

5 ÁGUAS SUPERFICIAIS

5.1 Introdução

A qualidade da água dos reservatórios reflete as condições em que se encontram as bacias à montante e as bacias incrementais das próprias Usinas, bem como a própria situação do reservatório. As transformações do ponto de vista físico, químico e biológico, associadas ao processo de incorporação de matéria orgânica, em maior ou em menor escala, e a nova estrutura limnológica do sistema, implicam na necessidade de implementar um processo de acompanhamento contínuo da evolução do reservatório.

O reservatório da UHE Itá teve seu enchimento no final de 1999, e está em fase de monitoramento extensivo. Possui uma área total de 141 km², um volume total de 5,1 km³ e uma profundidade máxima de 110m. Seus principais tributários são os rios Uruguai, Apuaê, Peixe, Rancho Grande, Queimados e Jacutinga.

Nas bacias hidrográficas que conformam à área incremental do reservatório ocorrem áreas urbanas de pequeno e médio porte, predominando atividades de uso ligadas à agroindústria, além de indústrias de papel e celulose.

A qualidade das águas superficiais é bastante afetada pelos efluentes oriundos da produção de suínos e aves, além dos urbanos e industriais, com concentrações muito altas de compostos nitrogenados, fósforo e matéria orgânica.

5.2 Atividades desenvolvidas

No período entre setembro de 2004 e setembro de 2008 foram realizadas 44 campanhas de amostragens. A periodicidade das campanhas de amostragem de água para análise dos parâmetros físico-químico-bacteriológicos e comunidades biológicas foi desenvolvida de forma mensal tanto para os pontos do reservatório - com perfilagem de temperatura e oxigênio dissolvido e amostragem de água em 3 níveis da coluna d'água - como para os pontos dos tributários, com coleta de água em superfície. Foram registrados em campo e analisados em laboratório um total de 46 parâmetros, utilizando-se as metodologias de análise mais aplicadas em estudos limnológicos.

As campanhas foram executadas com amostragens de água em 19 pontos amostrais distribuídos ao longo do corpo do reservatório e de seus principais tributários. Para o monitoramento da Volta do Uvá foi definida uma rede amostral composta por 04 pontos que melhor caracterizam a situação existente, conforme Figura 5.1 e Quadro 5.1.

No primeiro ano de monitoramento da Volta do Uvá foram realizadas 52 campanhas semanais com determinação da Temperatura, Oxigênio Dissolvido, pH e Condutividade com auxílio de sondas apropriadas, e de Nitrato, Nitrito, Amônia, Nitrogênio Total, Ortofosfato e Fósforo com o auxílio de um fotolorímetro. Mensalmente, além das análises “in loco”, foram realizadas amostragens para análise de Fitoplâncton e coleta para análise dos parâmetros necessários para o cálculo do IQA, além da Clorofila.

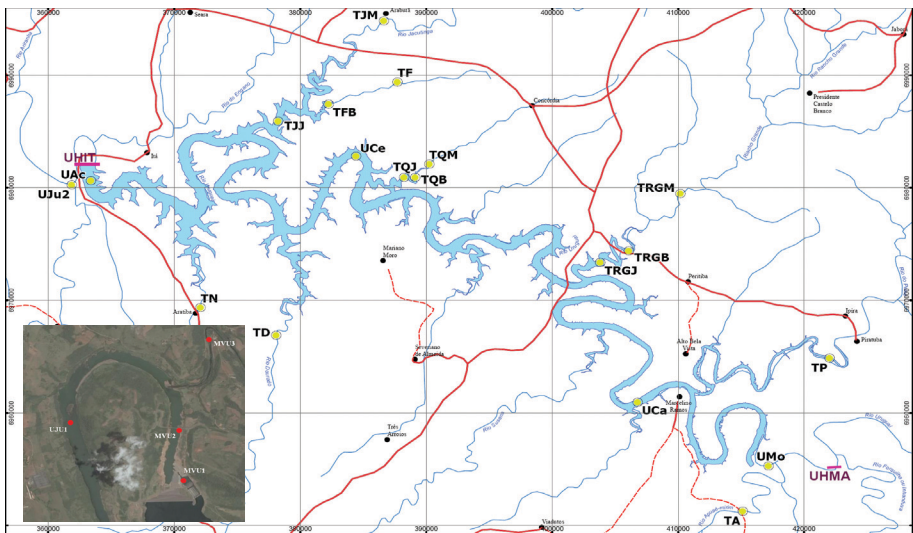


Figura 5.1 – Localização dos pontos amostrais – Reservatório, Tributária e Volta do Uvá.

Quadro 5.1 - Descrição da malha de pontos definida para o monitoramento de qualidade da água

Ponto	Descrição
UMO	Ponto de montante do reservatório – Rio Uruguai
TA	Tributário rio Apuaê
TP	Tributário rio do Peixe
UCA	Ponto do reservatório que abrange todas as contribuições recebidas pelo rio Uruguai a montante
TRGM	Tributário rio Rancho Grande – Ponto Montante
TRGB	Tributário rio Rancho Grande - Banco de macrófitas
TRGJ	Tributário rio Rancho Grande – Transição
TQM	Tributário rio dos Queimados – Ponto de Montante
TQB	Tributário rio dos Queimados - Banco de macrófitas
TQJ	Tributário rio dos Queimados – Transição
UCE	Ponto do reservatório que abrange as contribuições dos tributários formadores da parte central do reservatório
TD	Tributário rio Dourado
TF	Tributário rio Fragosos
TFB	Tributário rio Fragosos – Banco de macrófitas
TJM	Tributário rio Jacutinga – Ponto Montante
TJJ	Tributário rio Jacutinga - Transição
TN	Tributário rio Novo
UAC	Ponto do reservatório junto a barragem
UUJ2	Ponto a jusante da barragem que recebe a água turbinada
MVU1	Rio Uruguai, a jusante da barragem, junto ao poço de dissipação
MVU2	Rio Uruguai, a montante da foz do rio Uvã, sob a ponte da SC-466
MVU3	Rio Uvã, sob a ponte
UUJ1	Ponto a Jusante da barragem que recebe a contribuição do rio Uvã

Após o segundo ano de monitoramento houve uma alteração na frequência das campanhas, que entre os meses de maio e setembro passaram a ser mensais, uma vez que constatou-se que nos meses com temperatura mais baixa a situação era mais controlada.

Na área do reservatório e tributários observa-se que apesar do reduzido tempo de residência (57 dias), a morfometria condiciona o comportamento dinâmico de alguns parâmetros monitorados assim como as descargas dos principais tributários interfere na concentração dos elementos nutrientes na coluna d'água do reservatório.

O reservatório da UHE Itá caracteriza-se por ser o mais aberto e raso da cascata do rio Uruguai ($Z_{m\acute{a}x.} \cong 110m$).

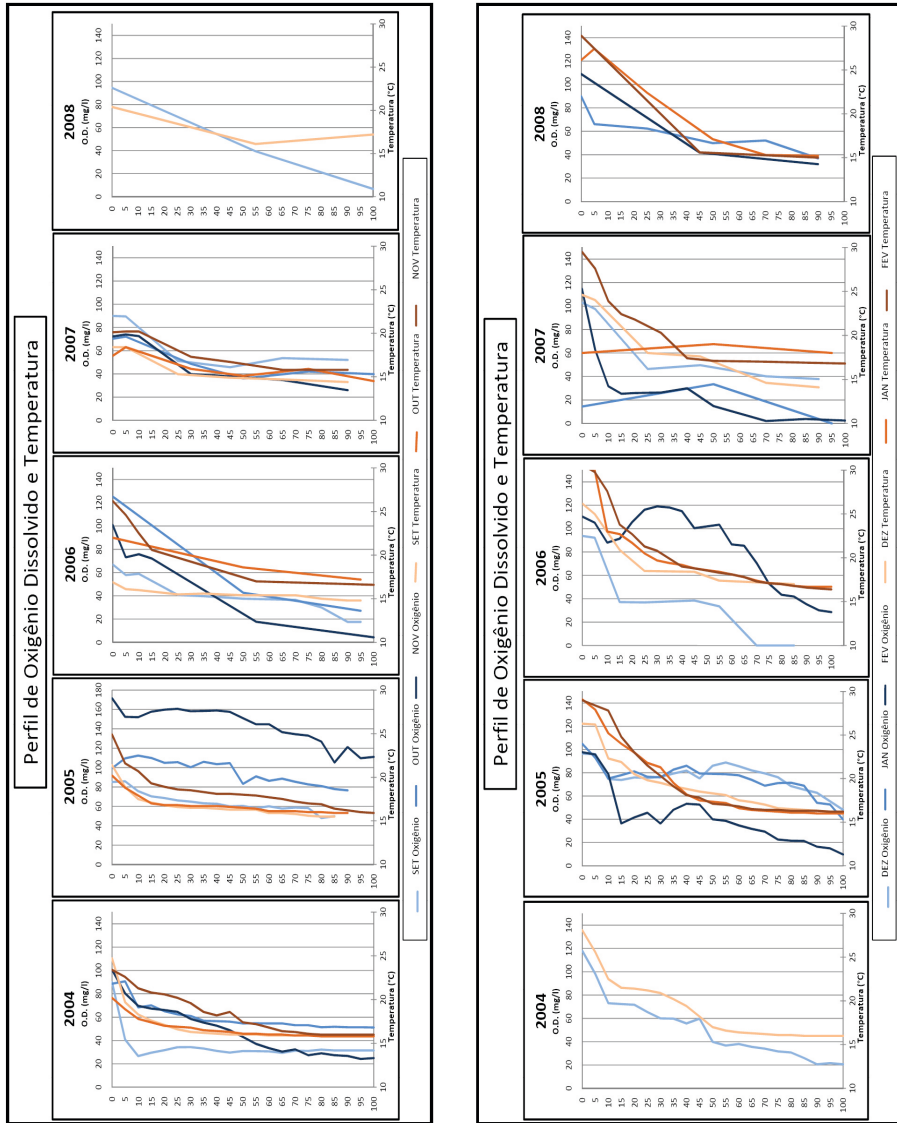


Figura 5.2 - Perfis de temperatura e OD da coluna d'água do reservatório da UHE ITA – Ponto UAC - Período de primavera (circulação) e verão (estratificação)

O padrão vertical temporal de temperatura na porção lacustre do reservatório mostra um longo período com predomínio de baixos níveis de oxigenação no hipolimnion, que se estende ao longo dos anos, principalmente nos meses de verão, outono e inverno.

No inverno a termoclina é quebrada e a coluna d'água circula totalmente até o final da primavera, ocorrendo a diminuição do hipolimnion, com a oxigenação atingindo as maiores profundidades. Nesses meses em que a coluna d'água mostra-se homotérmica e desestratificada, as diferenças de temperatura entre a superfície e o fundo não excedem a 5°C numa coluna d'água de até 100m. (Figura 5.2).

As concentrações de nutrientes e de material em suspensão apresentaram variações espaciais e temporais que indicam uma grande relação com os pulsos de vazão afluentes ocasionados pela variação das condições climáticas estacionais.

As medidas de transparência, com registros médios anuais que não ultrapassam os 3,0 m de profundidade, revelaram a ocorrência de uma zona eufótica reduzida. As concentrações de nutrientes - fósforo e compostos nitrogenados -, são elevadas no corpo do reservatório, que recebe grande contribuição dos tributários onde predominam atividades agropecuárias de criação de suínos e aves. (Gráficos 5.1, 5.2 e 5.3).

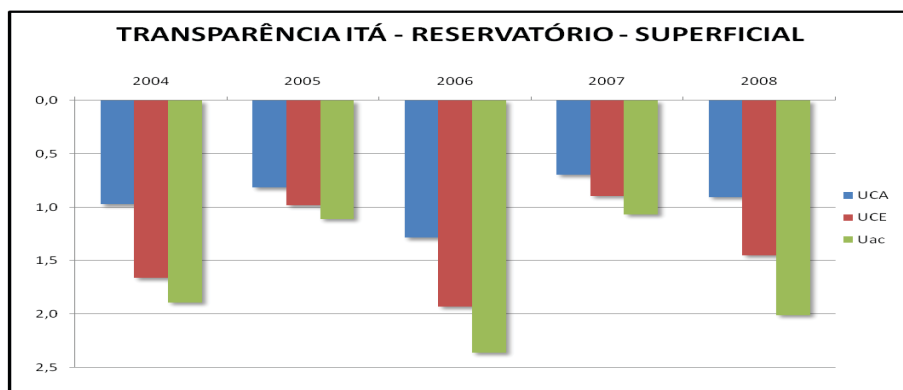


Gráfico 5.1 - Variação média anual para a Transparência - reservatório - 2004 a 2008

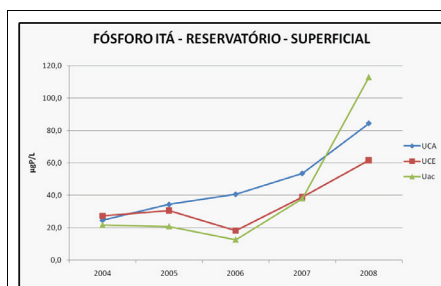


Gráfico 5.2 - Variação média anual para o Fósforo Total – reservatório - 2004 a 2008

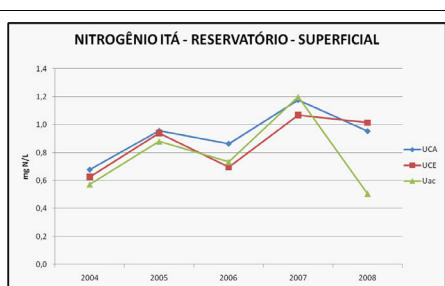
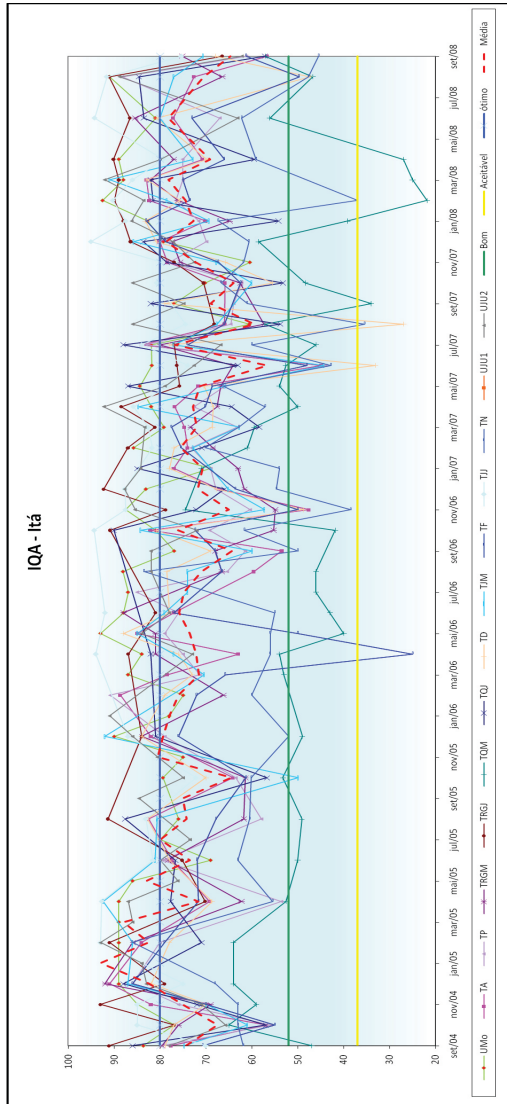


Gráfico 5.3 - Variação média anual para o Nitrogênio Total – reservatório - 2004 a 2008

a) Índice de Qualidade da Água (IQA) e Índice de Qualidade da Água de Reservatórios (IQAR)

O índice de qualidade da água (IQA), aplicado para a avaliação das águas dos tributários revelou uma classificação da águas entre “BOA” e “ÓTIMA”, mostrando uma leve tendência à redução dos valores durante o período entre 2004 e 2007, principalmente para 2006 e 2007.



De maneira geral os valores de IQA obtidos mostram algumas diferenças de qualidade da água entre os pontos. Os pontos TQM, TRGM e TF apresentaram os menores valores, enquanto os pontos UMO, TRGJ e TJJ apresentaram as maiores notas.

O restante dos pontos obtiveram valores intermediários. O pior ponto de qualidade da água foi o TQM, no Lajeado dos Queimados (Gráfico 5.4 e 5.5) que recebe o esgoto sanitário da cidade de Concórdia e efluentes industriais, sendo neste caso a suinocultura uma fonte poluidora secundária.

Quanto ao Índice de Qualidade das Águas no Reservatório (IQAR), observou-se que os valores sofrem bastante influência do déficit de oxigênio dissolvido e da DQO, além dos valores de Fósforo Total que também afetam na pontuação da nota final.

O oxigênio dissolvido nas estações monitoradas tem apresentado um significativo déficit

Gráfico 5.4 - Variação intra-anual do IQA – Tributários.

na coluna d'água (redução em média que variam entre 30 e 50%), além de elevados valores de DQO. Para o fósforo total em alguns meses observaram-se alterações de valores (bem acima do padrão para rios Classe II – CONAMA nº. 357/05). Desta forma estes resultados aplicados ao IQAR elevam as classes destes parâmetros de maneira parcial e estes, por sua vez, tem implicações na pontuação final.

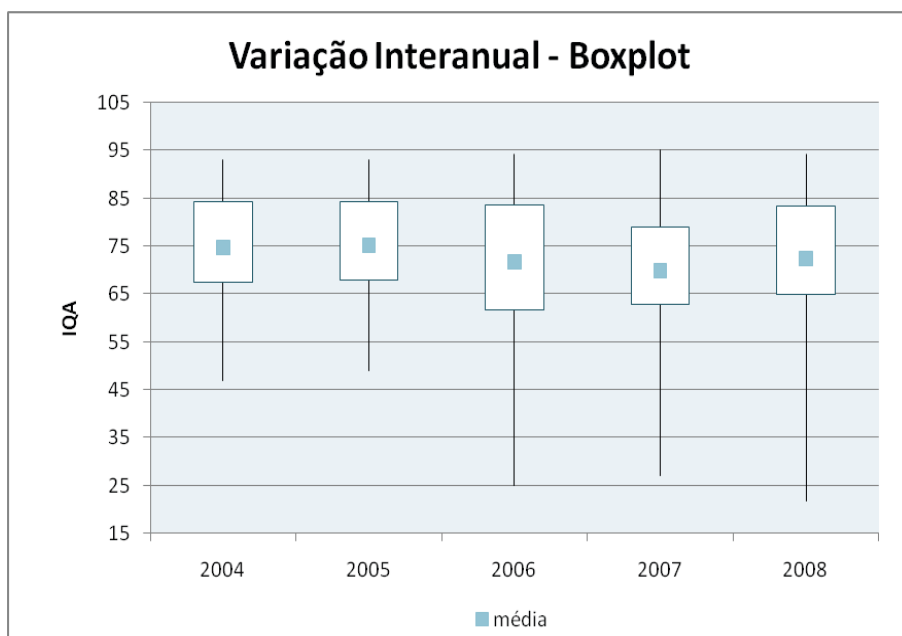


Gráfico 5.5 - Variação Média Inter- Anual IQA- (Box-Plot percentis de 25 e 75% com valores máximos e mínimos).

Em relação ao comportamento do IQAR nos pontos de monitoramento, podemos avaliar que no período observado tivemos os maiores índices para os pontos UAc e UCa. Para o ponto PCE obteve-se pontuações mais baixas, mantendo a classificação das águas do reservatório na Classe III.

Observa-se que houve uma leve tendência positiva (crescente) em relação à média destes valores para os anos de 2006 e 2007 (apesar da manutenção da classe III – Moderadamente Degradado) ocasionadas pela elevação dos níveis tróficos no reservatório e pelas alterações da dinâmica térmica e química na coluna d'água. (Gráfico 5.6 e 5.7).

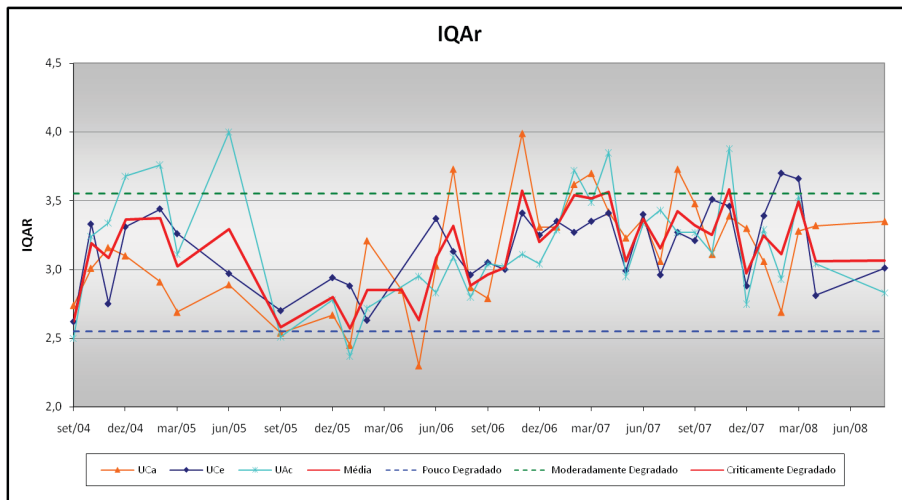


Gráfico 5.6 - Variação Intra-Anual do IQAr – Pontos do Reservatório

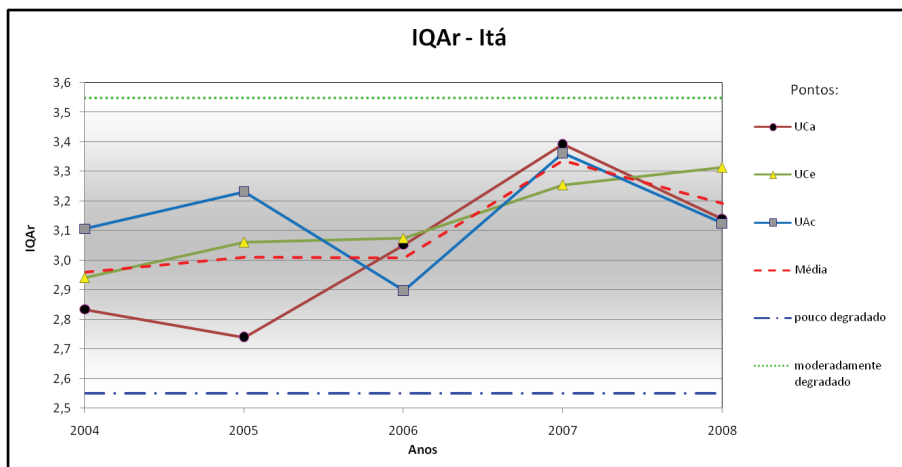


Gráfico 5.7 - Variação Média Inter-Anual – Pontos do Reservatório.

b) Índice de Estado Trófico

A partir da análise dos dados, pode-se afirmar que tipologicamente o reservatório da UHE ITÁ pode ser caracterizado pelo Índice de Estado Trófico de Fósforo - IET(P) como “mesotrófico”. Considerando-se os pontos monitorados no corpo principal do reservatório, tem-se na média anual a classificação do IET (P) como “oligotrófico”.

O ponto que apresentou o maior valor médio anual para o IET(P) no reservatório foi o ponto UCa-M (2007). Para os tributários o valor mais elevado foi obtido para o ponto TQM (111 em 2006 e 102 em 2007), com classificação de hipereutrófico e eutrófico, respectivamente (Tabela 5.1 e Gráfico 5.8).

Ponto	2004	2005	2006	2007	2008	Média
UMo	35	44	43	52	48	44
TA	39	48	44	57	54	48
TP	42	47	50	58	60	51
UCA_s	36	47	46	44	52	45
UCA-m	36	45		55	52	47
TRGM	45	45	55	55	57	51
TRGJ	34	41	42	48	44	42
TQM	88	71	111	102	107	96
TQJ	48	53	58	58	61	56
UCE-s	35	41	37	48	53	43
UCE-m	34	38		46	56	43
TD	39	40	47	53	58	47
TF	45	38	73	59	65	56
TJM	37	44	45	49	51	45
TJJ	28	46	37	43	53	41
TN	50	48	65	61	66	58
UAC-s	34	38	32	52	57	43
UAC-m	34	43		46	55	45
UJu1	54	50				52
UJu2	32	39	40	45	55	42
Média	41	45	52	54	58	50

Tabela 5.1 - Variação Média Anual do IET (P) – Tributários e reservatório - (2004 a 2008).

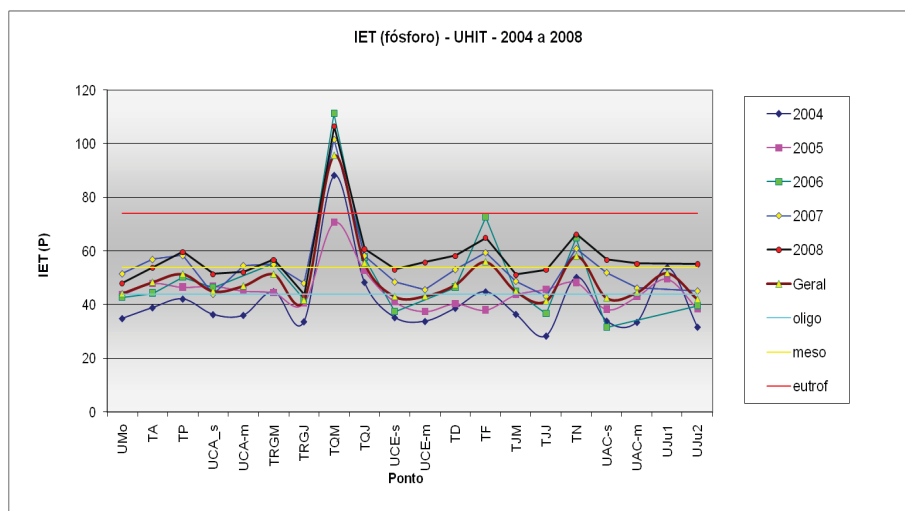


Gráfico 5.8 - Variação do IET (P) – Tributários e Reservatório – 2004 a 2008

Avaliando-se os valores médios anuais do IET (P), de uma maneira geral verificamos que para os anos de 2006 e 2007 houve um incremento dos níveis tróficos no reservatório como resultado de uma maior contribuição de nutrientes pelos tributários (que também elevaram o nível trófico). Pela série histórica também percebemos que existe uma grande oscilação destes dados a partir de pulsos de nutrientes, causados pela interferência de diversos eventos causando grandes flutuações mensais e anuais o que resulta, para um mesmo ponto variações entre “hipereutrófico” e “oligotrófico” para um mesmo ponto. Na média geral, o reservatório classifica-se ainda como “oligotrófico”, mas para 2007 já obtivemos classificação de “eutrófico”.

c) Parâmetros Biológicos - Fitoplâncton

Os levantamentos da ocorrência e abundância das comunidades planc-tônicas revelaram uma expressiva diversidade de espécies, com dominância de alguns grupos característicos, enquanto na comunidade de macroinvertebra-dos bentônicos observou-se uma pequena diversidade (Gráfico 5.9).

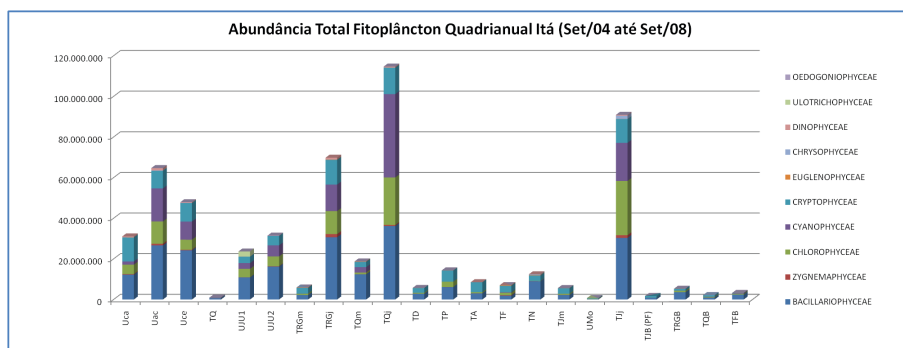


Gráfico 5.9 - Abundância Total do Fitoplâncton (Ind/l) – Tributários e Reservatório – 2004 a 2008

O maior número de táxons do fitoplâncton ocorreu para os anos de 2004 e 2005. A classe das Bacillariophyceae predominou em termos de ocorrência e abundância para os 4 anos analisados, seguida pela classe das Chlorophyceae.

As diatomáceas (Bacillariophyceae) são algas características principalmente de ambientes fluviais, em condições oligotróficas e foram mais frequentes em termos da ocorrência total de táxons para todos os anos. Em termos de ocorrência total foram mais frequentes. As clorofíceas são algas verdes que ocorrem em ambientes lacustres com grau de trofia mais elevada de mesotrófica a eutrófica, ocorrendo no reservatório da UHE Itá como a segunda espécie mais abundante, com maiores ocorrências registradas para os 4 anos avaliados.

Quanto a abundância do fitoplâncton por pontos de amostragem, destacam-se para os tributários os pontos TQJ, TRGJ, TJJ, e para o corpo do reservatório os pontos UAc e UCe, que apresentaram as maiores abundâncias no período. O conjunto dos dados indica que para o reservatório da UHE Itá predominam espécies de algas características de ambientes oligotróficos e até mesotróficos, com baixos níveis de nutrientes disponíveis na coluna d'água para o crescimento elevado das comunidades fitoplanctônicas.

d) Parâmetros Biológicos - Zooplâncton

Na composição das comunidades zooplancônicas identificadas nos 4 (quatro) anos avaliados destacam-se os grupos taxonômicos dos Rotífera e dos Protozoa. Foi identificada no período uma maior ocorrência de grupos taxonômicos e de indivíduos para o ano de 2007. Os pontos que apresentaram a maior abundância relativa de espécies foram UJu1, TQJ e UAc. (Gráfico 5.10).

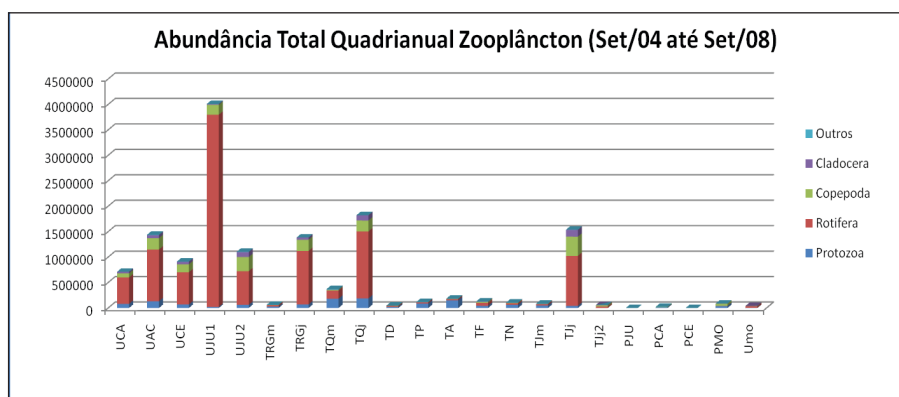


Gráfico 5.10 - Abundância Total do Zooplâncton (Ind/l) – Tributários e Reservatório – 2004 a 2008

O grupo zooplancônico dos Rotífera é reconhecido por organismos típicos de ambientes fluviais, em condições oligotróficas e mesotróficas, se caracterizando como o grupo taxonômico mais frequente em termos da ocorrência total de táxons para as campanhas analisadas.

O conjunto dos dados de ocorrência indica que para o reservatório da UHE Itá predominam espécies de zooplâncton característicos de ambiente fluvial, ou com influência fluvial na dinâmica lacustre, o que é reforçado quando se observa as suas características morfométricas, que o identificam como um reservatório de rio, com grande extensão longitudinal e significativa influência das vazões afluentes na dinâmica da coluna d'água do corpo lacustre.

e) Análise dos Macro-Invertebrados Bentônicos

Na composição das comunidades dos invertebrados identificadas nos 4 (quatro) anos analisados destacam-se em termos de ocorrência e abundância os grupos taxonômicos da Classe dos Diptera Chironomidade. (Gráfico 5.11).

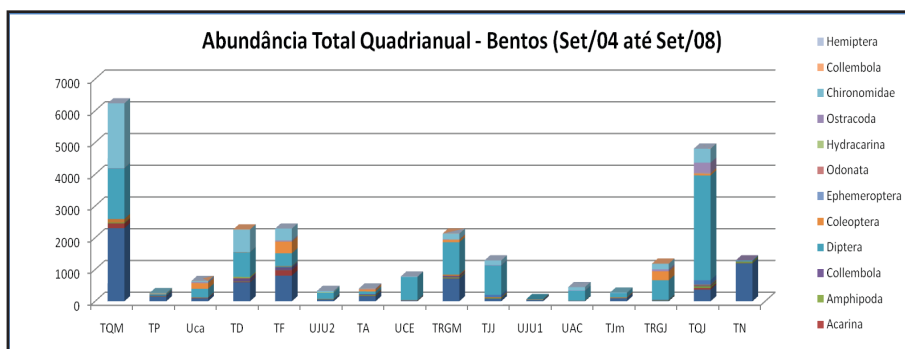


Gráfico 5.11 - Abundância Total do Zooplâncton (Ind/m²) – Tributários e Reservatório – 2004 a 2008

O maior número de grupos taxonômicos ocorreu para a campanha de setembro de 2004, onde o grupo dos diptera predominou em termos de ocorrência. A análise dos dados permite colocar que para o reservatório da UHIT ocorre uma diversidade considerada de média a baixa. Quanto à diversidade dos invertebrados bentônicos por ponto de amostragem destacam-se para o período analisado os índices registrados para os pontos TQM, TRGM e TD.

O grupo dos Dípteros e Chironomídeos são reconhecidos por organismos típicos de ambientes aquáticos, sendo que em condições eutróficas, apresenta uma frequência alta de indivíduos, indicativa da deterioração da qualidade dos habitats para as espécies de invertebrados bentônicos que vivem nos sedimentos inconsolidados.

Com o objetivo de realizar uma avaliação do ponto de vista de biomonitoramento foram aplicadas 03 metodologias de estudo de macroinvertebrados. Estes organismos são excelentes ferramentas para caracterizar impactos sobre um ecossistema aquático, pela riqueza de informações que eles oferecem sobre as perturbações que o corpo d'água recebe, complementando-se as características físico-químicas e microbiológicas.

Os índices calculados foram o BMWP' (Biological Monitoring Working Party System), o Índice IBF (Índice Biótico de Famílias) e Índice de Diversidade de Shannon & Wiener- H'. Os resultados foram os seguintes:

Tabela 5.2 - Biomonitoramento – BMWP, IBF e H'

Índice	Classificação
BMWP'	Muito Crítica - água fortemente contaminada
IBF	Muito Baixa (poluição orgânica severa), Relativamente Baixa (poluição considerável) e Baixa (muita poluição)
Diversidade Shannon & Wiener- H'	Muito baixa (poluição severa) e Baixa (muita poluição)

Em relação aos resultados verifica-se que em nenhum dos três índices utilizados chegou-se a valores médios da qualidade da água com classificação “Muito Boa”. Outra característica foi que o indicador de qualidade oscilou muito em cada ponto de coleta ao longo do tempo. Os grupos mais abundantes e presentes na maioria das amostras foram Chironomidae, Mollusca e Oligochaeta, sendo que estes organismos são tolerantes a poluição estando sempre associados com áreas impactadas.

f) Volta da Uva - Parâmetros Físico-Químicos

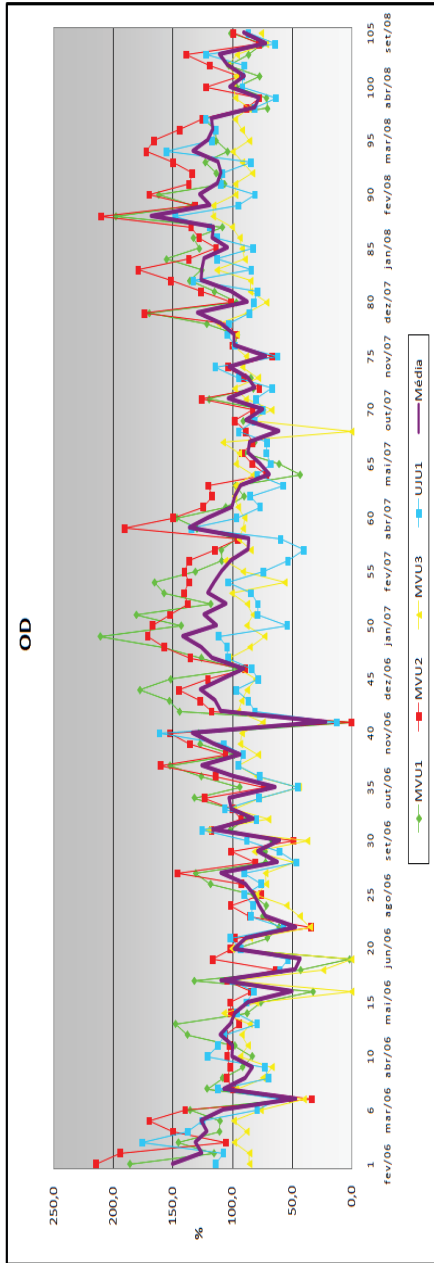
O Oxigênio Dissolvido apresentou concentrações elevadas em grande parte das campanhas realizadas nos dois anos (2006 e 2007) nos pontos MVU1 e MVU2, fato este diretamente ligado a presença de algas nestes pontos. Nos pontos MVU3 e UJU1 as concentrações de OD se mantiveram mais estáveis, com valores considerados normais, conforme Gráfico 5.12.

Em apenas 08 campanhas a concentração de OD nos pontos MVU1 e MVU2 estava inferior a 3,0 mg/L, que é o limite definido pela Licença de Operação para abertura dos vertedores. Apesar disto, em muitas ocasiões foi sugerida a abertura dos vertedores mesmo com a concentração de OD elevada, pois a quantidade de algas existentes era considerável.

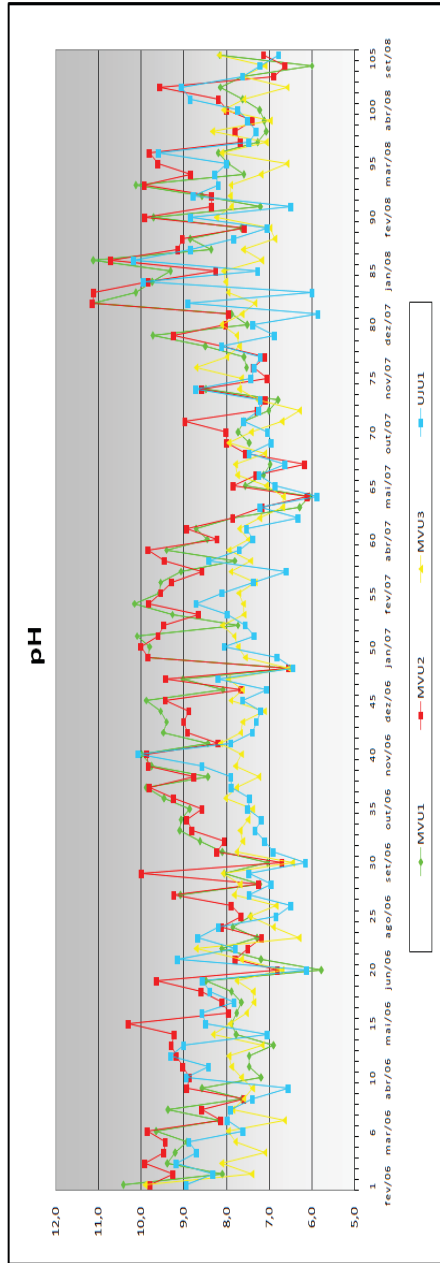
Com relação ao pH, observamos através do Gráfico 5.13, que em boa parte das campanhas as medidas apresentaram valores superiores a faixa estabelecida pela Resolução Conama 357/05, principalmente nos pontos MVU1 e MV2. Estes valores de pH estão associados a presença de algas neste pontos.

Para o Fósforo Total, tivemos alterações significativas nas concentrações no trecho implicando no aparecimento e manutenção da presença de algas. Considerando, em função do regime hidrológico, os pontos MVU1, MVU2 e UJU1 como lânticos e o ponto MVU3 como lótico, observamos que as concentrações de Fósforo na grande maioria das campanhas estavam acima do limite para águas de Classe II, conforme Gráfico 5.14.

A situação mais crítica foi observada no ponto MVU3, onde a concentração média de Fósforo foi superior aos demais pontos na maioria das campanhas, estando acima do limite para águas de Classe II na maior parte do tempo.



Gráfico 5.12: Variao de OD no trecho da Volta do Uv de 2006, 2007 e 2008



Gráfico 5.13: Variao de pH no trecho da Volta do Uv de 2006, 2007 e 2008

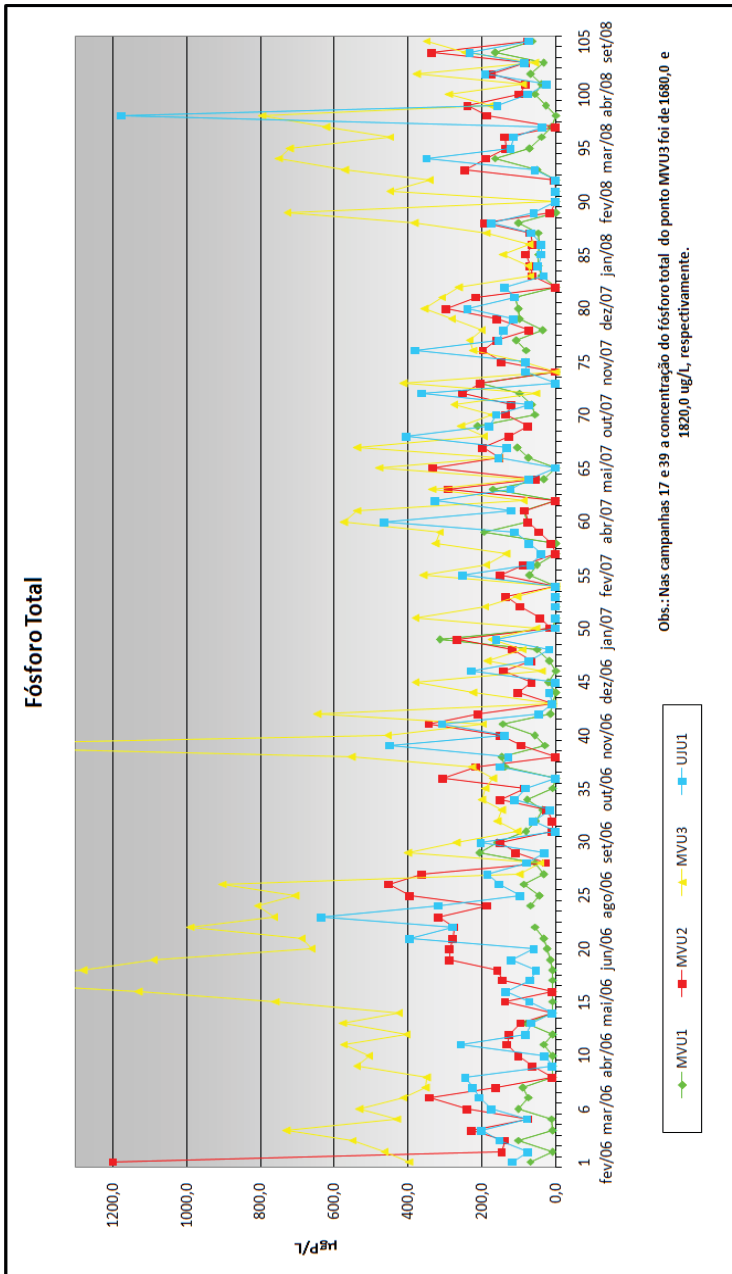


Gráfico 5.14: Variação de OD, pH e Fósforo Total no trecho da Volta do Uvã de 2006, 2007 e 2008

g) Parâmetros Biológicos - Fitoplâncton

A análise dos dados permite colocar que para a Volta do Uvã ocorre uma diversidade considerada de média a alta, principalmente para os pontos MVU1 e MVU2, que de acordo com a análise dos dados de abundância total ocorre com predominância de uma ou duas classes taxonômicas.

Quanto à abundância total por classe taxonômica, como já observado na análise da ocorrência, ocorreu no período analisado à predominância de espécies da classe *Bacillariophyceae*, seguida pela classe das *Chlorophyceae*. Subordinadamente temos a classe das *Cyanophyceae*.

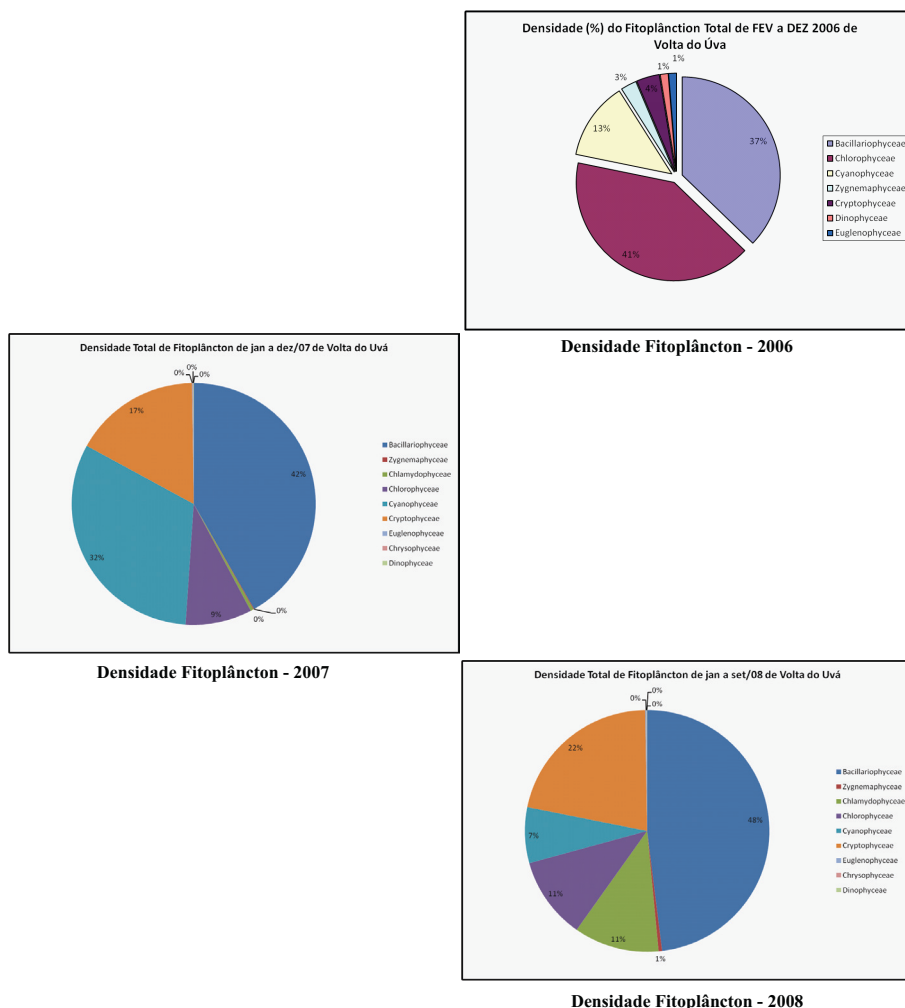


Gráfico 5.15: Densidade de Fitoplâncton – Volta do Uvã – 2006, 2007 e 2008

h) Avaliação das Condicionantes para abertura dos vertedores

Tendo em vista os dados de monitoramento foi realizado um estudo buscando validar o padrão entre a produção de clorofila no trecho de jusante da UHE Itá, a vazão do rio Uvá e sua concentração de fósforo total indicada pela condicionante para a abertura de vertedor (recompondo a qualidade da água no trecho).

De acordo com os dados verificou-se que os valores de vazão do rio Uvá e sua concentração de fósforo total para que sejam ultrapassadas concentrações limites de 10 ug/l de clorofila no trecho de jusante (especificamente a montante do rio Uvá – MVU1 e MVU2) foram de 260 ug/l e 3,30 m³/s (respectivamente).

Estes valores representam uma carga de 70 kgPT/dia, valor este menor que o apontado pela condicionante da LO (172,8 kgPT/dia). Estes valores corroboram a situação verificada no ano de 2006 e 2007, onde para a condicionante da LO seria necessário um menor número de abertura do vertedor do que o que foi efetivamente realizado, haja vista a adoção de um protocolo de monitoramento mais abrangente.

5.3 Considerações

De maneira geral pode-se observar que o reservatório da UHE Itá é bastante condicionado pela morfometria, influenciando consideravelmente o comportamento dinâmico de alguns parâmetros. Além disso, as descargas dos principais tributários interfere na concentração dos nutrientes na coluna d'água, que apresentaram variações espaciais e temporais indicando grande relação com os pulsos de vazão afluentes.

Para a dinâmica térmica, no inverno a termoclina é quebrada e a coluna d'água circula totalmente até o final da primavera, ocorrendo à diminuição do hipólímnion, com a oxigenação atingindo as maiores profundidades.

Dentro do período monitorado o comportamento hidrodinâmico do reservatório entre 2004 e 2008 demonstrou uma variação efetiva na coluna d'água, relacionada ao ritmo climático regional. Os níveis e vazões responderam a variação dos índices pluviométricos, apontando anos mais secos para 2004 e 2006, sendo que nesse último se estabeleceu um longo e severo período de estiagem.

Já para os anos de 2005 e 2007 ocorreu uma condição climática mais próxima da normalidade do ritmo climático regional, com os índices pluviométricos melhor distribuídos ao longo do ano. Vale ressaltar que o ano de 2007

foi atípico no sentido de que apresentou vários picos de precipitação pluviométrica, que promoveram pulsos de vazão com reflexos no comportamento da coluna d'água do reservatório.

Este comportamento foi bastante importante nas condições da qualidade da água tanto dos tributários como do reservatório, uma vez que os resultados mostraram uma leve tendência de piora do IQA para 2006/2007 e de uma conseqüente piora também para o IQAR no reservatório para o mesmo período. Além disso, foi constatado que o nível trófico do reservatório mostrou uma tendência positiva entre 2004 e 2007, sendo que no último ano a classificação final dos pontos foi “eutrófico” (somente para o reservatório a classificação foi “mesotrófico”).

Para a Volta do Uvá observou-se que o monitoramento das condições limnológica foi bastante eficiente na identificação das condições necessárias para a intervenção de vertimento, resultando assim num panorama bastante favorável.

Com base no exposto, propõe-se que:

- A frequência e os parâmetros analisados atualmente sejam otimizados;
- Revisar o procedimento que determina a abertura do vertedouro para evitar a eutrofização no trecho de jusante do barramento.