

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA  
INSTITUTO DE GEOGRAFIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA  
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: GEOGRAFIA E GESTÃO DO  
TERRITÓRIO

AVALIAÇÃO TEMPORAL E ESPACIAL DA QUALIDADE DA ÁGUA NO  
LAGO DA USINA HIDRELÉTRICA DE MIRANDA, REGIÃO DO  
TRIÂNGULO – MINAS GERAIS



FABRÍCIO SILVÉRIO FLAUZINO

UBERLÂNDIA  
2008

FABRÍCIO SILVÉRIO FLAUZINO

AVALIAÇÃO TEMPORAL E ESPACIAL DA QUALIDADE DA ÁGUA NO  
LAGO DA USINA HIDRELÉTRICA DE MIRANDA, REGIÃO DO  
TRIÂNGULO – MINAS GERAIS

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de  
Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal  
de Uberlândia, como requisito à obtenção ao título de  
mestre em Geografia.

Área de concentração: Geografia e Gestão do  
Território

Orientador: Professor Dr. Luiz Nishiyama

UBERLÂNDIA  
INSTITUTO DE GEOGRAFIA  
2008

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

---

F587a Flauzino, Fabrício Silvério, 1976-  
Avaliação temporal e espacial da qualidade da água no lago da Usina  
Hidrelétrica de Miranda, Região do Triângulo – Minas Gerais. - 2008  
193 f. : il.

Orientador: Luiz Nishiyama.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Uberlândia, Pro-  
grama de Pós-Graduação em Geografia.

Inclui bibliografia.

1. Água - Qualidade - Teses. 2. Usina Hidrelétrica de Miranda - Teses. 3.  
Araguari, Rio, Bacia (MG) - Teses. I. Nishiyama, Luiz. I. Universidade  
Federal de Uberlândia. Programa de Pós-Graduação em Geografia. III.  
Título.

CDU: 628.16

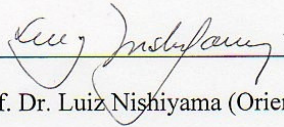
---

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA**

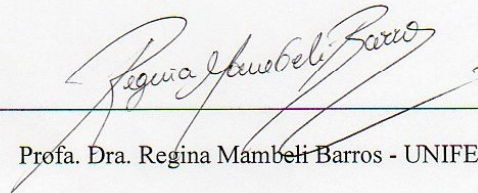
**Programa de Pós-Graduação em Geografia**

FABRÍCIO SILVÉRIO FLAUZINO

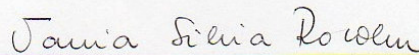
Avaliação Temporal e Espacial da Qualidade da Água no Lago da Usina Hidrelétrica  
de Miranda, Região do Triângulo – Minas Gerais



Prof. Dr. Luiz Nishiyama (Orientador) - UFU



Profa. Dra. Regina Mambeli Barros - UNIFEI



Profa. Dra. Vânia Sílvia Rosolen - UFU

Data: 22 / 08 de 2008

Resultado: Aprovado

Aos meus pais, João e Maria, e aos meus  
irmãos Juliana e Marcelo pelo incentivo,  
auxílio e compreensão.

## AGRADECIMENTOS

A Deus, por mais uma oportunidade dada.

À Universidade Federal de Uberlândia e ao Instituto de Geografia pela realização do curso de pós-graduação.

Ao professor Dr. Luiz Nishiyama, pela orientação, amizade e confiança.

Aos meus amigos Baltazar, Carla e especialmente a Mirna Karla pelo apoio, carinho e companheirismo na elaboração dos mapas e da dissertação.

Aos meus amigos Luís Humberto, José Divino, Rivaldo, Reginaldo, Virgílio, José Rodrigues e Wenceslau pelo apoio e companheirismo na realização dos trabalhos de campo.

Ao gerente do SENAI CETAL, Celso Antônio Medina Falavigna, pelo apoio quanto à realização dos ensaios laboratoriais.

Aos amigos e colegas do Laboratório de Ensaio em Alimentos e Meio Ambiente do SENAI CETAL, Cláudio, Eliane, Gilberto, Luismar, Maria Amélia, Neusa, Sônia, Virgílio e Wilma que realizaram, auxiliaram ou contribuíram de uma forma ou de outra para o desenvolvimento das análises.

Ao professor Dr. Roberto Rosa, responsável pelo laboratório de geoprocessamento do Instituto de Geografia da UFU, pelo apoio e possibilidade da elaboração dos mapas.

A Maria Beatriz e Dilza do Instituto de Geografia pelo auxílio e esclarecimentos durante o período do curso.

Enfim, a todos que, direta ou indiretamente colaboraram no desenvolvimento desta pesquisa, os meus sinceros agradecimentos.

**Resumo:** Este trabalho possui o objetivo de avaliar temporal e espacialmente a qualidade da água do lago da Usina Hidrelétrica de Miranda por meio de análises físico-químicas e bacteriológicas. As coletas de amostras de água foram realizadas em duas estações distintas do ano: seca e chuvosa nos anos de 2003, 2004, 2005, 2006 e 2007. Resultados das análises realizadas indicaram variações consideráveis dos valores da Demanda Bioquímica de Oxigênio, da Demanda Química de Oxigênio, do Oxigênio Dissolvido, de Óleos e Graxas, de Sólidos Dissolvidos Totais, da Transparência, da Turbidez e da presença de bactérias do grupo Coliformes. Os valores dos ensaios foram interpretados em função dos limites de aceitação individuais para cada substância em cada classe, visando a atendimento aos padrões de qualidade das águas estabelecidos pela Resolução nº 357 do CONAMA (2005). Para auxiliar no entendimento dos resultados das análises físico-químicas e bacteriológicas, a área de estudo foi mapeada quanto ao uso e ocupação das terras. Este mapeamento identificou a presença de 70,55 % do uso antrópico, 26,77% de cobertura vegetal natural e 2,68 % ocupada pelos corpos d'água. O mapa com distribuição do Índice de Qualidade da Água (IQA) mostra que a maioria oscila entre ótimo ( $79 < IQA \leq 100$ ) e regular ( $36 < IQA \leq 51$ ). A avaliação de variáveis físicas, químicas e biológicas da água do lago de Miranda, aliada a técnicas de geoprocessamento, propiciaram um melhor conhecimento das condições ambientais da área de estudo, e os resultados obtidos podem ser utilizados como fontes de dados primários para promover o planejamento e gestão ambiental local e regional.

**Palavras-Chaves:** lago da Usina Hidrelétrica de Miranda, Índice de Qualidade da Água, uso e ocupação das terras, rio Araguari

**Abstract:** This work aims to evaluate in time and space the quality of the lake water of the Miranda hydroelectric power plant by means of physicochemical and bacteriologic analyses. The collections of samples were made in two distinct seasons of the year: dry and rainy in the years of 2003, 2004, 2005, 2006 and 2007. Results of the analyses indicated considerable variations in the biochemical demand of oxygen, of the chemical demand of oxygen, of the dissolved oxygen, of oils and grease, of total dissolved solid, of the transparency, of the turbidness and of the bacteria presence of the coliform group.

The values of the samples were interpreted in function of the limits of acceptance established by the Resolution 357 of CONAMA (2005). To help in the understanding of the results of the physicochemical and bacteriologic analyses, the area of study was mapped in what concerns the usage and occupation of the lands. This mapping identified the presence of 70,55% of antropic usage, 26,77% of natural vegetation cover and 2,68% occupied by water bodies. The map with distribution of the Water Quality Indices (WQI) points out that the major varies from great ( $79 < WQI \leq 100$ ) to regular ( $36 < WQI \leq 51$ ).

The evaluation of physical, chemical and biological variations of the water of Miranda Lake allied to techniques of geoprocessing, allowed a better knowledge of the environmental conditions of the study area, and the results obtained can be used as sources of primary data to promote the planning and local and regional environmental gestalt.

**Key - words:** lake of Miranda's hydroelectric power plant, Water Quality Indices, usage and occupation of the lands, Araguari river.



## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas  
ANA - Agência Nacional de Águas  
APHA - *American Public Health Association*  
CBERS - *China-Brazil Earth-Resources Satellite*  
CCD – *Charge Coupled Device*  
CEMIG - Companhia Energética de Minas Gerais  
CETAL FAM - Centro Tecnológico em Alimentos Fábio de Araújo Motta  
CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental  
CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente  
CRL - Certificado de Acreditação  
CSAT - concentração de saturação  
DBO - Demanda Bioquímica de Oxigênio  
DQO - Demanda Química de Oxigênio  
ESRI – *Environmental Systems Research Institute*  
GPS - *Global Positioning System*  
IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística  
IEC – *International Electrotechnical Commission*  
IESA - Internacional Engenharia  
IGAM - Instituto Mineiro de Gestão das Águas  
INMETRO - Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial  
INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais  
IAP - Índice de Qualidade de águas Brutas para Fins de Abastecimento Público  
IVÃ - Índice de Preservação da Vida Aquática (IVÃ)  
IQA - Índice de Qualidade da Água  
ISO - *International Organization for Standardization*  
LAMAM - Laboratório de Ensaios em Alimentos e Meio Ambiente  
NBR - Norma Brasileira Registrada  
ND - Não Detectado  
OD - Oxigênio Dissolvido  
OG - Óleos e Graxas  
OMS - Organização Mundial de Saúde

pH - Potencial Hidrogeniônico

PN1- Bacia do Rio Dourados

PN2 – Bacia do Rio Araguari

PN3 - Bacia dos afluentes mineiros do baixo Paranaíba

PNOBIO - Projeto de Conservação e Utilização Sustentável da Diversidade Biológica Brasileira

RADAM – Radar na Amazônia

RADAMBRASIL – Radar no Brasil

SENAI - Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial

SISEMA - Sistema Estadual de Meio Ambiente

TIFF – *Tagged Image File Format*

UFU - Universidade Federal de Uberlândia

UHE – Usina Hidrelétrica

UPGRH – Unidade de Planejamento e Gestão dos Recursos Hídricos

UNT – Unidades Nefelométrica

UTM - *Universal Transverse Mercator*

## LISTA DE SÍMBOLOS

atm - atmosfera

C - Carbono

Cd - Cádmio

cm - centímetro

Cu - Cobre

Km - quilômetro

m - metro

mE – meridional Easte

MW – megawatts

mg/L - miligramas por litro

mgO<sub>2</sub>/L - miligramas de oxigênio molecular por litro

mgP/L – miligramas de fósforo por litro

Mn - Manganês

mN – meridional North

N - Nitrogênio

O<sub>2</sub> - oxigênio molecular

P - fósforo

Pb - chumbo

°C - Graus Celsius

μm – micrometro

2B3G4R - 2 *Blue* 3 *Green* 4 *Red*

.. - quando não se aplica o dado numérico

... - quando não se dispõe de dado

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1:	Qualidade das águas superficiais da Bacia do Rio Paranaíba.....	27
Figura 2:	Localização da área de pesquisa.....	52
Figura 3:	Unidades geo-estruturais da bacia hidrográfica do rio Araguari.....	55
Figura 4:	Unidades geomorfológicas da bacia hidrográfica do rio Araguari.....	56
Figura 5:	Mapa de solos da bacia hidrográfica de do rio Araguari.....	57
Figura 6:	Coletor de amostras em profundidade.....	61
Figura 7:	Profundidade das coletas.....	62
Figura 8:	Coleta de amostras em profundidade – Chácara Miranda V.....	63
Figura 9:	Coleta de amostras em profundidade – Chácara Miranda V.....	64
Figura 10:	Mapa de localização dos pontos de amostragem.....	65
Figura 11:	Curvas médias do IQA.....	72
Figura 12:	Planilha para o cálculo do IQA.....	75
Figura 13:	Carta imagem da área de estudo.....	78
Figura 14:	Gráfico comparativo dos valores de DBO ( $\text{mgO}_2/\text{L}$ ) nos anos de 2003, 2004 e 2006, período seco.....	82
Figura 15:	Gráfico comparativo com dos valores de DBO ( $\text{mgO}_2/\text{L}$ ) nos anos de 2003, 2005 e 2007, período chuvoso.....	84
Figura 16:	Gráfico comparativo dos valores de DBO ( $\text{mgO}_2/\text{L}$ ) dos 4 afluentes principais nos anos de 2004, 2005, 2006 e 2007; lago de Nova Ponte e rio Araguari nos anos de 2004 e 2007.....	86
Figura 17:	Gráfico comparativo dos valores de DQO ( $\text{mgO}_2/\text{L}$ ) nos anos de 2003, 2004 e 2006, período seco.....	89
Figura 18:	Gráfico comparativo com dos valores de DQO ( $\text{mgO}_2/\text{L}$ ) nos anos de 2003, 2005 e 2007, período chuvoso.....	91
Figura 19:	Gráfico comparativo dos valores de DQO ( $\text{mgO}_2/\text{L}$ ) dos 4 afluentes principais nos anos de 2004, 2005, 2006 e 2007; lago de Nova Ponte e rio Araguari nos anos de 2004 e 2007.....	93
Figura 20:	Gráfico comparativo dos valores de DBO e Oxigênio Dissolvido ( $\text{mgO}_2/\text{L}$ ) nos anos de 2003, 2004 e 2006, período seco.....	96

Figura 21: Gráfico comparativo dos valores de DBO e Oxigênio Dissolvido (mgO <sub>2</sub> /L) nos anos de 2003, 2005 e 2007, período chuvoso.....	97
Figura 22: Gráfico comparativo com os valores de Oxigênio Dissolvido (mgO <sub>2</sub> /L) nos anos de 2003, 2004 e 2006, período seco.....	98
Figura 23: Gráfico comparativo com os valores de Oxigênio Dissolvido (mgO <sub>2</sub> /L) nos anos de 2003, 2005 e 2007, período chuvoso.....	99
Figura 24: Gráfico comparativo com os valores de DBO e Oxigênio Dissolvido (mgO <sub>2</sub> /L) dos 4 afluentes principais nos anos de 2004, 2005, 2006 e 2007; lago de Nova Ponte e rio Araguari nos anos de 2004 e 2007.....	101
Figura 25: Gráfico comparativo com os valores de Oxigênio Dissolvido (mgO <sub>2</sub> /L) dos 4 afluentes principais nos anos de 2004, 2005, 2006 e 2007; lago de Nova Ponte e rio Araguari nos anos de 2004 e 2007.....	102
Figura 26: Gráfico comparativo com os valores de Temperatura (°C) obtidos em amostras de água coletadas em 2003, 2004 e 2006, período seco.....	104
Figura 27: Gráfico comparativo com os valores de Temperatura (°C) nos anos de 2003, 2005 e 2007, período chuvoso.....	105
Figura 28: Gráfico comparativo com os valores de Temperatura (°C) dos 4 afluentes principais nos anos de 2004, 2005, 2006 e 2007; lago de Nova Ponte e rio Araguari nos anos de 2004 e 2007.....	106
Figura 29: Gráfico comparativo com os valores de Fósforo Total (mg/L) nos anos de 2003, 2004 e 2006, período seco.....	109
Figura 30: Gráfico comparativo com os valores de Fósforo Total (mg/L) nos anos de 2003, 2005 e 2007, período chuvoso.....	110
Figura 31: Gráfico comparativo com os valores de Fósforo Total (mg/L) dos 4 afluentes principais nos anos de 2004, 2005, 2006 e 2007; lago de Nova Ponte e rio Araguari nos anos de 2004 e 2007.....	111
Figura 32: Gráfico comparativo com os valores de pH nos anos de 2003, 2004 e 2006, período seco.....	113
Figura 33: Gráfico comparativo com os valores de pH nos anos de 2003, 2005 e 2007, período chuvoso.....	114
Figura 34: Gráfico comparativo com os valores de pH dos 4 afluentes principais nos anos de 2004, 2005, 2006 e 2007; lago de Nova Ponte e rio Araguari nos anos de 2004 e 2007.....	115

Figura 35:	Gráfico comparativo com os valores de Óleos e Graxas (mg/L) nos anos de 2003, 2004 e 2006, período seco.....	120
Figura 36:	Gráfico comparativo com os valores de Óleos e Graxas (mg/L) nos anos de 2003, 2005 e 2007, período chuvoso.....	121
Figura 37:	Gráfico comparativo com os valores de Óleos e Graxas (mg/L) dos 4 afluentes principais nos anos de 2004, 2005, 2006 e 2007; lago de Nova Ponte e rio Araguari nos anos de 2004 e 2007.....	123
Figura 38:	Gráfico comparativo com os valores de Sólidos Totais (mg/L) nos anos de 2003, 2004 e 2006, período seco.....	126
Figura 39:	Gráfico comparativo com os valores de Sólidos Totais (mg/L) nos anos de 2003, 2005 e 2007, período chuvoso.....	128
Figura 40:	Gráfico comparativo com os valores de Sólidos Totais (mg/L) dos 4 afluentes principais nos anos de 2004, 2005, 2006 e 2007; lago de Nova Ponte e rio Araguari nos anos de 2004 e 2007.....	130
Figura 41:	Gráfico comparativo com os valores de Sólidos Suspensos Totais (mg/L) nos anos de 2003, 2004 e 2006, período seco.....	132
Figura 42:	Gráfico comparativo dos valores de Sólidos Suspensos Totais (mg/L) nos anos de 2003, 2004 e 2006, período chuvoso.....	133
Figura 43:	Gráfico comparativo com os valores de Sólidos Suspensos Totais (mg/L) dos 4 afluentes principais nos anos de 2004, 2005, 2006 e 2007; lago de Nova Ponte e rio Araguari nos anos de 2004 e 2007...	135
Figura 44:	Gráfico comparativo com os valores de Sólidos Dissolvidos Totais (mg/L) nos anos de 2003, 2004 e 2006, período seco.....	137
Figura 45:	Gráfico comparativo com os valores de Sólidos Dissolvidos Totais (mg/L) nos anos de 2003, 2005 e 2007, período chuvoso.....	138
Figura 46:	Gráfico comparativo com os valores de Sólidos Dissolvidos Totais (mg/L) dos 4 afluentes principais nos anos de 2004, 2005, 2006 e 2007; lago de Nova Ponte e rio Araguari nos anos de 2004 e 2007...	140
Figura 47:	Gráfico comparativo com os valores Turbidez (UNT) nos anos de 2003, 2004 e 2006, período seco.....	141
Figura 48:	Gráfico comparativo com os valores de Turbidez (UNT) nos anos de 2003, 2005 e 2007, período chuvoso.....	142

Figura 49:	Gráfico comparativo com os valores de Turbidez (UNT) dos 4 afluentes principais nos anos de 2004, 2005, 2006 e 2007; lago de Nova Ponte e rio Araguari nos anos de 2004 e 2007.....	144
Figura 50:	Gráfico comparativo com os valores de Transparência (m) obtidos com o disco de Secchi nos anos de 2003, 2004, e 2006, período seco.....	145
Figura 51:	Gráfico comparativo com os valores de Transparência (m) obtidos com o disco de Secchi nos anos de 2003, 2005, e 2007, período chuvoso.....	146
Figura 52:	Gráfico comparativo do Índice de Qualidade da Água.....	151
Figura 53:	Carta de uso da terra e cobertura vegetal da área de contribuição direta do lago da Usina Hidrelétrica de Miranda.....	155
Figura 54:	Distribuição percentual de área ocupada pelas categorias cobertura vegetal natural, uso antrópico e água.....	157
Figura 55:	Cultura anual.....	158
Figura 56:	Cultura Irrigada.....	158
Figura 57:	Silvicultura.....	159
Figura 58:	Granjas.....	159
Figura 59:	Pastagem.....	160
Figura 60:	Área de influência urbana (Chácaras Miranda V).....	160
Figura 61:	Área de influência urbana (Chácaras Miranda V).....	161
Figura 62:	Vegetação arbórea natural razoavelmente preservada.....	162
Figura 63:	Vegetação arbórea natural.....	162
Figura 64:	Lago de Miranda (Balsa de Indianópolis).....	163

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1:	Relação dos pontos de amostragem e quantidade de amostras..	66
Quadro 2	Referências e normas seguidas para os procedimentos técnicos de análises.....	69
Quadro 3	Escala de enquadramento do IQA.....	74



## LISTA DE TABELAS

Tabela 1:	Legenda do coletor de amostras em profundidade.....	61
Tabela 2:	Resultados de DBO (mgO <sub>2</sub> /L) por ponto e profundidade de coleta no período seco.....	81
Tabela 3:	Resultados de DBO (mgO <sub>2</sub> /L) por ponto e profundidade de coleta no período chuvoso.....	83
Tabela 4	Resultados de DBO (mgO <sub>2</sub> /L) dos principais afluentes do lago de Miranda, lago de Nova Ponte (montante) e Rio Araguari (jusante).....	85
Tabela 5:	Resultados e relações DQO e DBO (mgO <sub>2</sub> /L) por ponto e profundidade de coleta no período seco.....	88
Tabela 6:	Resultados e relações DQO e DBO (mgO <sub>2</sub> /L) por ponto e profundidade de coleta no período chuvoso.....	90
Tabela 7:	Resultados de DQO e DBO (mgO <sub>2</sub> /L) dos principais afluentes do lago de Miranda, lago de Nova Ponte (montante) e Rio Araguari (jusante).....	92
Tabela 8:	Relações de DQO e DBO (mgO <sub>2</sub> /L) dos principais afluentes do lago de Miranda, lago de Nova Ponte (montante) e Rio Araguari (jusante).....	92
Tabela 9:	Resultados de DBO e Oxigênio Dissolvido (mgO <sub>2</sub> /L) por ponto e profundidade de coleta no período seco.....	95
Tabela 10:	Resultados de DBO e Oxigênio Dissolvido (mgO <sub>2</sub> /L) por ponto e profundidade de coleta, período chuvoso.....	96
Tabela 11:	Resultados de DBO e Oxigênio Dissolvido dos principais afluentes do lago de Miranda, lago de Nova Ponte (montante) e Rio Araguari (jusante).....	100
Tabela 12:	Resultados de Temperatura por ponto e profundidade de coleta no período seco.....	103
Tabela 13:	Resultados de Temperatura (°C) por ponto e profundidade de coleta no período chuvoso.....	105
Tabela 14:	Resultados de Temperatura (°C) dos principais afluentes do lago de Miranda, lago de Nova Ponte (montante) e Rio Araguari (jusante)....	106

Tabela 15: Resultados de Fósforo Total (mg/L) por ponto e profundidade de coleta no período seco.....	108
Tabela 16: Resultados de Fósforo Total (mg/L) por ponto e profundidade de coleta, período chuvoso.....	110
Tabela 17: Resultados de Fósforo (mg/L) dos principais afluentes do lago de Miranda, lago de Nova Ponte (montante) e Rio Araguari (jusante).....	111
Tabela 18: Resultados de pH por ponto e profundidade de coleta, período seco..	112
Tabela 19: Resultados de pH por ponto e profundidade de coleta, período chuvoso.....	114
Tabela 20: Resultados de pH dos principais afluentes do lago de Miranda, lago de Nova Ponte (montante) e Rio Araguari (jusante).....	115
Tabela 21: Resultados de Óleos e Graxas – OG (mg/L), DBO e DQO (mgO <sub>2</sub> /L) por ponto e profundidade de coleta no período seco.....	119
Tabela 22: Resultados de Óleos e Graxas – OG (mg/L), DBO e DQO (mgO <sub>2</sub> /L) por ponto e profundidade de coleta no período chuvoso.....	121
Tabela 23: Resultados de Óleos e Graxas – OG (mg/L), DBO e DQO (mgO <sub>2</sub> /L) dos principais afluentes do lago de Miranda, lago de Nova Ponte (montante) e Rio Araguari (jusante).....	122
Tabela 24: Resultados de DQO, DBO (mgO <sub>2</sub> /L) e Sólidos Totais (mg/L) por ponto e profundidade de coleta no período seco.....	125
Tabela 25: Resultados de DQO, DBO (mgO <sub>2</sub> /L) e Sólidos Totais (mg/L) por ponto e profundidade de coleta no período chuvoso.....	127
Tabela 26: Resultados de DQO, DBO (mgO <sub>2</sub> /L) e Sólidos Totais (mg/L) dos principais afluentes do lago de Miranda, lago de Nova Ponte (montante) e Rio Araguari (jusante).....	129
Tabela 27: Resultados de Sólidos Suspensos Totais (mg/L) por ponto e profundidade de coleta no período seco.....	131
Tabela 28: Resultados de Sólidos Suspensos Totais (mg/L) por ponto e profundidade de coleta no período chuvoso.....	133
Tabela 29: Resultados de Sólidos Suspensos Totais (mg/L) dos principais afluentes do lago de Miranda, lago de Nova Ponte (montante) e Rio Araguari (jusante).....	134

Tabela 30: Resultados de Sólidos Dissolvidos Totais (mg/L) por ponto e profundidade de coleta no período seco.....	136
Tabela 31: Resultados de Sólidos Dissolvidos Totais (mg/L) por ponto e profundidade de coleta, período chuvoso.....	138
Tabela 32: Resultados de Sólidos Dissolvidos Totais (mg/L) dos principais afluentes do lago de Miranda, lago de Nova Ponte (montante) e Rio Araguari (jusante).....	139
Tabela 33: Resultados de Turbidez (UNT) por ponto e profundidade de coleta, período seco.....	141
Tabela 34: Resultados de Turbidez (UNT) por ponto e profundidade de coleta, período chuvoso.....	142
Tabela 35: Resultados de Turbidez (UNT) dos principais afluentes do lago de Miranda, lago de Nova Ponte (montante) e Rio Araguari (jusante).....	143
Tabela 36: Resultados de Transparência por ponto de coleta, período seco.....	145
Tabela 37: Resultados de Transparência (m) por ponto de coleta, período chuvoso.....	146
Tabela 38: Valores dos Índices de Qualidade da Água, por período e ponto de amostragem.....	150
Tabela 39: Área e percentual do uso da terra e cobertura vegetal.....	156

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	19
2 OBJETIVOS.....	21
2.1 Principal.....	21
2.2 Específicos.....	21
3 REFERENCIAL TEÓRICO.....	22
3.1 Importância da água.....	22
3.2 Variáveis de qualidade da água.....	28
3.2.1 Variáveis físicas.....	28
3.2.2 Variáveis químicas.....	34
3.2.3 Variáveis bacteriológicas.....	48
4 LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO...	50
4.1 Localização.....	50
4.2 Caracterização da área.....	53
5 MATERIAIS E MÉTODOS.....	60
5.1 Coleta de amostras.....	60
5.1.1 Materiais utilizados.....	60
5.1.2 Metodologia utilizada.....	62
5.2 Realização dos ensaios.....	68
5.3 Cálculo do Índice de Qualidade das Águas.....	70
5.4 Elaboração das cartas.....	76
6 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	79
6.1 Análises da água.....	79
6.2 Avaliação do Índice de Qualidade das Águas.....	148
6.3 Avaliação do uso da terra e cobertura vegetal.....	153
7 CONCLUSÃO.....	164
8 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	166
REFERÊNCIAS.....	167
APÊNDICES.....	178

## 1 INTRODUÇÃO

Dentre todos os recursos naturais do nosso planeta, a água é o de maior importância, tendo em vista que ela garante a existência dos organismos vivos presentes na superfície da Terra, incluindo o homem.

Sabe-se que a água sempre exerceu um importante papel no desenvolvimento das civilizações humanas, a agricultura e indústria, aos valores culturais e religiosos da sociedade. As civilizações do passado, do presente e do futuro dependiam, dependem e dependerão da água para a sua existência e o seu desenvolvimento.

Sendo assim, a água é um recurso essencial para a humanidade, pois mantém a vida no planeta Terra, sustenta a biodiversidade e a produção de alimentos e é responsável pela maioria dos ciclos naturais da superfície da Terra. Portanto, a água tem importância ecológica, econômica e social (TUNDISI, J. G.; TUNDISI, T. M., 2005).

Porém, mesmo a água sendo uma substância essencial e fundamental para o desenvolvimento econômico e social da humanidade, as sociedades humanas poluem e degradam este recurso.

Os usos múltiplos da água, em função do desenvolvimento industrial, agrícola, econômico, social e o crescimento populacional, geram impactos negativos com as mais variadas magnitudes, e que acabam afetando quantitativa e qualitativamente a água (TUNDISI, J.G., 2005).

Informações sobre a quantidade e a qualidade da água de um determinado corpo hídrico são necessárias para que se conheça a sua situação

em relação aos seus usos e impactos antrópicos na bacia hidrográfica, e essenciais para que se planeje sua ocupação e seja exercido o necessário controle desses impactos sobre a mesma (REBOUÇAS *et al.*, 2006).

Dessa forma, o presente trabalho, desenvolvido no lago da Usina Hidrelétrica de Miranda (UHE Miranda), localizado no rio Araguari em Minas Gerais, possuiu como objetivo principal, avaliar temporal e espacialmente a qualidade de sua água, por meio da realização de ensaios físico-químicos e bacteriológicos.

Para se atingir o objetivo principal da pesquisa, os objetivos específicos compreenderam os seguintes aspectos: caracterizar e mapear a bacia de contribuição direta do lago de Miranda quanto ao uso da terra e a cobertura vegetal; avaliar temporal e espacialmente as características físicas, químicas e bacteriológicas de suas águas; calcular o Índice de Qualidade da Água (IQA) do lago e dos seus afluentes Córrego Manoel Velho, Ribeirões das Furnas, Rocinha e Claro; avaliar os resultados das análises físico-químicas e bacteriológicas de água em função dos limites estabelecidos pela legislação vigente (Conselho Nacional de Meio Ambiente - CONAMA nº 357 de 17 de março de 2005) e analisar a influência do uso e ocupação da terra, nas características físico-químicas e bacteriológicas da água. É importante ressaltar que o mapeamento, a avaliação dos parâmetros físico-químicos e bacteriológicos da água e do IQA, bem como a correlação dos resultados das análises com legislação vigente e com as atividades antrópicas, fornecem dados referentes à situação da qualidade dos corpos hídricos, auxiliando, portanto nas ações de manejo, planejamento e gestão dos recursos hídricos.

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 Principal

Avaliar espacial e temporalmente a qualidade da água do lago da Usina Hidrelétrica de Miranda.

### 2.2 Específicos

- Caracterizar e mapear a área da bacia de contribuição direta do lago de Miranda quanto ao uso da terra e cobertura vegetal.
- Avaliar temporal e espacialmente as características físicas, químicas e bacteriológicas da água do lago e dos seus principais afluentes, Córrego Manoel Velho e ribeirões das Furnas, Rocinha e Claro.
- Calcular o IQA no lago de Miranda e seus afluentes, Córrego Manoel Velho e ribeirões das Furnas, Rocinha e Claro.
- Avaliar os resultados das análises físico-químicas e bacteriológicas da água do lago e seus afluentes, em função dos limites de classificação estabelecidos pela resolução do CONAMA nº 357 de 17 de março de 2005.
- Analisar a influência do uso e ocupação da terra nos parâmetros físicos, químicos e bacteriológicos da água e no IQA.

### 3 REFERENCIAL TEÓRICO

#### 3.1 Importância da água

Desde a origem da vida no planeta Terra a água sempre foi uma substância essencial à vida. Qualquer forma de vida depende da água para sua sobrevivência e seu desenvolvimento. Mesmos organismos que vivem em deserto, formas de vida muito primitivas que depositam seus sacos ovíferos em cistos para resistir à dessecação, dependem da água para a continuidade da espécie, pois os ovos só eclodem quando há água. A água nutre a agricultura, as florestas, pastagens, mantém a biodiversidade, os ciclos no planeta e produz paisagens de grande variada beleza (TUNDISI, J. G., 2005).

A história do uso da água pelo homem é complexa e está diretamente relacionada ao crescimento demográfico, ao estágio de desenvolvimento das sociedades, ao grau de urbanização e aos usos múltiplos que influenciam na sua quantidade e qualidade. Esta história, seus usos e contaminações também estão diretamente relacionados à saúde humana, pois muitas doenças que afetam a humanidade têm veiculação hídrica, causadas por organismos que se desenvolvem na água ou que têm parte do seu ciclo de vida em vetores que crescem nos sistemas aquáticos (TUNDISI, J. G.; TUNDISI, T. M., 2005).

A água na biosfera transita em um ciclo denominado **ciclo hidrológico**. Este ciclo constitui basicamente, em um processo contínuo de transferência de massas d'água do oceano para a atmosfera e desta, por intermédio de



precipitações, escoamento (superficial e subterrâneo) novamente ao oceano (ESTEVEES, 1998).

Segundo Tundisi (2005) o ciclo hidrológico é impulsionado pela radiação solar.

Conforme preconizou Righetto (1998), a radiação solar é a fonte de energia que promove o aquecimento dos oceanos e continentes, portanto, responsável pela movimentação ascensional da água, por meio dos processos de evaporação, convecção vertical das massas de ar e, conseqüentemente, pelo processo de condensação do vapor d'água. Este autor explanou que, pela ação gravitacional, obtêm-se as precipitações, escoamentos superficiais e percolação das águas subterrâneas.

A velocidade de transferência da água no ciclo hidrológico nunca foi constante na história evolutiva do nosso planeta, ou seja, varia de uma era geológica para outra, assim como a proporção entre as águas doces e águas oceânicas. Toda a história da vida no planeta está relacionada ao ciclo hidrológico. Sua intensidade nas diferentes regiões está relacionada com a distribuição e disponibilidade da água. A constante transferência da água, de uma porção do ciclo para outra, restitui as quantidades de água e também a sua qualidade. A quantidade de água que passa do estado líquido para o gasoso, assim como aquela que se acumula no estado sólido nas calotas polares não é infinita. O ciclo renova, periodicamente, a mesma quantidade de vapor d'água na atmosfera e de água líquida. O aumento intenso de demanda pelo consumo humano diminui, portanto, a disponibilidade de água líquida e restringe os usos múltiplos, a expansão econômica e a qualidade de vida (TUNDISI, J. G.; TUNDISI, T. M., 2005).

Com o início da Revolução Industrial, em meados do século 19, iniciou-se uma grande alteração no ciclo hidrológico. Desde então, as quantidades e qualidades de água nas várias regiões do planeta Terra vêm sendo afetadas. Essas mudanças são decorrentes do aumento do uso, aos impactos em zonas rurais e urbanas e à manipulação de rios, canais e áreas alagadas do planeta, em larga escala. Os principais impactos sobre a água resultam do desmatamento acelerado, uso excessivo do solo para atividades agrícolas, urbanização acelerada e industrializada. (TUNDISI, J. G.; TUNDISI, T. M., 2005).

Entre os usos múltiplos da água no Brasil, a produção de hidroeletricidade é uma das atividades que utilizam o potencial hídrico de forma bastante intensiva. No país, a maior parte da energia produzida provém das grandes usinas hidrelétricas. Os lagos formados pelas barragens artificiais destas usinas, dada à possibilidade dos usos múltiplos, têm grande importância econômica e social, entre elas, o abastecimento rural e urbano, aquicultura, irrigação, recreação e geração de energia elétrica. No entanto, a construção dos grandes empreendimentos hidrelétricos modifica toda a relação local entre o corpo de água e meio ambiente afetando conseqüentemente a qualidade da água (SILVA, W. M., 1998).

No Brasil, devido à necessidade do fornecimento energia elétrica para o desenvolvimento industrial e econômico, foram construídas inúmeras barragens. A construção dessas barragens resultou na formação de um grande número de ecossistemas lacustres artificiais. Atualmente, constata-se que muitos rios brasileiros tiveram grande parte do seu curso segmentado em represas, ou seja, transformados em lagos artificiais. Este fato é mais

evidente no Estado de São Paulo, notadamente nos rios Grande e Tietê. Somente neste Estado existem mais de 55 represas de médio e grande porte que cobrem uma área de aproximadamente 5.500 km<sup>2</sup> (ESTEVES, 1998).

As principais bacias hidrográficas do Brasil são caracterizadas pela construção de barragens e formação de reservatórios, os quais isoladamente ou em cascata constituem um importante impacto qualitativo e quantitativo nos principais ecossistemas de águas interiores. Em relação à morfometria existe uma variabilidade, mas na maioria dos reservatórios o padrão dendrítico predomina, com muitos compartimentos, que influenciam e dificultam o estudo, amostragem e manejo destes reservatórios. Os tributários principais contribuem como fontes de material dissolvido e particulado, produzindo grande variedade espacial. A essa variabilidade espacial sobrepõe-se uma variabilidade temporal, produto das alterações climatológicas, principalmente pela precipitação e ventos, sistema operacional das represas em função do seu uso (REBOUÇAS *et al.*, 2006).

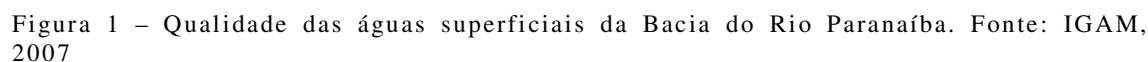
O intenso uso da água e a conseqüente poluição gerada por estes usos contribuem para agravar sua escassez gerando, como conseqüência, a necessidade crescente do acompanhamento das alterações de qualidade da água. Informações sobre a qualidade da água são necessárias, pois elas identificam a situação dos corpos hídricos em relação às atividades antrópicas na bacia hidrográfica. A avaliação espacial e temporal da qualidade da água, o monitoramento, a elaboração de um banco de dados, a aplicação de modelos ecológicos e matemáticos são elementos importantes no suporte à decisão, para as ações de gestão ambiental. A informação é a base que garante a

qualidade da decisão, inclusive como forma de diminuir a incerteza e de garantir a sustentabilidade dos sistemas (REBOUÇAS *et al.*, 2006).

O Índice de Qualidade das Águas (IQA) é um exemplo de modelo matemático utilizado por alguns órgãos fiscalizadores para a avaliação da qualidade da água. (CETESB, 2008).

No Brasil a Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB), do Estado de São Paulo a partir de um estudo realizado em 1970 pela "*National Sanitation Foundation*", dos Estados Unidos, adaptou e desenvolveu o IQA, que vem sendo utilizado desde 1975 pela mencionada companhia. Este modelo matemático incorpora 9 parâmetros considerados relevantes para a avaliação da qualidade das águas, tendo como determinante principal a utilização das mesmas para o abastecimento público. Desde 2002, a CETESB utiliza índices específicos para cada uso do recurso hídrico, a saber: Índice de Qualidade de águas Brutas para Fins de Abastecimento Público (IAP), e o Índice de Preservação da Vida Aquática (IVÃ) (CETESB, 2008).

Em Minas Gerais o Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM), através do projeto Água de Minas, desde 1997 realiza a avaliação da qualidade da água das bacias hidrográficas do Estado, entre elas a bacia do rio Araguari. De acordo com o último mapeamento sobre o IQA no ano de 2007, observa-se que os índices encontrados na bacia do rio Araguari (Bacia do Rio Paranaíba, UPGRHs PN1, PN2 e PN3), oscilam entre os indicadores “Ruim” ( $25 < \text{IQA} \leq 50$ ), “Médio” ( $50 < \text{IQA} \leq 70$ ) e “Bom” ( $70 < \text{IQA} \leq 90$ ), conforme escala de ponderação adotada pelo IGAM.



### 3.2. Variáveis de qualidade da água

As variáveis de qualidade da água podem ser divididas em físicas, químicas e bacteriológicas (CETESB, 2008; LIBÂNIO, 2005; BRASIL, 2005).

As principais variáveis são apresentadas conforme se segue:

#### 3.2.1 Variáveis físicas

Conforme preconizou Libânio (2005), as características físicas estão associadas, em sua maioria, à presença de sólidos na água. Estes podem ser maiores, estar suspensos, ou dissolvidos (sólidos de pequenas dimensões).

##### 3.2.1.1 Temperatura

A temperatura é um fator que influencia a grande maioria dos processos físicos, químicos e biológicos na água, assim como, outros processos como a solubilidade dos gases dissolvidos. Uma elevada temperatura faz diminuir a solubilidade dos gases, por exemplo, o oxigênio dissolvido dos corpos de água naturais apresenta variações sazonais e diárias de temperatura, bem

como estratificação vertical. Tais variações de temperatura são parte do regime climático normal (CETESB, 2008).

A temperatura superficial em um corpo d'água é influenciada por fatores tais como: latitude; altitude; estação do ano; período do dia; valores de vazão e profundidade.

Além destes fatores a elevação da temperatura em um corpo d'água também pode ser provocada por despejos industriais (indústria canavieira e usinas termoeletricas, por exemplo). A temperatura desempenha um papel principal de controle no meio aquático, condicionando as influências de uma série de parâmetros físico-químicos. Em geral, à medida que a temperatura aumenta de 0 a 30°C, a viscosidade, a tensão superficial, a compressibilidade, o calor específico, a constante de ionização e o calor latente de vaporização diminuem, enquanto a condutividade térmica e a pressão de vapor aumentam as solubilidades com a elevação da temperatura. Os organismos aquáticos possuem limites de tolerância térmica superior e inferior, temperaturas ótimas para crescimento, temperatura preferida em gradientes térmicos e limitações de temperatura para migração, desova e incubação do ovo (CETESB, 2008; ESTEVES, 1998)

#### 3.2.1.2 Transparência

A transparência da coluna d'água varia em função da profundidade da água. Ela está associada ao grau de redução de intensidade que a luz sofre ao

atravessar a água (e esta redução dá-se por absorção de parte da radiação eletromagnética), devido à presença de sólidos dissolvidos, principalmente material coloidal orgânico e inorgânico (ESTEVES, 1998).

Do ponto de vista óptico, a transparência da água pode ser considerada o oposto da turbidez. Sua avaliação de maneira mais simples é feita através de um disco branco de 20 a 30 cm de diâmetro, denominado disco de Secchi. A medida é obtida mergulhando-se o disco branco no lado da sombra do barco, através de uma corda marcada. A profundidade de desaparecimento do disco de Secchi corresponde àquela profundidade na qual a radiação refletida do disco não é mais sensível ao olho humano. A profundidade obtida em metros é denominada transparência de disco de Secchi (ESTEVES, 1998).

#### 3.2.1.3 Série de sólidos

Os sólidos podem ser orgânicos e inorgânicos e podem ser classificados de acordo com as suas características físicas (tamanho e estado) ou características químicas. Eles podem resultar em problemas estéticos, depósitos de lodo e proteção aos patogênicos (MACEDO, 2004).

De acordo com Libânio (2005), a parcela dissolvida dos sólidos é passível de conferir, sobretudo cor verdadeira às águas naturais, e o padrão de potabilidade estabelecido pela Portaria 518 (BRASIL, 2005), reporta-se à concentração máxima de 1000 mg/L. Libânio (2005) reportou também que, é



intrínseca a correlação entre turbidez e a concentração de sólidos suspensos, como parcela de sólidos totais.

Todas as impurezas da água, com exceção dos gases dissolvidos, contribuem para a carga de sólidos presentes nos corpos de água. Os sólidos podem ser classificados de acordo com seu tamanho e características químicas, portanto assim descritos:

- Sólidos totais: refere-se a sólidos totais, o somatório de toda a série de sólidos existentes na água (APHA, 2005).
- Sólidos dissolvidos totais: referem-se ao produto da diferença entre sólidos totais e sólidos suspensos totais (APHA, 2005).
- Sólidos suspensos totais: refere-se à porção do resíduo total que passa por um papel filtro com porosidade de 1,20  $\mu\text{m}$  (APHA, 2005).
- Sólidos sedimentáveis: refere-se aos materiais em suspensão que sedimentam por ação da gravidade (APHA, 2005).

A série de sólidos nas águas, caracterizada pelo resíduo total (sólidos totais) correspondem a toda matéria que permanece como resíduo, após evaporação, secagem ou calcinação da amostra a uma temperatura e tempo pré-estabelecidos. Em linhas gerais, as operações de secagem, calcinação e filtração são as que definem as diversas frações de sólidos presentes na água (sólidos totais, em suspensão, dissolvidos, fixos e voláteis) (CETESB, 2008; MACEDO, 2004).

Os métodos empregados para a determinação de sólidos são gravimétricos (utilizando-se balança analítica ou de precisão), com exceção dos sólidos sedimentáveis, cujo método mais comum é o volumétrico (uso do cone Imhoff).

Nos estudos de controle de poluição das águas naturais e principalmente na caracterização de esgotos sanitários e de efluentes industriais, as determinações dos níveis de concentração das diversas frações de sólidos resultam em um quadro geral da distribuição das partículas com relação ao tamanho (sólidos em suspensão e dissolvidos) e com relação à natureza (fixos ou minerais e voláteis ou orgânicos). Este quadro não é definitivo para se entender o comportamento da água em questão, mas constitui-se em uma informação preliminar importante. Deve ser destacado que embora a concentração de sólidos voláteis seja associada à presença de compostos orgânicos na água, não propicia qualquer informação sobre a natureza específica das diferentes moléculas orgânicas eventualmente presentes que, inclusive, iniciam o processo de volatilização em temperaturas diferentes, sendo a faixa compreendida entre 550-600°C uma faixa de referência. Alguns compostos orgânicos volatilizam-se a partir de 250°C, enquanto que outros exigem, por exemplo, temperaturas superiores a 1000°C (CETESB, 2008; MACEDO, 2004).

#### 3.2.1.4 Turbidez

A turbidez é a medida da dificuldade de um feixe de luz atravessar certa quantidade de água, conferindo uma aparência turva à mesma. Essa medição é feita com o turbidímetro, que compara o espalhamento de um feixe de luz ao passar pela amostra, com o de um feixe de igual intensidade, ao passar por

uma suspensão padrão. Quanto maior o espalhamento, maior será a turbidez (BRANCO, 1986; ESTEVES, 1998).

As principais causas da turbidez da água são: presença de matérias sólidas em suspensão (silte, argila, sílica, colóides), matéria orgânica e inorgânica finamente divididas, organismos microscópicos e algas. A origem desses materiais pode ser o solo (quando não há mata ciliar); a mineração (como a retirada de areia ou a exploração de argila); as indústrias; ou o esgoto doméstico, lançado no manancial sem tratamento. Esses materiais se apresentam em tamanhos diferentes, variando desde partículas maiores ( $>1\mu\text{m}$ ), até as que permanecem em suspensão por muito tempo, como é o caso das partículas coloidais (com diâmetro entre  $=10^{-4}$  a  $10^{-6}$  cm). As águas de lagos, lagoas, açudes e represas apresentam, em geral, baixa turbidez, porém podem ocorrer variações em função dos ventos e das ondas que podem revolver os sedimentos do fundo. Via de regra, após uma chuva forte, as águas dos mananciais de superfície ficam turvas, graças ao carreamento dos sedimentos das margens pela enxurrada. Assim, os solos argilosos e as águas em movimentação, ocasionam turbidez. A turbidez reduz a penetração da luz na coluna d'água, prejudicando a fotossíntese. Se for grande ( $> 40$  UNT), pode causar danos à respiração dos peixes (BRANCO, 1986; CETESB, 2008).

### 3.2.2 Variáveis químicas

#### 3.2.2.1 Potencial Hidrogeniônico - pH

O pH de uma amostra de água é a medida da concentração de íons Hidrogênio. O pH da água determina a solubilidade (quantidade que pode ser dissolvida na água) e a disponibilidade biológica (quantidade que pode ser usada pela biota aquática) dos constituintes químicos, tais como os nutrientes (P, N e C) e metais pesados (Pb, Cu, Cd e outros) (MACEDO, 2004).

Por influir em diversos equilíbrios químicos que ocorrem naturalmente ou em processos unitários de tratamento de águas, o pH é um parâmetro importante em muitos estudos no campo do saneamento ambiental. A influência do pH sobre os ecossistemas aquáticos naturais dá-se diretamente devido a seus efeitos sobre a fisiologia das diversas espécies. Também o efeito indireto é muito importante podendo, determinadas condições de pH contribuírem para a precipitação de elementos químicos tóxicos como metais pesados; outras condições podem exercer efeitos sobre as solubilidades de nutrientes (CETESB, 2008).

### 3.2.2.2 Oxigênio Dissolvido

Dentre os gases dissolvidos na água, o oxigênio ( $O_2$ ), é um dos mais importantes na dinâmica e na caracterização dos ecossistemas aquáticos. As principais fontes de oxigênio para a água são: a atmosfera e a fotossíntese (ESTEVES, 1998).

O oxigênio proveniente da atmosfera se dissolve nas águas naturais, devido à diferença de pressão parcial. Este mecanismo é regido pela Lei de Henry, que define a concentração de saturação de um gás na água, em função da temperatura (Equação 1):

$$C_{SAT} = a \cdot p_{gás}$$

Onde: “a” é uma constante que varia inversamente proporcional à temperatura e “ $p_{gás}$ ” é a pressão exercida pelo gás sobre a superfície do líquido. No caso do oxigênio, considerando-se como constituinte de 21% da atmosfera, pela lei de Dalton, exerce uma pressão de 0,21 atm. Para 20°C, por exemplo, a é igual a 43,9 e, portanto, a concentração de saturação de oxigênio em uma água superficial é igual a  $43,9 \times 0,21 = 9,2$  mg/L (CETESB, 2008).

A difusão de oxigênio dentro de um corpo d’água dá-se principalmente pelo seu transporte em massas de água, uma vez que a difusão molecular é insignificante. Sendo assim, a taxa de reintrodução de oxigênio dissolvido em águas naturais através da superfície, depende das características hidráulicas e é proporcional à velocidade, sendo que a taxa de reaeração superficial em

uma cascata é maior do que a de um rio de velocidade normal, que por sua vez apresenta taxa superior à de uma represa, onde a velocidade normalmente é bastante baixa (CETESB, 2008; ESTEVES, 1998).

Outra fonte importante de oxigênio nas águas é a fotossíntese de algas. Este fenômeno ocorre em águas poluídas ou, mais propriamente, em águas eutrofizadas, ou sejam, aquelas em que a decomposição dos compostos orgânicos lançados levou à liberação de sais minerais no meio, especialmente os de nitrogênio e fósforo, que são utilizados como nutrientes pelas algas. Esta fonte, não é muito significativa nos trechos iniciais de rios à jusante de fortes lançamentos de esgotos. A turbidez e a cor elevadas dificultam a penetração dos raios solares e apenas poucas espécies resistentes às condições severas de poluição conseguem sobreviver. A contribuição fotossintética de oxigênio só é expressiva após grande parte da atividade bacteriana na decomposição de matéria orgânica ter ocorrido, bem como após terem se desenvolvido também os protozoários que, além de decompositores, consomem bactérias clarificando as águas e permitindo a penetração de luz (CETESB, 2008; ESTEVES, 1998).

De acordo com Jordão & Pessoa (2005), torna-se difícil considerar o consumo de oxigênio por meio da respiração das plantas, sem levar em consideração a produção de oxigênio por meio da fotossíntese. Estes constituem dois fatores que devem ser estudados em conjunto, e que apresentam uma característica de complexidade particular, haja vista que envolvem um sistema biológico de grau elevado, difícil de ser traduzido em um modelo matemático.

Este efeito pode se traduzir em resultados brandos a respeito da avaliação do grau de poluição de uma água, quando se toma por base apenas a concentração de oxigênio dissolvido (CETESB, 2008; ESTEVES, 1998).

Comumente, Libânio (2005) refere-se à concentração de OD, como percentual da concentração de saturação, uma vez que os valores absolutos podem não traduzir necessariamente, as condições do corpo d'água.

A redução do OD pode ocorrer por razões naturais sobretudo, em razão da respiração dos organismos presentes no ambiente aquático, mas também por perdas para a atmosfera, oxidação de íons e mineralização da matéria orgânica. Nessa última premissa, lagos e reservatórios, eventualmente, apresentam variações significativas nas concentrações de OD no período noturno, em decorrência do inverso do processo de fotossíntese realizado pelas algas e plantas aquáticas que, na respiração, consomem o oxigênio e liberam o gás carbônico ( $\text{CO}_2$ ). O acréscimo da concentração de  $\text{CO}_2$  pode acarretar inclusive, na redução mais significativa do pH e fomentar a ressolubilização de diversos compostos no fundo do corpo d'água (LIBÂNIO, 2005).

Sob este aspecto, águas poluídas são aquelas que apresentam baixa concentração de oxigênio dissolvido (devido ao seu consumo na decomposição de compostos orgânicos), enquanto que as águas limpas apresentam concentrações de oxigênio dissolvido elevadas, chegando até a um pouco abaixo da concentração de saturação. No entanto, uma água eutrofizada pode apresentar concentrações de oxigênio bem superiores a 10 mg/L, mesmo em temperaturas superiores a 20°C, caracterizando uma situação de supersaturação. Isto ocorre principalmente em lagos de baixa velocidade onde

chegam a se formar crostas verdes de algas à superfície (BRANCO, 1986; CETESB, 2008).

### 3.2.2.3 Óleos e graxas

De acordo com o procedimento analítico empregado, os óleos e graxas consistem no conjunto de substâncias que em determinado solvente conseguem extrair da amostra e que não se volatilizam durante a evaporação do solvente a 100°C. Estas substâncias, ditas solúveis em n-hexano ou éter de petróleo compreendem ácidos graxos, gorduras animais, sabões, graxas, óleos vegetais, ceras, óleos minerais, etc. (CETESB, 2008; MACEDO, 2001).

Os óleos e graxas são substâncias orgânicas de origem mineral, vegetal ou animal, caracterizados geralmente pelos hidrocarbonetos, gorduras, ésteres, entre outros. São normalmente oriundos de despejos e resíduos industriais, esgotos domésticos, efluentes de oficinas mecânicas, postos de gasolina, estradas e vias públicas (CETESB, 2008).

Os despejos de origem industrial são os que mais contribuem para o aumento de matérias graxas nos corpos d'água. Dentre os despejos mencionam-se os de refinarias, frigoríficos, saboarias, entre outros. A pequena solubilidade dos óleos e graxas constitui um fator negativo no que se refere à sua degradação em unidades de tratamento de despejos por processos biológicos e, quando presentes em mananciais utilizados para abastecimento público, causam problemas no tratamento d'água. A presença de material



graxo nos corpos d'água, além de acarretar problemas de origem estética, diminui a área de contato entre a superfície da água e o ar atmosférico, impedindo, dessa maneira, a transferência do oxigênio da atmosfera para a água. Os óleos e graxas em seu processo de decomposição reduzem o oxigênio dissolvido elevando a Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) e a Demanda Química de Oxigênio (DQO), causando alteração no ecossistema aquático (CETESB, 2008; MACEDO, 2004).

A Resolução nº 357 de 17 de março de 2005 do CONAMA (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2005) estabeleceu que em águas doces Classes 1, 2 e 3, os óleos estejam virtualmente ausentes, não estabelecendo um valor para esse parâmetro. Já para as águas doces, Classe 4, toleram-se irradicâncias.

#### 3.2.2.4 Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) e Demanda Química de Oxigênio (DQO)

A Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), que expressa a presença de matéria orgânica oxidável biologicamente, constitui-se em importante indicador de qualidade das águas naturais, corresponde à quantidade de oxigênio que é consumida pelos microorganismos do esgoto ou águas poluídas, na oxidação biológica, quando mantida a uma dada temperatura por um espaço de tempo convencionado. Essa demanda pode ser suficientemente grande, para consumir todo o oxigênio dissolvido da água, o que condiciona a

morte de todos os organismos aeróbios de respiração subaquática (BRANCO, 1986; ESTEVES, 1998).

A DBO é normalmente considerada como a quantidade de oxigênio consumido durante um determinado período de tempo, numa temperatura de incubação específica. Um período de tempo de 5 dias em uma temperatura de incubação de 20°C é freqüentemente usado e referido como DBO (CETESB, 2008).

A DQO é a quantidade de oxigênio necessária para oxidação da matéria orgânica através de um agente químico. Os valores da DQO normalmente são maiores que os da DBO, sendo o teste realizado em um prazo menor. O aumento da concentração de DQO num corpo d'água se deve principalmente a despejos de origem industrial (CETESB, 2008; MACEDO, 2001).

A DQO é um parâmetro fundamental e indispensável nos estudos de caracterização de esgotos sanitários e de efluentes industriais. O ensaio de DQO é muito útil quando utilizado conjuntamente com a DBO possibilitando observar a biodegradabilidade de despejos. Sabe-se que o poder de oxidação do dicromato de potássio é maior do que o que resulta mediante a ação de microrganismos, exceto raríssimos casos como hidrocarbonetos aromáticos e piridina. Desta forma, os resultados da DQO de uma amostra são superiores aos de DBO. Como na DBO mede-se apenas a fração biodegradável, quanto mais este valor se aproximar da DQO significa que mais facilmente biodegradável será o efluente. É comum aplicar-se tratamentos biológicos para efluentes com relações DQO/DBO de 3/1, por exemplo. Mas valores muito elevados desta relação indicam grandes possibilidades de insucesso, uma vez que a fração biodegradável torna-se pequena, tendo-se ainda o

tratamento biológico prejudicado pelo efeito tóxico sobre os microrganismos exercido pela fração não biodegradável (CETESB, 2008).

A análise de Demanda Química de Oxigênio (DQO) baseia-se no fato de que todos os compostos orgânicos, com poucas exceções, podem ser oxidados pela ação de um agente oxidante forte em meio ácido. Uma das limitações, entretanto é o fato de que o teste não diferencia matéria orgânica biodegradável e matéria orgânica não biodegradável, a primeira determinada pelo teste de DBO. A vantagem é o tempo de teste, realizado em poucas horas, enquanto o teste de DBO requer no mínimo 5 dias (período de incubação) (MACEDO, 2001).

#### 3.2.2.5 Série do Nitrogênio

O nitrogênio é um dos elementos mais importantes no metabolismo de ecossistemas aquáticos. Esta importância deve-se principalmente à sua participação no processo de formação de proteínas, um dos componentes básico da biomassa. Quando presente em baixas concentrações pode atuar como fator limitante na produção primária de ecossistemas aquáticos (ESTEVES, 1998).

São diversas as fontes de nitrogênio nas águas naturais. Os esgotos sanitários lançados nas águas constituem em geral a principal fonte de nitrogênio orgânico devido à presença de proteínas e nitrogênio amoniacal, proveniente da hidrólise sofrida pela uréia na água.

Alguns efluentes industriais provenientes de indústrias químicas, petroquímicas, siderúrgicas, farmacêuticas, de conservas alimentícias, matadouros, frigoríficos e curtumes, também contribuem com descargas de nitrogênio orgânico e amoniacal nas águas.

A atmosfera é outra fonte importante devido a diversos mecanismos: fixação biológica desempenhada por bactérias e algas, que incorporam o nitrogênio atmosférico em seus tecidos, contribuindo para a presença de nitrogênio orgânico nas águas; a fixação química, reação que depende da presença de luz, concorre para as presenças de amônia e nitratos nas águas, as lavagens da atmosfera poluída pelas águas pluviais concorrem para as presenças de partículas contendo nitrogênio orgânico bem como para a dissolução de amônia e nitratos (CETESB, 2008; ESTEVES, 1998).

Nas áreas agrícolas, o escoamento das águas pluviais pelos solos fertilizados também contribui para a presença de diversas formas de nitrogênio. Também nas áreas urbanas, as drenagens de águas pluviais associadas às deficiências do sistema de limpeza pública, constituem fonte difusa de difícil caracterização (CETESB, 2008).

O nitrogênio está presente nos ambientes aquáticos sob várias formas, por exemplo: nitrato, nitrito, amônia, íon amônio, óxido nitroso, nitrogênio molecular, nitrogênio orgânico dissolvido e particulado, entre outros. Pode-se associar a idade da poluição com a relação entre as formas de nitrogênio. Ou seja, se for coletada uma amostra de água de um rio poluído e as análises demonstrarem predominância das formas reduzidas significa que o foco de poluição se encontra próximo. Se prevalecer nitrito e nitrato, ao contrário, significa que as descargas de esgotos se encontram distantes. Nas zonas de

autodepuração natural em rios, distinguem-se as presenças de nitrogênio orgânico na zona de degradação, amoniacal na zona de decomposição ativa, nitrito na zona de recuperação e nitrato na zona de águas limpas (CETESB, 2008; ESTEVES, 1998).

Os compostos de nitrogênio são nutrientes para processos biológicos. São tidos como macronutrientes, pois depois do carbono, o nitrogênio é o elemento exigido em maior quantidade pelas células vivas. Quando descarregados nas águas naturais conjuntamente com o fósforo e outros nutrientes presentes nos despejos, provocam o enriquecimento do meio tornando-o mais fértil e possibilitam o crescimento em maior extensão dos seres vivos que os utilizam, especialmente as algas, o que é chamado de eutrofização. Quando as descargas de nutrientes são muito fortes, dá-se o florescimento muito intenso de gêneros que predominam em cada situação em particular. Estas grandes concentrações de algas podem trazer prejuízos aos usos que se possam fazer dessas águas, prejudicando seriamente o abastecimento público ou causando poluição por morte e decomposição. O controle da eutrofização, por meio da redução do aporte de nitrogênio é comprometido pela multiplicidade de fontes, algumas muito difíceis de serem controladas como a fixação do nitrogênio atmosférico, por parte de alguns gêneros de algas. Por isso, deve-se investir preferencialmente no controle das fontes de fósforo (CETESB, 2008).

Pela legislação federal em vigor, Resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) nº 357 de 17 de março de 2005, em seu artigo 10, para águas doces de classe 1 e 2, quando o nitrogênio for fator limitante para eutrofização, nas condições estabelecidas pelo órgão ambiental competente, o

valor de nitrogênio total não deve ultrapassar 2,18 mg/L para ambientes lóticos e 1,27 mg/L para ambientes lênticos, na vazão de referência.

#### 3.2.2.6 Fósforo

Há muito é conhecida a importância do fósforo nos sistemas biológicos. Esta importância deve-se a participação deste elemento em processos fundamentais do metabolismo dos seres vivos. Os compostos de fósforo atuam como fatores limitantes à vida dos organismos aquáticos e a sua economia, em uma massa d'água e são de importância fundamental no controle ecológico das algas. Despejos orgânicos, especialmente esgotos domésticos, bem como alguns tipos de despejos industriais, podem enriquecer as águas com esse elemento (ESTEVES, 1998).

A presença de fósforo em águas naturais é devida principalmente às descargas de esgotos sanitários. Nestes, os detergentes superfosfatados empregados em larga escala domesticamente constituem a principal fonte, além da própria matéria fecal, que é rica em proteínas. Alguns efluentes industriais, como os de indústrias de fertilizantes, pesticidas, químicas em geral, conservas alimentícias, abatedouros, frigoríficos e laticínios, apresentam fósforo em quantidades excessivas. As águas drenadas em áreas agrícolas e urbanas também podem provocar a presença excessiva de fósforo em águas naturais (CETESB, 2008).

Toda a forma de fósforo presente na água quer na forma iônica, quer na forma complexada, encontra-se sob a forma de fosfato. O fósforo pode se apresentar nas águas sob três formas diferentes. (BRANCO, 1986; ESTEVES, 1998).

Assim como o nitrogênio, o fósforo constitui-se em um dos principais nutrientes para os processos biológicos, ou seja, é um dos chamados macronutrientes, por ser exigido também em grandes quantidades pelas células. Os esgotos sanitários no Brasil apresentam, tipicamente, concentração de fósforo total na faixa de 6 a 10 mgP/L, não exercendo efeito limitante sobre os tratamento biológicos. Alguns efluentes industriais, porém, não possuem fósforo em suas composições, ou apresentam concentrações muito baixas (CETESB, 2008).

#### 3.2.2.7 Ferro e manganês

Ferro e manganês são elementos muito freqüentes na superfície da terra. Conseqüentemente seus compostos são encontrados em todos os corpos d'água, mesmo que em concentrações muito reduzidas. O ferro e o manganês pertencem ao grupo de elementos indispensáveis ao metabolismo dos seres vivos: são micronutrientes. Estes elementos exercem grande influência na ciclagem de outros nutrientes importantes como o fosfato. Além disto, têm grande relevância no metabolismo de certas bactérias, capazes de obter

energia necessária para a redução do  $\text{CO}_2$ , a partir da oxidação das formas reduzidas de ferro e manganês (ESTEVEZ, 1998).

Conforme a CETESB (2008), a presença de ferro, sobretudo em águas subterrâneas é devido à dissolução do mineral pelo gás carbônico da água. O carbonato ferroso é solúvel e é encontrado freqüentemente em águas de poços que contém altos níveis de concentração de ferro. Nas águas superficiais, o nível de ferro aumenta nas estações chuvosas, em razão do carreamento de solos e a ocorrência de processos de erosão das margens. Há que se ressaltar também a contribuição devida aos efluentes industriais, uma vez que muitas indústrias metalúrgicas desenvolvem atividades de remoção da camada oxidada (ferrugem) das peças previamente ao seu uso. Este processo é conhecido por decapagem, que habitualmente é procedida por meio da passagem da peça em banho ácido.

O ferro, apesar de não se constituir em um tóxico, traz diversos problemas para o abastecimento público de água. Confere cor e sabor à água, provocando manchas em roupas e utensílios sanitários. Também traz o problema do desenvolvimento de depósitos em canalizações e de ferro-bactérias, provocando a contaminação biológica da água na própria rede de distribuição. Por estes motivos, o ferro constitui-se em padrão de potabilidade, tendo sido estabelecida a concentração limite de 0,3 mg/L na Portaria 518 do Ministério da Saúde de 2004 (CETESB, 2008; MACEDO, 2004).

O manganês é um elemento que acompanha o ferro em virtude de seu comportamento geoquímico. Ocorre em teores abaixo de 0,2 mg/L, quase



sempre como óxido de manganês bivalente, que se oxida em presença do ar, dando origem a precipitados negros (CETESB, 2008; ESTEVES, 1998).

De acordo com a CETESB (2008), o comportamento do manganês nas águas é muito similar ao do ferro no que se tange aos aspectos os mais diversos, sendo que a sua ocorrência é mais rara. O manganês pode se apresentar nos estados de oxidação  $Mn^{+2}$  (forma dissolvida) e  $Mn^{+4}$  (forma insolúvel) e desenvolve coloração negra na água. A concentração de manganês menor que 0,05 mg/L, em razão do fato de não ocorrerem, nesta faixa de concentração, manifestações de manchas negras ou depósitos de seu óxido nos sistemas de abastecimento de água. Em águas superficiais naturais, raramente atinge concentrações de 1,0 mg/L e, normalmente, está presente em quantidades de 0,2 mg/L ou menos. É muito usado na indústria do aço, na fabricação de ligas metálicas e baterias e assim como na indústria química em tintas, vernizes, fogos de artifícios e fertilizantes, entre outros.

#### 3.2.2.8 Cobre

O cobre geralmente está presente naturalmente nas águas em concentrações inferiores a 20 µg/L. Quando em concentrações elevadas, é prejudicial à saúde e confere sabor às águas. Por outro lado, em pequenas quantidades é até benéfico ao organismo humano, catalisando a assimilação

do ferro e seu aproveitamento na síntese da hemoglobina do sangue humano, facilitando a cura de anemias (CETESB, 2008).

Para os peixes, muito mais que para o homem, as doses elevadas de cobre são extremamente nocivas. Assim, trutas, carpas, bagres, peixes vermelhos de aquários ornamentais e outros, morrem em dosagens de 0,5 mg/L. Os peixes morrem pela coagulação do muco das brânquias e conseqüente asfixia (ação oligodinâmica). Os microrganismos perecem em concentrações superiores a 1,0 mg/L. O Cobre aplicado em sua forma de sulfato de cobre, em dosagens de 0,5 mg/L é um poderoso algicida (CETESB, 2008; ESTEVES, 1998).

Entre as fontes de cobre no meio ambiente estão: corrosão de tubulações de latão por águas ácidas, efluentes de estações de tratamento de esgotos, uso de compostos de cobre como algicidas aquáticos, escoamento superficial e contaminação da água subterrânea a partir de usos agrícolas do cobre como fungicida e pesticida no tratamento de solos e efluentes, e precipitação atmosférica de fontes industriais. As principais fontes industriais incluem indústrias de mineração, fundição e refinação (CETESB, 2008).

### 3.2.3 Variáveis bacteriológicas

Entre as variáveis bacteriológicas da qualidade da água avaliadas estão os coliformes.

O rio é habitado por muitos tipos de bactérias, assim como por várias espécies de algas e de peixes. Essas bactérias são importantíssimas porque, são elas que consomem toda a carga poluidora que lhe é lançada, sendo assim as principais responsáveis pela autodepuração, ou seja, limpeza do rio (BRANCO, 1986; ESTEVES, 1998).

Entretanto, quando o rio recebe esgotos, ele passa a conter outros tipos de bactérias que não são da água e que podem ou não causar doenças às pessoas que consumirem ou até mesmo possuírem contato dermal com essa água. Um grupo importante, dentre elas, é o grupo das bactérias coliformes.

As bactérias do grupo coliforme são consideradas os principais indicadores de contaminação fecal. O grupo coliforme é formado por um número de bactérias que inclui os gêneros *Klebsiella*, *Escherichia*, *Serratia*, *Erwenia* e *Enterobactéria*. Todas as bactérias coliformes são gram-negativas manchadas, de hastes não esporuladas que estão associadas com as fezes de animais de sangue quente e com o solo. Estas bactérias termotolerantes reproduzem-se ativamente a 44,5°C e são capazes de fermentar o açúcar. O uso das bactérias coliformes termotolerantes para indicar poluição sanitária mostra-se mais significativo que o uso da bactéria coliforme "total", porque as bactérias fecais estão restritas ao trato intestinal de animais de sangue quente (CETESB, 2008).

Bactérias coliformes não causam doenças. Elas, ao contrário, vivem no interior do intestino de todos os seres humanos, auxiliando na digestão. As fezes contêm um número astronômico dessas bactérias: cerca de 200 bilhões de coliformes são eliminados por cada pessoa, todos os dias. Isso tem uma grande importância para a avaliação da qualidade da água dos rios: suas águas

recebem esgotos, fatalmente receberão coliformes. A presença das bactérias coliformes na água de um rio significa, pois, que esse rio recebeu matérias fecais, ou esgotos. Por outro lado, são as fezes das pessoas doentes que transportam, para as águas ou para o solo, os micróbios causadores de doenças (BRANCO, 1986; ESTEVES, 1998).

Portanto, a determinação da concentração dos coliformes assume importância como parâmetro indicador da possibilidade da existência de microorganismos patogênicos, responsáveis pela transmissão de doenças de veiculação hídrica, tais como febre tifóide, febre paratifóide, desintéria bacilar e cólera (CETESB, 2008).

## 4 LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

### 4.1 Localização

O rio Araguari (Minas Gerais) nasce na Serra da Canastra e atravessa a região do Triângulo Mineiro, desaguardo no rio Paranaíba na divisa com Goiás.

Devido à conformação o rio apresenta potencial para geração de energia elétrica.

Existem cinco usinas ao longo de sua extensão, operadas pela Companhia Energética de Minas Gerais (CEMIG): Nova Ponte – localizada no

alto curso, Miranda, Capim Branco I e Capim Branco II – localizadas respectivamente, no médio - baixo curso do rio Araguari. A usina de Nova Ponte, além de gerar energia elétrica, tem a função de regular a vazão do rio Araguari, viabilizando a operação das demais usinas.

Além destas usinas há outra de pequeno porte localizada próximo a Araxá, no trecho que segue em direção a Uberaba.

A construção da Usina Hidrelétrica de Miranda iniciou-se em 1990, entrando em operação em 1998 com uma potência instalada de 390 megawatts (MW). O trecho do rio Araguari atingido pela formação do reservatório situa-se entre o eixo da Usina Hidrelétrica de Nova Ponte e o eixo de Miranda, abrangendo uma área de 50,61 km<sup>2</sup> e extensão do reservatório de 120 km (IESA, 1997).

A área da bacia de contribuição direta do lago da Usina Hidrelétrica de Miranda ocupa a porção do médio-baixo curso do Rio Araguari, a jusante da confluência deste com o Rio Quebra Anzol. Localiza-se na zona geográfica do Triângulo Mineiro entre as coordenadas planas 170000 – 240000 mE e 7920000 – 7820000 mN, abrangendo os municípios de Uberlândia, Indianópolis, Uberaba, Nova Ponte e Araguari (IESA, 1997).

Esta área se insere numa região dinâmica economicamente onde estão localizados os principais centros urbanos regionais, tais como: Uberlândia, Uberaba e Araguari. A sua área de influência dispõe de uma infra - estrutura econômica relativamente bem desenvolvida.

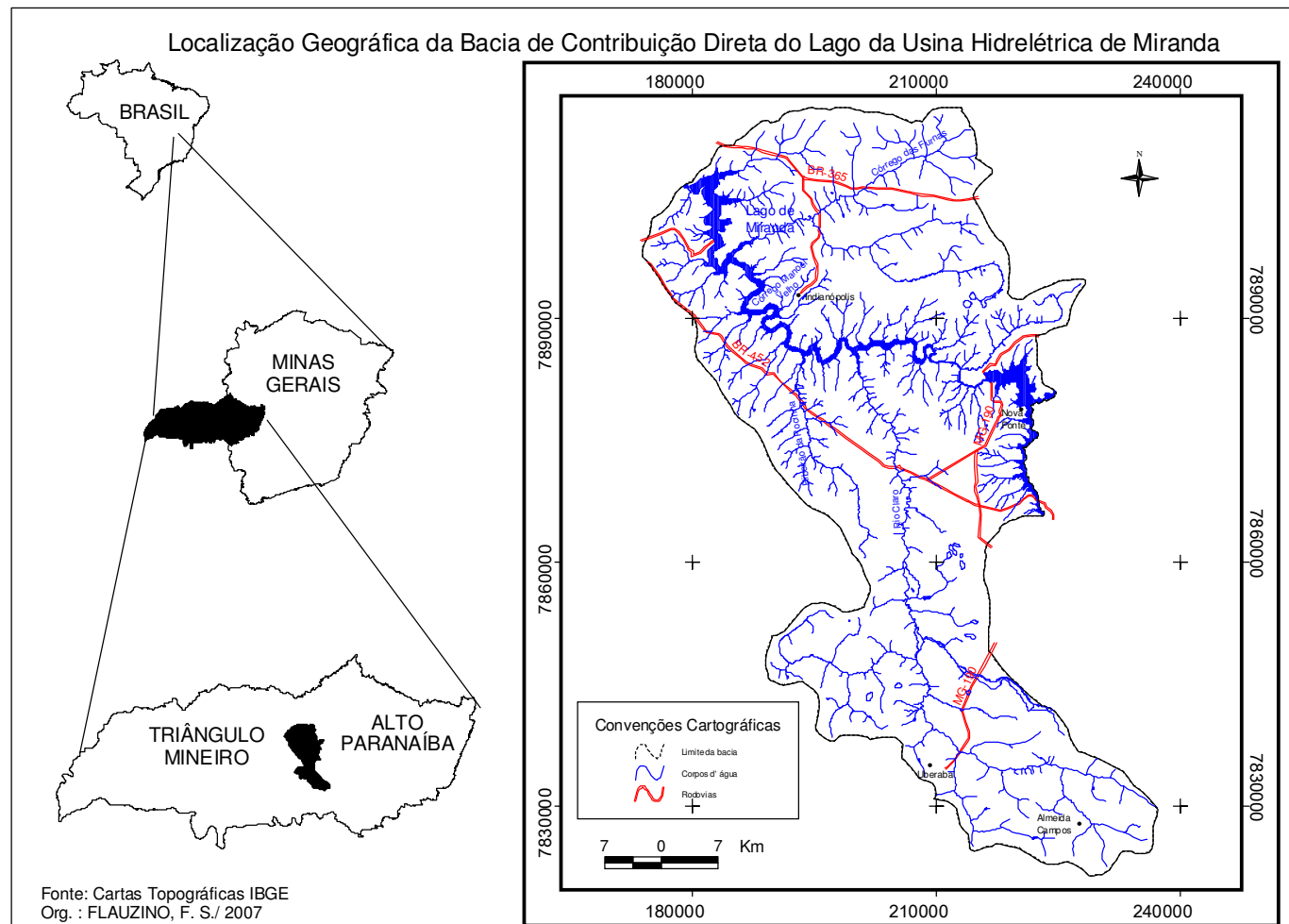


Figura 2 – Localização da área de pesquisa.

## 4.2 Caracterização da área

### 4.2.1Clima

Com base na classificação de Köppen-Geiger (1936 apud IESA, 1997, p. 4), a região se caracteriza pelo regime tropical com período de seca entre os meses de abril e setembro e na época de chuva entre os meses de outubro e março, com precipitação anual em torno de 1350 mm/ano.

O predomínio da massa de ar Equatorial Continental, entre os meses de novembro a abril, é responsável pelas chuvas abundantes do período com pluviosidade média em torno de 300 mm; o que representa cerca de 40% da pluviosidade média anual, concentrada nos meses de dezembro a janeiro.

Entre maio e outubro predominam as massas de ar Tropical Atlântica e Continental, que se distinguem por tempo bom, baixa nebulosidade, ocasionando escassez de chuva. A temperatura média do mês mais frio e mais quente do ano situa-se em torno de 18°C em julho e 24°C em janeiro, respectivamente. Os ventos apresentam uma velocidade média entre 2 e 3 m/s, provenientes principalmente do leste.

#### 4.2.2 Geologia

De acordo com o mapeamento realizado pelo Projeto Radar no Brasil - RADAMBRASIL (BRASIL, 1983), os tipos litológicos da área estudada são compostos por rochas da bacia Sedimentar do Paraná, pertencentes aos Grupos Bauru e São Bento. As litologias sedimentares do Grupo Bauru são caracterizadas predominantemente como arenitos calcários do tipo calcrete e conglomerados, de idade cretácica, das Formações Marília, Adamantina e Uberaba, enquanto que o Grupo São Bento é representado pelos basaltos juro-cretácicos da Formação Serra Geral e arenitos eólicos da Formação Botucatu, de idade triássico-jurássico.

O conjunto litológico da bacia sedimentar do Paraná encontra-se assentado em rochas metassedimentares do Grupo Araxá e metamorfitos do embasamento arqueano (NISHIYAMA, 1989).

A figura 3, a seguir, caracteriza as estruturas geo-estruturais da bacia hidrográfica do rio Araguari, onde está localizada a bacia de contribuição direta do lago de Miranda.



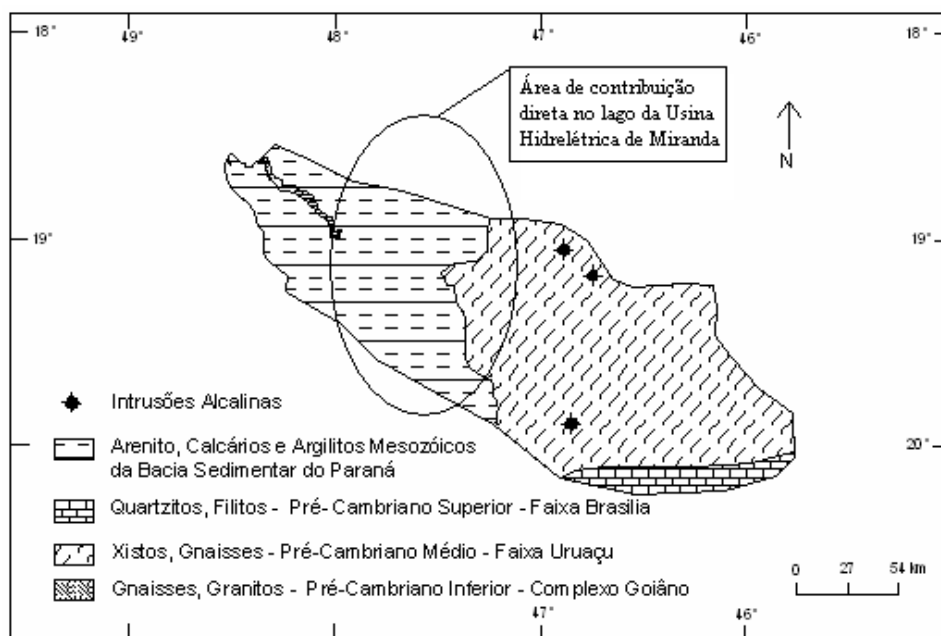


Figura 3 – Unidades geo-estruturais da bacia hidrográfica do rio Araguari.  
Fonte: Rodrigues, 2002.

#### 4.2.3 Geomorfologia

A bacia em estudo encontra-se inserida na unidade morfoestrutural de Planaltos e Chapadas da Bacia Sedimentar do Paraná, dentro da subunidade morfoescultural do Planalto Setentrional da Bacia do Paraná. Dentre as unidades morfológicas presentes na bacia destacam-se: as formas estruturais representadas, predominantemente, pelas unidades de superfície erosiva tabular; as formas de dissecação do relevo, abrangendo as formas aguçadas (a), convexas (c) e tabulares (t); e, por fim, as formas de acumulação que se caracterizam, especialmente, pelas planícies fluviais (BRASIL, 1983).

Baccaro (1991) identificou na bacia do Rio Araguari cinco grandes

compartimentos, como unidades morfoestruturais: Complexo Granito-Gnáissico, Bacia Sedimentar do Paraná, Faixa de Dobramento, Intrusões Dômicas e Bacia Sedimentar Cenozóica.

De acordo com esta identificação, a área estudada está compreendida na unidade morfoestrutural Bacia Sedimentar do Paraná, caracterizada pela unidade morfoescultural Canyon do Araguari.

Conforme Baccaro (1991), esta unidade se localiza a partir do baixo curso do rio Araguari próximo a Unidade Planalto Dissecado do Paranaíba, e se estende da até o lago da Usina Hidrelétrica de Nova Ponte, na parte central da bacia, ocupando uma faixa estreita ao longo do vale, apresentando relevo muito dissecado e de exuberante beleza. As vertentes são fortemente dissecadas, com feições côncavas, convexas e retilíneas.

A figura 4, a seguir, caracteriza as unidades morfoestruturais da bacia hidrográfica do rio Araguari, onde está localizada a bacia de contribuição direta do lago da Usina Hidrelétrica de Miranda.

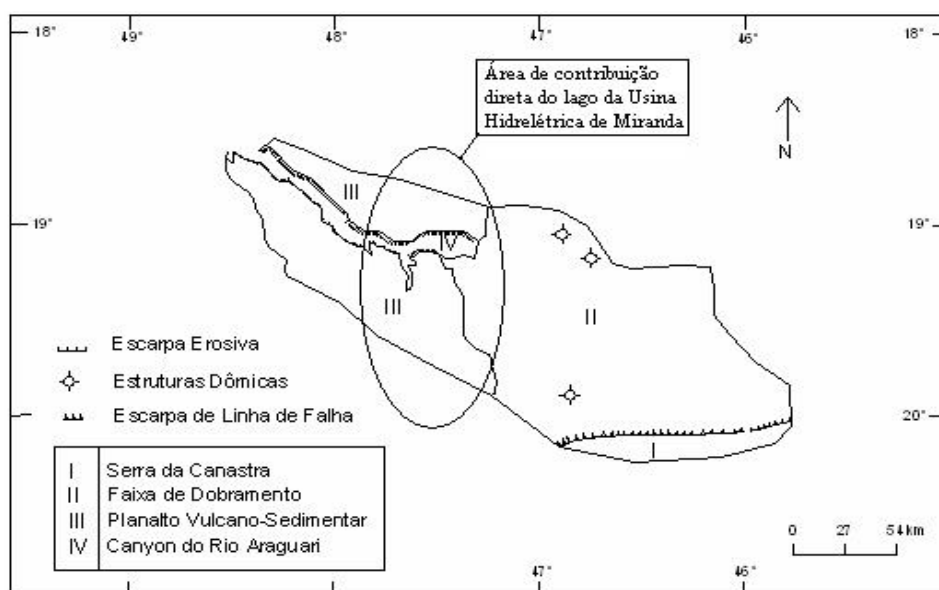


Figura 4– Unidades geomorfológicas da bacia hidrográfica do rio Araguari.  
Fonte: Rodrigues, 2002.

#### 4.2.4 Solos

De acordo com ROSA, *et al* (2004 p.69), seguindo o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos da (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA, 1999), as maiores ocorrências de classes de solo, na área em estudo, estão relacionadas às seguintes classes: solos do tipo Latossolo Vermelho (LV), Latossolo Vermelho Amarelo (LVA), Nitrossolo Vermelho (NV), Agrissolo Vermelho Amarelo (PVA), Cambissolo (CX), Gleissolo (GX) e Neossolo (RL).

Observa-se no mapa de solos da bacia do rio Araguari (figura 4) que a área da bacia de contribuição direta de Miranda é caracterizada em grande parte pelo Latossolo Vermelho Amarelo (LVA) e Latossolo Vermelho (LV) distribuídos desde a nascente do rio Claro e a barragem de Nova Ponte, até a Usina Hidrelétrica de Miranda.

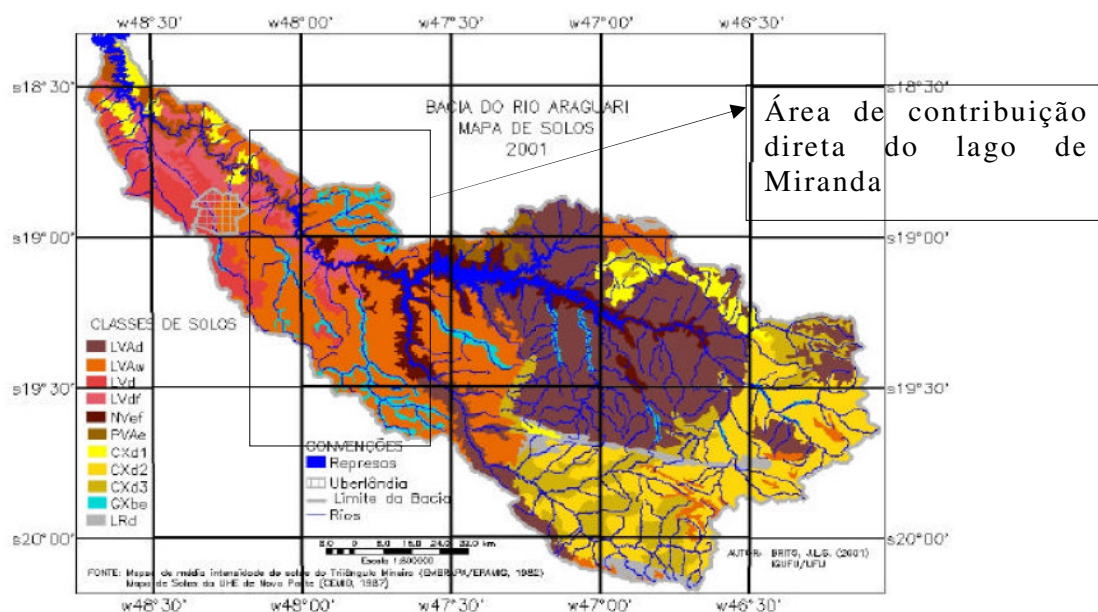


Figura 5 - Mapa de solos da bacia hidrográfica de do rio Araguari. Fonte: Brito, *et al* (2003 p.7).

#### 4.2.5 Cobertura vegetal natural

De acordo com o levantamento dos remanescentes do Bioma Cerrado (PROJETO DE CONSERVAÇÃO E UTILIZAÇÃO SUSTENTÁVEL DA DIVERSIDADE BRASILEIRA - PROBIO, 2004) as classes de cobertura vegetal natural predominantes na área em estudo se referem às categorias definidas pelo IBGE por: Savana (Cerrado), Floresta Estacional Semidecidual e Áreas de Tensão Ecológica (Contato Savana-Floresta Estacional). A região em estudo compreende, predominantemente, as classes de Savana arbórea densa, Savana Arbórea aberta, Savana Parque, Savana Gramíneo-Lenhosa, Floresta aluvial e Floresta submontana.

#### 4.2.5 Aspectos sócio-econômicos

Segundo o relatório apresentado pela Internacional de Engenharia - IESA e Companhia Energética de Minas Gerais - CEMIG (1997), a área de influência da Usina Hidrelétrica de Miranda, local onde está inserida a bacia de contribuição direta do lago de Miranda em estudo, abrange os municípios de Araguari, Indianópolis, Nova Ponte, Uberaba e Uberlândia, totalizando uma área de 13.358 km<sup>2</sup>. Em 1996, a população desta área totalizou 778.428 habitantes, sendo que aproximadamente 95% residem na área urbana.

Caracteriza-se com um grau de urbanização muito acima da média do Estado, onde a população urbana corresponde a aproximadamente 75% da população estadual. A dinâmica da população da área de influência nas décadas mais recentes apresenta um comportamento que segue as tendências verificadas no Estado, ou seja, o aumento da população total e urbana e o decréscimo da população rural. A área de influência apresenta a economia mais complexa, diversificada e dinâmica da região. Concentra a maior parte das atividades industriais e terciárias regionais, além de dispor de uma agropecuária moderna, de elevados níveis de produção e produtividade.

Os centros urbanos desta área concentram grande parte dos empreendimentos industriais, comerciais e de serviços regionais, destacando-se os municípios de Uberlândia, Uberaba e Araguari. Estes municípios são grandes centros regionais / estaduais e considerando as suas vantagens locais, ou seja, mercado de consumo, mão-de-obra, provisão adequada de serviços de apoio, entre outras.

## 5 MATERIAIS E MÉTODOS

### 5.1 Coleta de amostras

#### 5.1.1 Materiais utilizados

Para a realização da coleta de amostras foram utilizados: canoa com motor de popa, frascos de polietileno e de vidro âmbar com capacidade de 1000 mL, caixas isotérmicas, gelo reciclável, *Global Positioning System* (GPS), máquina fotográfica, cordas graduadas (identificadas metro por metro), sacos plásticos estéreis, luvas cirúrgicas, água destilada, formulário de coleta de amostras, fita adesiva para identificação das amostras, termômetro infravermelho *Mini Temp Raytek MT*, termômetro digital Tipo Espeto Incoterm referência nº 9791.16.1.00, oxímetro Digimed modelo DM4, pHmetro Lutron modelo 2006, frascos de vidro esmerilados (oxigênio dissolvido), soluções de iodeto azida, sulfato manganoso e ácido sulfúrico, coletor de profundidade, disco de Secchi, ficha de coleta, canetas, veículo para o transporte e o mapa de localização dos pontos de amostragem. A figura 6 mostra o modelo de coletor de amostras, desenvolvido com base na garrafa de Van Dorn, o qual foi utilizado no processo de coleta de amostras em profundidade.

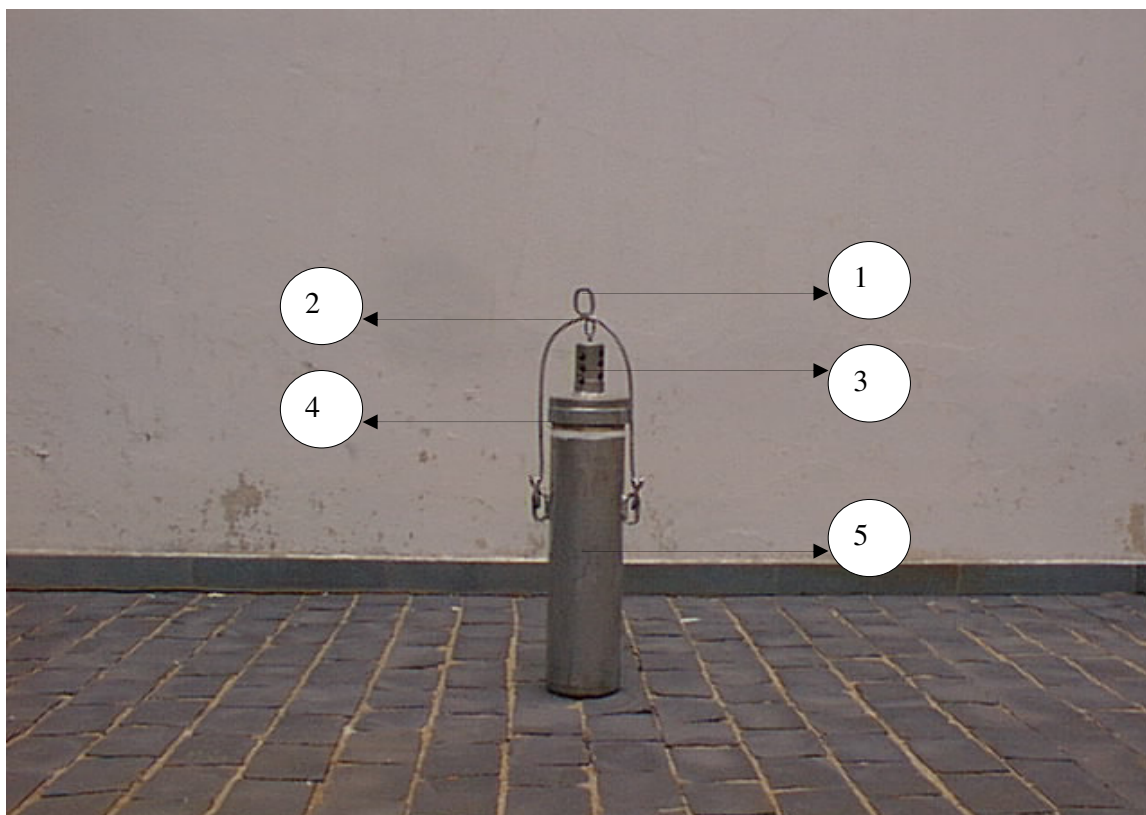


Figura 6 – Coletor de amostras em profundidade – Autor da foto: Fabrício Silvério Flauzino, Autor do projeto: João Flauzino de Oliveira - Data: Setembro de 2003

Tabela 1 – Legenda do coletor de amostras em profundidade

<b>LEGENDA</b>	
1	Suporte de sustentação do amostrador (local para fixação da corda já identificada metro a metro)
2	Suporte da válvula de entrada da amostra (água)
3	Orifício para a entrada da amostra (água)
4	Tampa para a retirada da amostra (água)
5	Local para o armazenamento da amostra (água)

### 5.1.2 Metodologia utilizada

Os pontos de amostragens foram distribuídos em 4 seções transversais de forma a obter amostras representativas de toda a extensão do lago da Usina Hidrelétrica de Miranda (Figura 10). Em cada seção, definiu-se como ponto de coleta das amostras o leito original do rio. Uma vez definido o local de amostragem na seção, foram coletadas amostras em 3 níveis distintos: na superfície da lâmina d'água, a 30 e 60 metros de profundidade (quando possível). Na cabeceira do lago, onde a profundidade é inferior a 15 metros, a retirada das amostras foi superficial. Já no ponto localizado nas proximidades da balsa de Indianópolis, onde a profundidade é inferior a 40 metros, a amostragem foi superficial e 30 metros.

A figura 7 a seguir mostra esquematicamente, a profundidade de coleta de amostras ao longo de cada perfil de amostragem no lago de Miranda.

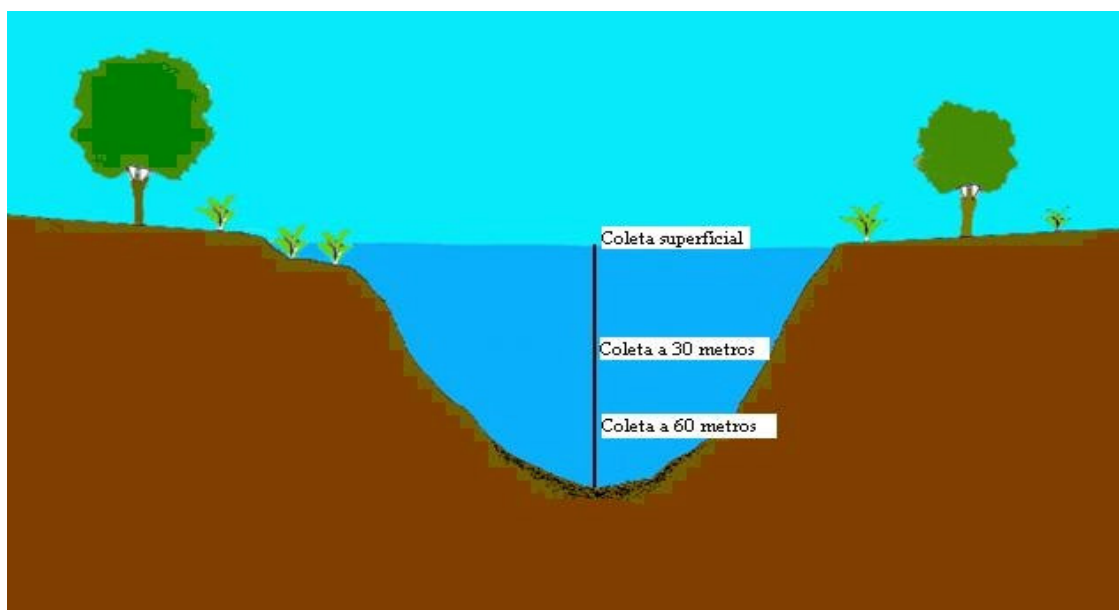


Figura 7 – Profundidade das coletas, quando aplicável. Adaptado de [www.dern.ufes.br/limnol/zonaslago.jpg](http://www.dern.ufes.br/limnol/zonaslago.jpg), 2008, por Fabrício Silvério Flauzino.



A amostragem em 3 níveis distintos possibilitou a verificação da qualidade da água em função da profundidade

As figuras 8 e 9, a seguir, mostram respectivamente a utilização do coletor de amostras em profundidade, e o acondicionamento das amostras em frascos, previamente identificados.

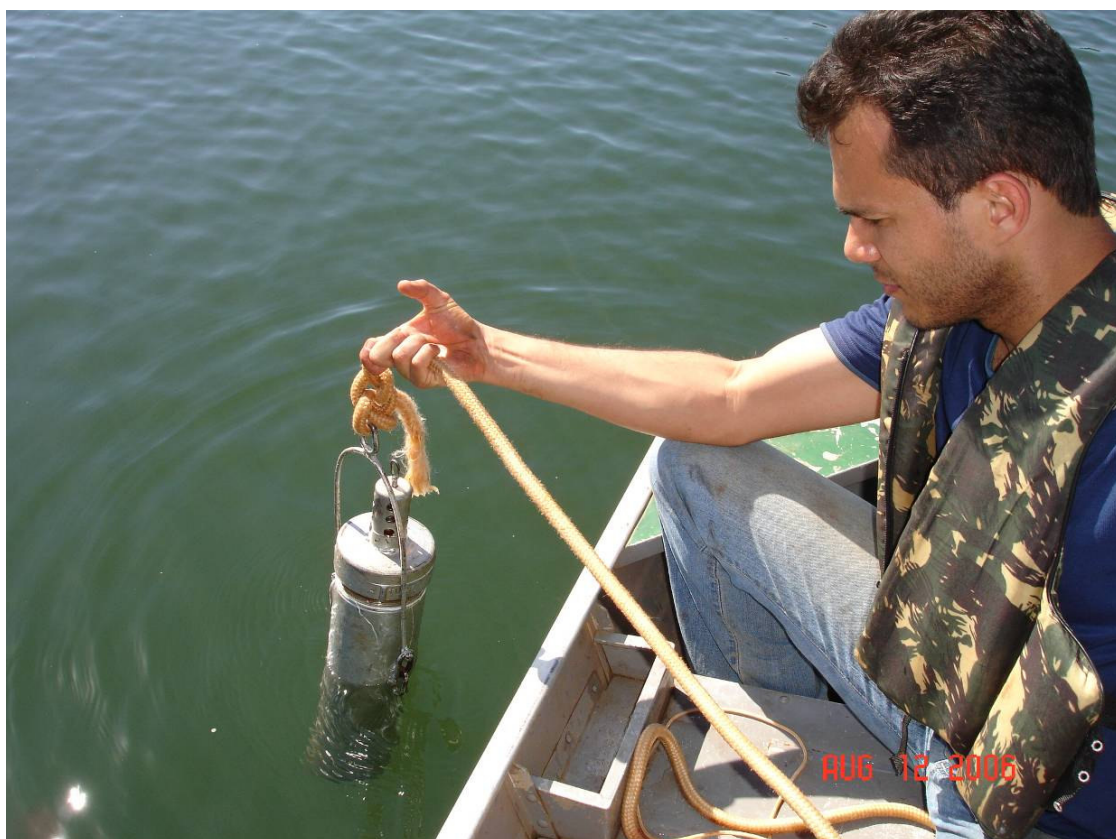


Figura 8 – Coleta de amostras em profundidade. Autor: Virgílio Rodovalho – Data: 12 de agosto de 2006. Local: Chácaras Miranda V.



Figura 9 – Coleta de amostras em profundidade. Autor: Virgílio Rodovalho – Data: 12 de agosto de 2006. Local: Chácara Miranda V.

A escolha deste tipo de amostragem buscou a obtenção de resultados dos parâmetros físico-químicos e bacteriológicos da água, os quais poderiam fundamentar a interpretação / correlação dos mesmos com as características físicas e o uso e ocupação da área de contribuição direta do lago da Usina Hidrelétrica de Miranda.

As amostras foram coletadas no Lago da Usina Hidrelétrica de Miranda nos anos de 2006 (mês de julho) e 2007 (mês de fevereiro). Vale ressaltar que, neste trabalho, para efeito de complementação da avaliação e interpretação dos resultados, também foram considerados os resultados da avaliação temporal e espacial dos parâmetros físico-químicos e bacteriológicos, realizada nos anos de 2003 (mês de fevereiro e julho), 2004 (mês de fevereiro) e 2005 (mês de julho) efetuados por Flauzino (2003).

A figura 10, a seguir, mostra a localização dos pontos de amostragem da água no lago de Miranda e nos seus efluentes.

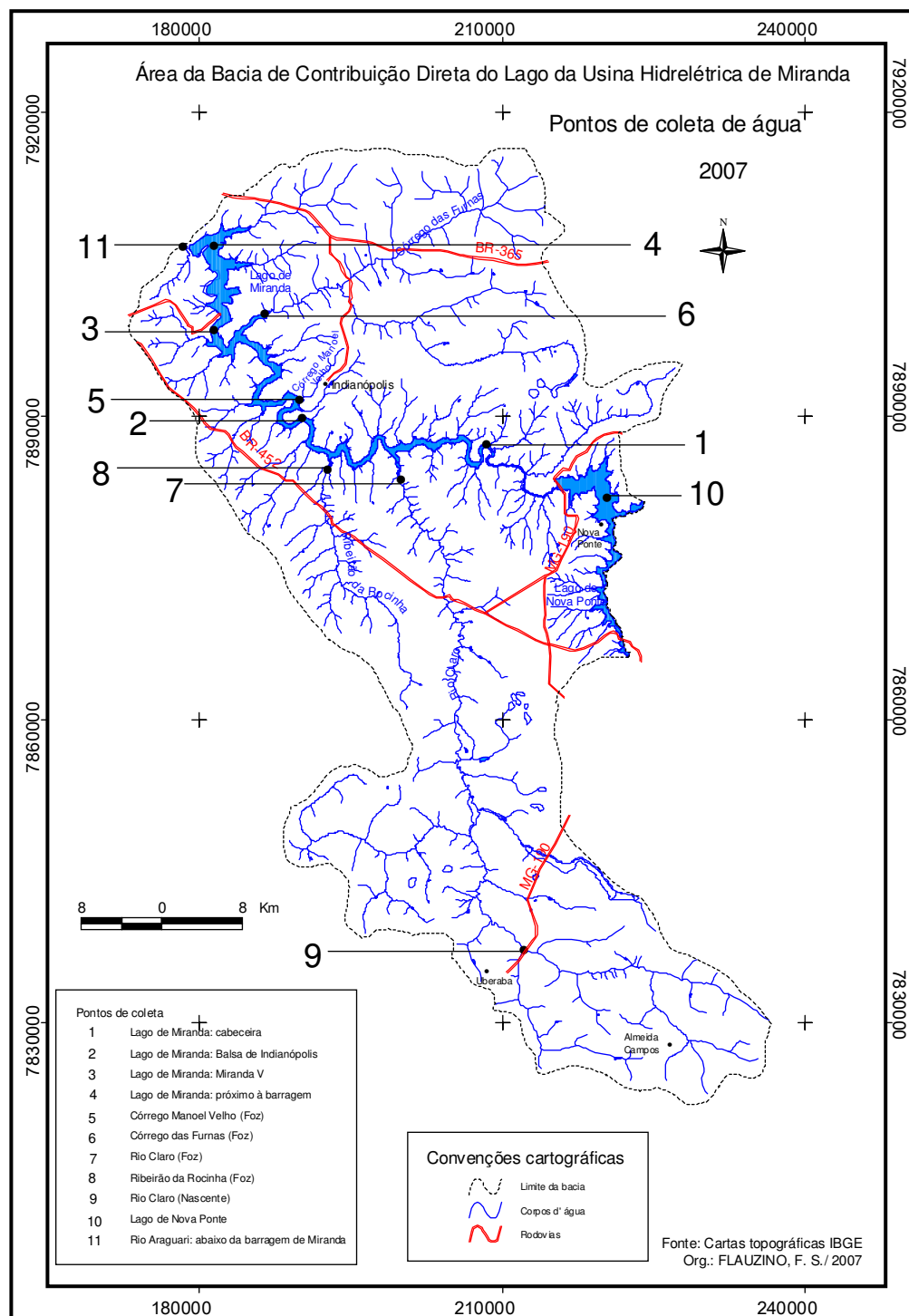


Figura 10 – Mapa de localização dos pontos de amostragem

Para cada ponto de amostragem foram coletados: 1 (um) litro de água em um frasco de vidro âmbar contendo ácido sulfúrico a 50 %; 1 (um) litro de água em um frasco de polipropileno; 300 (trezentos) mL em um frasco de vidro com boca esmerilada e 500 (quinhentos) mL em um saco plástico esterilizado (amostras superficiais).

O quadro 1 a seguir, identifica a quantidade de amostras coletas por ponto de amostragem, profundidade e data do ano.

Quadro 1 – Relação dos pontos de amostragem e quantidade de amostras

Pontos de amostragem	Profundidade	Coordenadas geográficas planas (UTM)	Anos das coletas	Quantidade de amostras
1	Superficial	209062 mE 7886620 mN	2003, 2004, 2005, 2006 e 2007	6
2	Superficial	190892 mE 7889224 mN	2003, 2004, 2005, 2006 e 2007	6
	30 metros	190892 mE 7889224 mN		6
3	Superficial	182237 mE 7897975 mN	2003, 2004, 2005, 2006 e 2007	6
	30 metros	182237 mE 7897975 mN		6
	60 metros	182237 mE 7897975 mN		6
4	Superficial	182221 mE 7906250 mN	2003, 2004, 2005, 2006 e 2007	6
	30 metros	182221 mE 7906250 mN		6
	60 metros	182221 mE 7906250 mN		6
5	Superficial	019067 mE 7891080 mN	2004, 2005, 2006 e 2007	4
6	Superficial	018720 mE 7899463 mN	2004, 2005, 2006 e 2007	4
7	Superficial	200640 mE 7883198 mN	2004, 2005, 2006 e 2007	4
8	Superficial	193435 mE 7884092 mN	2004, 2005, 2006 e 2007	4
9	Superficial	212774 mE 7836677 mN	2007	1
10	Superficial	220974 mE 7881347 mN	2004 e 2007	2
11	Superficial	179029 mE 7906171 mN	2004 e 2007	2
<b>Total de amostras</b>				<b>75</b>

Os meses das coletas foram: pontos 1, 2, 3, 4 - 2003 (fevereiro e junho), 2004 (julho), 2005 (fevereiro), 2006 (agosto) e 2007 (fevereiro); nos pontos 5, 6, 7 e 8 - 2004 (julho), 2005 (fevereiro), 2006 (agosto) e 2007 (fevereiro); no ponto 9 - 2007 (fevereiro) e nos pontos 10 e 11 - 2004 (julho) e 2007 (fevereiro).

Não foi possível iniciar as coletas de amostras em fevereiro de 2004, por isso as amostragens subseqüentes ao ano de 2003 iniciaram-se no período seco de 2004 e estendendo-se até o período chuvoso de 2007, intercalando as duas épocas distintas do ano (1 amostragem por ano).

Em razão da pequena extensão do reservatório, proximidade da cidade de Uberlândia e facilidade de vias de acesso, cada campanha de coleta foi realizada ao longo de um dia. Esta condição de amostragem foi extremamente importante para minimizar o efeito da variabilidade das características físico-químicas e bacteriológicas da água da área estudada, principalmente aquela decorrente dos fatores climáticos. Se no período chuvoso a amostragem não fosse realizada em um período de tempo mais curto possível, o risco de se obter amostras influenciadas por algum fator climático (precipitações, variações bruscas ou graduais de temperatura, ventos, entre outros) seria maior. Desse modo, procurou-se obter amostras mais representativas para cada época de amostragem, fundamentais para a comparação dos resultados das análises realizadas.

Em cada ponto de amostragem foram realizadas análises “*in situ*” e, simultaneamente, a preservação e acondicionamento das amostras de água para o transporte até o laboratório de análises. Além dos pontos de amostragem localizados no lago de Miranda, foram coletadas amostras

superficiais dos 04 principais cursos d'água da bacia de contribuição do lago: sua margem direita o rio Claro e o ribeirão da Rocinha; pela margem esquerda o ribeirão das Furnas e o córrego Manoel Velho. O objetivo da avaliação destes cursos d'água foi a caracterização da qualidade da água lançada pelos maiores afluentes no lago da Usina Hidrelétrica de Miranda, e conseqüentemente a contribuição/influência de cada um dos cursos d'água para o lago.

Também foram avaliados outros dois pontos da bacia de contribuição de Miranda: um deles a montante situado no lago de Nova Ponte e, outro, a jusante, localizado no Rio Araguari. O intuito da escolha destes dois pontos foi a necessidade de avaliação da qualidade da água que entra e sai do lago de Miranda, bem como da influência desta qualidade aos parâmetros físico-químicos e bacteriológicos obtidos para os demais pontos.

Para a coleta, preservação e transporte de amostras foram utilizadas como procedimentos operacionais, as normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT (NBR 9897 e 9898 - 1997) e do *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* – APHA (2005).

## 5.2 Realização dos ensaios

As análises físico-químicas e bacteriológicas foram realizadas no SENAI- CETAL– Laboratório de Ensaaios em Alimentos e Meio Ambiente - LAMAM, localizado cidade de Uberlândia - Minas Gerais. O referido

laboratório encontra-se acreditado pelo INMETRO (ISO IEC 17025:2005 - Acreditação nº CRL 0186 – Laboratório de Meio Ambiente) e cadastrado no SISEMA sob o protocolo nº F037238/2006. As referências e normas seguidas para a realização dos procedimentos técnicos de análise estão descritos no quadro 2, a seguir.

Quadro 2 – Referências e normas seguidas para os procedimentos técnicos de análises

PARÂMETROS	REFERÊNCIAS E NORMAS
Temperatura	<i>Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 21th edition.</i> 2005. p. 2-60 a 2-61.
Transparência da água	Tradicional – Leitura através do disco de Secchi.
pH	Água - Determinação do pH – ABNT NBR 9251 – FEV/1986 – Método eletrométrico.
Oxigênio dissolvido	Águas – Determinação de oxigênio dissolvido – ABNT NBR 10559 – DEZ/1988 – Método iodométrico de Winkler; Água – Determinação de oxigênio dissolvido – ABNT NBR MB 3030 – ABR/1989 – Método do eletrodo de membrana.
Coliformes fecais e <i>Escherichia coli</i>	<i>Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 21th edition.</i> 2005. p. 9-1 a 9-140; 2.
Coliformes totais	<i>Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 21th edition.</i> 2005. p. 9-1 a 9-140.
Óleos e graxas	Banho residual e efluente líquido – Determinação do teor de óleos e graxas – ABNT NBR 13348 – ABR/1995 – Método extração soxhlet.
DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio)	Águas – Determinação de demanda bioquímica de oxigênio (DBO) – ABNT NBR 12614 – MAI/1992 – Método de incubação (20°C – cinco dias); <i>Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 21th edition.</i> 2005. p. 5-2 a 5-12 p.
DQO (Demanda Química de Oxigênio)	Águas – Determinação de demanda química de oxigênio (DQO) – ABNT NBR 10357 – 1988 – Método do refluxo fechado; <i>Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 21th edition.</i> 2005. Método do refluxo fechado 5220 C e D.
Sólidos suspensos totais	Águas - Determinação de resíduos (sólidos) – ABNT NBR 10664 – ABR/1989 – Método gravimétrico.
Sólidos dissolvidos totais	Águas – Determinação de resíduos (sólidos) – ABNT NBR 10664 – ABR/1989 – Método gravimétrico.

Quadro 2 – Referências e normas seguidas para os procedimentos técnicos de análises (continuação)

PARÂMETROS	REFERÊNCIAS E NORMAS
Sólidos totais	Águas - Determinação de resíduos (sólidos) – ABNT NBR 10664 – ABR/1989 – Método gravimétrico.
Turbidez	MACEDO, Jorge Antônio Barros de. Métodos Laboratoriais de Análises Físico-químicas e Microbiológicas. 2ª ed. Belo Horizonte/MG. 2003. 450 p. Método Nefelométrico.
Sólidos sedimentáveis	Águas - Determinação de resíduo sedimentável (sólidos sedimentáveis) – ABNT NBR 10561 – DEZ/1988 – Método do cone de Imhoff.
Nitrogênio total	<i>Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 21th edition</i> . 2005. p. 4-99 a 4-126 – Método Kjeldahl.
Nitrato	<i>Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 21th edition</i> . 2005. p. 3-71 a 3-73. Método Fotométrico.
Nitrito	<i>Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 21th edition</i> . 2005. p. 3-71 a 3-73. Método Fotométrico.
Fósforo Total	Água – Determinação de fósforo – ABNT NBR 12772 – NOV/1992 – Método colorimétrico pelo fosfato vanadomolibdato.
Ferro Total	<i>Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 21th edition</i> . 2005. p. 3-75 a 3-78. Método Phenanthroline.
Cobre	MACEDO, Jorge Antônio Barros de. Métodos Laboratoriais de Análises Físico-químicas e Microbiológicas. 2ª ed. Belo Horizonte/MG. 2003. 450 p. Método Fotométrico.
Manganês	<i>Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 21th edition</i> . 2005. p. 3-83 a 3-85. Método Fotométrico.

### 5.3 Cálculo do Índice de Qualidade das Águas

A Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental – CETESB, a partir de um estudo realizado em 1970 pela "*National Sanitation Foundation*" dos Estados Unidos adaptou e desenvolveu o Índice de Qualidade das Águas (IQA), ao qual incorpora 9 parâmetros considerados relevantes para a



avaliação da qualidade das águas, tendo como determinante principal a utilização das mesmas para o abastecimento público (CETESB, 1979).

Visando ao desenvolvimento de um indicador que, por intermédio dos resultados das características químicas, físicas e biológicas, pudesse proporcionar ao público em geral, um balizador da qualidade das águas de um corpo hídrico, foi desenvolvido o Índice de Qualidade de água (IQA) (BROWN *et al apud* LIBÂNIO, 2005).

A criação do IQA baseou-se numa pesquisa de opinião junto a especialistas em qualidade de águas, que indicaram os parâmetros a serem avaliados, o peso relativo dos mesmos e a condição com que se apresenta cada parâmetro, segundo uma escala de valores "*rating*". Dos 35 parâmetros indicadores de qualidade de água inicialmente propostos, somente 9 foram selecionados. Para estes, a critério de cada profissional, foram estabelecidas curvas de variação da qualidade das águas de acordo com o estado ou a condição de cada parâmetro. Estas curvas de variação, sintetizadas em um conjunto de curvas médias para cada parâmetro, bem como seu peso relativo correspondente, são apresentados na figura 11 a seguir.

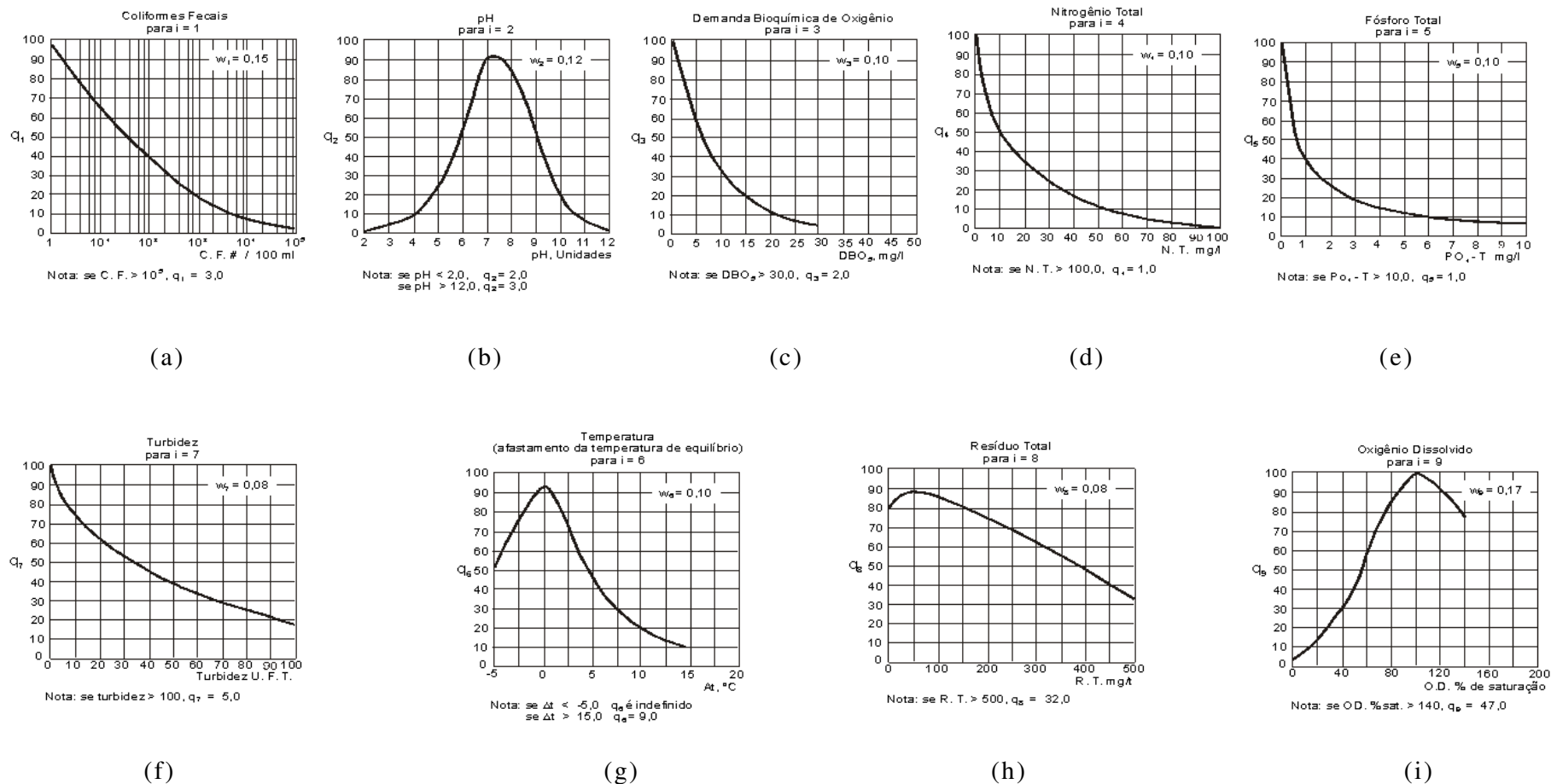


Figura 11 – Curvas médias do IQA: (a) Coliformes Fecais, (b) pH, (c) Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), (d) Nitrogênio Total, (e) Fósforo Total, (f) Temperatura, (g) Turbidez, (h) Resíduo Total e (i) Oxigênio Dissolvido. Fonte: CETESB, 2008

O IQA é calculado pelo produtório ponderado das qualidades de água correspondentes aos parâmetros: temperatura da amostra, pH, oxigênio dissolvido, Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO 5 dias, 20°C), coliformes termotolerantes, nitrogênio total, fósforo total, resíduo total e turbidez. Equação nº 1:

$$IQA = \prod_{i=1}^n q_i^{w_i}$$

Onde:

IQA: Índice de Qualidade das Águas, um número entre 0 e 100;  $q_i$ : qualidade do i-ésimo parâmetro, um número entre 0 e 100, obtido da respectiva "curva média de variação de qualidade", em função de sua concentração ou medida e " $w_i$ ": peso correspondente ao i-ésimo parâmetro, um número entre 0 e 1, atribuído em função de sua importância para a conformação global de qualidade, sendo obtido da equação nº 2:

$$\sum_{i=1}^n w_i = 1$$

em que:

**n**: número de parâmetros que entram no cálculo do IQA No caso de não se dispor do valor de algum dos 9 parâmetros, o cálculo do IQA é inviabilizado.

A partir do cálculo efetuado, pode-se determinar a qualidade das águas brutas, que é indicada pelo IQA, variando numa escala de 0 a 100, conforme o quadro 3 a seguir.

Quadro 3 – Escala de enquadramento do IQA.

<b>Categoria</b>	<b>Ponderação</b>
Ótima	$79 < \text{IQA} \leq 100$
Boa	$51 < \text{IQA} \leq 79$
Regular	$36 < \text{IQA} \leq 51$
Ruim	$19 < \text{IQA} \leq 36$
Péssima	$\text{IQA} \leq 19$

Fonte: CETESB, 2008.

Visando a auxiliar e facilitar a realização do cálculo do IQA, a CETESB elaborou uma planilha no programa *Microsoft Excel*® (figura 12), a qual contém fórmulas que permitem o cálculo deste índice por ponto de amostragem. Os dados dos ensaios são lançados em campos específicos tendo como produto o resultado do IQA.

CÁLCULO DOS PARÂMETROS PARA COMPOSIÇÃO DO IQA					nov/07
		Cálculos	Variáveis		
<b>Oxigênio Dissolvido Saturado</b>					
OD = Valor do Parâmetro	5				
Temperatura	27	7,373909218	ODSAT		
Local Altitude	700	67,80663895	PORSAT		
		FALSO	PORSAT <=50		178,74891
		178,748908682	PORSAT >50 OU <=85		
		FALSO	PORSAT >85 OU <=100		
		FALSO	PORSAT >100 OU <=140		
		FALSO	PORSAT >140		
Resultado do Parâmetro =		2,414801171			
<b>Temperatura</b>					
TEMP = Valor do Parâmetro	26,8	1,58			
Resultado do Parâmetro =		1,58			
<b>Coliforme Fecal</b>					
COLI = Valor do Parâmetro	3,0E+55	300000,0			
		FALSO	COLI <=0		
		5,477121255	COLI10>0		
		FALSO	COLI10 <= 1		3
		FALSO	COLI10 > 1 OU <= 5		
		3	COLI10 > 5		
Resultado do Parâmetro =		1,179147646			
<b>pH</b>					
pH = Valor do Parâmetro	8,1	8,1			
		FALSO	pH <= 2	86,08	86,08
		FALSO	pH > 2 OU <= 4		
		FALSO	pH > 4 OU <= 6,2		
		FALSO	pH > 6,2 OU <= 7		
		FALSO	pH > 7 OU <= 8		
		86,08	pH > 8 OU <= 8,5		
		FALSO	pH > 8,5 OU <= 9		
		FALSO	pH > 9 OU <= 10		
		FALSO	pH > 10 OU <= 12		
		FALSO	pH > 12		
Resultado do Parâmetro =		1,706822153			
<b>DBO</b>					
DBO = Valor do Parâmetro	50,0	50,0			
		FALSO	DBO <= 5		2
		FALSO	DBO > 5 OU <= 15		
		FALSO	DBO > 15 OU <= 30		
		2	DBO > 30		
Resultado do Parâmetro =		1,071773463			
<b>NITROGÊNIO TOTAL</b>					
NITR = Valor do Parâmetro	0,00	0,00			
		100	NITR <= 10		100
		FALSO	NITR > 10 OU <= 60		
		FALSO	NITR > 60 OU <= 100		
		FALSO	NITR > 100		
Resultado do Parâmetro =		1,584893192			
<b>FÓSFORO</b>					
FOSF = Valor do Parâmetro	1,000	3,066	FOSFW		
		FALSO	FOSFW <= 1		15,781451
		15,78145121	FOSFW >1 OU <= 5		
		FALSO	FOSFW >5 OU <= 10		
		FALSO	FOSFW >10		
Resultado do Parâmetro =		1,317694380			
<b>TURBIDEZ</b>					
TURB = Valor do Parâmetro	16	16			
		153,714204	TURB <= 25		153,7142
		FALSO	TURB >25 OU <= 100		
		FALSO	TURB > 100		
Resultado do Parâmetro =		1,496019037			
<b>RESÍDUO TOTAL</b>					
RESI = Valor do Parâmetro	47	47			
		85,148608	RESI <= 150		85,148608
		FALSO	RESI > 150 OU <= 500		
		FALSO	RESI > 500		
Resultado do Parâmetro =		1,426967902			
<b>IQA=</b>	37		<b>Regular</b>		

Figura 12 – Planilha para o cálculo do IQA. Fonte: CETESB, 2008

#### 5.4 Elaboração das cartas

A base cartográfica da bacia de contribuição direta do lago da UHE de Miranda foi obtida a partir das cartas topográficas Nova Ponte (Folha SE-23-Y-C-I, 1972), Estrela do Sul (Folha SE-23-Y-A-IV, 1973), Miraporanga (Folha SE-22-Z-D-III, 1970) e Uberaba (Folha SE-23-Y-C-IV, 1972) e Uberlândia (Folha SE-22-Z-B-VI, 1984) na escala de 1:100.000, levantadas e editadas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (IBGE, 1999).

Para a interpretação do uso da terra na área da bacia utilizou-se uma imagem do Satélite CCD/CBERS-2, obtida via Internet (INPE/CPETEC, 2006), de 6 de setembro de 2006.

As informações cartográficas e a imagem de satélite foram tratadas utilizando-se os *softwares*: *Cartalinx*®, destinado à construção de base de dados espaciais; e *ArcView*® 3.2, Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas desenvolvido pela empresa *Environmental Systems Research Institute* (ESRI).

A elaboração do mapa de uso da terra e cobertura vegetal iniciou-se com a definição, através de cartas topográficas do IBGE, do limite da bacia de estudo. Para a realização desta etapa foi necessário a aquisição dos dados georreferenciados de hidrografia e hipsometria da bacia do lago da Usina Hidrelétrica de Miranda, a partir das cartas topográficas editadas pelo IBGE.

A imagem de satélite foi solicitada via *e-mail*, junto ao Instituto de Pesquisas Espaciais (INPE) tomando como base as referências das coordenadas da área de estudo.

Após o recebimento das bandas monocromáticas da imagem de satélite CCD/ CBERS-2 da área de estudo, foram escolhidas as bandas 2, 3 e 4 (já em formato TIFF) para a elaboração da composição colorida (2B3G4R) com o intuito de ampliar o contraste da imagem e aumentar o poder de discriminação dos alvos. Com o auxílio do *software ArcView GIS® v. 3.2* foi possível realizar a interpretação do uso da terra e cobertura vegetal natural, a partir da digitalização, em tela, das categorias encontradas na bacia e também a elaboração dos *layouts* dos mapas de localização e dos pontos de amostragem de água na área em estudo. No dia 25.07.2007, foi realizado um trabalho de campo, com o intuito de verificar as categorias encontradas mediante a interpretação da imagem de satélite. A orientação geográfica foi realizada com base na carta imagem da área em estudo, figura 13 a seguir.

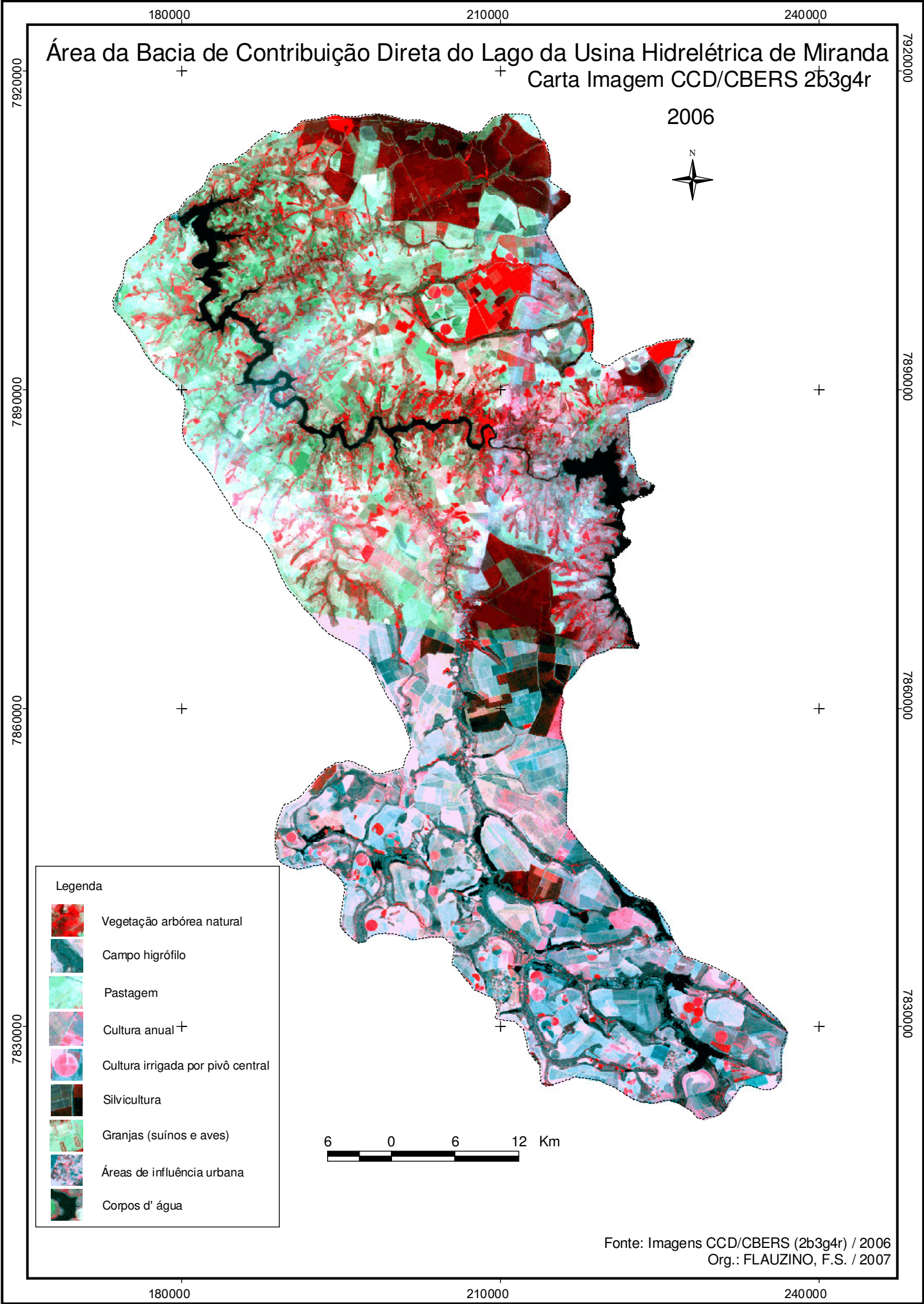


Figura 13 – Carta imagem da área de estudo



## 6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 6.1 Análises da água

A percepção do homem nas alterações da qualidade da água por meio de seus sentidos dá-se pelas suas características físicas e químicas, pois se espera que esta seja transparente, sem cor e sem cheiro. Na verdade a água usualmente possui cor, cheiro e até mesmo gosto (BRANCO, 1986).

A estrutura física e a composição química das águas naturais são influenciadas por fatores geológicos, climáticos, hidrológicos e biológicos. A qualidade das águas está diretamente relacionada com o aporte de materiais que podem receber dos ecossistemas adjacentes. Sedimentos, detritos vegetais e dejetos de animais silvestres, aquáticos e terrestres aumentam naturalmente o nível de aporte alóctone dos cursos d' água. Entretanto, a maior parte da contaminação resulta de atividades agrícolas, urbanas e industriais em grande escala (TUNDISI. J. G., 2005).

A análise das características físicas, químicas e biológicas da água, além de ser importante para o conhecimento qualitativo, permite a adoção de medidas preventivas ou corretivas, caso seja necessário, no sentido de minimizar os impactos negativos sobre os mesmos. Por isso, a interpretação dos resultados apresentados graficamente, nos dá aporte para a discussão dos mesmos.

A formação do lago de uma usina hidrelétrica provoca desequilíbrio na estrutura das comunidades aquáticas. As alterações físico-químicas e bacteriológicas da água podem causar o desaparecimento ou a proliferação de espécies e a instalação de organismos invasores (SILVA, W. M., 1998).

O planejamento e gestão de recursos hídricos dependem de informações confiáveis quanto às variáveis que indiquem a qualidade da água (REBOUÇAS *et al.*, 2006, p. 180).

Sendo assim, apresenta-se a seguir a avaliação dos parâmetros analisados, bem como a representação gráfica dos mesmos.

#### 6.1.1 DBO – Demanda Bioquímica de Oxigênio

Sabe-se que os maiores acréscimos em termos de DBO, em um corpo d'água, são provocados por despejos de origem predominantemente orgânica.

Um elevado valor da DBO pode indicar um incremento da micro-flora presente e interferir no equilíbrio da vida aquática, além de produzir sabores e odores desagradáveis. Pelo fato da DBO somente medir a quantidade de oxigênio consumido num teste padronizado, não indica a presença de matéria não biodegradável, nem leva em consideração o efeito tóxico ou inibidor de materiais sobre a atividade microbiana (CETESB, 2008).

Avaliando a tabela 2, observa-se que no período seco dos anos de 2003, 2004 e 2006, os valores de DBO variaram espacialmente – temporalmente entre 1,78 mgO<sub>2</sub>/L e 36,40 mgO<sub>2</sub>/L. Nota-se que em 2004, valores de DBO

variaram entre 6 e 36,40 mgO<sub>2</sub>/L, ou seja, superiores aos outros períodos analisados. Este fato decorre de um possível aumento da quantidade de matéria orgânica na água, neste período.

Tabela 2 – Resultados de DBO (mgO<sub>2</sub>/L) por ponto e profundidade de coleta no período seco.

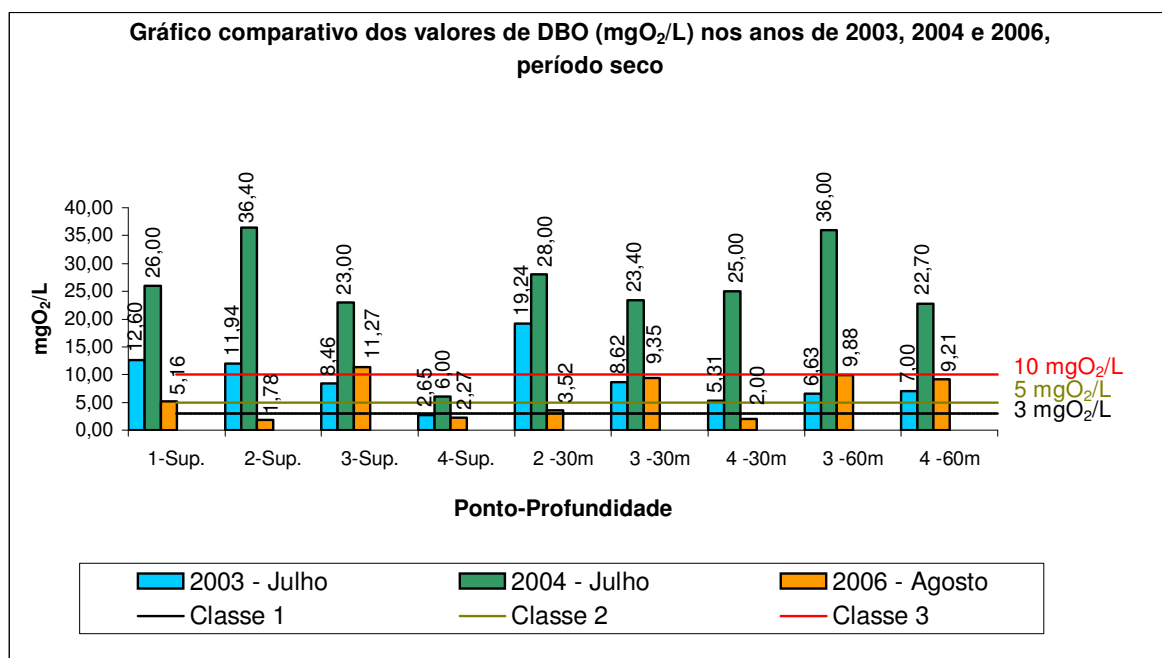
Período das amostragens	Demanda Bioquímica de Oxigênio (mgO <sub>2</sub> /L)								
	Pontos e profundidades das coletas de amostras								
	1 Sup.	2 Sup.	3 Sup.	4 Sup.	2 30 m	3 30 m	4 30 m	3 60 m	4 60 m
2003 – Julho	12,60	11,94	8,46	2,65	19,24	8,62	5,31	6,63	7,00
2004 - Julho	26,00	36,40	23,00	6,00	28,00	23,40	25,00	36,00	22,70
2006 - Agosto	5,16	1,78	11,27	2,27	3,52	9,35	2,00	9,88	9,21

As águas doces superficiais segundo a Resolução nº 357 de 17 de março de 2005 do CONAMA são classificadas segundo a qualidade requerida para os usos preponderantes, ou seja, em cinco classes: especial, 1, 2, 3 e 4. Observa-se no capítulo VI - artigo 42, desta resolução que: “enquanto não aprovados os respectivos enquadramentos, as águas doces serão consideradas classe 2, exceto se as condições de qualidade atuais forem melhores, o que determinará a aplicação da classe mais rigorosa correspondente.” No caso da DBO, esta resolução especifica limites máximos para as classes 1, 2 e 3.

Os melhores resultados de DBO obtidos em amostras superficiais, na estação seca, estão representados pelo ano de 2006. Em relação aos critérios de enquadramento da resolução do CONAMA, citada, verifica-se que se enquadraram na classe 1 (máximo de 3 mg O<sub>2</sub> /L) os pontos 2 e 4; na classe 3 (10 mg O<sub>2</sub> /L), o ponto 1. O ponto 3 ultrapassou o limite de aceitação estabelecido para a classe 3.

Nota-se que nos anos de 2003 e 2006 respectivamente, houve um decréscimo nos valores de DBO.

A figura 14 apresenta os valores da DBO obtidos para as amostras coletadas nos anos de 2003, 2004 e 2006, período seco.



Ponto	Local da amostragem
1	Cabeceira do reservatório
2	Balsa de Indianópolis
3	Chácara Miranda V
4	Próximo Barragem Miranda

Figura 14 – Gráfico comparativo dos valores de DBO ( $\text{mgO}_2/\text{L}$ ) nos anos de 2003, 2004 e 2006, período seco.

No período chuvoso dos anos de 2003, 2005 e 2007 (tabela 3 e figura 11), os valores variaram de 1  $\text{mg O}_2/\text{L}$  a 35,4  $\text{mg O}_2/\text{L}$ . Neste caso, o ano de 2003 apresentou a maior DBO em relação a 2005 e, este por sua vez, mostrou-se maior que 2007.

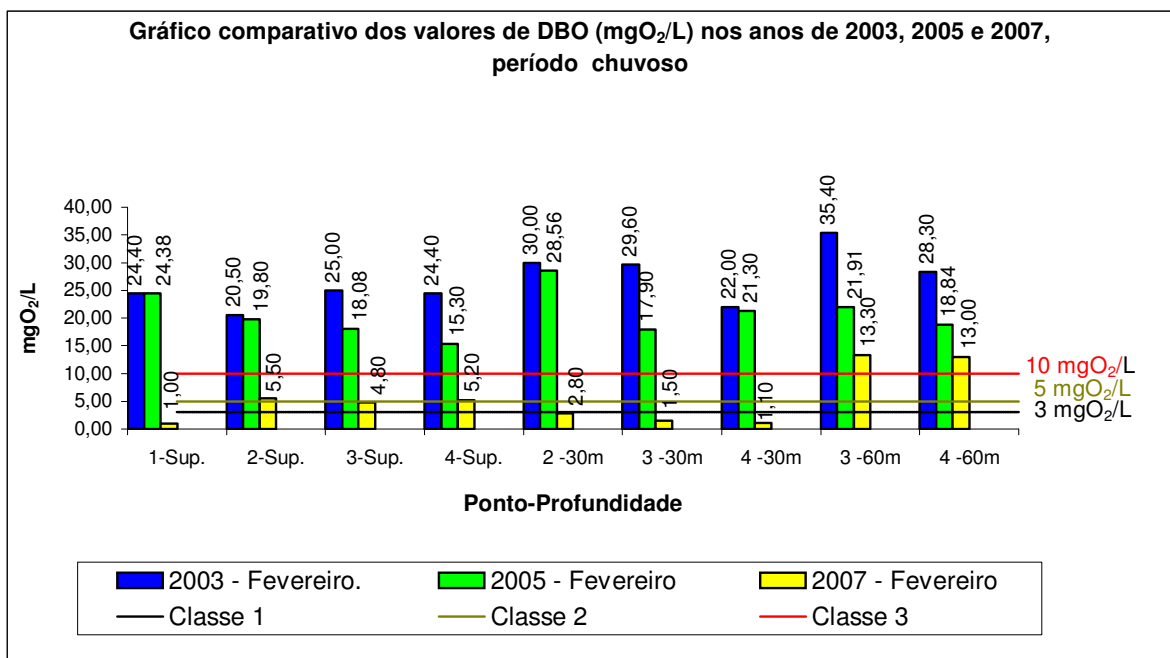
Tabela 3 – Resultados de DBO ( $\text{mgO}_2/\text{L}$ ) por ponto e profundidade de coleta no período chuvoso.

Período das amostragens	Demanda Bioquímica de Oxigênio ( $\text{mgO}_2/\text{L}$ )								
	Pontos e profundidades das coletas de amostras								
	1 Sup.	2 Sup.	3 Sup.	4 Sup.	2 30 m	3 30 m	4 30 m	3 60 m	4 60 m
2003 – Fevereiro	24,40	20,50	25,00	24,40	30,00	29,60	22,00	35,40	28,30
2005 - Fevereiro	24,38	19,80	18,08	15,30	28,56	17,90	21,30	21,91	18,84
2007 - Fevereiro	1,00	5,50	4,80	5,20	2,80	1,50	1,10	13,30	13,00

Quanto à classificação segundo o CONAMA 357 (2005), para a estação chuvosa, observa-se que o ano de 2007 se caracterizou pelo melhor enquadramento em todos os de amostragem superficial: o ponto 1 enquadrou-se na classe 1, o ponto 3 na classe 2 e os pontos 2 e 4 na classe 3.

Em relação aos anos de 2003 e 2005, todos os pontos de coleta superficial apresentaram valores superiores aos limites estabelecidos para a classe 3. Possivelmente estes valores foram influenciados pelo lançamento de efluentes “*in natura*” no lago de Miranda, ou até mesmo, pela matéria orgânica vinda do lago Nova Ponte, a montante.

Ao avaliar os resultados das análises físico-químicas na figura 15, entende-se que os valores da DBO, apresentaram uma tendência a diminuição no período compreendido entre 2003 e 2007.



Ponto	Local da amostragem
1	Cabeceira do reservatório
2	Balsa de Indianópolis
3	Chácara Miranda V
4	Próximo Barragem Miranda

Figura 15 – Gráfico comparativo com dos valores de DBO (mgO<sub>2</sub>/L) nos anos de 2003, 2005 e 2007, período chuvoso.

Os principais afluentes da área de contribuição direta do lago de Miranda, bem como o lago de Nova Ponte (montante) e o rio Araguari (jusante) também foram avaliados. Esta avaliação visou o conhecimento das características de contribuição em relação aos parâmetros físicos, químicos e bacteriológicos, de cada tributário e do lago de Nova Ponte ao lago de Miranda. Também procurou-se conhecer as características da qualidade da água após a sua passagem pelo lago da UHE de Miranda.

Tabela 4 – Resultados de DBO ( $\text{mgO}_2/\text{L}$ ) dos principais afluentes do lago de Miranda, lago de Nova Ponte (montante) e Rio Araguari (jusante).

Pontos de amostragem	Demanda Bioquímica de Oxigênio ( $\text{mgO}_2/\text{L}$ )			
	Períodos das coletas de amostras			
	2004 (Julho)	2005 (Fevereiro)	2006 (Agosto)	2007 (Fevereiro)
5-Córrego Manoel Velho (foz)	14,60	32,50	4,36	13,00
6-Córrego das Furnas (foz)	6,50	17,98	1,81	2,50
7-Rio Claro (foz)	39,00	21,17	10,96	1,00
8-Ribeirão da Rocinha (foz)	7,00	24,45	2,44	4,30
9-Rio Claro (Nascente)	...	...	...	15,00
10-Lago de Nova Ponte (montante de Miranda)	23,50	...	...	34,00
11-Rio Araguari (jusante de Miranda)	5,20	...	...	7,00

(...) quando não se dispõe de dado

Observando a tabela 4 e a figura 16, nota-se que no ano de 2004 (julho) o Rio Claro, o lago de Nova Ponte e o Córrego Manoel Velho apresentaram os maiores níveis de DBO, sendo estes superiores ao valor estabelecido para a classe 3. Neste mesmo período o Córrego das Furnas, o Ribeirão da Rocinha e o rio Araguari, a jusante da barragem de Miranda, se enquadraram na classe 2

Em 2005 (fevereiro), em termos gerais, todos os afluentes apresentaram resultados mais elevados em relação aos outros anos, ultrapassando o limite estabelecido para a classe 3.

No período seco de 2006 o Córrego das Furnas e o Ribeirão da Rocinha se enquadraram na classe 1, pelo baixo nível de DBO encontrado. Ainda neste mesmo período o Córrego Manoel Velho se enquadrou na classe 2, enquanto que o Rio Claro na Classe 3.

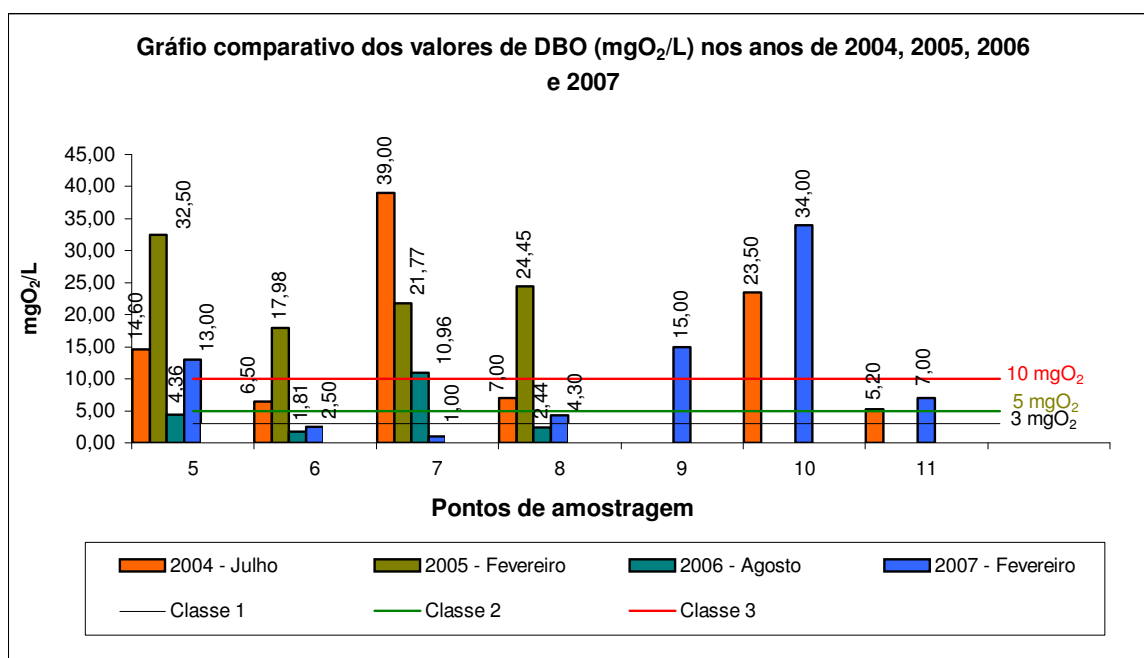
Em 2007 (fevereiro) o Córrego das Furnas manteve a sua classificação. Já o Ribeirão da Rocinha passou para a classe 2 e o Córrego Manoel Velho

para classe 3. O Rio Claro melhorou o seu enquadramento, passando de classe 3 para classe 1.

É importante ressaltar que o Córrego Manoel Velho recebe efluentes não tratados da cidade de Indianópolis, influenciando diretamente nos valores de DBO.

Possivelmente esta variação está relacionada com a quantidade de matéria orgânica lançada nos afluentes nas estações do ano amostradas.

Verifica-se que o ano de 2005 os afluentes analisados contribuíram com os maiores valores de DBO para o lago de Miranda.



Ponto	Local da amostragem
5	Córrego Manoel Velho (fz)
6	Córrego das Furnas (fz)
7	Rio Claro (fz)
8	Ribeirão da Rocinha (fz)
9	Rio Claro (nascente)
10	Lago de Nova Ponte
11	Rio Araguari: a jusante de Miranda

Figura 16 – Gráfico comparativo dos valores de DBO (mgO<sub>2</sub>/L) dos 4 afluentes principais nos anos de 2004, 2005, 2006 e 2007; lago de Nova Ponte e rio Araguari nos anos de 2004 e 2007.



Vale ressaltar que o aumento da carga orgânica proveniente das ações antrópicas na área de entorno não influencia somente a DBO, mas também os valores de nitrogênio, fósforo, oxigênio dissolvido, óleos e graxas, série de sólidos, entre outras variáveis físicas – químicas e biológicas.

#### 6.1.2 DQO – Demanda Química de oxigênio

Sabe-se que a demanda química de oxigênio (DQO) caracteriza de modo indireto a quantidade de oxigênio consumido num processo de degradação química da matéria biodegradável e não-biodegradável. Sendo assim, é o oxigênio requerido no processo oxidativo de materiais oxidáveis, inclusive a matéria orgânica, através da ação química (oxidação) em um determinado tempo e temperatura. Diferencia-se da DBO, pois engloba todas as substâncias químicas e orgânicas biodegradáveis ou não. Portanto, para cada ação de DBO, ocorreu, anteriormente, certa ação de DQO, quando da presença de matéria orgânica.

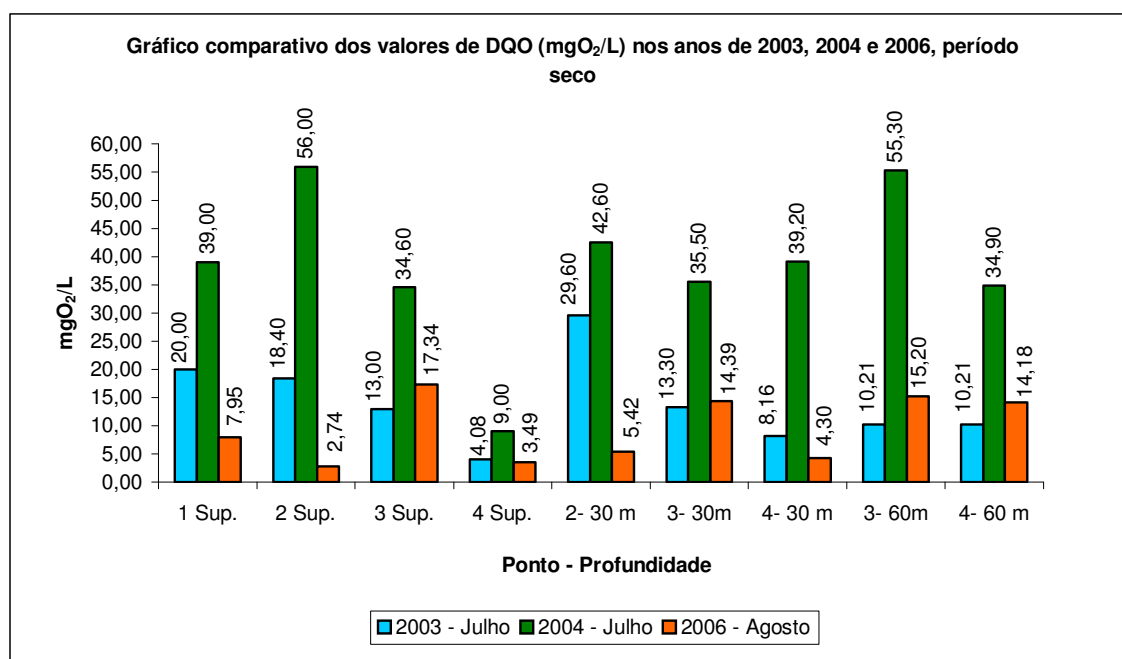
A DQO é influenciada por outros parâmetros, estabelecendo, portanto a seguinte relação: quanto maior a taxa de DBO, série de sólidos (totais, dissolvidos, sedimentáveis, suspensos), óleos e graxas, fósforo, nitrogênio total, entre outros, maior será a quantidade de DQO encontrada.

A Resolução do CONAMA 357 (2005), não traz limite de aceitação, quanto ao enquadramento em classes. Mesmo assim, a avaliação de DQO é muito importante, visto que ela indica, em termos gerais, a quantidade de matéria orgânica e inorgânica consumidora de oxigênio presente na água.



Na figura 17 nota-se que o resultado de DQO acompanhou relativamente os valores encontrados para a DBO, ou seja, o ano de 2004 apresentou à maior DQO, quando comparado aos demais períodos de amostragem.

Os pontos 3 e 4 (60 metros) identificaram-se como os locais em que no ano de 2006, tiveram os valores inferiores a 2004, e superiores a 2003. Os outros pontos tiveram os valores decrescendo de 2003 para 2006.



Ponto	Local da amostragem
1	Cabeceira do reservatório
2	Balsa de Indianópolis
3	Chácara Miranda V
4	Próximo Barragem Miranda

Figura 17 - Gráfico comparativo dos valores de DQO (mgO<sub>2</sub>/L) nos anos de 2003, 2004 e 2006, período seco.

Em 2003, 2005 e 2007 (tabela 6) a relação DQO/DBO, em média, foi de 1,49, caracterizando uma fração biodegradável maior do que no período seco.

Tabela 6 – Resultados e relações DQO e DBO (mgO<sub>2</sub>/L) por ponto e profundidade de coleta no período chuvoso.

Pontos de amostragem	Parâmetros	DQO e DBO (mgO <sub>2</sub> /L)					
		Períodos das coletas de amostras					
		2003 Fevereiro		2005 Fevereiro		2007 Fevereiro	
		Res.	Rel..	Res.	Rel.	Res.	Rel.
1- superficial	DBO (mgO <sub>2</sub> /L)	24,40	1,54	24,38	1,54	1,00	1,20
	DQO (mgO <sub>2</sub> /L)	37,50		37,51		1,20	
2- superficial	DBO (mgO <sub>2</sub> /L)	20,50	1,54	19,80	1,54	5,50	1,34
	DQO (mgO <sub>2</sub> /L)	31,50		30,47		7,40	
3- superficial	DBO (mgO <sub>2</sub> /L)	25,00	1,54	18,08	1,54	4,80	1,31
	DQO (mgO <sub>2</sub> /L)	38,50		27,83		6,30	
4- superficial	DBO (mgO <sub>2</sub> /L)	24,40	1,54	15,30	1,54	5,20	1,30
	DQO (mgO <sub>2</sub> /L)	37,50		23,54		6,60	
2- 30 metros	DBO (mgO <sub>2</sub> /L)	30,00	1,53	28,56	1,54	2,80	1,18
	DQO (mgO <sub>2</sub> /L)	46,00		43,95		3,30	
3- 30 metros	DBO (mgO <sub>2</sub> /L)	29,60	1,54	17,90	1,54	1,50	1,80
	DQO (mgO <sub>2</sub> /L)	45,50		27,56		2,70	
4- 30 metros	DBO (mgO <sub>2</sub> /L)	22,00	1,54	21,30	1,54	1,10	2,00
	DQO (mgO <sub>2</sub> /L)	34,00		32,78		2,20	
3- 60 metros	DBO (mgO <sub>2</sub> /L)	35,40	1,54	21,91	1,54	13,30	1,26
	DQO (mgO <sub>2</sub> /L)	54,50		33,72		16,80	
4- 60 metros	DBO (mgO <sub>2</sub> /L)	28,30	1,54	18,84	1,54	13,00	1,20
	DQO (mgO <sub>2</sub> /L)	43,50		28,99		15,70	
Média geral da relação DQO/DBO: períodos chuvosos de 2003, 2005 e 2007 = 1,49							

Na figura 18, verifica-se que os valores de DQO também acompanharam relativamente à variação da DBO.

O Ano de 2003 é caracterizado com os maiores valores de DQO, enquanto que em 2005 e 2007, verifica-se uma tendência ao decréscimo.

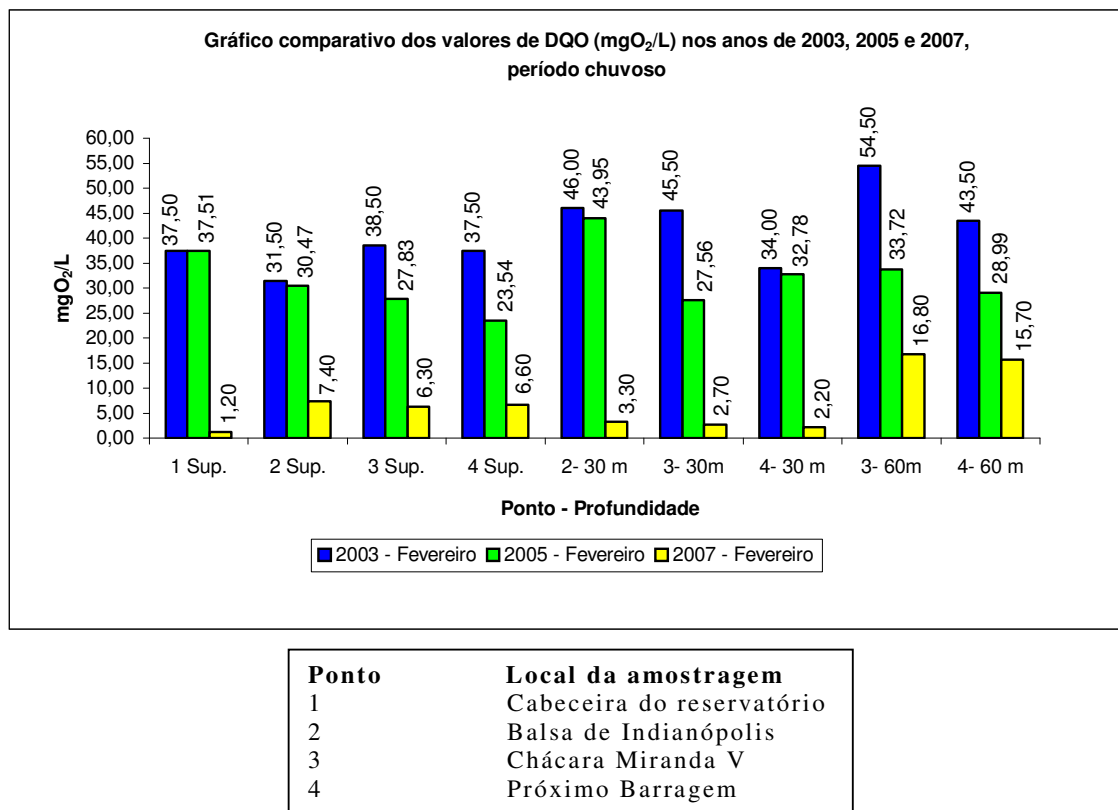


Figura 18 - Gráfico comparativo com dos valores de DQO (mgO<sub>2</sub>/L) nos anos de 2003, 2005 e 2007, período chuvoso.

A partir dos resultados expressos na tabela 7 nota-se que o Rio Claro (foz) e o lago de Nova Ponte, em 2004, apresentaram os maiores valores de DQO.

A relação DQO/DBO em média foi de 1,54 (tabela 8). A fração biodegradável dos afluentes, lago de Nova Ponte e no rio Araguari a jusante da barragem de Miranda mostra-se também alta e intermediária em relação aos períodos seco e chuvoso. O rio Araguari se destacou por apresentar uma biodegradabilidade superior aos outros pontos de amostragem.

Tabela 7 – Resultados de DQO e DBO (mgO<sub>2</sub>/L) dos principais afluentes do lago de Miranda, lago de Nova Ponte (montante) e Rio Araguari (jusante).

Pontos de amostragem	Ensaio	DQO e DBO(mgO <sub>2</sub> /L)					
		Períodos das coletas de amostras					
		2003		2004	2005	2006	2007
		Fev.	Jul.	Jul.	Fev.	Ago.	Fev.
5-Córrego Manoel Velho (fz)	DBO (mgO <sub>2</sub> /L)	...	...	14,60	32,50	4,36	13,00
	DQO (mgO <sub>2</sub> /L)	...	...	22,60	49,06	6,71	20,00
6-Córrego das Furnas (fz)	DBO (mgO <sub>2</sub> /L)	...	...	6,50	17,98	1,81	2,50
	DQO (mgO <sub>2</sub> /L)	...	...	10,00	27,67	2,79	3,60
7-Rio Claro (fz)	DBO (mgO <sub>2</sub> /L)	...	...	39,00	21,77	10,96	1,00
	DQO (mgO <sub>2</sub> /L)	...	...	54,90	33,50	16,86	1,30
8-Ribeirão da Rocinha (fz)	DBO (mgO <sub>2</sub> /L)	...	...	7,00	24,45	2,44	4,30
	DQO (mgO <sub>2</sub> /L)	...	...	11,20	37,62	3,76	6,70
9-Rio Claro (Nascente)	DBO (mgO <sub>2</sub> /L)	...	...	...	...	...	15,00
	DQO (mgO <sub>2</sub> /L)	...	...	...	...	...	23,00
10-Lago de Nova Ponte (montante de Miranda)	DBO (mgO <sub>2</sub> /L)	...	...	23,50	...	...	34,00
	DQO (mgO <sub>2</sub> /L)	...	...	36,30	...	...	48,00
11-Rio Araguari (jusante de Miranda)	DBO (mgO <sub>2</sub> /L)	...	...	5,20	...	...	7,00
	DQO (mgO <sub>2</sub> /L)	...	...	8,20	...	...	15,00

(...) quando não se dispõe de dado

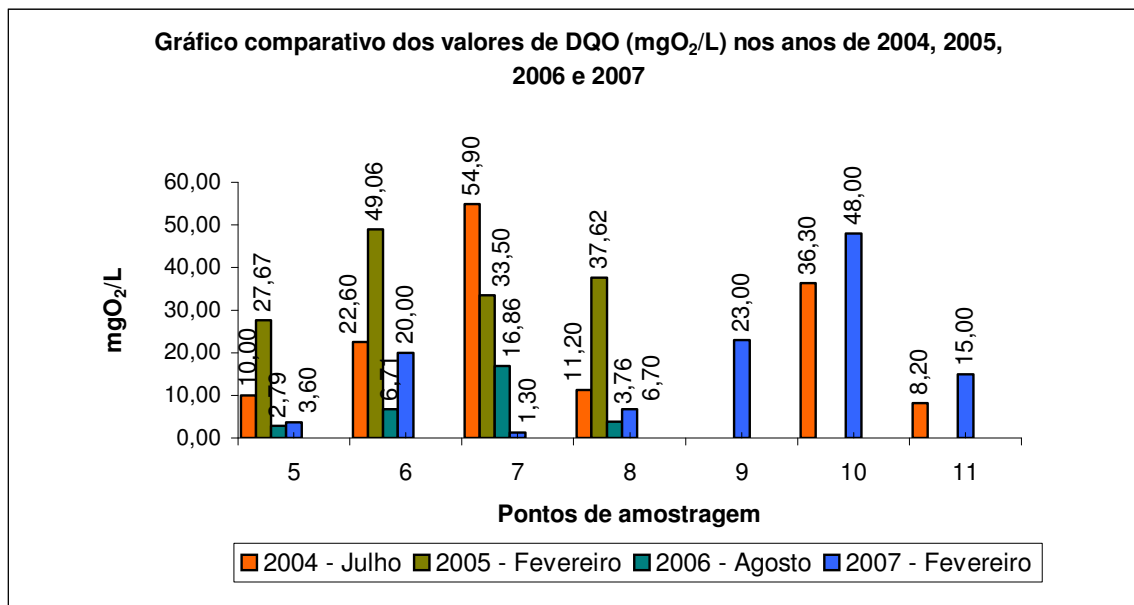
Tabela 8 – Relações de DQO e DBO (mgO<sub>2</sub>/L) dos principais afluentes do lago de Miranda, lago de Nova Ponte (montante) e Rio Araguari (jusante).

Pontos de amostragem	Relação DQO/DBO					
	Períodos das coletas de amostras					
	2003		2004	2005	2006	2007
	Fev.	Jul.	Jul.	Fev.	Ago.	Fev.
5-Córrego Manoel Velho (fz)	...	...	1,55	1,51	1,54	1,54
6-Córrego das Furnas (fz)	...	...	1,54	1,54	1,54	1,44
7-Rio Claro (fz)	...	...	1,40	1,54	1,54	1,30
8-Ribeirão da Rocinha (fz)	...	...	1,60	1,54	1,54	1,56
9-Rio Claro (Nascente)	...	...	...	...	...	1,53
10-Lago de Nova Ponte (montante de Miranda)	...	...	1,54	...	...	1,41
11-Rio Araguari (jusante de Miranda)	...	...	1,58	...	...	2,14

**Média da relação DQO/DBO – pontos de coleta 5 ao 11 = 1,54**

(...) quando não se dispõe de dado

A figura 19 representa os valores de DQO nos principais afluentes do lago de Miranda no período seco dos anos de 2003, 2004 e 2006.



Ponto	Local da amostragem
5	Córrego Manoel Velho (fz)
6	Córrego das Furnas (fz)
7	Rio Claro (fz)
8	Ribeirão da Rocinha (fz)
9	Rio Claro (nascente)
10	Lago de Nova Ponte
11	Rio Araguari: a jusante de Miranda

Figura 19 – Gráfico comparativo dos valores de DQO ( $\text{mgO}_2/\text{L}$ ) dos 4 afluentes principais nos anos de 2004, 2005, 2006 e 2007; lago de Nova Ponte e rio Araguari nos anos de 2004 e 2007.

### 6.1.3 Oxigênio dissolvido

O oxigênio molecular ( $\text{O}_2$ ) é indispensável à vida e à respiração dos animais e da maior parte dos microorganismos que vivem da água.

Em relação ao ar, a água possui menor concentração de oxigênio, porque o gás não é muito solúvel nesse meio. Um rio considerado limpo, em condições normais, apresenta normalmente, de 8 a 10 miligramas de oxigênio dissolvido por litro de água. Essa quantidade pode variar em função da temperatura e pressão. A solubilidade do  $O_2$  tende a aumentar em temperaturas mais baixas ou quando a pressão é mais alta e vice-versa. Em águas paradas ou lentas a oxigenação também é lenta. Em ambiente que recebam grande quantidade de matéria biodegradável ocorre a diminuição do oxigênio dissolvido, pois as bactérias que degradam essa matéria consomem o oxigênio no decorrer de seu processo metabólico (BRANCO, 1986).

Sabe-se que o Oxigênio Dissolvido (OD) é de essencial importância para os organismos aeróbios (que vivem na presença de oxigênio). Durante a estabilização da matéria orgânica, as bactérias fazem uso do oxigênio nos seus processos respiratórios, podendo causar uma redução da sua concentração no meio. Dependendo da magnitude deste fenômeno, podem morrer diversos seres aquáticos, inclusive os peixes. Caso o oxigênio seja totalmente consumido, têm-se as condições anaeróbias (ausência de oxigênio), com geração de maus odores.

Portanto, o oxigênio dissolvido é vital para os seres aquáticos aeróbios e é o principal parâmetro de caracterização dos efeitos da poluição das águas por despejos orgânicos.



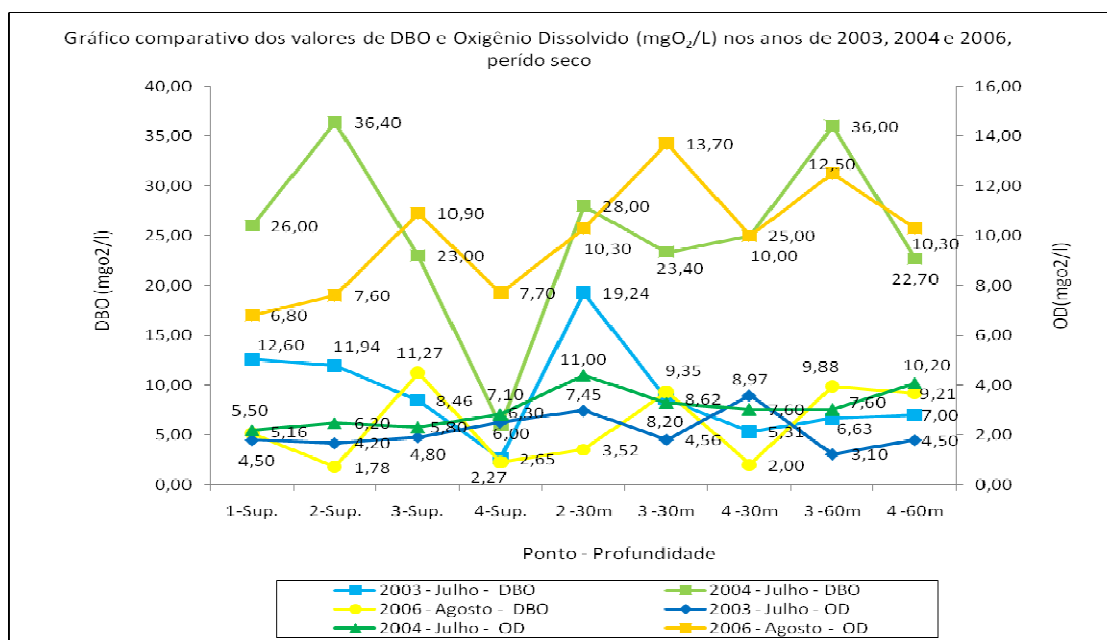
Entende-se que quanto maior a concentração de matéria orgânica (DBO), menor a quantidade de oxigênio dissolvido na água. De acordo com ESTEVES (1998), a análise de oxigênio dissolvido está diretamente relacionada com a concentração de matéria orgânica e a temperatura, portanto, quanto maior a quantidade de material orgânico em um meio com a temperatura também elevada, maior o grau de desoxigenação da água.

Nos pontos de amostragem as concentrações de oxigênio dissolvido não mostraram relação direta com a temperatura.

Por outro lado, verifica-se que os resultados de oxigênio dissolvido encontrados nas épocas da seca (tabela 9 e figura 20) e da chuva (tabela 10 e figura 21) possuem relação inversa aos resultados de DBO, nos mesmos períodos. Quanto maior os valores de DBO, menor os valores de Oxigênio Dissolvido.

Tabela 9 – Resultados de DBO e Oxigênio Dissolvido ( $\text{mgO}_2/\text{L}$ ) por ponto e profundidade de coleta no período seco.

Pontos de amostragem	Parâmetros	DBO e Oxigênio Dissolvido ( $\text{mgO}_2/\text{L}$ )		
		Período das coletas de amostras		
		2003 Julho	2004 Julho	2006 Agosto
1- superficial	DBO ( $\text{mgO}_2/\text{L}$ )	12,60	26,00	5,16
	OD ( $\text{mgO}_2/\text{L}$ )	4,50	5,50	6,80
2- superficial	DBO ( $\text{mgO}_2/\text{L}$ )	11,94	36,40	1,78
	OD ( $\text{mgO}_2/\text{L}$ )	4,20	6,20	7,60
3- superficial	DBO ( $\text{mgO}_2/\text{L}$ )	8,46	23,00	11,27
	OD ( $\text{mgO}_2/\text{L}$ )	4,80	5,80	10,90
4- superficial	DBO ( $\text{mgO}_2/\text{L}$ )	2,65	6,00	2,27
	OD ( $\text{mgO}_2/\text{L}$ )	6,30	7,10	7,70
2- 30 metros	DBO ( $\text{mgO}_2/\text{L}$ )	19,24	28,00	3,52
	OD ( $\text{mgO}_2/\text{L}$ )	7,45	11,00	10,30
3- 30 metros	DBO ( $\text{mgO}_2/\text{L}$ )	8,62	23,40	9,35
	OD ( $\text{mgO}_2/\text{L}$ )	4,56	8,20	13,70
4- 30 metros	DBO ( $\text{mgO}_2/\text{L}$ )	5,31	25,00	2,00
	OD ( $\text{mgO}_2/\text{L}$ )	8,97	7,60	10,00
3- 60 metros	DBO ( $\text{mgO}_2/\text{L}$ )	6,63	36,00	9,88
	OD ( $\text{mgO}_2/\text{L}$ )	3,10	7,60	12,50
4- 60 metros	DBO ( $\text{mgO}_2/\text{L}$ )	7,00	22,70	9,21
	OD ( $\text{mgO}_2/\text{L}$ )	4,50	10,20	10,30



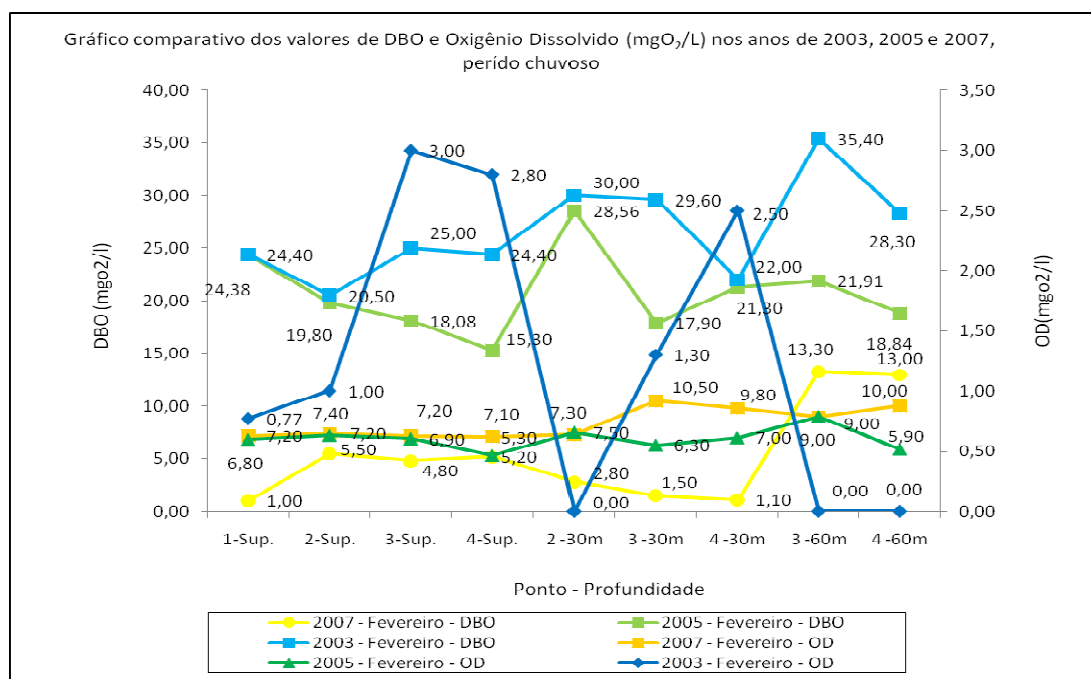
Ponto	Local da amostragem
1	Cabeceira do reservatório
2	Balsa de Indianópolis
3	Chácara Miranda V
4	Próximo Barragem Miranda

Figura 20 – Gráfico comparativo dos valores de DBO e Oxigênio Dissolvido ( $\text{mgO}_2/\text{L}$ ) nos anos de 2003, 2004 e 2006, período seco.

Tabela 10 – Resultados de DBO e Oxigênio Dissolvido ( $\text{mgO}_2/\text{L}$ ) por ponto e profundidade de coleta, período chuvoso.

Pontos de amostragem	Parâmetros	DBO e Oxigênio Dissolvido ( $\text{mgO}_2/\text{L}$ )		
		Período das coletas de amostras		
		2003 Fevereiro	2005 Fevereiro	2007 Fevereiro
1- superficial	DBO ( $\text{mgO}_2/\text{L}$ )	24,40	24,38	1,00
	OD ( $\text{mgO}_2/\text{L}$ )	0,77	6,80	7,20
2- superficial	DBO ( $\text{mgO}_2/\text{L}$ )	20,50	19,80	5,50
	OD ( $\text{mgO}_2/\text{L}$ )	1,00	7,20	7,40
3- superficial	DBO ( $\text{mgO}_2/\text{L}$ )	25,00	18,08	4,80
	OD ( $\text{mgO}_2/\text{L}$ )	3,00	6,90	7,20
4- superficial	DBO ( $\text{mgO}_2/\text{L}$ )	24,40	15,30	5,20
	OD ( $\text{mgO}_2/\text{L}$ )	2,80	5,30	7,10
2- 30 metros	DBO ( $\text{mgO}_2/\text{L}$ )	30,0	28,56	2,80
	OD ( $\text{mgO}_2/\text{L}$ )	0,00	7,50	7,30
3- 30 metros	DBO ( $\text{mgO}_2/\text{L}$ )	29,60	17,90	1,50
	OD ( $\text{mgO}_2/\text{L}$ )	1,30	6,30	10,50
4- 30 metros	DBO ( $\text{mgO}_2/\text{L}$ )	22,00	21,30	1,10
	OD ( $\text{mgO}_2/\text{L}$ )	2,50	7,00	9,80
3- 60 metros	DBO ( $\text{mgO}_2/\text{L}$ )	35,40	21,91	13,30
	OD ( $\text{mgO}_2/\text{L}$ )	0,00	9,00	9,00
4- 60 metros	DBO ( $\text{mgO}_2/\text{L}$ )	28,30	18,84	13,00
	OD ( $\text{mgO}_2/\text{L}$ )	0,00	5,90	10,00

Em relação à tabela 10 percebe-se que, em 2003 a quantidade de oxigênio dissolvido em alguns pontos de amostragem é igual a zero, mesmo quando a concentração de DBO é baixa. Este fato possivelmente se deve a alguns fatores, entre eles: falta de oxigenação da água, uma vez consumido o oxigênio dissolvido disponível; entrada de água no lago de Miranda com concentração de oxigênio dissolvido baixa, o lago de Nova Ponte pode contribuir diretamente; processo de degradação da matéria orgânica, entre outros.

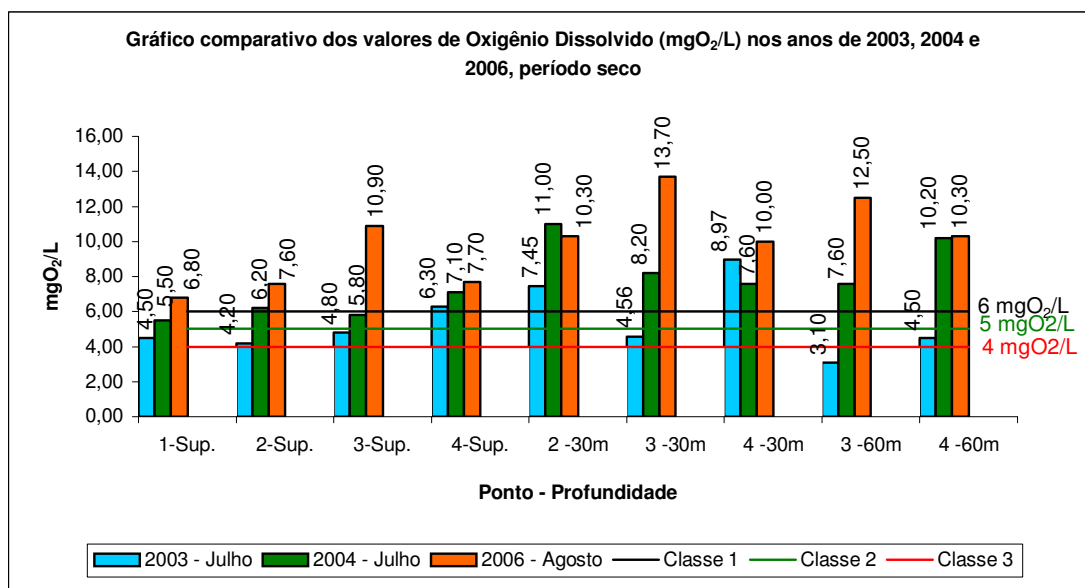


Ponto	Local da amostragem
1	Cabeceira do reservatório
2	Balsa de Indianópolis
3	Chácara Miranda V
4	Próximo Barragem Miranda

Figura 21 – Gráfico comparativo dos valores de DBO e Oxigênio Dissolvido ( $\text{mgO}_2/\text{L}$ ) nos anos de 2003, 2005 e 2007, período chuvoso.

Em relação aos valores de oxigênio dissolvido, a resolução do CONAMA nº 357 (2005) classifica como classe 1 os corpos d'água com o limite não inferior a 6 mg O<sub>2</sub> /L; classe 2 , não inferior a 5 mg O<sub>2</sub> /L; classe 3, não inferior a 4 mg O<sub>2</sub> /L e classe 4, superior a 2 mg O<sub>2</sub> /L.

Os resultados apresentados na figura 22 permitem classificar os pontos de amostragem, em função dos teores de oxigênio encontrados, como: classe 1 o ponto 4 e classe 3 os pontos superficiais 1, 2 e 3.

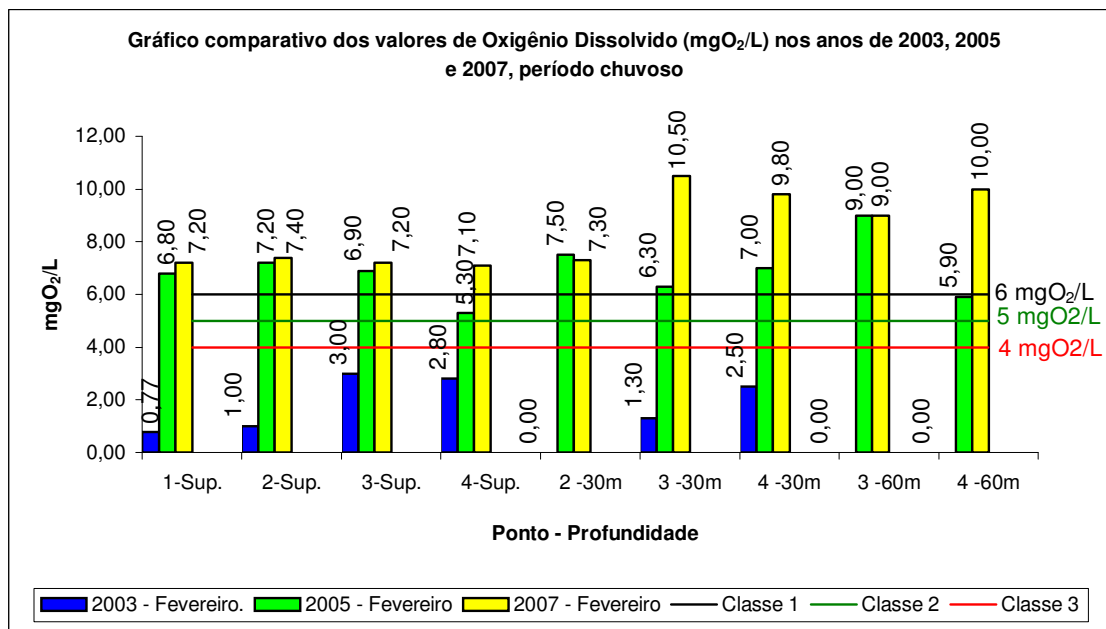


Ponto	Local da amostragem
1	Cabeceira do reservatório
2	Balsa de Indianópolis
3	Chácara Miranda V
4	Próximo Barragem Miranda

Figura 22 – Gráfico comparativo com os valores de Oxigênio Dissolvido (mgO<sub>2</sub>/L) nos anos de 2003, 2004 e 2006, período seco.

Na figura 23, em 2003, as amostras de água coletadas nos pontos superficiais 1 e 2, apresentaram limites inferiores ao listados para a classe 4, ou seja, 2 mg O<sub>2</sub> /L. Já as amostras dos pontos 3 e 4 enquadram-se na classe 4. Para os anos de 2005 e 2007, os valores de oxigênio dissolvido estão na

faixa da classe 1, exceto o ponto 4 superficial, que se enquadra como classe 4. Os locais que apresentaram maiores valores de DBO, apresentaram um valor de oxigênio dissolvido igual a zero, como por exemplo, os pontos de amostragem, nº 2 (30 metros), 3 e 4 (60 metros).



Ponto	Local da amostragem
1	Cabeceira do reservatório
2	Balsa de Indianópolis
	Chácara Miranda V
4	Próximo Barragem Miranda

Figura 23 – Gráfico comparativo com os valores de Oxigênio Dissolvido (mgO<sub>2</sub>/L) nos anos de 2003, 2005 e 2007, período chuvoso.

Nos anos de 2005 e 2007, os valores de oxigênio dissolvido foram mais elevados em relação a fevereiro de 2003. Observa-se que a diminuição da DBO influenciou diretamente no aumento do oxigênio.

Os afluentes analisados, o lago de Nova Ponte e o rio Araguari contribuíram com índices de oxigênio dissolvido entre 5 mgO<sub>2</sub> /L e 9,5mg O<sub>2</sub> /L.

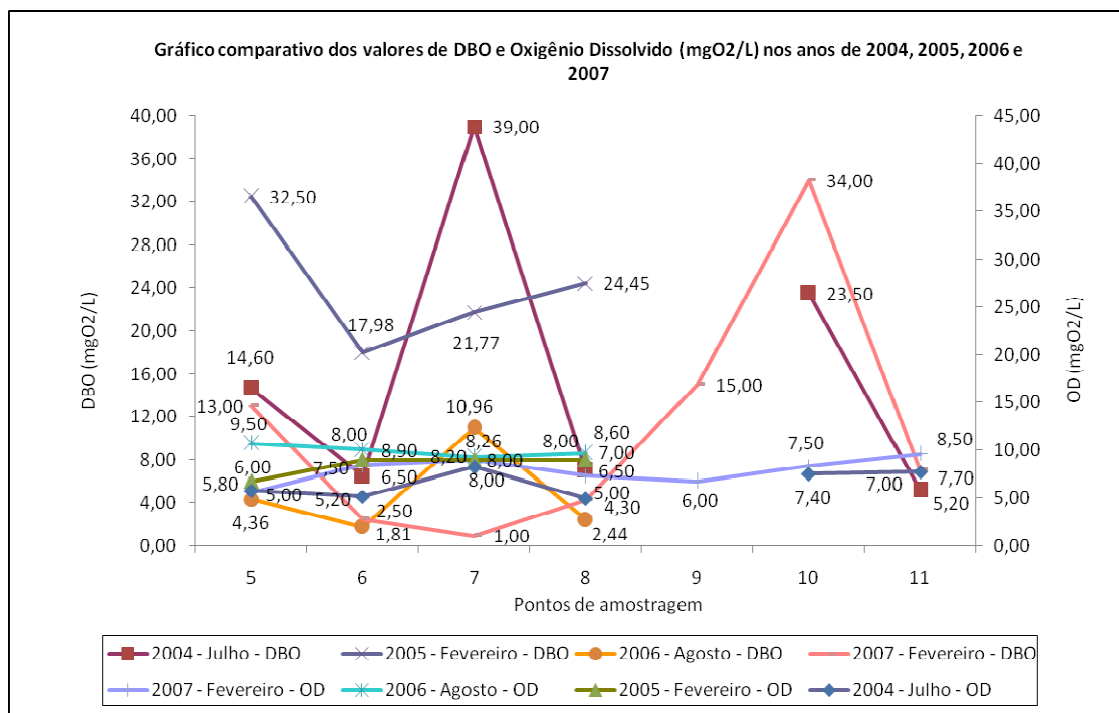
Tabela 11 – Resultados de DBO e Oxigênio Dissolvido dos principais afluentes do lago de Miranda, lago de Nova Ponte (montante) e Rio Araguari (jusante).

Pontos de amostragem	Parâmetros	DBO e Oxigênio Dissolvido (mgO <sub>2</sub> /L)					
		Períodos das coletas de amostras					
		2003		2004	2005	2006	2007
		Fev.	Jul.	Jul.	Fev.	Ago.	Fev.
5-Córrego Manoel Velho (fz)	DBO (mgO <sub>2</sub> /L)	...	...	14,60	32,50	4,36	13,00
	OD (mgO <sub>2</sub> /L)	...	...	5,80	6,00	9,50	5,00
6-Córrego das Furnas (fz)	DBO (mgO <sub>2</sub> /L)	...	...	6,50	17,98	1,81	2,50
	OD (mgO <sub>2</sub> /L)	...	...	5,20	8,00	8,90	7,50
7-Rio Claro (fz)	DBO (mgO <sub>2</sub> /L)	...	...	39,00	21,77	10,96	1,00
	OD (mgO <sub>2</sub> /L)	...	...	8,20	8,00	8,26	8,00
8-Ribeirão da Rocinha (fz)	DBO (mgO <sub>2</sub> /L)	...	...	7,00	24,45	2,44	4,30
	OD (mgO <sub>2</sub> /L)	...	...	5,00	8,00	8,60	6,50
9-Rio Claro (Nascente)	DBO (mgO <sub>2</sub> /L)	...	...	...	...	...	15,00
	OD (mgO <sub>2</sub> /L)	...	...	...	...	...	6,00
10-Lago de Nova Ponte (montante de Miranda)	DBO (mgO <sub>2</sub> /L)	...	...	23,50	...	...	34,00
	OD (mgO <sub>2</sub> /L)	...	...	7,50	...	...	7,40
11-Rio Araguari (jusante de Miranda)	DBO (mgO <sub>2</sub> /L)	...	...	5,20	...	...	7,00
	OD (mgO <sub>2</sub> /L)	...	...	7,70	...	...	8,50

(...) quando não se dispõe de dado

Percebe-se na figura 24 que os valores de DBO não influenciaram diretamente a concentração de oxigênio dissolvido nos afluentes analisados.

Sendo assim, pode-se dizer que a maior quantidade de oxigênio dissolvido nos ambientes lóticos contribuiu para melhor autodepuração da matéria orgânica em suas águas.

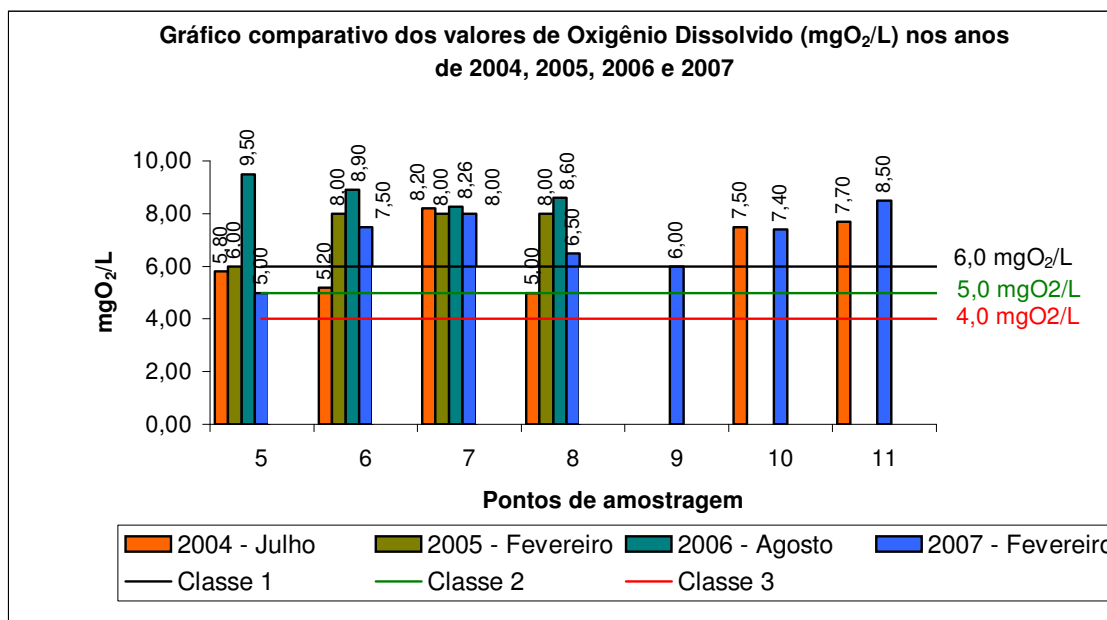


Ponto	Local da amostragem
5	Córrego Manoel Velho (fz)
6	Córrego das Furnas (fz)
7	Rio Claro (fz)
8	Ribeirão da Rocinha (fz)
9	Rio Claro (nascente)
10	Lago de Nova Ponte
11	Rio Araguari: a jusante de Miranda

Figura 24 – Gráfico comparativo com os valores de DBO e Oxigênio Dissolvido (mgO<sub>2</sub>/L) dos 4 afluentes principais nos anos de 2004, 2005, 2006 e 2007; lago de Nova Ponte e rio Araguari nos anos de 2004 e 2007.

Diante desses valores, observa-se que as classificações oscilaram entre as classes 1 e 2.

Sabe-se que os ambientes lóticos, possuem como característica, níveis de oxigênio mais elevados do que os ambientes lênticos, fato este comprovado na figura 25 a seguir.



Ponto	Local da amostragem
5	Córrego Manoel Velho (fz)
6	Córrego das Furnas (fz)
7	Rio Claro (fz)
8	Ribeirão da Rocinha (fz)
9	Rio Claro (nascente)
10	Lago de Nova Ponte
11	Rio Araguari: a jusante de Miranda

Figura 25 – Gráfico comparativo com os valores de Oxigênio Dissolvido (mgO<sub>2</sub>/L) dos 4 afluentes principais nos anos de 2004, 2005, 2006 e 2007; lago de Nova Ponte e rio Araguari nos anos de 2004 e 2007.

#### 6.1.4 Temperatura

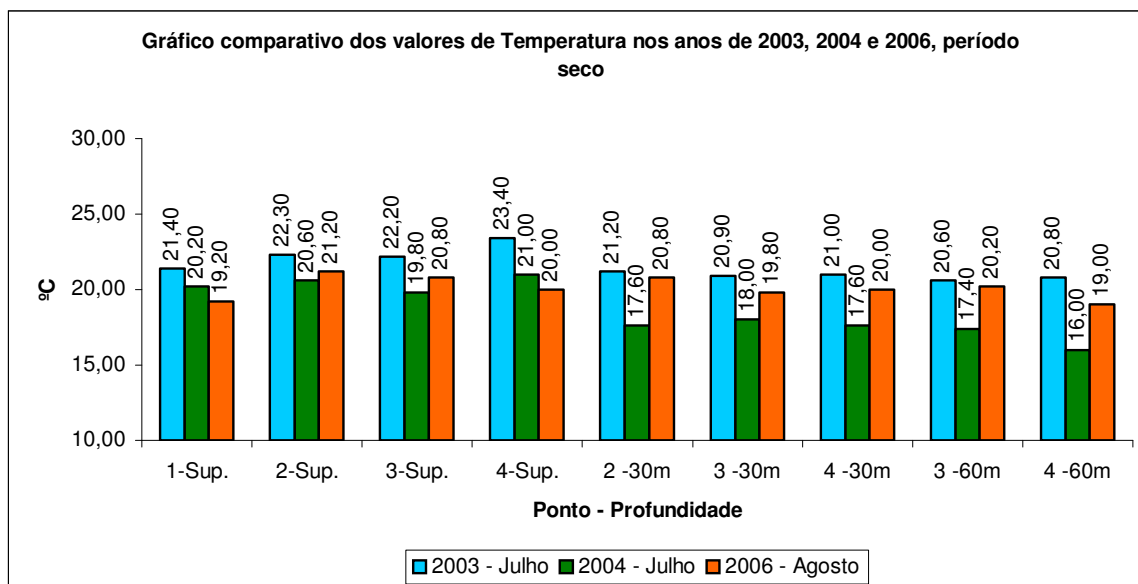
Esta variável física tem uma ação direta sobre os organismos da água doce que são pecilotermos. Uma elevação da temperatura provoca um aumento do metabolismo dos animais e das plantas, favorecendo assim o crescimento e a indução de postura de ovos de insetos e outros invertebrados aquáticos (BRANCO, 1986).



Resultados da determinação da temperatura no período de seca (tabela 12 e figura 26) mostraram-se com variações de 16,0°C a 28,4°C. De forma geral a temperatura da água diminui de acordo com a profundidade, portanto quanto mais profundo menor a temperatura. O ponto 4 (superficial) caracterizou-se por apresentar o maior valor de temperatura, 23,40 °C. Os pontos mais profundos, de 30 e 60 metros de profundidade mostraram as menores temperaturas. O ponto nº 4 (60 metros de profundidade) foi o que apresentou a menor temperatura, 16,0 °C.

Tabela 12 – Resultados de Temperatura por ponto e profundidade de coleta no período seco.

Período das amostragens	Temperatura (°C) por ponto e profundidade								
	1 Sup.	2 Sup.	3 Sup.	4 Sup.	2 30 m	3 30 m	4 30 m	3 60 m	4 60 m
2003 – Julho	21,40	22,30	22,20	23,40	21,20	20,90	21,00	20,60	20,80
2004 - Julho	20,20	20,60	19,80	21,00	17,60	18,00	17,60	17,40	16,00
2006 - Agosto	19,20	21,20	20,80	20,00	20,80	19,80	20,00	20,20	19,00



Ponto	Local da amostragem
1	Cabeceira do reservatório
2	Balsa de Indianópolis
3	Chácara Miranda V
4	Próximo Barragem Miranda

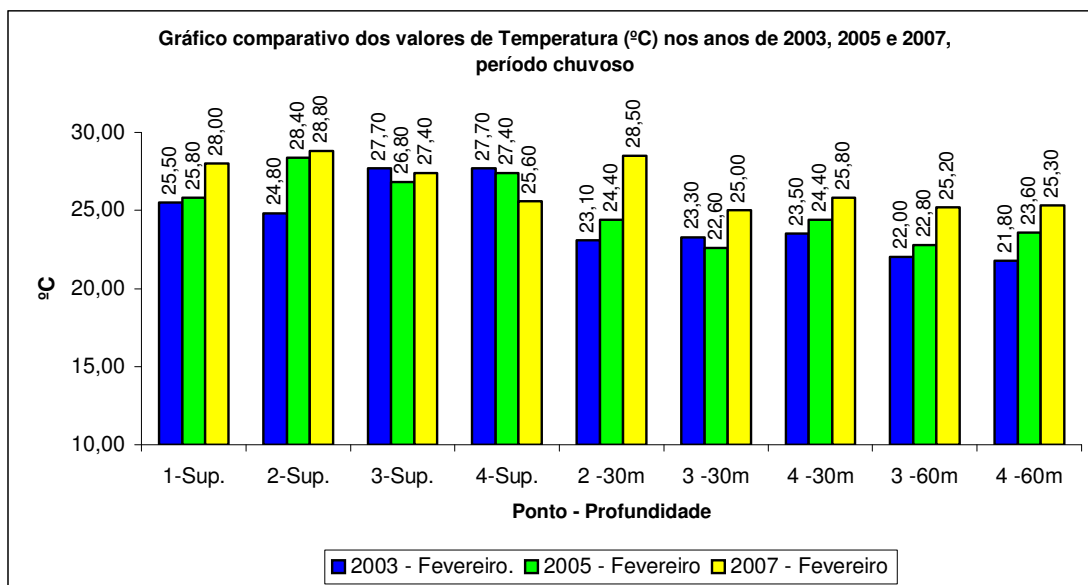
Figura 26 – Gráfico comparativo com os valores de Temperatura (°C) obtidos em amostras de água coletadas em 2003, 2004 e 2006, período seco.

A figura 27, a seguir, apresenta os valores de temperatura encontrados no período das chuvas, os quais oscilaram entre 21,60 °C e 28,8 °C. De forma geral, eles se apresentaram mais elevados do que as temperaturas obtidas nas amostras do período da seca (inverno), mesmo nas amostras em profundidade.

Este tipo de variável física na água é influenciada pela sazonalidade climática, que na estação das chuvas (verão), apresenta temperatura ambiente mais elevada.

Tabela 13 – Resultados de Temperatura (°C) por ponto e profundidade de coleta no período chuvoso.

Período das amostragens	Temperatura (°C) por ponto e profundidade								
	1 Sup.	2 Sup.	3 Sup.	4 Sup.	2 30 m	3 30 m	4 30 m	3 60 m	4 60 m
2003 – Fevereiro	25,50	24,80	27,70	27,70	23,10	23,30	23,50	22,00	21,80
2005 - Fevereiro	25,80	28,40	26,80	27,40	24,40	22,60	24,40	22,80	23,60
2007 - Fevereiro	28,00	28,80	27,40	25,60	28,50	25,00	25,80	25,20	25,30



Ponto	Local da amostragem
1	Cabeceira do reservatório
2	Balsa de Indianópolis
3	Chácara Miranda V
4	Próximo Barragem Miranda

Figura 27 – Gráfico comparativo com os valores de Temperatura (°C) nos anos de 2003, 2005 e 2007, período chuvoso.

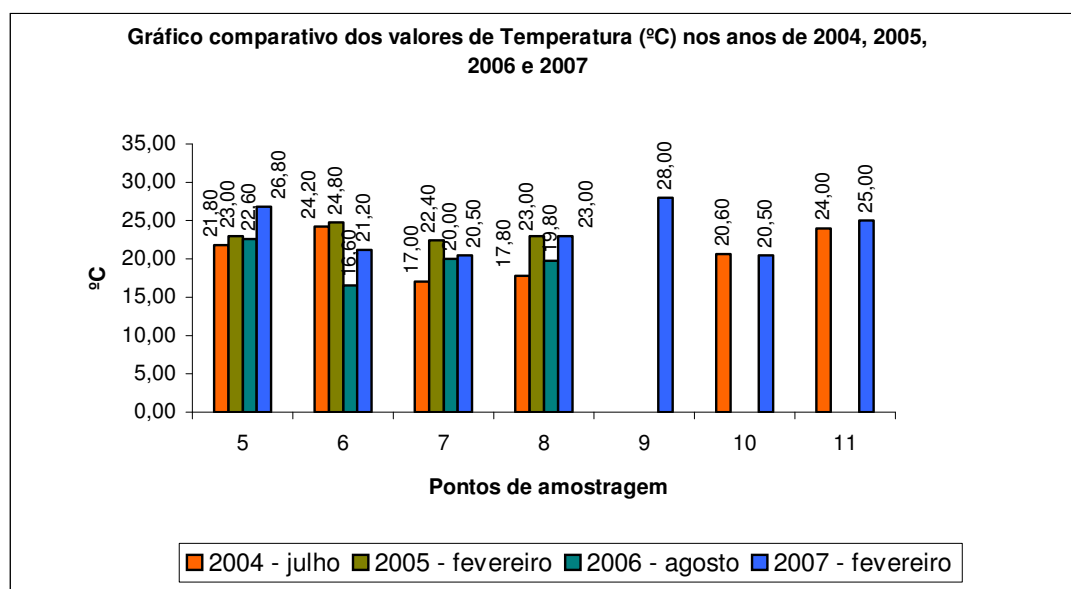
Na figura 28, a temperatura da água dos principais afluentes, do Lago de Nova Ponte e do rio Araguari a jusante da barragem de Miranda variou de 16,60 ° C a 26,80°C, respectivamente, Córregos das Furnas e Manoel Velho.

De forma geral, estes afluentes não apresentaram altas temperaturas, em relação aos valores encontrados nos pontos superficiais do lago de Miranda.

Tabela 14 – Resultados de Temperatura (°C) dos principais afluentes do lago de Miranda, lago de Nova Ponte (montante) e Rio Araguari (jusante).

Pontos de amostragem	Temperatura (°C)			
	2004 (Julho)	2005 (Fevereiro)	2006 (Agosto)	2007 (Fevereiro)
5-Córrego Manoel Velho (foz)	21,80	23,00	22,60	26,80
6-Córrego das Furnas (foz)	24,20	24,80	16,60	21,20
7-Rio Claro (foz)	17,00	22,40	20,00	20,50
8-Ribeirão da Rocinha (foz)	17,80	23,00	19,80	23,00
9-Rio Claro (Nascente)	...	...	...	28,00
10-Lago de Nova Ponte (montante de Miranda)	20,60	...	...	20,50
11-Rio Araguari (jusante de Miranda)	24,00	...	...	25,00

(...) quando não se dispõe de dado



Ponto	Local da amostragem
5	Córrego Manoel Velho (foz)
6	Córrego das Furnas (foz)
7	Rio Claro (foz)
8	Ribeirão da Rocinha (foz)
9	Rio Claro (nascente)
10	Lago de Nova Ponte
11	Rio Araguari: a jusante de Miranda

Figura 28 – Gráfico comparativo com os valores de Temperatura (°C) dos 4 afluentes principais nos anos de 2004, 2005, 2006 e 2007; lago de Nova Ponte e rio Araguari nos anos de 2004 e 2007.

#### 6.1.5 Série do nitrogênio e fósforo total

O nitrogênio se destaca como um macro-nutriente, assim como o fósforo, no desenvolvimento do fito e zooplâncton, também com influência no processo de eutrofização (MACEDO, 2001).

O fósforo na água se apresenta na forma orgânica e inorgânica. Ele pode ser de origem natural, tal como dissolução de compostos do solo e decomposição de matéria orgânica e também de origem antropogênica resultante de despejos domésticos, industriais, detergentes, excrementos de animais e fertilizantes químicos. É um elemento essencial para o crescimento de algas e, quando em elevadas concentrações em lagos e represas, pode conduzir a um crescimento exagerado de macrófitas (MACEDO, 2001).

O fósforo é um elemento de destacada importância para a produtividade da água. Sua concentração dentro dos organismos é bem maior do que fora deles, se comparada com outros elementos. A ausência de fósforo pode ser o maior obstáculo ao incremento da produtividade da água. Logo, o fósforo desempenha um importante papel no processo de eutrofização e sua produção em excesso pode levar a uma alta reprodução de fitoplâncton na água (TUNDISI, J. G.; TUNDISI, T. M., 2005).

Os valores obtidos para o nitrogênio total e amoniacal podem ser considerados insignificantes, pois não foi possível detectar pela metodologia utilizada (Kjedal) nenhum valor, tanto na estação chuvosa quanto na estação seca. As concentrações de nitrato e nitrito, nas amostras coletadas nos anos de 2006 e 2007, também não foram relativamente elevados. Os nitratos

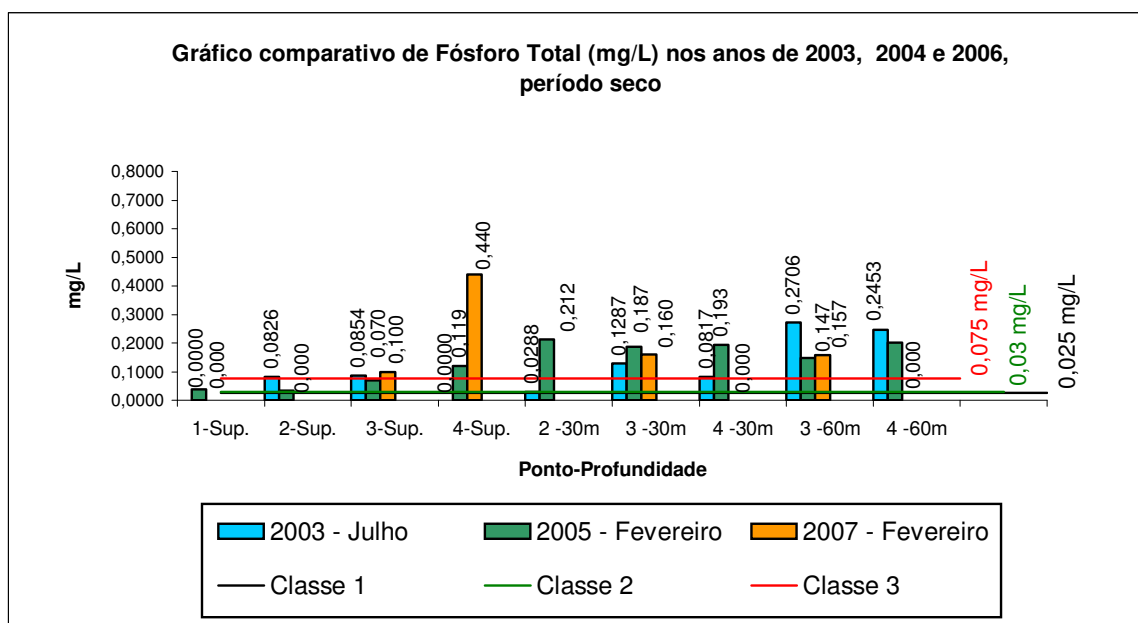
apresentaram-se inferiores a 3,7 mg/L e os nitritos inferiores a 0,06 mg/L. Os limites de potabilidade, estabelecidos pelo Ministério da Saúde, Portaria nº 518 de 25 de março de 2004 são, 10 mg/L de nitrato e 1,0 mg/L de nitrito (Apêndices: A-Q).

Em relação aos valores de fósforo total, verifica-se que na época da seca (figura 29), as concentrações foram inferiores a 0,44 mg/L. A resolução CONAMA 357 (2005) enquadra em classe 1 águas superficiais com concentrações de fósforo inferiores a 0,025 mg/L; classe 2, inferiores a 0,03 mg/L e classe 3 inferiores a 0,075 mg/L. Sendo assim, nos anos de 2003, 2004 e 2006, nenhum dos pontos se enquadraram na classe 1. O ponto 2 em 2004 (superficial) caracterizou-se como classe 3 e os demais locais, apresentaram concentrações maiores que o valor máximo estabelecido para a classe 3.

Tabela 15 – Resultados de Fósforo Total (mg/L) por ponto e profundidade de coleta no período seco.

Período das amostragens	Fósforo (mg/L) por ponto e profundidade								
	1 Sup.	2 Sup.	3 Sup.	4 Sup.	2 30 m	3 30 m	4 30 m	3 60 m	4 60 m
2003 – Julho	*ND	0,0826	0,0854	*ND	0,0288	0,1287	0,0817	0,2706	0,2453
2004 - Julho	0,0370	0,0340	0,0700	0,1190	0,2120	0,1870	0,1930	0,1470	0,2030
2006 - Agosto	*ND	*ND	0,1000	0,4400	*ND	0,1600	*ND	0,1570	*ND

\* ND: Não detectado pelo método



Ponto	Local da amostragem
1	Cabeceira do reservatório
2	Balsa de Indianópolis
3	Chácara Miranda V
4	Próximo Barragem Miranda

Figura 29 – Gráfico comparativo com os valores de Fósforo Total (mg/L) nos anos de 2003, 2004 e 2006, período seco.

Observa-se na figura 30 que, de forma geral, as amostras coletadas no período das chuvas apresentaram valores mais elevados de fósforo do que no período seco, atingindo um máximo de 1,6667 mg/L. O ano de 2005 foi o período em que a concentração de fósforo foi menor em relação a 2003 e 2007.

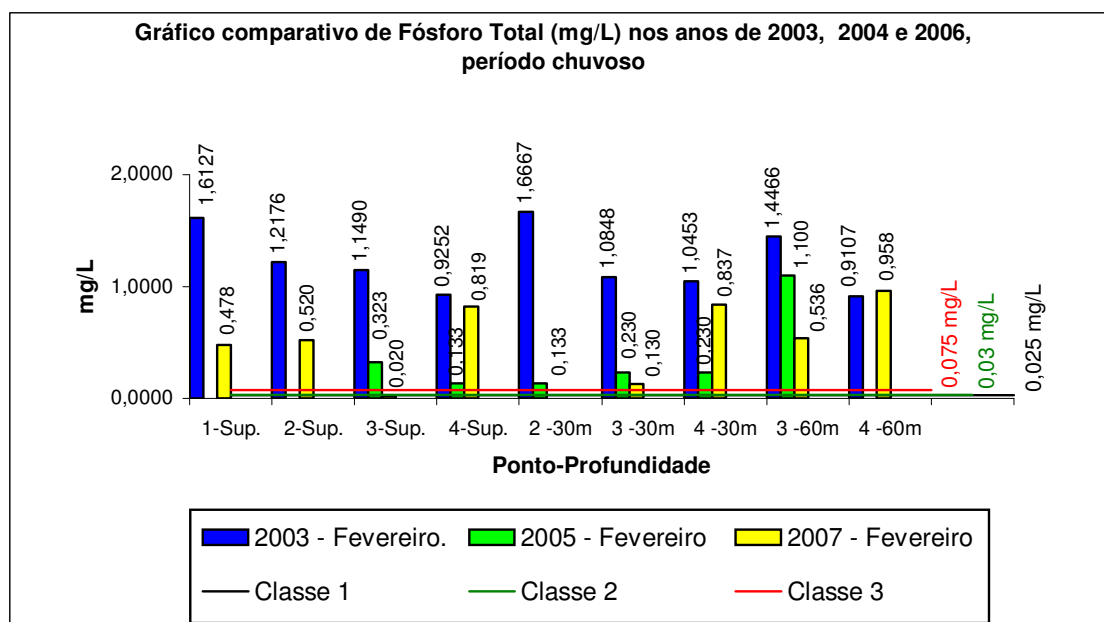
Ao analisar os resultados obtidos para as amostras superficiais, nota-se que todos os pontos excederam o limite de enquadramento proposto na Resolução CONAMA 357 (2005) para a classe 3, com exceção dos pontos superficiais 1, 2 e 4 no ano de 2005. Com base nos resultados obtidos para o período das chuvas é possível sugerir que o escoamento superficial influencia diretamente nas concentrações de fósforo nos cursos d'água da bacia de

contribuição direta do lago de Miranda. Além disso, outros fatores também podem influenciar, entre eles, o lançamento de efluentes domésticos e industriais no lago de Miranda e a montante no lago de Nova Ponte. Em Araxá existem mineradoras que tratam o minério de fosfato que também, através do lançamento dos efluentes, pode influenciar no teor de fósforo encontrado na água do lago de Miranda.

Tabela 16 – Resultados de Fósforo Total (mg/L) por ponto e profundidade de coleta, período chuvoso.

Período das amostragens	Fósforo (mg/L) por ponto e profundidade								
	1 Sup.	2 Sup.	3 Sup.	4 Sup.	2 30 m	3 30 m	4 30 m	3 60 m	4 60 m
2003 – Fevereiro	1,6127	1,2176	1,1490	0,9252	1,6667	1,0848	1,0453	1,4466	0,9107
2005 - Fevereiro	* ND	* ND	0,3230	0,1830	* ND	0,2300	0,2800	1,1000	* ND
2007 - Fevereiro	0,4780	0,5200	0,0200	0,8190	0,1330	0,1300	0,8370	0,5360	0,9580

\*ND: Não detectado pelo método



Ponto	Local da amostragem
1	Cabeceira do reservatório
2	Balsa de Indianópolis
3	Chácara Miranda V
4	Próximo Barragem Miranda

Figura 30 – Gráfico comparativo com os valores de Fósforo Total (mg/L) nos anos de 2003, 2005 e 2007, período chuvoso.



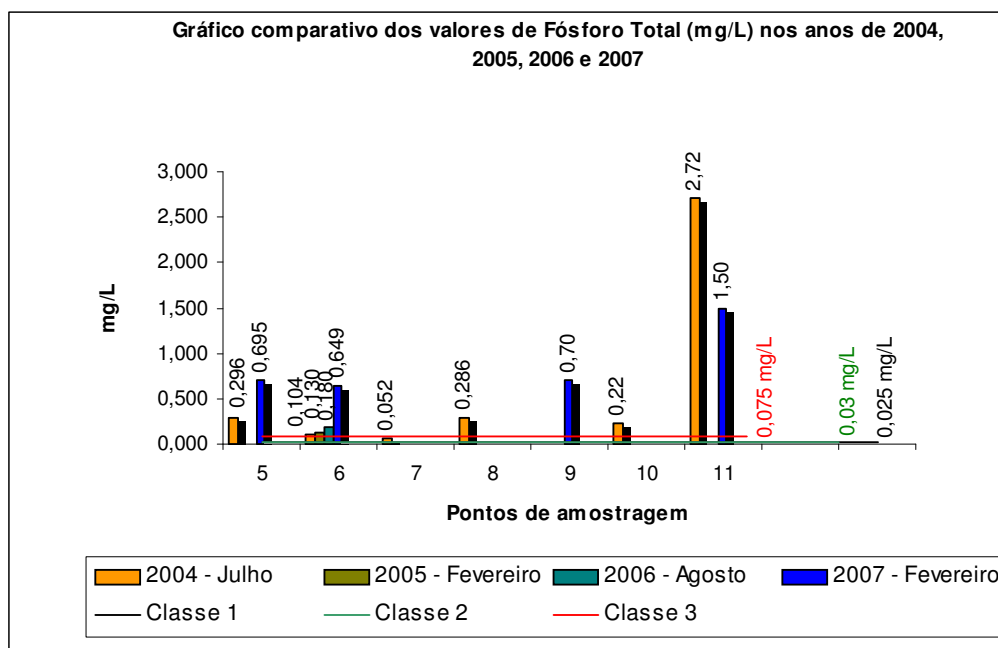
Na tabela 17 e figura 31, a seguir, observa-se que os afluentes, o lago de Nova Ponte e o rio Araguari a jusante da barragem de Miranda, apresentaram valores de fósforo entre 0,0286 a 2,72 mg/L.

Tabela 17 – Resultados de Fósforo Total (mg/L) dos principais afluentes do lago de Miranda, lago de Nova Ponte (montante) e Rio Araguari (jusante).

Pontos de amostragem	Fósforo (mg/L)			
	2004 (Julho)	2005 (Fevereiro)	2006 (Agosto)	2007 (Fevereiro)
5-Córrego Manoel Velho (foz)	0,2960	* ND	* ND	0,6950
6-Córrego das Furnas (foz)	0,1040	0,1300	0,1800	0,6490
7-Rio Claro (foz)	0,0520	* ND	* ND	* ND
8-Ribeirão da Rocinha (foz)	0,0286	* ND	* ND	* ND
9-Rio Claro (Nascente)	...	...	...	0,7000
10-Lago de Nova Ponte (montante de Miranda)	0,2200	...	...	*ND
11-Rio Araguari (jusante de Miranda)	2,7200	...	...	1,5000

\*ND: Não detectado pelo método

(...) quando não se dispõe de dado



Ponto	Local da amostragem
5	Córrego Manoel Velho (foz)
6	Córrego das Furnas (foz)
7	Rio Claro (foz)
8	Ribeirão da Rocinha (foz)
9	Rio Claro (nascente)
10	Lago de Nova Ponte
11	Rio Araguari: a jusante de Miranda

Figura 31 – Gráfico comparativo com os alores de Fósforo Total (mg/L) dos 4 afluentes principais nos anos de 2004, 2005, 2006 e 2007; lago de Nova Ponte e rio Araguari nos anos de 2004 e 2007.

### 6.1.6 pH - Potencial hidrogeniônico

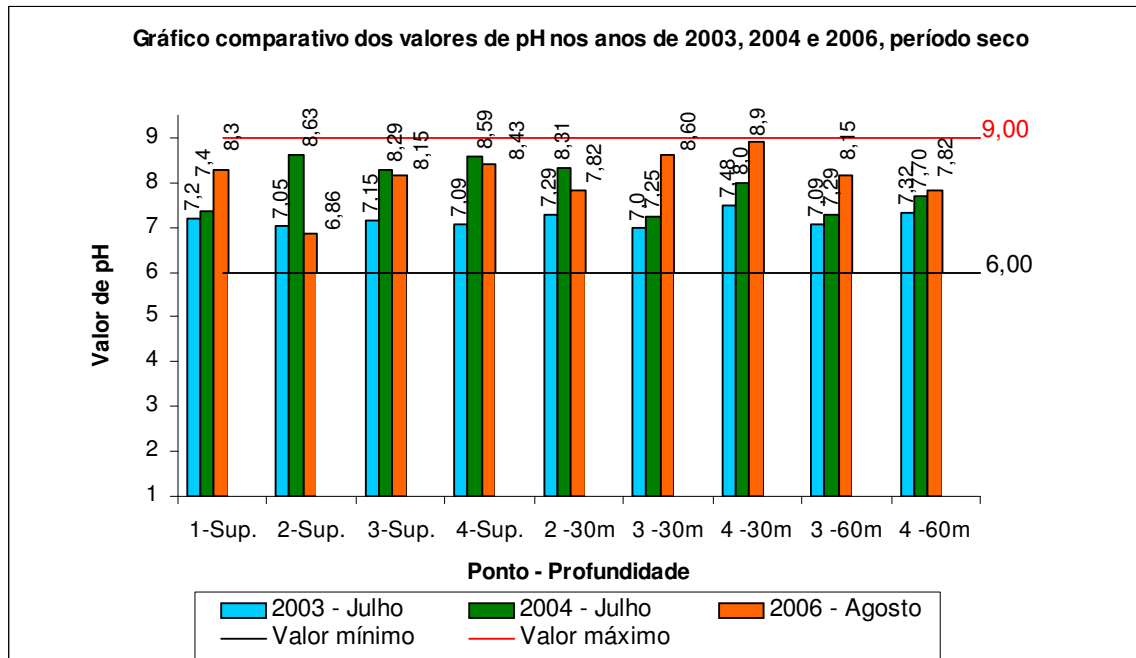
O pH é um parâmetro integrador, pois depende de outras características físicas e químicas da água, tais como: cátions, ânions, sólidos dissolvidos e biológicos com a fotossíntese, respiração entre outros (MACEDO, 2001).

Os valores de pH, apresentados na tabela 18 e figura 32 , mostraram - se entre 6,86 e 8,9. O ano de 2003 apresentou os menores valores de pH, com exceção do ponto 2 (superficial) em 2006. Em 2004, o pH foi maior para os pontos 2 e 4 (superficiais) e 2 (30 metros). O ano de 2006, nos demais pontos, obteve o maior valor de pH.

Tabela 18 – Resultados de pH por ponto e profundidade de coleta, período seco.

Período das amostragens	Resultados de pH por ponto e profundidade								
	1 Sup.	2 Sup.	3 Sup.	4 Sup.	2 30 m	3 30 m	4 30 m	3 60 m	4 60 m
2003 – Julho	7,20	7,05	7,15	7,09	7,29	7,00	7,48	7,09	7,37
2004 - Julho	7,40	8,63	8,29	8,59	8,31	7,25	8,00	7,29	7,70
2006 - Agosto	8,30	6,86	8,15	8,43	7,82	8,60	8,90	8,15	7,82

Quanto ao enquadramento do CONAMA 357 (2005), todos os pontos superficiais, do período seco e chuvoso estão dentro da faixa estabelecida para as classes 1, 2 e 3 (figuras 32 e 33).



Ponto	Local da amostragem
1	Cabeceira do reservatório
2	Balsa de Indianópolis
3	Chácara Miranda V
4	Próximo Barragem Miranda

Figura 32 – Gráfico comparativo com os valores de pH nos anos de 2003, 2004 e 2006, período seco.

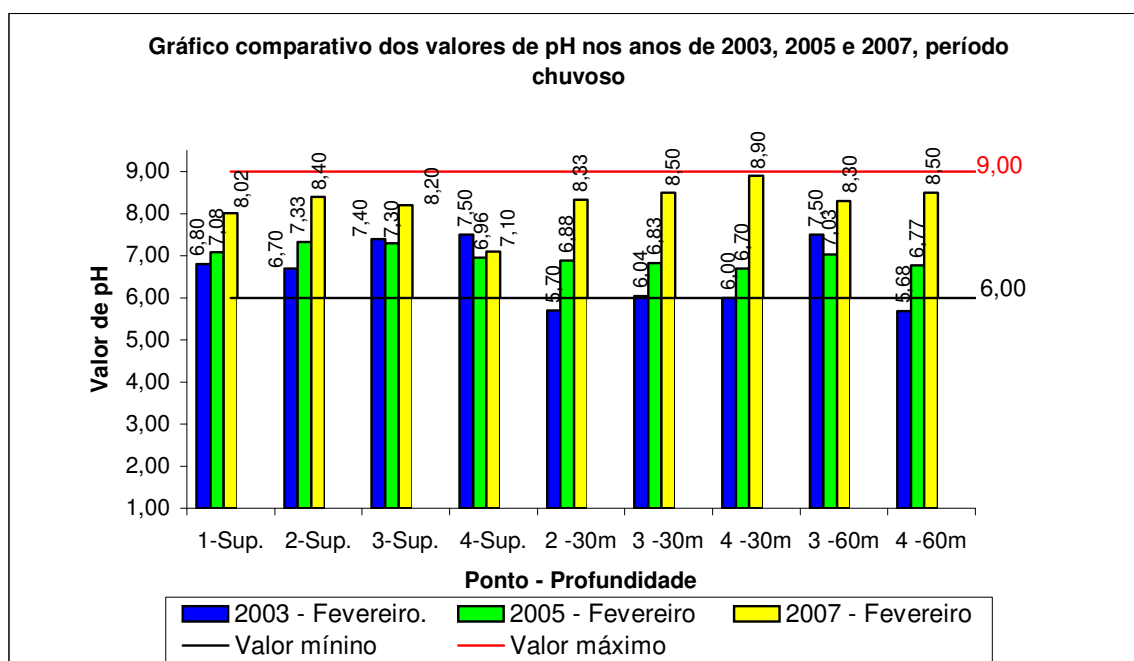
No período das chuvas (tabela 19 e figura 33), o pH da água variou entre 5,70 a 8,90.

Em 2003 o pH da água se apresentou com os menores valores, com exceção do ponto 4 superficial que foi superior aos outros anos analisados.

O ano de 2007 se caracterizou pelos maiores valores de pH na maioria dos pontos de amostragem.

Tabela 19 – Resultados de pH por ponto e profundidade de coleta, período chuvoso.

Período das amostragens	Resultados de pH por ponto e profundidade								
	1 Sup.	2 Sup.	3 Sup.	4 Sup.	2 30 m	3 30 m	4 30 m	3 60 m	4 60 m
2003 – Fevereiro	6,80	6,70	7,40	7,50	5,70	6,04	6,00	7,50	5,68
2005 - Fevereiro	7,08	7,33	7,30	6,96	6,88	6,83	6,70	7,03	6,77
2007 - Fevereiro	8,02	8,40	8,20	7,10	8,33	8,50	8,90	8,30	8,50



Ponto	Local da amostragem
1	Cabeceira do reservatório
2	Balsa de Indianópolis
3	Chácara Miranda V
4	Próximo Barragem Miranda

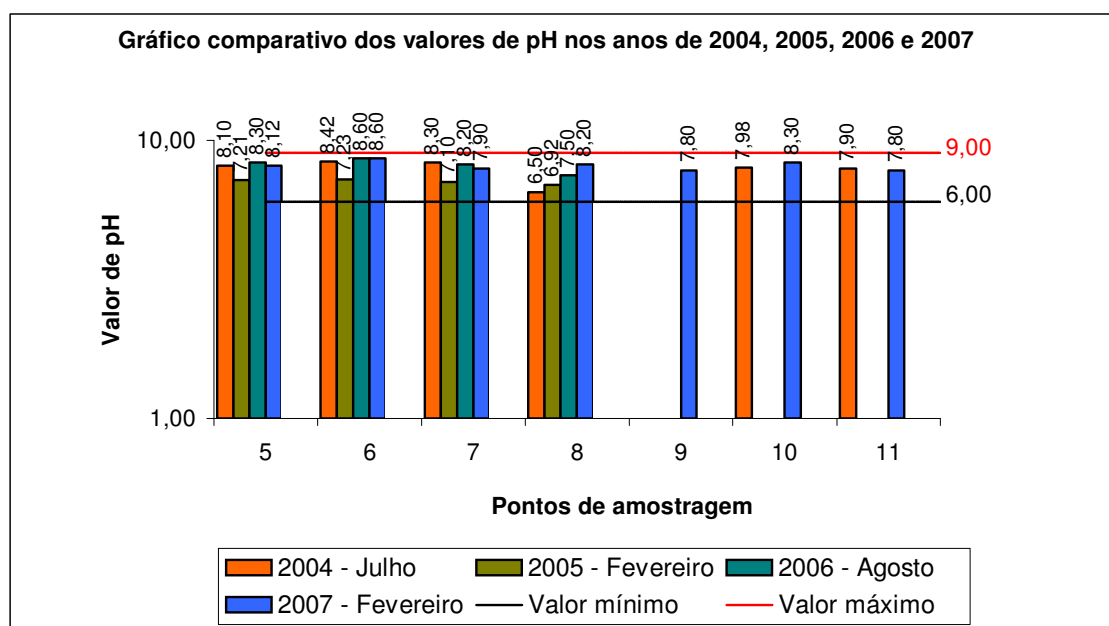
Figura 33 – Gráfico comparativo com os valores de pH nos anos de 2003, 2005 e 2007, período chuvoso.

Nos principais afluentes (tabela 20 e figura 34), os valores de pH ficaram entre 6,5 a 8,6, ou seja, dentro dos limites de classificação estabelecidos pelas classes 1, 2 e 3.

Tabela 20 – Resultados de pH dos principais afluentes do lago de Miranda, lago de Nova Ponte (montante) e Rio Araguari (jusante).

Pontos de amostragem	pH			
	2004 (Julho)	2005 (Fevereiro)	2006 (Agosto)	2007 (Fevereiro)
5-Córrego Manoel Velho (fz)	8,10	7,21	8,30	8,12
6-Córrego das Furnas (fz)	8,42	7,23	8,60	8,60
7-Rio Claro (fz)	8,30	7,10	8,20	7,90
8-Ribeirão da Rocinha (fz)	6,50	6,92	7,50	8,20
9-Rio Claro (Nascente)	...	...	...	7,80
10-Lago de Nova Ponte (montante de Miranda)	7,98	...	...	8,30
11-Rio Araguari (jusante de Miranda)	7,90	...	...	7,80

(...) quando não se dispõe de dado



Ponto	Local da amostragem
5	Córrego Manoel Velho (fz)
6	Córrego das Furnas (fz)
7	Rio Claro (fz)
8	Ribeirão da Rocinha (fz)
9	Rio Claro (nascente)
10	Lago de Nova Ponte
11	Rio Araguari: a jusante de Miranda

Figura 34 – Gráfico comparativo com os valores de pH dos 4 afluentes principais nos anos de 2004, 2005, 2006 e 2007; lago de Nova Ponte e rio Araguari nos anos de 2004 e 2007.

#### 6.1.7 Coliformes totais, fecais e *Escherichia coli*

Coliformes totais constituem um grande grupo de bactérias que são utilizadas como indicadores da qualidade da água, originários de solos poluídos e não poluídos e fezes de seres humanos e outros animais de sangue quente. Os coliformes fecais são um grupo de bactérias que indicam a contaminação da água somente por fezes (CETESB, 2008).

São utilizados como organismos indicadores de contaminação por fezes e revelam a potencialidade da veiculação de doenças pela água (MACEDO, 2004).

Os rios são habitados normalmente por muitos tipos de bactérias, algas e peixes. As bactérias são importantes porque se alimentam de matérias orgânicas e consomem a carga poluidora lançada na água. Elas são as principais responsáveis pela autodepuração, ou seja, limpeza do rio. Quando um rio recebe esgoto, este passa a ter outros tipos de bactérias que não são da água e podem causar doenças às pessoas que dela beberem. Os coliformes são bactérias que vivem no interior do intestino dos animais de sangue quente, e auxiliam a digestão, ou seja, peixes não têm coliformes. As fezes humanas contêm cerca de 200 bilhões de coliformes que são eliminados diariamente.

Divide-se em dois tipos: Coliformes totais e fecais. Apesar de o nome ser parecido, há uma diferença entre os dois. Os coliformes totais são aqueles presentes no intestino dos animais. Os fecais, também conhecidos como termo-tolerantes ou termo-resistentes pertencem ao grupo dos coliformes totais. Os coliformes fecais são potencialmente patogênicos, ou seja, podem

causar doenças, por exemplo: hepatites, cólera, entre outras. A presença de ambos denomina-se a uma evidência de despejo de esgoto no rio

Todos os pontos de coleta, no lago de Miranda, apresentaram a contaminação por coliformes fecais, exceto o ponto 1 superficial em 2006 (Apêndices: A - Q). A presença de bactérias do grupo coliformes é um forte indicativo quanto à contaminação do lago por resíduos provenientes de fezes, ou seja, de despejos domésticos. Esta contaminação pode ser originada do lançamento de esgotos sanitários, provenientes da cidade de Indianópolis, das chácaras as margens da represa, do material orgânico originado do escoamento superficial, das regiões de lavouras, plantações (na época de chuva).

Em relação aos afluentes analisados, observa-se que o Córrego das Furnas, em 2006, o Rio Claro, em 2004, 2006 e 2007, e o Ribeirão da Rocinha não estavam contaminados por coliformes.

O Córrego Manoel Velho, apresentou coliformes em todos os períodos de amostragem. Uma das causas desta contaminação pode estar relacionada com o lançamento de esgoto, sem tratamento, proveniente da cidade de Indianópolis.

#### 6.1.8 Óleos e graxas

Corresponde a óleos e graxas o grupo de substâncias que inclui gorduras animais, graxas, ácidos graxos livres, óleos minerais e outros materiais graxos (CETESB, 2008). Desse modo a análise determina não somente óleos e graxas como também outras substâncias orgânicas não oleosas extraíveis por um solvente orgânico (n-hexano, éter de petróleo).

Entende-se que a quantidade de óleos e graxas, sendo eles orgânicos ou não, influencia diretamente na DQO (biodegradáveis ou não) e na DBO (biodegradáveis). Sendo assim, quanto maior a concentração de óleos e graxas, maior será o valor de DQO. Se os óleos e graxas for de origem orgânica, a DBO apresentará também um valor mais elevado.

Ao avaliar a tabela 21 e figura 35 a seguir, observa-se que as concentrações de DBO e DQO, acompanharam os valores de óleos e graxas, com exceção dos pontos de amostragem 2 e 3 (ano de 2003) e 4 (anos de 2003, 2004 e 2006). Para os pontos em que os valores de óleos e graxas não foram proporcionais a DQO e DBO, observa-se que pode ter ocorrido algum problema com a homogeneização das amostras no laboratório.

Sabe-se que para a realização dos ensaios de DQO e DBO é necessário a utilização de pipetas, enquanto para o ensaio de óleos e graxas a filtração direta das amostras. Pelo fato da imiscibilidade do óleo com a água, em amostras com altos teores de óleos e graxas (135 e 153,60 mg/L), o procedimento de pipetagem pode ter sido influenciando, não permitindo portanto, a correta quantificação da DQO e DBO.

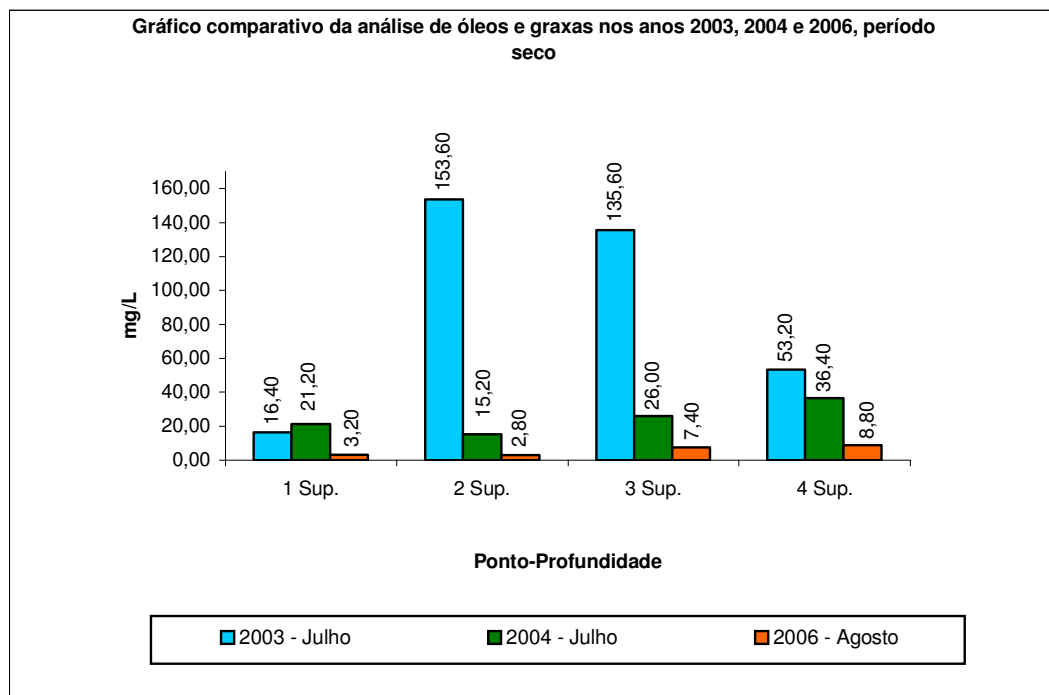


Nas amostras superficiais da estação seca dos anos de 2003, 2004 e 2006, observa-se que as concentrações de óleos e graxas variaram de 2,80 a 153,60 mg/L (figura 35).

O ano de 2003 se caracterizou por ser o período onde os valores foram superiores aos outros anos, com exceção do ponto superficial 1 (2004). Os pontos superficiais 2 e 3 se destacaram pelos altos valores de óleos e graxas, respectivamente 153,0 e 135,0 mg/L. Em 2004 e 2006, respectivamente, os valores diminuíram.

Tabela 21 – Resultados de Óleos e Graxas – OG (mg/L), DBO e DQO (mgO<sub>2</sub>/L) por ponto e profundidade de coleta no período seco.

Pontos de amostragem	Parâmetros	DBO, DQO (mgO <sub>2</sub> /L) e OG (mg/L)		
		Período das coletas de amostras		
		2003 Julho	2004 Julho	2006 Agosto
		Res.	Res.	Res.
1- superficial	DBO (mgO <sub>2</sub> /L)	12,60	26,00	5,16
	DQO (mgO <sub>2</sub> /L)	20,00	39,00	7,95
	OG (mg/L)	16,40	21,20	3,20
2- superficial	DBO (mgO <sub>2</sub> /L)	11,94	36,40	1,78
	DQO (mgO <sub>2</sub> /L)	18,40	56,00	5,74
	OG (mg/L)	153,60	15,20	2,80
3- superficial	DBO (mgO <sub>2</sub> /L)	8,46	23,00	11,27
	DQO (mgO <sub>2</sub> /L)	13,00	34,60	17,34
	OG (mg/L)	135,60	26,00	7,40
4- superficial	DBO (mgO <sub>2</sub> /L)	2,65	6,00	2,27
	DQO (mgO <sub>2</sub> /L)	4,08	9,00	3,49
	OG (mg/L)	53,20	36,40	8,80



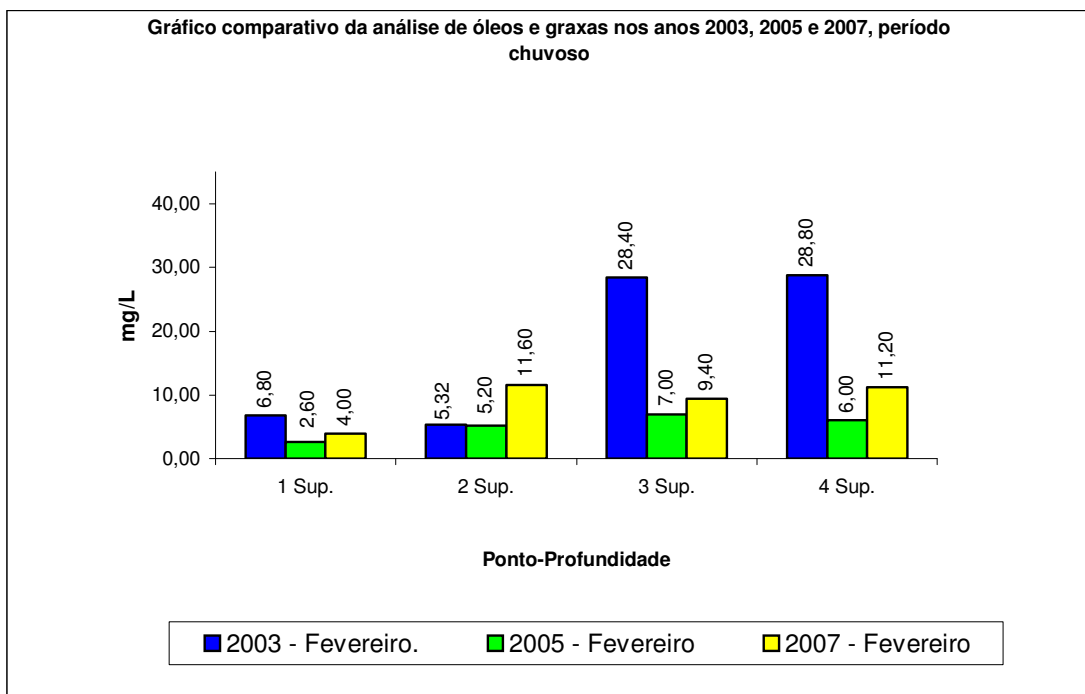
Ponto	Local da amostragem
1	Cabeceira do reservatório
2	Balsa de Indianópolis
3	Chácara Miranda V
4	Próximo Barragem Miranda

Figura 35 – Gráfico comparativo com os valores de Óleos e Graxas (mg/L) nos anos de 2003, 2004 e 2006, período seco.

Em 2003, 2005 e 2007 (tabela 22 e figura 36), verifica-se concentrações de óleos e graxas inferiores ao período de seca (2,6 a 28,8 mg/L), exceto para o ano de 2007. O mês de fevereiro continuou contribuindo com valores mais elevados de óleos e graxas, seguido pelo ano de 2007 e posteriormente 2005.

Tabela 22 – Resultados de Óleos e Graxas – OG (mg/L), DBO e DQO (mgO<sub>2</sub>/L) por ponto e profundidade de coleta no período chuvoso.

Pontos de amostragem	Parâmetros	DBO, DQO (mgO <sub>2</sub> /L) e OG (mg/L)		
		Período das coletas de amostras		
		2003 Fevereiro	2005 Fevereiro	2007 Fevereiro
		Res.	Res.	Res.
1- superficial	DBO (mgO <sub>2</sub> /L)	24,40	24,38	1,00
	DQO (mgO <sub>2</sub> /L)	37,50	37,51	1,20
	OG (mg/L)	6,80	2,60	4,00
2- superficial	DBO (mgO <sub>2</sub> /L)	20,50	19,80	5,50
	DQO (mgO <sub>2</sub> /L)	31,50	30,47	7,40
	OG (mg/L)	5,32	5,20	11,60
3- superficial	DBO (mgO <sub>2</sub> /L)	25,00	18,08	4,80
	DQO (mgO <sub>2</sub> /L)	38,50	27,83	6,30
	OG (mg/L)	28,40	7,00	9,40
4- superficial	DBO (mgO <sub>2</sub> /L)	37,50	15,30	5,20
	DQO (mgO <sub>2</sub> /L)	30,00	23,54	6,60
	OG (mg/L)	28,80	6,00	11,20



Ponto	Local da amostragem
1	Cabeceira do reservatório
2	Balsa de Indianópolis
3	Chácara Miranda V
4	Próximo Barragem Miranda

Figura 36 – Gráfico comparativo com os valores de Óleos e Graxas (mg/L) nos anos de 2003, 2005 e 2007, período chuvoso.

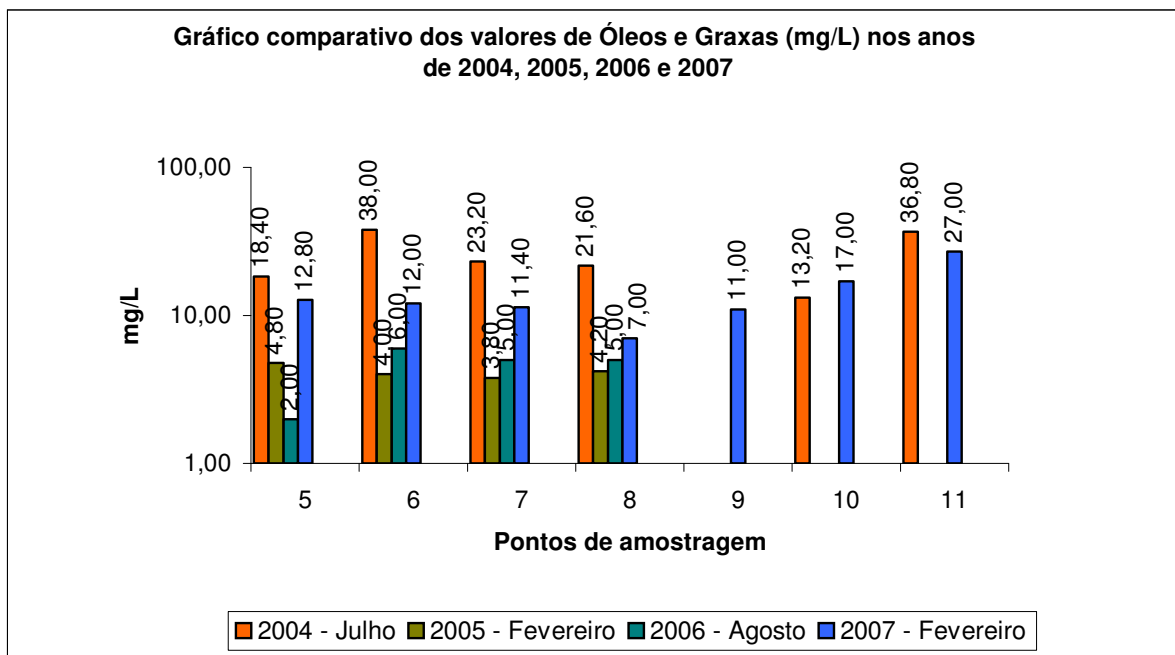
Os principais afluentes, o lago de Nova Ponte e o rio Araguari a jusante da barragem de Miranda (tabela 23 e figura 37) mostraram-se com níveis de óleos e graxas variando de 2 a 38,0 mg/L. As maiores concentrações foram observadas em 2004. O ano de 2007 mostrou-se em segundo lugar, seguido por 2006 e posteriormente 2005. O córrego Manoel Velho, foi o único ponto que ultrapassou, em 2005, o valor apresentado no ano de 2006.

Ao analisar os dados da tabela 23 e figura 37 a seguir, verifica-se que as concentrações de DBO e DQO, acompanharam os valores de óleos e graxas, com exceção do Córrego das Furnas (nos anos de 2004, 2006 e 2007), o Ribeirão da Rocinha (no ano de 2004) e o rio Araguari (nos anos de 2004 e 2007).

Tabela 23 - Resultados de Óleos e Graxas – OG (mg/L), DBO e DQO (mgO<sub>2</sub>/L) dos principais afluentes do lago de Miranda, lago de Nova Ponte (montante) e Rio Araguari (jusante).

Pontos de amostragem	Parâmetros	DBO, DQO (mgO <sub>2</sub> /L) e OG (mg/L)					
		Período das coletas de amostras					
		2003		2004	2005	2006	2007
		Fev.	Jul.	Jul.	Fev.	Ago.	Fev.
5-Córrego Manoel Velho (fz)	DBO (mgO <sub>2</sub> /L)	...	...	14,60	32,50	4,36	13,00
	DQO (mgO <sub>2</sub> /L)	...	...	22,60	49,06	6,71	20,00
	OG (mg/L)	...	...	18,40	4,80	2,00	12,80
6-Córrego das Furnas (fz)	DBO (mgO <sub>2</sub> /L)	...	...	6,50	17,98	1,81	2,50
	DQO (mgO <sub>2</sub> /L)	...	...	10,00	27,67	2,79	3,60
	OG (mg/L)	...	...	38,00	4,00	6,00	12,00
7-Rio Claro (fz)	DBO (mgO <sub>2</sub> /L)	...	...	10,00	27,67	2,79	3,60
	DQO (mgO <sub>2</sub> /L)	...	...	39,00	21,77	10,96	1,00
	OG (mg/L)	...	...	23,20	3,80	5,00	11,40
8-Ribeirão da Rocinha (fz)	DBO (mgO <sub>2</sub> /L)	...	...	7,00	24,45	2,44	4,30
	DQO (mgO <sub>2</sub> /L)	...	...	11,20	37,62	3,76	6,70
	OG (mg/L)	...	...	21,60	4,20	5,00	7,00
9-Rio Claro (Nascente)	DBO (mgO <sub>2</sub> /L)	...	...	...	...	...	15,00
	DQO (mgO <sub>2</sub> /L)	...	...	...	...	...	23,00
	OG (mg/L)	...	...	...	...	...	11,00
10-Lago de Nova Ponte (montante de Miranda)	DBO (mgO <sub>2</sub> /L)	...	...	23,50	...	...	34,00
	DQO (mgO <sub>2</sub> /L)	...	...	36,30	...	...	48,00
	OG (mg/L)	...	...	13,20	...	...	17,00
11-Rio Araguari (jusante de Miranda)	DBO (mgO <sub>2</sub> /L)	...	...	5,20	...	...	7,00
	DQO (mgO <sub>2</sub> /L)	...	...	8,20	...	...	15,00
	OG (mg/L)	...	...	36,80	...	...	27,00

(...) quando não se dispõe de dado



Ponto	Local da amostragem
5	Córrego Manoel Velho (fz)
6	Córrego das Furnas (fz)
7	Rio Claro (fz)
8	Ribeirão da Rocinha (fz)
9	Rio Claro (nascente)
10	Lago de Nova Ponte
11	Rio Araguari: a jusante de Miranda

Figura 37 – Gráfico comparativo com os valores de Óleos e Graxas (mg/L) dos 4 afluentes principais nos anos de 2004, 2005, 2006 e 2007; lago de Nova Ponte e rio Araguari nos anos de 2004 e 2007.

Quanto aos limites estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 357 (2005), e avaliações visuais, notadas no trabalho de campo (coleta de amostras), observa-se que todos os pontos amostrados e períodos de amostragem, ultrapassaram os limites estabelecidos, para as classes 1, 2 e 3 (virtualmente ausentes). Sendo assim, enquadraram-se na classe 4 onde “toleram-se iridescências”.

Os resultados encontrados podem ser originados de descargas orgânicas no lago (efluente doméstico/esgoto), de material vegetal submerso em decomposição, de motores de embarcações diversas e *jet-ski*.

A partir dos resultados obtidos pode-se afirmar que a situação de elevada concentração de óleos e graxas é preocupante, visto que, os valores apresentados neste trabalho apenas retratam o material graxo total, sem definir as particularidades de cada substância fazendo-se, portanto, necessário uma avaliação futura dos tipos presentes, bem como a origem dos mesmos.

Certamente os altos valores não se dão apenas pelo lançamento de efluentes domésticos, uso de embarcações ou até mesmo por decorrência da vegetação submersa, ou seja, é necessário um estudo para a determinação da origem destes materiais.

#### 6.1.9 Série de Sólidos

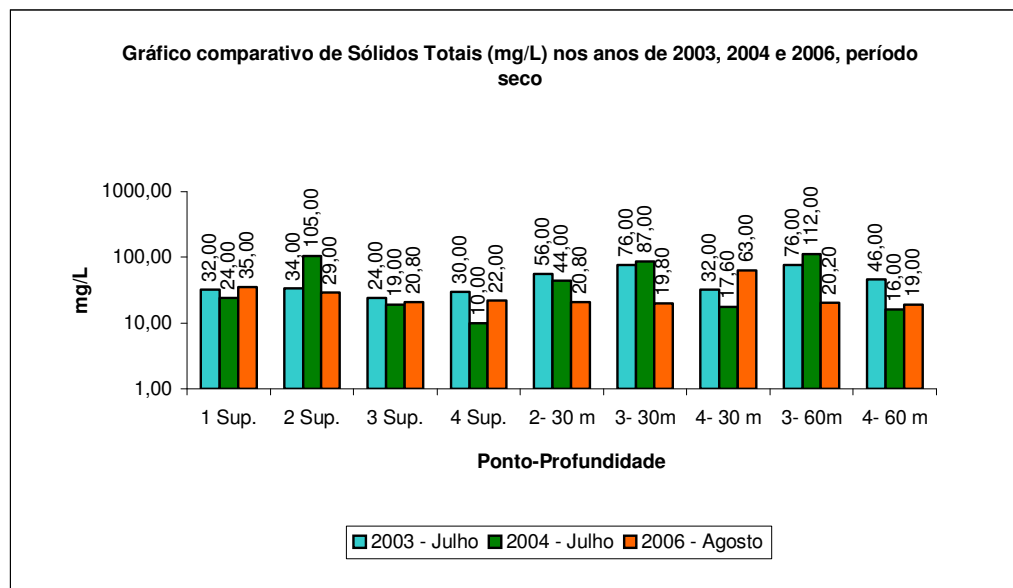
##### 6.1.9.1 Sólidos Totais

A concentração de sólidos totais no período seco de 2003, 2004 e 2006 variou de 10 a 112,0 mg/L, conforme apresentada na tabela 24 e figura 38). Esta variação no período está diretamente ligada ao carreamento de sólidos para o lago por ação do escoamento superficial.

Ao avaliar a tabela 24 verifica-se que os valores de DBO e DQO não foram diretamente influenciados pela concentração de sólidos totais.

Tabela 24 – Resultados de DQO, DBO (mgO<sub>2</sub>/L) e Sólidos Totais (mg/L) por ponto e profundidade de coleta no período seco.

Pontos de amostragem	Parâmetros	DQO, DBO (mgO <sub>2</sub> /L) e Sólidos Totais (mg/L)		
		Período das coletas de amostras		
		2003	2004	2006
		Julho	Julho	Agosto
1- superficial	DBO (mgO <sub>2</sub> /L)	12,60	26,00	5,16
	DQO (mgO <sub>2</sub> /L)	20,00	39,00	7,95
	S. Totais (mg/L)	32,00	24,00	35,00
2- superficial	DBO (mgO <sub>2</sub> /L)	11,94	36,40	1,78
	DQO (mgO <sub>2</sub> /L)	18,40	56,00	5,74
	S. Totais (mg/L)	34,00	105,00	29,00
3- superficial	DBO (mgO <sub>2</sub> /L)	8,46	23,00	11,27
	DQO (mgO <sub>2</sub> /L)	13,00	34,60	17,34
	S. Totais (mg/L)	24,00	19,00	20,80
4- superficial	DBO (mgO <sub>2</sub> /L)	2,65	6,00	2,27
	DQO (mgO <sub>2</sub> /L)	4,08	9,00	3,49
	S. Totais (mg/L)	30,00	10,00	22,00
2- 30 metros	DBO (mgO <sub>2</sub> /L)	19,24	28,00	3,52
	DQO (mgO <sub>2</sub> /L)	29,60	42,60	5,42
	S. Totais (mg/L)	56,00	44,00	20,80
3- 30 metros	DBO (mgO <sub>2</sub> /L)	8,62	23,40	9,35
	DQO (mgO <sub>2</sub> /L)	13,30	35,50	14,39
	S. Totais (mg/L)	76,00	87,00	19,80
4- 30 metros	DBO (mgO <sub>2</sub> /L)	5,31	25,00	2,00
	DQO (mgO <sub>2</sub> /L)	8,16	39,20	4,30
	S. Totais (mg/L)	32,00	17,60	63,00
3- 60 metros	DBO (mgO <sub>2</sub> /L)	6,63	36,00	9,88
	DQO (mgO <sub>2</sub> /L)	10,21	55,30	15,20
	S. Totais (mg/L)	76,00	112,00	20,20
4- 60 metros	DBO (mgO <sub>2</sub> /L)	7,00	22,70	9,21
	DQO (mgO <sub>2</sub> /L)	11,00	34,90	14,18
	S. Totais (mg/L)	46,00	16,00	19,00



Ponto	Local da amostragem
1	Cabeceira do reservatório
2	Balsa de Indianópolis
3	Chácara Miranda V
4	Próximo Barragem Miranda

Figura 38 – Gráfico comparativo com os valores de Sólidos Totais (mg/L) nos anos de 2003, 2004 e 2006, período seco.

Diferentemente do período seco, a estação das chuvas apresentou valores mais elevados de sólidos totais, entre 9 a 41.949,0 mg/L, como podem ser observados na tabela 25 e figura 39. O ano de 2003 se destacou pela presença de uma grande quantidade de sólidos totais, nas amostras de água do lago da Usina Hidrelétrica de Miranda.

Nos outros anos - 2005 e 2007 – os valores foram muito próximos aos valores obtidos para o período seco. Neste período a quantidade de sólidos totais se mostrou abaixo dos valores obtidos para 2003.

Ao analisar os resultados da tabela 25, a seguir, observa-se que as altas concentrações de sólidos totais encontrados no ano de 2003 não influenciaram diretamente no aumento da DQO e DBO. Este fato pode ser explicado pela presença de material inorgânico e não oxidável, inerte ao dicromato de



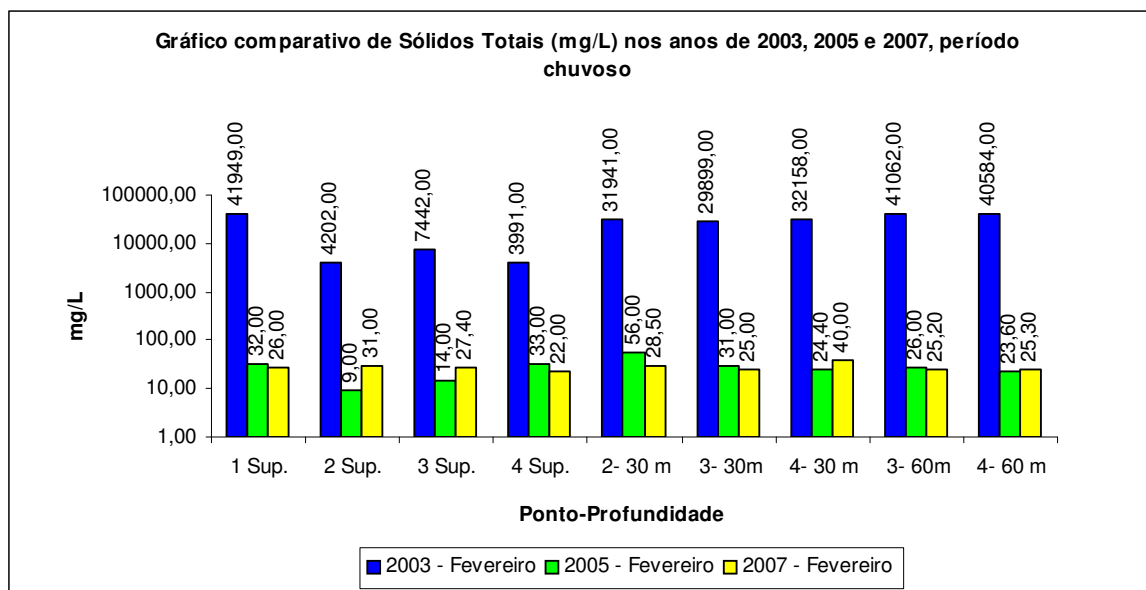
potássio utilizado para a digestão da amostra no ensaio de DQO.

Possivelmente, a grande quantidade de sedimentos finos, de dimensões coloidais, é proveniente do carreamento efetivado pelos escoamentos superficiais e acumulados no fundo do lago da Usina Hidrelétrica de Nova Ponte.

Tabela 25 – Resultados de DQO, DBO (mgO<sub>2</sub>/L) e Sólidos Totais (mg/L) por ponto e profundidade de coleta no período chuvoso.

Pontos de amostragem	Parâmetros	DQO, DBO (mgO <sub>2</sub> /L) e Sólidos Totais (mg/L)		
		Período das coletas de amostras		
		2003	2005	2007
		Fevereiro	Fevereiro	Fevereiro
1- superficial	DBO (mgO <sub>2</sub> /L)	24,40	24,38	1,0
	DQO (mgO <sub>2</sub> /L)	37,50	37,51	1,20
	S. Totais (mg/L)	41949,00	32,00	26,00
2- superficial	DBO (mgO <sub>2</sub> /L)	20,50	19,80	5,50
	DQO (mgO <sub>2</sub> /L)	31,50	30,47	7,40
	S. Totais (mg/L)	4202,0	9,00	31,00
3- superficial	DBO (mgO <sub>2</sub> /L)	25,0	18,08	4,80
	DQO (mgO <sub>2</sub> /L)	38,50	27,83	6,30
	S. Totais (mg/L)	7442,00	14,00	27,40
4- superficial	DBO (mgO <sub>2</sub> /L)	24,40	15,30	5,20
	DQO (mgO <sub>2</sub> /L)	37,50	23,54	6,60
	S. Totais (mg/L)	3991,00	33,00	22,00
2- 30 metros	DBO (mgO <sub>2</sub> /L)	30,0	28,56	2,80
	DQO (mgO <sub>2</sub> /L)	46,0	43,95	3,30
	S. Totais (mg/L)	31941,00	56,00	28,50
3- 30 metros	DBO (mgO <sub>2</sub> /L)	29,60	17,90	1,50
	DQO (mgO <sub>2</sub> /L)	45,50	27,56	2,70
	S. Totais (mg/L)	29899,00	31,00	25,00
4- 30 metros	DBO (mgO <sub>2</sub> /L)	22,0	21,30	1,10
	DQO (mgO <sub>2</sub> /L)	34,0	32,78	2,20
	S. Totais (mg/L)	32158,00	24,40	40,00
3- 60 metros	DBO (mgO <sub>2</sub> /L)	35,40	21,91	13,30
	DQO (mgO <sub>2</sub> /L)	54,50	33,72	16,80
	S. Totais (mg/L)	41062,00	26,00	25,20
4- 60 metros	DBO (mgO <sub>2</sub> /L)	28,30	18,84	13,00
	DQO (mgO <sub>2</sub> /L)	43,50	28,99	15,70
	S. Totais (mg/L)	40584,00	23,60	25,30

Os valores atípicos de sólidos totais nas amostras coletadas em 2003, em todos os pontos, quando comparados com os resultados obtidos para esse parâmetro em 2005 e 2007, sugerem o resultado de algum procedimento operacional da Usina Hidrelétrica de Nova Ponte, para o desassoreamento do lago (figura 39).



Ponto	Local da amostragem
1	Cabeceira do reservatório
2	Balsa de Indianópolis
3	Chácara Miranda V
4	Próximo Barragem Miranda

Figura 39 – Gráfico comparativo com os valores de Sólidos Totais (mg/L) nos anos de 2003, 2005 e 2007, período chuvoso.

Resultados de análises realizadas em amostras dos principais afluentes, bem como o lago de Nova Ponte e o rio Araguari a jusante da barragem de Miranda apresentaram valores de sólidos totais entre 9 a 65,00 mg/L, conforme pode ser observado na tabela 26 e figura 40.

Como se pode perceber a partir dos resultados encontrados, mesmo nos períodos chuvosos não se constatou valores excepcionais de sólidos totais nos

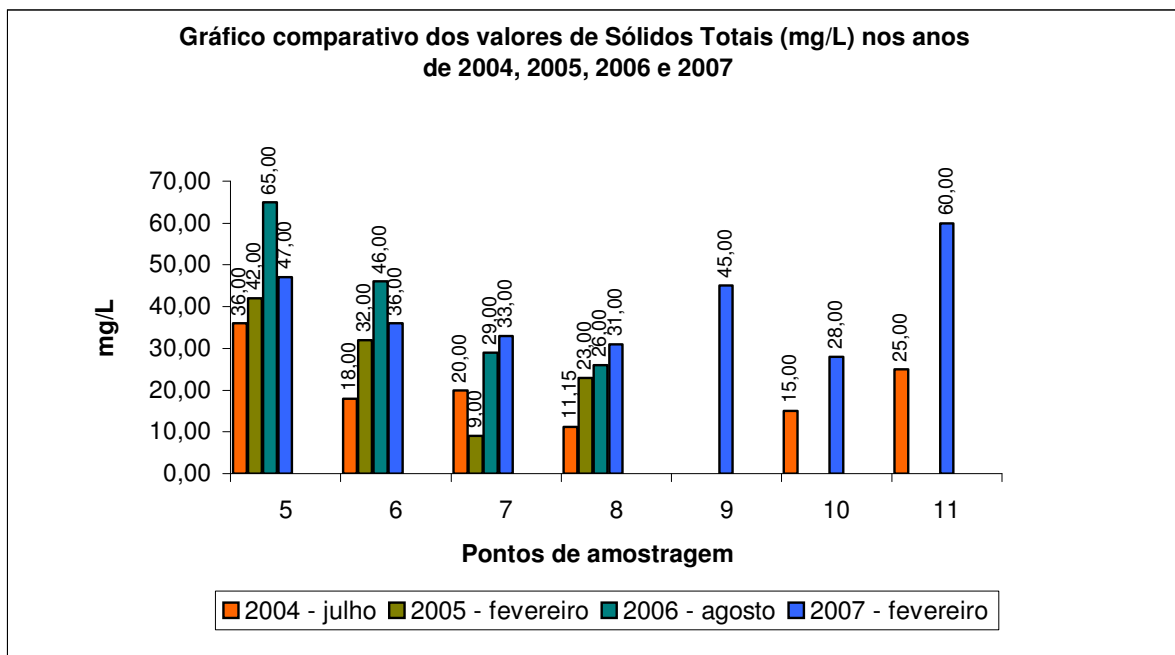
cursos d'água da bacia de contribuição direta do lago de Miranda. Isto indica que o carreamento de sedimentos ocorre no momento e logo após as precipitações. Passadas algumas horas ocorre o transporte de sedimentos.

O Córrego Manoel Velho caracterizou-se pelo maior índice de sólidos e o rio Claro pelo menor.

Tabela 26 – Resultados de DQO, DBO (mgO<sub>2</sub>/L) e Sólidos Totais (mg/L) dos principais afluentes do lago de Miranda, lago de Nova Ponte (montante) e Rio Araguari (jusante).

Pontos de amostragem	Parâmetros	DQO, DBO (mgO <sub>2</sub> /L) e Sólidos Totais(mg/L)					
		Períodos das coletas de amostras					
		2003		2004	2005	2006	2007
		Fev.	Jul.	Jul.	Fev.	Ago.	Fev.
5-Córrego Manoel Velho (foz)	DBO (mgO <sub>2</sub> /L)	...	...	14,60	32,50	4,36	13,00
	DQO (mgO <sub>2</sub> /L)	...	...	22,60	49,06	6,71	20,00
	S. Totais (mg/L)	...	...	36,00	42,00	65,00	47,00
6-Córrego das Furnas (foz)	DBO (mgO <sub>2</sub> /L)	...	...	6,50	17,98	1,81	2,50
	DQO (mgO <sub>2</sub> /L)	...	...	10,00	27,67	2,79	3,60
	S. Totais (mg/L)	...	...	18,00	32,00	46,00	36,00
7-Rio Claro (foz)	DBO (mgO <sub>2</sub> /L)	...	...	10,00	27,67	2,79	3,60
	DQO (mgO <sub>2</sub> /L)	...	...	39,00	21,77	10,96	1,00
	S. Totais (mg/L)	...	...	20,00	9,00	29,00	33,00
8-Ribeirão da Rocinha (foz)	DBO (mgO <sub>2</sub> /L)	...	...	7,00	24,45	2,44	4,30
	DQO (mgO <sub>2</sub> /L)	...	...	11,20	37,62	3,76	6,70
	S. Totais (mg/L)	...	...	11,15	23,00	26,00	31,00
9-Rio Claro (Nascente)	DBO (mgO <sub>2</sub> /L)	...	...	...	...	...	15,00
	DQO (mgO <sub>2</sub> /L)	...	...	...	...	...	23,00
	S. Totais (mg/L)	...	...	...	...	...	45,00
10-Lago de Nova Ponte (montante de Miranda)	DBO (mgO <sub>2</sub> /L)	...	...	23,50	...	...	34,00
	DQO (mgO <sub>2</sub> /L)	...	...	36,30	...	...	48,00
	S. Totais (mg/L)	...	...	15,00	...	...	28,00
11-Rio Araguari (jusante de Miranda)	DBO (mgO <sub>2</sub> /L)	...	...	5,20	...	...	7,00
	DQO (mgO <sub>2</sub> /L)	...	...	8,20	...	...	15,00
	S. Totais (mg/L)	...	...	25,00	...	...	60,00

(...) quando não se dispõe de dado



Ponto	Local da amostragem
5	Córrego Manoel Velho (fz)
6	Córrego das Furnas (fz)
7	Rio Claro (fz)
8	Ribeirão da Rocinha (fz)
9	Rio Claro (nascente)
10	Lago de Nova Ponte
11	Rio Araguari: a jusante de Miranda

Figura 40 – Gráfico comparativo com os valores de Sólidos Totais (mg/L) dos 4 afluentes principais nos anos de 2004, 2005, 2006 e 2007; lago de Nova Ponte e rio Araguari nos anos de 2004 e 2007.

#### 6.1.9.2 Sólidos Sedimentáveis

Sólidos sedimentáveis são materiais em suspensão que sedimentam por ação da gravidade (APHA, 2005).

Em relação aos sólidos sedimentáveis, todos os pontos/períodos de amostragem não excederam o valor de 0,1 mg/L hora. Dessa forma, pode-se afirmar que o transporte de material sedimentável pela água é pequeno

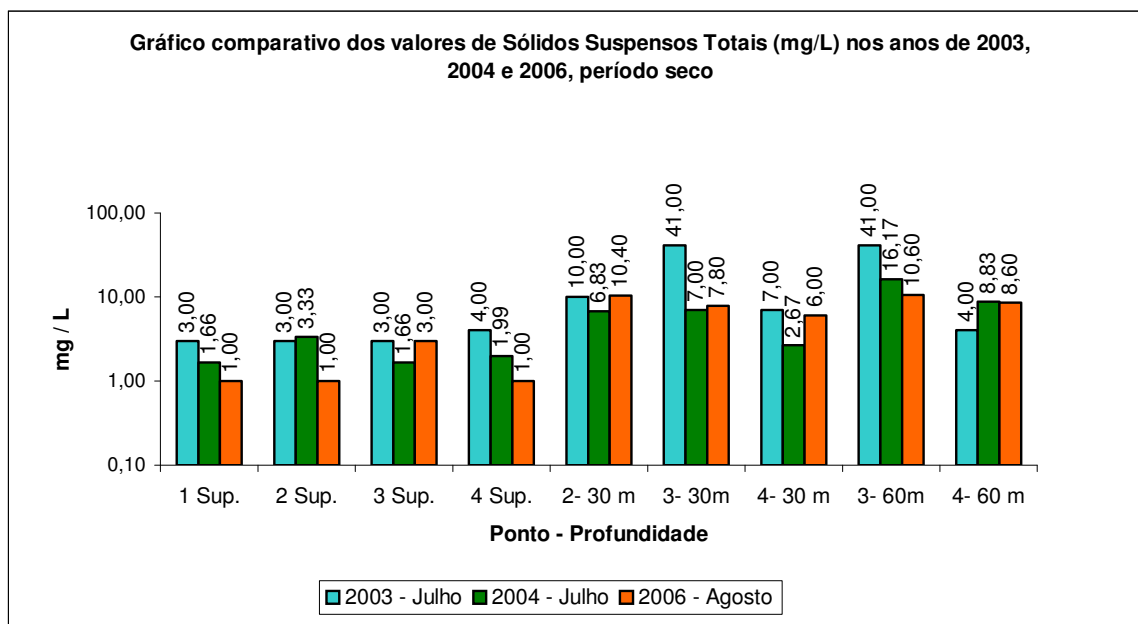
### 6.1.9.3 Sólidos Suspensos Totais

Define-se por sólidos suspensos totais a porção do resíduo total que passa por um papel filtro com porosidade de 1,2  $\mu\text{m}$  (APHA, 2005).

Pode-se notar, na tabela 27 e figura 41, que não foi registrada grande concentração de sólidos suspensos totais, ou seja, os valores ficaram entre 1 e 41,0 mg/L.

Tabela 27 – Resultados de Sólidos Suspensos Totais (mg/L) por ponto e profundidade de coleta no período seco.

Pontos de amostragem	Sólidos Suspensos Totais (mg/L)		
	Períodos das coletas de amostras		
	2003	2004	2006
	Julho	Julho	Agosto
1- superficial	3,00	1,66	1,00
2- superficial	3,00	3,33	1,00
3- superficial	3,00	1,66	3,00
4- superficial	4,00	1,99	1,00
2- 30 metros	10,00	6,83	10,40
3- 30 metros	41,00	7,00	7,80
4- 30 metros	7,00	2,67	6,00
3- 60 metros	41,00	16,17	10,60
4- 60 metros	4,00	8,83	8,60



Ponto	Local da amostragem
1	Cabeceira do reservatório
2	Balsa de Indianópolis
3	Chácara Miranda V
4	Próximo Barragem Miranda

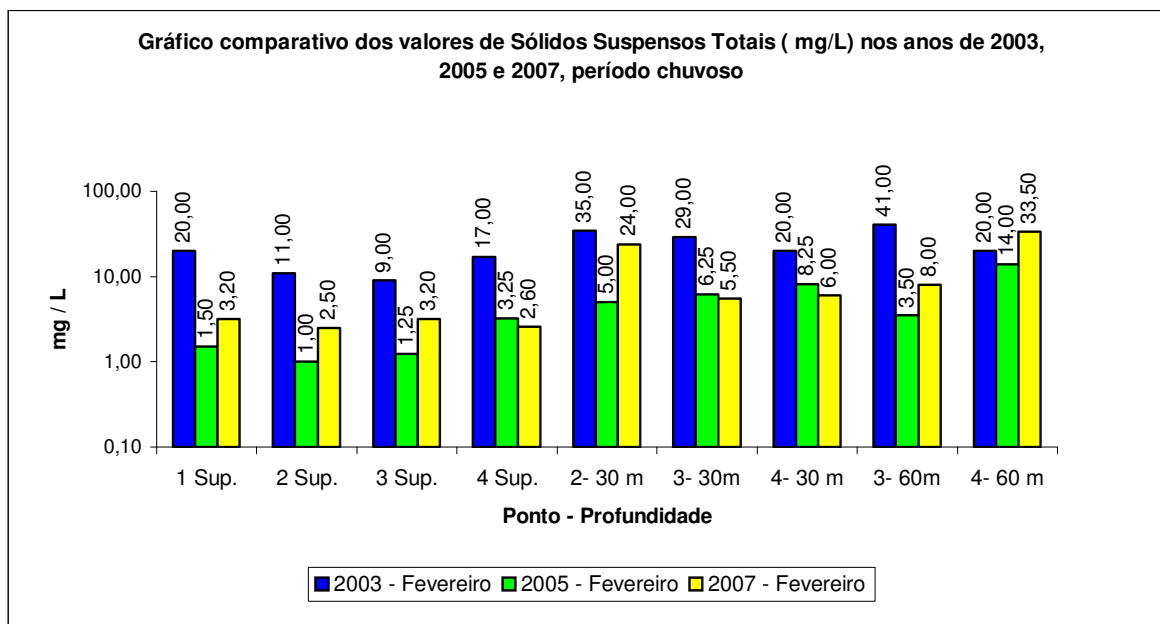
Figura 41 – Gráfico comparativo com os valores de Sólidos Suspensos Totais (mg/L) nos anos de 2003, 2004 e 2006, período seco.

Analisando a tabela 28 e a figura 42, observa-se que os valores de sólidos no período chuvoso também variaram entre 1 e 41,0 mg/L, caracterizando uma pequena concentração de sólidos suspensos totais na água do lago de Miranda.

O ponto superficial 2 no ano de 2005, apresentou o menor valor 1,0 mg/L e o ponto 4 (60 metros de profundidade) o maior valor 41,0 mg/L.

Tabela 28 – Resultados de Sólidos Suspensos Totais (mg/L) por ponto e profundidade de coleta no período chuvoso.

Pontos de amostragem	Sólidos Suspensos Totais (mg/L)		
	Períodos das coletas de amostras		
	2003	2005	2007
	Fevereiro	Fevereiro	Fevereiro
1- superficial	20,00	1,50	3,20
2- superficial	11,00	1,00	2,50
3- superficial	9,00	1,25	3,20
4- superficial	17,00	3,25	2,60
2- 30 metros	35,00	5,00	24,00
3- 30 metros	29,00	6,25	5,50
4- 30 metros	20,00	8,25	6,00
3- 60 metros	41,00	3,50	8,00
4- 60 metros	20,00	14,00	33,50



Ponto	Local da amostragem
1	Cabeceira do reservatório
2	Balsa de Indianópolis
3	Chácara Miranda V
4	Próximo Barragem Miranda

Figura 42 – Gráfico comparativo dos valores de Sólidos Suspensos Totais (mg/L) nos anos de 2003, 2004 e 2006, período chuvoso.

Os afluentes, o lago de Nova Ponte e o rio Araguari a jusante da barragem de Miranda apresentaram valores relativamente baixos de sólidos suspensos totais, entre 0,67 a 22,0 mg/L.

Tabela 29 – Resultados de Sólidos Suspensos Totais (mg/L) dos principais afluentes do lago de Miranda, lago de Nova Ponte (montante) e Rio Araguari (jusante).

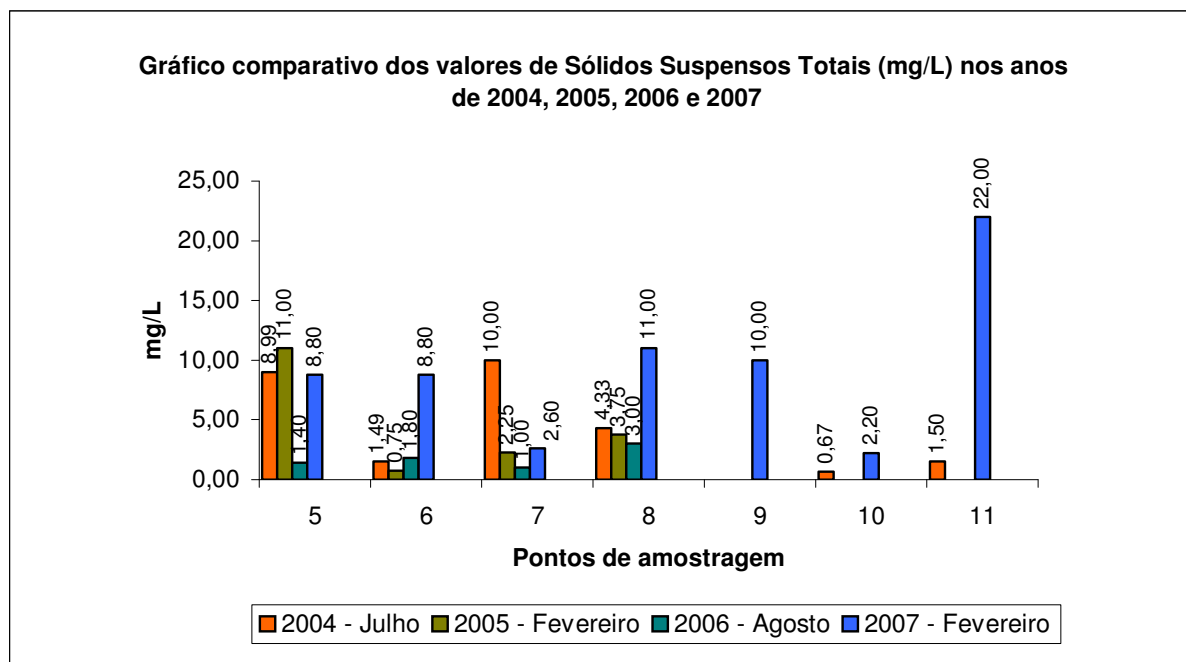
Pontos de amostragem	Sólidos Suspensos Totais (mg/L)					
	Períodos das coletas de amostras					
	2003		2004	2005	2006	2007
	Fev.	Jul.	Jul.	Fev.	Ago.	Fev.
5-Córrego Manoel Velho (fz)	...	...	8,99	11,00	1,40	8,80
6-Córrego das Furnas (fz)	...	...	1,49	0,75	1,80	8,80
7-Rio Claro (fz)	...	...	10,00	2,25	1,00	2,60
8-Ribeirão da Rocinha (fz)	...	...	4,33	3,75	3,00	11,00
9-Rio Claro (Nascente)	...	...	...	...	...	10,00
10-Lago de Nova Ponte (montante de Miranda)	...	...	0,67	...	...	2,20
11-Rio Araguari (jusante de Miranda)	...	...	1,50	...	...	22,00

(...) quando não se dispõe de dado

A análise da figura 43 permite-se afirmar que não houve uma grande contribuição de sólidos suspensos totais pelos principais afluentes e do lago de Nova Ponte, para o lago de Miranda. O rio Araguari a jusante da barragem



da Usina Hidrelétrica de Miranda foi o ponto de amostragem que apresentou o maior valor, 22,00 mg/L.



Ponto	Local da amostragem
5	Córrego Manoel Velho (foz)
6	Córrego das Furnas (foz)
7	Rio Claro (foz)
8	Ribeirão da Rocinha (foz)
9	Rio Claro (nascente)
10	Lago de Nova Ponte
11	Rio Araguari: a jusante de Miranda

Figura 43 – Gráfico comparativo com os valores de Sólidos Suspensos Totais (mg/L) dos 4 afluentes principais nos anos de 2004, 2005, 2006 e 2007; lago de Nova Ponte e rio Araguari nos anos de 2004 e 2007.

#### 6.1.9.4 Sólidos Dissolvidos Totais

Os sólidos dissolvidos totais variaram de 7,2 a 101,67 mg/L (tabela 30 e a figura 44).

Em termos de valores para enquadramento dos cursos d'água apresentados na resolução do CONAMA nº 357 (2005), observa-se nas figuras 44, 45 e 46 que todos os locais e períodos de amostragem enquadraram – se na classe 1 (500 mg/L), exceto a estação chuvosa do ano de 2003.

Tabela 30 – Resultados de Sólidos Dissolvidos Totais (mg/L) por ponto e profundidade de coleta no período seco.

<b>Pontos de amostragem</b>	<b>Sólidos Dissolvidos Totais (mg/L)</b>		
	<b>Períodos das coletas de amostras</b>		
	<b>2003</b>	<b>2004</b>	<b>2006</b>
	<b>Julho</b>	<b>Julho</b>	<b>Agosto</b>
1- superficial	29,00	22,34	34,00
2- superficial	31,00	101,67	28,00
3- superficial	21,00	17,34	39,00
4- superficial	263,00	8,00	21,00
2- 30 metros	46,00	37,17	34,60
3- 30 metros	35,00	80,00	7,20
4- 30 metros	25,00	16,30	57,00
3- 60 metros	25,00	95,83	14,40
4- 60 metros	42,00	79,17	65,40

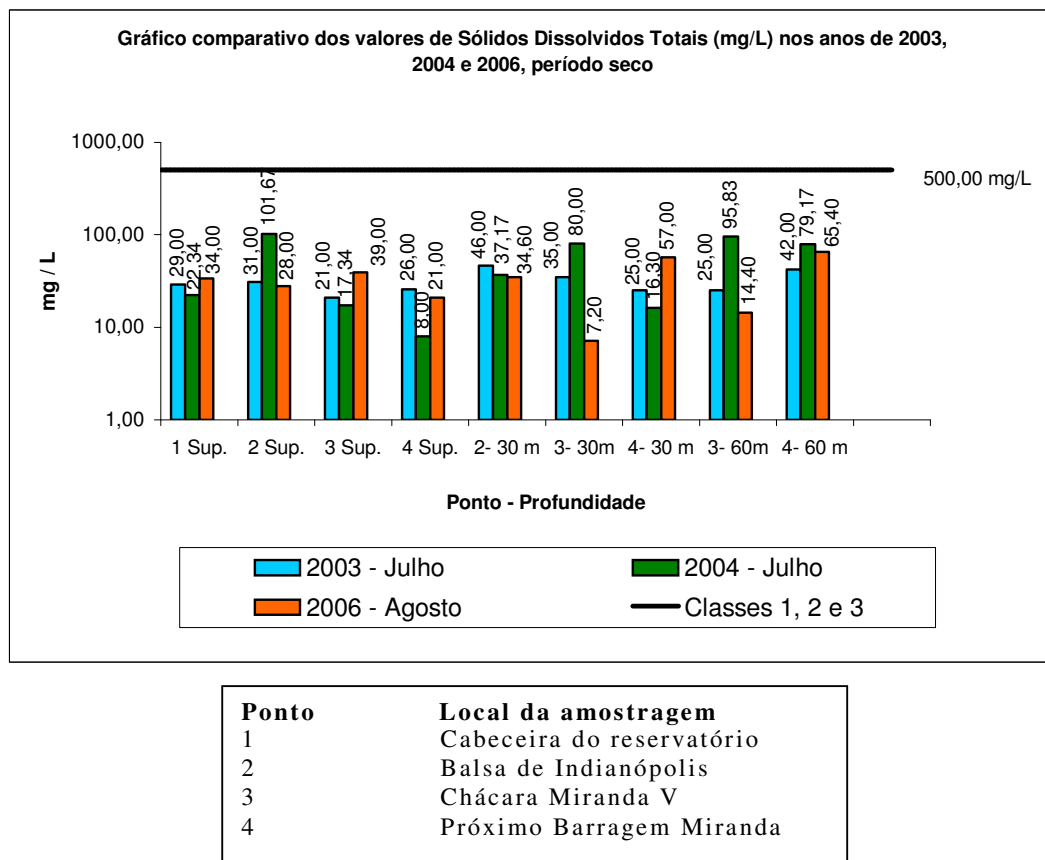
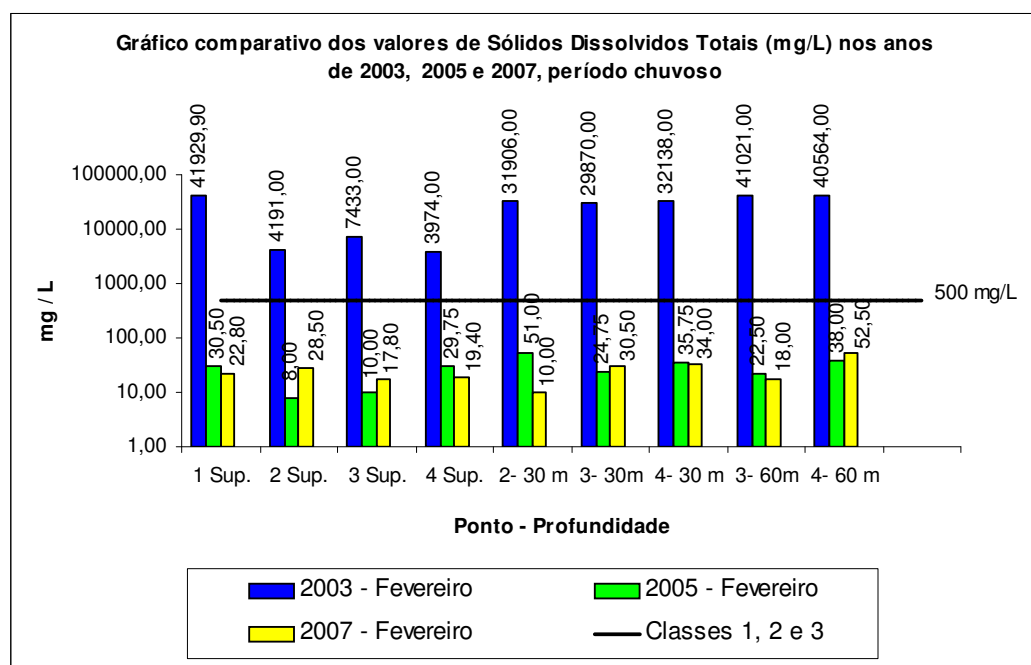


Figura 44 – Gráfico comparativo com os valores de Sólidos Dissolvidos Totais (mg/L) nos anos de 2003, 2004 e 2006, período seco.

Analisando o período das chuvas (tabela 31 e figura 45), verifica-se que os resultados apresentaram grande variação na quantidade de sólidos dissolvidos totais. Ou seja, a grande quantidade de sólidos totais encontrada no ano de 2003, é representada em sua maioria, pelos sólidos dissolvidos totais (3.974,0 a 41.929,90 mg/L).

Tabela 31 – Resultados de Sólidos Dissolvidos Totais (mg/L) por ponto e profundidade de coleta, período chuvoso.

Pontos de amostragem	Sólidos Dissolvidos Totais (mg/L)		
	Períodos das coletas de amostras		
	2003	2005	2007
	Fevereiro	Fevereiro	Fevereiro
1- superficial	41929,90	30,50	22,80
2- superficial	4191,00	8,00	28,50
3- superficial	7433,00	10,00	17,80
4- superficial	3974,00	29,75	19,40
2- 30 metros	31906,00	51,00	10,00
3- 30 metros	29870,00	24,75	30,50
4- 30 metros	32138,00	35,75	34,00
3- 60 metros	41021,00	22,50	18,00
4- 60 metros	40564,00	38,00	52,50



Ponto	Local da amostragem
1	Cabeceira do reservatório
2	Balsa de Indianópolis
3	Chácara Miranda V
4	Próximo Barragem Miranda

Figura 45 – Gráfico comparativo com os valores de Sólidos Dissolvidos Totais (mg/L) nos anos de 2003, 2005 e 2007, período chuvoso.

Assim como os resultados de sólidos totais e suspensos totais, os principais afluentes, bem como o lago de Nova Ponte e o rio Araguari a jusante da barragem da Usina hidrelétrica de Miranda não se mostraram com altos valores de sólidos dissolvidos totais em suas águas (tabela 32 e figura 46). O córrego Manoel Velho apresentou os maiores valores encontrados, seguido pelo córrego das Furnas, rio Claro e ribeirão da Rocinha.

Tabela 32 – Resultados de Sólidos Dissolvidos Totais (mg/L) dos principais afluentes do lago de Miranda, lago de Nova Ponte (montante) e Rio Araguari (jusante).

Pontos de amostragem	Sólidos Dissolvidos Totais (mg/L)					
	Períodos das coletas de amostras					
	2003		2004	2005	2006	2007
	Fev.	Jul.	Jul.	Fev.	Ago.	Fev.
5-Córrego Manoel Velho (fz)	...	...	36,00	33,00	63,60	38,20
6-Córrego das Furnas (fz)	...	...	16,51	31,25	44,20	27,20
7-Rio Claro (fz)	...	...	10,00	6,75	28,00	30,40
8-Ribeirão da Rocinha (fz)	...	...	5,41	19,75	23,00	20,00
9-Rio Claro (Nascente)	...	...	...	...	...	35,00
10-Lago de Nova Ponte (montante de Miranda)	...	...	11,83	...	...	25,80
11-Rio Araguari (jusante de Miranda)	...	...	23,50	...	...	40,00

(...) quando não se dispõe de dado

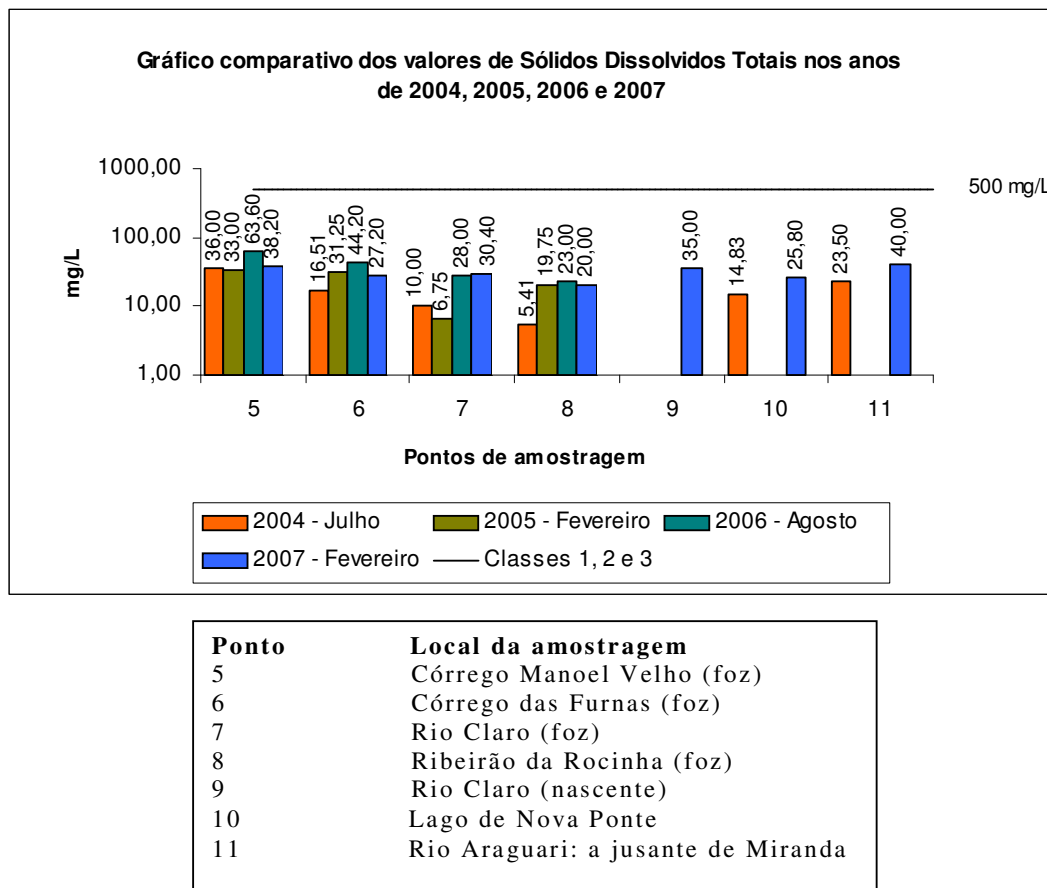


Figura 46 – Gráfico comparativo com os valores de Sólidos Dissolvidos Totais (mg/L) dos 4 afluentes principais nos anos de 2004, 2005, 2006 e 2007; lago de Nova Ponte e rio Araguari nos anos de 2004 e 2007.

#### 6.1.10 Turbidez

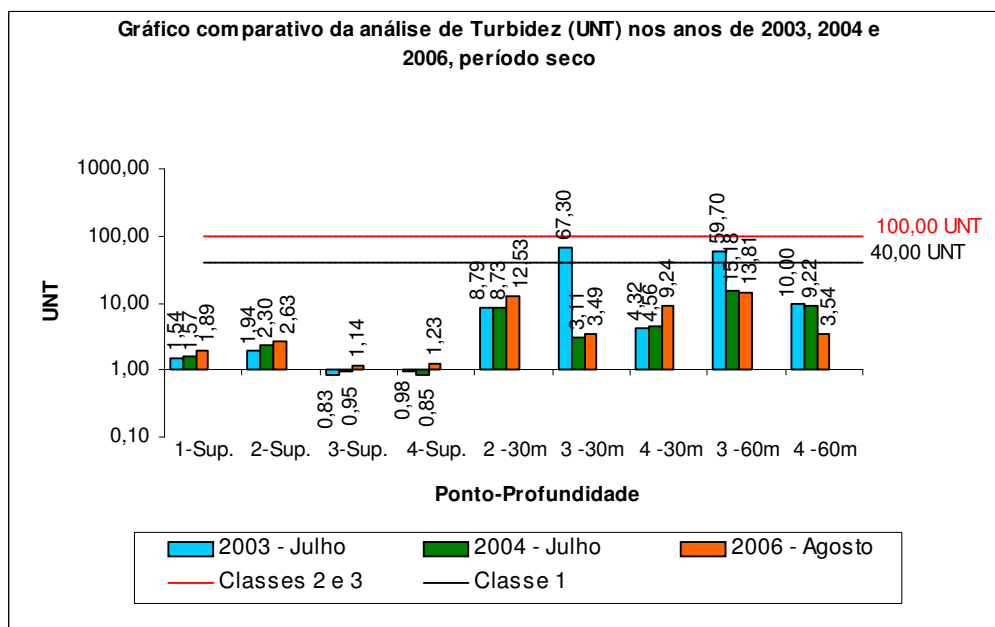
A turbidez é uma variável influenciada pela quantidade de sólidos suspensos totais presentes na água, entre eles partículas inorgânicas (siltes, argilas) provenientes do carreamento de sedimentos por escoamento superficial no solo e também pela presença material orgânico, entre eles as algas, plâncton, entre outros. (CETESB, 2008).

A análise dos resultados para este parâmetro mostrou que os períodos secos dos anos avaliados apresentaram valores entre 0,83 e 67,3 UNT (figura 47).

As amostras coletadas na superfície do lago se destacaram pelos menores valores (0,83 a 2,63 UNT), enquanto que as amostras de profundidade apresentaram os maiores valores de turbidez (3,11 a 67,3 UNT). Este fato possivelmente se deve a decantação dos sólidos dentro do lago.

Tabela 33 – Resultados de Turbidez (UNT) por ponto e profundidade de coleta, período seco.

Período das amostragens	Turbidez (UNT) por ponto e profundidade								
	1 Sup.	2 Sup.	3 Sup.	4 Sup.	2 30 m	3 30 m	4 30 m	3 60 m	4 60 m
2003 – Julho	1,54	1,94	0,83	0,98	8,79	67,30	4,32	59,70	10,00
2004 - Julho	1,57	2,30	0,95	0,85	8,73	3,11	4,56	15,18	9,22
2006 - Agosto	1,89	2,63	1,14	1,23	12,53	3,49	9,24	13,81	3,54



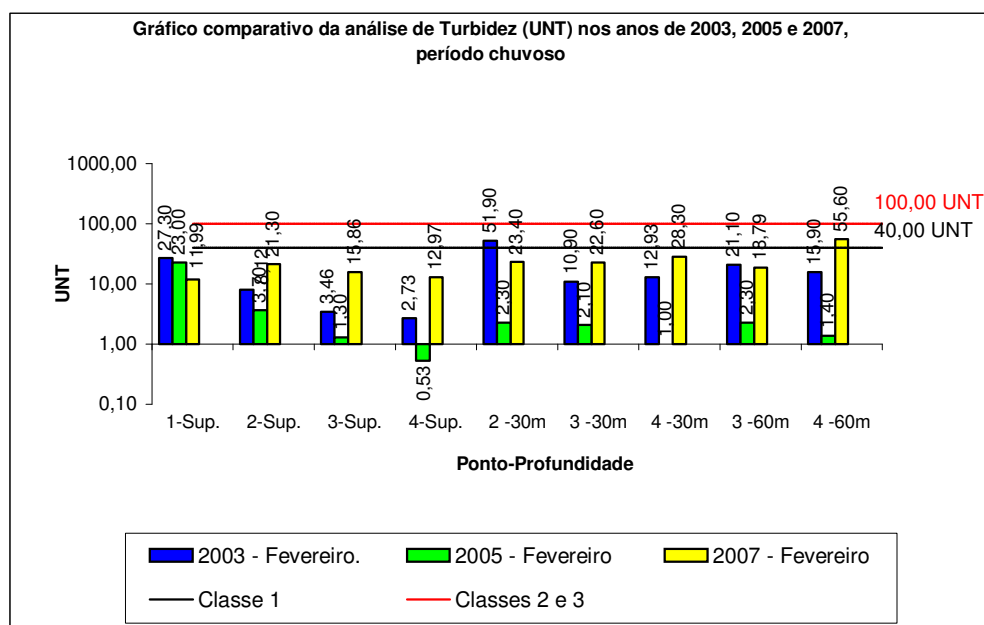
Ponto	Local da amostragem
1	Cabeceira do reservatório
2	Balsa de Indianópolis
3	Chácara Miranda V
4	Próximo Barragem Miranda

Figura 47 – Gráfico comparativo com os valores Turbidez (UNT) nos anos de 2003, 2004 e 2006, período seco.

Verifica-se nos períodos chuvosos dos anos de 2003, 2005 e 2007 (figura 48), uma homogeneidade dos resultados. Neste período, as amostras colhidas na superfície apresentaram uma elevação da turbidez em relação ao período seco. O ponto 4 superficial foi a única exceção. Os demais pontos tiveram um decréscimo de turbidez.

Tabela 34 – Resultados de Turbidez (UNT) por ponto e profundidade de coleta, período chuvoso.

Período das amostragens	Resultados de Turbidez (UNT) por ponto e profundidade								
	1 Sup.	2 Sup.	3 Sup.	4 Sup.	2 30 m	3 30 m	4 30 m	3 60 m	4 60 m
2003 – Fevereiro	27,30	8,12	3,46	2,73	51,90	10,00	12,93	21,10	15,90
2005 - Fevereiro	23,00	3,70	1,30	0,53	2,30	2,10	1,00	2,30	1,40
2007 - Fevereiro	11,99	21,30	15,86	12,97	23,40	22,60	28,30	18,79	55,60



Ponto	Local da amostragem
1	Cabeceira do reservatório
2	Balsa de Indianópolis
3	Chácara Miranda V
4	Próximo Barragem Miranda

Figura 48 – Gráfico comparativo com os valores de Turbidez (UNT) nos anos de 2003, 2005 e 2007, período chuvoso.



Para os períodos secos e chuvosos do ano, as amostras dos principais afluentes (figura 49), se enquadraram, segundo a Resolução CONAMA 357 (2005), como classe 1 (até 40 UNT). Conforme avaliado anteriormente, a baixa concentração de sólidos suspensos totais influenciou proporcionalmente nos baixos níveis de turbidez.

Tabela 35 – Resultados de Turbidez (UNT) dos principais afluentes do lago de Miranda, lago de Nova Ponte (montante) e Rio Araguari (jusante).

<b>Pontos de amostragem</b>	<b>Turbidez (UNT)</b>					
	<b>Períodos das coletas de amostras</b>					
	<b>2003</b>		<b>2004</b>	<b>2005</b>	<b>2006</b>	<b>2007</b>
	<b>Fev.</b>	<b>Jul.</b>	<b>Jul.</b>	<b>Fev.</b>	<b>Ago.</b>	<b>Fev.</b>
5-Córrego Manoel Velho (fz)	...	...	2,53	2,50	1,88	1,91
6-Córrego das Furnas (fz)	...	...	5,00	0,76	1,30	0,83
7-Rio Claro (fz)	...	...	3,53	4,30	1,94	4,91
8-Ribeirão da Rocinha (fz)	...	...	15,96	15,25	6,99	6,80
9-Rio Claro (Nascente)	...	...	...	...	...	13,50
10-Lago de Nova Ponte (montante de Miranda)	...	...	0,72	...	...	13,50
11-Rio Araguari (jusante de Miranda)	...	...	4,30	...	...	7,50

(...) quando não se dispõe de dado

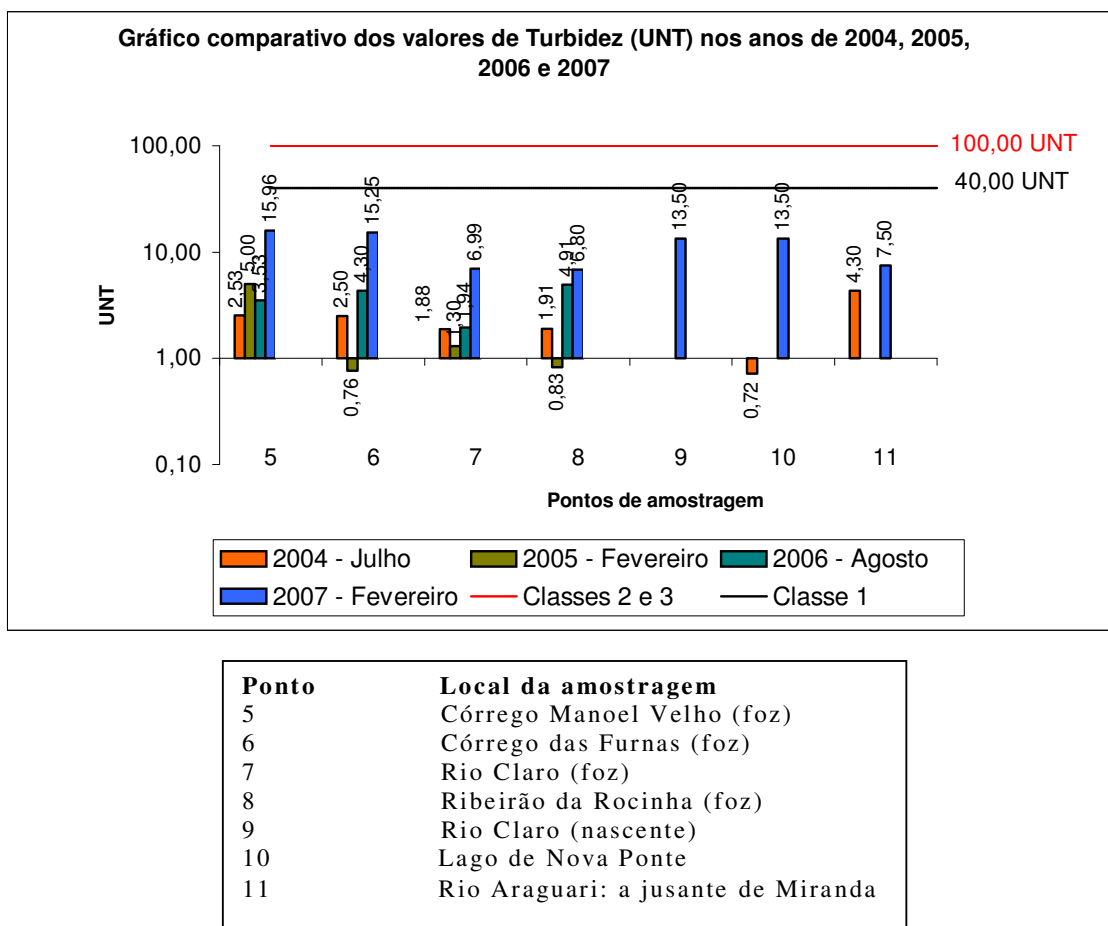


Figura 49 – Gráfico comparativo com os valores de Turbidez (UNT) nos anos de 2004, 2005, 2006 e 2007.

#### 6.1.11 Transparência – Disco de Secchi

É a alteração da profundidade de penetração da luz solar em um corpo d'água. É influenciada pelas partículas em suspensão as quais provocam a difusão e absorção da radiação luminosa. Tais partículas são constituídas por plâncton, bactérias, argilas, silte em suspensão, fontes de poluição que lançam material fino e outros (MACEDO, 2004).

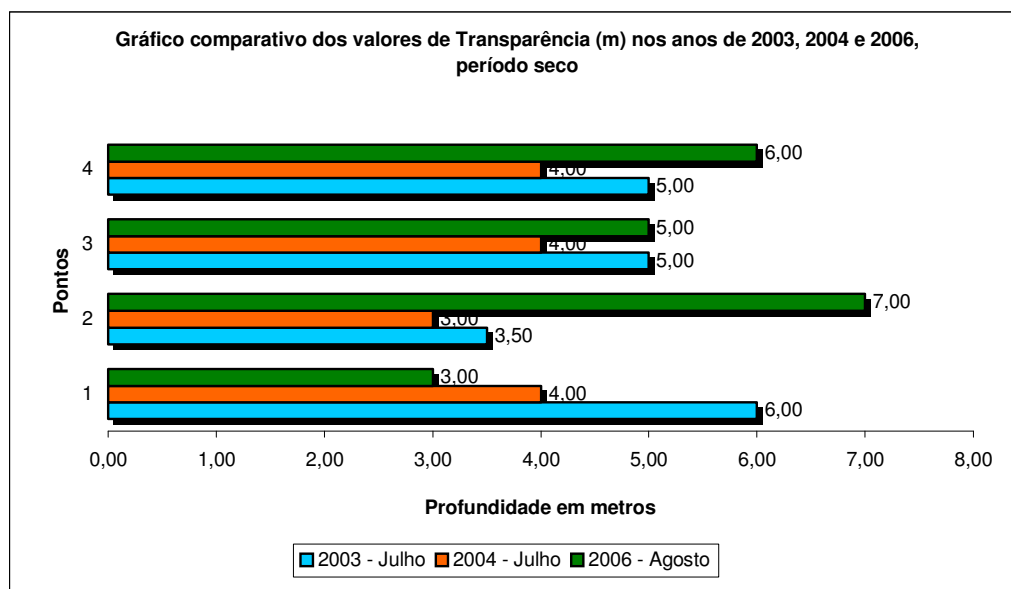
Sabe-se que o aumento da turbidez reduz a faixa eufótica, isto é, a zona que a luz solar alcança. A ausência da luz solar impossibilita o processo de fotossíntese, e conseqüentemente, diminui a quantidade de oxigênio.

A profundidade em que as faixas brancas e pretas do disco de Secchi não são mais visíveis é inversamente proporcional à quantidade de compostos orgânicos e inorgânicos no caminho ótico (PREISENDORFER, 1986).

Os resultados apresentados nas figuras 50 e 51 estão, respectivamente, entre 3 e 7 metros, e 0,5 e 7,0 metros.

Tabela 36 – Resultados de Transparência por ponto de coleta, período seco.

Período das amostragens	Resultados de Transparência (m) por ponto			
	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 4
2003 – Julho	6,00	3,50	5,00	5,00
2004 - Julho	4,00	3,00	4,00	4,00
2006 - Agosto	3,00	7,00	5,00	6,00

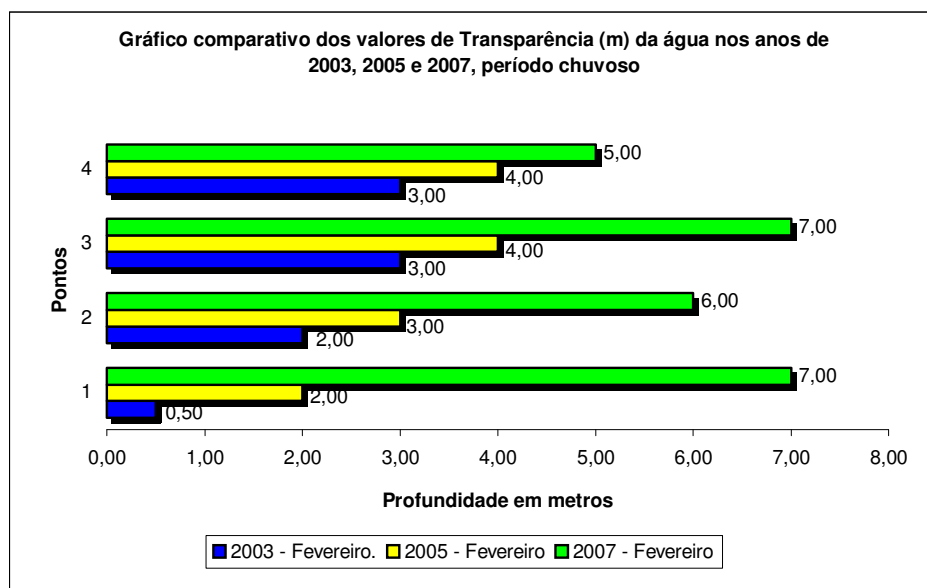


Ponto	Local da amostragem
1	Cabeceira do reservatório
2	Balsa de Indianópolis
3	Chácara Miranda V
4	Próximo Barragem Miranda

Figura 50 – Gráfico comparativo com os valores de Transparência (m) dos 4 afluentes principais nos anos de 2004, 2005, 2006 e 2007; lago de Nova Ponte e rio Araguari nos anos de 2004 e 2007.

Tabela 37 – Resultados de Transparência (m) por ponto de coleta, período chuvoso.

Período das amostragens	Transparência (m) por ponto profundidade			
	1 Sup.	2 Sup.	3 Sup.	4 Sup.
2003 – Fevereiro	0,50	2,00	3,00	3,00
2005 - Fevereiro	2,00	3,00	4,00	4,00
2007 - Fevereiro	7,00	6,00	7,00	5,00



Ponto	Local da amostragem
1	Cabeceira do reservatório
2	Balsa de Indianópolis
3	Chácara Miranda V
4	Próximo Barragem Miranda

Figura 51 - Gráfico comparativo com os valores de Transparência (m) obtidos com o disco de Secchi nos anos de 2003, 2005, e 2007, período chuvoso.

Observa-se que a transparência d'água foi influenciada diretamente pela quantidade de sólidos dissolvidos, sólidos suspensos, orgânicos e inorgânicos, presentes na água. Nos locais de maior incidência de sólidos dissolvidos, a transparência foi menor (período chuvoso de 2003). Portanto, a elevação dos sólidos é influenciada diretamente, pelo lançamento de resíduos sólidos e/ou

efluentes, originados do escoamento superficial da chuva, e/ou até mesmo descarte de efluentes.

#### 6.1.12 Cobre, ferro e manganês

Sabe-se que a presença de metais muitas vezes está associada à localização geográfica, seja na água ou no solo, e pode ser controlada limitando o uso de insumos agrícolas e limitando a produção de alimentos em solos contaminados com metais pesados.

Os resultados das análises químicas de cobre, ferro e manganês (Anexos A a Q) apresentaram inferiores a 0,13, 0,8 e 0,1 mg/L, respectivamente.

Os limites máximos estabelecidos pela legislação para fins de potabilidade da água, Portaria nº 518 do Ministério da Saúde (2004) são: 2,0 mg/L para o cobre, 0,3 mg/L para o ferro e 0,1 mg/L para o manganês. Desse modo, observa-se que todos os pontos de amostragem estão em conformidade com os limites permitidos para o cobre e manganês.

De acordo com a Portaria nº 518 do Ministério da Saúde (2004), os teores de ferro também estão dentro do limite permitido, com exceção dos pontos 1 e 2 (2006 e 2007) e 3 e 4 (2007).

Em relação aos afluentes principais avaliados, o lago de Nova Ponte e o rio Araguari a jusante da barragem de Miranda, verificou-se o atendimento aos valores máximos permitidos pela Portaria nº 518 do Ministério da Saúde (2004) para os parâmetros cobre e manganês. Todas as amostras coletadas nos

pontos de amostragem superaram o limite estabelecido para o ferro. Os resultados variaram de 0,43 a 2,56 mg/L para esse metal.

A presença de ferro, neste caso, pode ser originária do carreamento de solos pelo escoamento superficial e da solubilidade desse elemento com a água subterrânea.

No caso do Rio Claro, onde a amostragem foi realizada tanto nas proximidades da nascente quanto na foz, verificou-se que o nível de ferro aumenta com a proximidade do lago de Miranda.

O aumento do teor de ferro pode estar relacionado à presença de solos derivados de basaltos da Formação Serra Geral, ricos em ferro.

## 6.2 Avaliação do Índice de Qualidade das Águas

Por ser um recurso natural essencial à vida e as atividades humanas, como o abastecimento das populações, para o uso agrícola, industrial, geração de energia, entre outros múltiplos usos, a água deve ser preservada em quantidade e qualidade adequadas para sua utilização.

Os corpos d'água são sistemas complexos caracterizados como escoadouros naturais das áreas de drenagens adjacentes, que em princípio formam as bacias hídricas. A complexidade destes sistemas é diretamente influenciada pelo uso da terra, geologia, tamanho e formas das bacias de drenagem, além das condições climáticas locais. A utilização de indicadores de qualidade de água consiste no emprego de variáveis que se correlacionam

com as alterações ocorridas na microbacia, sejam estas de origens antrópicas ou naturais. Cada sistema lótico possui características próprias, o que torna difícil estabelecer uma única variável como um indicador padrão para qualquer sistema hídrico (TOLEDO, L. G. ; NICOLELLA, G., 2002).

A qualidade da água não se restringe à determinação da pureza da mesma, mas às suas características físicas, químicas e biológicas, em função dos diversos usos. As alterações destas características, na maioria dos casos, são causadas pela poluição, que pode ter diversas origens. Alterações no sistema aquático conduzem em prejuízos econômicos para a região, que vão desde a redução da captura da pesca até o aumento do custo de aquisição e tratamento da água (BILICH, M. R.; LACERDA, M. P. C., 2005).

As modificações no uso e cobertura do solo provocam significativas alterações no balanço de água, com reflexos nas camadas superficiais e subsuperficiais, ocorrendo erosão, transporte de sedimentos e elementos químicos bio-ativos, entre eles o nitrogênio e o fósforo, causando modificações no sistema ecológico e na qualidade da água (TOLEDO, A. M. A. ; BALLESTER, M. V. R. , 2001) .

Para a definição da qualidade da água são utilizados diversos parâmetros, os quais representam as suas características físicas, químicas e biológicas. Esses parâmetros são indicadores da qualidade da água e representam impurezas quando alcançam valores superiores aos estabelecidos para determinados usos. Uma metodologia que pondera estes diversos parâmetros é o IQA. Por meio deste índice, é possível estabelecer padrões e níveis de qualidade, os quais possibilitam o enquadramento de cursos d.água

em níveis ou classes de qualidade (BILICH, M. R.; LACERDA, M. P. C., 2005).

Neste sentido, a avaliação da qualidade da água busca a obtenção de índices de qualidade, os quais evidenciam as alterações em função das atividades antrópicas, entre elas o uso agrícola, industrial e urbano.

A avaliação do IQA a partir da análise das características físico-químicas e biológicas resulta em uma classificação de acordo com as seguintes escalas de valores: Ótimo ( $79 < \text{IQA} \leq 100$ ), Bom ( $51 < \text{IQA} \leq 79$ ), Regular ( $36 < \text{IQA} \leq 51$ ), Ruim ( $19 < \text{IQA} \leq 36$ ) e Péssima ( $\text{IQA} \leq 19$ ). Estas escalas de valores representam o grau de impureza segundo certos valores estabelecidos, que podem variar no intervalo de 0 a 100.

Diante disso, as análises físicas, químicas e bacteriológicas, tiveram o objetivo de avaliar o IQA do lago de Miranda e seus principais afluentes, conforme pode ser observado na tabela 38 e figura 52, a seguir.

Tabela 38 – Valores dos Índices de Qualidade da Água, por período e ponto de amostragem.

Pontos de amostragem	IQA nos anos e meses das amostragens					
	2003 Fevereiro	2003 Julho	2004 Julho	2005 Fevereiro	2006 Agosto	2007 Fevereiro
Lago de Miranda - Cabeceira	25	64	52	60	93	64
Lago de Miranda – Balsa Indianópolis	28	61	46	58	70	66
Lago de Miranda – Miranda. V	34	64	53	54	70	66
Lago de Miranda – Próximo a. barragem	35	69	66	66	62	69
Ribeirão da Rocinha	...	...	78	65	92	50
Córrego das Furnas	...	...	71	64	85	62
Córrego Manoel Velho	...	...	62	59	60	69
Rio Claro	...	...	63	62	92	53

(...) quando não se dispõe de dado



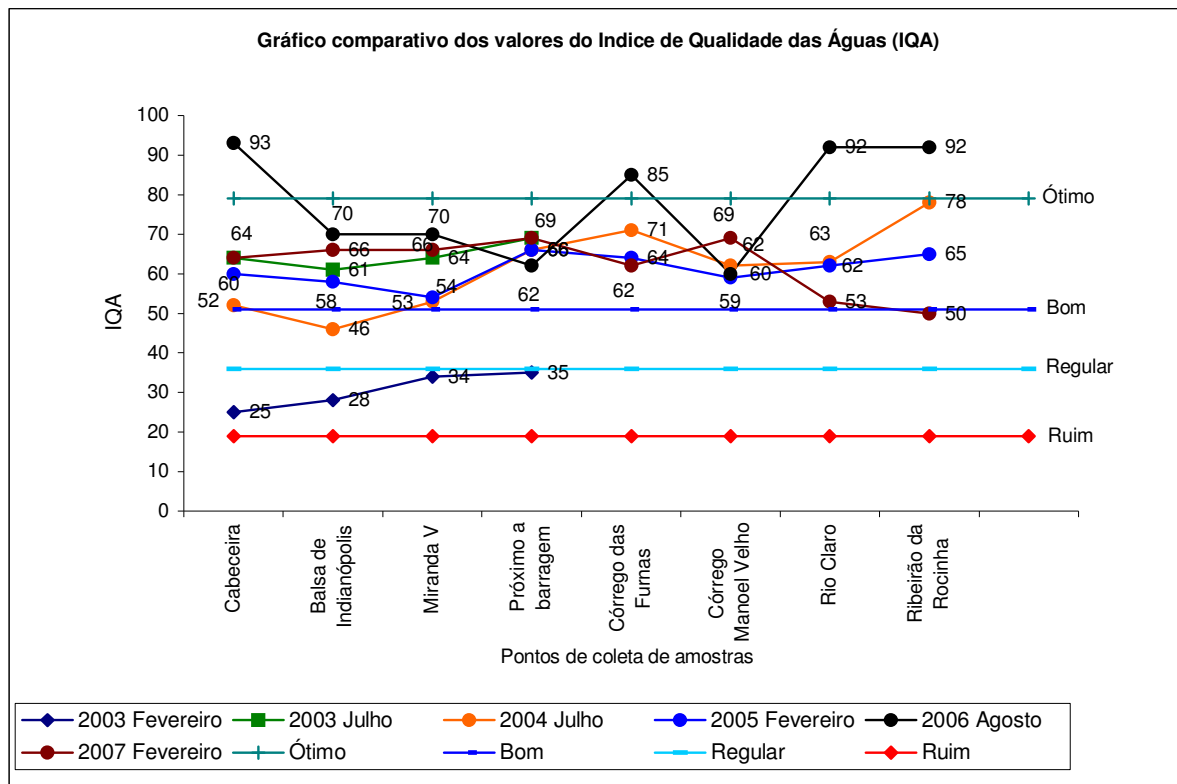


Figura 52 – Gráfico comparativo do Índice de Qualidade da Água. Intervalos de classificação: Ótimo:  $79 < IQA \leq 100$ , Bom:  $51 < IQA \leq 79$ , Regular:  $36 < IQA \leq 51$  e Ruim:  $19 < IQA \leq 36$ .

Verifica-se, na figura 52, que os índices de qualidade da água variam em função do local e período de amostragem. Os valores encontrados variam entre “Ruim”, “Regular”, “Bom” e “Ótimo”.

Sendo assim, é observado na figura 52 que a maioria dos pontos de se situaram dentro do intervalo de IQA “Bom”, exceto: a cabeceira da represa, Córrego das Furnas, Rio Claro e Ribeirão da Rocinha, que em fevereiro de 2007, enquadraram-se na categoria “Ótimo”; o ponto da balsa de Indianópolis (julho de 2004) e ribeirão da Rocinha (fevereiro de 2007), que se enquadraram como “Regular”; e todos os pontos de coleta do lago em fevereiro de 2003, enquadrados como “Ruins”.

O ano de 2006 apresentou uma melhor classificação em relação à qualidade de água, visto que os valores encontrados oscilaram entre as categorias de IQA “Bom” e “Ótimo”.

Ao contrário de 2006, a estação chuvosa do ano de 2003 (fevereiro) apresentou valores de IQA classificados como “Ruins”. Este fato deve-se provavelmente, à influência dos altos valores de sólidos totais (variação entre 3.991,0 a 41.949,0 mg/L) encontrados em todos os pontos de amostragem.

O mesmo pode ser observado para os pontos classificados como “Regular” - Balsa de Indianópolis (julho de 2004) e Ribeirão da Rocinha (fevereiro de 2007) - os quais apresentaram altos valores de sólidos totais (105,0 e 5.418,0 mg/L), quando comparados aos demais pontos dentro do mesmo período de amostragem.

Já os pontos classificados como “Ótimos”, caracterizaram-se por apresentar valores dos parâmetros DBO, pH, Oxigênio Dissolvido, Nitrogênio, Fósforo, Coliformes, Temperatura, Turbidez e Resíduo Total dentro dos limites condizentes com o IQA.

De forma geral, verifica-se que existe variabilidade dos parâmetros de ano para ano, nos períodos secos e chuvosos, alterando e dificultando o enquadramento do IQA.

O mesmo ponto de amostragem pode ser classificado em diferentes índices, dependendo do período da coleta de amostras.

Nota-se que os cursos de água da bacia de contribuição, do lago de Nova Ponte e das cidades situadas a montante, podem influenciar na variabilidade dos resultados de IQA no lago de Miranda.

A falta de uma caracterização representativa da qualidade da água do lago de Miranda pode resultar em um IQA incorreto. Portanto, sugere-se o acompanhamento por um período de tempo maior, a fim de buscar uma caracterização segura do IQA.

### 6.3 Avaliação do uso da terra e cobertura vegetal

O desenvolvimento das atividades produtivas tem gerado graves problemas ambientais, entre eles a degradação ambiental. No meio rural a cobertura vegetal natural cede lugar, em sua maioria, às atividades agropecuárias, modificando assim, as características naturais originais. O homem, através do uso desenfreado e inadequado da terra, vem degradando de forma preocupante o seu ambiente natural, gerando impactos, às vezes, irreversíveis ao meio ambiente. A degradação dos recursos naturais nos dias de hoje é um processo que deve ser estudado e contido com eficiência e rapidez (BELTRAME, 1994).

Segundo Rocha (1991), as bacias hidrográficas são consideradas “palcos” dessa degradação, e por esse motivo, devem ser monitoradas visando a adequação do uso de seus recursos naturais e que os impactos causados ao ambiente natural sejam os menores possíveis.

De acordo com Rosa (2007), para auxiliar nos estudos de desenvolvimento de determinada região, é necessário constantemente analisar e acompanhar a distribuição espacial do uso e ocupação do solo. Neste

contexto, as imagens de satélite constituem-se em importante ferramenta, bem consolidadas, como fonte de dados espaço-temporais permitindo análises das mudanças ocorridas no uso e ocupação do solo.

Sabe-se que na área de estudo, caracterizada como integrante do bioma Cerrado, possui um grande potencial agrícola considerando a disponibilidade de tecnologias capazes de gerar a produção e melhorar a qualidade do solo.

Porém, o modelo de agricultura adotado, em sua maioria, não leva em consideração as exigências legais de uma reserva legal como amostras do ecossistema natural, que funcione como um banco genético e ao mesmo tempo, um refúgio para a fauna e flora nativas.

Percebe-se que extensas áreas de vegetação nativa (mata de galeria, cerrado, cerradão, entre outras, estão sendo devastadas para o uso agrícola destinado, sobretudo, à produção de grãos como a soja, o café, o milho, além do cultivo da cana-de-açúcar, especialmente nos interflúvios amplos, pouco inclinados e com presença de latossolos. Soma-se a isto, o uso pelas atividades pecuárias de áreas extensas, muitas delas de relevo inclinado, realizado sem o manejo dos solos de forma adequada. O uso da terra para as atividades agropecuárias é responsável por grande devastação da cobertura vegetal natural. Sendo assim, o mapeamento da cobertura vegetal e do uso antrópico, permite o conhecimento e monitoramento da ocupação de determinada região e da bacia hidrográfica e permite delimitar áreas que ainda mantém uma cobertura vegetal natural preservada e aquelas em que este tipo de cobertura vegetal natural foi suprimida em função da ocupação e atividades humanas.

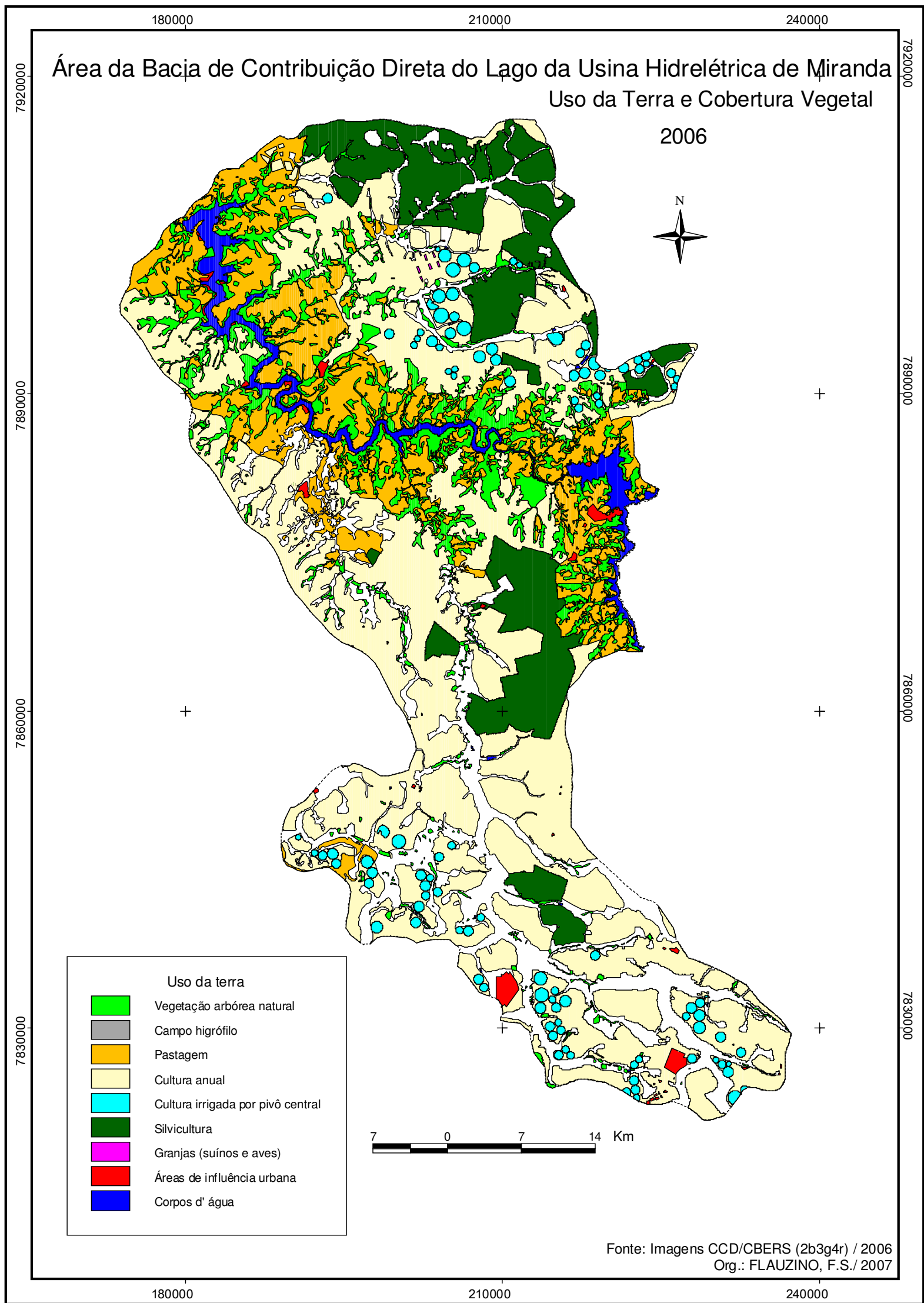


Figura 53 – Carta de uso da terra e cobertura vegetal da área de contribuição direta do lago da Usina Hidrelétrica de Miranda

A avaliação dos dados de cobertura vegetal e do uso antrópico da área de estudo, visualizados na figura 53, permite afirmar que 70,55% desta área já se apresentam ocupadas por algum tipo de influência antrópica, ou seja, pela agricultura, pecuária, reflorestamento, áreas urbanizadas, atividades minerárias, entre outros usos.

A tabela 39 a seguir, apresenta a distribuição em área e percentual dos tipos de uso da terra e cobertura vegetal identificados na bacia de contribuição direta do lago de Miranda no ano de 2006.

Tabela 39 – Área e percentual do uso da terra e cobertura vegetal

<b>Classes</b>	<b>Área (Km<sup>2</sup>)</b>	<b>Área (%)</b>
Cultura Irrigada	72,98	2,57
Área de Influência Urbana	18,29	0,64
Corpos d' água	76,24	2,68
Silvicultura	313,89	11,04
Cultura Anual	1178,13	41,43
Pastagem	422,33	14,85
Vegetação Arbórea Natural	344,88	12,13
Campo Higrófilo	416,32	14,64
Granjas (aves e suínos)	0,58	0,02
<b>Total</b>	<b>2843,64</b>	<b>100,0</b>

A figura 54 apresenta a distribuição de áreas com uso antrópico, cobertura vegetal natural e superfícies ocupadas por água.

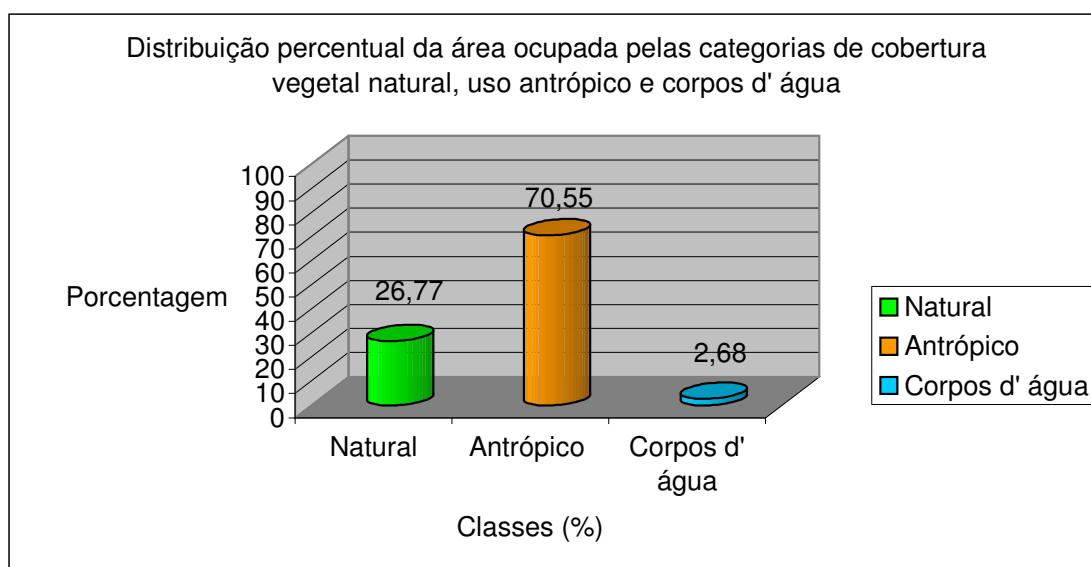


Figura 54 – Distribuição percentual de área ocupada pelas categorias cobertura vegetal natural, uso antrópico e água.

As figuras 55 a 61, a seguir, representam as categorias de ocupação encontradas na área estudada.





Figura 55 – Cultura anual. Local: Coordenadas UTM 185012 mE e 7885872 mN .  
Autor: Fabrício Silvério Flauzino - Data: 25.08.2007



Figura 56 – Cultura Irrigada. Local: Coordenadas UTM 22661 mE e 7890591mN.  
Autor: Fabrício Silvério Flauzino - Data: 25.08.2007





Figura 57 – Silvicultura. Local: Coordenadas UTM 22661 mE e 7890591 mN. Autor: Fabrício Silvério Flauzino - Data: 25.08.2007



Figura 58 – Granjas. Local: Coordenadas UTM 210315 mE e 7880616 mN. Autor: Fabrício Silvério Flauzino - Data: 25.08.2007





Figura 59 – Pastagem. Local: Coordenadas UTM 199809 mE e 7884357 mN. Autor: Fabrício Silvério Flauzino - Data: 25.08.2007



Figura 60 – Área de influência urbana (Chácaras Miranda V). Local: Coordenadas UTM 182237 mE e 7897975 mN. Autor: Fabrício Silvério Flauzino - Data: 12.08.2006



Figura 61 – Área de influência urbana (Chácaras Miranda V). Local: Coordenadas UTM: 182237 mE e 7897975 mN. Autor: Fabrício Silvério Flauzino - Data: 12.08.2006

A vegetação natural, caracterizada pelas áreas de mata, cerrado e cerradão e campos higrófilos, ocupa 26,77% da área total da bacia de contribuição direta ao lago de Miranda. Este percentual demonstra a intensa ação antrópica na área de estudo. A vegetação remanescente, de forma geral, está concentrada nas margens dos cursos d'água. Percebe-se ainda, que este percentual de cobertura vegetal que ainda apresenta um certo grau de preservação se encontra muito fragmentado, constituindo remanescentes de pequena extensão. As figuras 62 e 63 representam a vegetação arbórea natural.





Figura 62 - Vegetação arbórea natural razoavelmente preservada. Local: Coordenadas UTM 198140 mE e 7880602 mN Autor: Fabrício Silvério Flauzino - Data: 25.08.2007



Figura 63 - Vegetação arbórea natural. Local: Coordenadas UTM 199809 mE. e 7884357 mN Autor: Fabrício Silvério Flauzino - Data: 25.08.2007



Os corpos d'água, representam cerca de 2,67 % da área de estudo, sendo o lago de Miranda a principal superfície coberta d'água. Os recursos hídricos da área de estudo, de forma geral, são destinados ao consumo humano, irrigação de lavouras, geração de energia elétrica, dessentação de animais e para o lazer.

A figura 64 a seguir, mostra um dos pontos do lago da Usina Hidrelétrica de Miranda.



Figura 64 – Lago de Miranda (Balsa de Indianópolis). Local: Coordenadas UTM 198140 mE e 7880602 mN. Autor: Fabrício Silvério Flauzino - Data: 25.08.2007

A partir do mapeamento do uso e ocupação do solo da bacia de contribuição direta de Miranda constatou-se que, em torno de 70 % de sua área são ocupados pelas atividades antrópicas, entre elas a cultura anual, irrigada, e não irrigada, pastagens, silvicultura, granjas e pelas áreas urbanizadas (cidades e condomínios de chácaras).

## 7 CONCLUSÃO

Os resultados de observações e determinações realizadas no campo, de análises físico-químicas e bacteriológicas de laboratório e do cálculo do IQA, permitiram uma avaliação global – espacial e temporal - da qualidade das águas do lago da UHE em um espaço temporal de 5 anos (2003 a 2007).

Desta forma, os resultados obtidos evidenciaram a qualidade da água da bacia de contribuição direta do lago de Miranda e a influência do uso e ocupação da terra nessa qualidade e nas características naturais da bacia.

Os resultados permitem afirmar que os recursos hídricos da área estudada estão bastante vulneráveis à interferência humana direta ou indireta.

Os aspectos de qualidade da água do lago de Miranda que mais chamaram a atenção são: Demanda Bioquímica de Oxigênio, Oxigênio Dissolvido, Óleos e Graxas, Sólidos Dissolvidos Totais, Turbidez e Ferro. Todos os valores obtidos nas análises dos referidos parâmetros denotaram situações aquém dos padrões exigidos pela Resolução do CONAMA 357 (2005).

Alguns parâmetros físico-químicos da água não apresentaram grande variação na horizontal e na vertical (espacial) em épocas distintas do ano (temporal).

Diante dessa constatação, pode-se então, classificar este reservatório, quanto ao tipo de circulação da água, de acordo com Esteves (1998), como um lago holomítico, isto é, a sua circulação atinge toda a coluna d'água. Por se tratar de um reservatório, cuja profundidade comparada aos demais lagos do Brasil, é relativamente pequena. Assim sendo, a mudança da coluna de água acontece devido a alterações do próprio meio, tais como: vento, chuvas, entrada de afluentes, dentre outras, até mesmo, da forma de operação do reservatório.

A análise do IQA, por sua vez, mostrou que a maioria dos cursos d'água analisado apresenta índices que oscilam entre ótimo ( $79 < \text{IQA} \leq 100$ ) e regular ( $36 < \text{IQA} \leq 51$ ), sendo este dependente das épocas do ano. Este tipo de análise é de interpretação relativamente fácil e acaba por representar, com base em ponderações de ensaios, a qualidade da água em um determinado corpo d'água.

Observa-se que existe variabilidade dos parâmetros de ano para ano, nos períodos secos e chuvosos, alterando e dificultando o enquadramento do IQA. O mesmo ponto de amostragem pode ser classificado em diferentes índices, dependendo do período da coleta de amostras.

Nota-se que os cursos de água da bacia de contribuição, do lago de Nova Ponte e das cidades situadas a montante, podem influenciar na variabilidade dos resultados de IQA no lago de Miranda.

A falta de uma caracterização representativa da qualidade da água do lago de Miranda pode resultar em um IQA incorreto. Portanto, sugere-se o acompanhamento por um período de tempo maior, a fim de buscar uma caracterização segura do IQA.

Diante do estudo apresentado, entende-se que a formação do lago de uma hidrelétrica provoca desequilíbrio na estrutura das comunidades aquáticas em razão das alterações físico-químicas da água que podem ocasionar o desaparecimento ou a proliferação de espécies e a instalação de organismos invasores.

Portanto, destaca-se a importância da avaliação da qualidade da água do lago de Miranda, bem como uma futura avaliação da origem da contaminação verificada durante os estudos realizados. Identificar as causas da contaminação e a forma como ela ocorre se constitui em um importante subsídio para a preservação da qualidade da água, melhoria das condições ambientais para a biota aquática e para disponibilidade da água para as gerações futuras.

## 8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para continuidade deste trabalho, sugere-se a avaliação da água de toda a bacia hidrográfica do rio Araguari, em um período maior de tempo, bem como a verificação dos fatores que podem estar influenciando esta qualidade.

Os dados a serem obtidos poderão representar a situação real deste recurso hídrico, auxiliando, portanto, no processo de gestão da bacia hidrográfica.



## REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS. **Legislação**. Disponível em: <  
<http://www.ana.gov.br/Legislacao/default2.asp>>. Acesso em: 21 de outubro  
2007.

\_\_\_\_\_. **Informações hidrogeológicas**. Disponível em: <  
[http://www.ana.gov.br/GestaoRecHidricos/InfoHidrologicas/mapasredehidro/  
mapasredehidro.asp](http://www.ana.gov.br/GestaoRecHidricos/InfoHidrologicas/mapasredehidro/mapasredehidro.asp)>. Acesso em: 21 de outubro 2007.

\_\_\_\_\_. **IGAM e ANA cadastram usuários na bacia do rio Araguari**. 2008.  
Disponível em:<  
[http://www.ana.gov.br/SalaImprensa/noticiasExibe.asp?ID\\_Noticia=846](http://www.ana.gov.br/SalaImprensa/noticiasExibe.asp?ID_Noticia=846)>.  
Acesso em 15 ago. 2008.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Introdução ao  
gerenciamento de recursos hídricos**. 2. ed. Brasília: Agência Nacional de  
Energia Elétrica: Agência Nacional das Águas, 2001. 328 p.

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA). **Standard Methods  
for the Examination of Water and Wastewater**. 21st edition. Washington,  
2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR MB 3030:**  
águas – determinação do oxigênio dissolvido: método do eletrodo de  
membrana. Rio de Janeiro, 1989.

\_\_\_\_\_. **NBR 9251:** água – determinação do pH: método eletrométrico. Rio de  
Janeiro, 1986.

\_\_\_\_\_. **NBR 9897:** planejamento de amostragem de efluentes líquidos e corpos  
receptores. Rio de Janeiro, 1997.

\_\_\_\_ **NBR 9898:** preservação e técnicas de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores. Rio de Janeiro, 1997.

\_\_\_\_ **NBR 10357:** águas - determinação da demanda química de oxigênio: método de refluxo aberto. Rio de Janeiro, 1988.

\_\_\_\_ **NBR 10569:** águas - determinação de oxigênio dissolvido: método iodométrico de Winkler. Rio de Janeiro, 1988.

\_\_\_\_ **NBR 10561:** águas - determinação de resíduo sedimentável: método do cone Imhoff. Rio de Janeiro, 1988.

\_\_\_\_ **NBR 10664:** águas - determinação de resíduos (sólidos): método gravimétrico. Rio de Janeiro, 1989.

\_\_\_\_ **NBR 12614:** águas - determinação da demanda bioquímica de oxigênio: método de incubação: 20°C, cinco dias. Rio de Janeiro, 1992.

\_\_\_\_ **NBR 13348:** águas - determinação do teor de óleos e graxas. Rio de Janeiro, 1995.

BACCARO, C. A. D. Unidades geomorfológicas do Triângulo Mineiro: estudo preliminar. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, v. 3, n. 5/6, 1991. p. 37–42.

BELTRAME, A. V. **Diagnóstico do meio físico de bacias hidrográficas: modelo e aplicação** / Ângela da Veiga Beltrame. – Florianópolis: Ed. da UFSC, 1994. 112p.

BILICH, M. R., LACERDA, M. P. C. **Avaliação da qualidade da água do Distrito Federal (DF), por meio de geoprocessamento.** Anais XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Goiânia, Brasil, 16-21 abril 2005, INPE, p. 2059-2065.

BRANCO, S. M. **Hidrobiologia aplicada á engenharia sanitária.** 3 ed. São Paulo: CETESB/ASCETESB, 1986. 602p.

BRASIL. **Ministério do Meio Ambiente/SEMAD** Sistema de cálculo da qualidade da água (SCQA). Relatório 1 – PNMA II, Brasília, 2005.

\_\_\_\_ **Ministério das Minas e Energia. Secretaria Geral.** Projeto RADAMBRASIL Folha SD.22 Goiás. Rio de Janeiro, 1983. v. 31, 768 p.

\_\_\_\_. **Portaria n.º 518, de 25 de março de 2004.** Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, e dá outras providências. Disponível: em < <http://e-legis.anvisa.gov.br/leisref/public>>. Acesso em: 15 de janeiro de 2008.

\_\_\_\_. **Resolução do CONAMA n.º 357, de 17 de março de 2005.** Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Disponível: em < <http://www.siam.mg.gov.br/sla/>>. Acesso em: 15 de janeiro de 2008.

BRITO, J. L. S., ROSA, R. Elaboração do mapa de solos da bacia do rio Araguari na escala de 1:500.000. In: SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOGRAFIA, 2, 2003, Uberlândia. **CD – ROM do II Simpósio Regional de Geografia.** Uberlândia: Universidade Federal de Uberlândia, Instituto de Geografia, 2003. p. 1-7.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL.  
Normalização técnica L5.202. **Coliformes totais e fecais** – determinação do número mais provável pela técnica de tubos múltiplos. São Paulo, 1984. 135 p.

\_\_\_\_\_. **Modelo matemático para cálculo do Índice de Qualidade da Água.**  
São Paulo, 1979. 97 p. Relatório.

\_\_\_\_\_. **Glossário ecológico.** Disponível em: <  
<http://www.cetesb.sp.gov.br/Institucional/glossario>>. Acesso em: 15 de janeiro de 2008.

\_\_\_\_\_. **Qualidade das águas interiores no Estado de São Paulo - 2007.** São Paulo: CETESB, 2008. 537 p. (Série Relatórios / CETESB, ISSN 0103 -4103). Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/agua/rios/publicacoes.asp>>. Acesso em 11 ago. 2008.

CONFERÊNCIA DE ABERTURA DO VII CONGRESSO BRASILEIRO DE LIMNOLOGIA. 2000. São Carlos, SP. **Limnologia no século xxi: perspectivas e desafios.** São Carlos: IIE, 1999. 24 p.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução nº 357, de 17 de março de 2007. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições de lançamento de efluentes, e dá outras providências.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos.** Brasília: EMBRAPA, Produção de informação, 1999. 412p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA CERRADOS. **São Luiz: Folha SA-23-Z-A:** cobertura vegetal dos biomas brasileiros. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, 2006. 1 mapa, color., 118 cm x 84 cm. Escala 1:250.000. Disponível em: <<http://mapas.mma.gov.br/geodados/brasil/vegetacao/vegetacao2002/>>. Acesso em: Abril de 2007.

ESTEVEES, F. A. **Fundamentos da Limnologia**. 2. ed. Rio de Janeiro: Interciência: FINEP, 1998. 602 p.

FELTRAN FILHO, A. **A estruturação das paisagens nas chapadas do Oeste Mineiro**. 1995. 251p. Tese (Doutorado) - FFLCH, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1995.

FUNDAÇÃO DE AMPARO À PESQUISA DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Ecologia de reservatórios: estrutura, função e aspectos sociais**. Botucatu: FUNDIBIO: FAPESP. Raul Henry, 1999. 800 p.

FUNDAÇÃO DO COMITÊ INTERNACIONAL DO MEIO AMBIENTE LACUSTRE. **Diretrizes para o gerenciamento de lagos: Princípios para o gerenciamento de lagos**. S. Editores: E. Jørgensen e R. A. Vollenweider. Tradução: Dino Vannucci. Editor da série em português: José Galizia Tundisi. Volume 1. São Carlos: ILEC; IIE; UNEP, 2000. 202 p.

FLAUZINO, F. S.. **Avaliação da qualidade da água: lago da usina Hidrelétrica de Miranda**. Monografia apresentada ao instituto de geografia, com vistas à conclusão do curso de bacharelado em geografia. Universidade Federal de Uberlândia. 2003. 53 p.

GUERRA, A. T. **Recursos naturais do Brasil**/ Antônio Teixeira Guerra. 3 ed. /Rio de Janeiro: IBGE, 1980. 220p.

IBGE. **Carta Internacional ao milionésimo**. Folha: Belo Horizonte (SE-23). Escala 1:1.000.000. Brasília: IBGE, 1999. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>> Acesso em Outubro de 2007.

IBGE. **Carta Internacional ao milionésimo**. Folha: Goiânia (SE-22). Escala 1:1.000.000. Brasília: IBGE, 1999. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>> Acesso em Outubro de 2007.

INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS – IGAM – CETEC. Base Digital GeoMINAS. **Bacia do Rio Paranaíba - UPGRHs PN1, PN2 e PN3 - Dados de qualidade das águas: 2007**. 1 mapa, color., 21,0 x 29,7 cm. Escala: 1:2.600.000. Disponível em: <http://aguas.igam.mg.gov.br/aguas/htmls/downloads.htm>>. Acesso em: 11 ago. 2008.

INTERNACIONAL ENGENHARIA S.A, CEMIG (1988). **Usina Hidrelétrica de Miranda: Projeto Básico. Relatório Final. Anexo D – Estudos Ambientais (1º Tomo)**. Belo Horizonte, 1988. 93 p. Relatório.

INTERNACIONAL ENGENHARIA S.A, CEMIG (1988). **Usina Hidrelétrica de Miranda: Projeto Básico. Relatório Final. Anexo D – Estudos Ambientais (4º Tomo)**. Belo Horizonte, 1988. 126 p. Relatório.

\_\_\_\_\_. (1996). **Usina Hidrelétrica de Miranda: Projeto Executivo. Relatório Final. Complementação dos estudos e monitoramento da fauna da U.H.E. MIRANDA**, Volumes I; II; III, documento nº 11.158-RE-M92-037, Belo Horizonte, 1996. 153 p. Relatório.

\_\_\_\_\_. (1997). **Usina Hidrelétrica de Miranda: Projeto Executivo. Plano Diretor. Relatório Final**. Documento nº 11.158-RE-M90-038, Belo Horizonte, 1997. 95 p. Relatório.

\_\_\_\_\_. (1996). **Usina Hidrelétrica de Miranda: Projeto Executivo. Relatório Final. Estudos limnológicos complementares**, documento nº 11.158-RE-M92-034, Belo Horizonte, 1996. 97 p. Relatório.

INÁCIO FILHO, G. **A monografia nos cursos de graduação**. Uberlândia: EDUFU, 1992. 107p.

INTERNACIONAL DE ENGENHARIA; COMPANHIA ENERGÉTICA DE MINAS GERAIS. **Relatório final: Projeto executivo do plano diretor da Usina Hidrelétrica de Miranda**. Belo Horizonte, 1997. 95 p. Relatório.

INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS. **Qualidade da água.** Disponível em < [http:// www.igam.mg.gov.br/index.php](http://www.igam.mg.gov.br/index.php)>. Acesso em 29 de outubro de 2007.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. **Dados de satélites.** Disponível em: < <http://www.dgi.inpe.br/CDSR/> >. Acesso em 10 de janeiro de 2007.

JORDÃO, E. P.; PESSOA, C. A. **Tratamento de esgotos domésticos.** Rio de Janeiro: ABES, 2005, 3. ed..

KOPPEN, W., REIGER, R. **O clima brasileiro.** Disponível em: < <http://www.climabrasileiro.hpg.com.br/dados.htm> > . Acesso em 11 de janeiro de 2007.

LABORATÓRIO DE LIMNOLOGIA E PLANEJAMENTO AMBIENTAL. **Limnologia.** Disponível em < [http:// www.dern.ufes.br/limnol/zonaslago.jpg](http://www.dern.ufes.br/limnol/zonaslago.jpg)> Acesso em 18 de maio de 2008.

LIBÂNIO, M.. **Fundamentos de qualidade e tratamento de água.** Campinas: Ed. Átomo, 2005. 444 p.

LIMA, S. C.; ROSA, R.; BACCARO, C. A. D.; Guimarães, R. M.; Chagas, I. **Avaliação dos Cerrados de Minas Gerais e indicação de áreas potenciais** para a preservação. In: Sociedade & Natureza, Uberlândia, 10 (19): 5-44, Janeiro/Junho, 1998.

MACÊDO, J.A.B. **Águas & Águas:** Métodos laboratoriais de análises físico-químicas e microbiológicas. Juiz de Fora-MG: Macêdo, 2001, 302p.

\_\_\_\_\_. \_\_\_\_\_. 2ª ed. Belo Horizonte/MG. 2003. 450 p.

\_\_\_\_\_ **Águas & Águas.** 2ª. ed. Belo Horizonte: C.R.Q. MG, 2004. 977p.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Gestão dos recursos hídricos: aspectos , legais, econômicos e sociais.** Minas Gerais. Demetrius da Silva, Fernando Falco Pruski, editores. Brasília, DF: Secretaria de Recursos Hídricos; Viçosa, MG: Universidade federal de Viçosa; Porto Alegre: Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 2000. 659 p.

MIRANDA, J. I. **Fundamentos de Sistemas de Informações Geográficas/** Miranda, José Iguelmar. – Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2005. 425p.

NISHIYAMA, L. Geologia do município de Uberlândia e áreas adjacentes. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, v. 1, n. 1, 1989. p. 9-16.

PREISENDORCER, R. W. **Secchi disk science:** visual optics of natural waters. *Limnologia. Oceanografia*, 1986. 909-926.

PRADO, R. B. **Geotecnologias aplicadas à análise espaço temporal do uso e cobertura da terra e qualidade da água do reservatório de Barra Bonita, SP, como suporte a gestão de recursos hídricos.** 2004. 274 p. Tese de Doutorado – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Carlos. 2004.

PROJETO DE CONSERVAÇÃO E UTILIZAÇÃO SUSTENTÁVEL DA DIVERSIDADE BIOLÓGICA BRASILEIRA - PROBIO. **Proposta de Projeto – Edital PROBIO 02/2004.** Levantamento dos remanescentes da cobertura vegetal dos biomas brasileiros. Brasília, 2004.

REBOUÇAS, A. C.; BRAGA, B.; TUNDISI, J. G. (org.). **Águas doces no Brasil:** capital ecológico, uso e conservação. 3. ed. São Paulo: Escrituras Editora, 2006. 748 p.



RIGHETTO, A. M. **Hidrologia e recursos hídricos**. São Carlos: EESC/USP, 1998. 840 p.

RODRIGUES, S. C. Mudanças ambientais na região do cerrado: análise das causas e efeitos da ocupação e uso do solo sobre o relevo. O caso da bacia hidrográfica do rio Araguari, MG. **GEOUSP – Espaço e Tempo**. São Paulo, nº 12, pp. XX, 2002.

ROSA, R.; BRITO, J. L. S. **Introdução ao geoprocessamento**: sistema de informação geográfica. Uberlândia: EDUFU, 1996. 104 p.

ROSA, R. *et al* D. Elaboração de uma base cartográfica e criação de um banco de dados georrefenciados da bacia hidrográfica do rio Araguari – MG. In \_\_\_\_\_. **Gestão ambiental da bacia do rio Araguari**: rumo ao desenvolvimento sustentável. Uberlândia: Programa de pós-graduação em geografia – UFU, 2004. p. 69-87.

ROSA, R. **Introdução ao sensoriamento remoto**. 6. ed. Uberlândia: EDUFU, 2007. 248 p.

ROCHA, J. S. M. **Manual de manejo integrado de bacias hidrográficas**. – Santa Maria – Edições UFSM, 1991. 181p.

ROCHA, C. H. B. **Geoprocessamento: tecnologia transdisciplinar**/ Cezar Henrique Barra Rocha. – Juiz de Fora, MG: Ed. do Autor, 2000. 220p.

SILVA, A. M.; PINHEIRO, M. S. de F.; FREITAS, N. E. **Guia para normalização de trabalhos técnico-científicos**: projetos de pesquisa, monografias, dissertações, teses. Uberlândia: UFU, 2000. 163p. (Atualizado pela NBR 6023/ago/2000).

SILVA, W. M. da. **Caracterização do reservatório de Nova Ponte (MG) nos meses de julho / 95 (período de seca) e fevereiro / 96 (período chuvoso) com ênfase na composição e distribuição do zooplâncton.** 1998. 104 p. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Carlos. 1998.

SILVA, M.K.A., ROSA, R. **Aplicação das imagens CBERS no levantamento do uso da terra e cobertura vegetal natural da bacia do Ribeirão Douradinho no município de Uberlândia/ MG.** Anais XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Florianópolis, Brasil, 21-26 abril 2007, INPE, p. 1151-1157.

SOUZA, J. L. **Limnologia.** Disponível em < <http://www.meumundo.americaonline.com.br/jlvcouto/index.htm> > Acesso em 18 de maio de 2008.

SPERLING, E. V. **Morfologia de lagos e represas.** Belo Horizonte: DESA/UFGM, 1999. 138 p.

TOLEDO, A. M. A., BALLESTER, M.V. R. **Variabilidade espaço-temporal do uso e cobertura do solo e a qualidade da água em duas microbacias hidrográficas do Estado de São Paulo.** Anais X SBSR, Foz do Iguaçu, 21-26 de abril de 2001, INPE, p. 543-545, Sessão Pôster.

TOLEDO, L. G., NICOLELLA, G. . **Índice de qualidade de água em microbacia sob uso agrícola e urbano.** Jaguariúna, SP. Embrapa: Scientia Agrícola, v.59, n.1, p.181-186, jan./mar. 2002.

TUNDISI, J. G., TUNDISI, T. M. **A água.** São Paulo: Publifolha, 2005. 120 p.

TUNDISI, J. G. **Água no século XXI: enfrentando a escassez.** 2. ed. São Paulo: RIMA IIE, 2005. 251 p.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA. **Convênio CEMIG. Monitoramento do uso do solo e da cobertura vegetal na área de influência da Usina Hidrelétrica de Miranda – MG: Relatório final**, s. i., Uberlândia, 1995.

VON SPERLING, M.. **Introdução à Qualidade das Águas e ao Tratamento de Esgotos**. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental- DESA. Universidade Federal de Minas Gerais, 1996. 242 p

## APÊNDICES

Apêndice A – Resultados das análises físico-químicas e bacteriológicas anos de 2003, 2004, 2005, 2006 e 2007. Ponto de amostragem: Cabeceira da represa – amostra superficial. Coordenadas UTM: 209062 mE, 7886620 mN.

ENSAIOS	ANO 2003		ANO 2004	ANO 2005	ANO 2006	ANO 2007
	FEVEREIRO	JULHO	JULHO	FEVEREIRO	AGOSTO	FEVEREIRO
Demanda Bioquímica de Oxigênio (mgO <sub>2</sub> /L)	24,4	12,6	26,0	24,38	5,16	1,0
Demanda Química de Oxigênio (mgO <sub>2</sub> /L)	37,5	20,0	39,0	37,51	7,95	1,2
Cobre (mg/L)	...	...	...	...	...	0,13
Coliformes Totais (N.M.P./100 mL)	3 x 10 <sup>3</sup>	3 x 10 <sup>3</sup>	3 x 10 <sup>3</sup>	3 x 10 <sup>3</sup>	Ausência	3 x 10 <sup>3</sup>
Coliformes Fecais(N.M.P./100 mL)	3 x 10 <sup>3</sup>	3 x 10 <sup>3</sup>	3 x 10 <sup>3</sup>	3 x 10 <sup>3</sup>	Ausência	3 x 10 <sup>3</sup>
Escherichia coli (N.M.P./100 mL)	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência
Ferro Total (mg/L)	...	...	...	...	0,38	0,81
Fósforo Total (mg/L)	1,6127	*ND	0,037	*ND	*ND	0,478
Manganês (mg/L)	...	...	...	...	...	< 0,1
Nitrato (mg/L)	...	...	...	...	3,2	3,0
Nitrito (mg/L)	...	...	...	...	0,04	0,05
Nitrogênio Amoniacal (mg/L)	*ND	*ND	*ND	*ND	*ND	*ND
Nitrogênio Total (mg/L)	*ND	*ND	*ND	*ND	*ND	*ND
Óleos e graxas (mg/L)	6,8	16,4	21,2	2,60	3,20	4,0
Oxigênio Dissolvido (mgO <sub>2</sub> /L)	0,7	4,5	5,5	6,8	6,8	7,2
pH	6,8	7,2	7,35	7,08	8,27	8,02
Transparência no Disco de Secchi (metros)	0,5	6,0	4,0	2,0	3,0	7,0
Sólidos Dissolvidos Totais (mg/L)	41.929,9	29,0	22,34	30,5	34,0	22,80
Sólidos Sedimentáveis (mg/L)	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Sólidos Suspensos Totais (mg/L)	20,0	3,0	1,66	1,5	1,0	3,20
Sólidos Totais (mg/L)	41.949,0	32,0	24,0	32,0	35,0	26,0
Temperatura (°C)	25,5	21,4	20,2	25,8	19,2	28,0
Turbidez (UNT)	27,3	1,54	1,57	23,0	1,89	11,99

\*ND – Não detectado pelo método  
(...) quando não se dispõe de dado

Apêndice B – Resultados das análises físico-químicas e bacteriológicas anos de 2003, 2004, 2005, 2006 e 2007. Ponto de amostragem: Balsa de Indianópolis – amostra superficial. Coordenadas UTM: 190893 mE, 7889224 mN.

ENSAIOS	ANO 2003		ANO 2004	ANO 2005	ANO 2006	ANO 2007
	FEVEREIRO	JULHO	JULHO	FEVEREIRO	AGOSTO	FEVEREIRO
Demanda Bioquímica de Oxigênio (mgO <sub>2</sub> /L)	20,5	11,94	36,4	19,8	1,78	5,5
Demanda Química de Oxigênio (mgO <sub>2</sub> /L)	31,5	18,4	56,0	30,47	2,74	7,4
Cobre (mg/L)	...	...	...	...	...	0,10
Coliformes Totais (N.M.P./100 mL)	3 x 10 <sup>3</sup>	3 x 10 <sup>3</sup>	3 x 10 <sup>3</sup>	3 x 10 <sup>3</sup>	3 x 10 <sup>3</sup>	3 x 10 <sup>3</sup>
Coliformes Fecais(N.M.P./100 mL)	3 x 10 <sup>3</sup>	3 x 10 <sup>3</sup>	3 x 10 <sup>3</sup>	3 x 10 <sup>3</sup>	3 x 10 <sup>3</sup>	3 x 10 <sup>3</sup>
Escherichia coli (N.M.P./100 mL)	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência
Ferro Total (mg/L)	...	...	...	...	0,37	0,37
Fósforo Total (mg/L)	1,2176	0,08255	0,034	*ND	*ND	0,520
Manganês (mg/L)	...	...	...	...	2,6	3,1
Nitrato (mg/L)	...	...	...	...	0,03	0,05
Nitrito (mg/L)	*ND	*ND	*ND	*ND	*ND	*ND
Nitrogênio Amoniacal (mg/L)	*ND	*ND	*ND	*ND	*ND	*ND
Nitrogênio Total (mg/L)	5,2	153,6	15,2	5,20	2,80	11,60
Óleos e graxas (mg/L)	1,0	4,2	6,2	7,2	7,6	7,4
Oxigênio Dissolvido (mgO <sub>2</sub> /L)	6,7	7,05	8,63	7,33	6,86	8,4
pH	2,0	3,5	3,0	3,0	7,0	6,0
Transparência no Disco de Secchi (metros)	4.191,0	31,0	101,67	8,0	28,0	28,50
Sólidos Dissolvidos Totais (mg/L)	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Sólidos Sedimentáveis (mg/L)	11,0	3,0	3,33	1,0	1,0	2,5
Sólidos Suspensos Totais (mg/L)	4.202,0	34,0	105,0	9,0	29,0	31,0
Sólidos Totais (mg/L)	24,8	22,3	20,6	28,4	21,2	28,8
Temperatura (°C)	8,12	1,94	1,64	3,7	2,63	21,3
Turbidez (UNT)	8,12	1,94	2,30	3,7	2,63	21,30

\*ND – Não detectado pelo método

(...) quando não se dispõe de dado

Apêndice C – Resultados das análises físico-químicas e bacteriológicas anos de 2003, 2004, 2005, 2006 e 2007. Ponto de amostragem: Balsa de Indianópolis – amostra retirada a 30 metros de profundidade. Coordenadas UTM: 190893 mE, 7889224 mN.

ENSAIOS	ANO 2003		ANO 2004	ANO 2005	ANO 2006	ANO 2007
	FEVEREIRO	JULHO	JULHO	FEVEREIRO	AGOSTO	FEVEREIRO
Demanda Bioquímica de Oxigênio (mgO <sub>2</sub> /L)	30,0	19,2412,6	28,0	28,56	3,52	2,8
Demanda Química de Oxigênio (mgO <sub>2</sub> /L)	46,0	29,595	42,6	43,95	5,42	3,3
Cobre (mg/L)	...	...	...	...	...	...
Coliformes Totais (N.M.P./100 mL)	..	..	..	..	..	..
Coliformes Fecais(N.M.P./100 mL)	..	..	..	..	..	..
Escherichia coli (N.M.P./100 mL)	..	..	..	..	..	..
Ferro Total (mg/L)	...	...	...	...	...	...
Fósforo Total (mg/L)	1,6667	0,0288	0,212	0,133	*ND	*ND
Manganês (mg/L)	...	...	...	...	...	...
Nitrato (mg/L)	...	...	...	...	3,0	3,3
Nitrito (mg/L)	...	...	...	...	0,03	0,04
Nitrogênio Amoniacal (mg/L)	*ND	*ND	*ND	*ND	*ND	*ND
Nitrogênio Total (mg/L)	*ND	*ND	*ND	*ND	*ND	*ND
Óleos e graxas (mg/L)	-	-	-	-	-	-
Oxigênio Dissolvido (mgO <sub>2</sub> /L)	*ND	7,45	11,0	7,5	10,3	7,3
pH	5,7	7,29	8,31	6,88	7,82	8,33
Transparência no Disco de Secchi (metros)	...	...	...	...	...	...
Sólidos Dissolvidos Totais (mg/L)	31.906,0	46,0	37,17	51,00	34,60	10,00
Sólidos Sedimentáveis (mg/L)	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Sólidos Suspensos Totais (mg/L)	35,0	10,0	6,83	5,0	10,40	24,0
Sólidos Totais (mg/L)	31.941,0	56,0	44,0	56,0	45,0	34,0
Temperatura (°C)	21,1	21,2	17,6	24,4	20,8	28,5
Turbidez (UNT.)	51,9	8,79	8,73	2,3	12,53	23,4

\*ND – Não detectado pelo método

(..) quando não se aplica o dado numérico

(...) quando não se dispõe de dado

Apêndice D – Resultados das análises físico-químicas e bacteriológicas anos de 2003, 2004, 2005, 2006 e 2007. Ponto de amostragem: Miranda V – amostra superficial. Coordenadas UTM: 182237 mE, 7897975 mN.

ENSAIOS	ANO 2003		ANO 2004	ANO 2005	ANO 2006	ANO 2007
	FEVEREIRO	JULHO	JULHO	FEVEREIRO	AGOSTO	FEVEREIRO
Demanda Bioquímica de Oxigênio (mgO <sub>2</sub> /L)	25,0	8,46	23,0	18,08	11,27	4,8
Demanda Química de Oxigênio (mgO <sub>2</sub> /L)	38,5	13,0	34,6	27,83	17,34	6,3
Cobre (mg/L)	...	...	...	...	...	0,06
Coliformes Totais (N.M.P./100 mL)	3 x 10 <sup>3</sup>	3 x 10 <sup>3</sup>	3 x 10 <sup>3</sup>	3 x 10 <sup>3</sup>	3 x 10 <sup>3</sup>	3 x 10 <sup>3</sup>
Coliformes Fecais(N.M.P./100 mL)	3 x 10 <sup>3</sup>	3 x 10 <sup>3</sup>	3 x 10 <sup>3</sup>	3 x 10 <sup>3</sup>	3 x 10 <sup>3</sup>	3 x 10 <sup>3</sup>
Escherichia coli (N.M.P./100 mL)	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência
Ferro Total (mg/L)	...	...	...	...	0,20	0,36
Fósforo Total (mg/L)	1,1490	0,0854	0,070	0,323	0,10	0,020
Manganês (mg/L)	...	...	...	...	...	...
Nitrato (mg/L)	...	...	...	...	3,4	2,8
Nitrito (mg/L)	...	...	...	...	0,03	0,04
Nitrogênio Amoniacal (mg/L)	*ND	*ND	*ND	*ND	*ND	*ND
Nitrogênio Total (mg/L)	*ND	*ND	*ND	*ND	*ND	*ND
Óleos e graxas (mg/L)	28,4	135,6	26,0	7,0	7,4	9,4
Oxigênio Dissolvido (mgO <sub>2</sub> /L)	3,0	4,8	5,8	6,9	10,9	7,2
pH	7,4	7,15	8,29	7,3	8,15	8,2
Transparência no Disco de Secchi (metros)	3,0	5,0	4,0	4,0	5,0	7,0
Sólidos Dissolvidos Totais (mg/L)	7.433,0	21,0	17,34	10,0	39,0	17,8
Sólidos Sedimentáveis (mg/L)	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Sólidos Suspensos Totais (mg/L)	9,0	3,0	1,66	1,25	3,0	3,2
Sólidos Totais (mg/L)	7.442,0	24,0	19,0	14,0	42,0	21,0
Temperatura (°C)	27,7	22,2	19,8	26,8	20,8	27,4
Turbidez (UNT.)	3,46	0,83	0,95	1,3	1,14	15,86

\*ND – Não detectado pelo método

(...) quando não se dispõe de dado

Apêndice E – Resultados das análises físico-químicas e bacteriológicas anos de 2003, 2004, 2005, 2006 e 2007. Ponto de amostragem: Chácaras Miranda V – amostra retirada a 30 metros de profundidade. Coordenadas UTM: 182237 mE, 7897975 mN.

ENSAIOS	ANO 2003		ANO 2004	ANO 2005	ANO 2006	ANO 2007
	FEVEREIRO	JULHO	JULHO	FEVEREIRO	AGOSTO	FEVEREIRO
Demanda Bioquímica de Oxigênio (mgO <sub>2</sub> /L)	29,6	8,62	23,4	17,9	9,35	1,5
Demanda Química de Oxigênio (mgO <sub>2</sub> /L)	45,5	13,3	35,5	27,56	14,39	2,7
Cobre (mg/L)	..	..	..	..	..	..
Coliformes Totais (N.M.P./100 mL)	..	..	..	..	..	..
Coliformes Fecais (N.M.P./100 mL)	..	..	..	..	..	..
Escherichia coli (N.M.P./100 mL)	..	..	..	..	..	..
Ferro Total (mg/L)	...	...	...	...	...	...
Fósforo Total (mg/L)	1,0848	0,1287	0,187	0,230	0,16	0,130
Manganês (mg/L)	...	...	...	...	...	...
Nitrato (mg/L)	...	...	...	...	3,1	3,4
Nitrito (mg/L)	...	...	...	...	0,03	0,05
Nitrogênio Amoniacal (mg/L)	*ND	*ND	*ND	*ND	*ND	*ND
Nitrogênio Total (mg/L)	*ND	*ND	*ND	*ND	*ND	*ND
Óleos e graxas (mg/L)	..	...	...	...	...	...
Oxigênio Dissolvido (mgO <sub>2</sub> /L)	1,3	4,56	8,2	6,30	13,7	10,5
pH	6,04	7,0	7,25	6,83	8,6	8,5
Transparência no Disco de Secchi (metros)	...	...	...	...	...	...
Sólidos Dissolvidos Totais (mg/L)	29.899,0	76,0	80,0	24,75	7,2	30,5
Sólidos Sedimentáveis (mg/L)	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Sólidos Suspensos Totais (mg/L)	29,0	41,0	7,0	6,25	7,8	5,5
Sólidos Totais (mg/L)	29.899,0	76,0	87,0	31,0	15,0	36,0
Temperatura (°C)	23,3	20,9	18,0	22,6	19,8	25,0
Turbidez (UNT)	10,9	67,3	3,11	2,1	3,49	22,6

\*ND – Não detectado pelo método

(..) quando não se aplica o dado numérico

(...) quando não se dispõe de dado



Apêndice F – Resultados das análises físico-químicas e bacteriológicas anos de 2003, 2004, 2005, 2006 e 2007. Ponto de amostragem: Chácaras Miranda V – amostra retirada a 60 metros de profundidade. Coordenadas UTM: 182237 mE, 7897975 mN.

ENSAIOS	ANO 2003		ANO 2004	ANO 2005	ANO 2006	ANO 2007
	FEVEREIRO	JULHO	JULHO	FEVEREIRO	AGOSTO	FEVEREIRO
Demanda Bioquímica de Oxigênio (mgO <sub>2</sub> /L)	35,4	6,63	36,0	21,91	9,88	13,3
Demanda Química de Oxigênio (mgO <sub>2</sub> /L)	54,5	10,205	55,3	33,72	15,20	16,8
Cobre (mg/L)	...	...	...	...	...	...
Coliformes Totais (N.M.P./100 mL)	..	..	..	..	..	..
Coliformes Fecais (N.M.P./100 mL)	..	..	..	..	..	..
Escherichia coli (N.M.P./100 mL)	..	..	..	..	..	..
Ferro Total (mg/L)	...	...	...	...	...	...
Fósforo Total (mg/L)	0,9252	*ND	0,147	1,1	0,157	0,536
Manganês (mg/L)	...	...	...	...	...	0,5
Nitrato (mg/L)	...	...	...	...	2,7	3,2
Nitrito (mg/L)	...	...	...	...	0,03	0,04
Nitrogênio Amoniacal (mg/L)	*ND	*ND	*ND	*ND	*ND	*ND
Nitrogênio Total (mg/L)	*ND	*ND	*ND	*ND	*ND	*ND
Óleos e graxas (mg/L)	...	...	...	...	...	...
Oxigênio Dissolvido (mgO <sub>2</sub> /L)	2,8	6,3	7,6	9,0	12,5	9,0
pH	7,5	7,09	7,29	7,03	8,15	8,3
Transparência no Disco de Secchi (metros)	3,0	5,0	...	...	...	...
Sólidos Dissolvidos Totais (mg/L)	3.974,0	26,0	95,83	22,5	14,40	18,0
Sólidos Sedimentáveis (mg/L)	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Sólidos Suspensos Totais (mg/L)	17,0	4,0	16,17	3,5	10,60	8,0
Sólidos Totais (mg/L)	3.991,0	30,0	112,0	26,0	25,0	26,0
Temperatura (°C)	27,7	29,4	17,4	22,8	20,2	25,2
Turbidez (UNT)	21,1	59,7	15,18	2,3	13,81	18,79

\*ND – Não detectado pelo método

(..) quando não se aplica o dado numérico

(...) quando não se dispõe de dado

Apêndice G – Resultados das análises físico-químicas e bacteriológicas anos de 2003, 2004, 2005, 2006 e 2007. Ponto de amostragem: Próximo a barragem – amostra superficial. Coordenadas UTM: 182221 mE, 7906250 mN.

ENSAIOS	ANO 2003		ANO 2004	ANO 2005	ANO 2006	ANO 2007
	FEVEREIRO	JULHO	JULHO	FEVEREIRO	AGOSTO	FEVEREIRO
Demanda Bioquímica de Oxigênio (mgO <sub>2</sub> /L)	24,4	2,65	6,0	15,3	2,27	5,2
Demanda Química de Oxigênio (mgO <sub>2</sub> /L)	37,5	4,082	9,0	23,54	3,49	6,6
Cobre (mg/L)	...	...	...	...	...	0,06
Coliformes Totais (N.M.P./100 mL)	3 x 10 <sup>3</sup>	3 x 10 <sup>3</sup>	3 x 10 <sup>3</sup>	3 x 10 <sup>3</sup>	3 x 10 <sup>3</sup>	3 x 10 <sup>3</sup>
Coliformes Fecais (N.M.P./100 mL)	3 x 10 <sup>3</sup>	3 x 10 <sup>3</sup>	3 x 10 <sup>3</sup>	3 x 10 <sup>3</sup>	3 x 10 <sup>3</sup>	3 x 10 <sup>3</sup>
Escherichia coli (N.M.P./100 mL)	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência
Ferro Total (mg/L)	...	...	...	...	0,15	0,36
Fósforo Total (mg/L)	0,9252	*ND	0,119	0,133	0,44	0,819
Manganês (mg/L)	...	...	...	...	...	0,1
Nitrato (mg/L)	...	...	...	...	3,1	3,3
Nitrito (mg/L)	...	...	...	...	0,03	0,04
Nitrogênio Amoniacal (mg/L)	*ND	*ND	*ND	*ND	*ND	*ND
Nitrogênio Total (mg/L)	*ND	*ND	*ND	*ND	*ND	*ND
Óleos e graxas (mg/L)	28,8	53,2	36,4	6,0	8,80	11,20
Oxigênio Dissolvido (mgO <sub>2</sub> /L)	2,8	6,3	7,1	5,30	7,7	7,1
pH	7,5	7,09	8,59	6,96	8,43	8,0
Transparência no Disco de Secchi (metros)	3,0	5,0	4,0	4,0	6,0	5,0
Sólidos Dissolvidos Totais (mg/L)	3.974,0	26,0	8,0	29,75	21,0	19,40
Sólidos Sedimentáveis (mg/L)	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Sólidos Suspensos Totais (mg/L)	17,0	4,0	1,99	3,25	1,0	2,6
Sólidos Totais (mg/L)	3.991,0	30,0	10,0	33,0	22,0	22,0
Temperatura (°C)	27,7	23,4	21,0	27,4	20,0	25,6
Turbidez (UNT)	2,73	0,98	0,85	0,53	1,23	12,97

\*ND – Não detectado pelo método  
(...) quando não se dispõe de dado

Apêndice H – Resultados das análises físico-químicas e bacteriológicas anos de 2003, 2004, 2005, 2006 e 2007. Ponto de amostragem: Próximo a barragem – amostra retirada a 30 metros de profundidade. Coordenadas UTM: 182221 mE, 7906250 mN.

ENSAIOS	ANO 2003		ANO 2004	ANO 2005	ANO 2006	ANO 2007
	FEVEREIRO	JULHO	JULHO	FEVEREIRO	AGOSTO	FEVEREIRO
Demanda Bioquímica de Oxigênio (mgO <sub>2</sub> /L)	22,0	5,31	25,0	21,3	2,0	1,1
Demanda Química de Oxigênio (mgO <sub>2</sub> /L)	34,0	8,164	39,2	32,78	4,30	2,2
Cobre (mg/L)	...	...	...	...	...	...
Coliformes Totais (N.M.P./100 mL)	..	..	..	..	..	..
Coliformes Fecais (N.M.P./100 mL)	..	..	..	..	..	..
Escherichia coli (N.M.P./100 mL)	..	..	..	..	..	..
Ferro Total (mg/L)	...	...	...	...	...	...
Fósforo Total (mg/L)	1,0453	0,0817	0,193	0,23	*ND	0,837
Manganês (mg/L)	...	...	...	...	...	...
Nitrato (mg/L)	...	...	...	...	2,7	3,5
Nitrito (mg/L)	...	...	...	...	0,02	0,05
Nitrogênio Amoniacal (mg/L)	*ND	*ND	*ND	*ND	*ND	*ND
Nitrogênio Total (mg/L)	*ND	*ND	*ND	*ND	*ND	*ND
Óleos e graxas (mg/L)	...	...	...	...	...	...
Oxigênio Dissolvido (mgO <sub>2</sub> /L)	1,5	8,97	7,6	7,0	10,0	9,8
pH	6,0	7,48	8,0	6,70	8,92	8,9
Transparência no Disco de Secchi (metros)	...	...	...	...	...	...
Sólidos Dissolvidos Totais (mg/L)	32.138,0	25,0	16,3	35,75	57,0	34,0
Sólidos Sedimentáveis (mg/L)	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Sólidos Suspensos Totais (mg/L)	20,0	7,0	2,67	8,25	6,0	6,0
Sólidos Totais (mg/L)	32.158,0	32,0	19,0	44,0	63,0	40,0
Temperatura (°C)	23,5	21,0	17,6	24,4	20,0	25,8
Turbidez (UNT)	12,93	4,32	4,56	1,0	9,24	28,3

\*ND – Não detectado pelo método

(..) quando não se aplica o dado numérico

(...) quando não se dispõe de dado

Apêndice I – Resultados das análises físico-químicas e bacteriológicas anos de 2003, 2004, 2005, 2006 e 2007. Ponto de amostragem: Próximo a barragem – amostra retirada a 60 metros de profundidade. Coordenadas UTM: 182221 mE, 7906250 mN.

ENSAIOS	ANO 2003		ANO 2004	ANO 2005	ANO 2006	ANO 2007
	FEVEREIRO	JULHO	JULHO	FEVEREIRO	AGOSTO	FEVEREIRO
Demanda Bioquímica de Oxigênio (mgO <sub>2</sub> /L)	28,3	7,00	22,7	18,84	9,21	13,00
Demanda Química de Oxigênio (mgO <sub>2</sub> /L)	43,5	11,00	34,9	28,99	14,18	15,7
Cobre (mg/L)	...	...	...	...	...	...
Coliformes Totais (N.M.P./100 mL)	..	..	..	..	..	..
Coliformes Fecais (N.M.P./100 mL)	..	..	..	..	..	..
Escherichia coli (N.M.P./100 mL)	..	..	..	..	..	..
Ferro Total (mg/L)	...	...	...	...	...	...
Fósforo Total (mg/L)	0,9107	0,2453	0,203	*ND	*ND	0,958
Manganês (mg/L)	...-	...	...	...	...	...
Nitrato (mg/L)	...	...	...	...	3,3	3,7
Nitrito (mg/L)	...	...	...	...	0,02	0,04
Nitrogênio Amoniacal (mg/L)	*ND	*ND	*ND	*ND	*ND	*ND
Nitrogênio Total (mg/L)	*ND	*ND	*ND	*ND	*ND	*ND
Óleos e graxas (mg/L)	...	...	...	...	...	...
Oxigênio Dissolvido (mgO <sub>2</sub> /L)	*ND	4,5	10,2	5,9	10,3	10,0
pH	5,68	7,32	7,70	6,77	7,82	8,5
Transparência no Disco de Secchi (metros)	...	...	...	...	...	...
Sólidos Dissolvidos Totais (mg/L)	40.564,0	42,0	79,17	38,0	65,40	52,50
Sólidos Sedimentáveis (mg/L)	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Sólidos Suspensos Totais (mg/L)	20,0	4,0	8,83	14,0	8,60	33,5
Sólidos Totais (mg/L)	40.584,0	46,0	88,0	52,0	74,0	86,0
Temperatura (°C)	21,8	20,8	16,0	23,6	19,0	25,3
Turbidez (UNT)	15,9	10,0	9,22	1,4	3,54	55,6

\*ND – Não detectado pelo método

(..) quando não se aplica o dado numérico

(...) quando não se dispõe de dado

Apêndice J – Resultados das análises físico-químicas e bacteriológicas anos de 2003, 2004, 2005, 2006 e 2007. Ponto de amostragem: Córrego das Furnas (Foz) – amostra superficial. Coordenadas UTM: 018720 mE, 7899463 mN.

ENSAIOS	ANO 2003		ANO 2004	ANO 2005	ANO 2006	ANO 2007
	FEVEREIRO	JULHO	JULHO	FEVEREIRO	AGOSTO	FEVEREIRO
Demanda Bioquímica de Oxigênio (mgO <sub>2</sub> /L)	...	...	6,5	17,98	1,81	2,5
Demanda Química de Oxigênio (mgO <sub>2</sub> /L)	...	...	10,0	27,67	2,79	3,6
Cobre (mg/L)	...	...	...	...	...	0,12
Coliformes Totais (N.M.P./100 mL)	...	...	5,3 x 10 <sup>2</sup>	3,2 x 10 <sup>2</sup>	Ausência	3 x 10 <sup>3</sup>
Coliformes Fecais(N.M.P./100 mL)	...	...	5,3 x 10 <sup>2</sup>	3,2 x 10 <sup>2</sup>	Ausência	3 x 10 <sup>3</sup>
Escherichia coli (N.M.P./100 mL)	...	...	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência
Ferro Total (mg/L)	...	...	...	...	0,54	2,56
Fósforo Total (mg/L)	...	...	0,104	0,13	0,18	0,649
Manganês (mg/L)	...	...	...	...	...	< 0,1
Nitrato (mg/L)	...	...	...	...	2,9	3,1
Nitrito (mg/L)	...	...	...	...	0,03	0,03
Nitrogênio Amoniacal (mg/L)	...	...	*ND	*ND	*ND	*ND
Nitrogênio Total (mg/L)	...	...	*ND	*ND	*ND	*ND
Óleos e graxas (mg/L)	...	...	38,0	4,0	6,0	12,0
Oxigênio Dissolvido (mgO <sub>2</sub> /L)	...	...	5,2	8,0	8,9	7,5
pH	...	...	8,42	7,23	8,6	8,6
Transparência no Disco de Secchi (metros)	...	...	...	...	...	...
Sólidos Dissolvidos Totais (mg/L)	...	...	16,51	31,25	44,20	27,20
Sólidos Sedimentáveis (mg/L)	...	...	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Sólidos Suspensos Totais (mg/L)	...	...	1,49	0,75	1,80	8,8
Sólidos Totais (mg/L)	...	...	18,0	32,0	46,0	36,0
Temperatura (°C)	...	...	24,2	24,8	16,6	21,2
Turbidez (UNT)	...	...	2,50	0,76	4,30	15,25

\*ND – Não detectado pelo método  
(...) quando não se dispõe de dado

Apêndice L – Resultados das análises físico-químicas e bacteriológicas anos de 2003, 2004, 2005, 2006 e 2007. Ponto de amostragem: Córrego Manoel Velho (Foz) – amostra superficial. Coordenadas UTM: 019067 mE, 7891080 mN.

ENSAIOS	ANO 2003		ANO 2004	ANO 2005	ANO 2006	ANO 2007
	FEVEREIRO	JULHO	JULHO	FEVEREIRO	AGOSTO	FEVEREIRO
Demanda Bioquímica de Oxigênio (mgO <sub>2</sub> /L)	...	...	14,6	32,5	4,36	13,0
Demanda Química de Oxigênio (mgO <sub>2</sub> /L)	...	...	22,6	49,06	6,71	20,0
Cobre (mg/L)	...	...	...	...	...	0,13
Coliformes Totais (N.M.P./100 mL)	...	...	3 x 10 <sup>3</sup>	3 x 10 <sup>3</sup>	3 x 10 <sup>3</sup>	3 x 10 <sup>3</sup>
Coliformes Fecais (N.M.P./100 mL)	...	...	3 x 10 <sup>3</sup>	3 x 10 <sup>3</sup>	3 x 10 <sup>3</sup>	3 x 10 <sup>3</sup>
Escherichia coli (N.M.P./100 mL)	...	...	3 x 10 <sup>3</sup>	3 x 10 <sup>3</sup>	3 x 10 <sup>3</sup>	3 x 10 <sup>3</sup>
Ferro Total (mg/L)	...	...	...	...	0,94	0,77
Fósforo Total (mg/L)	...	...	0,296	*ND	*ND	0,695
Manganês (mg/L)	...	...	...	...	...	0,1
Nitrato (mg/L)	...	...	...	...	3,3	3,7
Nitrito (mg/L)	...	...	...	...	0,10	0,06
Nitrogênio Amoniacal (mg/L)	...	...	*ND	*ND	*ND	*ND
Nitrogênio Total (mg/L)	...	...	*ND	*ND	*ND	*ND
Óleos e graxas (mg/L)	...	...	18,4	4,80	2,0	12,8
Oxigênio Dissolvido (mgO <sub>2</sub> /L)	...	...	5,8	6,0	9,5	5,0
pH	...	...	8,10	7,21	8,3	8,12
Transparência no Disco de Secchi (metros)	...	...	...	...	...	...
Sólidos Dissolvidos Totais (mg/L)	...	...	36,0	33,0	63,60	38,20
Sólidos Sedimentáveis (mg/L)	...	...	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Sólidos Suspensos Totais (mg/L)	...	...	8,99	11,0	1,40	8,8
Sólidos Totais (mg/L)	...	...	36,0	42,0	65,0	47,0
Temperatura (°C)	...	...	21,8	23,0	22,6	26,8
Turbidez (UNT)	...	...	2,53	5,0	3,53	15,96

\*ND – Não detectado pelo método  
(...) quando não se dispõe de dado

Apêndice M – Resultados das análises físico-químicas e bacteriológicas anos de 2003, 2004, 2005, 2006 e 2007. Ponto de amostragem: Rio Claro (Nascente) – amostra superficial. Coordenadas UTM: 212774 mE, 7836677 mN.

ENSAIOS	ANO 2003		ANO 2004	ANO 2005	ANO 2006	ANO 2007
	FEVEREIRO	JULHO	JULHO	FEVEREIRO	AGOSTO	FEVEREIRO
Demanda Bioquímica de Oxigênio (mgO <sub>2</sub> /L)	...	...	...	...	...	15,0
Demanda Química de Oxigênio (mgO <sub>2</sub> /L)	...	...	...	...	...	23,0
Cobre (mg/L)	...	...	...	...	...	0,1
Coliformes Totais (N.M.P./100 mL)	...	...	...	...	...	3 x 10 <sup>3</sup>
Coliformes Fecais(N.M.P./100 mL)	...	...	...	...	...	3 x 10 <sup>3</sup>
Escherichia coli (N.M.P./100 mL)	...	...	...	...	...	3 x 10 <sup>3</sup>
Ferro Total (mg/L)	...	...	...	...	...	0,5
Fósforo Total (mg/L)	...	...	...	...	...	0,70
Manganês (mg/L)	...	...	...	...	...	0,1
Nitrato (mg/L)	...	...	...	...	...	3,0
Nitrito (mg/L)	...	...	...	...	...	0,05
Nitrogênio Amoniacal (mg/L)	...	...	...	...	...	*ND
Nitrogênio Total (mg/L)	...	...	...	...	...	*ND
Óleos e graxas (mg/L)	...	...	...	...	...	11,0
Oxigênio Dissolvido (mgO <sub>2</sub> /L)	...	...	...	...	...	6,0
pH	...	...	...	...	...	7,8
Transparência no Disco de Secchi (metros)	...	...	...	...	...	...
Sólidos Dissolvidos Totais (mg/L)	...	...	...	...	...	35,0
Sólidos Sedimentáveis (mg/L)	...	...	...	...	...	< 0,1
Sólidos Suspensos Totais (mg/L)	...	...	...	...	...	10,0
Sólidos Totais (mg/L)	...	...	...	...	...	45,0
Temperatura (°C)	...	...	...	...	...	28,0
Turbidez (UNT.)	...	...	...	...	...	13,50

\*ND – Não detectado pelo método  
(...) quando não se dispõe de dado

Apêndice N – Resultados das análises físico-químicas e bacteriológicas anos de 2003, 2004, 2005, 2006 e 2007. Ponto de amostragem: Rio Claro (Foz) – amostra superficial. Coordenadas UTM: 200640 mE, 7883198 mN.

ENSAIOS	ANO 2003		ANO 2004	ANO 2005	ANO 2006	ANO 2007
	FEVEREIRO	JULHO	JULHO	FEVEREIRO	AGOSTO	FEVEREIRO
Demanda Bioquímica de Oxigênio (mgO <sub>2</sub> /L)	...	...	39,0	21,77	10,96	1,0
Demanda Química de Oxigênio (mgO <sub>2</sub> /L)	...	...	54,9	33,50	16,86	1,3
Cobre (mg/L)	...	...	...	...	...	0,14
Coliformes Totais (N.M.P./100 mL)	...	...	Ausência	4,84 x 10 <sup>2</sup>	Ausência	Ausência
Coliformes Fecais (N.M.P./100 mL)	...	...	Ausência	4,84 x 10 <sup>2</sup>	Ausência	Ausência
Escherichia coli (N.M.P./100 mL)	...	...	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência
Ferro Total (mg/L)	...	...	...	...	0,43	1,22
Fósforo Total (mg/L)	...	...	0,052	*ND	*ND	*ND
Manganês (mg/L)	...	...	...	...	...	0,1
Nitrato (mg/L)	...	...	...	...	3,0	2,3
Nitrito (mg/L)	...	...	...	...	0,03	0,03
Nitrogênio Amoniacal (mg/L)	...	...	*ND	*ND	*ND	*ND
Nitrogênio Total (mg/L)	...	...	*ND	*ND	*ND	*ND
Óleos e graxas (mg/L)	...	...	23,2	3,8	5,0	11,40
Oxigênio Dissolvido (mgO <sub>2</sub> /L)	...	...	8,2	8,0	8,26	8,0
pH	...	...	8,3	7,10	8,2	7,9
Transparência no Disco de Secchi (metros)	...	...	...	...	...	...
Sólidos Dissolvidos Totais (mg/L)	...	...	10,0	6,75	28,0	30,40
Sólidos Sedimentáveis (mg/L)	...	...	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Sólidos Suspensos Totais (mg/L)	...	...	10,0	2,25	1,0	2,60
Sólidos Totais (mg/L)	...	...	20,0	9,0	29,0	33,0
Temperatura (°C)	...	...	17,0	22,4	20,0	20,5
Turbidez (UNT)	...	...	1,88	1,3	1,94	6,99

\*ND – Não detectado pelo método  
(...) quando não se dispõe de dado



Apêndice O – Resultados das análises físico-químicas e bacteriológicas anos de 2003, 2004, 2005, 2006 e 2007. Ponto de amostragem: Ribeirão da Rocinha (Foz) - amostra superficial. Coordenadas UTM: 193435 mE, 7884092 mN.

ENSAIOS	ANO 2003		ANO 2004	ANO 2005	ANO 2006	ANO 2007
	FEVEREIRO	JULHO	JULHO	FEVEREIRO	AGOSTO	FEVEREIRO
Demanda Bioquímica de Oxigênio (mgO <sub>2</sub> /L)	...	...	7,0	24,45	2,44	4,3
Demanda Química de Oxigênio (mgO <sub>2</sub> /L)	...	...	11,2	37,62	3,76	6,7
Cobre (mg/L)	...	...	...	...	...	0,3
Coliformes Totais (N.M.P./100 mL)	...	...	Ausência	10,0 x 10 <sup>2</sup>	Ausência	Ausência
Coliformes Fecais (N.M.P./100 mL)	...	...	Ausência	10,0 x 10 <sup>2</sup>	Ausência	Ausência
Escherichia coli (N.M.P./100 mL)	...	...	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência
Ferro Total (mg/L)	...	...	...	...	0,51	0,5
Fósforo Total (mg/L)	...	...	0,286	*ND	*ND	*ND
Manganês (mg/L)	...	...	...	...	...	0,1
Nitrato (mg/L)	...	...	...	...	3,4	3,0
Nitrito (mg/L)	...	...	...	...	0,03	0,03
Nitrogênio Amoniacal (mg/L)	...	...	*ND	*ND	*ND	*ND
Nitrogênio Total (mg/L)	...	...	*ND	*ND	*ND	*ND
Óleos e graxas (mg/L)	...	...	21,6	4,20	5,0	7,0
Oxigênio Dissolvido (mgO <sub>2</sub> /L)	...	...	5,0	8,0	8,6	6,5
pH	...	...	6,5	6,92	7,5	8,2
Transparência no Disco de Secchi (metros)	...	...	...	...	...	...
Sólidos Dissolvidos Totais (mg/L)	...	...	5,41	19,75	23,0	20,0
Sólidos Sedimentáveis (mg/L)	...	...	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Sólidos Suspensos Totais (mg/L)	...	...	4,33	3,75	3,0	11,0
Sólidos Totais (mg/L)	...	...	11,15	23,0	26,0	31,00
Temperatura (°C)	...	...	17,8	23,0	19,8	23,0
Turbidez (UNT)	...	...	1,91	0,83	4,91	6,8

\*ND – Não detectado pelo método  
(...) quando não se dispõe de dado

Apêndice P – Resultados das análises físico-químicas e bacteriológicas anos de 2003, 2004, 2005, 2006 e 2007. Ponto de amostragem: Rio Araguari (a jusante da barragem de Miranda) – amostra superficial. Coordenadas UTM: 179029 mE, 7906171 mN.

ENSAIOS	ANO 2003		ANO 2004	ANO 2005	ANO 2006	ANO 2007
	FEVEREIRO	JULHO	JULHO	FEVEREIRO	AGOSTO	FEVEREIRO
Demanda Bioquímica de Oxigênio (mgO <sub>2</sub> /L)	...	...	5,2	...	...	7,0
Demanda Química de Oxigênio (mgO <sub>2</sub> /L)	...	...	8,2	...	...	15,0
Cobre (mg/L)	...	...	...	...	...	0,3
Coliformes Totais (N.M.P./100 mL)	...	...	Ausência	...	...	Ausência
Coliformes Fecais (N.M.P./100 mL)	...	...	Ausência	...	...	Ausência
Escherichia coli (N.M.P./100 mL)	...	...	Ausência	...	...	Ausência
Ferro Total (mg/L)	...	...	...	...	...	0,8
Fósforo Total (mg/L)	...	...	2,715	...	...	1,5
Manganês (mg/L)	...	...	...	...	...	0,1
Nitrato (mg/L)	...	...	...	...	...	3,6
Nitrito (mg/L)	...	...	...	...	...	0,06
Nitrogênio Amoniacal (mg/L)	...	...	*ND	...	...	*ND
Nitrogênio Total (mg/L)	...	...	*ND	...	...	*ND
Óleos e graxas (mg/L)	...	...	36,8	...	...	27,0
Oxigênio Dissolvido (mgO <sub>2</sub> /L)	...	...	7,7	...	...	8,5
pH	...	...	7,9	...	...	7,8
Transparência no Disco de Secchi (metros)	...	...	...	...	...	...
Sólidos Dissolvidos Totais (mg/L)	...	...	23,5	...	...	40,0
Sólidos Sedimentáveis (mg/L)	...	...	< 0,1	...	...	< 0,1
Sólidos Suspensos Totais (mg/L)	...	...	1,5	...	...	22,00
Sólidos Totais (mg/L)	...	...	25,0	...	...	60,00
Temperatura (°C)	...	...	20,5	...	...	25,0
Turbidez (UNT)	...	...	4,3	...	...	7,5

\*ND – Não detectado pelo método  
(...) quando não se dispõe de dado

Apêndice Q – Resultados das análises físico-químicas e bacteriológicas anos de 2003, 2004, 2005, 2006 e 2007. Ponto de amostragem: Lago de nova ponte – amostra superficial. Coordenadas UTM: 220974 mE, 7881347 mN.

ENSAIOS	ANO 2003		ANO 2004	ANO 2005	ANO 2006	ANO 2007
	FEVEREIRO	JULHO	JULHO	FEVEREIRO	AGOSTO	FEVEREIRO
Demanda Bioquímica de Oxigênio (mgO <sub>2</sub> /L)	...	...	23,5	...	...	34,0
Demanda Química de Oxigênio (mgO <sub>2</sub> /L)	...	...	36,3	...	...	48,0
Cobre (mg/L)	...	...	...	...	...	0,6
Coliformes Totais (N.M.P./100 mL)	...	...	3 x 10 <sup>3</sup>	...	...	3 x 10 <sup>3</sup>
Coliformes Fecais(N.M.P./100 mL)	...	...	3 x 10 <sup>3</sup>	...	...	3 x 10 <sup>3</sup>
Escherichia coli (N.M.P./100 mL)	...	...	*ND	...	...	*ND
Ferro Total (mg/L)	...	...	...	...	...	0,56
Fósforo Total (mg/L)	...	...	0,223	...	...	*ND
Manganês (mg/L)	...	...	...	...	...	0,1
Nitrato (mg/L)	...	...	...	...	...	3,0
Nitrito (mg/L)	...	...	...	...	...	0,03
Nitrogênio Amoniacal (mg/L)	...	...	*ND	...	...	*ND
Nitrogênio Total (mg/L)	...	...	*ND	...	...	*ND
Óleos e graxas (mg/L)	...	...	13,2	...	...	17,0
Oxigênio Dissolvido (mgO <sub>2</sub> /L)	...	...	7,5	...	...	7,4
pH	...	...	7,98	...	...	8,3
Transparência no Disco de Secchi (metros)	...	...	...	...	...	...
Sólidos Dissolvidos Totais (mg/L)	...	...	14,33	...	...	25,80
Sólidos Sedimentáveis (mg/L)	...	...	< 0,1	...	...	< 0,1
Sólidos Suspensos Totais (mg/L)	...	...	0,67	...	...	2,2
Sólidos Totais (mg/L)	...	...	15,0	...	...	28,0
Temperatura (°C)	...	...	20,6	...	...	24,0
Turbidez (UNT)	...	...	0,72	...	...	13,50

\*ND – Não detectado pelo método  
(...) quando não se dispõe de dado