



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
FACULDADE DE GEOLOGIA
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS**

**AVALIAÇÃO DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO PÚBLICO E ANÁLISE DA
QUALIDADE DO RIO CHUMUCUÍ COMO FONTE HÍDRICA PARA O MUNICÍPIO
DE BRAGANÇA - PARÁ**

JEAN NEVES GOMES

**BELÉM – PARÁ
FEVEREIRO/2008**



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
FACULDADE DE GEOLOGIA
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS**

**AVALIAÇÃO DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO PÚBLICO E ANÁLISE DA
QUALIDADE DO RIO CHUMUCUÍ COMO FONTE HÍDRICA PARA O MUNICÍPIO
DE BRAGANÇA - PARÁ**

Monografia de Curso de Especialização em Gestão de Recursos Hídricos da Universidade Federal do Pará, apresentada como requisito à obtenção do título de Especialista em Gestão de Recursos Hídricos, sob a orientação do Prof. Dr. Milton Antonio da Silva Matta.

Belém, 29 de Fevereiro de 2008.

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr. Milton Antonio da Silva Matta (Orientador)

Membro: _____

Membro: _____

AGRADECIMENTOS

Várias pessoas contribuíram para a realização deste trabalho, e agora dirijo a todos, os meus sinceros agradecimentos pelo tempo dedicado em meu auxílio:

Ao Prof. Dr. Milton Matta pela orientação, confiança e conhecimentos transmitidos, que muito contribuíram para minha formação acadêmica.

A todos os professores do programa de Especialização em Gestão Hídrica e Ambiental, que contribuíram para aumentar meus conhecimentos.

Aos meus pais, José e Maria, pela excelente educação que me propiciaram, por uma formação social de caráter e dedicada aos meus propósitos, pela formação e ajuda educacional, pelos momentos difíceis que enfrentamos juntos e superamos, pela ajuda fraternal que nunca me faltou, pela ajuda financeira e pelo compartilhamento e o prazer imensurável de está ao lado de vocês dois e pelo amor que tenho em vocês.

Ao meu grande amor e companheira por todos os momentos de prazer, amor, compartilhamento, cumplicidade, brigas reconciliadas e pelo grande amor que cativo em você, pela minha formação social, pois me domou e teve paciência com meus erros, pela ajuda e incentivo em nunca parar de estudar e trabalhar, pela estruturação do nosso lar e principalmente pela razão do meu viver, minha princesa Ana Catarina, que todos dizem que é minha semelhança, mas não acho, pois tudo que é belo vejo semelhança em você.

A minha irmã Jaenne pelo carinho e incentivo e pelos momentos de brigas e amores de cumplicidade e por me dar sobrinho lindo e esperto José Felipe e Um afilhado lindo José Vinicius, e pelo meu cunhado Fabiano pela ajuda e incentivo.

Ao meu irmão Leandro que indiretamente me incentiva e me apóia.

As minhas irmãs Lanne e Laise ou Laíse e Lanne pelo carinho e incentivo.

A minha prima Marilene pelo carinho e incentivo.

Ao meu sogro José Sales e sogra Maria das Graças, primeiro por me da sua filha mais linda e inteligente e pelo apoio moral.

A todos os meus amigos de trabalho que sempre me incentivaram.

A todos os meus parentes que me apoiaram ou apóiam.

A todos os amigos de Especialização e principalmente do Mestrado que estão me apoiando.

A Coordenação da Especialização por me propiciar a prazer de estudar em um excelente curso.

A todos aqueles que me apoiaram e não citei.

À Deus por me conceder e permitir a vida, a inteligência permitindo conquistar esse grande desafio imposto em minha vida.

OBRIGADO A TODOS.

DEDICATÓRIA

Dedico esse título a três mulheres maravilhosas e um homem especial que são as pessoas mais especiais em minha vida. Minha Querida mãe Carmélia, a Minha Amada Ceciane, A minha Linda Princesa Ana Catarina e ao incrível homem José, meu pai. Obrigado por tudo e essa vitória é de vocês.

SUMÁRIO

| | |
|--|------------|
| ADRADECIMENTOS | iii |
| DEDICATÓRIA | v |
| SUMÁRIO | vi |
| LISTA DE ILUSTRAÇÕES | vii |
| LISTA DE TABELAS | ix |
| LISTA DE ABREVIações | x |
| RESUMO | xi |
| 1 – INTRODUÇÃO | 1 |
| 1.1 – OBJETIVO GERAL | 4 |
| 1.1.1 – Objetivos Específicos | 4 |
| 1.2 – ÁREA DE ESTUDO | 5 |
| 1.2.1 – Localização e Acesso | 7 |
| 1.2.2 – Aspectos Climáticos | 8 |
| 1.2.3 – Hidrologia | 8 |
| 1.3 – RELEVÂNCIA DO ESTUDO | 9 |
| 1.4 – METODOLOGIA | 11 |
| 1.4.1 – Preparação da Coleta e Técnicas de Preservação das Amostras | 11 |
| 1.4.1.1 – Lavagem dos Frascos | 13 |
| 1.4.1.2 – Preservação e Armazenamento das Amostras | 13 |
| 2 – TRABALHOS ANTERIORES | 13 |
| 3 – EMBASAMENTO TEÓRICO | 13 |
| 3.1 – SISTEMA DE TRATAMENTO CONVENCIONAL DE ÁGUA | 13 |
| 3.2 – CARACTERÍSTICAS FÍSICAS, QUÍMICAS E BIOLÓGICAS DA ÁGUA | 17 |
| 3.2.1 – Variáveis Físicas | 17 |
| 3.2.1.1 – Temperatura | 17 |
| 3.2.1.2 – Turbidez | 17 |
| 3.2.1.3 – Transparência | 18 |
| 3.2.2 – Variáveis Químicas | 18 |
| 3.2.2.1 – PH | 18 |
| 3.2.2.2 – Oxigênio Dissolvido (OD) | 19 |
| 3.2.2.3 – Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) | 20 |

| | |
|--|-----------|
| 3.2.3 – Variáveis Biológicas | 20 |
| 3.2.3.1 – Teor de Coliformes Termotolerantes | 20 |
| 4 – PADRÕES DE QUALIDADE DE ÁGUA | 22 |
| 5 – RESULTADOS | 24 |
| 5.1 – TURBIDEZ DO RIO CHUMUCUÍ | 24 |
| 5.2 – pH DO RIO CHUMUCUÍ | 25 |
| 5.3 – OXIGÊNIO DISSOLVIDO DO RIO CHUMUCUÍ | 26 |
| 5.4 – DEMANDA BIOQUÍMICA DO RIO CHUMUCUÍ (DBO) | 27 |
| 5.5 – TEOR DE COLIFORMES TERMOTOLERANTES | 28 |
| 6 – CONDIÇÕES DE TRATAMENTO DA ÁGUA E ABASTECIMENTO URBANO DO MUNICÍPIO DE BRAGANÇA | 29 |
| 6.1 – FATORES DE DEGRADAÇÃO AMBIENTAL E PROPOSTA CONSERVACIONISTA PARA O RIO CHUMUCUÍ | 31 |
| 7 – DISCUSSÃO | 33 |
| 8 – CONCLUSÕES | 36 |
| 9 – RECOMENDAÇÕES | 37 |
| 10 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 38 |
| 11 – ANEXOS | 43 |

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

| | | |
|-----------------------|---|----|
| Figura 1 | – Mapa esquemático dos sete municípios inseridos no sistema de 3 drenagem da Bacia Hidrográfica do Rio Caeté. | |
| Figura 2 | – Mapa da região Nordeste do Pará e a inserção do Rio Chumucuí nessa macroregião do Pará. | 6 |
| Figura 3 | – Localização do Rio Chumucuí, no km 7, da PA – 110; Ponte que corta o rio e a Estação de Tratamento da COSANPA (ETA, Bragança-Pará). | 7 |
| Figura 4 | – Estado de Preservação do Rio Chumucuí. | 9 |
| Figura 5 | – Adutora de Captação de Água do rio Chumucuí | 10 |
| Figura 6 | – Estado de abandono das estruturas de captação de água do rio Chumucuí. | 10 |
| Figura 7 | – Multiparâmetro com eletrodo de pH. | 19 |
| Figura 8 | – Multiparâmetro com eletrodo de Oxigênio. | 19 |
| Figura 9 | – Turbidez do Rio Chumucuí. | 25 |
| Figura 10 | – PH do Rio Chumucuí. | 26 |
| Figura 11 | – Oxigênio Dissolvido (OD) do Rio Chumucuí. | 27 |
| Figura 12 | – Demanda Bioquímica de Oxigênio do Rio Chumucuí. | 28 |
| Figura 13 | – Concentração de Coliformes Termotolerantes do Rio Chumucuí. | 29 |
| Figura 14 | – Adutora de Água do rio Chumucuí, com evidentes indicações de falta de manutenção – Bragança:Pará. | 30 |
| Figura 15 | – Parque de material da COSAMPA – Bragança:Pará | 30 |
| Figura 16 | – Sede da COSAMPA próximo ao Rio Chumucuí. | 31 |
| Figura 17 e 18 | – Os diversos usos do rio de Bragança-Pará. | 32 |
| Figura 19 | – Localização do Lixão a céu aberto, no km 3 da PA – 110, Bragança – Pará. | 32 |

Lista de Tabelas

| | |
|--|----|
| Tabela 1 – Preservação e prazo das análises de acordo com ABNT (1987) | 12 |
| Tabela 2 – Variáveis analisadas e perspectivas metodologia analíticas Referenciadas. | 16 |
| Tabela 3 – Parâmetros Físicos, Químicos e Biológicos para o consumo humano de acordo com CONAMA (2005). | 21 |
| Tabela 4 – Valores Físicos, Químicos e Biológicos obtidos nos meses de Análises do rio Chumucuí. | 24 |
| Tabela 5 – Planilha de campo com os parâmetros analisados em Loco em Laboratório | 43 |
| Tabela 6 – Cheek List | 44 |

LISTA DE ABREVIACOES

CONAMA – Conselho Nacional de Meio Ambiente.

ETA – Estaco de Tratamento de gua.

VMP – Valores Máximos Permitidos.

NMP – Número mais Provável.

RESUMO

O rio Chumucuí é afluente da margem esquerda do rio caeté e possui 12 km de extensão no município de Bragança. Desde 1988 é utilizado pela COSANPA como um ponto de captação de água para o abastecimento público da cidade. Porém apesar de aparente abundância de água, parte significativa da população bragantina enfrenta grandes problemas relacionados à sua qualidade e distribuição, o que resulta em vários problemas, principalmente no que diz respeito à saúde dos consumidores. Deste modo, a pesquisa tem como objetivo principal comparar a qualidade hídrica do rio Chumucuí com os parâmetros estabelecidos pela resolução do CONAMA nº 357 (2005) e identificar os principais fatores que interferem nas características físicas, químicas e teor de coliformes termotolerantes da água como potenciais poluidores e os múltiplos usos do rio. Foram coletadas sete amostras de água, no período de abril de 2006 a fevereiro de 2007, próximo ao ponto de captação da COSANPA, obedecendo a associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) de 1987 para preservação e armazenamento das amostras, e para as análises laboratoriais utilizou-se como referência a AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA) de 1976. A temperatura do rio Chumucuí variou entre 26 °C a 27° C. a transparência apresentou visibilidade entre 43 a 93 cm, correspondendo a profundidade do rio que apresentou-se entre 105 cm a 160 cm. A turbidez oscilou entre 9.32 e 47.9 (UNT) e o pH ficou entre 4.9 e 6.9. Os valores de oxigênio dissolvido variaram de 5.1 mg/L e 8.98 mg/L. A Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), apresentou-se valores de 0.64 mg/L e 4.56 mg/L. Os resultados encontram-se dentro dos padrões do CONAMA, porém faz-se necessário o tratamento convencional, o que não ocorre na prática devido ao precário sistema de tratamento de água da cidade. Portanto, é imprescindível uma reestruturação da ETA de Bragança e uma ampliação da rede de distribuição de água potável no município, uma vez que a saúde pública das áreas urbanas e rurais está diretamente relacionada a qualidade da água consumida (CONAMA).

1 – INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas tem se verificado uma diminuição quantitativa e qualitativa das águas superficiais, fato que pode ser atribuído às atividades desenvolvidas nas bacias hidrográficas, estando diretamente ligado ao desequilíbrio averiguado nesses ambientes.

Segundo a Resolução número 357 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), de 17/03/05, a saúde e o bem estar humano, bem como o equilíbrio ecológico aquático não devem ser afetados pela deterioração da qualidade das águas.

Esta resolução deveria limitar alguns usos da água de acordo com a sua qualidade, tendo por bases diversos parâmetros analíticos, dispondo-a em diversas classes.

A oferta de água potável tem sido apontada como um dos grandes problemas do século XXI. Apesar de todos os esforços para armazenar e controlar o consumo de água, esse bem está se tornando escasso e sua qualidade se deteriora cada vez mais rapidamente (FREITAS *et al.*, 2001).

A água é um bem de domínio público, um recurso natural limitado dotado de função social, valor econômico e tem uso prioritário o consumo humano e a dessedentação animal (PARÁ, 2001). Os múltiplos usos são indispensáveis a diversas atividades humanas, em que se pode destacar o abastecimento público e industrial, a irrigação agrícola, a produção de energia elétrica, a aqüicultura, as atividades de lazer e recreação e a preservação da vida aquática (CONAMA, 2005).

O Estado do Pará, inserido na Amazônia Legal, é rico em recursos hídricos, pois sua extensa rede fluvial é constituída por milhares de rios e igarapés perenes. Um dos rios mais importantes da região Norte é o Amazonas, que avança em direção ao Nordeste do Estado do Pará e lança suas águas no Oceano Atlântico (PARÁ, 2004).

A Bacia hidrográfica do rio Caeté que interliga o Nordeste paraense com sete municípios, conforme a figura apresenta alguns rios de grande importância para dinâmica de estuário da zona Bragantina, onde o de maior importância é o Rio chumucuí pela sua utilização como fonte hídrica no abastecimento do município de Bragança.

Já o Rio Chumucuí que está inserido na Bacia hidrográfica do rio Caeté, não sofre influencia estuarina e é utilizado desde 1988, pela Companhia de Saneamento do Pará – COSANPA, como local de captação de água para o abastecimento público da cidade de Bragança (PRIMAZ, 1998).

Apesar da aparente abundancia de água, parte significativa da população bragantina enfrenta grandes problemas relacionados à principalmente no que diz respeito à saúde dos consumidores desse sistema de abastecimento.

Vários são os fatores que contribuem para a deficiência no tratamento e na distribuição de água do município de Bragança, citando-se como exemplo: os múltiplos usos do manancial público, que é utilizado como balneário principalmente nos finais de semana, a lavagem de roupas, carros e motos que resultam em acúmulos de lixos nas margens e despejo de óleos e graxos no leito (SILVA, 2005).

O abastecimento de água é uma questão essencial para população urbana e rural e sua eficiência é fundamental, uma vez a ausência ou prestação inadequada deste serviço pode causar sérios danos à saúde publica do município. O abastecimento de água de uma cidade deve trazer fundamentalmente, benefício à população residente e isso está intimamente relacionado à preservação da qualidade hídrica (IBGE, 2000).

Neste contexto, a progressiva degradação dos recursos hídricos e a crescente escassez de água frente aos seus usos múltiplos, implicam no desenvolvimento de técnicas de tratamento cada vez mais complexas e, em geral, com maiores custos (PROSAB, 2006). Por outra parte, a qualidade de água é venerável às condições ambientais e locais a qual está exposta na maioria das vezes são necessários tratamentos específicos para torná-la potável (FREITAS *et al.*, 2002).

Portanto, com intuito de fazer uma avaliação da atual condição de abastecimento de água do município de Bragança faz-se necessário observação o estado de preservação do rio que abastece a cidade (rio Chumucuí), junto com seus parâmetros necessários para um padrão de água classe 2, segundo resolução do CONAMA, 2005 e uma análise detalhada nos seus múltiplos usos para diagnosticar uma possível fonte poluidora ou com potencial para poluir, propondo medidas para melhorar o sistema de abastecimento e sua qualidade junto a empresa gerenciadora do abastecimento de água de Bragança.

1.1 – OBJETIVO GERAL

Analisar a qualidade da água do rio Chumucuí para detectar possíveis fontes poluidoras da água, tendo como referência a Resolução do CONAMA n° 357/2005 que estabelece a classificação de água potável em classe 1 e 2 e propor medidas de melhorias no abastecimento do município de Bragança.

1.1.1 – Objetivos Específicos:

- ❖ Avaliar as condições e estruturas de captação de água, junto à empresa gerenciadora do abastecimento público do município de Bragança.
- ❖ Analisar a qualidade do rio Chumucuí como fonte hídrica para o município de Bragança – Pará.
- ❖ Verificar as possíveis fontes poluidoras do Rio Chumucuí.
- ❖ Verificar os impactos sócio-ambientais sobre o rio Chumucuí;
- ❖ Propor medidas para a preservação do manancial público da cidade de Bragança.

1.2 – ÁREA DE ESTUDO

O presente estudo foi realizado no município de Bragança, região Nordeste do Estado do Pará, cuja característica preponderante é ser o principal pólo pesqueiro da região bragantina, que apresenta um regime de macromarés semidiurnas e com grande disponibilidade hídrica, caracterizando a planície costeira bragantina.

O rio Chumucuí, afluente da margem esquerda do rio Caeté, possui uma extensão de 12 Km, apresentando sua nascente no município de Tracuateua, na comunidade de Cajueirinho. Possui três nascentes fluviais com matas ciliares preservadas e, durante seu percurso, o canal principal drena as comunidades: Cajueirinho e Cajueiro (município de Tracuateua), e Chumucuí Prata, Chumucuí, Lontra, e Maranhãozinho (município de Bragança). Sua foz está localizada no município de Bragança, onde sua principal extensão se dá na cidade de Bragança.

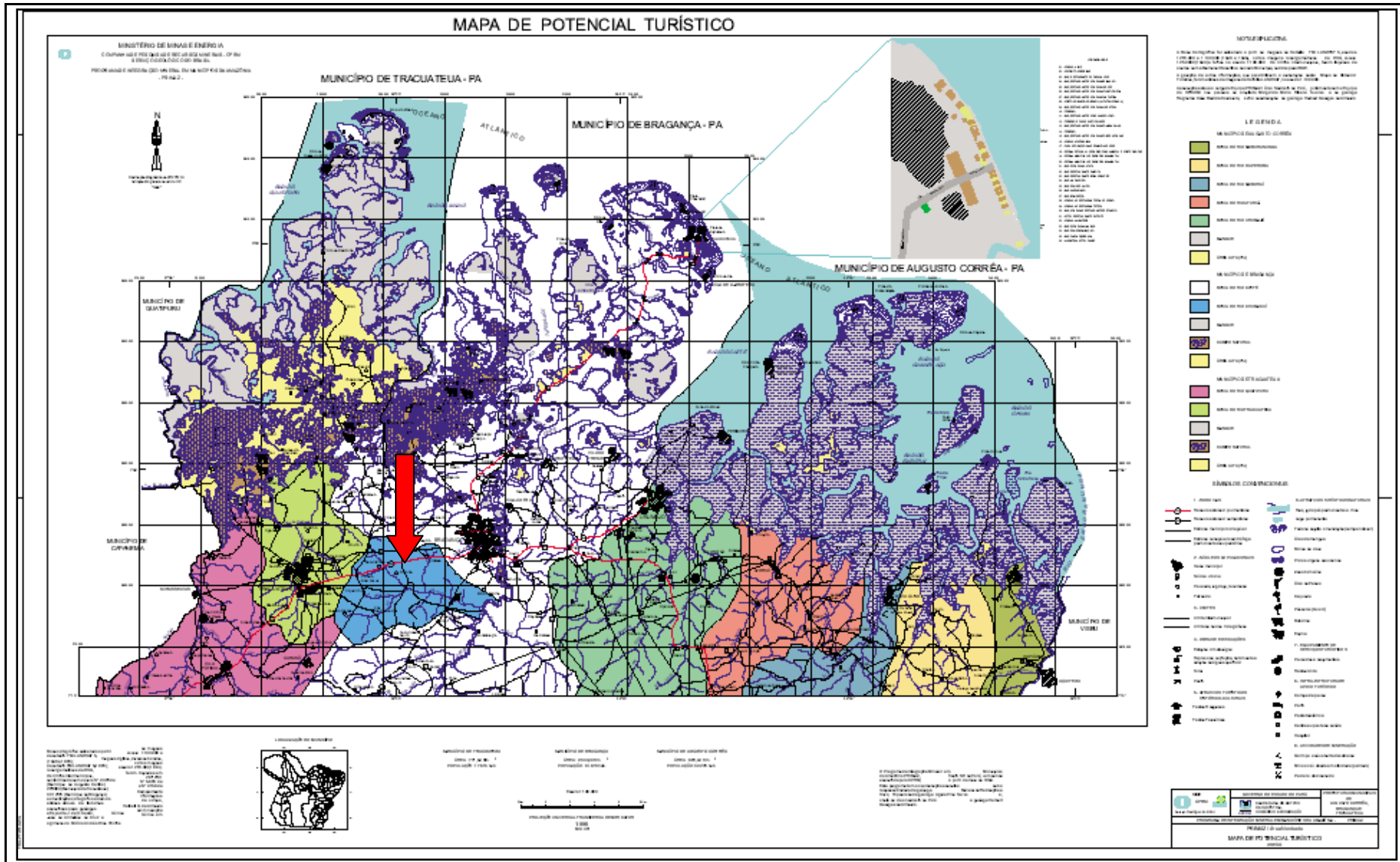


Figura 2: Mapa da Região Nordeste do Pará e a Inserção do Rio Chumucuí nessa Macroregião do Pará.

1.2.1 – Localização e Acesso

A Região Bragantina, inserida no Nordeste Paraense é composta por treze municípios: Augusto Corrêa, Bonito, Bragança, Capanema, Igarapé – Açu, Nova Timboteua, Peixe – Boi, Primavera, Quatipuru, Santa Maria do Pará, Santarém Novo, São Francisco do Pará e Tracuateua. A sede municipal de Bragança, atualmente com estimativa de 103.751 habitantes, está inserida nas coordenadas geográficas: 01°03'15''S e 46°46'10''W e possui seus limites ao norte com Oceano Atlântico, ao Sul com município de Santa Luzia do Pará e Viseu, a leste com os municípios de Augusto Corrêa e Viseu e a oeste com os municípios de Tracuateua e Capanema (IBGE, 2000).

A área analisada do rio Chumucuí delineado como área de estudo leva em consideração o ponto de captação de água pela empresa gerenciadora do abastecimento do município de Bragança. Esse ponto analisado do rio Chumucuí apresenta coordenadas geográficas: 01°05'50''S e 46°47'33''W, situado no km 7 da PA – 112 da estrada Bragança – Viseu, mais conhecida como estrada do Montenegro, à montante do local de captação de água da COSANPA e a jusante do balneário do Deco, a cerca de 4 km à sudoeste da sede municipal de Bragança.

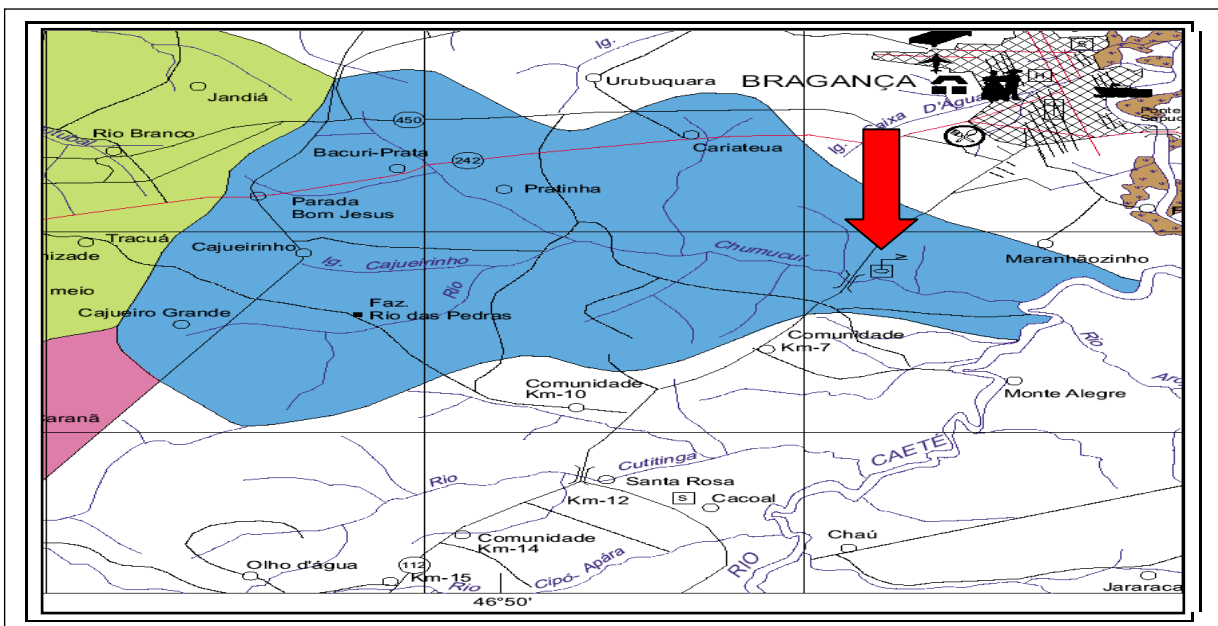


Figura 3: Localização do Rio Chumucuí, no km 7 da PA -110, Ponte que corta o rio e a Estação de Tratamento de Água da COSANPA (ETA, Bragança- Pará).

1.2.2 – Aspectos Climáticos

O Nordeste Paraense tem clima tropical úmido caracterizado por uma estação chuvosa, que vai de dezembro a maio e uma estação seca, de junho a novembro, com precipitação média anual em torno de 2.550 a 3.000 mm/ano. A umidade média anualmente pode variar de 80 a 91% e a temperatura média anual é de 27,7°C, variando ao longo do ano de 26,8°C a 28,0°C (SIPAM, 2006).

O clima do município de Bragança é semelhante ao da média da região Bragantina, sendo equatorial úmido, com temperatura máxima de 33°C e mínima de 18°C, apresentando média de 27°C. Possui elevada pluviosidade, 2.501mm/ano, com período chuvoso que vai de dezembro a junho e período seco de julho a novembro (SEPOF, 2007)

1.2.3 – Hidrologia

O Pará possui sete regiões hidrográficas: Calha Norte, Tapajós, Xingu, Baixo Amazonas, Tocantins – Araguaia, Portel – Marajó e Costa Atlântica – Nordeste, dentre as quais se destaca a “Costa Atlântica – Nordeste”, pelo seu grande potencial pesqueiro e por uma grande biodiversidade de fauna. Este Estado é composto por seis mesoregiões, onde a mesoregião do Nordeste Paraense se destaca por ser composta por um número expressivo de 49 municípios, divididos entre as seguintes regiões: Região do Salgado, Região Bragantina, Região de Cametá, Região de Tomé - Açú e Região do Guamá (PARÁ, 2004).

Na sub-região “Costa Atlântica Nordeste” se destaca a bacia hidrográfica do rio Caeté, a qual possui uma área de cerca de 2.440 Km² e extensão do rio principal de aproximadamente 100 km da nascente, no município de Bonito, à foz, nos municípios de Bragança e Augusto Corrêa, desaguando na baía Caeté – Urumajó. Localizado no tabuleiro costeiro e na planície litorânea, com altitudes médias em torno da cota de 60m, essa bacia drena parte do território de sete municípios: Bonito, Santa Luzia do Pará, Ourém, Capanema, Tracuateua, Bragança e Augusto Corrêa, com uma população total estimada em 260.561 habitantes (IBGE, 2003; GORAYEB, 2005).

O município de Bragança destaca-se por uma grande malha hídrica já que pertence a uma planície costeira e destaca-se no nordeste paraense por possuir uma grande faixa de reentrância de água marinha, caracterizado com região estuarina. O rio Chumucuí não sofre influencia direta do estuário do rio Caeté, porém

apresenta grande importância para o município de Bragança, pois é dele que, desde 1988, a empresa gerenciadora pelo sistema de abastecimento de Bragança retira e trata água para o fornecimento a população.

O Rio Chumucuí apresenta profundidade média de 1,65 metros e uma extensão aproximada de 12 km, tendo sua nascente no município de Tracuateua e sua foz no município de Bragança, ao longo do curso do rio o estado de preservação é considerado bom e estável, porém em alguns pontos ao longo do curso do rio ocorre a presença de balneários e de usos múltiplos do rio, como lavagem de roupas e automóveis, principalmente na proximidade da rede de captação de água da ETA, além da presença de um depósito de lixo a céu aberto, que está a 3 km de distância do rio.



Figura 4 – Estado de preservação do rio Chumucuí – Bragança:Pará.

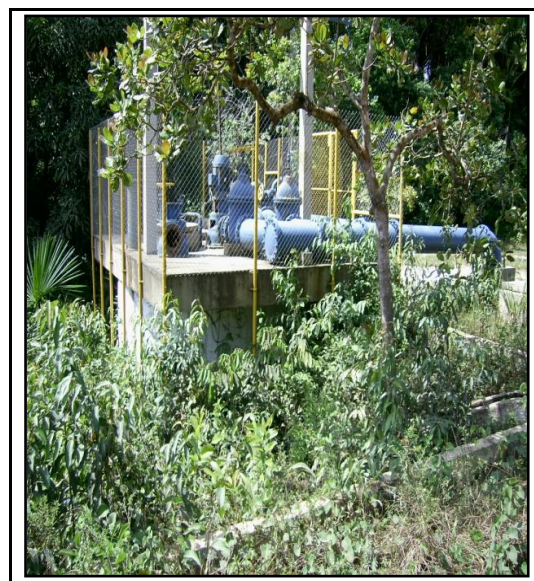
1.3 – RELEVÂNCIA DO ESTUDO

Trabalhos técnicos sobre a qualidade da água que abastece a cidade de Bragança ainda são bastantes restritos a relatório da equipe de saneamento do município de Bragança e da concessionária gerenciadora pelo abastecimento público, portanto esse parecer vem contribuir com informações sobre o manejo do afluente que abastece esse município.

Além de observar o sistema de abastecimento público em sua fonte de captação, assim como os parâmetros físicos, químicos e biológicos do Rio Chumucuí como fonte hídrica para o município de Bragança – Pará. Segundo a Resolução número 357 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), de 17/03/05, a saúde e o bem estar humano, bem como o equilíbrio ecológico aquático não deve ser afetado como consequência da deterioração da qualidade das águas. Manter um bom padrão de qualidade de água para dessedentação de animais e para o consumo humano é fundamental para minimizar custos com saúde pública e conservar o recurso tão precioso que é a água. Além do que a manutenção de um recurso hídrico contribui para manutenção do equilíbrio ambiental.



(05)



(06)

Figura 5 e 6 – Adutora de Captação de Água do Rio Chumucuí(05) e Estado de abandono das estruturas de captação de água do rio Chumucuí (06).

1.4 – METODOLOGIA

As coletas de dados foram realizadas no rio Chumucuí no ponto localizado nas coordenadas geográficas: 01°05'50''S e 46°47'33''W, situado no km 4 da PA – 112 à montante a estação de captação de água da COSANPA a cerca de 3 km à sudoeste da sede municipal de Bragança.

Foram realizadas sete (7) coletas de água durante o período de 12 meses, de Março de 2006 a Fevereiro de 2007. Para cada amostra foi analisado o teor de coliformes termotolerantes e as variáveis físicas e químicas do rio Chumucuí: temperatura, turbidez, transparência, pH, oxigênio dissolvido e demanda bioquímica de oxigênio (DBO).

Em campo foram analisados os parâmetros: temperatura, transparência e oxigênio dissolvido. No laboratório de qualidade de água da Universidade Federal do Pará (LQA) foram analisados os seguintes parâmetros: turbidez, DBO e coliformes termotolerantes.

Durante a coleta foram utilizadas listagem de controle (check list) e planilha de campo contendo horário de coleta, condição meteorológica e as variáveis analisadas (anexos 1 e 2).

Paralelo às atividades de campo foram realizada visitas a ETA de Bragança e entrevistas com funcionários da ETA e do escritório da COSANPA, gerente da COSANPA no município, com finalidade de obter informações sobre o tratamento e a distribuição de água na cidade de Bragança.

1.4.1 – Preparação da Coleta e Técnicas de Preservação e Armazenamento das Amostras:

Os procedimentos de preparação e preservação das amostras para verificação do teor de coliformes termotolerantes e das variáveis físicas e químicas da água obedeceram às normas da ABNT (1987) (Tabela1).

Tabela 1: Preservação e prazo das análises de acordo com ABNT (1987).

| Parâmetro | Preservação | Prazo para | Observação Análises |
|---------------|-----------------------------|------------|---------------------|
| Temperatura | xxxxx | Imediato | In situ |
| Transparência | xxxxx | xxxxx | In situ |
| DBO | Refrigerar a 4°C | 7 dias | análise com 5 dias |
| OD | xxxxx | Imediato | In situ |
| Turbidez | Refrigerar ao abrigo da luz | 24 horas | análise<24h |
| Coliformes | Refrigerar a 4°C | 24 horas | análise<24h |
| PH | Refrigerar a 4°C | 06 horas | análise>1h |

1.4.1.1- Lavagem dos Frascos:

Os frascos de polietileno foram inicialmente lavados com ácido clorídrico (HCl) a 10% e em seguida enxaguado dez vezes com água corrente, e depois três vezes com água destilada. Após a lavagem foram postos para secagem no fluxo laminar e posteriormente tampados. Finalmente foram etiquetados com os seguintes dados: data, local, hora, responsável, variáveis obtidas e as que seriam analisadas no laboratório.

Os frascos de vidro utilizados para coleta de coliformes foram submetidos à descontaminação em autoclave à temperatura de 121°C e à pressão de 1atm durante 30 minutos. As tampas dos frascos foram afrouxadas para evitar ruptura e permitir a circulação do vapor no processo de autoclavação. Após a descontaminação, os frascos foram secados no fluxo laminar. Depois foram colocados em estufa a 80 a 100°C no período de 1 hora para completar o processo de secagem. Em seguida os vidros foram retirados da estufa, suas tampas foram apertadas e cobertas com papel alumínio. Finalmente os vidros foram etiquetados com os parâmetros a serem armazenados.

1.4.1.2 - Preservação e Armazenamento das Amostras:

Após a coleta de água do rio Chumucuí as amostras foram postas em posição vertical no isopor com gelo a 4°C e ao chegar ao laboratório de qualidade de água os frascos foram refrigerados. No dia seguinte à coleta as amostras foram enviadas ao LCR em Belém ou ao Campus da UFPA em Bragança (laboratório de qualidade de água).

2 – TRABALHOS ANTERIORES

O chumucui é um pequeno rio que atravessa de oeste a leste metade do município de Bragança, no nordeste paraense, passando por seis comunidades. Em estudos realizados por Gomes & Silva (2004), foi constatado que esse rio tem as nascentes (=3) no município vizinho, Tracuateua, mais precisamente na comunidade de Cajueirinho, apresentando as matas ciliares conservadas. Primaz (1998) relataram o sistema de abastecimento hídrico da cidade Bragança pelo Programa de Integração Mineral da Amazônia, forneceu detalhes dos municípios. Os múltiplos usos do rio Chumucuí e políticas ambientais para o gerenciamento do rio Chumucuí foram propostos por Silva (2005), no intuito de alertar a comunidade e lideranças do município de Bragança a possível degradação do rio e uma futura contaminação. Políticas de preservação das nascentes do rio Chumucuí foi proposta Gomes (2003).

3 – EMBASAMENTO TEÓRICO

O abastecimento de água é uma questão essencial para população urbana e rural e sua eficiência é fundamental, uma vez a ausência ou prestação inadequada deste serviço pode causar sérios danos à saúde pública do município (IBGE,2000). O abastecimento de água de uma cidade deve trazer fundamentalmente, benefício à população residente e isso está intimamente relacionado à preservação da qualidade hídrica (IBGE, 2000).

Neste contexto, a progressiva degradação dos recursos hídricos e a crescente escassez de água frente aos seus usos múltiplos, implicam no desenvolvimento de técnicas de tratamento cada vez mais complexas e, em geral, com maiores custos (PROSAB, 2006). Por outra parte, a qualidade de água é venerável às condições

ambientais e locais a qual está exposta na maioria das vezes são necessários tratamentos específicos para torná-la potável (FREITAS *et al.*, 2002).

3.1 – SISTEMA DE TRATAMENTO CONVENCIONAL DE ÁGUA

A qualidade da água é vulnerável às condições ambientais a qual está exposta e, portanto, na maioria das vezes, é necessário um tratamento para torná-la potável. O tratamento convencional inclui várias etapas, a saber: coagulação-floculação-decantação-filtração-desinfecção-fluoretação. Uma vez que o tratamento utiliza produtos químicos, podem permanecer resíduos na água final implicando prejuízos para a saúde do consumidor. Desta forma todas as etapas devem ser monitoradas ininterruptamente para garantir que o produto final atenda às normas e ao padrão de potabilidade, estabelecidos pela Portaria 1469/GM de 29 de dezembro de 2.0007, em vigor a partir de 01 de janeiro de 2003 (CONAMA, 2005).

Ao sistema produtor cabe a oferta de um produto inócuo ao homem, à vigilância sanitária o controle da qualidade deste produto, como medida preventiva de saúde pública. Por sua vez, a garantia da qualidade da água de abastecimento público tem despertado o interesse dos mais diversos setores, motivando-os a elaborarem modelos de uso e gestão capazes de compatibilizar as demandas crescentes com a relativa escassez do produto na qualidade desejada.

O flúor é um elemento amplamente recomendado para a prevenção da cárie dental. No Brasil a fluoretação é obrigatória por lei federal a partir de 1974 (BARCELLOS, 1998).

Um sistema convencional de abastecimento de água é constituído das seguintes unidades: a) captação, b) Adução, c) Estação de tratamento, d) Reservação, e) Redes de distribuição, f) Ligações domiciliares. Após o sistema de captação de águas superficiais, a água bruta inicia seu processo de tratamento, que é composto pelas seguintes fases (COSANPA, 2007):

1) Coagulação: É feita pela adição de Sulfato de Alumínio ($Al_2(SO_4)_3$), na água formando pequenas partículas que vão unir os materiais em suspensão.

2) Floculação: Consiste na agitação lenta da água, utilizando agitadores mecanizados, com pás verticais, para juntar os flocos, tornando-os pesados.

- 3) Decantação: É a clarificação da água, ou seja, os flocos vão se depositar no fundo do decantador pela ação da gravidade e a velocidade da água que é mínima possível.
- 4) Filtração: É o processo mais importante no tratamento da água. A água decantada atravessa filtros rápidos de areia, eliminando os materiais em suspensão.
- 5) Desinfecção: É aplicado 10ppm de cloro na água para produzir um meio isento de microorganismos patogênicos, garantindo assim uma boa qualidade de água.
- 6) Correção do pH: É o processo de correção da acidez da água, adicionando cal hidratado, tornando a água com pH neutro ou levemente alcalino, pois águas ácidas são agressivas à rede de distribuição.
- 7) Fluoretação: Acrescenta-se o fluorsilicato de sódio na água com objetivo de reduzir a incidência de cáries dentária na população.

Tabela 2: Variáveis analisadas e respectivas metodologias analíticas referenciadas.

| Variáveis | LQA (Abril a Out./2006) | | LOCE (Dez. a Fev.2007) | |
|-----------------|-------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------|
| | Metodologia | Materiais | Metodologia | Materiais |
| Turbidez (UNT) | Turbedímetro | Turbedímetro Hach 2100 P | turbidimétrico | Turbedímetro HI 93703 |
| DBO | Incubação (20°, 5dias) | Incubação de DBO Modelo LICIT | Incubação (20°C, 5dias) ELETROLAB | Estufa de DBO |
| PH | ----- | ----- | Multiparâmetro | Hach |
| Coniformes | Tubos Múltiplos | Meio de cultura | Tubos múltiplos- | Meio de cultura |
| Termotolerantes | Meio A1 | Autoclave 110° C Estufa 80° C | Meio A1 Estufa 80° C | Autoclave 110° C |

Fonte: APHA (1976).

Legenda: LQA: Laboratório de Qualidade de Água; LOCE: Laboratório de Oceanografia Costeira

3.2 – CARACTERÍSTICAS FÍSICAS, QUÍMICAS E BIOLÓGICAS DA ÁGUA

A determinação dos parâmetros físico, químicos e biológicos da água é fundamental para avaliar a qualidade da água utilizada como fonte hídrica para o consumo humano.

3.2.1 – Variáveis Físicas:

As variáveis físicas são aquelas sujeitas às transformações do clima e mais vulneráveis as ações antrópicas.

3.2.1.1 - Temperatura:

A intensidade de calor presente na água é importante ser mensurado para verificar se condições físicas da água está sofrendo alteração ao ponto de inviabilizar o consumo desta água, como o excesso de microorganismo termotolerantes que consome oxigênio e aumentam a acidez da água (ANA, 2004). A temperatura da água pode ser influenciada por vários fatores, dentre eles: latitude, altitude, estação do ano, período do dia, taxa de fluxo e profundidade. Os ambientes aquáticos brasileiros apresentam, em geral, temperaturas na faixa de 20°C a 30°C (CETESB, 2007). O rio Chumucuí apresenta dentre as médias dos ambientes aquáticos brasileiros.

3.2.1.2 - Turbidez:

A turbidez da água é a medida de sua capacidade em dispersar a radiação, ou seja, é o grau de atenuação de intensidade que um feixe de luz sofre ao atravessar a água. Esse parâmetro é causado pela presença de material em suspensão, que altera a penetração da luz na água, ao contrário da cor, que é causada por substâncias dissolvidas. A alteração da turbidez pode ser originada por desmatamentos ou mesmo pela ação biológica, através da degradação de compostos, despejos domésticos e industriais (ESTEVES, 1998; CETESB, 2007).

Em pontos distintos do rio Chumucuí apresenta valores distintos de turbidez, fato observado devido a pontos mais afastado da estrada e da área de captação de água presente um bom grau de conservação da mata, contrapondo-se da área próximo ao ponto de coleta de água pela ETA e pelo balneário que se instalou próximo a essa área, onde suas margens são desprovidas de vegetação primária,

com isso e a lavagem do solo pelas chuvas provocam um excesso de material em resuspensão.

3.2.1.3 - Transparência:

Um rio de águas claras possui pequena quantidade de compostos orgânicos e inorgânicos e a sua transparência pode ser maior, enquanto que em rios de águas escuras, a transparência da água tende a ser menor, dependendo fundamentalmente, da profundidade do rio. Do ponto de vista óptico, a transparência da água pode ser considerada o oposto da turbidez (ESTEVES, 1998).

O rio chumucuí está inserido em uma vegetação densa e bastante preservada, onde ocorre intensa deposição de matéria orgânica proveniente da deposição de folhas e árvores que caem no rio por um processo natural de decomposição.

Em relação a sua transparência nos pontos analisados ao longo do curso do rio, com ajuda de um disco de secci, a transparência correspondeu a 70% da profundidade do rio chumucuí.

3.2.2 – Variáveis Químicas:

3.2.2.1 - pH:

O potencial hidrogeniônico (pH) é usado universalmente para expressar o grau de acidez e basicidade de uma solução, ou seja, é o modo de expressar a concentração de íons nessa solução. É calculado em escala antilogarítmica, abrangendo a faixa de 0 a 14, os quais valores inferiores a 7 e próximo de 0, como condições ácidas e valores acima de 7 até 14 como condições básicas. Esta variável exerce influencia em processos químicos e biológicos de um corpo de água e é importante no controle de águas de abastecimento (CETESB, 2007).

O pH do rio Chumucuí foi analisado utilizando-se um multiparâmetro de modelo hacch (APHA, 1976). O procedimento consistia em selecionar uma amostra coletada e submergir o eletrodo na amostra para obtenção da variável em questão (Fig.7).



Figura 7: Multiparâmetro com eletródo de análise de pH.

3.2.2.2 - Oxigênio Dissolvido (OD):

Trata-se de uma das variáveis mais significativas para expressar a qualidade de um ambiente aquático, ou seja, que indica a capacidade de um corpo de água natural manter a vida aquática. Valores muito baixos de oxigênio podem indicar o desequilíbrio dos ecossistemas aquáticos, acarretando sérios danos à biota, além da água tornar-se imprópria para os diversos usos. A dissolução de gases na água sofre a influência de distintos fatores ambientais como temperatura, pressão e salinidade. As variações nos teores de OD estão associadas aos processos físicos, químicos e biológicos que ocorrem nos corpos d'água (CASSINI, 2006).

O oxigênio dissolvido foi analisado utilizando o multiparâmetro com auxílio de um refratômetro, haja vista que esse equipamento para obter a variável oxigênio tem que fornecer a salinidade da amostra em questão, o papel do refratômetro era de confirmar a salinidade que no caso de um rio de água doce é geralmente igual a zero, mas tal confirmação é dada pela proximidade da zona de estuário do Caeté (fig. 7).

O Rio Chumucuí por apresentar um bom estado de preservação e conservação de sua fauna, demonstrando que a matéria orgânica produzida pelo rio é absorvida e que não causa redução brusca nos teores de oxigênio.



Figura 8: Multiparâmetro com eletrodo de medir oxigênio dissolvido.

3.2.2.3 - Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO):

A expressão Demanda Bioquímica de Oxigênio, utilizada para expressar o valor da poluição produzida por matéria orgânica oxidável biologicamente, corresponde à quantidade de oxigênio necessária para que microorganismos aeróbicos mineralizem a matéria orgânica carbonada da amostra (tanto de origem fecal, quanto de outras origens, como animais mortos, restos de vegetais, efluentes de esgotos sanitários), a um período de 5 dias, em incubação a 20°C.

A DBO foi analisada após o período de 5 dias em incubação a 20°C. Após esse período verifica-se o valor de oxigênio presente na amostra.

A presença de um alto teor de matéria orgânica pode induzir a completa extinção do oxigênio na água, provocando a mortandade de organismos presentes nesse ambiente e intensa proliferação de microorganismo como bactérias, processo pelo qual denominado de Eutrofização, além disso, produzir sabores e odores desagradáveis e no caso do sistema de abastecimento obstruir os filtros de água utilizados nas estações de tratamento de água (CETESB, 2007).

3.2.3– Variável Biológica:

A variável biológica analisada foi o teor de coliformes termotolerantes, que são importantes indicadores de poluição de água por organismos patogênicos, que não somente podem contaminar a água e inviabilizá-la para o consumo como levar a morte de seres residentes neste meio ou aqueles consumidores desse recurso.

3.2.3.1 - Teor de Coliformes Termotolerantes

As bactérias do grupo dos coliformes habitam normalmente o intestino humano e de animais de sangue quente servindo, portanto, como indicadoras de contaminação da por fezes. Tendo em vista que a maior parte das doenças associadas com a água é transmitida por via fecal, isto é, pelos organismos patogênicos que são eliminados pelas fezes e atingem o ambiente aquático, conclui-se que as bactérias coliformes podem ser usadas como indicadoras desta contaminação e da qualidade da água. Estas bactérias fermentam a lactose a 44,5 +/- 0,2 °C em 24 horas e tem como principal representante a *Escherichia coli* de origem exclusivamente fecal (CETESB, 2007).

O teor de coliformes termotolerantes foi analisado utilizando o método dos tubos múltiplos (APHA, 1976)

As variáveis físicas, químicas e o teor de coliformes termotolerantes do rio Chumucuí foram analisados de acordo com (APHA, 1976) cujas metodologias são apresentadas na Tabela 2.

Tabela 3: Parâmetros físicos, químicos e teor de coliformes termotolerantes para o consumo humano, de acordo com o CONAMA (2005).

| Parâmetro | Unidade | VMP ⁽¹⁾ |
|------------------------------------|---------------------------|--------------------|
| Turbidez | UNT | ≤ 100 |
| PH | xxxxx | 6,0 a 9,0 |
| OD | mg/L O ₂ | ≥ 5,0 |
| DBO | mg/L O ₂ | ≤ 5,0 |
| Teor de coliformes Termotolerantes | NMP ⁽²⁾ /100ml | ≤ 1000 |

⁽¹⁾ VMP: Valor máximo permitido

⁽²⁾ NMP: Número mais provável

Fonte: CONAMA (2005)

4 – PADRÕES DE QUALIDADE DE ÁGUA

Para avaliar se um determinado corpo d'água apresenta condições satisfatórias para assegurar os seus usos potenciais, conforme a classificação do CONAMA N° 20/86, é necessário efetuar a caracterização físico-química e bacteriológica da água, ou seja, avaliar a sua qualidade. O levantamento da qualidade de qualquer sistema ambiental depende fundamentalmente da escolha dos parâmetros representativos de seu "status" por ocasião do momento da amostragem (PRIMAZ, 1998). Os parâmetros e respectivos padrões de qualidade da água são determinados em função dos seus usos preponderantes atuais e futuros. Para garantir o atendimento das necessidades, a vontade futura dos usuários da água e, a proteção da vida aquática, os limites fixados devem ser respeitados para que não venha prejudicar os usos prioritários (BARCELLOS, 1998).

Os padrões são utilizados, principalmente, para a proteção da qualidade da água, de forma a assegurar os usos previstos. A ABNT (NBR 9896/87) preconiza que os padrões de qualidade são constituídos por um conjunto de parâmetros e respectivos limites, e são estabelecidos com base em critérios científicos que avaliam o risco para um dado indivíduo e o dano causado pela exposição a uma dose conhecida de um determinado poluente (ABNT, 1987).

Um critério científico significa uma quantidade limite fixada para um determinado parâmetro que, estando dentro dos limites máximos (ou mínimos, conforme a natureza do constituinte), protegerá os usos desejados para um determinado corpo d'água, dentro de um grau de segurança. Dessa forma, o padrão de qualidade para garantir um determinado uso deve ser no mínimo, igual ao critério de qualidade para esse uso (NASCIMENTO, 1998).

Os padrões de potabilidade para as águas destinadas ao abastecimento humano são estabelecidos segundo a definição da Organização Mundial da Saúde - OMS, que define como água potável aquela que apresenta aspecto límpido e transparente; não apresenta cheiro ou gosto objetável; não contém nenhum tipo de microrganismo que possa causar doença; e não contém nenhuma substância em concentrações que possam causar qualquer tipo de prejuízo à saúde.

No Brasil, os Padrões de Potabilidade são definidos pelo Ministério da Saúde (BRASIL, 2000a), através da atual Portaria nº 518 de 26/03/2004. Esses padrões, de um modo geral, são valores máximos permitidos (VMP) de concentração para uma série de substâncias e componentes presentes na água.

Segundo Nascimento (1998), é importante a comparação dos padrões de qualidade das Classes de usos, principalmente as Classes Especial, 1, 2 e 3, relativas à água doce, estabelecidas na Resolução CONAMA no 20/86, com os critérios científicos de preservação da vida aquática, saúde humana e animal, com o objetivo de verificar a conformidade dos padrões caracterizados pela referida Resolução.

Considerando-se o confronto desses critérios com o CONAMA, para o uso e proteção das comunidades aquáticas, a situação ideal seria aquela em que a relação *padrão Classe 1 e 2/critério científico para preservação das comunidades aquáticas* seja menor do que 1, caracterizando que o valor do padrão da Resolução CONAMA 20/86 é mais conservador do que o referido critério. A manutenção dessas condições no corpo d'água irá proporcionar a preservação das comunidades aquáticas (NASCIMENTO, 1998).

Pelo fato dos rios paraenses não estarem enquadrados na Resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) nº 357 de março de 2005 tomou-se como referência os padrões estabelecidos para a classe 2, considerando-se os parâmetros referentes ao abastecimento humano. O CONAMA considera que toda água destinada ao consumo humano deve obedecer ao padrão de potabilidade e não oferecer riscos à saúde. Sendo assim, o principal propósito para a exigência de qualidade de água é a proteção ao meio ambiente e à saúde pública e isto está intimamente relacionado à preservação da qualidade hídrica. Desta forma, o CONAMA estabelece que a água destinada ao consumo humano deva estar em conformidade com o padrão de aceitação de consumo expresso na tabela 3.

5– RESULTADOS

Os parâmetros físicos, químicos e biológicos avaliados foram comparados com o padrão estabelecido pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente, resolução nº 357 de março de 2005, utilizado para classificação de água tipo 1. Os resultados obtidos demonstraram que a água do rio Chumucuí está dentro de um padrão aceitável para água classe 2, ou seja, boa para o consumo humano e que apresenta e que apresenta necessidade de pequenas adequações para o fornecimento para a população do município de Bragança, conforme a tabela abaixo;

Tabela 4: Valores Físicos, Químicos e Biológicos obtidos nos meses de análise do rio Chumucuí.

| Meses | Turbidez | pH | OD | DBO | Coliformes |
|-----------|----------|-----|------|------|------------|
| Março | 29.7 | 5.2 | 5.98 | 1.63 | 326 |
| Maiο | 18.9 | 4.9 | 5.01 | 0.63 | 287 |
| Junho | 9.32 | 6.1 | 6.22 | 3.86 | 225 |
| Agosto | 32.4 | 6.2 | 6.33 | 4.13 | 532 |
| Outubro | 16.3 | 6.2 | 7.20 | 4.56 | 879 |
| Dezembro | 47.9 | 6.9 | 7.0 | 1.28 | 56 |
| Fevereiro | 12.5 | 4.9 | 8.98 | 3.73 | 1115 |

5.1 – TURBIDEZ DO RIO CHUMUCUÍ:

O gráfico abaixo demonstra o resultado da turbidez analisada no rio Chumucuí, que oscilou entre 9.32 e 47.9 UNT, valor considerado dentro dos padrões normais segundo CONAMA (1986). Apenas no mês de dezembro apresentou valor mais elevado 47,9 UNT, devido ao carreamento de matéria orgânica das margens do rio para seu leito, principalmente próximo a PA-112

que apresenta extensas áreas desprovidas de vegetação primária, porém o resultado atende o padrão estabelecido pelo CONAMA.

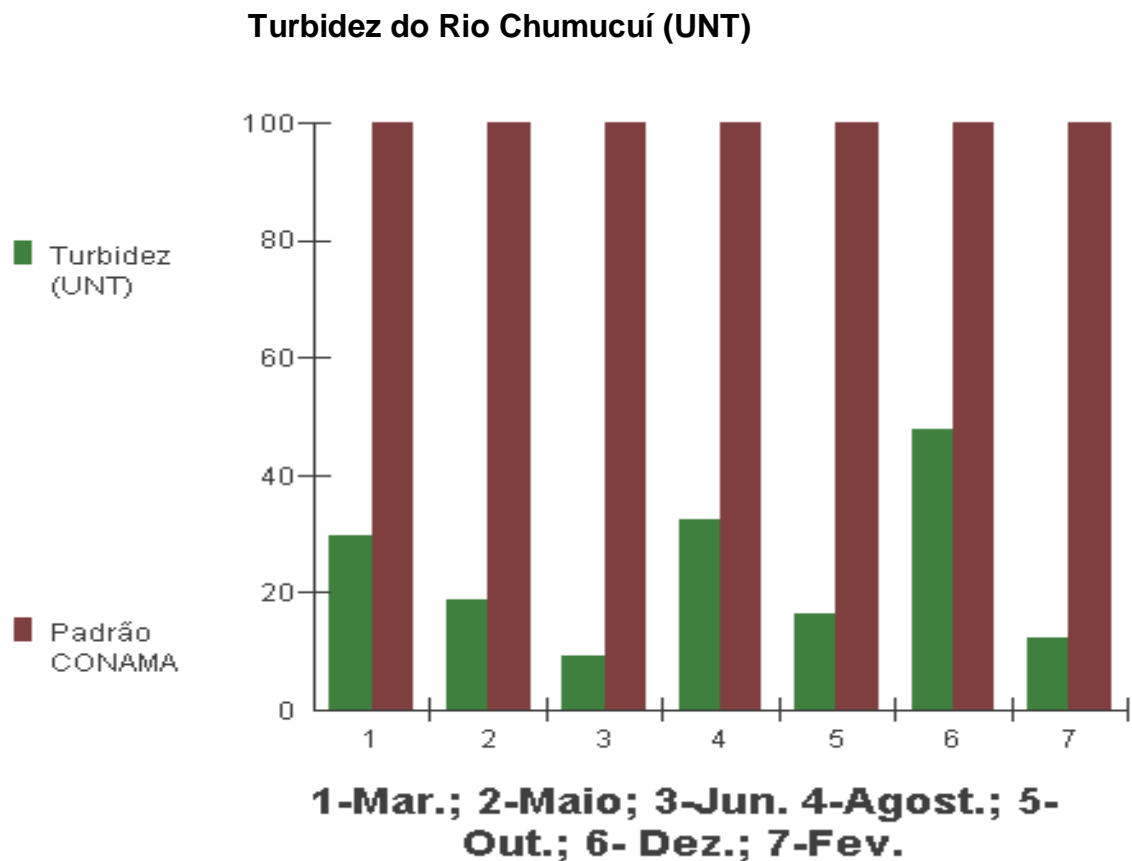


Figura 9: Turbidez do Rio Chumucuí.

5.2 – pH DO RIO CHUMUCUÍ:

A figura 12 demonstra o pH do rio Chumucuí oscilando entre 4.9 e 6.9. Os meses de março e maio de 2006 e fevereiro de 2007 apresentaram-se abaixo do padrão estabelecido pelo CONAMA devido à decomposição de matéria orgânica e conseqüente maior concentração de ácidos húmicos diluídos na água. Contudo a ETA não realiza a correção de pH para o fornecimento para população, trazendo riscos a saúde pública, além de um

aspecto aversivo a água consumida por grande parte da população do município de Bragança.

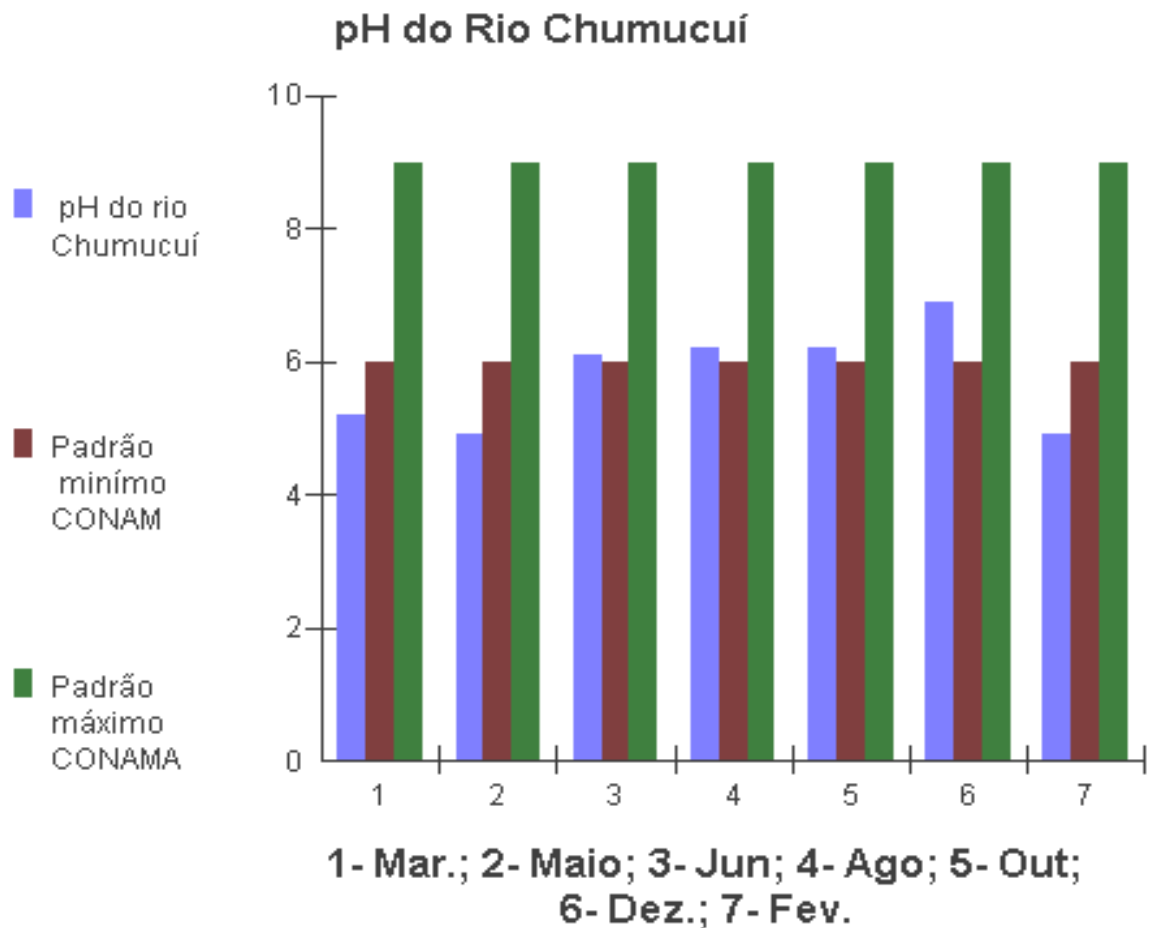


Figura 10: pH do Rio Chumucuí

5.3 – OXIGÊNIO DO RIO CHUMUCUÍ (OD)

A figura 13 demonstra o resultado do oxigênio dissolvido que se revelou dentro do padrão CONAMA, pois todos os meses apresentaram valores acima de 5.0 mg/L. Onde o menor valor encontrado foi de 5.1 mg/L, no mês de maio de 2006 e o maior valor foi de 8.98 mg/L em Fevereiro de 2007. Uma redução acentuada nos teores de oxigênio de um ambiente aquática pode levar a uma

característica de eutrofização e conseqüente morte em massa de organismos aquáticos e inviabilizar o consumo pela população humana.

Oxigênio dissolvido do rio Chumucuí (OD)

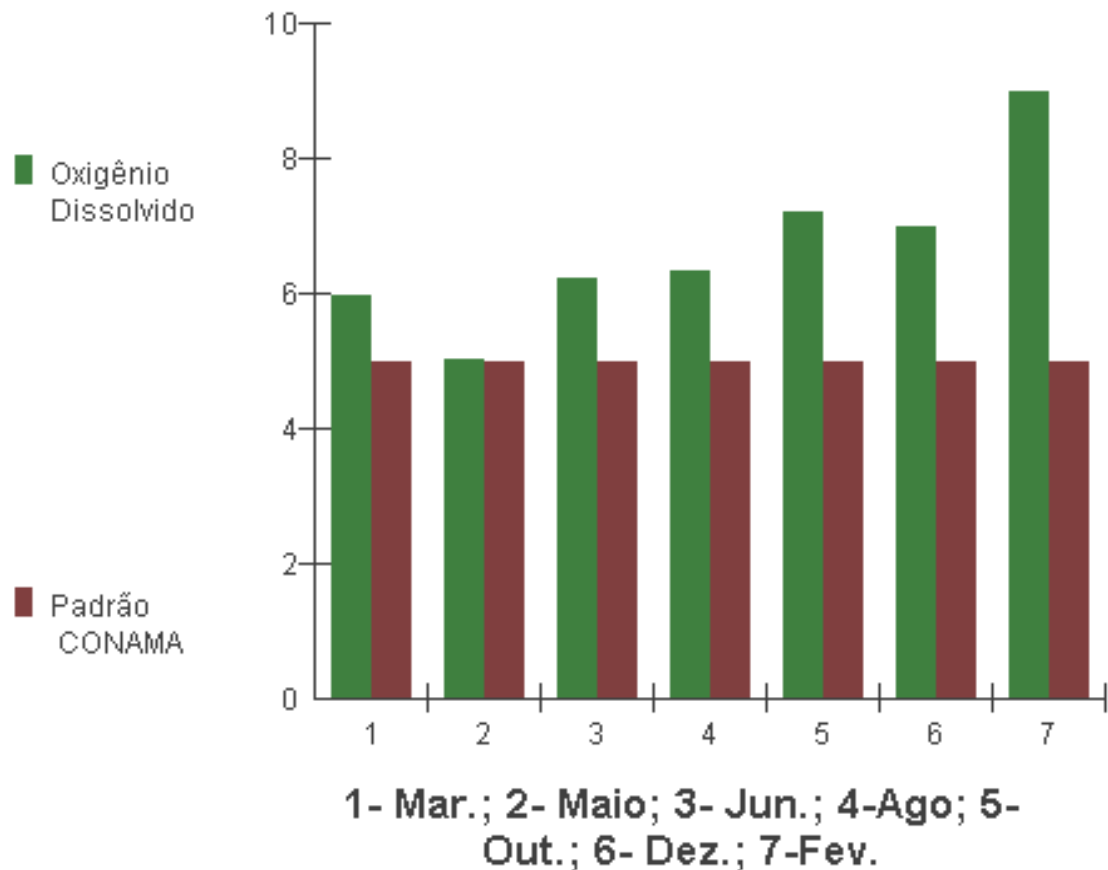


Figura 11: Oxigênio Dissolvido no Rio Chumucuí

5.4 – DEMANDA BIOQUÍMICA DO RIO CHUMUCUÍ:

Para o DBO o menor valor encontrado foi de 0.64 mg/L em Maio de 2006 e o maior valor foi de 4.56 mg/L, no mês de outubro de 2006. A figura 14 demonstra os resultados de DBO do rio Chumucuí e revela que este parâmetro encontra-se dentro do padrão estabelecido pelo CONAMA, pois observa-se em

todos os meses quantidade de DBO menor que 5.0 mg/L. O estado de preservação do rio chumucuí ainda contribui para o baixo consumo de oxigênio por bactérias, contribuindo para um aspecto positivo para água do rio chumucuí, como fonte hídrica para o município de Bragança.

Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)

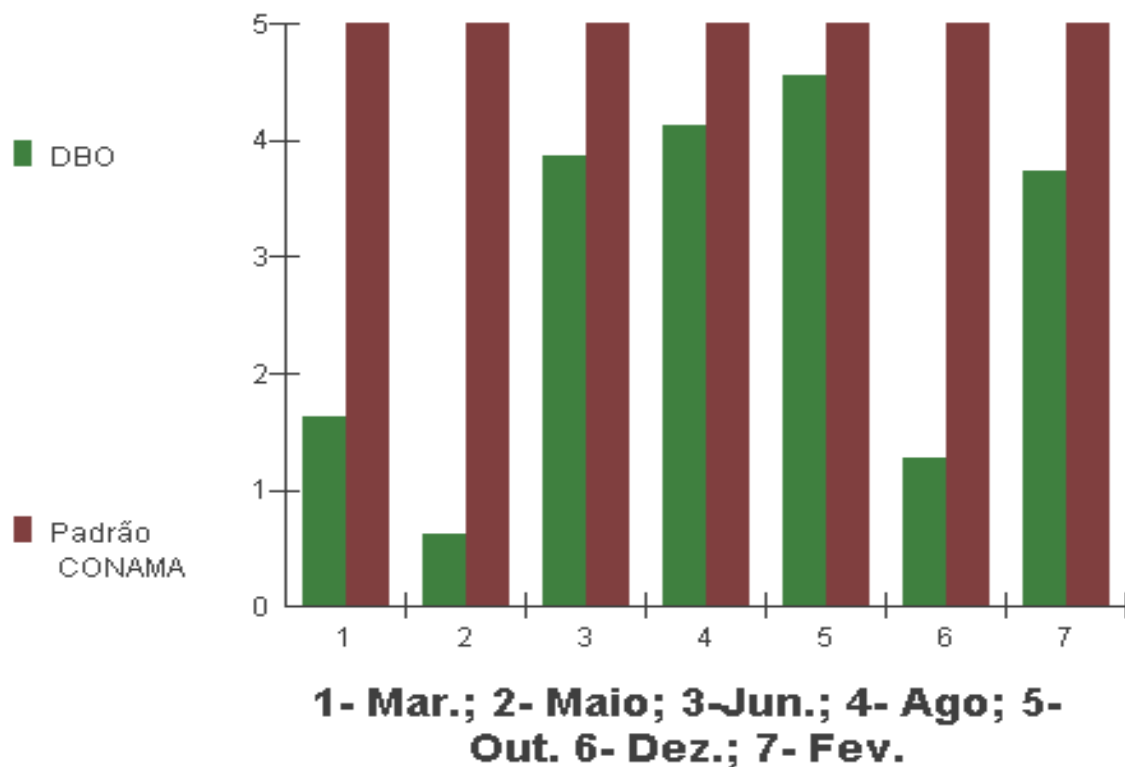


Figura 12: Demanda Bioquímica de Oxigênio do Rio Chumucuí.

5.5 – COLIFORMES TERMOTOLERANTES:

A figura 15 demonstra o resultado do teor de coliformes termotolerantes. Percebe-se que houve elevação no nível de coliformes apenas no mês de fevereiro de 2007, apresentando-se acima do padrão estabelecido pelo CONAMA, sugerindo que a matéria orgânica lançada no rio pelo aporte das

chuvas tinha contribuído para proliferação de organismos patogênicos e conseqüente redução na qualidade da água do rio chumucuí para aquele mês.

Teor de Coliformes Termotolerantes (NMP/100ml)

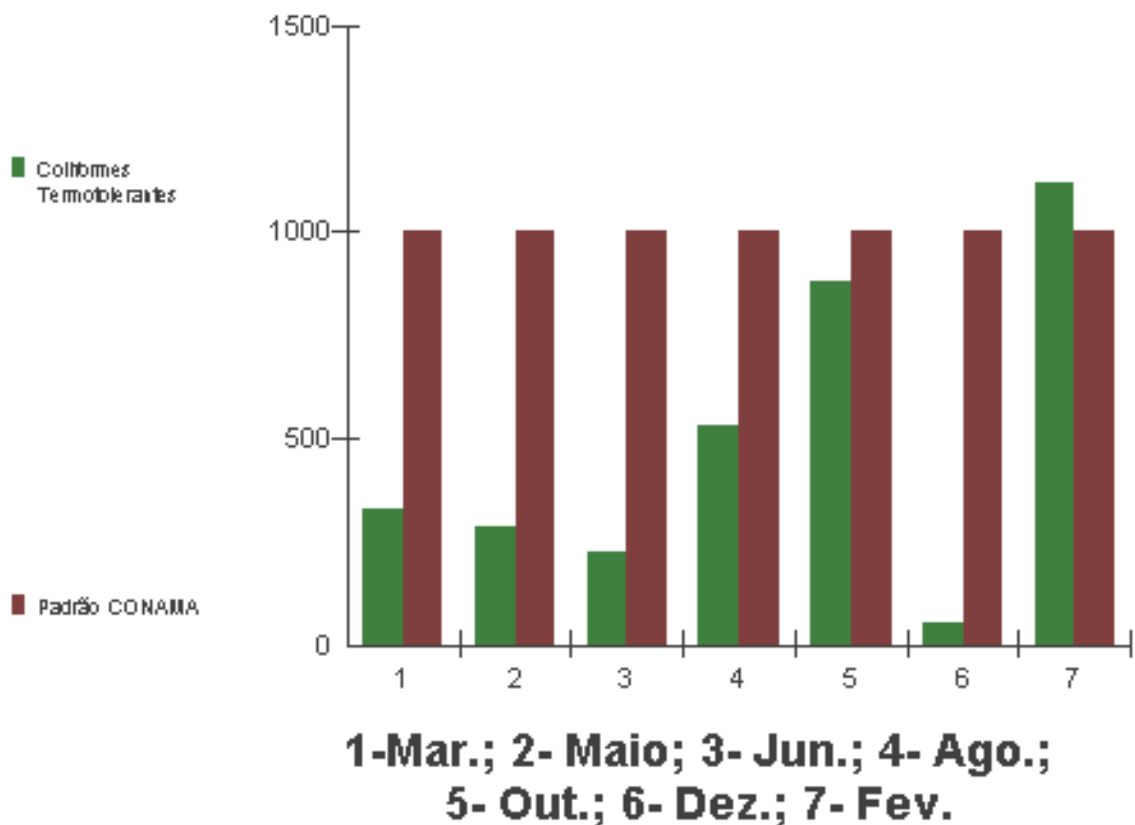


Figura 13: Concentração de Coliformes termotolerantes no Rio chumucuí.

6 – CONDIÇÕES DE TRATAMENTO DA ÁGUA E ABASTECIMENTO URBANO NO MUNICÍPIO DE BRAGANÇA

As condições da estação de tratamento são extremamente precárias, com problemas operacionais constantes e com abandono do material estrutural no pátio da ETA, fator gerado principalmente pelo fato da ETA funcionar a 19

anos sem ter sido submetida por uma reforma. Além de apresentar um almojarifado sem peças de reposição para um problema mais complexo. No local de captação existem duas adutoras de 16 polegadas, uma funciona regulamente e a outra serve como reserva para eventuais problemas.



Figura 14 – Adutora de água do rio Chumucuí, com evidentes indicações de falta de manutenção.– Bragança: Pará.



Figura 15 – Parque de material da COSANPA – Bragança: Pará.

A concessionária gerenciadora do tratamento de abastecimento da cidade de Bragança é a COSANPA e a ETA do município localiza-se a 7 km do centro urbano de Bragança, na PA - 112, distando 150 metros do rio Chumucuí, conforme a figura abaixo. A água bruta é lançada a través de uma adutora de 16 polegadas e 4.850 metros de extensão para a ETA, para receber o tratamento. Durante as etapas de tratamento a concessionária gerenciadora de Bragança utiliza os seguintes produtos: 1) Cal hidratada no processo de

clarificação da água, enquanto este deveria ser usado apenas no final do tratamento na correção do pH; 2) Sulfato de Alumínio, no processo de coagulação e floculação; 3) cloro no processo de desinfecção; 4) Flúor, com o objetivo de reduzir a incidência de cárie dentária.

A concessionária não realiza a correção de pH, que deveria ser uma das etapas finais do tratamento de água.



Figura 16 – Sede da COSANPA próximo ao rio Chumucuí, Bragança: Pará.

6.1 – FATORES DE DEGRADAÇÃO AMBIENTAL E PROPOSTAS CONSERVACIONISTAS PARA O RIO CHUMUCUÍ:

O rio Chumucuí apresenta alguns fatores de degradação ambiental fundamentalmente relacionado aos seus últimos usos. Podem-se destacar os efluentes provindos de esgotos domésticos de casas e balneário que margeia o rio, pois o município não dispõe de sistema de esgoto sanitário, sendo comum a presença de moradores lavando roupa, veículo e animais às margens do rio Chumucuí.



(17)

(18)

Figura 17 e 18 – Os diversos usos do rio Chumucuí, Bragança – Pará.

Estes usos deterioram a qualidade da água e acarretam em acúmulo de lixo nas margens, vistos que os usuários costumam deixar no local: sacos plásticos, caixa de sabão, garrafas e outros objetos que degradam o ambiente natural. Outro ponto preocupante para a qualidade da água do rio Chumucuí e o abastecimento de água para a cidade de Bragança é a presença de um lixão a céu aberto que além de comprometer a saúde pública (SOARES, 2002), poderá futuramente contaminar o rio Chumucuí pela simples questão da distância do lixão para o rio que é somente de 3 km e a declividade da região que está direcionada ao leito do rio, a figura abaixo mostra o lixão a céu aberto, localizado na PA – 110, km 3.



Figura 19 - Localização do Lixão no km 3 da PA - 110.

7 – DISCUSSÃO

O CONAMA não estabelece um padrão para as temperaturas de águas destinadas ao abastecimento público, entretanto pode-se verificar que os valores encontrados apresentam semelhanças com os ambientes aquáticos brasileiros que apresentam temperaturas entre 20°C e 30°C (CETESB, 2007), o rio Chumuí apresenta temperatura aceitável para o abastecimento público. No que refere-se a Turbidez o valor máximo encontrado foi no mês de Dezembro, mas esse não é significativo, pois a água pode ser turva quando recebe certa quantidade de partículas que permanecem algum tempo em suspensão, ou mesmo devido aos esgotos sanitários da cidade (FARIAS, 2006). Em tratamento convencional de água a turbidez pode ser diminuída com sulfato de alumínio (CETESB, 2007).

Quanto aos resultados do pH, a acidez pode estar relacionada ao aumento da concentração de cátions e ácidos húmicos e flúvicos no período chuvoso, oriundos da decomposição de matéria orgânica provinda da vegetação, tornando as águas superficiais mais ácidas (DIAS & LIMA, 2004). O pH é muito influenciado pela quantidade de matéria orgânica morta a ser decomposta, sendo que quanto maior a quantidade de matéria orgânica disponível, menor será o valor do pH, pois para haver decomposição de materiais é necessária a produção de ácidos (FARIAS, 2006).

Provavelmente as águas do rio Chumuí acompanhem a tendência natural à acidez dos rios amazônicos (HORCZARYK, 2007).

Os resultados do oxigênio dissolvido revelam que a água tem a capacidade de manter a vida aquática (CETESB, 2007), porém faz necessárias ações de conservação do manancial, já que as águas do rio Chumuí são utilizadas concomitantemente para o abastecimento público e para dessedentação de animais, recreação, lavagem de roupas e veículos, podendo influenciar na qualidade do rio futuramente.

Os resultados de DBO foram satisfatórios revelando uma boa qualidade da água do rio Chumuí, mas apesar deste resultado, fazem-se necessárias ações de monitoramento para conservar a qualidade hídrica do manancial público do município de Bragança.

O teor de coliformes termotolerantes encontrado no rio Chumuí indicam que para um rio classe 2, de acordo com resolução da CONAMA

357/05, o mês de Dezembro não se enquadra nesta classe, e que a qualidade de água não está indicada para o consumo sem o tratamento convencional de água. Desta forma é importante que haja controle da qualidade de água e que sejam desenvolvidas ações preventivas com intuito de esclarecer à população local sobre os riscos à saúde, cuja presença de esgoto doméstico pode representar o maior problema local, onde as amostras foram coletadas e quanto a localização de um balneário que influencia diretamente na qualidade da água captada da concessionária e apresenta más condições de saneamento.

Quanto à problemática da questão do abastecimento de água na cidade de Bragança, Soares *et al.* (2002), relaciona o saneamento básico à saúde pública e o meio ambiente e afirma que no sistema de produção da água tratada, impactos ambientais negativos podem ocorrer na captação de água bruta. Por outro lado, a irregularidade do abastecimento na rede de uma determinada área urbana também pode modificar a qualidade da água tratada, por causa da introdução de agentes patogênicos na rede de distribuição (BARCELLOS *et al.*, 1998).

A cidade de Bragança necessita de um sistema de esgoto sanitário, pois dos grandes problemas é o fato de os efluentes provenientes da lavagem dos filtros da ETA, contendo sulfato de alumínio são despejados no terreno da própria concessionária retornando ao manancial, o que segundo Cordeiro (2000) está prática é muito comum no Brasil. Por outro lado, a implementação de abastecimento de água e de esgoto sanitário na cidade é uma condição necessária, a pesar de não ser suficiente para garantir a eliminação de doenças (SOARES *et al.*, 2002).

Por tanto, uma vez conhecidos os fatores de degradação ambiental, torna-se necessário tomar providência quanto aos cuidados com rio Chumucuí, a implementação de um sistema de esgoto sanitário e, finalmente, em relação ao lixão a céu aberto da cidade, que fica próximo ao local de captação de água da COSANPA.

Apesar de ainda não existirem estudos que comprovem a influência do lixão de Bragança na qualidade da água do rio Chumucuí é suposto que o acúmulo de lixo a céu aberto tão próximo do sistema de captação de água do município, no caso de Bragança o lixão dista somente 3 km da ETA, não é

interessante o meio ambiente e nem para saúde da população local e da população consumidora do sistema de abastecimento público.

A ingestão de água contaminada sem tratamento prévio tem aumentado o número de internações hospitalares (ANA, 2004), decorrentes principalmente dos riscos relativos à ingestão de águas contaminadas por agentes biológicos (vírus, bactérias e parasitas), bem como por riscos derivados de poluentes químicos.

A falta de proteção adequada do local de coleta leva à degradação da qualidade da água. D'Aguila *et al.* (2000) encontrou cerca de 98% de contaminação por coliformes totais, coliformes fecais e pseudomonas em águas de poços com mau acondicionamento de água, e falta de tratamento prévio. A contaminação biológica é um parâmetro que requer uma análise laboratorial mais apurada a fim de demonstrar a viabilidade da água para o consumo. Ao contrário, a cor pode ser um parâmetro prático na aceitação da água para o consumo, mas que por si só não revela as condições reais de potabilidade da água, e sim, indicar a eficiência da forma de proteção das fontes.

8 - CONCLUSÕES

A metodologia elaborada para este estudo consta de quatro etapas básicas: i) caracterização da área de estudo, ii) levantamento de dados de campo, iii) armazenamento e organização das informações e iv) avaliação e definição dos parâmetros de qualidade de água significativos para a investigação da condição do corpo d'água, foi fundamental na definição de parâmetros a serem monitorados visando o enquadramento dos corpos d'água de bacias hidrográficas da região amazônica.

A metodologia pode ser integralmente adotada para pesquisas que apresentem em sua área de estudo pelos menos as mesmas características da bacia hidrográfica estudo de caso, considerando-se até sua aplicação em regiões com rios perenes, uma vez que os impactos ambientais identificados podem abranger muitas das bacias hidrográficas de regiões brasileiras, cabendo apenas a priorização daqueles que sejam mais significantes para a área de estudo.

Diante dos resultados obtidos, pode-se observar a opção por parâmetros estratégicos para a região, que apresentem facilidade analítica e um menor número deles quando da necessidade de monitoramento visando facilitar a determinação de metas de qualidade da água para o enquadramento.

Os dados mostram que a água do rio Chumucuí pode ser destinada ao consumo humano, após o tratamento convencional, pois em sua maioria estão dentro do padrão estabelecido pelo CONAMA nº. 357 de 2005, porém é necessário reestruturação da concessionária gerenciadora, que possui um sistema precário de tratamento de água.

Os principais fatores de degradação do rio Chumucuí observados foram o destino final incorreto dos efluentes da lavagem do filtro da ETA no terreno da concessionária e desaguando no próprio rio, a proximidade do lixão a céu aberto do manancial e os múltiplos usos do rio. Estes fatores implicam em impactos e na diminuição do potencial hídrico, na diminuição da biodiversidade e futuramente na alteração da qualidade da água do rio.

Portanto, são imprescindíveis políticas públicas de conscientização da população, visando ações de efetivo controle dos agentes poluentes da água, com a implementação de obras de saneamento básico. Também são importantes ações de educação ambiental, de âmbito geral e instituições de ensino a ponto de atingir a toda a população da região Bragantina, esclarecendo a importância de se preservar a fonte hídrica que abastece Bragança e de combater a liberação de esgotos e desenvolver técnicas de tratamento de efluentes para a cidade de Bragança.

9 – RECOMENDAÇÕES:

No desenvolvimento da pesquisa verificou-se a existência de poucas referências bibliográficas para auxiliar na seleção de parâmetros de qualidade da água em função das características regionais, cabendo, portanto, a sugestão de estudos direcionados a essa área.

Em se tratando da metodologia específica elaborada, recomenda-se especial atenção no planejamento das atividades, observando as limitações de tempo e recursos financeiros, pontos essenciais para evitar falhas, principalmente na etapa de campo que, normalmente, não se tem condições de repetir.

A ETA recomenda-se a adequação dos pontos verificados como negativos para o gerenciamento da estação de tratamento e abastecimento de água do município de Bragança.

As forças políticas e líderes do município de Bragança, que vizem políticas públicas com objetivo de resguardar o estado de preservação do rio e que adotem ações ambientais de conscientização da população.

As Instituições Educacionais que adotem em seu currículo educacional ações que vizem a conscientização e educação Ambiental, não só dos mananciais como de um todo, para que formem cidadãos conscientes de seu papel na sociedade e que ajam em defesa do meio ambiente.

A população recomenda-se minimizar os efeitos danosos ao leito do rio, como evitar deixar resíduos nas margens do rio Chumucuí, não lavar veículos, e tomar ações que priorize a manutenção do estado de preservação do rio Chumucuí.

10 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

_____. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Recursos Hídricos. Política Nacional de Recursos Hídricos. Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Brasília, 1997.

_____. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução CONAMA nº 20, de 18 de junho de 1986. Brasília, 1986.

_____. Ministro de Estado da Saúde. Norma de qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Portaria nº. 518, de 26 de março de 2004. Brasília, 2000a.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (1987). Preservação e técnicas de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores – NBR 9898. Brasília (DF).

AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS. Disponível em <www.ana.org.br>. Acesso em 10 set. 2004.

APHA – AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. (1976). Standard Methods for Examination of Water and Wastewater. Washington, D.C. Disponível em: <http://www.standard.methods.org/Articles.cfm>>

BARCELLOS, C., COUTINHO, K.; PINA, M.F.; MAGALHÃES, M.A.F.; PAOLA, J.C.M.D.; SANTOS, S.M. (1998): Inter-relacionamento de dados ambientais e de saúde: análise de risco à saúde aplicada ao abastecimento de água no Rio de Janeiro utilizando Sistemas de Informações Geográficas. Cad. Saúde Pública, Rio de Janeiro (RJ). **14**(3):597-605.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional de Recursos Hídricos. Resolução n. 12, de 19 de junho de 2000. Brasília, 2000.

CASSINI, S.T. (2006) Qualidade de Águas e Poluição Antrópica. Curso de Especialização em Gerenciamento Ambiental – CT-DEA-UFES, Vitória (ES). 47 pp.

COSAMPA - COMPANHIA DE SANEAMENTO DO PARÁ (2007). Número de ligação ativa e inativa: quadro resumo dos dados comerciais. Bragança (PA).

COSANPA - COMPANHIA DE SANEAMENTO DO PARÁ (2007) Processo de Tratamento de Nossa Água de Captação Fluvial. Belém, Pará. Disponível em: <http://www.cosampa.pa.gov.br/processodetratamento.htm>>. Acessado em 02/06/2007.

CETESB – COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL, (2007), Variáveis de qualidade das águas (On line). Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br>. [Acessado em 07/04/2007]

CONAMA – CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (2005) Ministério do Meio Ambiente. Resolução nº 357, de 17 de Março de 2005. 23pp.
CORDEIRO, J.S., (2000) – Importância do Tratamento e Disposição Adequada dos Lodos de ETAs. In: Noções gerais de tratamento e Disposição Final de Lodos de Estação de Água (M.A.P. Reali, org.), Rio de Janeiro (RJ): Associação Brasileira de Engenharia sanitária e Ambiental.

d'AGUILA, P.S.; ROQUE, O.C.C.; MIRANDA, C.A.S.; FERREIRA, A.P. Avaliação da qualidade de água para abastecimento público do município de Nova Iguaçu. Caderno de Saúde Pública, Rio de Janeiro, v.16, n.3, p.791-798, 2000.

DIAS, J.C. & LIMA, W.N.. (2004). Comparação de Métodos para a Determinação de Matéria Orgânica em Amostras Ambientais. Revista Científica da UFPA. Belém, Pará.

ESTEVES, F.A (1998). Fundamentos de Limnologia – 2ª edição, Interciência, Rio de Janeiro (RJ). 602pp.

FARIAS, M.S.S. (2006). Monitoramento da Qualidade da Água na Bacia Hidrográfica do Rio Cabelo, Tese de Doutorado, Universidade Federal de Campina Grande (PB). 136pp.

FREITAS, M.B.; BRILHANTE, O.M. & ALMEIDA, L.M. (2001). Importância da análise de água para a saúde pública em duas regiões do Estado do Rio de Janeiro: enfoque para coliformes fecais, nitrato e alumínio. Cad. Saúde Pública, Rio de Janeiro (RJ). **17**(3): 651-660.

FREITAS, V.P.S.; BRÍGIDO, B.M.; BADOLATO, M.I.C. & ALABURDA, J. (2002). Padrão físico-químico da água de abastecimento público da região de Campinas. Revista Instituto Adolfo Lutz. **61**(1): 51-58.

GORAYEB, A. (2005). Análise Integrada e da Degradação Ambiental na Bacia Hidrográfica do Rio Caeté – NE do Pará – Brasil. Plano de Doutorado.UNESP – Campus de Rio Claro (SP). 18pp.

GOMES, M.L. (2003). *A evolução da Educação Ambiental*. Texto mimeografado.

GOMES & SILVA (2004). Educação Ambiental para a Conservação das Nascentes do Rio Chumucuí em Tracuateua – Pará. Projeto de Extensão. Universidade federal do Pará. Campus Universitário de Bragança.

HORCZARYK, A. (2007). Estratégias para o uso sustentável dos recursos pesqueiros da Amazônia. (On line). Disponível em: <<http://www.mamiraua.org.br/pagina.php>>. [Acessado em: 31/05/2007].

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (2000). *Cidades @: 2000*. Rio de Janeiro. Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 2000. (On line). Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?0>>. [Acessado em: 19 de abril de 2007].

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (2003). *Cidades @: Município de Bragança. Censo, 2003*. (On line). Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.html>>. [Acessando em: 19 de abril de 2007].

PARÁ, Lei Nº 6.381, de 25 de Julho de 2001. Lei da Política de Gerenciamento dos Recursos Hídricos do Estado do Pará, Governo do Estado do Pará.

PARÁ, SECRETARIA EXECUTIVA DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E MEIO AMBIENTE (2004). Macrozoneamento ecológico-econômico do Estado do Pará/2004: proposta para discussão. Belém (PA).

PRIMAZ – PROGRAMA DE INTEGRAÇÃO MINERAL EM MUNICÍPIOS DA AMAZÔNIA (1998) Ministério de Minas e Energia. Secretaria de Minas e

Metalurgia. Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais-Informações para Gestão Territorial - GATE Diagnóstico dos Recursos Hídricos da Cidade de Bragança, Município de Bragança, Belém (PA).

PROSAB – PROGRAMA DE PESQUISA EM SANEAMENTO BÁSICO (2006). (On line) Disponível em: <www.finep.gov.br/fundos_setoriais/acao_transversal/documentos/Texto_completo_PROSAB.PDF>. [Acessado em 18/04/2007].

SEPOF - SECRETARIA EXECUTIVA DE ESTADO DE PLANEJAMENTO, ORÇAMENTO E FINANÇAS (2007). Governo do Pará. (On line). Disponível em: <<http://www.sepof.pa.gov.br/alfabetica.cfm>>. [Acessado em 16/03/2007].

SILVA, G.P.B. (2005) O rio Chumucuí no Município de Bragança – Pará: Sob a perspectiva da educação ambiental. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal do Pará, Campus de Bragança (PA). 50pp.

SIPAM – SISTEMA DE PROTEÇÃO DA AMAZÔNIA. (2006). Mapa dos Municípios da Bacia do Caeté. Belém (PA).

SOARES, S.R.A.; BERNARDES, R.S. & NETTO, O.M.C (2002). Relações entre Saneamento, Saúde Pública e Meio Ambiente: elementos para formulação de um modelo de planejamento em saneamento. Cad. Saúde Pública, Rio de Janeiro (RJ). **18**(3): 1713-1724.

11 – ANEXO 1:

Anexo 1 - Listagem de Controle (*check list*) utilizada para a verificação de materiais durante os procedimentos pré e pós coleta.

| Parâmetros | Material | OK |
|--------------------------------|---|-----------|
| Procedimentos antes da coleta: | Lavar os frascos plástico de DBO com HCL (10%) e depois com água destilada. Lavar e autoclavar os vidros de coliformes e DBO. | |
| Para o dia: | Geladeira | |
| | Hipoclorito de sódio | |
| | GPS | |
| | Máquina digital | |
| | Prancheta | |
| | Lápis com borracha | |
| | Lanche | |
| | Planilha de campo (texto) | |
| | Dados de procedimento (texto) | |
| | Relação dos pontos de coleta (texto) | |
| | Caneta p/ identificar as amostras | |
| | Profundímetro | |
| | Disco de Secchi | |
| | Becker | |
| | Luvas descartáveis | |
| | Gelo | |
| | Corda | |
| | Capa de chuva | |
| | Bota | |
| | Isopor grande | |
| Álcool | | |
| Termômetro (inferior a 10°C) | | |
| 1) Turbidez | Multianalisador | |
| 2) Temperatura | Água destilada | |
| 3) pH | Pisseta | |
| 4) DBO | Papel alumínio 8 frascos plásticos de 1L | |
| 7) Coliformes fecais | Luvas 9 frascos de vidro Isopor pequeno | |
| Procedimentos após coleta: | GELADEIRA: DBO (4° C) Coliformes fecais | |

Anexo 2 – Planilha de Campo com os parâmetros analisados em *in loco* e em laboratório.

Tabela de Campo & Laboratório – dia/mês/ano

| Ponto de coleta | Horário | Temperatura | pH | OD | Condições Metereológicas |
|----------------------------|---------|-------------|----|----|-----------------------------|
| 1) Rio Chumucuí (Bragança) | | | | | |

| Ponto de coleta | Profundidade | Transparência | DBO | Coliformes termotolerantes | Turbidez |
|----------------------------|--------------|---------------|-----|-------------------------------|----------|
| 1) Rio Chumucuí (Bragança) | | | | | |