

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
PRO-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
DEPARTAMENTO DE APOIO A PESQUISA
PROGRAMA INSTITUCIONAL DE BOLSAS DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA**

**MONITORAMENTO DAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E QUÍMICAS DA ÁGUA
DO RIO MADEIRA NO MUNICÍPIO DE HUMAITÁ-AM**

Bolsista: Isis da Silva Sousa bolsista FAPEAM

Orientador: Prof. Dr. João Ânderson Fulan

**HUMAITÁ
2013**

Bolsista: Isis da Silva Sousa bolsista FAPEAM

Orientador: Prof. Dr. João Ânderson Fulan

**MONITORAMENTO DAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E QUÍMICAS DA ÁGUA
DO RIO MADEIRA NO MUNICÍPIO DE HUMAITÁ-AM
(RELATÓRIO FINAL)**

**HUMAITÁ
2013**

SUMÁRIO

- 1. INTRODUÇÃO**
- 2. OBJETIVOS**
- 3. JUSTIFICATIVAS**
- 4. MATERIAIS E MÉTODOS**
- 5. RESULTADOS E DISCUSSÕES**
- 6. CONCLUSÃO**
- 7. CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO**
- 8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**
- 9. APÊNDICES**

1. INTRODUÇÃO

Este projeto teve como foco principal realizar o monitoramento físico e químico da água (pH, condutividade elétrica, oxigênio dissolvido e temperatura) do Rio Madeira, que passa pelo município de Humaitá-AM e comparar os dados com o progressivo funcionamento das turbinas da usina de Santo Antônio, e outros possíveis fatores que possam alterar os parâmetros desta.

O Rio Madeira nasce na Cordilheira dos Andes na Bolívia e chega ao Brasil como um dos principais afluentes do rio Amazonas (GUYOT et al., 1996). Devido a sua alta capacidade na geração de energia está sendo construído no rio o complexo do Rio Madeira que abrange duas usinas em Rondônia: Jirau e Santo Antônio. Antes da construção das usinas foram realizados diversos estudos sobre impacto ambiental visando reduzir ao máximo os danos ambientais causados a população local (KOIFMAN, 2001). No entanto, o Rio Madeira tem uma longa extensão e passa por diversos municípios do estado do Amazonas como Humaitá-AM, distante 200km de rodovia de Porto Velho-RO.

Humaitá é um importante entreposto pesqueiro da região que recebe grande parte dos pescados dos municípios adjacentes. A atividade pesqueira é de extrema importância para o município e qualquer modificação na qualidade da água como o PH, a condutividade, a concentração de oxigênio e a temperatura poderá afetar drasticamente a pesca local (FONSECA et al., 2011).

Cada espécie animal apresenta um pH ideal para sua sobrevivência, no caso das espécies de peixes amazônicos elas toleram pH ligeiramente ácido próximo a 5,5. Mudanças no pH pode modificar a permeabilidade celular podendo provocar doenças por tornar sua pele mais vulnerável (Schmidt- Nielsen, 1996). Além disso, segundo os autores, a maioria dos ovos de peixes não eclodem com valores de pH próximo de 5,0. A condutividade é uma medida extremamente importante no monitoramento de ecossistemas aquáticos, pois indica a capacidade da água em conduzir corrente elétrica. Quanto maior a quantidade de sais maior será o valor da condutividade. A condutividade assim como o pH atua sobre os processos fisiológicos de peixes incluindo sua reprodução (Santos, 1997). O oxigênio dissolvido na água é extremamente importante na sobrevivência de peixes. O oxigênio está diretamente relacionado com a sobrevivência da maioria das espécies.

Algumas espécies podem ser mais tolerantes a baixa oxigenação como o peixe conhecido como “bodó” que pode sobreviver fora d’água por um período superior a 24 horas. A temperatura esta diretamente relacionada a concentração de oxigênio. Temperaturas mais elevadas favorecem a redução de oxigênio na água. Além do efeito sobre o oxigênio, a temperatura atua diretamente sobre processos biológicos de vertebrados como na reprodução (Schmidt-Nielsen, 1996). Portanto, o pH, a condutividade, a concentração de oxigênio e a temperatura estão diretamente relacionadas a sobrevivência de espécies de peixes.

Os efeitos de construção de usinas hidrelétricas sobre as características da água como o pH, a condutividade, a concentração de oxigênio e a temperatura são bem conhecidos em usinas hidrelétricas tradicionais que possuem barragem. Na comparação de trechos a montante e a jusante há diferenças significativas na qualidade da água que são constantemente monitoradas para se evitar prejuízos ecológicos sobre a diversidade local (Manyari, 2007). Quando da redução da quantidade de oxigênio à jusante, as comportas são abertas de forma a melhorar a oxigenação da água. No entanto, na região norte estão sendo construídas diferente das tradicionais são as chamadas usinas fio d’água como a hidrelétrica de Santo Antônio localizada em Porto Velho-RO. As usinas tipo fio d’água como Santo Antônio utilizam como fonte geradora a própria energia contida na correnteza, no caso desta usina, o rio Madeira. Os efeitos sobre as características físicas e químicas da água em usina tipo fio d’água são pouco conhecidos. Portanto, neste contexto, o presente projeto tem como foco principal realizar o monitoramento físico e químico da água (pH, condutividade elétrica, oxigênio dissolvido e temperatura) do Rio Madeira, que passa pelo município de Humaitá-AM e comparar os dados com o progressivo funcionamento das turbinas da usina de Santo Antônio e avaliar seu possíveis efeitos no trecho estudado.

2. OBJETIVO

Monitoramento das características físicas e químicas da água no trecho do Rio Madeira que passa pelo município de Humaitá a fim de se detectar possíveis mudanças em decorrência da construção da Usina de Santo Antônio em Porto Velho-RO.

3. JUSTIFICATIVAS

A construção de usinas hidrelétricas afetam de maneira drástica as características físicas e químicas da água como transparência, velocidade da correnteza, pH, condutividade, oxigênio dissolvido na água e temperatura. O presente projeto teve como principal foco analisar através as características físicas e químicas da água do trecho do Rio Madeira que passa pelo município de Humaitá - AM, também teve em foco comparar os resultados obtidos com o funcionamento da usina de Santo Antônio, visto que esta iniciou seu funcionamento (parcialmente) assim que este trabalho teve início. Como já observado em outros trabalhos que o funcionamento de usinas pode afetar drasticamente regiões próximas a elas, assim colocando em foco o município de Humaitá ela não se encontra resguardada as possíveis alterações em relação à qualidade da água, e nenhum trabalho até o momento foi publicado ao que diz respeito a isso.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

a. Área estudada

O Rio Madeira é importante fonte de recursos pesqueiros e meio de transporte para diversos municípios como Humaitá, AM (Figura 1).



Figura 1: Trecho do Rio Madeira que será estudado com indicação dos trechos 1 e 2.

As amostras foram coletadas em dois trechos: à montante (margens direita e esquerda e calha centra) e à jusante (margens direita e esquerda e calha centra), totalizando 6 pontos. Os métodos utilizados para determinação das variáveis ambientais foram:

Temperatura

Utilizou-se um termômetro de álcool.

Oxigênio Dissolvido (OD)

Em campo:

- ✓ Homogeneizou-se o frasco que continha a amostra, adicionou-se 1 mL de sulfato manganoso, e 1 mL de alcali-iodeto-ázida (colocados no momento da coleta da amostra), fechou-se o frasco e homogeneizou-se. As amostras adquiriram coloração marrom, admitindo assim que ainda há OD na amostra, estes frascos foram levados para o laboratório onde dando continuidade na análise.
- ✓ Nos frascos adicionou-se 1 mL de ácido sulfúrico concentrado (já no laboratório). Fechou-se o frasco e homogeneizou-se a amostra rigorosamente até o floculado formado desaparecesse. Seguidamente colocou-se 100 mL da amostra em um erlenmeyer (auxílio de uma proveta de 100 mL), titulou-se com uma solução de Tiossulfato de Sódio 0,025 N, até obter a coloração amarelo-palha. Depois disso adicionou-se 1 a 2 mL de solução de amido 0,1%, com agitação constante até obter a coloração azul. Logo terminou-se a titulação rapidamente adicionando a solução de Tiossulfato de Sódio 0,025 N em volumes pequenos até o ponto de viragem do azul para o transparente. A titulação deve ser a mais rápida possível não ultrapassando 2 a 3 minutos. Anotou-se o volume de solução gasta na titulação do Tiossulfato de sódio, e com este fez-se os cálculos necessários para encontrar o OD em mg/L, utilizando a seguinte fórmula $OD = X \cdot 0,025 \cdot 8,000 / 100$.

pH

Foi utilizado o método eletrométrico através de um pHmetro, seguindo os seguintes procedimentos:

- ✓ Pegou-se cerca de 50 mL (béquer) da amostra coletada, e seguidamente com o pHmetro colocado em contato com a amostra observou-se o resultado do pH. Este processo foi feito duas vezes para cada amostra coletada.

Condutividade elétrica

Colocou-se a água de cada ponto em um béquer de 50 mL, e em seguida com o auxílio do condutivímetro foi determinado seu valor.

b. Análise dos resultados

Os resultados foram tabulados e uma análise de correlação foi utilizada a fim de determinarmos uma possível correlação dos fatores ambientais medidos com o funcionamento das turbinas da usina de Santo Antônio em Porto Velho/RO. Infelizmente a quantidade de dados não foi suficiente para fazer uma correlação. Será fundamental que as amostragens continuem na renovação do projeto para podermos fazer qualquer tipo de conclusão.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Na figura 2 pudemos notar que houve uma redução na temperatura de superfície da água no período de novembro de 2012 a fevereiro de 2013 para a maioria dos pontos. No rio Purus, no município de Lábrea (próximo ao trecho do rio Madeira estudado), a temperatura da água manteve-se sempre abaixo dos 30°C (Silva et al., 2008). Nos pontos amostrados no rio Madeira nos meses de fevereiro e março de 2013 as temperaturas foram sempre abaixo de 30°C. A variação intensidade de luz e da temperatura são responsáveis pelas alterações na temperatura em função da estação do ano (Esteves, 1998).

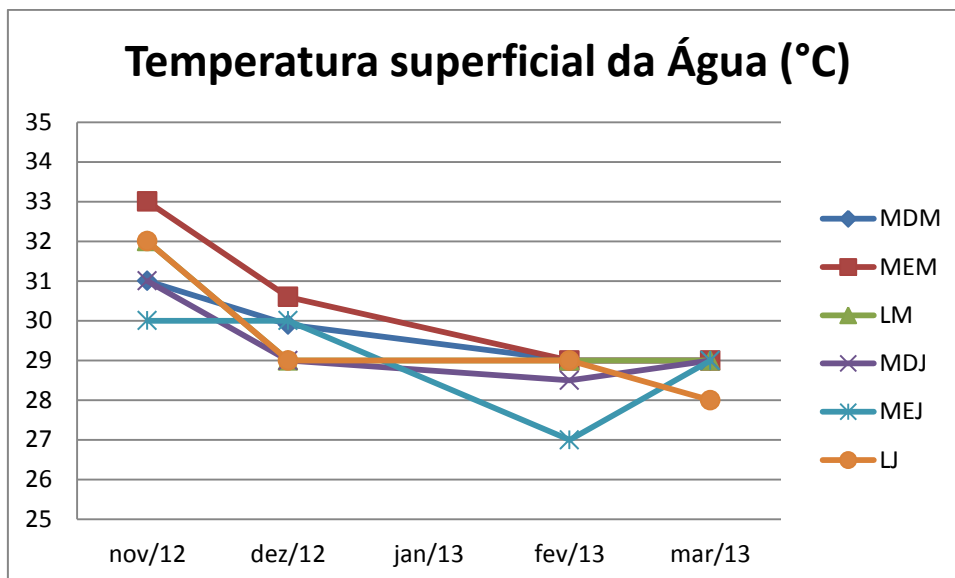


Figura 2: Temperatura medida no rio Madeira nas coletas de novembro de 2012 a março de 2013. MDJ: margem direita à jusante, MEJ: margem esquerda à jusante, LJ: leito do rio à jusante, MDM: margem direita à montante, MEM: margem esquerda à montante, LM: leito do rio à montante.

Analisando o período estudado, constatou-se que na margem direita à montante no mês de novembro de 2012 foi registrado o maior valor de pH 7,8. Por seguinte, no leito do rio à jusante no mês de fevereiro obteve-se o menor pH, 6,3 (Figura 3). A variação do pH comportou-se dentro do limite estabelecido pela resolução CONAMA 357/2005, que limita entre 06 a 09 unidades de pH da água doce, sendo assim que o enquadram na classe especial (Brasil, 2005).

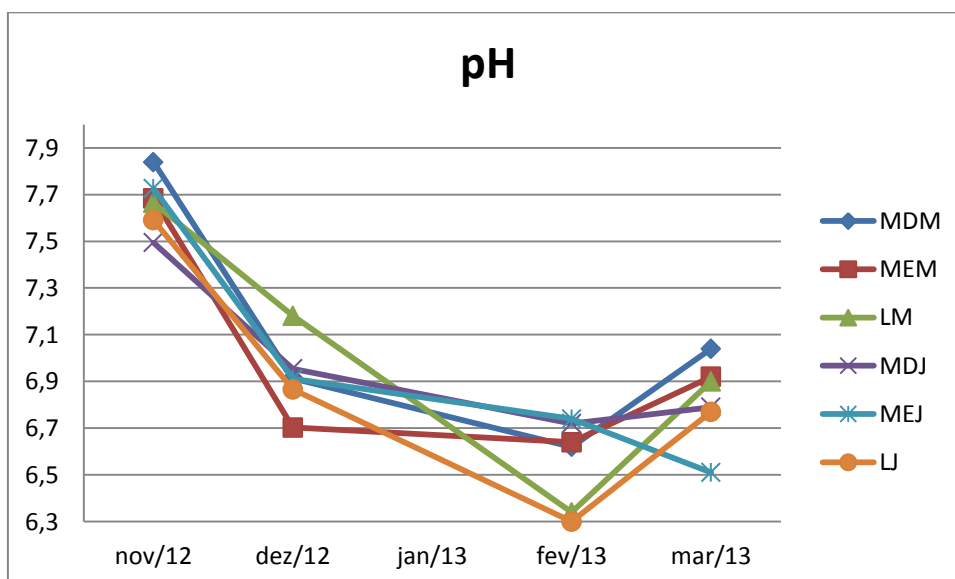


Figura 3: pH medido no rio Madeira nas coletas de novembro de 2012 a março de 2013. MDJ: margem direita à jusante, MEJ: margem esquerda à jusante, LJ: leito do rio à jusante, MDM: margem direita à montante, MEM: margem esquerda à montante, LM: leito do rio à montante.

Em geral, níveis superiores a 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$ indicam ambientes impactados. Valores altos de condutividade podem indicar características corrosivas da água (CETESB, 2008). Observou-se que no mês de novembro de 2012 os valores da condutividade foram superiores a 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$ havendo interferência na qualidade da água (Figura 4). No entanto em dezembro de 2012 os valores permaneceram abaixo de 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

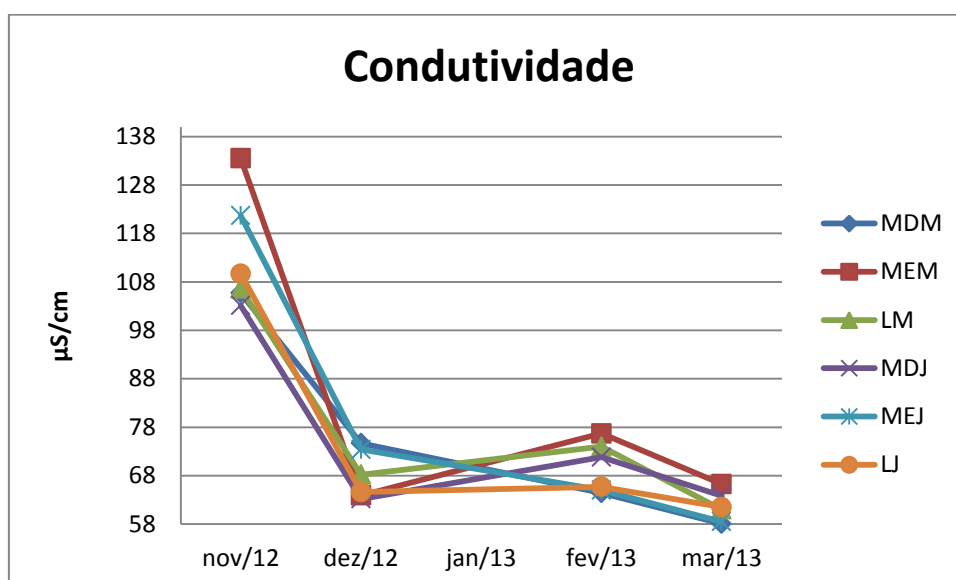


Figura 4: Condutividade medida no rio Madeira nas coletas de novembro de 2012 a março de 2013. MDJ: margem direita à jusante, MEJ: margem esquerda à jusante, LJ: leito do rio à jusante, MDM: margem direita à montante, MEM: margem esquerda à montante, LM: leito do rio à montante.

A análise dos resultados de oxigênio dissolvido (OD) em novembro de 2012 mostraram uma concentração de 6,6 mg/L (ONDE E EM QUAL PONTO?), e em fevereiro de 2013 15,2 mg/L (Figura 5). Ambas as concentrações estão dentro dos limites, na classe especial da água doce, conforme CONAMA 357/2005. O aumento da concentração de OD de novembro para os outros meses pode está relacionado ao aumento do período chuvoso (QUEM DISSE ISSO? TEM QUE CITAR!).

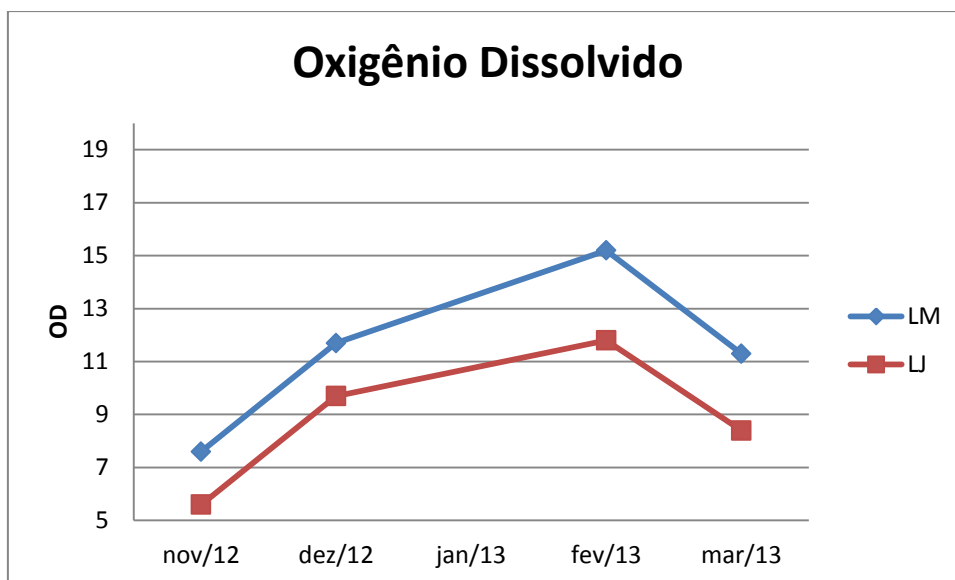


Figura 5: Temperatura medida no rio Madeira nas coletas de novembro de 2012 a março de 2013. MDJ: margem direita à jusante, MEJ: margem esquerda à jusante, LJ: leito do rio à jusante, MDM: margem direita à montante, MEM: margem esquerda à montante, LM: leito do rio à montante.

6. CONCLUSÃO

De acordo com os resultados obtidos no decorrer deste trabalho, a avaliação da qualidade da água do Rio Madeira próximo ao município de Humaitá-AM, foi satisfatório, vendo que as alterações que ocorrerão estão dentro do padrão conforme CONAMA 357/2005. No que diz respeito à construção da Usina de Santo Antônio em Porto Velho-RO, até o momento aparentemente não está interferindo nas propriedades químicas e físicas da água na região, porém a baixa quantidade de dados não permite concluir sobre se há influência ou não.

7. CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO

Nº	Descrição	Ago/2012	Set/2012	Out/2012	Nov/2012	Dez/2012	Jan/2013	Fev/2013	Mar/2013	Abr/2013	Mai/2013	Jun/2013	Jul/2013
	Pesquisa bibliográfica	X	X	X	X	X	X			X	X	X	X
	Coletas a campo				X	X		X	X				
	análise dos resultados									X	X	X	X

Apresentação oral parcial atividade obrigatória).						X						X
Elaboração do Resumo e Relatório Final (atividade obrigatória).										X	X	X
Preparação da Apresentação Final para o Congresso (atividade obrigatória).										X	X	X

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BENETTI, A. & BIDONE, F. O meio ambiente e os recursos hídricos. In. TUCCI, C. E. M. *Hidrologia: ciência e aplicação*. Porto Alegre: UFRS/EDUSP/ABRH, 1993, p. 849-75.

CPRM – Serviço Geológico do Brasil

(http://www.cprm.gov.br/pgagem/manual_medicoes_T_%20pH_OD.pdf)

CAVALCANTE, Maria Madalena de Aguiar. *et. al.* Políticas Territoriais e Mobilidade Populacional na Amazônia: contribuições sobre a área de influência das Hidrelétricas no Rio Madeira (Rondônia/Brasil). Revista franco-brasileira de geografia *Confins* [Online], 11 | 2011. Disponível em <<http://confins.revues.org/6924>> Acesso em 04 de maio de 2011.

CETESB. Companhia de Tecnologia de Saneamento Básico. *Significado Ambiental e Sanitário das Variáveis de Qualidade das Águas e dos Sedimentos e Metodologias Analíticas de Amostragem*. São Paulo, 2008: 41p. (Séries relatórios).

FONSECA, R.; SALES, M. K. G.; SANTOS, S.; ZANCHI, F. B. 2011. Caracterização do desembarque pesqueiro efetuado na colônia de pescadores Z-31 no município de Humaitá-AM. *Revista Igapó* 5 (1): 33-51.

GOLTERMAN, K. L., Clymo, R. S. & Ohmstad, M. A. M. 1978. *Methods for physical and chemical analysis of freshwaters*. Oxford: Scientific Publications. 213p.

GUYOT, J. L., FILIZOLA, N; QUINTANILLA, J. & CORTEZ, J. 1996. Dissolved solids and suspended sediment yields in the Rio Madeira basin, from the Bolivian Andes to the Amazon. *Erosion and Sediment Yield: Global and Regional Perspectives (Proceedings of the Exeter Symposium July 1996)*. IAHS Publ. no. 236.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística/2007.

IQA - Índice de Qualidade das Águas - Secretaria do Meio Ambiente e Recursos hídricos (<http://www.meioambiente.pr.gov.br/>)

KOIFMAN, S. 2001. Geração e transmissão da energia elétrica: impacto sobre os povos indígenas no Brasil. *Cadernos de Saúde Pública* 17(2):413-423.

MANYARI, W. V. 2007. *IMPACTOS AMBIENTAIS A JUSANTE DE HIDRELÉTRICAS O CASO DA USINA DE TUCURUÍ, PA*. Tese de Doutorado, UFRJ. 222p

OMS – Organização Mundial de Saúde. 2004. Guidelines for Drinking-water Quality - Vol. 1, 3ª ed. Disponível em: <http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/gdwq3/en>. Acesso em: 23 outubro 2006.

SANTOS, Milton. *Metamorfose do espaço habitado: Fundamentos Teóricos e Metodológicos da Geografia*. 2. ed. São Paulo: Hucitec, 199.

SCHIMIDT-Nielsen, K. *Fisiologia Animal - Adaptação e meio ambiente*. Santos, 1996.

SOUZA, Maria Adélia. (Org.). *Território Brasileiro: usos e abusos*. Campinas: Edições Territorial, 2003.

UCKO, D. A. *Química Para as Ciências da Saúde: Uma introdução à química geral, orgânica e biológica*. Tradução de José Roberto Giglio. 2 ed. São Paulo: Manole, 1992.

PINTO, A. L. *Saneamento Básico e suas Implicações na Qualidade das Águas Subterrâneas da Cidade de Anastácio (MS)*. 1998. 175p. Tese (Doutorado e Geociências) – Universidade Estadual Paulista/Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Rio Claro, 1998.

[Resolução CONAMA 357/2005 - Ministério do Meio Ambiente](http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf)
(www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf)

Ufv - <http://www.ufv.br/dea/lqa/qualidade.htm> (visto em 21.01.2013).

9. APÊNDICES



Figura 6: Coleta e verificação da temperatura da água, calha central montante de Humaitá-AM.



Figura 7: Coleta para análise laboratorial (pH e condutividade), calha central montante de Humaitá-AM.



Figura 8: Coleta em campo realizada para análise do oxigênio dissolvido, calha central montante de Humaitá-AM.



Figura 9: Primeiros procedimentos feitos em campo, envolvendo a análise de oxigênio dissolvido, calha central jusante de Humaitá-AM.



Figura 10: Amostragem relacionada ao oxigênio dissolvido preparado para análise em laboratório, calha central jusante de Humaitá-AM.



Figura 11: Materiais para análise do OD, todas as análises ocorreram no Laboratório de química da Universidade Federal do Amazonas (UFAM), Campus Vale do rio Madeira.



Figura 12: Análise do pH, realizadas com amostragens dos 6 pontos de coleta, UFAM, Humaitá-AM.