

Fator de condição e relação peso-comprimento de *mugil curema* valenciennes, 1836 (pisces, mugilidae) como indicadores de estresse Ambiental

Carolina Costa de Araújo

Possui graduação em Ciências Biológicas pela Universidade Presbiteriana Mackenzie. Atualmente é aluna de mestrado do Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo, atuando na área de Recursos Pesqueiros. E-mail: carolinaaraujo86@hotmail.com

Maurea Nicoletti Flynn

Possui graduação em Ciências Biológicas pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro, mestrado e doutorado em Oceanografia Biológica pela Universidade de São Paulo e pós-doutorado em ecologia aplicada e experimental pelo programa recém doutor do CNPq, Universidade de São Paulo. Foi coordenador do Curso de Engenharia Ambiental das Faculdades Oswaldo Cruz e Coordenadora de Pesquisas na Escola Superior de Química das Faculdades Oswaldo Cruz. Professor adjunto do curso de graduação em Ciências Biológicas e de pós-graduação em Biodiversidade da Universidade Presbiteriana Mackenzie. Tem experiência nas áreas de Ecologia Bêntica, Ecologia Experimental, Dinâmica Populacional e Biodiversidade da Ambientes Aquáticos. Especialista em auditoria ambiental (Certificado EARA - Environmental Auditors Registration Association). E-mail: maureaflynn@gmail.com

William Roberto Luiz Pereira

Possui graduação em Ciências Biológicas pela Universidade Presbiteriana Mackenzie. Especialista em Biomatemática. Tem interesse na área de Ecologia, com ênfase em Ecologia Teórica, Dinâmica Populacional e índices biológicos, tendo preferência aos seguintes temas: Alometria, Modelos Matemáticos Aplicados a Ecologia, Ecotoxicologia. Consultor do Instituto Inteligência para Sustentabilidade – I2S. E-mail: william_roberto_luiz@hotmail.com

Resumo

ARAÚJO, Carolina Costa de; FLYNN, Maurea Nicoletti; PEREIRA, William. Roberto Luiz. Indicadores de qualidade da água e biodiversidade do Rio Jaguari-Mirim no trecho entre as pequenas centrais hidrelétricas de São José e São Joaquim, São João da Boa Vista, São Paulo. **RevInter Revista Intertox de Toxicologia, Risco Ambiental e Sociedade**, v. 4, n. 3, p. 51-64, out. 2011.

O objetivo do presente trabalho é comparar através do cálculo de taxas vitais, as populações de *Mugil curema* de Cananéia, Piaçaguera e Bertioga, todas de áreas estuarinas, a primeira pertencente ao sistema estuarino de Cananéia e as duas últimas ao sistema estuarino de Santos. As taxas vitais calculadas foram o fator de condição relativo e a relação peso-comprimento, com o propósito de estabelecer um potencial bioindicador de estresse ambiental. Vários estudos mostram que sedimentos em diversas áreas do estuário de Santos apresentam alta contaminação por HPAs, especialmente em Piaçaguera. Em todas estas áreas, atividade mutagênica foi detectada na água e no sedimento e alterações mutagênicas em células de sangue e fígado foram encontradas em populações de *Mugil curema*, sendo que indivíduos provenientes de Piaçaguera em proporções claramente maiores do que as encontradas em indivíduos de Bertioga. As populações de Bertioga e Piaçaguera apresentaram valores de b (coeficiente angular da relação peso-comprimento) semelhantes e significativamente menores que 3, enquanto Cananéia apresentou um valor maior e próximo de 3. O valor 3 teoricamente representaria o crescimento isométrico em situações fisiologicamente adequadas. A diferença destes valores entre Bertioga, Piaçaguera e Cananéia pode ser devida a condições ambientais diferenciadas. Piaçaguera possui em seus sedimentos altas concentrações de HPAs e Bertioga, pertencente ao mesmo estuário de Santos, apesar de não apresentar concentrações tão elevadas de HPAs, está localizada em área altamente urbanizada. Cananéia, por outro lado, se encontra em região estuarina inserida na área de preservação ambiental do complexo de Iguape - Cananéia. Portanto b parece ser um indicador efetivo de estresse ambiental, mas não particularmente de concentrações diferenciadas de HPAs.

Palavras-chave: Fator de Condição Relativo. Relação peso-comprimento. *Mugil curema*. Estresse Ambiental. Contaminação por HPA.

Abstract

The aim of the present work was to compare populations of *Mugil curema* from Cananéia, Piaçaguera and Bertioga, the first from Cananéia-Iguape estuary system and the last two from Santos estuary system, through the fish vital taxes. The vital taxes used were the relative condition factor and the relation weight-length, with the aim of establishing a potential indication for environmental contamination by HPAs. Studies show that the sediment in diverse areas of the Santos estuary presents high levels of contamination by HPAs. Mutagenic activity was detected in water and sediment of all contaminated areas and mutagenic alterations in blood and liver cells had been identified in population of *Mugil curema* at Santos estuary system, particularly at Piaçaguera region in clearly higher ratios than the ones found for Bertioga region. The populations of Bertioga and Piaçaguera presented values of b (angular coefficient from the weight-length function) significantly lower than 3, while Cananéia population presented values equal or higher than 3. Values around 3, theoretically, would indicate the isometric growth in situations of physiological equilibrium. Differences in these values among Bertioga, Piaçaguera and Cananéia regions can be explained by differences in environmental conditions. Sediments from Piaçaguera, an industrialized area, present higher concentrations of HPAs than Bertioga, located in an area with dense urbanization. Cananéia, on the other hand, is situated in an area largely preserved. Therefore b seems to be an indicator of environmental adequacy, but not so clearly of the HPA concentration.

Keywords: Relative Factor of Condition. Weight-length relation. *Mugil curema* Environmental Stress. Contamination by HPA.

INTRODUÇÃO

Os peixes da família Mugilidae, conhecidos popularmente por tainhas e paratis, estão entre as espécies mais abundantes em ambientes marinhos costeiros de águas rasas e estuarinos. Aí passam uma grande parte de suas vidas, migrando para as regiões costeiras na época de reprodução. Essa família é constituída por espécies eurihalinas e euritéricas encontradas em águas tropicais e subtropicais de todo o mundo (MIRANDA *et al.*, 2006). A desova dos mugilídeos ocorre no mar (SECKENDORFF e AZEVEDO, 1993), e, depois que os jovens alcançam mobilidade suficiente, migram para áreas estuarinas à procura de alimento, permanecendo nessa região até atingirem a maturidade sexual, quando saem novamente para desovar no mar. São iliófagos, ou seja, raspam o lodo em busca de detritos, matéria orgânica e microrganismos (RIBEIRO *et al.*, 1997).

O fator de condição (K) é um índice muito utilizado em estudos de biologia pesqueira, pois indica o grau de bem estar do peixe frente ao ambiente em que vive (BRAGA, 1986). O fator de condição reflete aspectos nutricionais recentes e/ou gastos de reservas em atividades cíclicas, sendo possível, relacioná-lo às condições ambientais e aos aspectos comportamentais das espécies (VAZZOLER, 1982). K pode ser obtido pela expressão $K=W/L^3$ (fator de condição de Fulton), ou pela expressão $K=W/L^b$ (fator de condição alométrico) onde b é estimado pela equação da relação peso-comprimento ($W=aL^b$; onde W é o peso e L é o comprimento total e a e b são estimativas dos parâmetros de correlação), após a transformação logarítmica e ajuste pelo método dos mínimos quadrados dos dados. O fator de condição de Fulton pressupõe que a relação peso-comprimento é isométrica e o valor de b é igual a 3, o alométrico considera que as várias espécies de peixes podem ter diferentes relações peso-comprimento (ROCHA *et al.*, 1997; FLYNN *et al.*, 2010).

A relação peso-comprimento $W=aL^b$ é fundamental para o estudo do ciclo de vida, e frequentemente utilizada em comparações morfométricas entre populações (BOLGER e CONOLLY, 1989). O parâmetro a é o coeficiente linear da relação peso-comprimento, sendo o intercepto na forma logarítmica, enquanto, o parâmetro b é o coeficiente angular da forma aritmética da relação peso-

ARAÚJO, Carolina Costa de; FLYNN, Maurea Nicoletti; PEREIRA, William. Roberto Luiz. Indicadores de qualidade da água e biodiversidade do Rio Jaguari-Mirim no trecho entre as pequenas centrais hidrelétricas de São José e São Joaquim, São João da Boa Vista, São Paulo. **RevInter Revista Intertox de Toxicologia, Risco Ambiental e Sociedade**, v. 4, n. 3, p. 51-64, out. 2011.

comprimento e a inclinação da linha de regressão na forma logarítmica. Assim, quando b é igual a 3, a espécie pode ter um crescimento isométrico, ou seja, o peso aumenta proporcionalmente com o comprimento. No entanto, quando b é menor que 3 o crescimento é alométrico negativo, ou seja, o incremento maior se dá no peso, e quando b é maior que 3 o crescimento é alométrico positivo, com o incremento em comprimento mais acentuado que o peso. Le Cren (1951) afirma que os valores de b para peixes podem variar entre 2,5 e 4, mas geralmente encontram-se em torno de 3 (crescimento isométrico).

Em peixes os HPAs estão relacionados a mutações, malformações, tumores e câncer, e também alterações fisiológicas e morfológicas nos rins e no fígado (Roubicek, 2003). Vários estudos mostram que os sedimentos em diversas áreas do estuário de Santos apresentam alta contaminação por HPAs (NISHIGIMA *et al.*, 2001; CETESB, 2001; BÍCEGO *et al.*, 2006; MARTINS *et al.*, 2007). Atividade mutagênica foi detectada na água e no sedimento de todas as áreas contaminadas (ROUBICEK, 2003; UMBUZEIRO *et al.*, 2004; UMBUZEIRO *et al.*, 2006; KUMMROW *et al.*, 2006a; KUMMROW *et al.*, 2006b) e alterações mutagênicas em células de sangue e fígado foram identificados em populações de *Mugil curema* de Piaçaguera em proporções claramente maiores do que as encontradas em populações da mesma espécie em Bertioga, ambas as áreas na região estuarina de Santos (SANTOS *et al.*, 2010). O sistema estuarino-lagunar de Cananéia-Iguape, por outro lado, é bastante preservado e representa um dos importantes ecossistemas produtivos do litoral sudeste sendo *Mugil curema* (parati) um dos principais recursos marinhos aí explorados (MENDONÇA, 2007).

O objetivo do presente trabalho é comparar as populações de *M. curema* provenientes de Cananéia (sistema estuarino de Cananéia – Iguape) com as provenientes de Piaçaguera e Bertioga (sistema estuarino de Santos – São Vicente) utilizando o fator de condição e a relação peso-comprimento, com o propósito de investigar um potencial bioindicador de estresse ambiental por HPAs.

Método

ARAÚJO, Carolina Costa de; FLYNN, Maurea Nicoletti; PEREIRA, William. Roberto Luiz. Indicadores de qualidade da água e biodiversidade do Rio Jaguari-Mirim no trecho entre as pequenas centrais hidrelétricas de São José e São Joaquim, São João da Boa Vista, São Paulo. **RevInter Revista Intertox de Toxicologia, Risco Ambiental e Sociedade**, v. 4, n. 3, p. 51-64, out. 2011.

As medidas de peso (g) e comprimento total (cm) foram obtidas através da amostras de indivíduos, provenientes das regiões de Cananéia, Piaçaguera e Bertioga. Consideraram-se para Cananéia, 60 indivíduos obtidos em 2008 e para Bertioga e Piaçaguera, respectivamente 45 e 57 indivíduos, provenientes de coletas realizadas pela CETESB no período de fevereiro de 2006 a abril de 2007. Utilizando-se em ambos os casos redes de espera de malhas de 20 e 40 mm, com 140 metros de comprimento cada uma durante um período de 12 horas e arrasto de praia de malha de 10 mm com esforço de 15 minutos em dois dias consecutivos.

Foram obtidos de cada exemplar, os dados de comprimento padrão e peso total, estes foram plotados em gráfico de dispersão, ajustado pela equação $W=a.L^b$, onde W é o peso total; L é o comprimento total; a e b , o intercepto ou fator de condição e o coeficiente angular da curva potencial ou coeficiente de alometria, respectivamente (LE CREN, 1951). O coeficiente de determinação (r^2) foi calculado para expressar a proporção de variação total da variável peso (dependente) que é explicada pela variação do comprimento (variável independente). Os parâmetros a e b foram calculados, após a transformação logarítmica dos dados de peso e comprimento total e subsequente ajuste de uma linha reta aos pontos, pelo método dos mínimos quadrados. De posse das equações, os coeficientes b foram comparados com outras curvas teóricas já publicadas e o crescimento em peso foi avaliado pelo grau de alometria como: isométrico ($b=3$), alométrico positivo ($b>3$) ou alométrico negativo ($b<3$).

O fator de condição utilizado foi o Relativo (K_r) ou de Le Cren, representado pela equação $K_r=P_{\text{observado}}/P_{\text{esperado}}$, sendo $P_{\text{observado}}$, o peso obtido da pesagem de cada indivíduo e P_{esperado} , o peso determinado pela curva da relação peso-comprimento. Le Cren considera que a relação entre o peso observado e o peso esperado deve ser próxima de 1. No presente trabalho o P_{esperado} foi adotado da curva da população de Cananéia para verificar a relação entre a população de Cananéia com a de Bertioga e de Piaçaguera. Os fatores de condição (K_r) foram

submetidos à comparação entre as populações de Cananéia, Bertioga e Piaçaguera. As diferenças foram analisadas pelo teste paramétrico t-Student com nível de significância de 5%.

As curvas de crescimento em função do peso e idade foram obtidas através do modelo de Richards, que é uma generalização da equação de crescimento de von Bertalanffy, definido pela equação $W_t = W_\infty (1 - e^{-kt})^b$, onde W_∞ é o peso assintótico ou peso adulto; k é a taxa de crescimento e b é o expoente de alometria. Para a obtenção de W_∞ de cada população utilizou-se a expressão, $W_\infty = a \cdot L_\infty^b$, sendo $L_\infty = 48,2$. O valor $k = 0,24$ junto com L_∞ foi obtido de Cabral-Solís (1999). Os parâmetros a e b foram obtidos de cada população estudada.

Resultados e Discussão

A amplitude total de variação no comprimento e peso dos indivíduos de Cananéia, Bertioga e Piaçaguera está representada na tabela 1. Os indivíduos de Cananéia apresentaram maior comprimento e peso (mínimos, máximos e médios) dos que os indivíduos das populações de Bertioga e Piaçaguera.

Tabela 1. Amplitude na variação no peso (g) e comprimento total (cm) das três populações.

Região	Comprimento (cm)					Peso (g)			
	n	Mín.	Máx.	Média	DP	Mín.	Máx.	Média	DP
Bertioga	45	22,5	33,5	27,81	2,35	112,4	324,4	205,16	52,11
Cananéia	60	25,4	33,8	28,40	1,86	166	378	224,77	50,42
Piaçaguera	57	23,0	31,5	27,78	2,15	121,9	304	214,49	51,58

O coeficiente de alometria (b) e o fator de condição (a) são parâmetros importantes, obtidos da relação peso-comprimento para o estudo das populações de peixes. Esses parâmetros são fundamentais para o conhecimento do ciclo de

ARAÚJO, Carolina Costa de; FLYNN, Maurea Nicoletti; PEREIRA, William. Roberto Luiz. Indicadores de qualidade da água e biodiversidade do Rio Jaguari-Mirim no trecho entre as pequenas centrais hidrelétricas de São José e São Joaquim, São João da Boa Vista, São Paulo. *RevInter Revista Intertox de Toxicologia, Risco Ambiental e Sociedade*, v. 4, n. 3, p. 51-64, out. 2011.

vida de uma população, e a maneira mais adequada para a estimativa de peso a partir de um comprimento conhecido e vice-versa. Suas aplicações permitem estimar o crescimento dos indivíduos, também podem ser utilizados como indicadores do acúmulo de gordura e de desenvolvimento das gônadas (Weatherley, 1972). A tabela 2 apresenta as equações da relação peso-comprimento, parâmetros a , b e o coeficiente de correlação (r^2) obtidas para cada população.

Tabela 2. Equações e parâmetros a e b para as três populações.

População	Equação	a	b	r^2
Bertioga	$W=0,015.L^{2,851}$	0,015	2,851	0,970
Cananéia	$W=0,0106.L^{2,9726}$	0,0106	2,9726	0,8983
Piaçaguera	$W=0,017.L^{2,832}$	0,017	2,832	0,957

A partir das equações obtidas para cada população obtiveram-se as curvas de potência (Fig.1). A população de *Mugil curema* da região de Cananéia apresentou coeficiente de alometria (b) < 3 , indicando um crescimento alométrico negativo, ou seja, o crescimento é maior em comprimento do que em peso. Quando $b > 3$ o crescimento é alométrico positivo, onde o crescimento em peso é maior do que em comprimento e $b=3$, o crescimento é isométrico, ocorrendo de forma simétrica entre o peso e o comprimento. As populações de Bertioga e Piaçaguera apresentam o mesmo tipo de crescimento que a de Cananéia. Variações em torno desse parâmetro podem estar relacionadas às diferentes condições ambientais e ao aspecto biogenético característico de cada espécie (SILVA *et al.*, 2005).

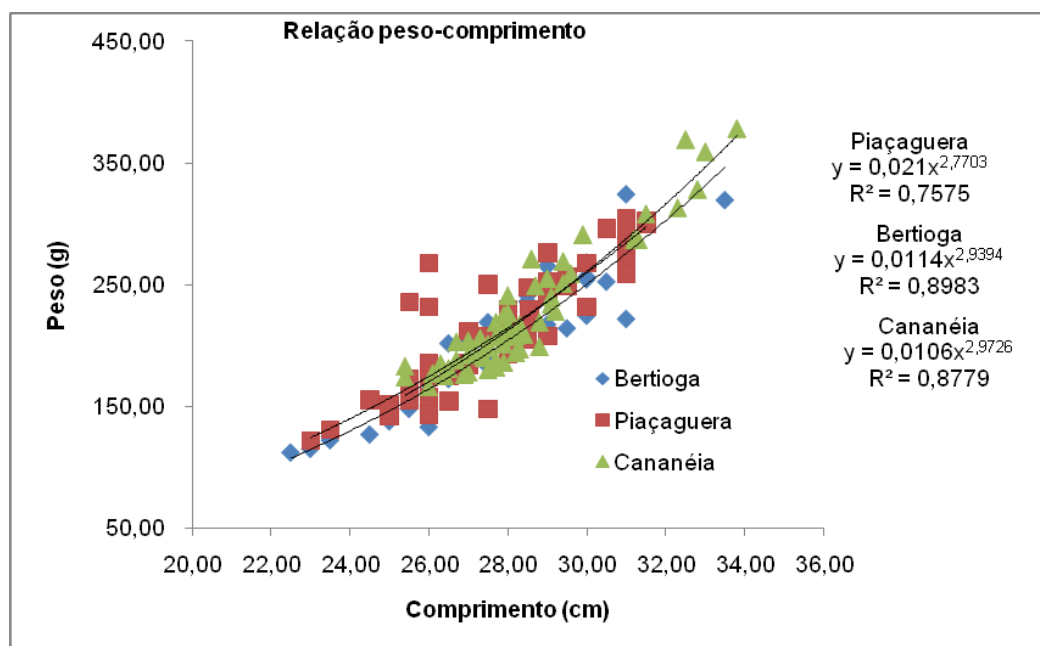


Figura 1. Relação peso-comprimento da população de Cananéia, Bertioga e Piaçaguera.

As populações de Bertioga e Piaçaguera apresentaram valores de b bem próximos e significativamente menores que 3, enquanto Cananéia apresentou um valor maior e próximo de 3. O valor 3 teoricamente representaria o crescimento isométrico em situações fisiologicamente adequadas. A diferença destes valores entre Bertioga, Piaçaguera e Cananéia pode ser devida às condições ambientais diferenciadas. Piaçaguera possui altas concentrações de HPAs nos sedimentos de fundo e Bertioga, pertencente ao mesmo estuário de Santos, apesar de não apresentar concentrações tão altas de HPAs, está localizada em uma área com altamente urbanizada e, portanto, profundamente alterada (SANTOS *et al.*, 2010; FLYNN *et al.*, 2010). Cananéia, por outro lado, se encontra em uma área bastante preservada e em região estuarina inserida em área de preservação ambiental. Portanto b parece ser um indicador efetivo de adequação ambiental, mas não é indicador de concentração de HPAs.

Os valores do fator de condição relativo (K_r) utilizado para verificar a relação entre as populações de Cananéia com Bertioga e com Piaçaguera estão representados na tabela 3.

Tabela 3. Fator de condição relativo (K_r)

ARAÚJO, Carolina Costa de; FLYNN, Maurea Nicoletti; PEREIRA, William. Roberto Luiz. Indicadores de qualidade da água e biodiversidade do Rio Jaguari-Mirim no trecho entre as pequenas centrais hidrelétricas de São José e São Joaquim, São João da Boa Vista, São Paulo. **RevInter Revista Intertox de Toxicologia, Risco Ambiental e Sociedade**, v. 4, n. 3, p. 51-64, out. 2011.

Populações	Kr
Bertioga/Cananéia	0,967
Piaçaguera/Cananéia	1,021

Os dados obtidos da relação peso-comprimento individualmente de uma espécie fornecem indicações das condições do organismo em relação ao ambiente e estágios de desenvolvimento, através da estimativa do fator de condição relativo (K_r). Este parâmetro indica o grau de bem estar do indivíduo em seu ambiente, possibilitando a comparação entre duas ou mais populações vivendo em condições diferentes. O fator de condição relativo (K_r) obtido através da comparação entre as populações dos três locais analisados, não apresentou variações significativas, quando submetido ao teste t-Student ($p > 0,05$). Como proposto por Le Cren (1951), o fator de condição entre ambientes semelhantes em relação à capacidade suporte seria próximo de 1. A relação entre Cananéia, Piaçaguera e Bertioga não diferiu significativamente da unidade, indicando, portanto, uma situação de bem-estar semelhante entre as três populações.

Através da curva de crescimento em peso, foi possível observar que a presença dos HPAs no sedimento, não interfere ou ainda não interferiu no desenvolvimento dos indivíduos da população de Piaçaguera. Para a curva de crescimento em relação ao peso obteve-se $W_{\infty} = 716,59$ para Bertioga; $W_{\infty} = 1067,41$ para Cananéia e $W_{\infty} = 1226,33$ para Piaçaguera. As curvas estão representadas na figura 2.

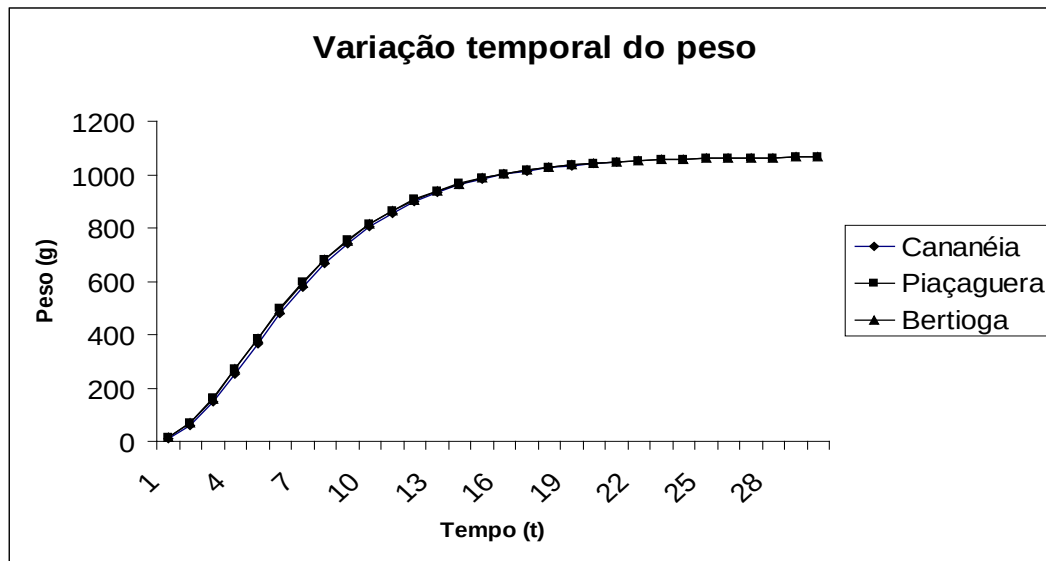


Figura 2. Curva de crescimento em peso para as três populações.

Conclusões

É necessário que seja feita uma análise contínua para verificar alterações em populações expostas aos HPAs, apesar de estudos comprovarem efeitos nocivos (taxa mutagênica aumentada) em indivíduos sujeitos à tal exposição, as curvas de crescimento e o fator de condição ainda não se mostraram alteradas.

REFERÊNCIAS

BRAGA, F. M. de. S. Estudo entre o fator de condição e relação peso-comprimento para alguns peixes marinhos. **Revista Brasileira de Biologia**, Curitiba, v. 46, n. 2, p. 339-346, 1986.

BOLGER, T. ; CONNOLLY, P. L. The selection of suitable indices for the

ARAÚJO, Carolina Costa de; FLYNN, Maurea Nicoletti; PEREIRA, William. Roberto Luiz. Indicadores de qualidade da água e biodiversidade do Rio Jaguari-Mirim no trecho entre as pequenas centrais hidrelétricas de São José e São Joaquim, São João da Boa Vista, São Paulo. **RevInter Revista Intertox de Toxicologia, Risco Ambiental e Sociedade**, v. 4, n. 3, p. 51-64, out. 2011.

measurement and analysis of fish condition. **Journal of Fish Biology, Dunscore**, v. 34, p. 171-182, 1989.

CABRAL-SOLÍS, E. G. **Estudio sobre el crecimiento y aspectos reproductivos de la lebrancha (*Mugil curema*) en la laguna de Cuyatlán**. 1999. Dissertação de Mestrado. Universidade de Colima, Colima, p. 99, 1999.

CETESB - COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL. **Contaminação do sistema estuário Santos/São Vicente (S5P)**, Brasil. Relatório Técnico CETESB, São Paulo, p. 183, 2001.

FLYNN, M. N. et al. Relação peso-comprimento de populações de *Mugil curema* (Valenciennes, 1836) dos canais de Piaçaguera e Bertioga, São Paulo. **Revista de Brasileira Zoociências**, Juiz de Fora, 2010.

KUMMROW, F. et al. Blue rayon e teste de *Salmonella*/microsoma na avaliação da qualidade de águas costeiras. **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, v. 40, n. 5, p. 890-897, 2006a.

KUMMROW, F. et al. Blue rayon-anchored technique/*Salmonella* microsome microsuspension assay as a tool to monitor for genotoxic polycyclic compounds in Santos estuary. **Mutation Research. Genetic Toxicology and Environmental Mutagenesis**, v. 609, p. 60-67, 2006b.

LE CREN, E. D. The lenght-weight relationship and seasonal cycle in gonad weight and condition in the perch. (*Perca fluviatilis*). **Journal of Animal Ecology**, v. 20, p. 201-219, 1951.

MARTINS, C. C. et al. Comparison between anthropogenic hydrocarbons and magnetic susceptibility in sediment cores from the Santos Estuary, Brazil. **Marine Pollution Bulletin**, v. 54, p. 240-246, 2007.

MENDONÇA, J.T. **Gestão dos recursos pesqueiros do complexo estuarino-lagunar de Cananéia-Iguape-Ilha Comprida, litoral sul de São Paulo**, Brasil. 2007. Tese de doutorado. UFSCar, São Carlos, p. 383, 2007.

MIRANDA, L.V.; MENDONÇA, J.T.; CERGOLE, M.C. Diagnóstico do estoque e orientações para o ordenamento da pesca de *Mugil platanus* (Günther, 1880). In: ROSSIWONGTSCHOWSKI, C.L.B.; ÁVILA-DA-SILVA, A.O.; CERGOLE, M.C. (Eds.). **Análise das principais pescarias comerciais da região sudeste-sul do Brasil**: dinâmica populacional das espécies em exploração – II. Série Documentos REVIZEE – Score Sul. São Paulo, Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo. p. 38-48, 2006.

NISHIGIMA, F. N., WEBER R. R., BÍCEGO, M. C. Aliphatic and Aromatic Hydrocarbons in Sediments of Santos and Cananéia, SP. Brazil. **Marine Pollution Bulletin**, v. 42, n. 11, p. 1064-1072, 2001.

RIBEIRO, M. A. G, WAKABARA, Y, FLYNN, M. Trophic relationships of small-sized fishes of Cananéia (southeastern Brazil). **Oceánides**, v. 12, n. 1, p. 29-40, 1997.

ROCHA, M. A; RIBEIRO, E. L. A.; MIZUBUTI, I. Y. Comparação entre os fatores de condição de Fulton e alométrico em curimatá (*Prochilodus lineatus*) criados em dois ambientes. **Arch. Latinoam. Anim**, v. 5 (Supl. 1), p. 459-460, 1997.

ROUBICEK, D. A. **Estratégias para avaliação da genotoxicidade de sedimentos**. 2003. Tese de doutorado. Departamento de Toxicologia e Análises Toxicológicas. Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo, São Paulo, p. 1-125, 2003.

SANTOS, P.E. et al. Mutagenicity of blue rayon extracts of fish bile as a biomarker in a field study. **Environmental and Molecular Mutagenesis**, v. 51, n. 2, p. 173-179, 2010.

SECKENDORFF, R. W. E; AZEVEDO, V. G. Abordagem histórica da pesca da tainha *Mugil platanus* e do parati *Mugil curema* (Perciformes: Mugilidae) no litoral norte de São Paulo. **Série Relatórios Técnicos**, São Paulo, n. 28, p. 1-8, 2007.

SILVA, G. C; CASTRO, A. C. L. E; GUBIANI, É. A. Estrutura populacional e indicadores reprodutivos de *Scomberomorus brasiliensis* Collette, Russo e Zavala-Camin, 1978 (Perciformes: Scombridae) no litoral ocidental maranhense. **Acta Scientiarum. Biological Science**, Maringá, v. 27, n. 4, p. 383-389, 2005.

ARAÚJO, Carolina Costa de; FLYNN, Maurea Nicoletti; PEREIRA, William. Roberto Luiz. Indicadores de qualidade da água e biodiversidade do Rio Jaguari-Mirim no trecho entre as pequenas centrais hidrelétricas de São José e São Joaquim, São João da Boa Vista, São Paulo. **RevInter Revista Intertox de Toxicologia, Risco Ambiental e Sociedade**, v. 4, n. 3, p. 51-64, out. 2011.

VAZZOLER, A. E. A M. **Biologia da reprodução de peixes teleósteos: teoria e prática.** Maringá: EDUEM, p. 169, 1996.

UMBUZEIRO, G. A. et al. Caracterização de amostras de sedimento hídrico do estuário de Santos utilizando análises de toxicidade aguda e genotoxicidade e quantificação de bactérias dos ciclos biogeoquímicos. **Revista O Mundo da Saúde**, São Paulo, v. 28, n. 4, p. 436-442, 2004.

UMBUZEIRO, G. A. et al. Evaluation of the water genotoxicity from Santos Estuary (Brazil) in relation to the sediment contamination and effluent discharges. **Environment International**, New York, v. 32, p. 359-364, 2006.

WEATHERLEY, A. H. **Growth and ecology of fish populations.** Academic Press Inc.: London, p. 283, 1972.