

EFEITOS DA POLUIÇÃO EM PEIXES

LUIZ PAULO RODRIGUES CUNHA

Universidade do Rio Grande — Departamento de Oceanografia

1. Introdução — 2. Resposta aos estressores ambientais — 3. Enfermidades Associadas à poluição: 3.1 Enfermidades infecciosas — 3.2 Enfermidades não-infecciosas — 3.2.1 Efeitos citotóxicos/mutagênicos — 3.2.2 Anomalias esqueléticas e outras alterações morfológicas — 3.2.3 Tumores ou neoplasmas — 3.2.4 Outras lesões que não tumores — 4. Efeitos econômicos das enfermidades em peixes — 5. Considerações finais.

1. INTRODUÇÃO

A existência e o desenvolvimento da vida na terra foi e segue sendo uma indicação de que os organismos têm estado em interação harmônica com o seu *habitat*. A vida é afetada sempre que o meio ambiente é submetido a impactos que excedem determinados limites.

Os ambientes aquáticos do mundo (que compreendem mais de 70% da superfície terrestre) têm sido o lugar onde materiais em suspensão, compostos dissolvidos, íons e produtos da degradação biológica acabam por permanecer, alguns por relativamente curto espaço de tempo, outros por longos períodos.

A água — o maior solvente da natureza — retém em seu meio substâncias naturais, como também aquelas sintetizadas total ou parcialmente pelo homem. Uma imensa variedade de compostos químicos estranhos à natureza tem tido sua produção acelerada desde o início da era industrial. Esses produtos, ao caírem nas águas, podem produzir alterações no desenvolvimento e na sobrevivência dos organismos aquáticos, uma vez que muitos deles são altamente tóxicos.

Existe no mundo, atualmente, mais peixes que qualquer outro grupo de vertebrados, tanto no número de indivíduos como de espécies. Estima-se que o total de espécies de peixes alcance a casa de 30.000, o que significa dizer que em cada 5 vertebrados, 3 são peixes.

A grande extensão das condições aquáticas do planeta contribui significativamente para a diversidade desse grupo zoológico. No entanto, a diversidade de comportamento dos peixes é muito maior que sua varia-

bilidade morfológica, o que se evidencia nas diferentes formas de natação, alimentação, ocupação do território, nas estratégias reprodutivas etc.

Por serem os principais vertebrados nadadores e por não se acharem sujeitos a uma séria competição por parte de outros animais, os peixes dominam os ecossistemas aquáticos em todas as partes. Suas funções vitais, como alimentação, digestão, assimilação, crescimento, resposta aos estímulos e reprodução dependem da água.

Diversas condições de enfermidade têm sido registradas para peixes que ocorrem em *habitats* aquáticos degradados, o que sugere, em alguns casos, uma estreita associação com o grau de contaminação ambiental.

Alguns desses efeitos são visíveis à vista grossa (erosão das nadadeiras, anomalias esqueléticas, ulcerações etc.), enquanto outros só podem ser demonstrados histopatologicamente (tumores internos, por exemplo).

Uma crescente literatura sobre os efeitos da exposição experimental de peixes a contaminantes específicos tem abordado a letalidade e efeitos subletais desses produtos.

2. RESPOSTA AOS ESTRESSORES AMBIENTAIS

Todos os animais são dotados de mecanismos inatos que permitem a sobrevivência da espécie em ambientes sujeitos a alterações. No caso dos peixes, variações excessivas das condições do meio aquático podem provocar alterações fisiológicas e bioquímicas que comprometem sua capacidade de sobrevivência, seja diretamente ou como consequência do aumento da susceptibilidade a agentes patogênicos cuja ação se torna favorecida pelas alterações do ambiente natural.

Materiais tóxicos produzidos pela natureza ou a poluição resultante das atividades humanas constituem sérias ameaças a esses organismos, uma vez que o meio aquático não provê locais de escape das substâncias danosas nele solúveis. Embora os peixes possam detectar determinados contaminantes químicos, freqüentemente são impotentes para evitá-los.

Existem fortes evidências de que vários poluentes ambientais influem sobre a habilidade do peixe para resistir à infecção, reduzindo a efetividade dos seus mecanismos de defesa externos e internos.

O estresse vem a ser a consequência dos diferentes mecanismos através dos quais um organismo tenta manter o equilíbrio frente a uma alteração ambiental ou outro fator que amplie as respostas adaptativas além de seu limite normal.

Várias definições de estresse têm sido propostas, mas podemos entendê-lo como a soma das mudanças morfológicas, fisiológicas, bioquímicas e comportamentais registradas no indivíduo como resultado da ação de estressores.

O estresse provocado pela poluição pode ser o principal fator a contribuir para a ocorrência de algumas enfermidades em peixes de ambientes

degradados. Isso porque a maioria dos poluentes são estressores químicos, e muito daquilo que chamamos "patologia" ou "enfermidade" vem a ser consequência da ação desses agentes.

Indivíduos estressados exibem vários níveis de respostas fisiológico/bioquímicas (acompanhadas de alterações morfológicas e comportamentais), resultando, nas etapas finais, na diminuição da capacidade de resistência às enfermidades, no aumento das disfunções fisiológicas ou anomalias, em efeitos sobre o crescimento e a reprodução, e, em casos extremos, na própria morte do animal.

No que toca aos efeitos dos poluentes às respostas imunológicas, tem sido demonstrado experimentalmente, quando se analisa peixes de uma mesma espécie, que a produção de anticorpos é maior em indivíduos retirados de ambientes poluídos que naqueles que habitam locais sem poluição. É sugerido, daí, que os peixes que conseguem sobreviver em áreas poluídas podem estar selecionados geneticamente por sua alta capacidade de produção de anticorpos.

É possível constatar também que a extensão do parasitismo de populações de peixes pode ser afetada pela poluição numa determinada área. A relação envolve um fenômeno de dupla face, com o parasita aumentando a susceptibilidade do hospedeiro a poluentes tóxicos, ou os poluentes determinando um incremento da ocorrência de certos parasitas. A morte de indivíduos parasitados pode ser direta, como consequência de distúrbios fisiológicos e infecções microbianas secundárias, ou indireta, como resultado da predação diferencial ou inabilidade para compensar outros estressores ambientais.

3. ENFERMIDADES ASSOCIADAS A POLUIÇÃO

3.1 Enfermidades infecciosas

Considerando apenas os aspectos ambientais, qualquer modificação de uma situação normal para anormal produz um determinado grau de estresse sobre as populações de peixes, podendo contribuir na prevalência de agentes patogênicos ou invasores secundários.

Despejos orgânicos lançados em águas costeiras ou estuarinas, seja através de esgotos domésticos, efluentes industriais ou drenagens da agricultura, podem levar à produção de altas populações de vibriões e bactérias heterotróficas, principalmente dos gêneros *Vibrio*, *Pseudomona* e *Aeromonas*. Esses agentes provocam o incremento da pressão infecciosa em populações de peixes submetidos a estresse devido a poluentes químicos, temperatura anormal ou baixas taxas de oxigênio dissolvido.

As ulcerações de origem bacteriana, depois da erosão de nadadeiras, vêm a ser as patologias aparentemente mais comuns em peixes de águas poluídas.

Outros tipos de infecções ocorrem frequentemente em estado latente, podendo desenvolver-se em infecções ativas quando o peixe está estressado, provocando por vezes elevadas mortandades. Poluição por metais pesados e altas temperaturas da água têm sido reportadas em casos de ativação dessas infecções.

3.2 Enfermidades não-infecciosas

Em adição às enfermidades causadas por agentes patogênicos infecciosos, os peixes apresentam numerosos exemplos de defeitos fisiológicos, estruturais, ou condições anormais que podem ter causas genéticas ou de outra origem.

As enfermidades não-infecciosas em peixes incluem as anomalias morfológicas (esqueléticas, principalmente), disfunções fisiológicas devidas a fatores químicos, desordens metabólicas resultantes de deficiências nutricionais, e algumas formas de neoplasia (cânceres). Para os propósitos dessa discussão, serão abordados mais especificamente os efeitos citotóxicos/mutagênicos, as anomalias esqueléticas, outras alterações morfológicas e também as neoplasias.

3.2.1 — Efeitos citotóxicos/mutagênicos

Um novo e significativo fator de mortalidade em populações marinhas, estuarinas e dulciaquícolas — incluindo danos genéticos — tem resultado do incremento da poluição química.

As propriedades citotóxicas, mutagênicas e teratogênicas de vários contaminantes químicos, incluindo metais pesados, pesticidas e hidrocarbonetos policíclicos derivados do petróleo, têm sido demonstradas em estudos experimentais, tanto em animais terrestres como aquáticos.

As células reprodutivas, ricas em gordura, são bastante vulneráveis a esses e outros contaminantes. Os ovos, por sua vez, são especialmente sensíveis durante a meiose e primeiros estágios da clivagem.

3.2.2 — Anomalias esqueléticas e outras alterações morfológicas

Observações de anomalias esqueléticas e outras alterações morfológicas têm aumentado substancialmente nas últimas duas décadas como consequência da estreita atenção aos efeitos da poluição sobre os estoques de peixes.

As anomalias podem ter origem genética (resultando de mutações e recombinações), epigenética (adquiridas durante o desenvolvimento embrionário) ou pós-embrionária (adquiridas durante o desenvolvimento larval ou pós-larval).

As deformidades esqueléticas incluem flexões e compressões da coluna vertebral, fusões de vértebras, mandíbulas mal formadas, opérculo reduzido, outras anomalias na cabeça (assimetria craniana, p. ex.) e perda ou

defeitos nas nadadeiras. Tais casos têm sido os mais comumente observados em peixes ósseos. Porém, quando se faz um exame minucioso, são observadas também anomalias mais sutis, como as dos rastros branquiais, p. ex.

Existem evidências de uma base hereditária para algumas dessas anomalias esqueléticas, embora muitos outros estudos apontem para certos fatores ambientais, como temperaturas excessivamente altas ou reduzidas, baixo teor de oxigênio dissolvido, reduzido pH, radiação, alterações da salinidade, deficiências alimentares e produtos químicos tóxicos.

Tem sido reconhecida uma possível relação causal entre altos níveis de organoclorados e metais pesados (contaminantes que reconhecidamente interferem no metabolismo do cálcio) com a ocorrência de anomalias esqueléticas, apoiada em evidências experimentais envolvendo vários grupos de vertebrados.

Dependendo de suas concentrações, as substâncias tóxicas podem causar mortalidade direta ou, no espectro dos efeitos subletais, provocar anomalias morfológicas ou fisiológicas, cuja manifestação pode se dar em qualquer estágio de vida.

Pesquisas mais recentes têm expandido o conhecimento sobre as anormalidades associadas com *habitats* aquáticos poluídos, especialmente no que diz respeito aos impactos sobre os peixes nos primeiros estágios de vida. Tem sido constatado que a exposição de fêmeas maduras a determinados poluentes pode aumentar a proporção de larvas anormais produzidas, enquanto que a exposição de ovos e larvas a águas contaminadas pode incrementar a mortalidade e a percentagem de manifestações de anomalias.

A ocorrência e frequência de alterações nos padrões das escamas, junto com as aberrações esqueléticas, podem ser também bons indicadores da extensão da degradação ambiental.

Pigmentação anormal, muito frequente em linguados e afins, constitui outra classe de alteração morfológica considerada não-infecciosa. Ocasionalmente, esses peixes têm sido encontrados com manchas de pigmentação no lado "cego" (ambicoloração) ou com áreas despigmentadas no lado que exhibe coloração (albinismo parcial). Ambicoloração é provavelmente a anomalia mais comum entre membros desse grupo.

Estudos experimentais têm mostrado que a susceptibilidade às mudanças ambientais causa alguns defeitos de ambicoloração, demonstrando que o fenômeno não é primariamente uma aberração genética. Outras referências associam pigmentação anormal com ulcerações, certos parasitas e poluição dos locais de criação.

3.2.3 — Tumores ou neoplasmas

Tumor ou neoplasma é uma massa de tecido anormal que cresce no corpo, interna ou externamente, sem qualquer função fisiológica, podendo

ser benigno, potencialmente maligno ou maligno em suas características. É, especificamente, uma massa de tecido independente e não inflamatória, que surge sem causa óbvia a partir de células do tecido preexistente, sendo essa massa caracterizada por um crescimento ilimitado.

Os neoplasmas produzidos pelos tecidos epiteliais têm sido os mais comumente descritos entre os peixes, em parte porque são encontrados em espécies de grande interesse comercial (linguados e enguias, p. ex.) e, por outro lado, porque seu crescimento apresenta por vezes destacadas proporções nos indivíduos afetados.

Tumores do fígado estão normalmente associados a espécies que habitam ambientes aquáticos fortemente contaminados. Outros tumores bastante invasivos e de grande potencial maligno são os melanomas (de cor negra ou marrom), encontrados em várias partes do corpo como a epiderme, derme, olhos, peritônio, vísceras, mesentério e sistema nervoso central.

As possíveis relações entre a ocorrência de tumores em peixes com a poluição aquática têm aumentado em interesse, especialmente pela possibilidade de uso dos indivíduos afetados como indicadores dos níveis de carcinogênese com risco para o homem, seja pelo contato direto ou pela ingestão de organismos contaminados.

Carcinogênicos químicos, como certos metais pesados, organoclorados e dioxinas, uma vez concentrados nas camadas superficiais dos sedimentos do fundo, afetam os animais de vida bentônica ou demersal.

A melhor evidência de relação entre neoplasmas e a poluição aquática deriva dos estudos sobre hepatomas (tumores do fígado) em peixes. Em algumas espécies, tem sido sugerida uma possível associação com elevadas concentrações de PCBs.

Estudos recentes incluem análises detalhadas de contaminantes encontrados em tecidos de peixes e sedimentos. Foram constatadas correlações positivas associando a ocorrência de neoplasmas em peixes de fundo com certos grupos químicos encontrados no sedimento, principalmente hidrocarbonetos aromáticos, organoclorados e metais pesados. De uma forma geral, as maiores prevalências de neoplasmas são verificadas em indivíduos jovens.

Apesar de todos os estudos, porém, não é fácil identificar causas suficientemente claras, como também demonstrar uma efetiva relação poluente/neoplasma. As limitações incluem a dificuldade presente de identificar todos os contaminantes presentes na massa d'água e/ou associados ao sedimento e a incerteza sobre interações sinérgicas/antagônicas entre as várias classes de produtos químicos.

3.2.4 — *Outras lesões que não tumores*

Provavelmente, a enfermidade melhor conhecida em peixes de águas poluídas é a condição não específica conhecida como "nadadeira apodre-

cida”, uma síndrome que parece claramente associada com ambientes aquáticos degradados. Ocorre principalmente entre peixes de fundo, como decorrência do contato com sedimentos contaminados. Algumas substâncias tóxicas removem ou modificam a cobertura mucosa protetora, expondo o epitélio e tecidos aos agentes químicos. Tem sido observado que linguadões de áreas poluídas, que apresentam erosão das nadadeiras, produzem menos muco que peixes normais.

A erosão de nadadeiras parece ser pelo menos de dois tipos: em peixes de fundo, em que os danos parecem ser específicos do local, estando associados ao contato direto do peixe com sedimentos contaminados; e em espécies pelágicas costeiras, caracterizado por uma erosão mais generalizada, principalmente da nadadeira caudal.

Parece fora de dúvida que a erosão de nadadeiras em peixes inclui a participação de estressores químicos (agindo sobre as células mucosas e/ou epiteliais), baixas concentrações de oxigênio dissolvido (possivelmente realçadas por um ambiente rico em sulfitos) e invasão bacteriana secundária pelo menos em algum momento. Alguns estudos experimentais tendem a confirmar esta hipótese.

4. EFEITOS ECONÔMICOS DAS ENFERMIDADES EM PEIXES

Os peixes são fonte importante de proteína ao redor do mundo. Cerca de 90% do pescado consumido pelo homem (de uma produção mundial estimada em cerca de 80 milhões de toneladas/ano) procede de águas costeiras, justamente as mais contaminadas.

Os efeitos econômicos das enfermidades em peixes incluem a redução da quantidade de pescado disponível para as pescas, efeitos positivos ou negativos sobre outras espécies, redução do peso individual, e rejeição pelos consumidores, freqüentemente combinada com a perda de interesse pelos peixes como alimento.

A redução da quantidade de pescado como consequência de enfermidades pode se dar pela mortalidade direta, pela mortalidade indireta (como resultado do incremento da vulnerabilidade dos indivíduos doentes a outros estressores) e pela redução da fecundidade. Já os efeitos sobre os estoques (produção) podem decorrer da mortalidade contínua, que extrai quotas da população, seja antes ou após o recrutamento.

Afora isso, a poluição aquática e as condições de enfermidade a ela associadas podem reduzir o valor econômico do peixe, incrementando os custos de produção e processamento (perde-se muito tempo na seleção de peixes enfermos e na remoção das partes do corpo afetadas). Por outro lado, zonas de pesca que sofrem efeitos da poluição são deliberadamente evitadas pelos barcos pesqueiros, aumentando, com isso, os custos operacionais da frota.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Muito tem sido demonstrado sobre a influência de estressores ambientais na indução e no grau de severidade e persistência de enfermidades em peixes.

Desafortunadamente, a quantidade de conhecimento disponível sobre tais enfermidades é restrita a bem poucas espécies: menos de 2% do total conhecido. Noutra campo da biologia pesqueira, a ênfase mais forte é dada às espécies mais importantes economicamente ou facilmente cultiváveis, o que distorce o quadro real da significação ecológica dos fenômenos que determinam enfermidades em populações silvestres, mascarando os efeitos dos impactos causados pelo homem.

Um outro agravante é a impossibilidade de coletas quantitativas em condições *in situ*, pois peixes enfermos tendem a desaparecer rápida e completamente, seja pela mortalidade direta ou indireta. Daí porque tais fenômenos são difíceis de quantificar em populações naturais e nos ecossistemas.

Por outro lado, o conhecimento das enfermidades em peixes possibilita entender as eventuais relações com a poluição aquática, explorar o uso dessas anormalidades como indicadoras de degradação ambiental, bem como conhecer seus riscos potenciais ao homem.

As associações entre poluição e certas enfermidades são eminentemente circunstanciais (exceto nos casos experimentais) e têm ainda muito de subjetivo, dependendo da perspectiva de quem as estuda. Isso é agravado pelo fato de que as metodologias correntes são orientadas para o reconhecimento de infecções e anomalias morfológicas grosseiramente visíveis.

Algumas questões críticas e consistentes no estudo de enfermidades associadas à poluição incluem o seguinte: Onde está a melhor evidência da relação enfermidade-poluição? Qual o modo de ação dos poluentes na produção de uma determinada patologia? Como podemos quantificar alterações morfológicas subletais? Como estabelecer a relação neoplasma-poluição em peixes?

Quando o pesquisador é confrontado com a dura questão "pode você afirmar positivamente que a condição de enfermidade observada em populações naturais é causada por um determinado contaminante ambiental?", a resposta até o presente tende a ser não.

Isso significa dizer que, para fazer uma firme associação de uma enfermidade com a poluição ambiental, existem alguns requerimentos básicos: 1) conhecimento da história da ocorrência da enfermidade numa espécie particular e na área geográfica em questão; 2) conhecimento da história e níveis de ocorrência, na área, do poluente analisado; 3) uma revisão da biologia, história de vida e manifestação da enfermidade em outras áreas, envolvendo outras espécies e sob diferentes condições ambientais; 4) uma extensiva pesquisa básica sobre a doença considerada e a situação da poluição local; 5) experimentos de campo e laboratoriais com o obje-

tivo principal de reproduzir a enfermidade pela exposição a níveis conhecidos de contaminantes; e 6) novas pesquisas sobre a enfermidade e níveis de poluição na área por vários anos, atentando para as alterações e rumos.

Apesar dessas limitações, com o peso de certas evidências (mesmo circunstanciais), fica difícil descartar a conclusão de que existe uma clara relação entre poluentes e anormalidades em peixes.

Nesse sentido, parece fora de dúvida que sinais de enfermidades generalizadas, como erosão de nadadeiras, ulcerações e lesões do fígado têm forte correlação estatística com *habitats* degradados. A extensão e a natureza dessas manifestações externas variam conforme a capacidade de resistência da espécie e o grau de degradação ambiental. Por outro lado, estudos experimentais têm demonstrado claramente que a exposição crônica de peixes a contaminantes específicos pode resultar em patologias diversas.

A partir do incremento das pesquisas sobre o *ictioplâncton*, têm sido sugeridos efeitos de maior abrangência, inclusive sobre populações. Os dados indicam que pode ser alta a frequência de anomalias em ovos e larvas de peixes em *habitats* fortemente poluídos.

Como agravante, a maioria das enfermidades microbianas em peixes mostra evidências de infecções agudas em indivíduos jovens e crônicas ou em estados avançados em adultos. Os efeitos de parasitas e enfermidades microbianas sobre indivíduos jovens podem ser severos.

Além disso, a alta persistência de uma determinada enfermidade subtraí os jovens (e ocasionalmente os adultos) de uma população continuamente. Vale dizer, portanto, que os meios de previsão de efeitos de longo termo das doenças sobre os estoques de peixes podem ser seriamente subestimadas.

As maiores limitações para uma correta avaliação dos impactos das enfermidades em populações de peixes incluem: o acompanhamento dos casos de mortalidades em populações naturais, a dificuldade em atribuir uma causa específica de morte quando a mortalidade é constatada, a inadequada informação sobre o total do tamanho da população, a dificuldade em determinar os impactos relacionados ou outros fatores ecológicos que influem sobre o tamanho da população, e as dificuldades em avaliar a importância dos efeitos subletais de parasitas e enfermidades sobre a sobrevivência e reprodução.

Para os peixes, a perda de força física como consequência de enfermidades causadas pela poluição e o surgimento de deformidades morfológicas tem relação direta com a capacidade de fugir aos predadores ou manter os mecanismos de defesa, o que é um fator extremamente importante para a sobrevivência. Afora isso, no ambiente natural, dificilmente um indivíduo anômalo chega à vida adulta, pois mesmo os que são capazes de sobreviver acabam eliminados precocemente como resultado da atividade predatória ou pela incapacidade de se auto-sustentarem.

Por fim, mesmo quando o peixe, após o contato com substâncias tóxicas, segue com o aspecto e a atividade aparentemente normais, sua capa-

cidade reprodutiva pode ter ficado comprometida, o que implica efeitos de ampla extensão numa população inteira, pela redução ou eliminação do recrutamento de novos indivíduos. Assim, o resultado final pode ser tão danoso para essa população como uma concentração tóxica elevada que, num determinado momento e local, mata alguns ou todos os peixes rapidamente.

ADENDO

ANOMALIAS MORFOLÓGICAS EM PEIXES DO ESTUÁRIO DA LAGOA DOS PATOS E ZONA COSTEIRA ADJACENTE

Situado na Planície Costeira do Rio Grande do Sul, o complexo lagunar formado pela Lagoa dos Patos e Lagoa Mirim é o maior sistema desse tipo da América do Sul, drenando uma extensa bacia hidrográfica que alcança o Oceano Atlântico através dos molhes da barra de Rio Grande.

A elevada produtividade do estuário da Lagoa dos Patos faz dele um importante criadouro para um grande número de organismos aquáticos. A zona costeira adjacente, que se enriquece através da contribuição de matéria orgânica oriunda do estuário, representa também uma importante zona de crescimento, alimentação, abrigo e trânsito para várias espécies residentes e migratórias.

Distintamente da maior parte dos estuários do mundo, o da Lagoa dos Patos se caracteriza por uma desembocadura estreita, de apenas 700 m de largura na extremidade dos molhes da barra, o que lhe confere uma dinâmica especial.

Estudos bioecológicos envolvendo a fauna piscícola do estuário da Lagoa dos Patos e zona costeira adjacente vêm sendo realizados há mais de 12 anos pelo Laboratório de Ictiologia (Departamento de Oceanografia) da Fundação Universidade do Rio Grande — FURG.

Dentre os peixes coletados nas zonas de baixios (parte interna do estuário) e de arrebenção de praia (na zona costeira próxima à barra de Rio Grande), predominam formas jovens de espécies locais. No processamento das amostras obtidas destes *habitats*, foram encontrados indivíduos de diferentes espécies que apresentavam anomalias morfológicas principalmente escoliose): peixes-rei (*Odontesthes sp.* e *Xenomelaniris brasiliensis*), barrigudinho (*Jenynsia lineata*), savelha (*Brevoortia pectinata*), pampo (*Trachinotus marginatus*), tainha (*Mugil sp.*) e linguadinho (*Ooncopterus darwini*). De outras amostras da região estuarial, foram encontrados exemplares jovens de corvina (*Micropogonias furnieri*) e cação (*Mustelus schmitti*) apresentando a mesma anomalia esquelética.

No linguado-lixo (*Achirus garmani*), espécie endêmica do estuário, foram constatados também casos diferenciados de alterações morfológicas (pigmentação, principalmente).

Além desses registros, estão depositados na coleção do Laboratório de Ictiologia três indivíduos xifópagos de bagres coletados na Praia do Cassino.

A constatação da ocorrência de anomalias e enfermidades diversas em um variado número de espécies de peixes que normalmente habitam as zonas marginais do estuário da Lagoa dos Patos e zona costeira adjacente, especialmente durante os primeiros estágios de seu ciclo de vida, permite inferir que a poluição aquática, que já atinge níveis preocupantes na região, pode estar entre os agentes causadores desses efeitos adversos.

CONSIDERAÇÕES SOBRE A POLUIÇÃO HÍDRICA NO RIO GRANDE DO SUL

O mapa hidrográfico do Rio Grande do Sul é dividido em quatro grandes bacias: a Bacia do Uruguai, a Bacia do complexo lagunar Patos/Mirim, a Bacia Litorânea e a Bacia do Guaíba.

A Bacia do Guaíba é a mais importante do Rio Grande do Sul, com uma área de 85.950 km² (cerca de 30% da área do Estado), abrangendo 176 municípios. Estão localizados na área desta Bacia os principais vetores produtivos do Estado, tais como: siderurgia, petróleo, cimento, papel e celulose, petroquímica, carvão, geração de energia, lavoura de exportação (soja, trigo, derivados), arroz, pecuária, setor industrial (coureiro-calçadista, metal-mecânico) etc.

A rede de drenagem da Bacia do Guaíba é formada por cinco importantes sistemas: Rio Jacuí (e seus subsistemas Vacacaí e Taquari-Antas, Rio Caí, Rio dos Sinos, Rio Gravataí e Lago do Guaíba).

Do ponto de vista ambiental, a Bacia do Guaíba apresenta impacto além de sua área de drenagem, com prováveis repercussões sobre ecossistemas na Lagoa dos Patos e no litoral do Estado.

Durante a "Reunião Técnica sobre Qualidade da Água para Consumo Humano e Saúde no Brasil", realizada em Brasília no mês de maio de 1991 sob os auspícios do Ministério da Saúde, Ministério da Ação Social, Secretaria do Meio Ambiente da Presidência da República e Organização Panamericana da Saúde, foi distribuído um documento, assinado por Froylan R. Moitta e Kazimierz J. Cudo, que destaca que a Bacia do Guaíba, sendo a principal fonte para o abastecimento urbano e industrial de Porto Alegre, é ao mesmo tempo receptora das descargas poluidoras urbanas e industriais da Região Metropolitana. Neste documento, é relatado que o mercúrio tem sido detectado algumas vezes em concentração superior ao valor recomendado para a água potável, e que o nitrogênio amoniacal está presente em valores elevados em toda extensão do Guaíba, como é o caso também de óleos e graxas.

A Bacia do Guaíba é bombardeada com a poluição de 70% da população gaúcha (mais de 6 milhões de pessoas) e um parque industrial responsável por 2/3 da produção do Estado.

O Rio Guaíba recebe um coquetel de poluentes de seus tributários. O Rio Gravataí, que contribui com 2,7% do volume de água do Guaíba, traz esgoto doméstico e poluição industrial. O Rio dos Sinos, com 7,5% desse volume, carrega os perigosos metais pesados dos curtumes e coliformes fecais. O Rio Caí (5,2% das águas do Guaíba) engrossa a poluição com mais esgoto, somando-se a tudo isso, por fim, os despejos dos 1,3 milhão de porto-alegrenses e seus vizinhos.

Na sub-bacia do Gravataí, onde se registram cíclicas mortandades de peixes, a água apresenta as piores condições sanitárias de todo o Rio Grande do Sul. Com 70 km de extensão, este rio foi enquadrado na Classe IV — a mais grave do Conselho Nacional do Meio Ambiente — Conama.

Já o Rio dos Sinos (125 km de extensão) vem a ser o desagudouro de inúmeros curtumes, siderúrgicas, metalúrgicas, fábricas de óleos vegetais, matadouros, lanifícios e dos esgotos da população de 23 municípios, dentre estes Estância Velha — a capital brasileira de curtumes. No trecho entre Sapiranga e São Leopoldo têm ocorrido grandes mortandades de peixes. Asfixiados, morrem aos milhares, principalmente no verão, quando o nível da água baixa e os contaminantes ficam mais concentrados. O Sinos, que entra no Guaíba contribuindo com 7,5% do volume de água, é responsável por 25% dos esgotos domésticos e 27% dos despejos industriais do Lago.

A Bacia do Uruguai, longe de apresentar a suposta boa qualidade de um rio que corre distante dos maiores aglomerados urbanos, tem também a qualidade de suas águas seriamente reduzida pelo lançamento dos esgotos urbanos e industriais sem tratamento.

Os principais rios da Fronteira Sul do Estado — Negro, Santa Maria, Camaquã, Ibicuí, e Ibirapuitã — continuam sendo sugados pelas bombas que irrigam as lavouras de arroz. Quando essas lavouras transbordam, os agrotóxicos nelas aplicados voltam aos rios, afetando a fauna aquática.

No caso do Rio Camaquã, que nasce na divisa de Dom Pedrito com Lavras do Sul e desagua na Lagoa dos Patos, sabe-se que vem sendo poluído por mercúrio pelo garimpo de Lavras.