

WORKSHOP

MONITORAMENTO DE QUALIDADE DA ÁGUA EM BACIAS URBANAS

QUALIDADE DA ÁGUA EM RESERVATÓRIOS

Júlio César Rodrigues de Azevedo

ECOSSISTEMAS AQUÁTICOS

Ecosystemas aquáticos: reflexo de um constante cenário de degradação ambiental;

- Atividades antropogênicas;
- Processo de urbanização;
- Uso desordenado do solo;
- Complexidade dos agentes poluidores;
- Fontes pontuais e difusas de poluição;
- Escassez do bem vital para a manutenção da vida.....

QUALIDADE DA ÁGUA

Interações dos fatores físicos, químicos, biológicos e transformações que interagem no sistema.

A introdução de qualquer substância na água acarreta alterações na sua qualidade, as quais nem sempre são favoráveis ao desenvolvimento e sobrevivência dos organismos aquáticos.

QUALIDADE DA ÁGUA

Critérios de qualidade de água: considera os valores máximos toleráveis que garantem os usos pretendidos da água:

CONAMA 357/2005, Ministério da Saúde, IAP,

Critérios de qualidade de água → uso

- _ consumo humano (MS, 518/2004);**
- _ recreação (balneabilidade);**
- _ irrigação;**
- _ proteção da vida aquática;**
- _ aquicultura.**

QUALIDADE DA ÁGUA

QUAIS EFEITOS SÃO CONSIDERADOS NO ESTABELECIMENTO DE CRITÉRIOS?

- Para consumo humano (não cancerígenos, cancerígenos e organolépticos);
- Para irrigação (fitotoxicidade, se é acumulativo ou praguicida);
- Para proteção da vida aquática (efeito crônico).

QUALIDADE DA ÁGUA

PERSPECTIVAS

Complementar a avaliação da qualidade da água através de ensaios toxicológicos;

Inclusão de outras matrizes (como sedimento, material particulado e organismos expostos, teste de toxicidade do sedimento);

Inclusão de outros parâmetros (como antibióticos e hormônios).

QUALIDADE DA ÁGUA

CICLO BIOGEOQUÍMICO

A Biogeoquímica é a ciência que estuda a troca ou a circulação de matéria entre os componentes BIÓTICOS E ABIÓTICOS (físicos e químicos) da Biosfera (Odum, 1971).

ÍNDICES DE QUALIDADE

- Crescimento Populacional
- Desequilíbrio ambiental
 - aporte de nutrientes (N, P) → eutrofização/cianobactérias
 - metais traço (Cd, Pb, Ni, Cu, Hg....) → toxicidade
 - matéria orgânica → oxigênio dissolvido (OD)

Alterações **ciclos**
antropogênicas ⇒ **biogeoquímicos** ⇒ **equilíbrio?**

ÍNDICES DE QUALIDADE

- Índice de qualidade da água (**IQA**)
- Avaliação integrada da qualidade da água (**AIQA**)
- Índice da qualidade da água de reservatórios (**IQAR**)
- Índice de toxidez (**IT**)
- Índice de qualidade de água bruta para fins de abastecimento público (**IAP**)
- Índice de qualidade de água para a proteção da vida aquático (**IVA**)
- Índice do estado trófico (**IET**)
- Índice de toxidez (**IT**)

Facilitar a interpretação;
Indicar o grau de contaminação;

Tabela 1. Parâmetros empregados no cálculo do IQA.

Parâmetros	Pesos
Oxigênio dissolvido	W = 0,17
Coliformes Fecais	W = 0,15
Potencial Hidrogeniônico (pH)	W = 0,12
Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO _{5,20})	W = 0,10
Temperatura	W = 0,10
Nitrogênio Total	W = 0,10
Fósforo Total	W = 0,10
Turbidez	W = 0,08
Resíduo Total	W = 0,08

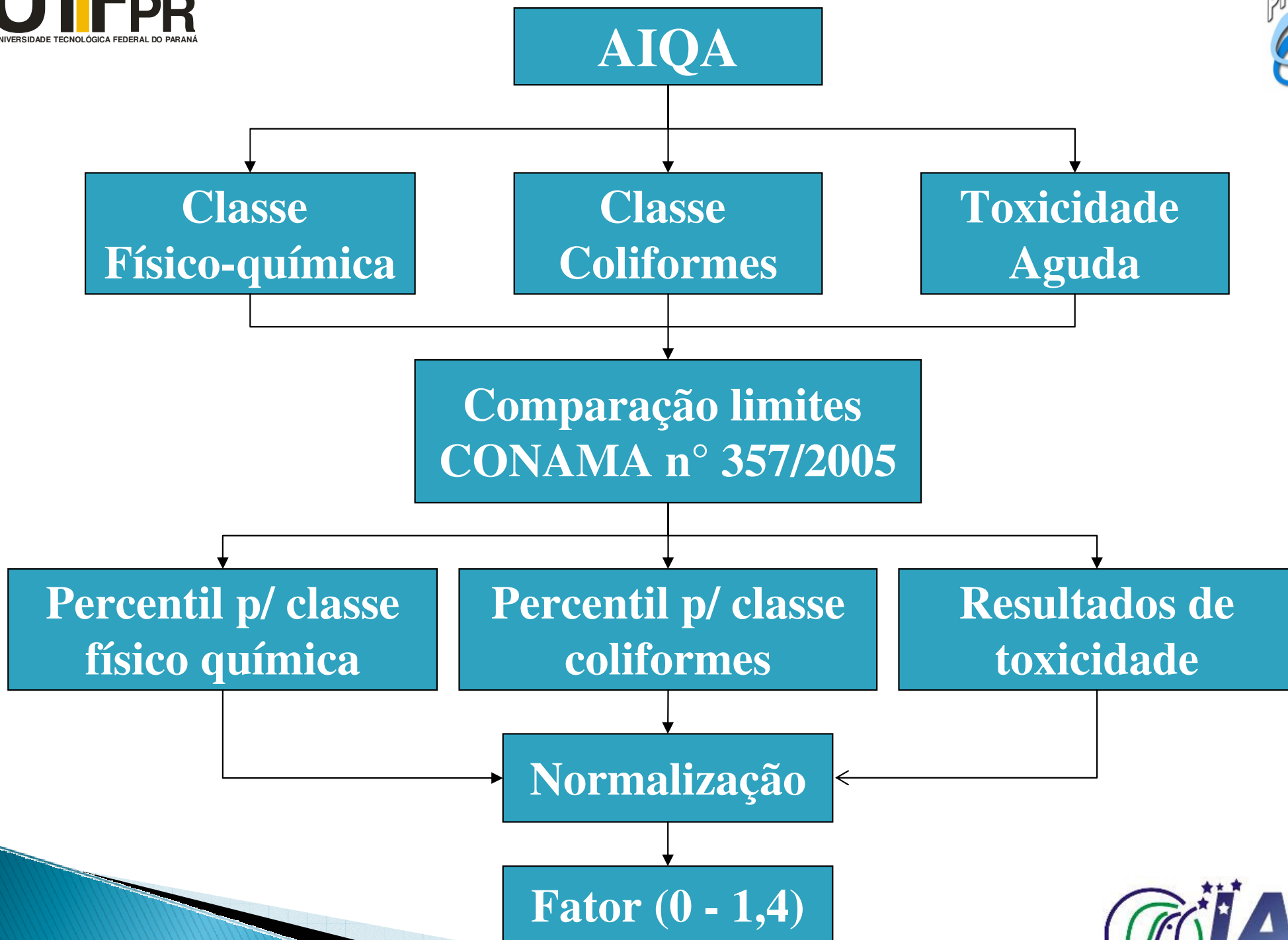
IQA

$$IQA = \prod_{i=0}^9 q_i^{w_i}$$

Tabela 2. Classificação da qualidade das águas

Valor	Qualificação	Cor
80-100	Ótima	Azul
52-79	Boa	Verde
37-51	Aceitável	Amarela
20-36	Ruim	Vermelha
0-19	Péssima	Preta

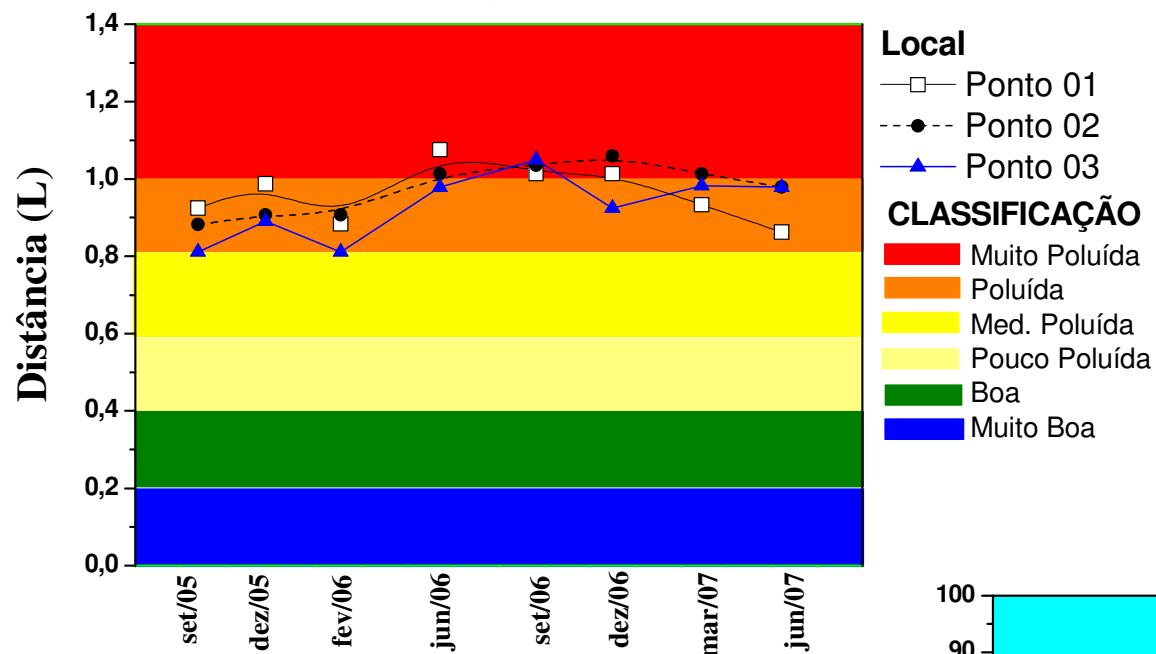
Fonte : CETESB (1997).



	Muito Poluída
	Poluída
	Med. Poluída
	Pouco Poluída
	Boa
	Muito Boa

AIQA x IQA

AIQA



Rio Barigüi

IQA-Cetesb

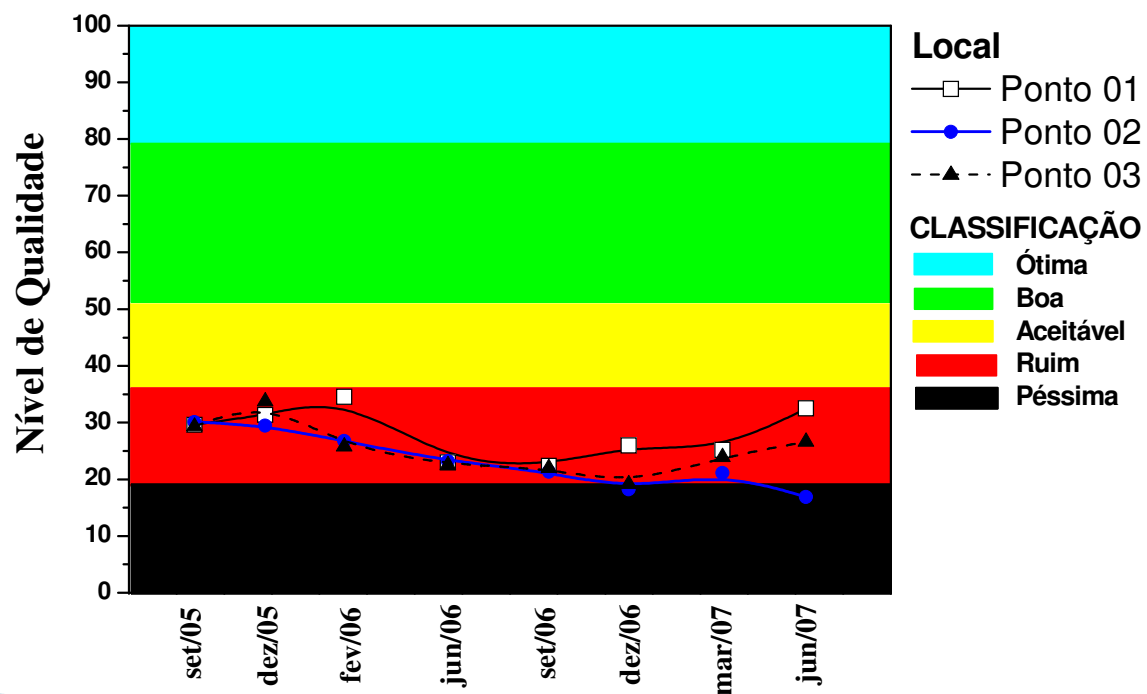


Tabela 3 . Matriz de Qualidade de Água(*) *modificada em 2008

Variáveis "i"	Classe I	Classe II	Classe III	Classe IV	Classe V	Classe VI
Déficit de oxigênio (%)	≤5	6-20	21-35	36-50	51-70	>70
Fósforo Total (P- mg.L ⁻¹)	≤0,010	0,011-0,025	0,026-0,040	0,041-0,085	0,086-0,210	>0,210
Nitrog. Inorg. Total (N - mg.L ⁻¹)	≤0,15	0,16-0,25	0,26-0,60	0,61-2,00	2,00-5,00	>5,00
Clorofila a (mg.m ⁻³)	≤1,5	1,5-3,0	3,1-5,0	5,1-10,0	11,0-32,0	>32
Disco de Secchi (m)	≥3	3-2,3	2,2-1,2	1,1-0,6	0,5-0,3	<0,3
DQO (mg.L ⁻¹)	≤3	3-5	6-8	9-14	15-30	>30
Tempo de residência (dias)	≤10	11-40	41-120	121-365	366-550	>550
Profundidade média (m)	≥35	34-15	14-7	6-3,1	3-1,1	<1
Cianobactérias (nº de células/mL)	≤1.000	1.001-5.000	5.001-20.000	20.001-50.000	50.001-100.000	>100.000

CÁLCULO DO IQAR

Tabela 4 - Variáveis selecionadas e seus respectivos pesos

Variáveis "i"	Pesos w_i
Déficit de oxigênio dissolvido- (%)*	17
Fósforo Total - (O_2-mg/l)**	12
Nitrogênio inorgânico total - (N- mg/l)**	08
Clorofila <u>a</u> - (mg/m³)***	15
Profundidade Secchi - (metros)	12
Demanda Química de Oxigênio - DQO - (O_2 - mg/l)**	12
Cianobactérias (nº de células)***	08
Tempo de residência - (dias)	10
Profundidade média - (metros)	06

CLASSES

Classe I - não impactado a muito pouco degradado: saturado de OD, ↓ nutrientes, ↓ MO, ↓ *clor-*a**.

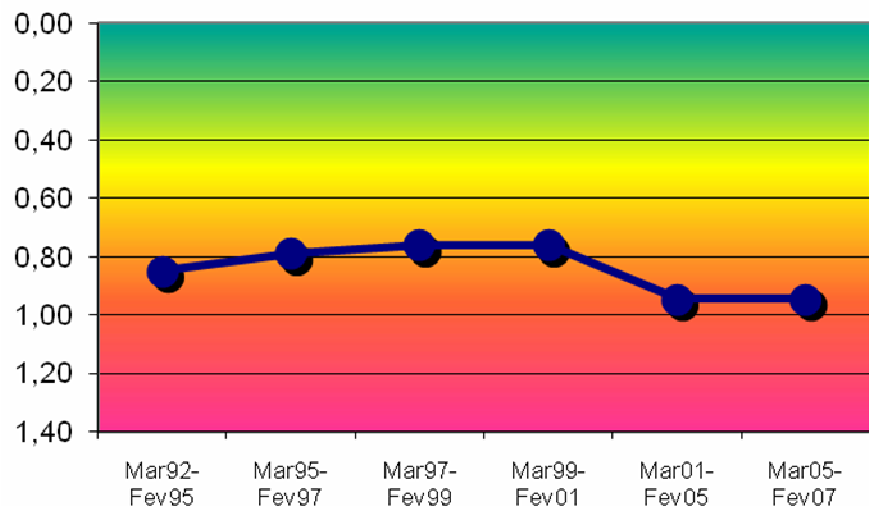
Classe III - moderadamente degradado: déficit considerável de OD, médio aporte de nutrientes e MO.

Classe VI - extremamente poluído: biota restrita, poluição MO, anoxia em toda a coluna de água. Aporte e reciclagem de nutrientes muito altos (hipereutróficos).

AIQA – Altíssimo Iguaçu

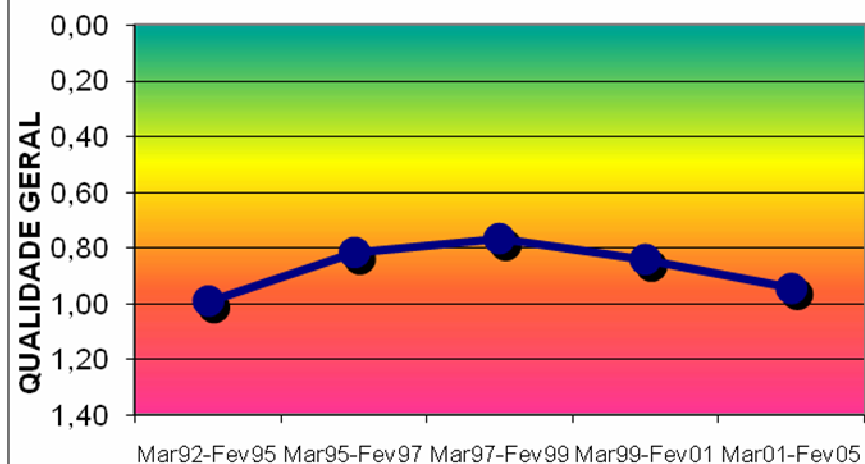
EVOLUÇÃO DA QUALIDADE MÉDIA DAS ÁGUAS

AI01 (Rio Irai - Olaria do Estado)



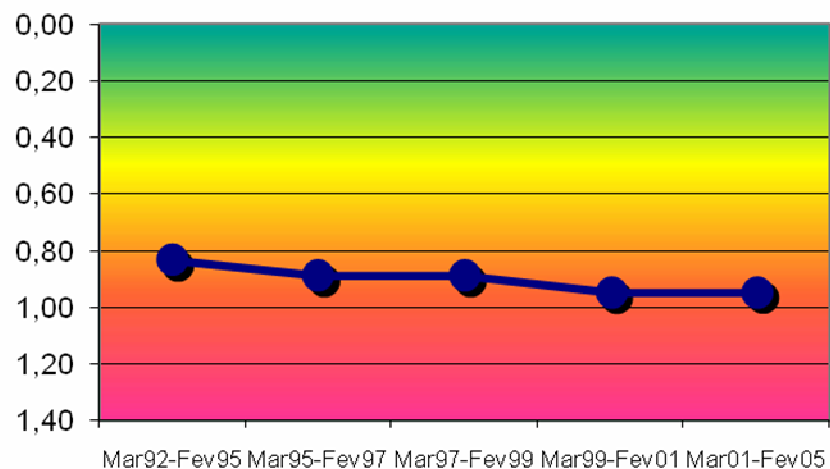
EVOLUÇÃO DA QUALIDADE MÉDIA DAS ÁGUAS

AI02 (Rio Timbu- Estrada da Graciosa)



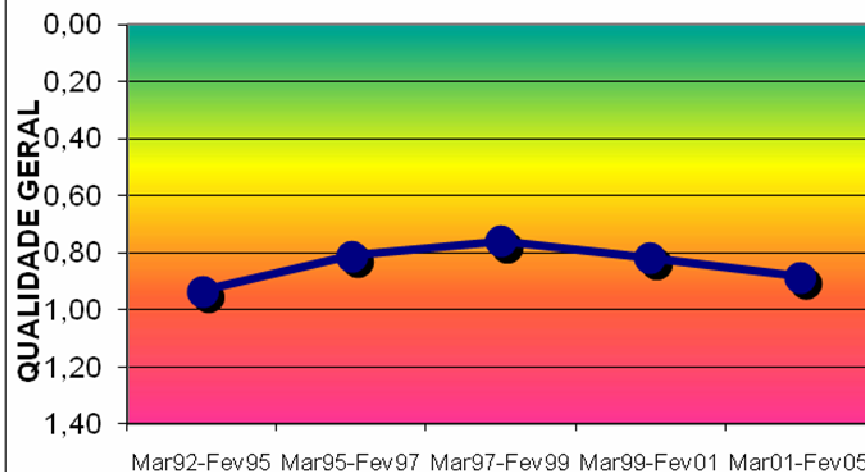
EVOLUÇÃO DA QUALIDADE MÉDIA DAS ÁGUAS

AI03 (Rio Palmital - Vargem Grande)



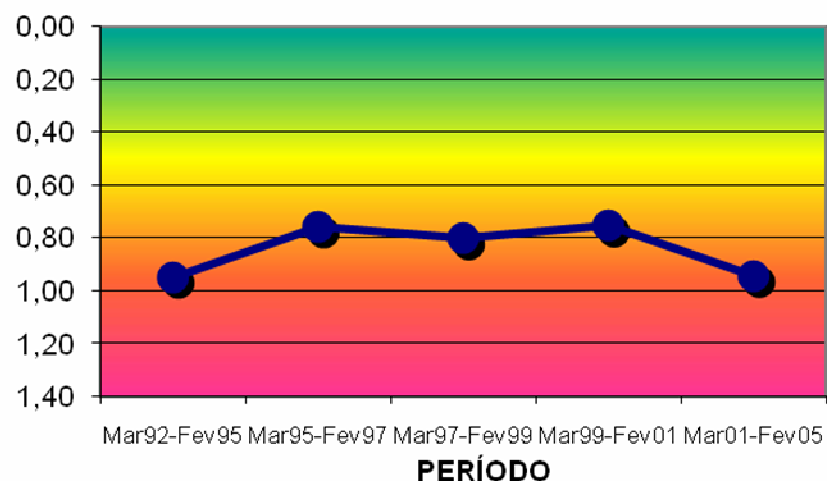
EVOLUÇÃO DA QUALIDADE MÉDIA DAS ÁGUAS

AI17 (Rio Irai - Pinhais)

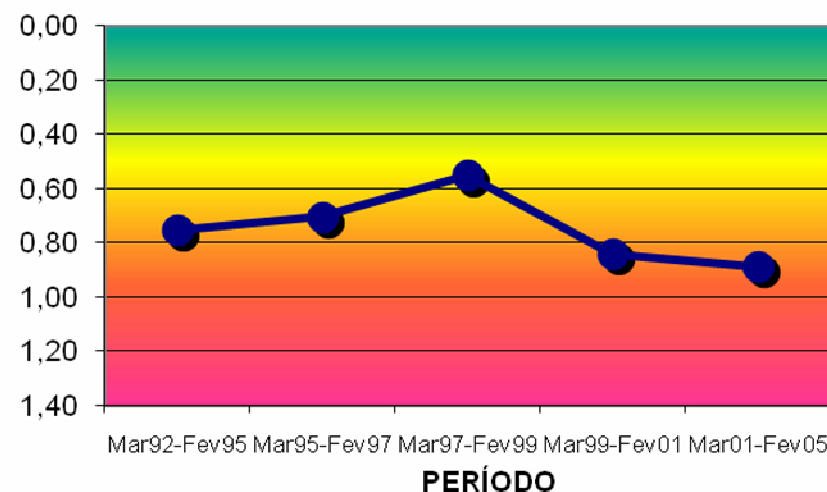


AIQA – Altíssimo Iguaçu

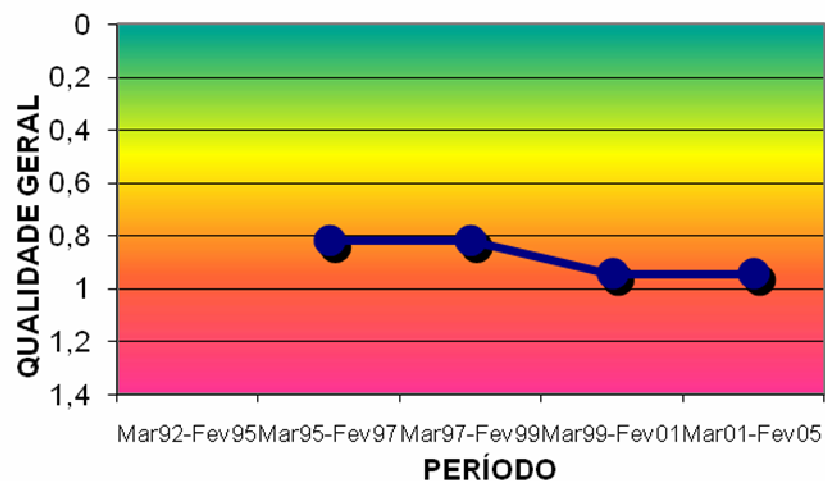
EVOLUÇÃO DA QUALIDADE MÉDIA DAS ÁGUAS
AI48 (Rio Itaquí - Próx. a Foz)



EVOLUÇÃO DA QUALIDADE MÉDIA DAS ÁGUAS
AI49 (Rio do Meio II - Próx. Foz Iraizinho)



EVOLUÇÃO DA QUALIDADE MÉDIA DAS ÁGUAS
AI71 (Captação da SANEPAR)



AIQA

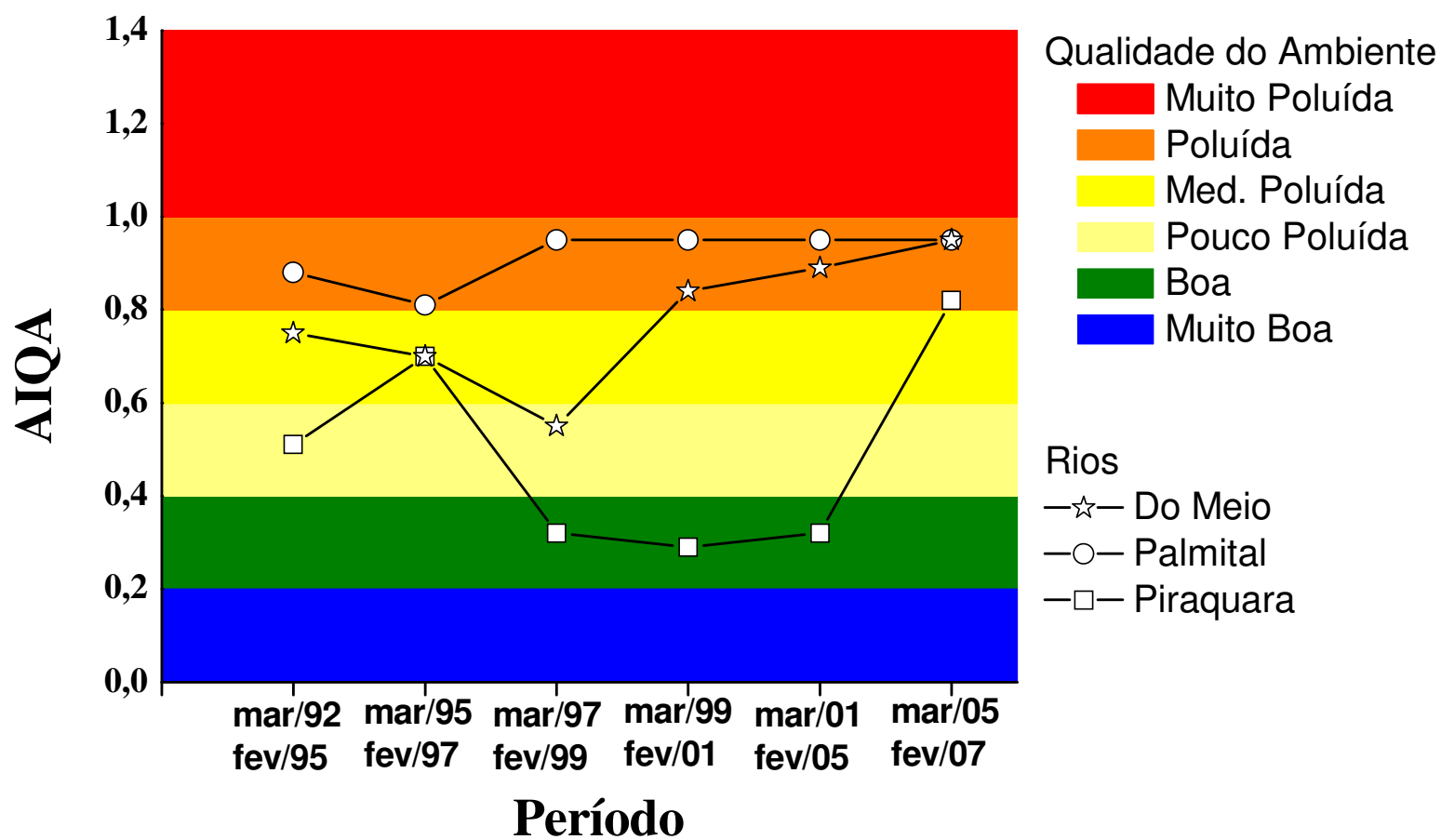
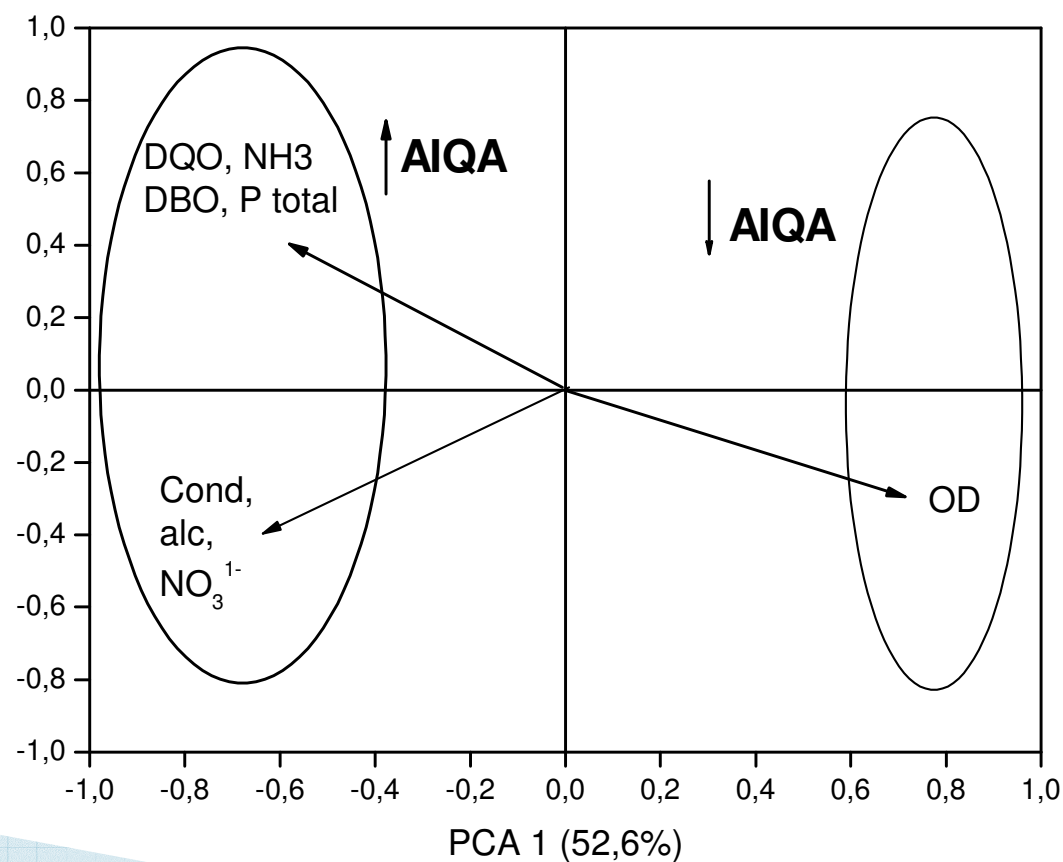
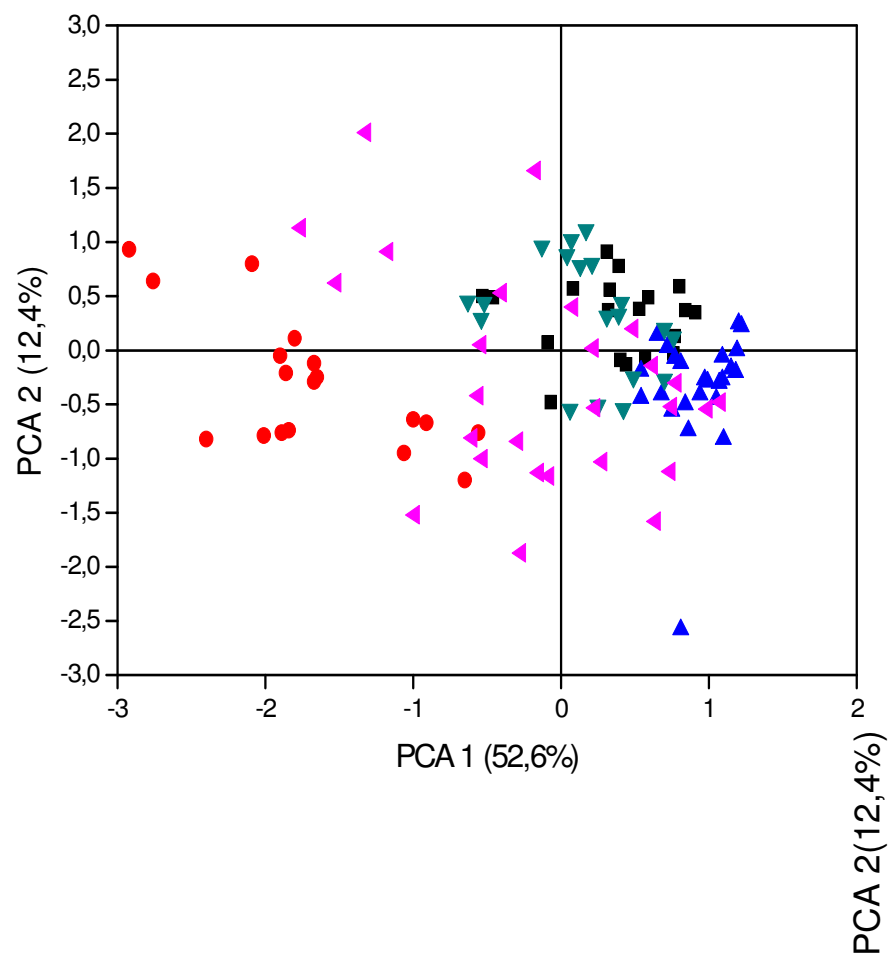


Tabela 5 – Situação de alguns reservatórios (dados IAP)

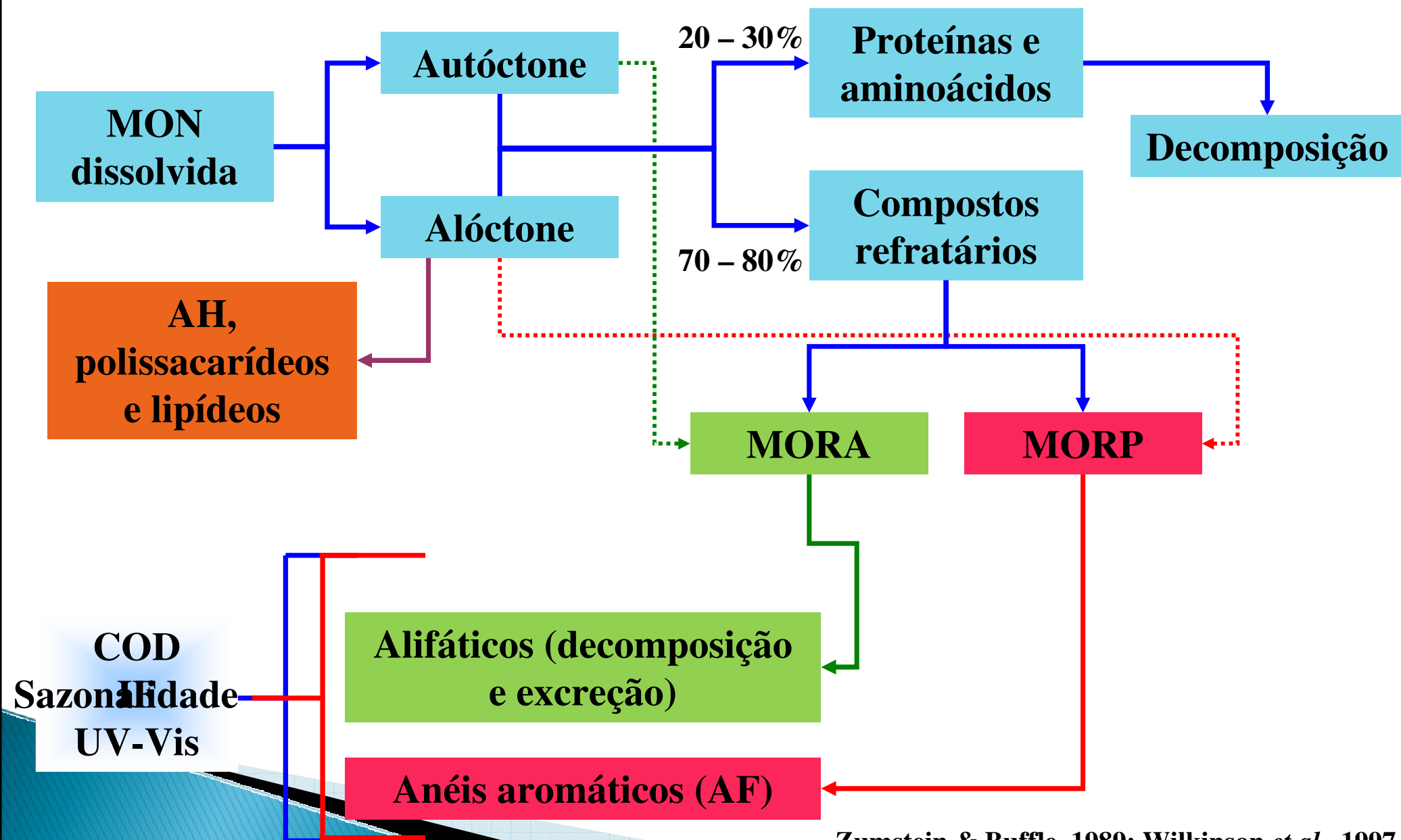
[illegible]

AIQA – Altíssimo Iguaçu

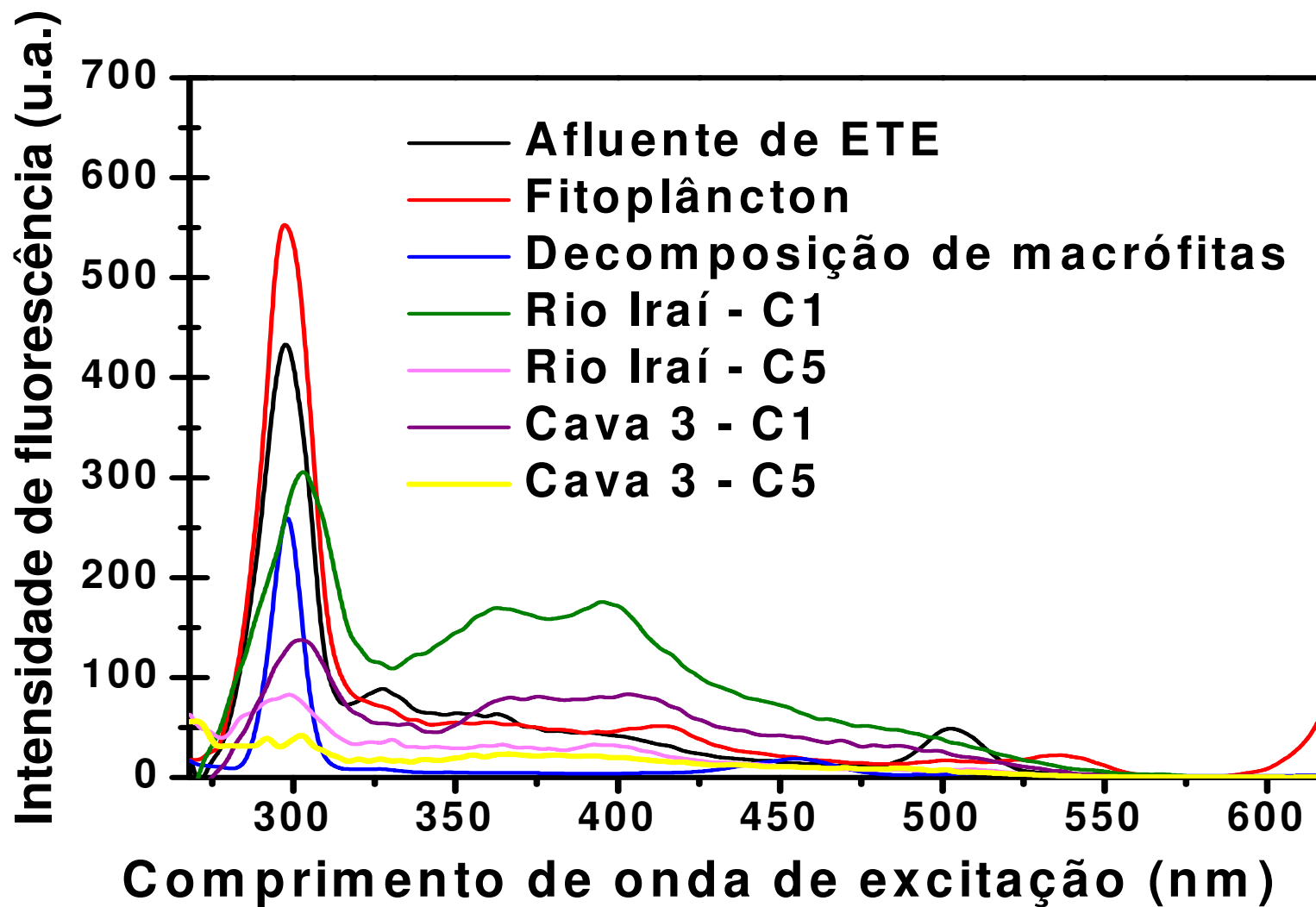


DIFICULDADE EM AVALIAR A QUALIDADE DA ÁGUA

QUALIDADE DA ÁGUA: Matéria Orgânica



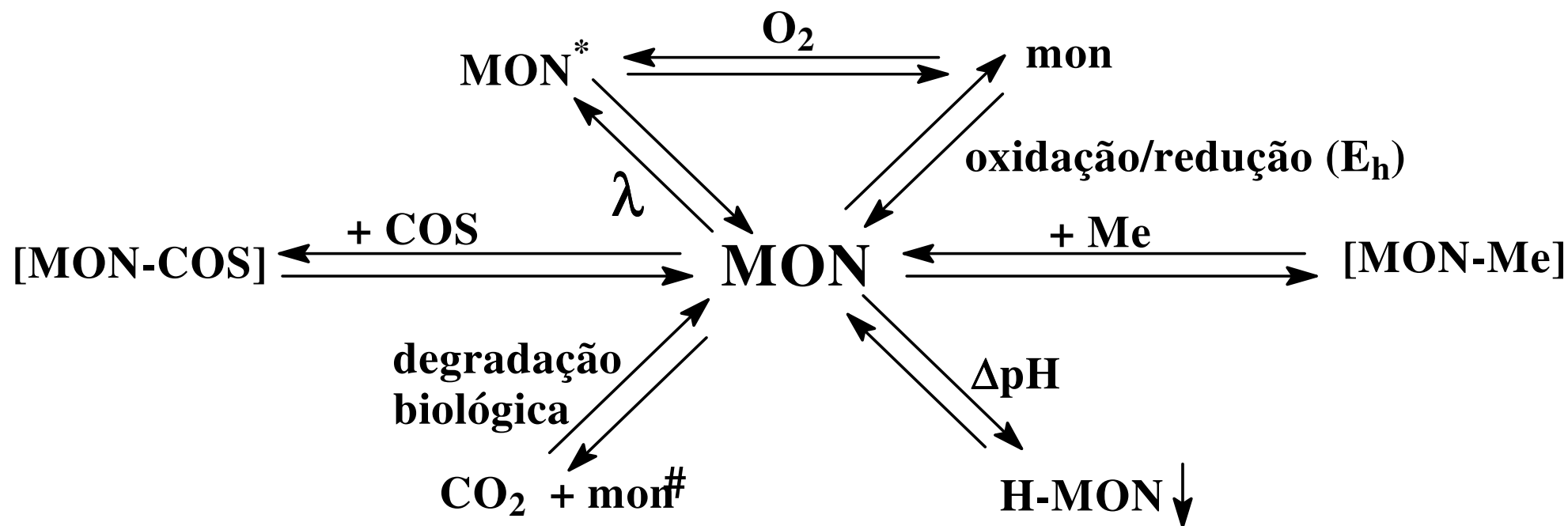
QUALIDADE DA ÁGUA: Matéria Orgânica



RESERVATÓRIOS ÁGUA E SEDIMENTOS

- _ **Hormônios dissolvidos;**
- _ **Cianotoxinas;**
- _ **HPAs: hidrocarbonetos policíclicos aromáticos;**
- _ **PCBs: Bifenil policlorado;**
- _ **Pesticidas;**
- _ **Antibióticos**
- _ **??????????**

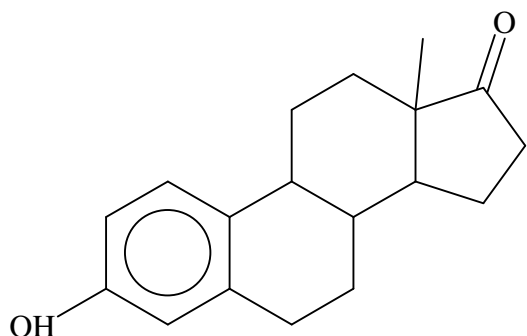
QUALIDADE DA ÁGUA: Matéria Orgânica



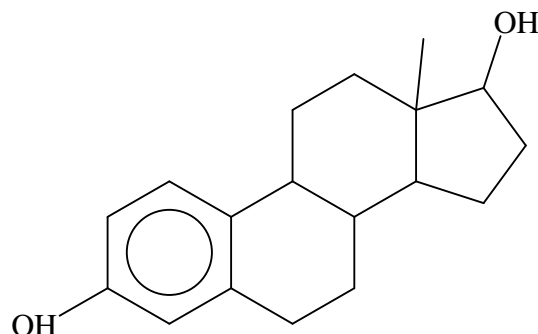
Esquema simplificado das reações, interações e transformações da MON (Frimmel, 1998).

MATÉRIA ORGÂNICA DISSOLVIDA

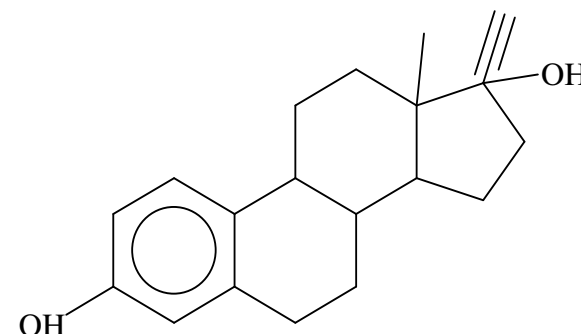
HORMÔNIOS SEXUAIS FEMININOS



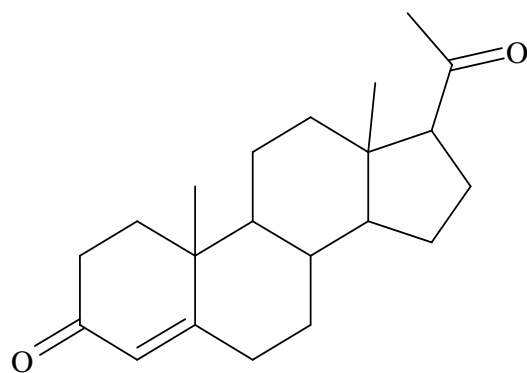
Estrona



Estradiol



Etinilestradiol



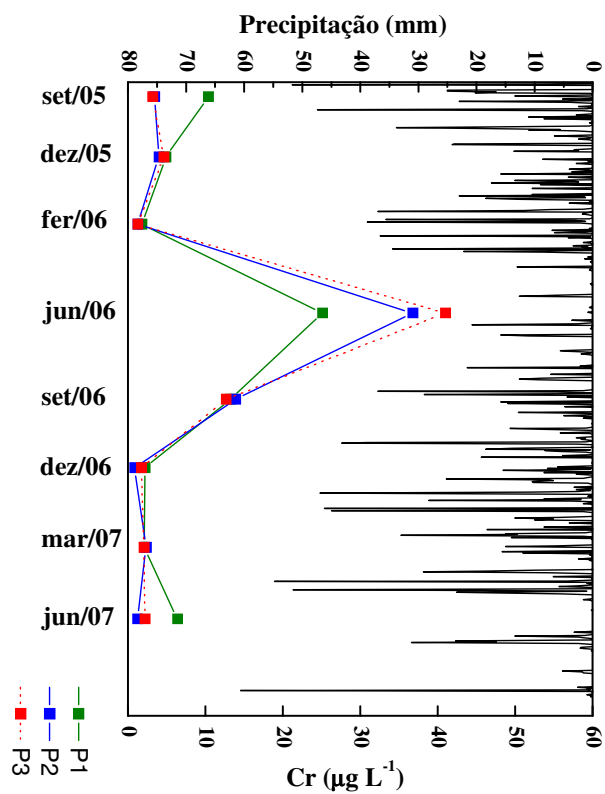
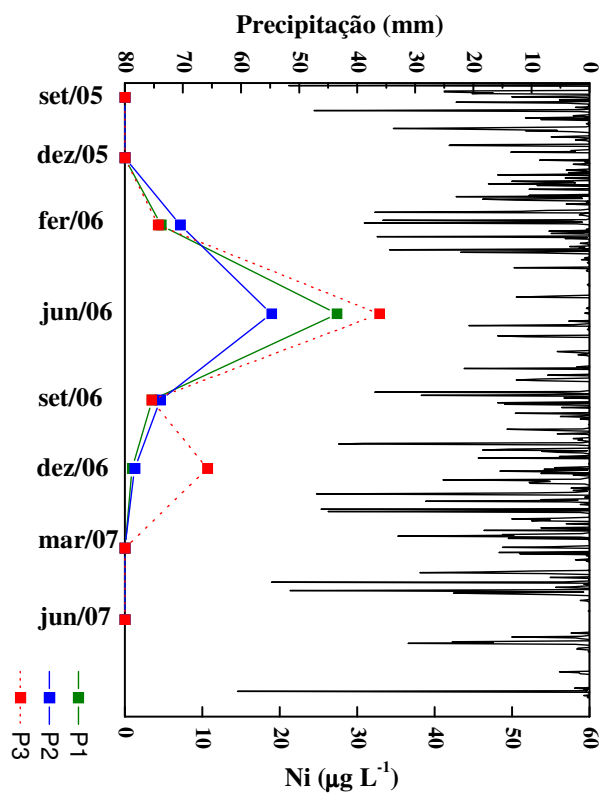
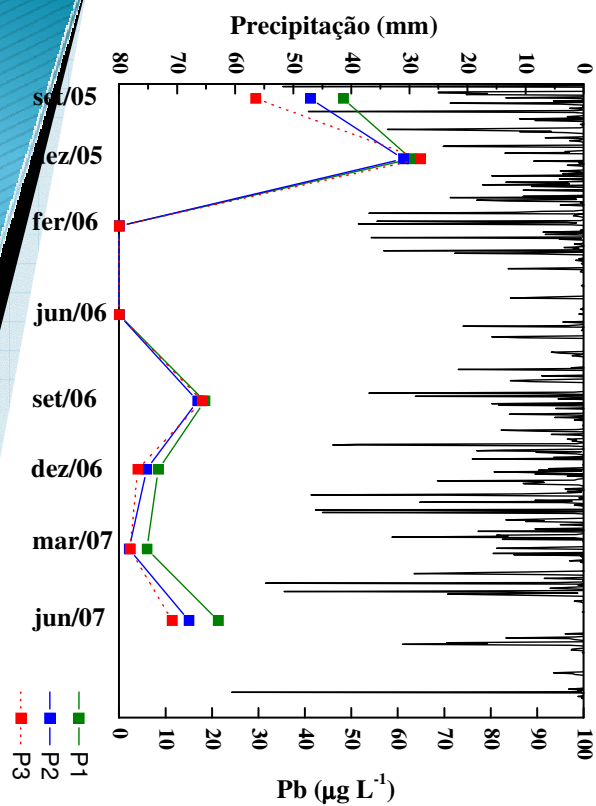
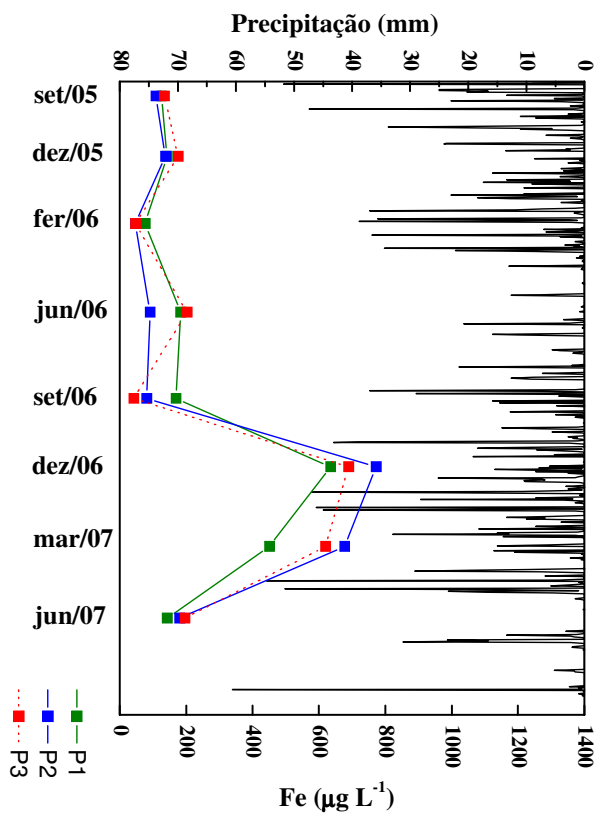
Progesterona

Humanos: pode estar relacionada a doenças de infertilidade masculina como varicocele, criptorquia (testículo alto), hidrocele (acúmulo de líquido no escroto), além de deformidades no pênis e nos testículos, redução no número de espermatozóides e câncer.

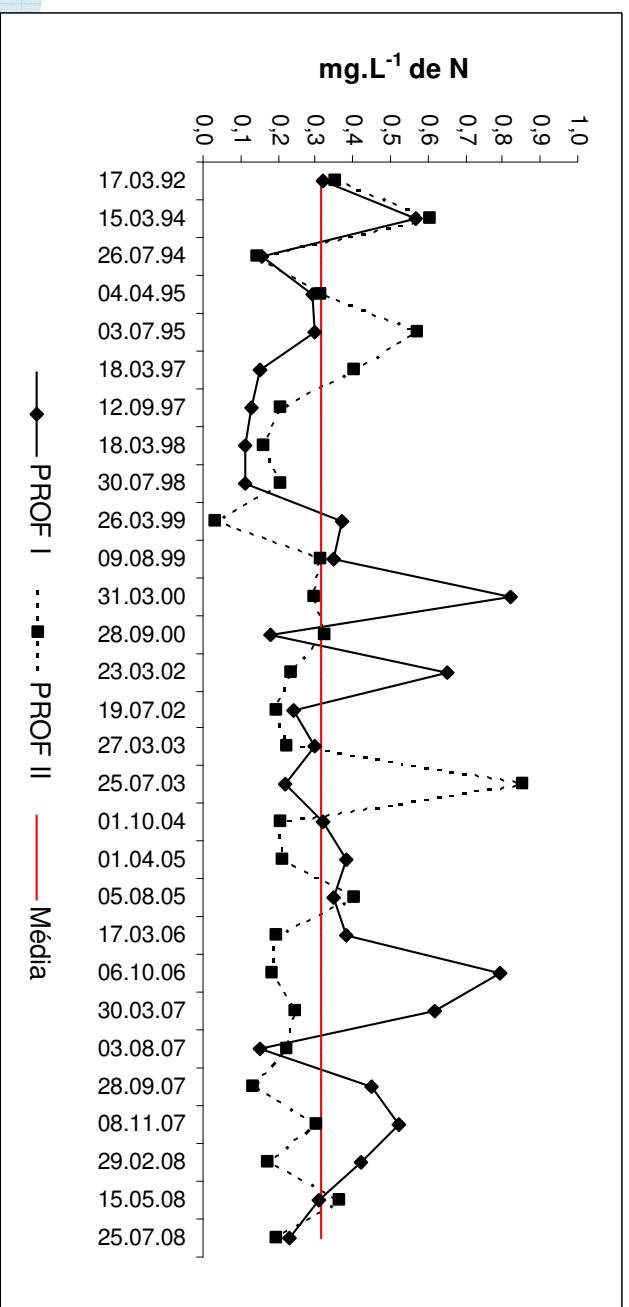
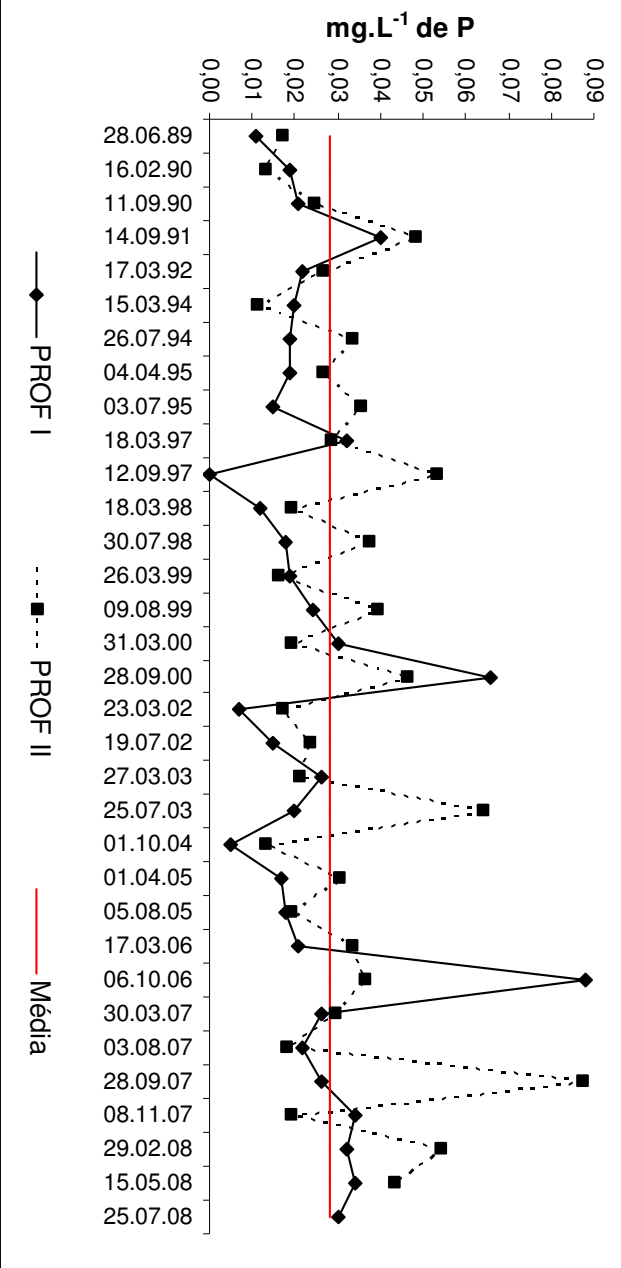
QUALIDADE DA ÁGUA

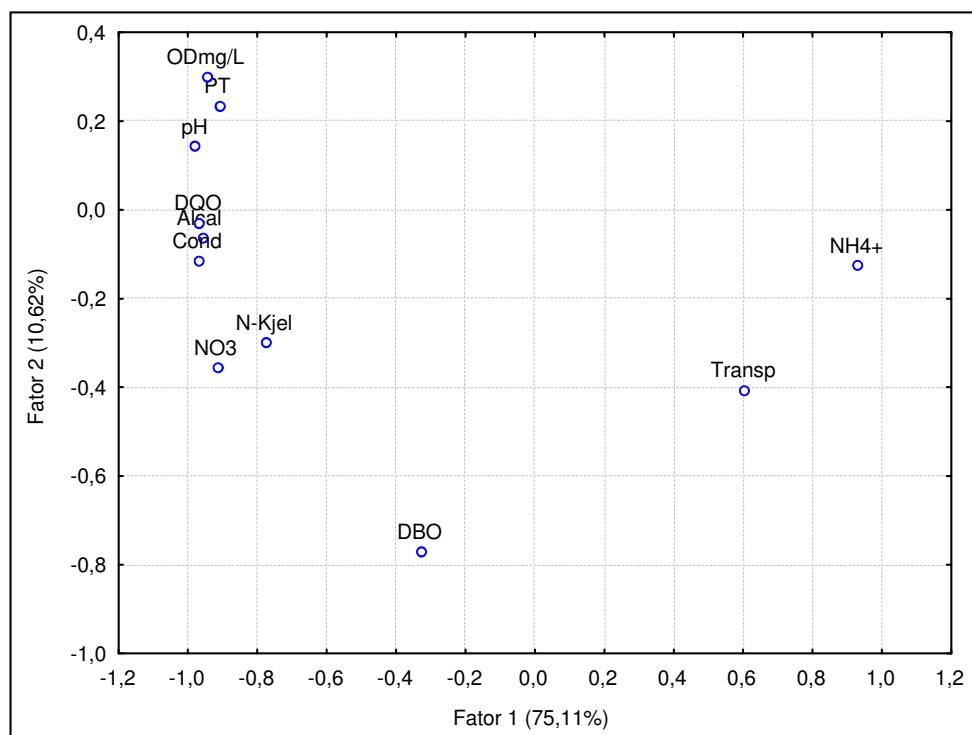
Tabela 01. Valores médios da concentração dos estrogênios ($\mu\text{g/L}$) nos pontos do Rio Atuba (MEA, SEA1 e SEA2), do Rio Iguaçu (CIA) e do afluyente da ETE.

Local	ESTRADIOL	ETINILESTRADIOL	ESTRONA
MEA	4,87	1,26	0,34
SEA 1	5,26	2,60	0,93
SEA 2	8,93	3,44	1,84
CIA	9,32	2,69	0,29
ETE	8,14	7,01	1,04

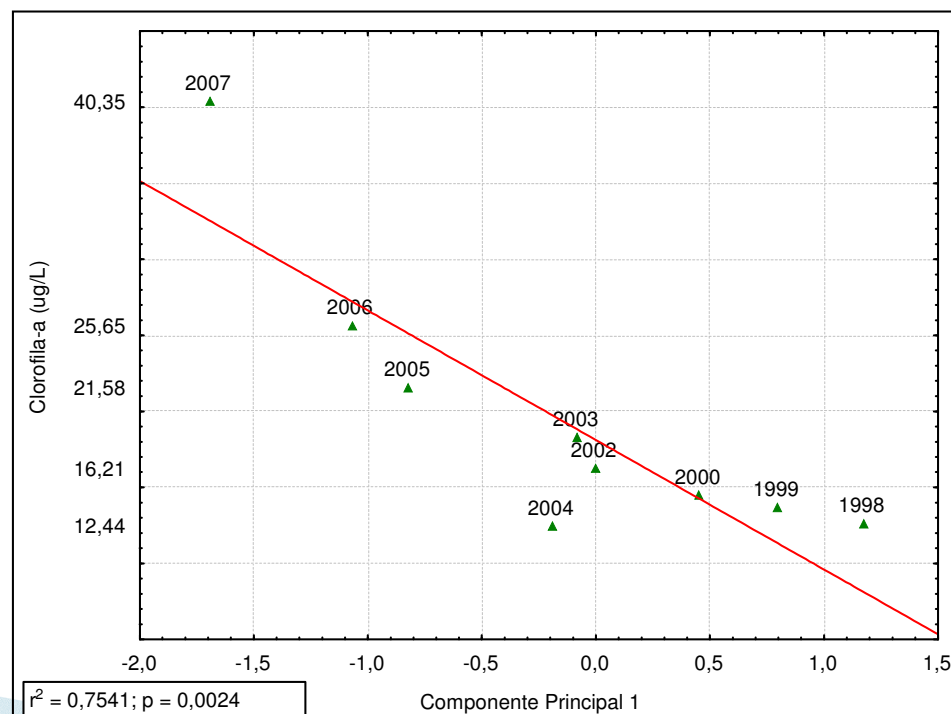


FOZ DO AREIA



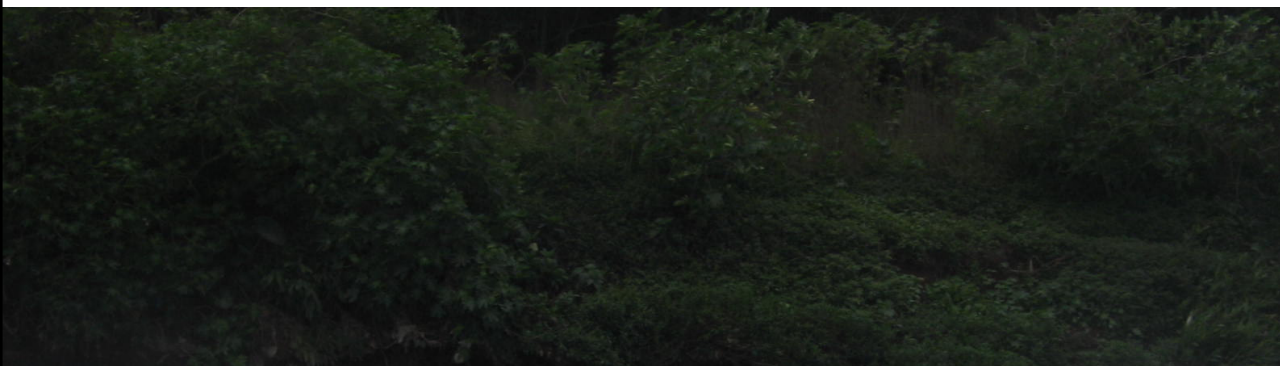


Variáveis Limnológicas	Fatores	
	1	2
Transparência	0,603	-0,404
Alcalinidade	-0,960	-0,061
pH	-0,980	0,144
Condutividade	-0,969	-0,111
Fósforo	-0,911	0,237
DQO	-0,971	-0,027
DBO	-0,331	-0,769
NO ₃	-0,919	-0,353
NH ₄ ⁺	0,928	-0,125
Nitrogênio Kjeldahl	-0,775	-0,297
O.D.	-0,944	0,303



AMBIENTES PESQUISADOS

- 1) Vila Zumbi: “piscinão” (esgoto, vegetação)
- 2) São Judas: “piscinão” (esgoto + macrófitas)
- 3) Rio Itaqui e Lagoa Itaqui (macrófitas submersas, entrada de nutrientes, sedimento rico em nutrientes)
- 4) Corina (macrófitas)
- 5) Cidade Jardim (cianobactérias)
- 6) Rio Iguaçu (degradação por esgoto)
- 7) Rio Iraí (presença de esgoto)
- 8) Rio Atuba (presença de esgoto)
- 9) Rio Palmital (presença de esgoto)
- 10) Rio Pequeno II (alteração da vazão)
- 11) Canal Extravasor (influência do Itaqui e Corina, degradação das cavas)
- 12) Cavas do Altíssimo Iguaçu (menor influência de entrada de nutrientes).



Vila Zumbi





São Judas

Cidade Jardim





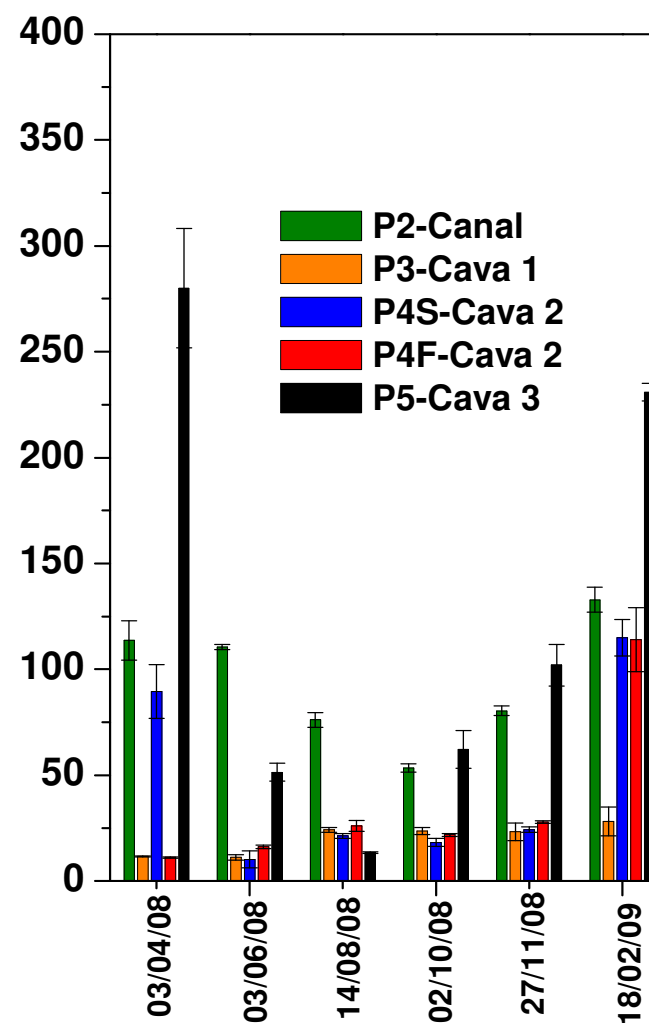
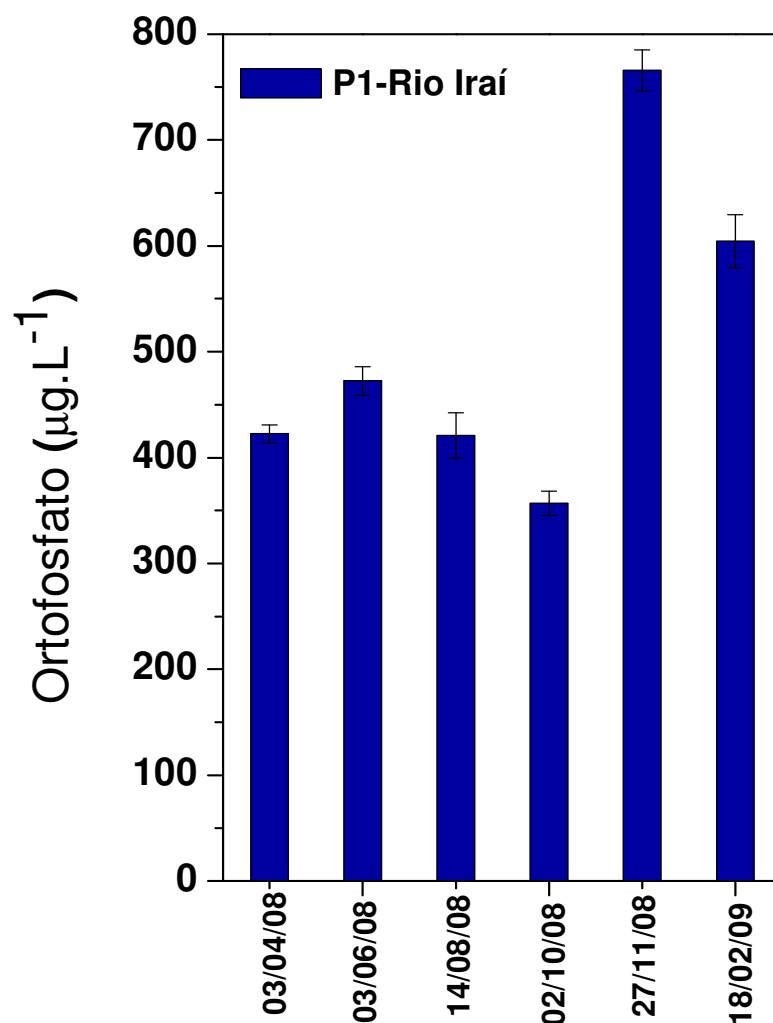
Cidade Jardim



ITAQUI

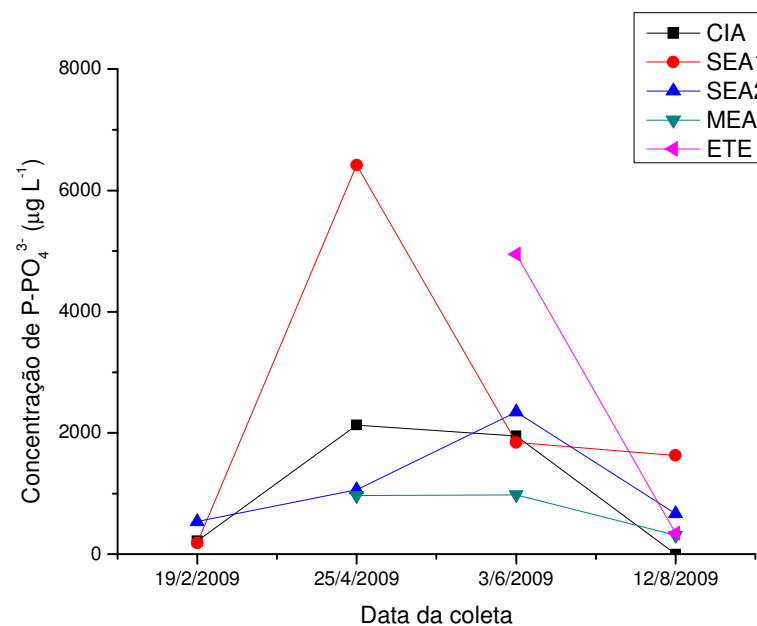
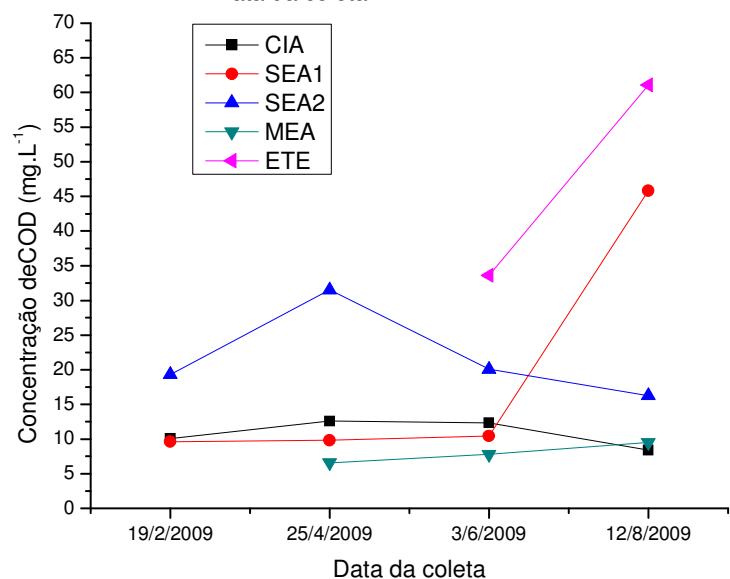
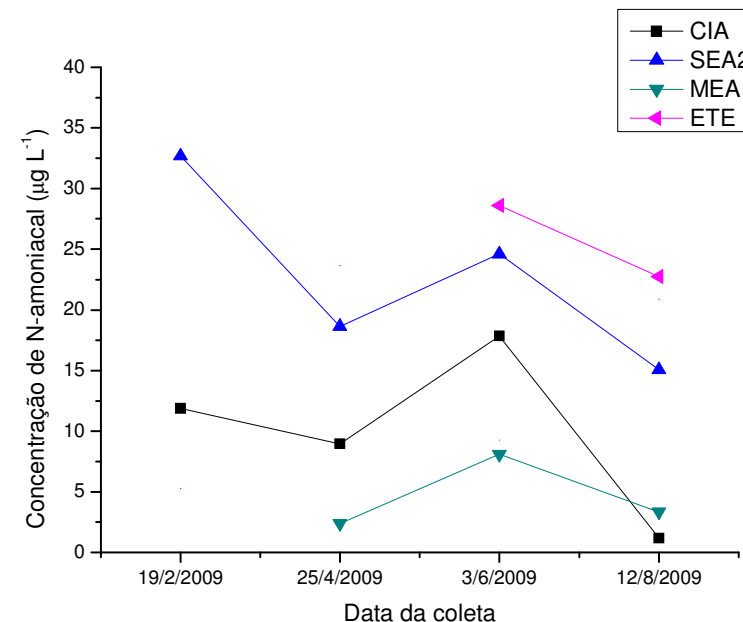
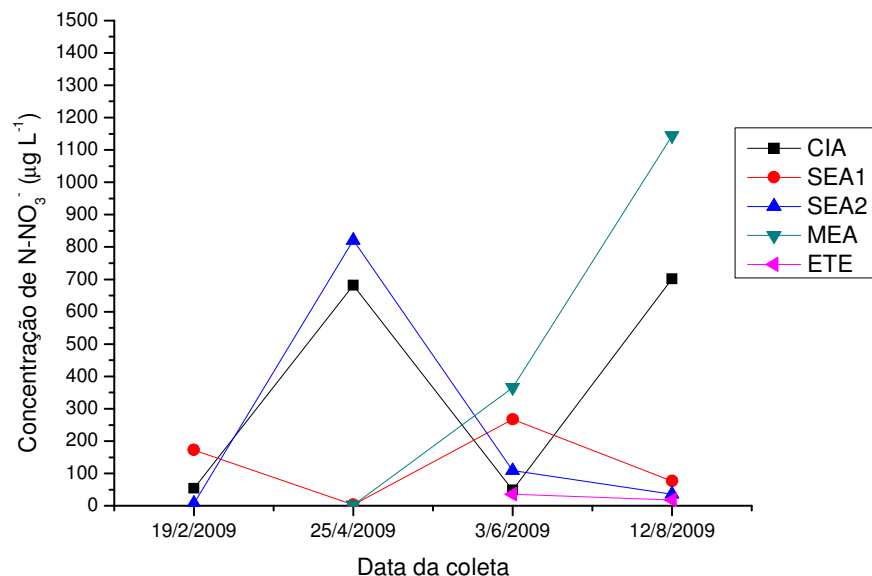


AMBIENTES PESQUISADOS



AMBIENTES PESQUISADOS

Rio Atuba



PESQUISAS FUTURAS

- 1) Monitoramento e aplicação de modelos;**
- 2) Determinação de hormônios, HPAs, BCPs, antibióticos nos diferentes ambientes aquáticos do Estado do Paraná;**
- 3) Determinação de cianotoxinas e suas florações;**
- 4) Estudo da influência dos sedimentos nos ambientes aquáticos (metais, HPAs, BCPs, HSFs, nutrientes e florações);**
- 5) Levantamento das ligações clandestinas de esgotos;**
- 6) Melhoria no tratamento de efluentes domésticos: remoção de nutrientes;**
- 7) Inclusão de novos parâmetros, limites e testes de toxicidade, por exemplo HSFs no CONAMA 357/05.**



MATÉRIA ORGÂNICA DISSOLVIDA

CIANOTOXINAS

Espécies de cianobactérias

- _ hepatotoxinas (microcistina e nodularina);**
- _ neurotoxinas (anatoxina-a, homoanatoxina-a e saxitoxina);**
- _ citotoxinas (cilindrospermopsina);**
- _ dermatoxinas (lingbiatoxina).**

CIANOTOXINAS

Florações de cianobactérias tóxicas: mortandade de peixes e outros animais, incluindo o homem, que consomem a água ou organismos contaminados.

Afetam o fígado e rim, câncer, irritações na pele, alergias, conjuntivite, problemas com a visão, fraqueza muscular, problemas respiratórios, asfixia, convulsões e morte, dependendo do tipo da toxina, da concentração e da via de contato.

Água: onde captar e que qualidade desejamos para beber?

Qualidade ambiental tem um preço e já passou da hora da humanidade pagar este preço.

OBRIGADO PELA ATENÇÃO!