COSANPA	9887202	0317718
AGC – 02	Rede de distribuição – Casa do Sr. Milton Couto	9886670	0317815
AGC – 03	Rede de distribuição – Casa do Sr. Amós	9886724	0317859
AGC – 04	Poço Amazonas – Casa do Sr. José Santos Rego	9886633	0317968
AGC – 05	E. E. Profª. Rosa Athayde	9886837	0317428
AGC – 06	Poço tubular Hospital São Miguel	9886823	0317157
AGC – 07	Poço tubular – 18 m – Casa do Sr. Paulo Cunha Teixeira	9886790	0316881
AGC – 08	Poço tubular – 12 m – Casa do Sr. Júlio Sereni	9887309	0318397
AGC – 09	Rio Urumajó	9887327	0318395

## 5 – PARÂMETROS ANALISADOS

Na única campanha realizada no período de 17/03/97 a 07/04/97 foram efetuadas determinações para avaliação do Índice de Qualidade da Água (IQA), potabilidade e mineralização cujo 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.

Tab. 01 - RESULTADOS ANALÍTICOS

LOCALIZAÇÃO - ( 17/03/98 A 07/04/98 )

PARÂMETROS	Captação COSANPA	Distribuição COSANPA	Distribuição COSANPA	Poço Amazonas	Poço Tubular	Poço Tubular	Poço Tubular	Poço Tubular	Rio Urumajó
	AGC-01	AGC-02	AGC-03	AGC-04	AGC-05	AGC-06	AGC-07	AGC-08	AGC-09
PH	5	5	5	5	4,5	5,5	4,5	5,5	7
Oxigênio Dissolvido mg/IO <sub>2</sub>	–	–	–	–	–	–	–	–	4,75
DBO <sub>5</sub> – mg/l O <sub>2</sub>	5	<5	6	6	5	5	7	<5	5
DQO – mg/l O <sub>2</sub>	10	10	10	10	10	10	20	20	20
T do ar °C	30	28	29	29	30	30	30	30	30
T da água °C	29	29	30	29	29	29	29	28	29
Cor aparente – U Hazen	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	400
Cor real – U Hazen	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	120
Turbidez – NTU	1,0	1,0	1,0	2,0	1,0	0,5	1,0	1,0	120
Condutividade μ mhos / cm	162,05	162,05	167,46	259,28	90,80	34,05	81,72	2700,10	2700,10
Dureza total CaCO <sub>3</sub> – mg/l	22,60	26,40	24,40	39,60	10,00	7,60	13,00	318,00	234,80
Dureza permanente CaCO <sub>3</sub> – mg/l	21,40	21,20	21,60	36,60	7,80	5,20	12,00	313,60	231,80
Dureza temporária CaCO <sub>3</sub> – mg/l	1,20	5,20	2,80	3,00	2,20	2,40	1,00	4,40	3,00
Oxigênio consumido meio ácido – mg/l	0,3	0,7	0,4	0,6	0,6	0,9	0,6	0,2	23,00
Oxigênio consumido meio alcalino – mg/l	0,9	0,4	0,3	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6	21,00
Nitrogênio amoniacal em NH <sub>3</sub> – mg/l	0,07	0,05	0,03	0,15	ND	ND	ND	1,20	0,90
Nitrogênio orgânico – mg/l	ND	ND	ND	ND	0,02	0,20	0,09	0,08	0,20
Nitrogênio total mg/l	0,07	0,05	0,03	0,15	0,02	0,20	0,09	1,28	1,10
Nitritos mg/l	ND	ND	<0,001	0,001	ND	0,001	<0,001	ND	<0,001
Nitratos mg/l	7,50	7,74	7,75	13,58	4,70	1,55	1,66	5,31	3,12
Cloreto mg/l	25,95	24,03	24,99	34,99	12,02	5,77	8,65	768,96	672,84
Fluoretos mg/l	0,009	0,009	0,015	0,015	0,015	0,051	0,044	0,036	0,036
Fosfato total mg/l	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Sólidos totais mg/l	123,00	119,00	116,00	172,00	58,00	38,00	55,00	1651,00	1678,00
Sulfatos mg/l	1,90	ND	ND	13,00	0,90	0,40	0,40	74,00	112,00
Alcalinidade total mg/l	ND	ND	ND	19,00	ND	1,50	ND	2,50	20,50
Carbonatos mg/l	ND	ND	ND	0,00	ND	0,00	ND	0,00	ND
Bicarbonatos mg/l	ND	ND	ND	23,18	ND	1,83	ND	3,05	25,01
Cálcio mg/l	4,62	4,69	0,58	11,56	0,79	0,99	1,58	24,08	15,77
Magnésio mg/l	1,68	1,70	1,70	1,92	1,10	0,25	1,21	59,55	45,05
Ferro total mg/l	–	–	–	–	–	–	–	–	0,511
Potássio mg/l	1,09	1,11	1,09	3,27	0,63	0,15	1,28	8,21	14,58
Sódio mg/l	15,17	15,13	15,22	25,17	8,31	3,48	4,17	364,16	367,80
Coliformes totais NMP / 100 ml	9,1	0	7,3	3,6	3,6	3,6	15	4,6 x 10 <sup>2</sup>	21 x 10 <sup>2</sup>
Coliformes fecais NMP / 100 ml	3,6	0	0	0	0	0	9,1	93	15 x 10 <sup>2</sup>

ND = Não Detectado

– Não Analisado

As análises bacteriológicas, DBO, e DQO foram efetuadas pelo laboratório de Eng. Química – UFPA.

As demais determinações foram realizadas pela CPRM – SECLAB - BH

As demais determinações foram realizadas pela CPRM – SECLAB - BH

## 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,  $DBO_5$ , 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:

$n$
$IQA = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n q_i$ onde $q_i = \frac{100 - a_i}{100}$
$i = 1$

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.

A drenagem superficial amostrada ( AGC - 09 ) apresentou valor de IQA igual a 35,49.

## 8 - ÍNTERPRETAÇÃO 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

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

### 8.2 – Quanto ao IQA

O único ponto de drenagem superficial amostrado, no rio Urumajó (AGC – 09), apresentou valor de IQA igual a 35,49, que segundo a classificação utilizada pela CETESB é **“imprópria para tratamentos convencionais”**, refletindo o elevado grau de poluição dessa água.

### 8.3 – Quanto à Potabilidade

A água do rio Urumajó “in natura” do rio Urumajó é imprópria para o consumo humano, devido principalmente a presença de coliformes totais e coliformes fecais, com NMP (Número mais Provável) bastante elevado e também valores de dureza total, cloretos e sólidos totais bem acima dos padrões de potabilidade recomendados pela Organização Mundial de Saúde (OMS), Ministério da Saúde, United States Public Health Service (USPHS) e Environment Protection Agency (EPA).

## **9. FOCOS DE POLUIÇÃO**

A inexistência de Estação de Tratamento de Esgotos (ETE), aliada a 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, estinando-as à análises físico-químicas e bacteriológicas, a fim de orientar suas formas de uso.

## 2 – DESCRIÇÃO SUMÁRIA DO ABASTECIMENTO D'ÁGUA

Até março de 1998 o abastecimento d'água para a cidade de Urumajó era proveniente de Sistema Ponteira localizado no prolongamento da rua Domingos Cardoso no bairro de São Miguel. Através de uma adutora de 4 polegadas e derivações de 1, 2 e 3 polegadas a água é distribuída para somente 60% das residências (Fig.01). Atualmente existe um plano de expansão da rede hidráulica, para a curto prazo atender 95% da cidade que deverá ser abastecida pelo poço tubular de 8 polegadas de diâmetro, profundidade de 120 m e vazão de exploração de 80 m<sup>3</sup>/h, e um reservatório elevado de concreto com capacidade para 100 m<sup>3</sup>, localizado na rua Domingos Cardoso entre as Travessas Joaquim Ferreira e Manoel Vitor Saraiva, construído pela Companhia de Saneamento do Pará ( COSANPA ).

### 2.1 – Água Superficial X Água Subterrânea

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 à análises físico-químicas e bacteriológicas, a fim de orientar suas formas de uso.

•

### **3 – CARACTERIZAÇÃO GEOLÓGICA**

#### **3.1 – Geologia Regional**

Segundo Almeida e Costa (1998) o espaço geográfico do Município de Augusto Corrêa é representado por rochas do Grupo Aurizona (Arqueano Superior / Proterozóico Inferior) constituído por xistos, filitos e metacherts, ocorrendo restritamente em faixa alongada de direção aproximada Norte – Sul às cercanias da Vila de Nova Olinda, havendo evidências de se estenderem mais para oeste. Recobrando essa unidade há presença de sedimentos representados por argilitos micáceos de

diversas colorações; arenitos de cores e granulometria diversas, estratificadas ou não; conglomerados mal selecionados, sub-angulosos a sub-arredondados, arenitos argilosos e argilitos arenosos pertencentes ao Grupo Barreiras. O Quaternário que recobre o Grupo Barreiras é constituído 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. Costa (no prelo), inclui no Quaternário os sedimentos Pós-Barreiras Pleistocênicos, como os extensos areiais e aluviões atuais e sub-atuais.

## **4 – CARACTERIZAÇÃO HIDROGEO-LÓGICA**

### **4.1 – Cadastramento de Poços**

No perímetro urbano da sede municipal, foram cadastrados 05 poços Amazonas e 11 poços tubulares, com profundidade entre 09 e 24 metros. De posse das características dos poços, foram preenchidas fichas padronizadas, cujos dados foram transferidos para uma Planilha de Inventário Hidrogeológico Básico (Quadro 02.).

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

### **4.2 – Unidades Aqüíferas**

O município de Augusto Corrêa 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 aqüíferos de natureza livre, constituídas de argila e

areia, ocorrendo às margens do rio Urumajó.

A principal unidade aqüífera é o Grupo Barreiras, cuja litologia, caracterizada por alternâncias de sedimentos argilosos, sílticos, arenosos e conglomeráticos constituem sistemas múltiplos que podem ser explotados 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 Urumajó é proveniente de poço tubular de 120 m de profundidade. Em locais onde há falta e/ou escassez d'água é explorado o aqüífero livre, através de poços Amazonas e/ou tubulares rasos.

Os tipos Amazonas possuem diâmetros que variam de 0,94 m a 1,24 m. Nos poços tubulares os diâmetros são de 4" e 6", predominando os de 4", revestimentos de PVC, filtros serrilhados de 3 a 4 m de comprimento, com 1 mm de abertura, estando adaptados com bombas injetoras ou centrífugas.

## QUADRO 02.

## PLANILHA DE INVENTÁRIO HIDROGEOLÓGICO BÁSICO MUNICÍPIO: Augusto Corrêa - ESTADO: Pará

Sigla Do	Tipo De	LOCALIZAÇÃO				Ano de	Empresa	CARACTERÍSTICA DO POÇO							EQUIPAMENTO		AQUÍFERO		Uso Da
		Local	Proprietário	Coordenadas															
Poço	Poço			Latitu de	Longitu de	Construção	Construtora	Ø da boca (pol)	Profundidade (m)	Profundidade NE (m)	Ø (pol)	Tipo	Profundidade ND (m)	Vazão (m <sup>3</sup> /h)	Unidade Bombeamento	Reservatório (m <sup>3</sup> )	Tipo	Litologia	Água
GC-01	T	B. Nazaré	E. E. Prof. Galvão	0317856	9886780	_	Particular	4	_	3,90	4	PVC	_	2	BI	1	Li	Ar	H
GC-02	TM	C. Nola	E.M.E.F. Matilde Teira	0317496	9887066	_	Particular	6	_	_	6	PVC	_	_	BI	1	Li	Ar	H
GC-03	T	B. Stª Cruz	E.E.E.F. Rosa Athayde	0317428	9886837	1992	Particular	4	10	3,67	4	PVC	_	_	BC	0,5	Li	Ar	H
GC-04	TM	B. Stª Cruz	Hospital São Miguel	0317157	9886823	_	Particular	4	_	4,67	4	PVC	_	_	BI	_	Li	Ar	H
GC-05	TM	B. Espírito Santo	E.E.E.F. Mariano Saraiva	0317454	9886587	_	Particular	6	24	4,25	6	PVC	_	1	BI	5	Li	Ar	H
GC-06	E	B. Espírito Santo	Sec. Municipal de Agricultura	0317371	9886348	1994	Particular	45	9,30	5,48	_	Tijolo	_	_	BS	_	Li	Ar	I
GC-07	TM	B. São Miguel	Julio Sereni	0318397	9887309	_	Marçal	6	12	_	6	PVC	2,67	_	BC	30 e 40	Li	Ar	F
GC-08	TM	B. São Miguel	Francisco Araújo	0318115	9887143	1994	Lauro	4	15	4,56	4	PVC	_	_	BI	_	Li	Ar	H
GC-09	TM	B. São Miguel	Milton Lobão	0318189	9887213	1998	Lauro	4	18	3,66	4	PVC	_	_	BI	1	Li	Ar	H
GC-10	TM	B. Nazaré	José Pinheiro	0318012	9886702	1996	Marçal	4	18	0	4	PVC	_	_	BC	10 e 10	Li	Ar	F
GC-11	TM	B. Nazaré	Antônio Dantas	0317683	9886395	1994	_	4	24	5,25	4	PVC	_	_	BI	1	Li	Ar	H
GC-12	TM	B. Stª Cruz	Paulo Cunha	0316881	9886790	1994	Marçal	4	16	4,77	4	PVC	_	_	BI	10	Li	Ar	H

Sigla Do	Tipo De	LOCALIZAÇÃO				Ano de	Empresa	CARACTERÍSTICA DO POÇO						EQUIPAMENTO		AQÜÍFERO		Uso Da	
				Coordenadas							Revestimen to								
GC-13	E	B. Stª Cruz	Bonifácio Ribeiro	0317211	9886691	1990	Particular	76	7,35	3,45	-	Concre-to	-	-	BS	0,5	Li	Ar	H
GC-14	E	B. Nazaré	José Rêgo	0317968	9886633	1996	Particular	37	6,46	3,96	-	Concre-to	-	-	BS	-	Li	Ar	H
GC-15	E	B. São Miguel	Maximiano Cunha	0317988	9887094	-	Particular	43	2,87	-	-	Tijolo	-	-	-	-	Li	Ar	H
GC-16	E	B. São Miguel	Nélio Alves	0317797	9887233	-	Particular	37	3,20	0,94	-	Tijolo	-	-	BS	-	Li	Ar	H

CONVENÇÕES: Unidade de Bombeamento: BI = Bomba Injetora, BC = Bomba Centrífuga , BS = Bomba Submersa  
 DATA: SET / 98

Tipo de Poço: TM = Tubular perfurado manualmente, T = Tubular perfurado à maquina, E = Escavado

Tipo de Aqüífero: Li = Livre.

Uso da Água: H = Consumo humano

Litologia do Aqüífero: Ar = Arenito.

## 5 – ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS E BACTERIOLÓGICAS DA ÁGUA

Ao se destinar uma água para consumo humano, há necessidade de análises físico-químicas e bacteriológicas, a fim de 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 8

amostras de água subterrânea, cujos valores estão inseridos na Tab. 01.

### 5.1 – Classificação da água

As amostras AGC – 10 a AGC - 09, representativas das águas da cidade de Urumajó, foram analisadas com intuito precípua de serem classificadas segundo suas fácies hidroquímicas (Santos 1997). Utilizando-se o Diagrama Triangular de Piper, com os parâmetros físico-químicos da Tab. 01, foram classificadas como ***cloretada sódica***.

## 6 – VULNERABILIDADE DAS UNIDADES AQUÍFERAS

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 Urumajó 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.

## 7 - PROPOSTA TÉCNICA

### 7.1 – 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 Urumajó, está assentada sobre a unidade aquífera Barreiras, cujo comportamento hidrogeológico, em áreas homólogas, apresenta bons índices de produtividade, comprovado com o furo de 8 polegadas, 120 m de profundidade e vazão para exploração de 80 m<sup>3</sup>/h, executado pela COSANPA.

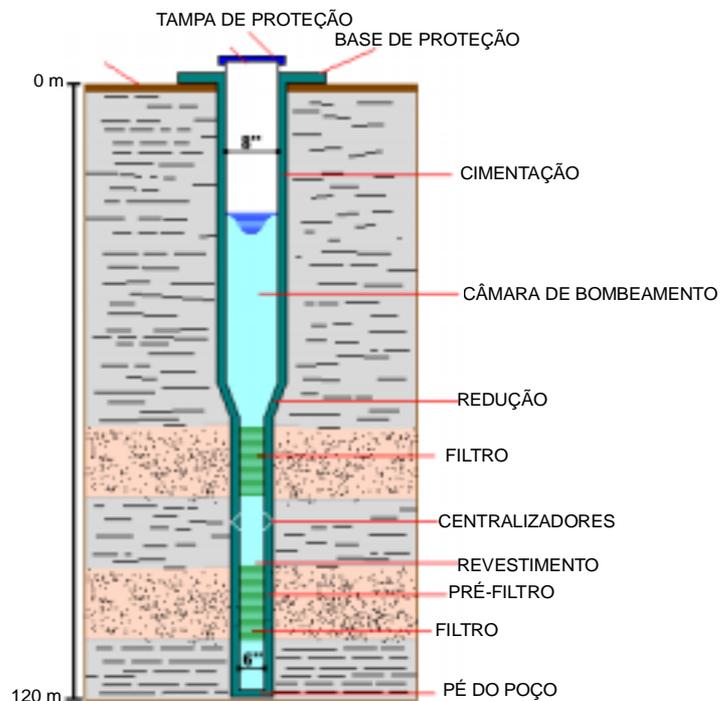
### 7.2 – Demanda de Água

Segundo o Censo / 96 do IBGE, a ser publicado, a população da cidade de Urumajó é de 6.439 habitantes. Considerando-se a necessidade de 200 l / hab. / dia, verifica-se que a produção diária deverá ser em torno de 1.300 m<sup>3</sup>, para atender a demanda.

### 7.3 – 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>. Como se verifica o poço executado, atende satisfatoriamente a demanda atual.

Fig. 03 - CROQUI ESQUEMÁTICO DE UM POÇO TUBULAR



## 7.4 – Avaliação Econômica

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

### 7.4.1 – 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 P

I= Taxa de juro

n= número de anos

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

$$CP = R\$ 8.910,33$$

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

$$CM = 10\% \times CP$$

$$CM = 0,1 \times 84.000,00$$

**CM= R\$ 8.400,00**

#### **7.4.5 – 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 )**

#### **7.4.6 - 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**

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

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

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

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

## 8 – CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Embora se tenha realizado apenas uma campanha ( 17/03/98 a 07/04/98 ) para o reconhecimento dos recursos hídricos da cidade de Urumajó, os resultados analíticos, obtidos dos parâmetros físico-químicos e bacteriológicos, aliado 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.
- O Índice de Qualidade da Água ( 35,49 ) encontrado no rio Urumajó reflete os efeitos relacionados com a grande maioria das fontes poluidoras (macropoluentes). 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 que é distribuída à população pela COSANPA, foram amostrados a Estação de Captação (atualmente desativada) e dois pontos ao longo da rede de distribuição. Na área de captação foi constatada a presença de Número Mais Provável (NMP) de 9,1 de coliformes totais e 3,6 de coliformes fecais. Entretanto nos dois pontos na rede de distribuição o NMP de coliformes totais e coliformes fecais foram 0 e 7,3, e, 0 e 0, respectivamente. Acredita-se que essa pequena disparidade de valores seja consequência de uma possível contaminação por um dos poços do sistema ponteira, sendo diluído pelos demais, ao longo da distribuição. Salienta-se que com a desativação desse sistema e com a entrada em operação do poço profundo de 120 m esse problema será totalmente equacionado com água de boa qualidade.
- Do total de 4 poços amostrados ( AGC – 05 a AGC – 08 ), as amostras AGC – 07 e AGC – 08 apresentaram NMP de coliformes totais e coliformes fecais de 15 e  $4,6 \times 10^2$ , e, 9,1 e 93, respectivamente. Verifica-se também, que devido estar cerca de 20 m distante do rio Urumajó, que recebe influência da água do mar, a amostra AGC – 08 apresenta teores elevados de condutividade, dureza total, dureza permanente, cloretos, sólidos totais, sulfato, cálcio, magnésio, potássio e sódio, compatíveis com os valores obtidos na amostra AGC – 09 ( rio Urumajó ).
- O poço amazonas AGC – 04 apresenta teor de nitrato de 13,58 mg/l N, acima do valor recomendado pela Organização Mundial de Saúde (OMS) que é de 10 mg/l N, e que

coloca essa água fora dos padrões de potabilidade. Salienta-se que teores de nitrato acima do Valor Máximo Permissível (VMP) pode provocar na população consumidora, principalmente em crianças, o estado mórbido denominado **Cianose ou Methemoglobinemia** ( redução na oxigenação do sangue ).

- As águas com presença de coliformes totais e/ou coliformes fecais deverão ser fervidas, filtradas e adicionadas duas gotas de hipoclorito de sódio para cada litro de água,

esperando 30 minutos para depois consumi-la. Com este procedimento evitar-se-á muitas doenças de veiculação hídrica.

- Finalmente, espera-se que este trabalho pioneiro tenha continuidade através de monitoramento, sugerindo-se a contratação de técnico especializado para acompanhar os trabalhos relacionados ao meio ambiente e qualidade da água, visando uma política de recursos hídricos para esse progressista município.

## 9 – 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.

i