

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 TRACUATEUA**

**MUNICÍPIO DE TRACUATEUA**

Prefeitura Municipal



**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  
Mariana Hallberg  
Secretária de Estado

**PREFEITURA MUNICIPAL DE TRACUATEUA**

JONAS PEREIRA BARROS  
Prefeito Municipal

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS

Diretor Presidente  
Diretor de Hidrologia e Gestão Territorial  
Diretor de Geologia e Recursos Minerais  
Diretor de Administração e Finanças  
Diretor de Relações Institucionais e  
Desenvolvimento  
Superintendente Regional de Belém  
Chefe do Departamento de Gestão Territorial

Carlos Oití Berbert  
Gil Pereira de Souza Azevedo  
Antonio Juarez Milmann Martins  
José de Sampaio Portela Nunes  
Augusto Wagner Padilha Martins  
Xafi da Silva Jorge João  
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 TRACUATEUA**

**MUNICÍPIO DE TRACUATEUA**

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 – Gestão Territorial  
ADIB LEAL DA CONCEIÇÃO – Hidrogeologia e Exploração

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

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

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

**DIGITAÇÃO E EDITORAÇÃO:** DILEIDE CIRINO DOS SANTOS  
ROSINETE BORGES CARDOSO  
JOSIANE MACÊDO DE OLIVEIRA

## 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 Tracuateua

37p.:il.

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



**Ministério  
de Minas  
e Energia**



## 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 no 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 Tracuateua, 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	3
5.1 – pH	3
5.2 – Condutividade	4
5.3 – Sólidos Totais	4
5.4 – Turbidez	7
5.5 – Cor, sabor e Odor	7
5.6 – Dureza	7
5.7 – Oxigênio Dissolvido	7
5.8 – Temperatura	7
5.9 – Nitrogênio	8
5.10 – Cloretos	8
5.11 – Ferro	8
5.12 – Oxigênio Consumido	8
5.13 – Coliformes Totais e Coliformes Fecais	8
5.14 – Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)	9
5.15 – Demanda Química de Oxigênio (DQO)	9
6 – ANÁLISES LABORATORIAIS	9
7 – ÍNDICE DA QUALIDADE DA ÁGUA	11
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	14
3 – CARACTERIZAÇÃO GEOLÓGICA	15
3.1 – Geologia Regional	15

4 – CARACTERIZAÇÃO HIDROGEOLÓGICA	15
4.1 – Cadastramento de Poços	15
4.2 – Unidades Aquíferas	15
4.3 – Captação Subterrânea	17
5 – ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS E BACTERIOLÓGICAS	17
6 – CLASSIFICAÇÃO DA ÁGUA	17
7 – VULNERABILIDADE DAS UNIDADES AQUÍFERAS	18
8 – PROPOSTA TÉCNICA	19
8.1 – Projeto para Poços Tubulares	19
8.2 – Demanda de Água	20
8.3 – Número de Poços (Área Urbana)	20
8.4 – Avaliação Econômica	20
8.4.1 – Valor da Atualização	21
8.4.2 – Fator de recuperação do Capital das Bombas (CB)	21
8.4.3 - Fator de recuperação do Capital do Poço (CP)	22
8.4.4 - Fator de recuperação do Custo de Manutenção (CM)	22
8.4.5 - Fator de recuperação do Custo de Energia (CE)	22
8.4.6 – Custo de Produção do m <sup>3</sup> de Água (CPM <sup>3</sup> )	23
9 – CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	24
10 - BIBLIOGRAFIA	26

# **RECURSOS HÍDRICOS SUPERFICIAIS**

## 1 – INTRODUÇÃO

De acordo com entendimentos entre a Prefeitura Municipal de Tracuateua 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 Tracuateua, obtidos a partir de amostras 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 o gestor municipal, 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 Tracuateua, sede do município homônimo, localiza-se na região

Nordeste do Estado do Pará. Na sua parte central, possui coordenada geográfica de 01° 04' 26" S e 46° 54' 17" W e altitude de 36 metros. O acesso é efetuado pela BR – 316 até Capanema a partir de Belém, e daí, através das PA – 242 e PA – 450, chega-se à sede municipal.

## 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

Para melhor adequação dos estudos, a rede hidrográfica foi dividida em quatro bacias (Fig. 01) e determinadas suas respectivas áreas no município, como distribuídas a seguir. Na área urbana foi realizada amostragem em 09 pontos (Fig. 02 e Quadro 01).

#### 5 – PARÂMETROS ANALISADOS

Na única campanha realizada no período de 17/03/98 a 07/04/98 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.

Rio Quatipuru	375,76 Km <sup>2</sup>
Rio Maniteua	215,29 KM <sup>2</sup>
Rio Caeté	108,45 Km <sup>2</sup>
Rio Tracuateua	72,40 Km <sup>2</sup>

**QUADRO 01**  
**AMOSTRAGEM D'ÁGUA DA CIDADE DE TRACUATEUA**

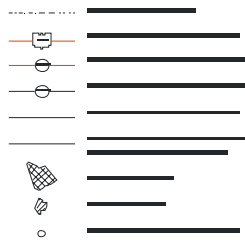
AMOSTRA	TOPONÍMIA	COORDENADAS	
		UTM	
TCT – 01	Estação de Captação – COSANPA	-	-
TCT – 02	Distribuição COSANPA – E.E.E.Fundamental Elias Feres Guarayeb	9880997	0288192
TCT – 03	Distribuição COSANPA – Casa do Sr. Pedro Antonio da Silva – Rua Bragança c/ Rua Nova	9880895	0287802
TCT – 04	Poço amazonas – Casa do Sr. Pedro da Silveira – Rua Hamilton Pinheiro	9880791	0288163
TCT – 05	Poço amazonas – Casa do Sr. Abel – Rua Tertuliano s/n.	9881721	0288464
TCT – 06	Poço tubular – 12 m – Casa do Sr, Urbano Antônio da Rosa – Av. Nazaré, 802.	9881812	0288264
TCT – 07	Poço tubular 12 m – Casa do Sr. José Rosa da Silva – Trav. Tertuliano, 596.	9881599	0288465
TCT – 08	Poço tubular 12 m – Casa do Sr. Pedro Carvalho – Rua Hamilton Pinheiro, 551.	9880929	0288026
TCT – 09	Rio Tracuateua	9881055	0287373

## MUNICÍPIO DE TRACUATEUA MAPA DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS

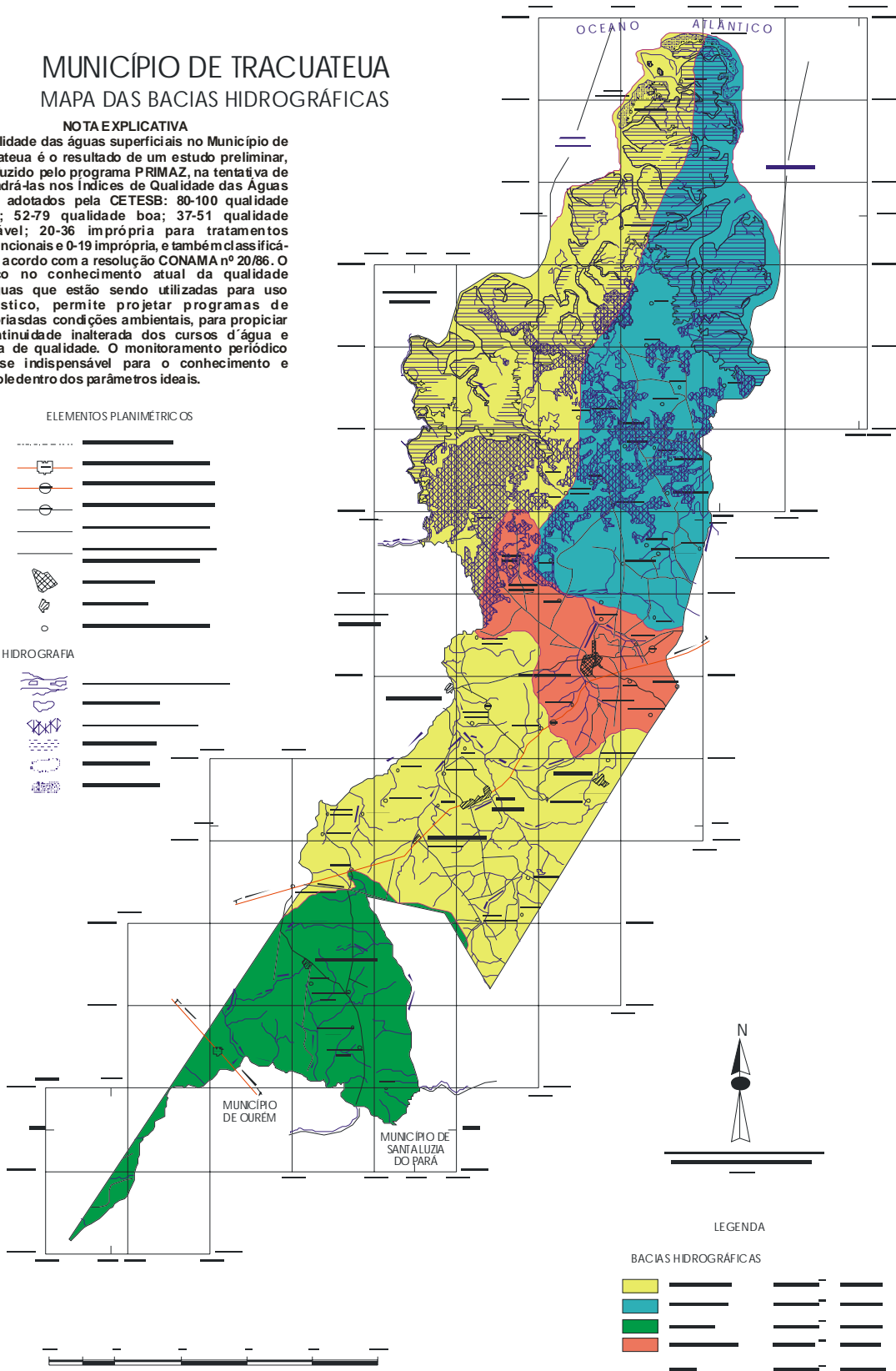
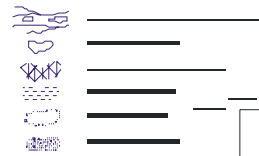
### NOTA EXPLICATIVA

A qualidade das águas superficiais no Município de Tracuateua 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; 37-51 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 melhoria de qualidade. O monitoramento periódico torna-se indispensável para o conhecimento e controle dentro dos parâmetros ideais.

### ELEMENTOS PLANIMÉTRICOS



### HIDROGRAFIA



B

FIG. 01



# CIDADE DE TRACUATEUA

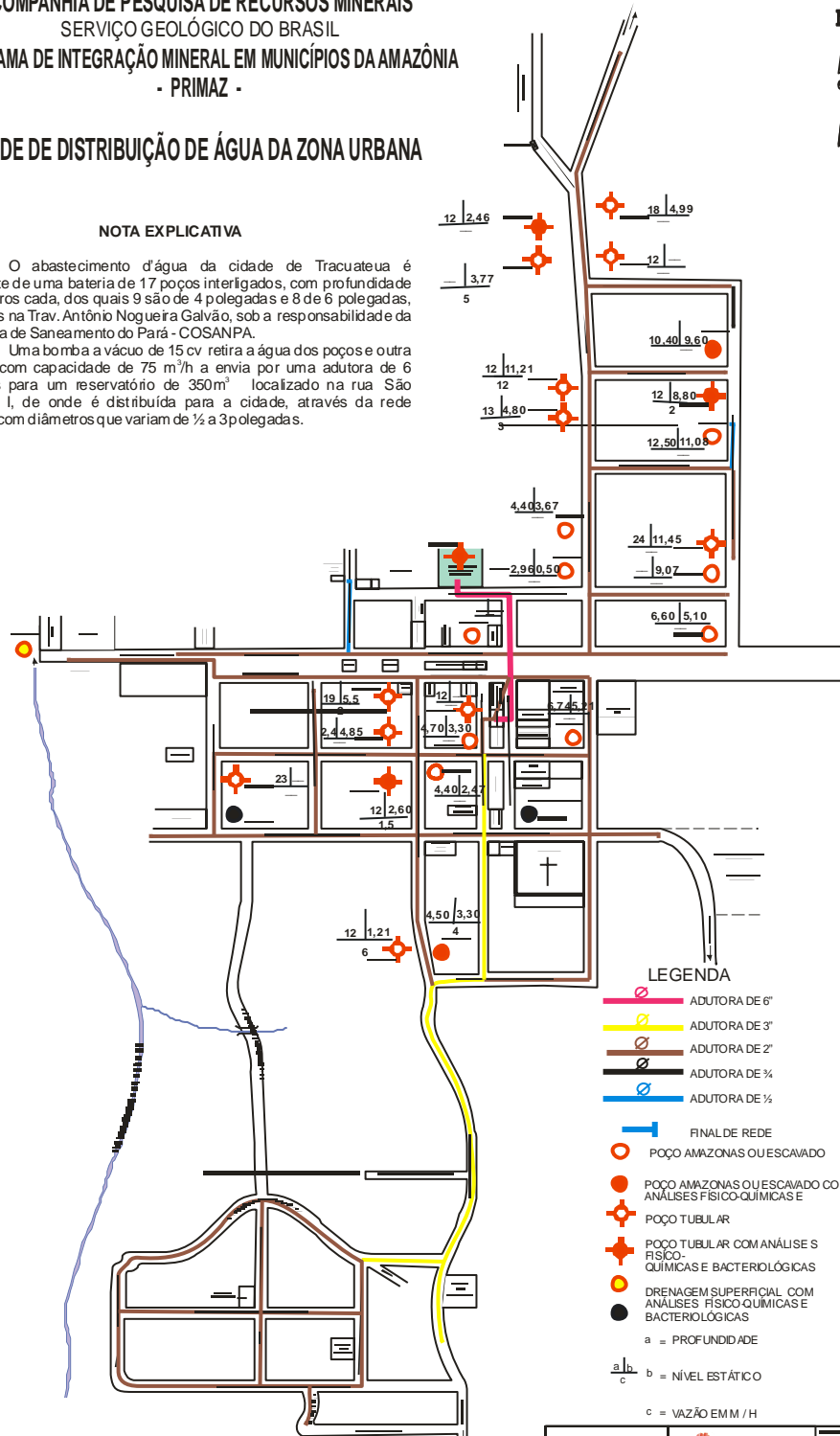
MUNICÍPIO DE TRACUATEUA  
 COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS  
 SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL  
 PROGRAMA DE INTEGRAÇÃO MINERAL EM MUNICÍPIOS DA AMAZÔNIA  
 - PRIMAZ -

## REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA DA ZONA URBANA

### NOTA EXPLICATIVA

O abastecimento d'água da cidade de Tracuateua é proveniente de uma bateria de 17 poços interligados, com profundidade de 15 metros cada, dos quais 9 são de 4 polegadas e 8 de 6 polegadas, localizados na Trav. Antônio Nogueira Galvão, sob a responsabilidade da Companhia de Saneamento do Pará - COSANPA.

Uma bomba a vácuo de 15 cv retira a água dos poços e outra de 45 cv com capacidade de 75 m<sup>3</sup>/h a envia por uma adutora de 6 polegadas para um reservatório de 350m<sup>3</sup> localizado na rua São Sebastião I, de onde é distribuída para a cidade, através da rede hidráulica com diâmetros que variam de 1/4 a 3 polegadas.



### LEGENDA

- ADUTORA DE 6"
- ADUTORA DE 3"
- ADUTORA DE 2"
- ADUTORA DE 1/2"
- ADUTORA DE 1/4"
- FINAL DE REDE
- POÇO AMAZONAS OU ESCAVADO
- POÇO AMAZONAS OU ESCAVADO COM ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS E BACTERIOLÓGICAS
- POÇO TUBULAR
- POÇO TUBULAR COM ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS E BACTERIOLÓGICAS
- DRENAGEM SUPERFICIAL COM ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS E BACTERIOLÓGICAS
- DRENAGEM SUPERFICIAL COM ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS E BACTERIOLÓGICAS
- a = PROFUNDIDADE
- $\frac{a}{b}$  b = NÍVEL ESTÁTICO
- c = VAZÃO EMM / H

<b>REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA DA CIDADE DE TRACUATEUA</b>			

FIG. 02

### 5.3 - 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.

### 5.4 - 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.

### 5.7 - 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

40°C e que a elevação de temperatura do corpo receptor não exceda 3° C.

### **5.8 - 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" ).

### **5.9 - 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.

### **5.10 - 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. DQO > DBO<sub>5</sub>.

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

## 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  $IQA = \sum q_i^{w_i}$ , onde  $q$  é a  $i = 1$ ”.

Qualidade obtida do gráfico correspondente, em função do valor medido ( 0 - 100 ), e  $w$  é o peso

Tab. 01

RESULTADOS ANALÍTICOS  
(17/03/98 A 07/04/98)

PARÂMETROS	LOCALIZAÇÃO								
	Estação de Captação	Distribuição COSANPA	Distribuição COSANPA	Poço Amazonas	Poço Amazonas	Poço Tubular	Poço Tubular	Poço Tubular	Rio Tracuateua
	TCT-01	TCT-02	TCT-03	TCT-04	TCT-05	TCT-06	TCT-07	TCT-08	TCT-09
PH	5	6	5,5	5	5,5	5,5	5,5	5	5,5
Oxigênio Dissolvido mg/O <sub>2</sub>	-	-	-	-	-	-	-	-	4,70
DBO <sub>5</sub> - mg/l O <sub>2</sub>	<5	10	14	6	<5	<5	<5	<5	8
DQO - mg/l O <sub>2</sub>	10	29	20	10	10	29	20	29	39
T do ar °C	26	26	26	26	26	26	26	26	26
T da água °C	28	26	27	27	27	27	27	27	27
Cor aparente - U Hazen	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	100
Cor real - U Hazen	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	90
Turbidez - NTU	0,6	1,0	0,7	2,0	1,0	2,0	1,0	1,0	3,0
Condutividade μ mhos / cm	151,25	172,86	151,30	243,08	38,89	92,91	28,17	102,15	21,61
Dureza total CaCO <sub>3</sub> - mg/l	24,20	38,00	25,20	51,80	16,00	36,00	8,20	16,00	9,00
Dureza permanente CaCO <sub>3</sub> - mg/l	24,00	37,20	24,00	43,00	12,80	32,40	7,40	1,60	4,80
Dureza temporária CaCO <sub>3</sub> - mg/l	0,20	0,80	1,20	8,80	3,20	3,60	0,80	14,40	4,20
Oxigênio consumido meio ácido - mg/l	0,4	0,7	0,7	0,7	0,4	0,5	0,5	0,4	21,20
Oxigênio consumido meio alcalino - mg/l	0,8	0,4	0,5	0,5	0,5	0,7	0,4	0,7	2,40
Nitrogênio amoniacal em NH <sub>3</sub> - mg/l	0,40	0,40	0,20	0,60	ND	0,08	ND	0,15	0,02
Nitrogênio orgânico - mg/l	0,12	ND	ND	ND	0,15	0,45	0,50	0,29	0,40
Nitrogênio total mg/l	0,52	0,40	0,20	0,60	0,15	0,53	0,50	0,44	0,42
Nitritos mg/l	ND	ND	ND	ND	ND	0,25	ND	ND	ND
Nitratos mg/l	6,52	6,52	6,52	9,42	2,00	1,79	1,43	3,95	0,14
Cloretos mg/l	20,19	20,19	21,15	34,99	8,65	1,92	5,29	12,98	4,81
Fluoretos mg/l	0,002	0,009	0,002	0,002	0,002	0,002	ND	ND	ND
Fosfato total mg/l	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sólidos totais mg/l	116,00	135,00	121,00	179,00	62,00	91,00	40,00	85,00	52,00
Sulfatos mg/l	2,70	5,30	7,70	4,30	ND	1,40	0,40	6,70	ND
Alcalinidade total mg/l	ND	13,00	0,5	1,45	3,50	22,00	1,00	4,00	0,5
Carbonatos mg/l	ND	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	ND
Bicarbonatos mg/l	ND	15,86	0,61	1,77	4,27	26,84	1,22	4,88	0,61
Cálcio mg/l	6,12	12,07	6,47	13,85	2,86	10,09	1,28	3,62	0,61
Magnésio mg/l	1,48	1,48	1,48	1,87	0,83	0,70	0,56	0,85	0,34
Ferro total mg/l	-	-	-	-	-	-	-	-	0,411
Potássio mg/l	2,63	2,61	2,63	5,74	0,31	0,27	0,30	2,03	0,17
Sódio mg/l	11,72	11,79	11,82	18,23	1,03	3,49	1,47	9,56	2,05
Coliformes totais NMP / 100 ml	0	0	0	43	9,1	23	0	3,6	46 x 10 <sup>2</sup>
Coliformes fecais NMP / 100 ml	0	0	0	3,6	3,6	9,1	0	0	2,8 x 10 <sup>2</sup>

ND = Não Detectado

- Não Analisado

As análises bacteriológicas, DBO<sub>5</sub> e DQO foram efetuadas pelo laboratório de Eng. Química - UFPA.  
As demais determinações foram realizadas pela CPRM - SECLAB - BH

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 ( TCT – 09 ) apresentou valor de IQA igual a 59,86.

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

### 8.2 – Quanto ao IQA

O único ponto de drenagem superficial amostrado, no rio Tracuateua ( TCT – 09 ), apresentou valor de IQA igual a 59,86, que segundo a classificação utilizada pela CETESB é "**Boa**".

### 8.3 – Quanto à Potabilidade

A água "in natura" do rio Tracuateua é imprópria para o consumo humano, devido a presença de coliformes totais e coliformes fecais, com NMP (Número Mais Provável) bastante elevado, estando fora dos padrões 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 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 poluídas, 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 à 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 Tracuateua é realizado pela Companhia de Saneamento do Pará –

COSANPA, através de um conjunto de 17 poços interligados com profundidade de 15 m cada, sendo 09 de 4 polegadas e 08 de 6 polegadas, localizados na Travessa Antônio Nogueira Galvão. Uma bomba à vácuo de 15 C.V. retira a água dos poços e uma outra de 45 C.V., com capacidade de 75 m<sup>3</sup>/h, a envia por uma adutora de 6 polegadas para um reservatório elevado de concreto de capacidade de 350 m<sup>3</sup>, localizado na Rua São Sebastião I. Através de uma rede hidráulica com diâmetro de 1/2 a 3 polegadas ( Fig. 02 ) esse bem mineral é distribuído para a zona urbana.

### 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):

- Dispensam 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

O município de Tracuateua, apresenta um contexto geológico representado por rochas graníticas da Suíte Intrusiva Tracuateua, do Proterozóico Inferior, constituída por diversas fácies litológicas. Segundo Wanderley Filho ( 1980 ) o domínio dessas rochas representa uma área cratônica que se estabilizou no Evento Transamazônico e que não foi afetado pelo Evento Brasileiro. Sobreposta a essa Unidade ocorrem os sedimentos clásticos

do Grupo Barreiras, que ocupa cerca de 60% de toda área do município e que segundo Costa et al ( no prelo ), também recobrem a Formação Pirabas, sendo encimada por sedimentos inconsolidados recentes.

A sede municipal está assentada sobre o manto de intemperismo dos granitóides da Suíte Intrusiva Tracuateua.

### 4 – CARACTERIZAÇÃO HIDROGEO-LÓGICA

#### 4.1 – Cadastramento de Poços

No perímetro urbano da sede municipal, foram cadastrados 11 poços Amazonas e 15 poços tubulares, com profundidade entre 12 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 dos senhores conhecidos por Marcos, Sebastião, Marco Antônio, Lauro, Tabica, Francisco Costa, Pedro da Silveira e Walter. Suas coordenadas UTM e/ou geográficas foram obtidas utilizando-se um GPS do tipo Garmin.

#### 4.2 – Unidades Aqüíferas

O município de Tracuateua está inserido na bacia sedimentar Bragança-

## QUADRO 02.

## PLANILHA DE INVENTÁRIO HIDROGEOLÓGICO BÁSICO - MUNICÍPIO: Tracuateua - ESTADO: Pará

Sigla Do Poço	Tipo De Poço	LOCALIZAÇÃO				Ano de Construção	Empresa Construtora	CARACTERÍSTICA DO POÇO						EQUIPAMENTO		AQÜÍFERO		Uso Da Água	
		Local	Proprietário	Coordenadas				Ø da boca (pol)	Profundidade (m)	Profundidade NE (m)	Revestimento		Profundidade ND (m)	Vazão (m <sup>3</sup> /h)	Unidade Bombeamento	Reservatório (m <sup>3</sup> )	Tipo		Litologia
				Latitude	Longitude						Ø (pol)	Tipo							
TCT-04	E	Tracuateua	P. Silveira	9880791	0288163	1995	Particular	55,12	4,50	3,30	—	Tijolo	—	4	BC	1	Li	Ar	H
TCT-05	E	"	Abel	9881721	0288464	—	"	33,07	10,40	9,60	—	Tijolo	-	—	—	—	"	"	"
TCT-06	TM	"	Urbano R.	9881812	0288264	1997	"	4	12,00	2,60	4	PVC	-	1,5	BC	0,5	"	"	"
TCT-07	TM	"	José Rosa	9881767	0288465	1995	"	4	12,00	8,80	4	PVC	-	2	BI	0,5	"	"	"
TCT-08	TM	"	Pedro C.	9880929	0288026	1992	"	4	12,00	2,46	4	PVC	-	—	BC	2	"	"	"
TCT-10	TM	"	Antônio P.	—	—	1997	"	3	24,00	11,45	3	PVC	-	1	BI	0,5	"	"	"
TCT-11	TM	"	F. Pinheiro	9881767	0288378	—	"	4	12,00	—	4	PVC	—	—	BI	3	"	"	"
TCT-12	TM	"	Genésio M.	9881603	0288299	1997	"	4	18,00	3,72	4	PVC	-	2	BC	0,5	"	"	"
TCT-13	TM	"	Amadeu M.	9881592	0288326	1997	"	4	13,00	4,80	4	PVC	—	3	BC	1	"	"	"
TCT-14	TM	"	Emerson S.	9881091	0288192	1993	"	4	12,00	—	4	PVC	-	—	BI	—	"	"	"
TCT-15	TM	"	Estevão C.	9881878	0285679	1996	"	6	21,00	5,77	6	PVC	-	2	BI	1	"	"	"
TCT-16	TM	"	Carlos N.	9881026	0288266	1998	"	4	24,00	4,85	4	PVC	—	—	BI	—	"	"	"
TCT-17	TM	"	Manoel A.	9881155	0288081	—	"	3	19,00	5,50	3	PVC	—	2	BC	0,5	"	"	"
TCT-18	TM	"	Benedito C.	9880822	0288004	—	"	4	12,00	1,21	4	PVC	—	6	BI	1	"	"	"
TCT-19	E	"	Noqueira	9881350	0288458	—	"	38,19	—	9,07	—	—	—	—	—	—	"	"	"
TCT-20	E	"	Benedito L.	9881525	0288451	1994	"	39,37	12,50	11,08	—	Tijolo	—	—	—	—	"	"	"
TCT-21	TM	"	J. Pereira	9881812	0288363	1995	"	4	18,00	4,99	3	PVC	—	—	BC	0,5	"	"	"
TCT-22	TM	"	M. <sup>a</sup> Lourenço	9881719	0288288	1997	"	4	—	3,77	4	PVC	—	5	BC	0,25	"	"	"
TCT-23	E	"	Vicencia S.	9881381	0288229	1994	"	39,37	4,40	3,67	—	Concreto	—	—	—	—	"	"	"
TCT-24	E	"	Benedito G.	9881346	0288223	1948	"	65,71	2,96	0,50	—	—	—	—	—	—	"	"	"
TCT-25	E	"	Luís Nunes	9881219	0288333	—	"	35,43	4,70	3,30	—	Tijolo	—	—	—	—	"	"	"
TCT-26	E	"	Francisco C.	9881046	0288056	1978	"	26,40	4,40	2,47	—	Tijolo	—	—	—	—	"	"	"
TCT-27	TM	"	Jorge Manoel	9881008	0287780	—	"	4	23,00	—	—	PVC	—	—	BI	1	"	"	"
TCT-28	E	"	Januário A.	9881237	0288449	—	"	39,37	6,60	5,10	—	Tijolo	—	—	—	—	"	"	"
TCT-29	E	"	J. Ribamar	9881099	0288297	—	"	37,40	6,74	5,21	—	Tijolo	—	—	—	—	"	"	"
TCT-30	E	Tracuateua	Raimunda S.	9881305	0288207	—	Particular	31,50	4,35	2,70	—	Tijolo	-	—	—	—	Li	Ar	H

CONVENÇÕES: Unidade de Bombeamento: BI = Bomba Injetora, Bomba Centrífuga

DATA: SET / 98

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

Tipo de Aquífero: Li = Livre.

Uso da Água: H = Consumo humano

Litologia do Aquífero: Ar = Arenito.

Viseu. A principal unidade aquífera é o Grupo Barreiras, cuja litologia, caracterizada por alternâncias de sedimentos argilosos, silticos, 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.

A região estudada compreende a sede municipal e adjacências, correspondendo à área de ocorrência de rochas graníticas da Suíte Intrusiva Tracuateua, cujo manto de intemperismo é utilizado para captação de água subterrânea para o abastecimento urbano, através de poços tubulares rasos e amazonas.

#### 4.3 - Captação Subterrânea

A água distribuída pela COSANPA à população da cidade de Tracuateua de um sistema ponteira que explota água do manto de intemperismo da Suíte intrusiva Tracuateua. 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 0,80 m a 1,40 m.

Nos poços tubulares os diâmetros são de 3", 4" e 6" polegadas, revestimentos de PVC, filtros serrilhados de 3 a 4 m de comprimento, com 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 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.

## 6 - CLASSIFICAÇÃO DA ÁGUA

As 09 amostras coletadas na sede municipal foram classificadas segundo suas fácies hidroquímicas (Santos 1997). Utilizando-se o Diagrama Triangular de Piper, a partir dos parâmetros físico-químicos da Tab. 01, apresentaram a seguinte classificação:

Amostra	Fácies Hidroquímicas
TCT - 01	Cloretada sódica
TCT - 02	Cloretada mista
TCT - 03	Cloretada sódica
TCT - 04	Cloretada mista
TCT - 05	Cloretada Cálcica
TCT - 06	Bicarbonatada Cálcica
TCT - 07	Cloretada mista
TCT - 08	Cloretada sódica
TCT - 09	Cloretada sódica

## 7 – 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.

**Vulnerabilidade Alta:** aquífero vulnerável a muitos contaminantes, exceto àqueles:

**b)** 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 Tracuateua 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.

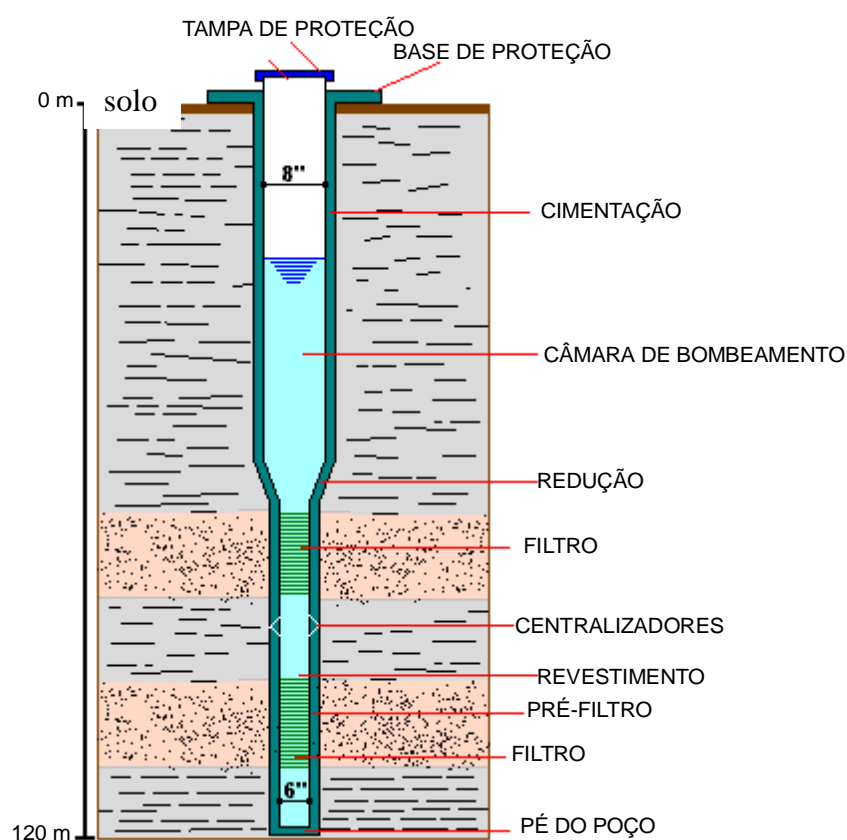
## 8 - PROPOSTA TÉCNICA

### 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.

O comportamento hidrogeológico da unidade aquífera Barreiras, em áreas homólogas, apresenta bons índices de produtividade. Este fato permite que

seja apresentado projeto de poço profundo semelhante ao que foi construído na cidade de Urumajó, município de Augusto Corrêa, com profundidade de 120 m e diâmetro de perfuração de 8 polegadas ( Fig. 03 ). O posicionamento dos filtros deve ser estabelecido através da perfilagem geofísica, preferencialmente o método GAMA, que define satisfatoriamente os níveis arenosos e argilosos ( Nery 1997).



Fonte: Demétrio e Manoel Filho, 1997.

**Fig. 03 - 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 Tracuateua é de 3.759 habitantes. Considerando-se a necessidade de 200 l / hab. / dia, para uma população de 4.000 habitantes, verifica-se que a produção diária deverá ser em torno de 800 m<sup>3</sup>, para atender a demanda atual.

## 8.3 – Número de Poços (Área Urbana)

Com uma vazão estimada de 75 m<sup>3</sup>/ h e um regime de bombeamento de 20 h / dia, a produção diária do sistema ponteira utilizado na sede municipal é de 1.500 m<sup>3</sup>, volume este que atende satisfatoriamente a toda comunidade urbana.

## 8.4 – 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. Salienta-se que este cálculo é para poço profundo a ser executado fora da área urbana, em zonas onde há ocorrência dos sedimentos do Grupo Barreiras.

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 ) 10% do valor do Poço</b>	<b>R\$ 8.400,00</b>

### 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 P

i = Taxa de juro

n = número de anos

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

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

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

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

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

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

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

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

### 8.4.2 – 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**

#### 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 = Custo do 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**

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

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

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

$\text{CPM}^3 = \text{R\$ } 0,0749$
-------------------------------------

## 9 – CONCLUSÕES E RECOMEN- DAÇÕES

Embora se tenha realizado apenas uma campanha ( 17/03/98 a 07/04/98 ) para o reconhecimento dos recursos hídricos da cidade de Tracuateua, 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 o rio Tracuateua apresenta-se fortemente poluído por coliformes totais e coliformes fecais, em conseqüência do carreamento de dejetos pelo “run-off” e de ser também utilizada como área de lazer para banhos, o que torna sua água imprópria para o consumo humano, “in natura”.
- O Índice de Qualidade da Água ( 59,86 ) encontrado no rio Tracuateua reflete 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, foram amostrados a Estação de Captação de água subterrânea dois pontos ao longo da rede de distribuição. Em todas as amostras foi verificada a boa qualidade da água, que se encontra dentro dos padrões recomendados pela Organização Mundial de Saúde ( OMS) e Ministério da Saúde.
- Do total de 03 poços tubulares amostrados ( TCT-06, TCT-07 e TCT-08 ) apenas o TCT-06, localizado à Av. Nazaré, n.º 802, pertencente ao Sr. Urbano Antônio da Rosa, apresenta-se fora dos padrões de potabilidade, devido a presença de Coliformes Totais e Coliformes Fecais com valores iguais a 23 e 9,1, NPM, respectivamente, que a torna imprópria para o consumo humano.
- Os poços tipo amazonas TCT-04 e TCT-05 pertencentes respectivamente aos Srs. Pedro da Silveira e Abel também apresentaram suas águas como impróprias para o consumo

humano devido apresentarem 43 e 9,1 NMP de coliformes totais e 3,6 e 9,1 de coliformes fecais.

- No caso específico das águas que contêm coliformes totais e coliformes fecais, aconselha-se à população consumidora que ferva, filtre e adicione 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 volume d'água utilizado pela COSANPA para abastecimento domiciliar da cidade de Tracuateua atende satisfatoriamente a demanda atual, fazendo-se "mister" citar a boa qualidade da mesma, que é proveniente do manancial

localizado na Travessa Antônio Nogueira Galvão. Alerta-se para a necessidade premente de sua conservação através de uma **Área de Proteção de Manancial (APM)**, evitando-se o desmatamento e a expansão da área urbana para essa região.

- 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.

## 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.