

## ASPECTOS DA QUALIDADE DA ÁGUA DO RIO PIRAÍBA E O LANÇAMENTO DE EFLUENTES DA INDÚSTRIA DE PROCESSAMENTO DE COURO

**Silvia GOMES (1); Neyson MENDONÇA (2); Márcia Valéria CUNHA (3);  
Ilka Sueli SERRA (4); Robson COSTA (5)**

(1) CEFET-PA, Rod. Mário covas nº1400 Resid. Sant moritz bl. 05 apt. 102. Coqueiro-Ananindeua-Pará,  
tel.: (91)8131-3109/(91)3235-1058, e-mail: [silvia-jussane@hotmail.com](mailto:silvia-jussane@hotmail.com)

(2) CEFET-PA, e-mail: [neysonmm@yahoo.com.br](mailto:neysonmm@yahoo.com.br)

(3) CEFET-PA, e-mail: [mv\\_cunhas@yahoo.com.br](mailto:mv_cunhas@yahoo.com.br)

(4) CEFET-PA, e-mail: [ildiserra@yahoo.com.br](mailto:ildiserra@yahoo.com.br)

(5) CEFET-PA, e-mail: [robsrcc@yahoo.com.br](mailto:robsrcc@yahoo.com.br)

### RESUMO

A Região Metropolitana de Belém vem sofrendo intensa degradação ocasionada pelo lançamento de efluentes doméstico e industrial. Especificamente, no complexo de Icoaraci as águas residuárias de indústrias de processamento de couro vêm sendo lançadas no meio ambiente sem o devido tratamento, ocasionando vários impactos ambientais. A presente pesquisa experimental objetiva quantificar a carga poluidora e avaliar a qualidade da água do rio Piraíba que recebe efluente de curtumes do distrito de Icoaraci. No estudo realizou-se coleta de amostras e quantificação da carga poluidora. A qualidade do rio foi avaliada pela determinação de parâmetros físico-químicos mediante procedimentos e recomendações do Standard Methods for Examination of Water and Wastewater. A carga poluidora produzida é de 3864kgDBO<sub>20</sub><sup>5</sup>/dia; 7607kgDQO/dia; 6675kgSST/dia; 639kgN-amon./dia; e 2205kgSO<sub>4</sub><sup>2-</sup>/dia. O equivalente ao potencial poluidor de 71.548 hab. Em relação ao comportamento do N-amoniaco observou-se concentrações superiores a média para a manutenção da vida aquática nesse manancial (0,6 mg/L). Avaliando-se a carga de N-amoniaco, DBO e DQO, fica evidente que os comportamentos do pH e OD estão sendo alterados pela sobrecarga de N-amoniaco oriunda do sulfato de amônia utilizado na etapa purgagem/maceração e do material protéico removido no processamento de couro, ocasionando mortandade de peixes e camarões existentes nesse ambiente aquático.

**Palavras-chave:** efluentes industriais, curtumes, caracterização.

## **1. INTRODUÇÃO**

O Brasil é um dos principais países produtores de carne bovina, e seu rebanho tem evoluído, continua e positivamente, tendo passado de 9,18% (participação no rebanho mundial), em 1991, para 11,59%, em 2003. O reflexo dessa situação é imediatamente percebido, como não poderia deixar de ser, na produção de couros, que se iguala ao número de abates, resultando em crescimento na participação brasileira na produção de couro mundial, que saltou de 7,70%, em 1991, para 10,77%, em 2003 (Revista Courobusiness, 2004).

Segundo Corrêa (2001), a cadeia produtiva do calçado de couro brasileiro é constituída por aproximadamente 450 curtumes, seis mil empresas de calçados, 110 fabricantes de máquinas e equipamentos, 1.100 produtores de componentes para calçados e 2.300 empresas fabricantes de artefatos de couro. Esse autor ainda comenta, que o setor é responsável pela geração de 65 mil empregos diretos e apresenta faturamento anual estimado em aproximadamente US\$ 2 bilhões.

No cenário nacional atualmente o Estado do Pará ocupa a 5ª posição na produção de gado e detém 61% do rebanho da região Norte; e considerando-se o rebanho nacional – segundo o IBGE, no final de 2003, o Pará contava com cerca de 167.463.141 cabeças de gado – que representam 9% de toda a produção nacional.

Em razão dessa produção de gado, o Estado do Pará esta implementando a cadeia produtiva do setor de coureiro-calçadista, que tem seu início na pecuária, passando pelos abatedouros, curtumes, fábricas de calçados e distribuidores, indo até o consumidor final do mercado externo ou interno.

A Região Metropolitana de Belém com cerca de 1.486 unidades industriais instaladas, em três pólos distintos: Icoaraci, Ananindeua e Barcarena vem desde a década de 80, sofrendo intenso processo de degradação ocasionado pelo lançamento de efluentes doméstico e industrial e a ocupação urbana desordenada instalada ao longo das margens dos mananciais.

Especificamente, no complexo de Icoaraci com cerca de 187,60ha, as águas residuárias oriundas de industriais de processamento de couro vêm sendo lançadas indiscriminadamente no meio ambiente, as quais sem o devido tratamento podem ocasionar problemas de contaminação de mananciais, eutrofização de corpos d'água, mortandade de peixes, além do comprometimento de atividades econômicas ligadas aos setores de turismo e pesca, etc, em decorrência principalmente da permanência de na água de contaminantes como: cromo, matéria orgânica, sulfeto, sulfato, N-amonical e cloreto.

Dessa maneira, o presente artigo tem como objetivo quantificar a carga poluidora e avaliar a qualidade da água do rio Piraíba que recebe o efluentes de curtumes existentes no distrito industrial de Icoaraci, e cujas informações são discutidas como base na legislação brasileira vigente e tratadas de forma estatística (descritiva e analítica), para serem estudadas, avaliadas, e apresentadas sob forma gráfica, para que, ao final possa se ter um diagnóstico da qualidade da água desse manancial.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1. Área de Estudo**

A área de estudo desse trabalho é o Distrito Administrativo de Icoaraci (DAICO) distante aproximadamente 18km do centro de Belém por via rodoviária, é parte integrante da região metropolitana de Belém (RMB) que atualmente pode ser descrito como um mega-distrito, por integrar nove bairros (Cruzeiro, Agulha, Águas Negras, Campina de Icoaraci, Maracacuera, Paracuri, Parque Guajará, Ponta Grossa e Tenoné) no qual residem cerca de 132.870 pessoas segundo dados do IBGE (2000) e que atualmente estima-se em quase 270.000 pessoas.

O DAICO é um distrito basicamente industrial, com cerca de 107 empresas instaladas pertencentes aos setores de alimentício (por exemplo: industrialização de Palmito, Açai, etc), pesca, extração mineral, metalúrgico, madeiro, moveleiro, químico, bebida, oleiro cerâmico, construção civil e naval, e de processamento de couro.

Especificamente, o Rio Piraíba, manancial objeto desse estudo integra a bacia do Rio Maguari, que é divisor de águas geográfico que separa a região insular do Distrito Administrativo de Outeiro (DAOOUT) da região continental do DAICO ambos pertencentes a cidade de Belém (PA) e cuja localização pode ser melhor observado na Figura 1.

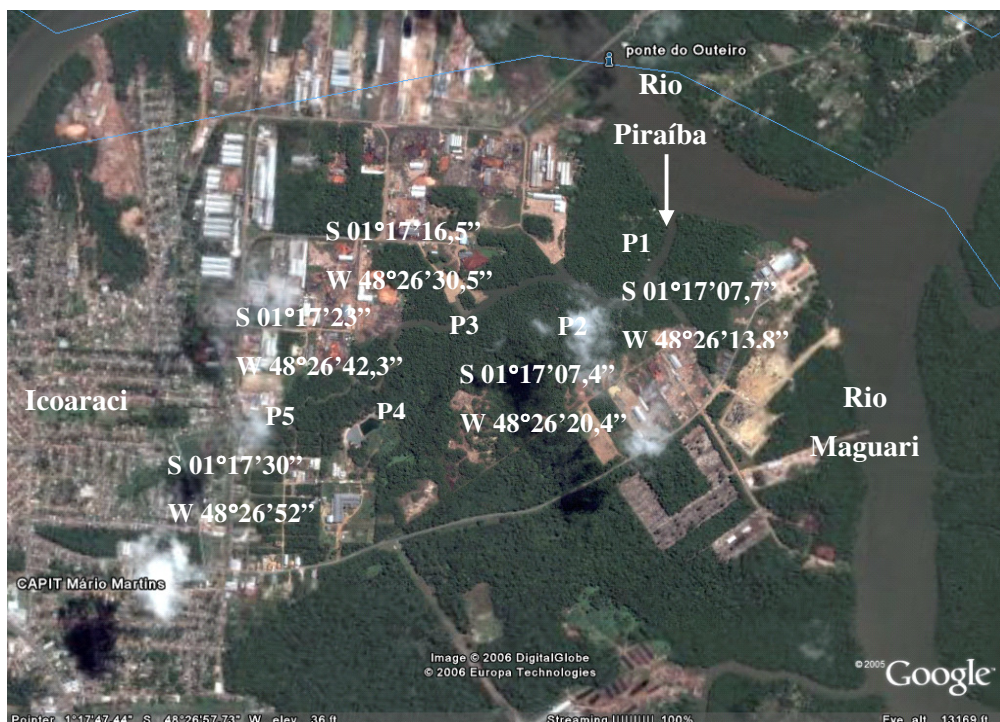


Figura 1. Mapa de localização do Rio Piraíba no DAICO (PA) e georeferenciamento dos pontos de coleta.

## 2.2. Investigação Experimental

O delineamento experimental desse estudo foi dividido em duas etapas experimentais. A primeira etapa denominada de quantificação de carga poluidora, consistiu no levantamento de informações como: número de curtumes instalados no DAICO, fluxograma das indústrias de processamento de couro, número de funcionários, capacidade produtiva (couros/dia), vazão de esgoto sanitário ( $\text{m}^3/\text{dia}$ ), vazão de esgoto industrial ( $\text{m}^3/\text{dia}$ ), carga poluidora (DBO, DQO, N-amoniaco e Fósforo) e a estimativa de equivalente populacional.

É importante mencionar que para quantificação da carga poluidora consideraram-se os seguintes valores médios de água residuária bruta de curtume:  $\text{DBO}_{20} = 4644 \text{ mgO}_2 \cdot \text{L}^{-1}$ ;  $\text{DQO} = 9143 \text{ mgO}_2 \cdot \text{L}^{-1}$ ;  $\text{SST} = 8023 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ ;  $\text{N-amon.} = 768 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ ;  $\text{Cloro} = 11032 \text{ mgCl} \cdot \text{L}^{-1}$ ;  $\text{Sulfato} = 2650 \text{ mgSO}_4 \cdot \text{L}^{-1}$ ;  $\text{Sulfeto} = 108 \text{ mgS} \cdot \text{L}^{-1}$ ; e  $\text{Cromo total} = 121 \text{ mgCr} \cdot \text{L}^{-1}$ .

E na segunda etapa, realizou-se a coleta de amostras de água superficial no rio Piraíba em cinco estações de amostragens georeferenciadas, na qual foram recolhidas amostras de água superficial pelo método manual e de profundidade ao longo da coluna d'água nas alturas de 30, 60, 90 e 120 cm, de maneira a se ter um retrato da qualidade da água desse manancial. Ressalta-se aqui que até os dados observados nesse trabalho se referem a cinco campanhas de coleta efetuadas durante o período de junho a novembro de 2006, que compreende o período de estiagem (pouco chuvoso) da região amazônica.

As variáveis selecionadas para se avaliar a qualidade da água do rio Piraíba foram as seguintes: temperatura, pH; turbidez, salinidade, condutividade, cor aparente, SST, SDT, OD, DBO, DQO, N-amoniacal, fósforo total, cloreto, sulfato e sulfeto.

Todas as variáveis mencionadas ora mencionadas foram determinadas mediante os procedimentos e as recomendações descritas no Standard Methods for Examination of Water and Wastewater (APHA/AWWA/WEF, 1998) ou Procedures Manual DR-4000 Espectrophotometer, no Laboratório de Toxicologia e Microbiologia Ambiental da Seção de Meio Ambiente do Instituto Evandro Chagas (IEC).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÕES PRELIMINARES

#### 3.1. Quantificação da Carga Poluidora

A Figura 2 a seguir apresenta em detalhes as informações relativas a primeira etapa experimental desse trabalho.

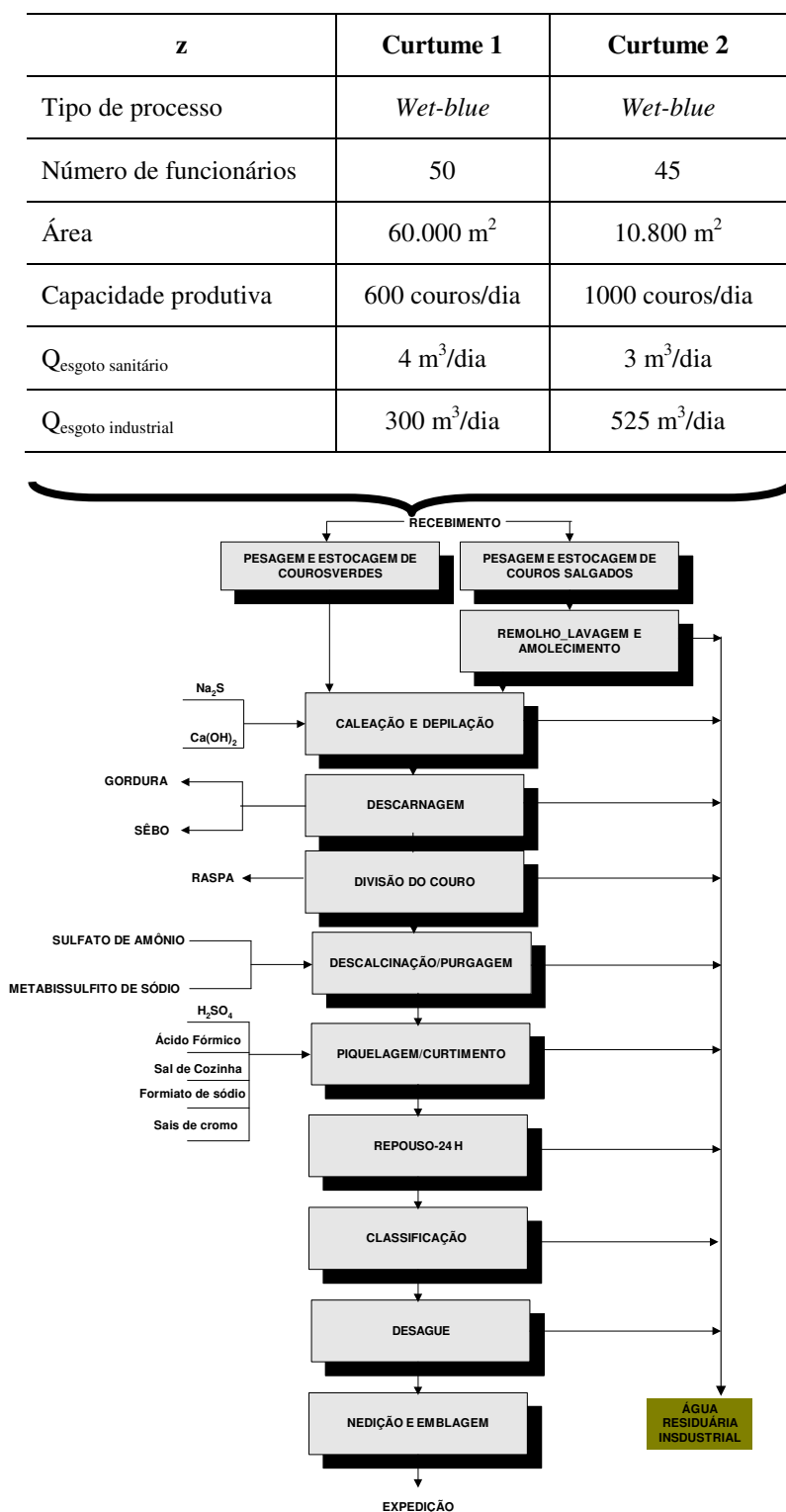


Figura 2. Fluxograma da indústria de processamento de couro em torno do Rio Paraíba.

De acordo com o fluxograma da Figura 2, o beneficiamento do couro nas indústrias instaladas no DAICO é não-integrado mediante o processo de “*wet-blue*”, ou seja, essas unidades produtivas efetuam curtimento mineral com produção direcionada a obtenção de couros para a confecção de calçados, luvas, roupas, bolsas e etc.

Esse beneficiamento é considerado como a primeira fase de tratamento do couro, e nela as principais características das águas residuárias mencionadas pela literatura técnica são: matéria orgânica (sangue, soro e subprodutos da decomposição de proteínas) traduzida por elevada DBO e DQO, nitrogênio amoniacal, sulfatos, sulfetos livres, elevado pH, cromo, cloreto, elevado teor de sólidos em suspensão (principalmente pêlos, graxas, fibras, proteínas e sujeira), salinidade elevada e dureza das águas de lavagem.

A quantificação da carga poluidora total produzida pelos curtumes 1 e 2 é de 3864kgDBO<sub>20</sub><sup>5</sup>/dia; 7607kgDQO/dia; 6675kgSST/dia; 639kgN-amon./dia; 9178kgCl<sup>-</sup>/dia; 2205kgSO<sub>4</sub><sup>2-</sup>/dia; 90kgS<sup>-2</sup>/dia e 100kgCr/dia. A equivalência em termos de matéria orgânica e população indica que a águas residuária dos curtumes 1 e 2, representam, potencial poluidor de aproximadamente 71.548 hab.

### 3.2. Qualidade da água do Rio Piraíba

Os principais resultados obtidos durante a avaliação da qualidade da água do Rio Piraíba são apresentados, respectivamente na Tabela 1. E na Figura 3 são ilustrados os comportamentos de oxigênio dissolvido e do nitrogênio amoniacal ao longo da coluna d'água desse manancial.

**Tabela 1. Resumo estatístico descritivo das variáveis físico-químicas realizadas ao longo do comprimento do Rio Piraíba**

Variáveis	P01 ( $\bar{X} \pm DP$ )	P02 ( $\bar{X} \pm DP$ )	P03 ( $\bar{X} \pm DP$ )	P04 ( $\bar{X} \pm DP$ )	P05 ( $\bar{X} \pm DP$ )
pH*	5,30-7,50	5,40-7,20	5,20-7,30	5,30-7,30	5,30-7,20
Temperatura (°C)	29±1,3	29±1,8	28±1,5	28±1,6	28±1,6
Condutividade(mS/cm)	2,1±2,0	1,7±1,9	1,47±1,63	1,1±1,42	1,3±1,42
Cor aparente (uH) *	65-454	103-421	154-490	145-443	112-442
Salinidade (‰)	1,11±1,13	0,9±1,0	0,8±0,9	0,8±1,0	0,6±0,8
STD (g/L)	1,08±1,07	0,89±0,97	0,76±0,84	0,55±0,71	0,68±0,71
SST (mg/L)	26±16	30±16	41±19	37±14	37±17
Turbidez (uT) *	34-23	37-20	20-71	16-69	75-13
Cloreto (gCl <sup>-</sup> /L)	1,03±1,27	0,93±1,24	0,75±0,97	388±522	355±455
DQO (mg/L)	20±5	19±13	43±64	13±3	19±11
DBO (mg/L)	5,0±1,3	7,0±3,0	24±37	9,0±2,0	10±3,0

\*Valores mínimo-máximo.

OD (mg/L)	4,71±0,96	4,71±1,63	3,72±1,60	4,00±0,44	4,00±0,45
N-amoniaco (mg/L)	0,6±0,8	2,06±3,4	3,6±2,1	3,6±2,13	8,0±3,8
Fosfato total (mg/L)	0,11±0,10	0,10±0,06	0,12±0,07	0,12±0,07	0,23±0,04
Sulfato (mg/L)	120±95	96±76	81±75	81±75	68±63
Sulfeto (mg/L)	0,03±0,02	0,03±0,01	0,04±0,01	0,04±0,01	0,04±0,01
Cromo total (µg/L)	213	53	64	59	33

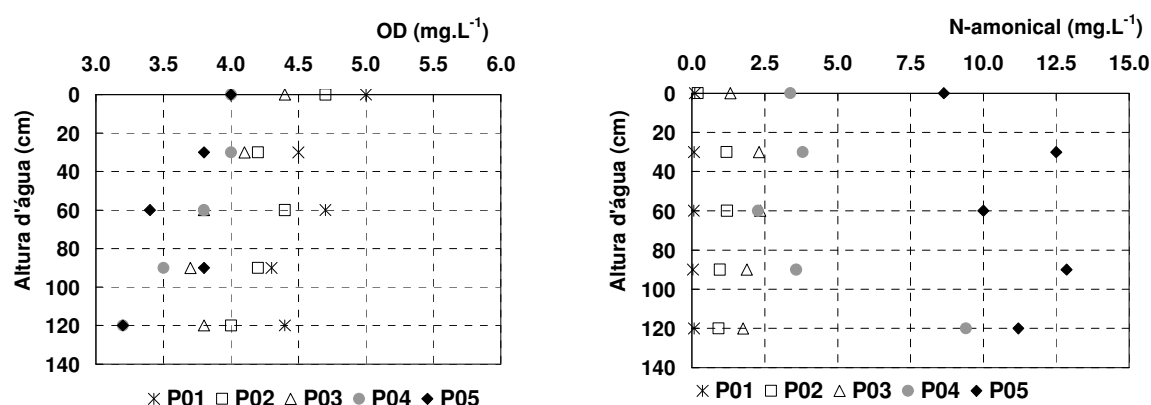


Figura 3. Variação do oxigênio dissolvido e do nitrogênio amoniaco ao longo da coluna d'água no Rio Paraíba durante a terceira campanha de coleta.

Com relação à degradabilidade do conteúdo orgânico presente nesse manancial, para a condição de maré alta, verifica-se relação de DQO/DBO com valores médios de 4,0; 2,5; 2,1; 1,4 e 1,7 para os pontos P01, P02, P03, P04 e P05, respectivamente. Tais resultados, com exceção do ponto de amostragem P01, caracterizam a presença de matéria orgânica passível de ser tratada biologicamente, e que portanto tendem a exercer forte demanda de oxigênio pelos microrganismos nos demais trechos desse rio.

Considerando-se todos os valores de DBO no rio Paraíba, a média seria de 36,33 mg/L na maré baixa e de 7,42 mg/L na maré alta, que perfaz uma relação de aproximadamente 5, isso nos remete a pensar que durante o ciclo de alternância da maré, o rio Paraíba apresentou amplitude de variação na maré baixa na faixa de 15 a 75 mg/L de DBO, e cuja média de 45 mg/L é aproximadamente 4,5 vezes superior ao valor de 10 mg/L recomendado pela resolução N.357/05 do CONAMA para rios de classe N.02. Assim pode-se concluir que o rio Paraíba em questão está recebendo contribuições de efluentes de curtiúme que superam sua capacidade de auto-depuração e que o ciclo de alternância da maré não é suficiente para assimilar a carga orgânica de aproximadamente 112,32 tonDBO/mês.

Para a situação de maré alta, o efeito de dispersão da poluição longitudinal ao longo do rio Paraíba pode ser observado pelos dados de N-amoniaco da Tabela 1, haja vista verificarmos que as concentrações nos pontos P02, P03, P04 e P05 são, respectivamente, 0,5; 1,7; 12; e 27 vezes superiores aos valores médios do ponto P01, considerando-se este como referência para a manutenção da vida aquática nesse manancial. Ainda esses dados revelam que mesmo na maré alta os pontos P04 e P05 do rio Paraíba apresentam valores superiores ao de 3,7 mg/L (pH ≤ 7,5) recomendado pela resolução N.357/05 do CONAMA para rios de classe 2, e que especificamente no ponto P05, durante todo o período experimental desse trabalho na condição de maré alta em 75% das amostras analisadas as concentrações foram superiores a 7,0 mgN-amoniaco/L, aproximadamente duas vezes o valor estabelecido pelo CONAMA.

Em relação ao comportamento do N-amoniaco na coluna d'água (Figura 3b), durante a maré alta, a média dos valores desse poluente nos mostram comportamentos distintos, por exemplo, na estações de amostragens P01 e P02 a concentração se mantém aproximadamente constante ao longo da altura da coluna d'água e para P03 e P05, são observadas variações crescentes do N-amoniaco no sentido superfície para o fundo, enquanto que em P04 o comportamento é oposto.

No caso do oxigênio dissolvido (OD) as determinações desse na água superficial do Rio Paraíba durante a primeira campanha de amostragem (maré baixa) indicaram que em 100% das amostras analisadas os valores médios determinados em todos os pontos de amostragens foram sempre inferiores a 4,0 mg.L<sup>-1</sup>, e dessa maneira atendem as recomendações da resolução N.357/05 do CONAMA para rios de classe N.02. A situação mais crítica com relação a essa variável ocorre para os pontos P02 e P03, quando se observam valores de oxigênio dissolvido menores que 1,5 mg/L, os quais configuram a existência de ambiente com anaerobiose, o qual apresenta condições inadequadas ao desenvolvimento de peixes e outros microrganismos nesse ambiente aquático.

#### 4. CONCLUSÕES PRELIMINARES

Avaliando-se a carga de nitrogênio amoniacal, mais as demandas determinadas com base nas relações estequiométricas acima, fica evidente em se afirmar que os comportamentos do pH e OD no rio Paraíba estão sendo alterados pela sobrecarga de nitrogênio amoniacal oriunda do sulfato de amônia utilizado na etapa purgagem/maceração e do material protéico removido durante o processamento de couro, os quais deverão ocasionar a mortandade de peixes e camarões existentes nesse ambiente aquático.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

APHA/AWWA/WPCF (1998) *STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER*, 20<sup>th</sup>. edition. Washington, D.C., Estados Unidos.

Bosnic, M., Buljan, J. and Daniels, R. P. (2000). **Pollutants in tannery effluents**. Regional Programme for Pollution Control in the Tanning Industry in South-East Asia. United Nations Industrial Development Organization. 1-26p.

Campos (1991). **Efluentes de Curtumes: origem, caracterização e tratamento**. Apostila da Disciplina: SHS-5702-2-Tratamento Avançado de Águas Residuárias. Departamento de Hidráulica e Saneamento-Escola de Engenharia de São Carlos-Universidade de São Paulo. São Carlos (SP). 1 a 15p.

Corrêa, A. R. (2001). **O COMPLEXO COUREIRO-CALÇADISTA BRASILEIRO**. BNDES Setorial, Rio de Janeiro, n. 14, p. 65-92.

Mendonça (2004). **Caracterização limnológica e físico-química das águas superficiais na área insular do município de Belém (PA)**. Relatório de atividades referente a bolsa de desenvolvimento científico regional (DCR-Proc.n.350427/2004-6), 40p. Belém (PA).

**REVISTA COUROBUSINESS** (2004). Edição N.34, ANO VII-N.3- Maio/Junho-Brasília(DF).  
CONTEÚDO