

FATOR DE CONDIÇÃO: BASES CONCEITUAIS, APLICAÇÕES E PERSPECTIVAS DE USO EM PESQUISAS ECOLÓGICAS COM PEIXES

Ellen Martins Camara^{1,2*}, *Érica Pellegrini Caramaschi*^{1,2} & *Ana Cristina Petry*^{2,3}

¹ Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Biologia, Departamento de Ecologia, Bloco A, Sala A010, Laboratório de Ecologia de Peixes, Av. Carlos Chagas Filho, s/n. Caixa Postal: 68020, Ilha do Fundão, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. CEP: 21941-541.

² Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Biologia, Departamento de Ecologia, Programa de Pós-Graduação em Ecologia, Bloco A, Av. Carlos Chagas Filho, s/n. Caixa Postal: 68020, Ilha do Fundão, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. CEP: 21941-590.

³ Universidade Federal do Rio de Janeiro, Núcleo em Ecologia e Desenvolvimento Sócio-Ambiental de Macaé, Rua Rotary Club, s/n. Caixa Postal: 119331, São José do Barreto, Macaé, RJ, Brasil. CEP: 27910-970.

E-mails: camara.ellenm@gmail.com, erica.caramaschi@gmail.com, ac_petry@yahoo.com.br

RESUMO

Essa revisão buscou detectar as tendências no uso do fator de condição a partir de estudos com organismos aquáticos e semiaquáticos e apresentar os principais índices e suas utilizações para peixes, avaliando o potencial de aplicação em questões que envolvam o efeito de alterações ambientais sobre as populações. Foi realizado um levantamento bibliográfico envolvendo os artigos científicos publicados entre 1950 e 2009, que utilizaram o fator de condição. Os dados obtidos foram avaliados em duas etapas. Na primeira, mais geral, foi detectado um crescimento significativo no número de publicações, com a ocorrência de 2.666 artigos, em 567 periódicos. A maioria dos estudos envolveu o grupo peixes, seguida de moluscos, crustáceos, aves, mamíferos, anfíbios e répteis. Esta era uma tendência esperada, pois a ferramenta foi desenvolvida inicialmente para o primeiro grupo. Na segunda etapa, restrita a 54 artigos em 20 periódicos relacionados a peixes, verificou-se que o fator de condição mais utilizado foi o de Fulton, seguido pelos fatores de condição alométrico e relativo. De modo geral, os artigos analisados respeitaram as limitações intrínsecas a cada tipo de índice no que diz respeito à aplicabilidade em populações de espécies com diferentes intensidades de alometria entre os sexos e amplitudes de classes de comprimento. A importância da utilização desses índices como ferramentas práticas e acessíveis na avaliação de questões populacionais em diferentes escalas ecológicas se traduz na grande variedade de temas e formas de abordagem dos artigos. Estes fatores justificam a busca de aprimoramento matemático dos índices, bem como padronização dos tipos de fator de condição utilizados em estudos com as mesmas espécies, facilitando comparações e, conseqüentemente, ações de manejo e conservação destas.

Palavras-chave: Aptidão; investimento energético; relação peso-comprimento; componente estrutural; alometria.

ABSTRACT

CONDITION FACTOR: CONCEPTUAL FOUNDATIONS, APPLICATIONS AND PROSPECTS FOR USE IN ECOLOGICAL RESEARCH WITH FISHES. This review aimed to detect trends in the use of condition factor from studies with different aquatic and semiaquatic organisms and present the main indexes and their uses for fish, assessing its potential application to questions involving the effect of environmental change on populations. We conducted a literature review involving the scientific articles published between 1950 and 2009, which used the condition factor. The data were evaluated in two steps. At first, more general, there was a significant increase in the number of publications, with the occurrence of 2,666 articles in 567 journals. Most studies involved the fish group, followed by molluscs, crustaceans, birds, mammals, amphibians, and reptiles. This was an expected trend, since the tool was developed initially for the first group. In the second step, restricted to 54 articles in 20 journals related to fish, it was found that the condition factor of Fulton was

the most common, followed by the allometric condition factor, and the relative factor. In general, the reviewed articles met the limitations intrinsic to each type of content regarding the applicability in populations of species with different intensities of allometry between the sexes and ranges of length classes. The importance of using these indices as tools and practices available in the evaluation of population issues in different ecological scales is reflected in the wide variety of themes and approaches of the articles. These factors justify the need of improving mathematical indices, as well as standardization of the types of condition factor used in studies dealing with the same species, making easier comparisons and, consequently, their management and conservation actions.

Keywords: Fitness; energy investment; weight-length relationship; structural component; allometry.

RESUMEN

FACTOR DE CONDICION: BASES CONCEPTUALES, APLICACIONES Y PERSPECTIVAS DE USO EN INVESTIGACIONES ECOLOGICAS CON PECES. Esta revisión tiene como objetivo detectar tendencias en el uso del factor de condición a partir de estudios con diferentes organismos acuáticos y semiacuáticos y presentar los principales índices y sus usos para peces, evaluando su potencial de aplicación en aspectos que involucran el efecto del cambio ambiental sobre las poblaciones. Se realizó un análisis bibliográfico que involucró los artículos científicos publicados entre 1950 y 2009, los cuales utilizaron el factor de condición. Los datos fueron evaluados en dos etapas. En la primera, más general, fue detectado un incremento significativo en el número de publicaciones, con la presencia de 2.666 artículos en 567 revistas. La mayoría de los estudios implicaron el grupo peces, seguido por moluscos, crustáceos, aves, mamíferos, anfibios y reptiles. Esta era una tendencia esperada, ya que la herramienta fue desarrollada inicialmente para el primer grupo. En la segunda etapa, restringida a 54 artículos de 20 revistas relacionadas con peces, se verificó que el factor de condición más utilizado fue el de Fulton, seguido por el factor de condición alométrico y el factor relativo. En general, los artículos analizados encontraron las limitaciones intrínsecas de cada tipo de índice en lo que respecta a la aplicabilidad en las poblaciones de especies con diferentes intensidades de alometría entre los sexos y rangos de clases de longitud. La importancia de utilizar estos índices como herramientas prácticas y accesibles en la evaluación de temas poblacionales en diferentes escalas ecológicas se refleja en la amplia variedad de temas y enfoques de los artículos. Estos factores justifican la necesidad de mejorar los índices matemáticos, así como la estandarización de los tipos de factor de condición usados en estudios sobre la misma especie, facilitando las comparaciones y, por consiguiente, sus acciones de manejo y conservación.

Palabras claves: Aptitud; inversión energética; relación peso-longitud; componente estructural; alometría

INTRODUÇÃO

Os organismos podem ser entendidos como sistemas simples de entrada-produção, com processos como forrageamento ou fotossíntese representando a entrada de materiais e energia e com a produção representada por sua prole (Pianka 2000). É possível, portanto, entender a dinâmica de uma população em termos energéticos, avaliando-se de que forma fatores abióticos (Spranza & Stanley 2000, Bojsen 2005, Duponchelle *et al.* 2007) e interações bióticas (Leonardos & Trilles 2003, Kortet & Taskinen 2004, Grorud-Colvert & Sponaugle 2006) afetam a aptidão

dos indivíduos que a compõem. A aptidão, que pode ser definida como a performance de um genótipo no que diz respeito ao número de descendentes que ele produz e que alcançam idade reprodutiva (Lewontin 2002), é medida em termos de sucesso reprodutivo (Pianka 2000). De acordo com Green (2001), um importante determinante da aptidão é a condição corporal, isto é, o tamanho relativo das reservas energéticas, como carboidratos, proteínas e lipídeos, comparado com componentes estruturais do corpo que não representam reservas energéticas, como por exemplo pêlos, ossos, cartilagens e escamas. Isto explica a grande relevância da análise da condição

corporal de indivíduos em várias áreas da ecologia (Moya-Laraño *et al.* 2008).

As reservas energéticas que definem a condição corporal podem ser mensuradas a partir de técnicas destrutivas, como medidas diretas do conteúdo energético (Jonker & Trites 2000, Dwyer *et al.* 2003, Heinimaa 2004) ou calorimetria, que quantifica a energia liberada pela combustão da massa corporal em unidades de calor (Benedito-Cecilio *et al.* 2005). A energia estocada também pode ser estimada indiretamente através de amostras de sangue, como por medidas do nível de glicose, assumidas como estimativas das reservas de glicogênio no fígado (Tanck *et al.* 2001). No entanto, esta última prática é controversa, já que os níveis de glicogênio variam rapidamente, de modo que não necessariamente a quantidade de glicose no sangue fornece uma estimativa confiável do estado energético do animal (Moya-Laraño *et al.* 2008).

Frequentemente há o interesse de acessar a condição de animais vivos, sendo aplicadas técnicas não destrutivas e que submetam os indivíduos ao menor nível de estresse possível. Isso pode ser feito pelo uso de medidas estruturais e de peso, que combinadas na forma de índices, fornecem estimativas indiretas do armazenamento de energia pelos animais (Leblanc 1989, Eggert & Guyétant 2003). Essa é uma prática comum em estudos com peixes, que estimam a condição desses a partir de seu peso e de seu comprimento (Le Cren 1951, Bolger & Connolly 1989, Pope & Kruse 2001). A condição é expressa, usualmente, por meio do fator de condição, um termo genérico para os índices calculados a partir da razão entre o peso observado e aquele esperado para um determinado comprimento (Le Cren 1951). O fator de condição individual é entendido como um indicador das reservas energéticas dos tecidos, havendo a expectativa de que um peixe com condição relativamente melhor apresente taxas de crescimento superiores, bem como maior potencial reprodutivo e de sobrevivência que outro em pior condição, em situações ambientais comparáveis (Pope & Kruse 2001).

A história do fator de condição está associada à da relação entre o peso do corpo (W , *weight*) e o comprimento do corpo (L , *length*). Inicialmente, foi descrita uma relação isométrica entre o peso e o comprimento, dada pela expressão $W=aL^3$, onde a

é o coeficiente linear e 3 é o coeficiente angular da relação. Esta se desenvolveu a partir de uma expansão da lei cúbica para seres vivos, estabelecida por Hebert Spencer, em 1871 (Keys 1928), segundo a idéia de um crescimento isométrico no qual um organismo que dobre sua dimensão linear (L) aumenta em oito vezes sua massa (W). Entretanto, em 1904, Fulton verificou que a relação do peso para um dado comprimento variava inter e intraespecificamente, dependendo do ambiente, do período do ano (com grande influência do estágio de maturação gonadal) e do desenvolvimento ontogenético dos indivíduos (Froese 2006). De fato, os resultados de estudos com peixes sobre o incremento em peso em função do crescimento evidenciam que a escala linear da relação entre o peso e o comprimento varia em um intervalo que vai de 2,4 a 4,0 (Vazzoler 1996). Assim, a tendência primeiramente documentada por Fulton estabeleceu as bases conceituais do crescimento alométrico (Froese 2006), representado pela expressão $W=aL^b$, onde a é o coeficiente linear e b é o coeficiente angular da relação entre W e L .

Desde então, fatores de condição derivados dos dois tipos de equação da relação entre peso e comprimento, acima mencionados, são igualmente utilizados (Lima-Junior *et al.* 2002, Leonardos & Trilles 2003, Duponchelle *et al.* 2007), havendo discussão acerca das metodologias e tratamentos estatísticos mais apropriados. Algumas contribuições importantes foram sumarizadas em revisões no decorrer dos últimos cinquenta anos (Le Cren 1951, Bolger & Connolly 1989, Anderson & Neumann 1996, Pope & Kruse 2001). Mais recentemente, a revisão e a meta-análise efetuada por Froese (2006) a partir de conhecimentos estabelecidos desde o início do século XX gerou recomendações sobre a utilização adequada do fator de condição como uma ferramenta de avaliação populacional. Porém, apesar da simplicidade dos conceitos e da sua ampla utilização, ainda existem dúvidas sobre o potencial de aplicação do fator de condição na busca de respostas para questões específicas e a validade dos índices como estimadores das condições energéticas dos organismos.

Nessa perspectiva, a presente revisão tem por objetivo definir a tendência histórica de uso do fator de condição em estudos com diferentes grupos animais aquáticos e semiaquáticos, e apresentar os principais

modelos e utilizações para peixes, avaliando o potencial de aplicação em questões ecológicas que envolvam o efeito de alterações ambientais sobre as populações. Para alcançar os objetivos propostos, foi empregada uma abordagem cienciométrica nas informações disponíveis na literatura científica.

TENDÊNCIAS NA LITERATURA CIENTÍFICA

No intuito de diagnosticar tendências espaciais e temporais no uso do fator de condição em animais aquáticos e semiaquáticos, foi realizado um levantamento bibliográfico por meio do Portal Periódicos CAPES (<http://www.periodicos.capes.gov.br>), envolvendo todos os artigos científicos publicados nos periódicos indexados na base de dados *Aquatic Sciences and Fisheries Abstracts* (ASFA) entre 1950 e 2009. Para a seleção inicial dos trabalhos foi aplicada uma busca com a utilização dos termos *condition factor* ou *condition factors* como palavras-chave. Dentre os artigos selecionados, foram considerados apenas aqueles em que os termos apareceram no título, resumo ou palavras-chave. Dentre os artigos selecionados houve alguns nos quais apenas o termo *condition* era mencionado ou acompanhado das palavras *index* ou *indexes*. Assim, para evitar uma sub-estimativa do número de artigos publicados, também foram considerados, dentre esses trabalhos, os que efetivamente utilizaram medidas morfométricas e de peso como estimativa de condição.

Os dados obtidos foram analisados em duas etapas: na etapa 1 foram analisadas as tendências gerais no uso do fator de condição para diferentes

grupos animais; e na etapa 2 as tendências dos estudos restritos ao grupo peixes.

ETAPA 1 – PATAMAR TEMPORAL E IMPORTÂNCIA RELATIVA PARA GRUPOS ANIMAIS

Nesta etapa, os dados obtidos foram analisados no intuito de diagnosticar tendências gerais por década representadas pelo (i) o número de artigos publicados, (ii) os periódicos que mais publicaram, e (iii) o número de artigos para diferentes grupos animais. Nesse sentido, verificou-se que nas últimas cinco décadas foram publicados 2.666 artigos, em 567 periódicos, utilizando o fator de condição para oito grupos de animais, sendo esses moluscos, crustáceos, insetos, répteis, anfíbios, peixes, aves e mamíferos. A tendência de crescimento temporal no número de artigos científicos ($r_{\text{Pearson}}=0,98$; $P=0,0005$), apresentada na Figura 1, poderia meramente refletir a tendência similar experimentada pelo número de periódicos científicos, em todas as áreas de conhecimento, a partir da segunda metade do século XX (Stumpf 1996). De forma não excludente, no entanto, essa tendência demonstra a manutenção da importância do fator de condição no tempo, fato reforçado pela concentração destes artigos (1.372 artigos) em apenas 36 periódicos, para cada um dos quais foi registrado um número superior a 15 artigos utilizando o fator de condição, conforme mostrado na Figura 2. Nesse sentido, na Figura 2 destacam-se as publicações das revistas *Aquaculture* e *Journal of Fish Biology*, que concentraram grande parte das publicações do período em estudos com peixes.

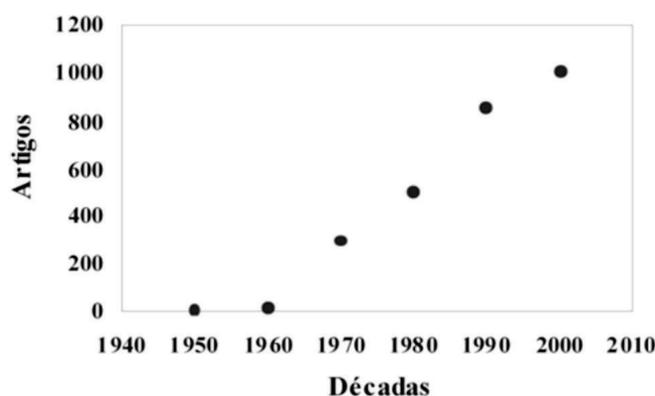


Figura 1. Número absoluto de artigos publicados com o fator de condições nas últimas cinco décadas.

Figure 1. Absolute number of articles published with the condition factor in the last five decades.

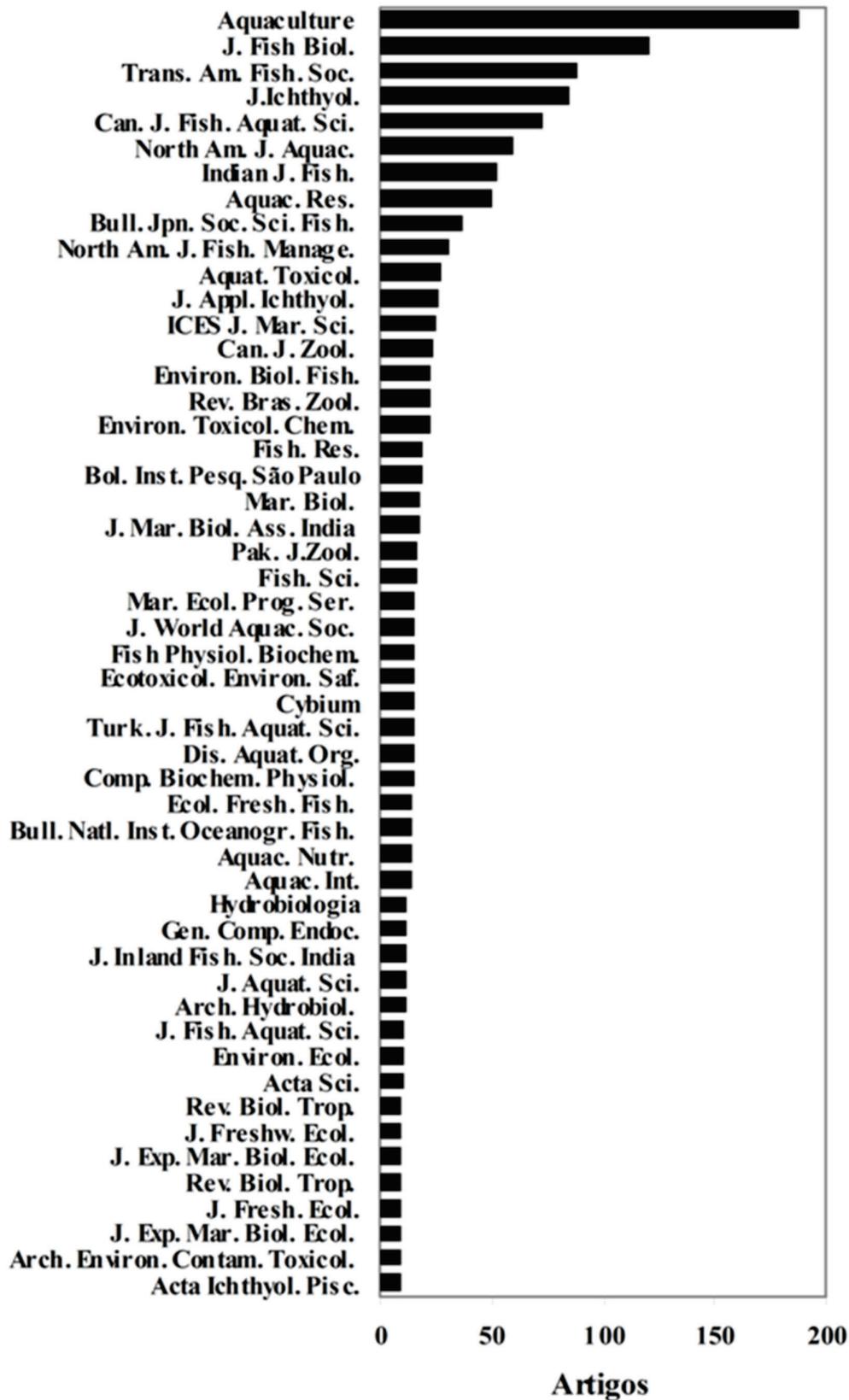


Figura 2. Periódicos que publicaram pelo menos 15 artigos utilizando fatores de condição nas últimas cinco décadas.
 Figure 2. Journals that published at least 15 articles using condition factors in the last five decades.

A concentração das publicações em pouco mais de três dezenas de periódicos se deve, em parte, ao fato da grande maioria dos trabalhos (89,7%) ter sido realizada com peixes (2.391 artigos, publicados em 516 periódicos), conforme expresso na Figura 3(a). Considerando-se que o fator de condição foi uma ferramenta conceitual e metodológica primeiramente desenvolvida para peixes (Nash *et al.* 2006), essa primazia, provavelmente, direcionou as publicações a periódicos especializados nesse grupo. Assim, embora a base de dados utilizada no levantamento seja restrita às ciências aquáticas, esse fato deve ter pouca ou nenhuma influência na concentração das publicações em relativamente poucos periódicos.

De acordo com a Figura 3(b), excetuando peixes, o fator de condição foi aplicado a um amplo grupo de animais que, quando ordenados em função do número de publicações, destacam-se moluscos, além de crustáceos, aves e mamíferos, e um número inferior de trabalhos com insetos, anfíbios e répteis. A superioridade de publicações envolvendo

moluscos pode ser explicada pelo fato deste grupo ser de grande importância comercial, havendo, portanto, um grande interesse em sua produção (His & Robert 1987, Jackson *et al.* 2001, Cartier *et al.* 2004, Uddin *et al.* 2007). Outro ponto não excludente se relaciona à relativa facilidade de se distinguir os componentes estruturais dos moluscos, representados pela concha, das reservas energéticas armazenadas na parte mole de seu corpo. Comparativamente aos moluscos, o sucesso na aplicação de índices de condição em vertebrados, em geral, é dificultada pela complicada distinção entre as reservas energéticas de tecidos e órgãos e os componentes estruturais da massa corporal (Green 2001). Todavia, a possibilidade de determinar a condição corporal por meio de técnicas não invasivas viabiliza o monitoramento de populações de vertebrados em ambiente natural, conforme atestado por Leblanc (1989) e Hall *et al.* (2002), o que, provavelmente, estimula a utilização de fatores de condição nesse grupo.

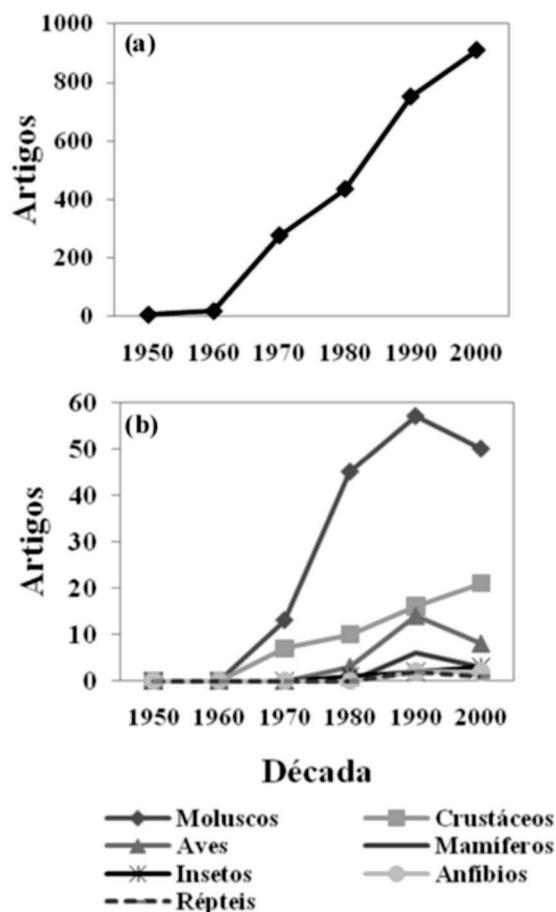


Figura 3. Número de artigos publicados utilizando fatores de condição com peixes (a) e outros táxons (b) nas últimas cinco décadas.

Figure 3. Number of articles published that used condition factor with fish (a) and other taxa (b) in the last five decades.

ETAPA 2 - APLICAÇÕES COM PEIXES

Nesta etapa foram considerados apenas os periódicos que em 2009 apresentaram livre acesso a seus artigos pelo Portal Periódicos CAPES. A análise foi conduzida no intuito de contemplar as seguintes questões: (i) a importância do fator de condição dentro do contexto nacional e internacional das publicações científicas; (ii) principais abordagens e utilizações do fator de condição em estudos científicos; e (iii) o potencial de uso do fator de condição em pesquisas ecológicas relacionadas ao efeito de alterações ambientais sobre populações. Na Tabela 1 encontram-se os descritores dos artigos selecionados na etapa 2, definidos por 10 variáveis decompostas em categorias

consideradas para o agrupamento e a comparação das informações.

Foram aplicados quatro critérios não excludentes de seleção de periódicos para responder às questões acima mencionadas em função de sua relevância, fator de impacto e inserção nacional: que mais da metade de seus artigos utilizasse o fator de condição; que em média, cada artigo publicado fosse citado pelo menos uma vez em anos recentes ($JCR \geq 1$); que fosse de relevância para pesquisas em Ecologia; e que fosse um periódico brasileiro, independentemente da grande área. A partir desses critérios foram selecionados 20 periódicos, dos quais um número máximo de três artigos foram selecionados aleatoriamente, totalizando 54 artigos (Anexos 1, 2 e 3).

Tabela 1. Descritores empregados na avaliação dos trabalhos utilizando o fator de condição com peixes.

Table 1. Descriptors employed for evaluate articles using the condition factor with fishes

Variáveis	Categorias
(1) Tipo de fator de condição	Fulton/Alométrico/Relativo/Resíduos
(2) Frequência de amostragem	Nictemeral/Diária/Semanal/Quinzenal/Mensal/Bimestral/Trimestral/Sazonal/Anual
(3) Tamanho amostral	Número de indivíduos utilizados em cada nível de tratamento
(4) Análise estatística	Estatística básica/Correlação/Regressão/ANOVA/ANCOVA
(5) Consideração do gênero	Macho/Fêmea
(6) Consideração do comprimento	Sim/Não
(7) Tipo de estudo	Observacional/Manipulativo
(8) Tipo de ambiente	Marinho/Continental lêntico/Continental lótico/Laboratório/Mesohabitat experimental
(9) Origem da espécie	Marinha/Dulcícola
(10) Questões-alvo	Ambiente/Dieta/Estresse/Fenótipo/Fisiologia/Genótipo/Herdabilidade/ Interação/ Performance/Reprodução

Tipos de índice e suas limitações relacionadas a características biológicas e ecológicas das populações

A partir da análise dos artigos foi verificado que o fator de condição de Fulton foi o mais utilizado, como é possível observar na Figura 4(a). Este é representado pela expressão $K=W.L^{-3}.C$, onde: W é o peso observado; L^{-3} é o comprimento, cuja escala da relação com o peso é isométrica ao cubo; e C é constante, frequentemente representada por uma potência de 10, no intuito de aproximar o valor da unidade. Esse índice é bastante criticado devido a sua variação isométrica ao cubo (Vazzoler 1996), que

o torna dependente do comprimento e de aplicação limitada a peixes de comprimento similar (Pope & Kruse 2001). Baigún *et al.* (2009) testaram a aplicabilidade de diferentes índices em populações de peixe-rei, *Odontesthes bonariensis*, e verificaram que o fator de condição de Fulton deve ser desconsiderado nos casos em que populações mostram crescimento alométrico e amplitude de classes de comprimento muito elevada, já que o índice possui uma alta dependência do comprimento. A maioria dos trabalhos que utilizaram o fator de condição de Fulton contemplou intervalos de comprimento curtos, que não requerem a aplicação de comparações entre as classes de comprimento das espécies (Tanck *et al.*

2001, Chellappa *et al.* 2003, Van den Heuvel *et al.* 2008).

Ainda de acordo com a Figura 4(a), os outros índices mais utilizados, com a mesma importância relativa, foram os fatores de condição alométrico e relativo, que são variações do mesmo tipo de índice, já que derivam da relação alométrica entre o peso e o comprimento. Por derivarem da relação peso-comprimento, ambos os índices tem sua aplicação limitada à mesma população. O fator de condição alométrico é representado pela expressão $K=W.L^{-b}$, onde b assume o lugar da escala isométrica, e o fator de condição relativo é representado pela expressão $K_r=W.W'^{-1}$, onde W é o peso observado e W' é o peso médio previsto para o comprimento com base na relação peso-comprimento ($W'=aL^b$). Divergências em relação ao cálculo do coeficiente b foram reunidas e testadas por Lima-Júnior *et al.* (2002), que verificaram que, quando há o intuito de comparar a condição de indivíduos dentro das diferentes amostras de mesmo ou comparável tamanho, a melhor forma de estimar o b é considerando todas as amostras conjuntamente, de modo a evitar distorções nos valores dos índices, representadas pela acentuação de diferenças reais entre amostras. Embora de forma relativamente menor que o índice isométrico, o índice alométrico também apresenta dependência do comprimento, de forma a não permitir uma comparação robusta entre indivíduos de diferentes classes de comprimento. De fato, os artigos que utilizaram o fator de condição alométrico consideraram apenas indivíduos de classes de comprimento comparáveis (Dannewitz *et al.* 2003, Dwyer *et al.* 2003, Trajano & Bichuette 2007) ou trataram separadamente as diferentes classes de comprimento (Schulz & Martins-Junior 2001, Lizama & Ambrósio 2002, Trajano *et al.* 2004). Por outro lado, o fator de condição relativo provê uma estimativa da condição independente do comprimento, já que representa a variação populacional real em torno do valor médio da condição, permitindo comparações entre diferentes classes de comprimento dentro de uma mesma amostra (Baigún *et al.* 2009). Assim, como seria de se esperar, nenhum dos artigos que utilizou o fator de condição relativo considerou diferenças entre classes de comprimento (Zanoni *et al.* 2000, Romagosa *et al.* 2001, Pearson & Healey 2003, Craig *et al.* 2005).

Pode-se observar na Figura 4(a) que os índices residuais representados por medidas de condição

estimadas pelo desvio da massa individual dos valores preditos pela curva da regressão entre peso e comprimento foram pouco utilizados (Zabel & Achord 2004, Fisher *et al.* 2005). O uso de resíduos como índices de condição é criticado por García-Berthou (2001) e Green (2001), que afirmam que o uso de resíduos pode levar a erros nas especificações das equações de regressões, devido ao pressuposto irreal de que a massa varia linearmente com o comprimento. García-Berthou (2001) destaca que o uso desse tipo de índice é incorreto pelo fato de que, mesmo que os pressupostos do modelo linear sejam alcançados pelas variáveis originais, dificilmente o serão pelos resíduos. Schulte-Hostedde *et al.* (2005) buscaram revalidar o uso de resíduos da relação peso-comprimento, sugerindo que a fraqueza do método estava apenas no tipo de modelo utilizado, que seria capaz de fornecer uma estimativa mais robusta de condição à medida que a correlação entre resíduos e o peso não fosse mais acentuada do que aquela existente entre resíduos e o comprimento. Assim, além do fato da aplicação de resíduos nesse contexto ser algo relativamente recente, é provável que as divergências nas opiniões sobre seu uso tenham contribuído para o baixo número relativo de trabalhos que os utilizaram.

Em termos biológicos e ecológicos, a importância de considerar as diferenças entre classes de comprimento na análise da condição pode ser entendida em função da dependência do comprimento individual por parte da intensidade do investimento energético em processos vitais, visto que a quantidade de energia que os organismos alocam para o crescimento restringe seu direcionamento para processos ligados à sobrevivência e reprodução (Shuter 1990). Além disso, diferenças entre os sexos também podem impor diferenças nos valores dos índices, visto que mesmo se considerarmos que machos e fêmeas têm acesso a quantidades equivalentes de energia para investir em gametas, fêmeas investem mais energia em sua produção (Alcock 1942). Mesmo fora do período reprodutivo essas diferenças no investimento em gametas podem gerar dimorfismos sexuais que se expressam em diferenças na intensidade da alometria, que por sua vez influenciam diferencialmente os valores dos índices. Um exemplo dessa aplicação diferenciada entre sexos é demonstrado por Romagosa *et al.* (2001), que utilizam o fator de condição relativo como uma medida para selecionar fêmeas

aptas à indução reprodutiva, segundo o critério de que um valor superior a 1,0 seria um indicativo de fêmeas aptas a participar do processo reprodutivo. Embora a maioria dos autores dos artigos analisados não testasse diferenças entre os sexos, a maioria se limitou a análises de apenas machos ou apenas fêmeas (Anexo 3).

Diferenças na alocação de energia entre classes de comprimento e sexos também poderiam explicar algumas das especificidades das medidas de peso utilizadas na composição dos índices, tendo em vista que ocorre a transferência das reservas energéticas acumuladas nas vísceras, musculatura e/ou fígado para suprir o desenvolvimento das gônadas que culminará com a desova (Vazzoler 1996). Além do peso total, predominantemente utilizado no cálculo do fator de condição, o peso somático também foi empregado (Anexo 2). Esta medida elimina do peso total o peso relativo às gônadas (Meffe 1992, Vazzoler 1996) e, em alguns casos, inclusive, o peso das vísceras (Spranza & Stanley 2000, Leonardos & Trilles 2003, Kortet & Taskinen 2004). Segundo Vazzoler (1996), as tendências de variação espacial e/ou temporal do fator de condição não são alteradas com a utilização do peso total ou somático em sua determinação. Porém, quando se pretende analisar a variação do fator de condição em função da dinâmica reprodutiva da população, recomenda-se considerar tanto o peso total quanto o somático no cálculo do fator de condição (Vazzoler 1996). Dessa forma, o fator de condição total e o fator de condição somático são complementares, sendo que a diferença entre eles reflete a parcela das reservas energéticas acumuladas nas vísceras e musculatura que é transferida e mobilizada para o desenvolvimento gonadal. Além dessas medidas, também foram utilizadas outras, como o peso seco, obtido por meio da secagem em estufa (Kloppmann *et al.* 2002, Grorud-Colvert & Sponaugle 2006) ou liofilização (desidratação por meio de congelamento brusco e alta pressão em vácuo) do corpo (Grant & Brown 1999) (Anexo 2).

Frequência de amostragem e tratamentos estatísticos aplicados aos índices

Um ponto importante na avaliação de mudanças na condição é a frequência temporal adotada para

amostragem. A Figura 5 demonstra que a maioria dos trabalhos empregou uma frequência de amostragem mensal, seguida de quinzenal, demonstrando que frequências de tempo intermediárias entre semanas (Booth & Hixon 1999, Van Dijk *et al.* 2005) e meses, visando descrever a variação do fator de condição em função da dinâmica reprodutiva e alimentação em ambiente natural (Tadesse 1999, Pearson & Healey 2003, Carceres *et al.* 2004, Duponchelle *et al.* 2007) e sob condições controladas em cativeiro (Zanoni *et al.* 2000, Scorvo Filho *et al.* 2004, Mainardes-Pinto *et al.* 2007) foram as mais empregadas. Considerando que a resposta fisiológica do organismo a condições estressantes seja relativamente rápida (Schreck 1990), as questões ecológicas envolvendo os efeitos agudos de substâncias tóxicas, o confinamento e parasitismo devem ser condizentes tanto com a escala temporal da situação como da fisiologia e história de vida do organismo (Lohner *et al.* 2001, Leonardos & Trilles 2003, Porter & Janz 2003, Mainardes-Pinto *et al.* 2007). Desse modo, a escolha do intervalo de tempo ideal entre as amostragens dependerá do efeito a ser testado, e as amostragens podem ter uma frequência ampla (mensal ou superior a 30 dias), reduzida (semanal, diária) ou ainda restrita a um curto e único intervalo de tempo replicado no espaço, quando o objetivo for comparar a condição de peixes em locais contaminados com outros, que servem de referência (Porter & Janz 2003).

Em termos de análises utilizadas para explorar a capacidade explanatória dos índices, considerando-se que, para peixes, as medidas biométricas empregadas nos índices apresentam uma dimensão linear (comprimento), a estatística predominantemente utilizada, salvo quando são empregadas regressões múltiplas com variáveis ambientais, é a univariada. Já para aves, por exemplo, os índices frequentemente contam com um conjunto de características biométricas sumarizadas como relevantes por Análises de Componentes Principais (ACP), de modo que apenas o primeiro eixo (ACP1) é relacionado com a variável dependente (peso) (Leblanc 1989). De fato, como é possível observar na Figura 4(b), entre os trabalhos analisados, as principais abordagens estatísticas utilizadas na comparação entre os valores dos índices e relações com outros fatores foram comparações de médias (Teste *t* e ANOVA)

e medianas (Mann-Whitney e Kruskal-Wallis), denominadas coletivamente de ANOVA na Figura 4(b), além de correlações.

Os tamanhos das amostras para o cálculo da condição são outro ponto importante no contexto das análises estatísticas. Os tamanhos apresentaram grande variação, sendo que, em alguns experimentos, o número médio de indivíduos foi de apenas dois (Van Dijk *et al.* 2005) e em outros alcançou milhares (Perry *et al.* 2005) (Anexo 2). De acordo com Froese (2006), mais importante que assegurar um número mínimo amostral, é garantir que o delineamento seja balanceado, com números iguais de indivíduos nas diferentes classes de comprimento para a estimativa

da relação entre peso e comprimento. Segundo esse autor, essa é uma forma de gerar uma relação robusta, não sendo necessário mensurar um grande número de indivíduos em cada classe. Nesse sentido, a análise do tamanho das amostras demonstra que essa recomendação não foi seguida pela maior parte dos artigos analisados (76%) (Anexo 2). Adicionalmente, além das implicações estatísticas envolvidas na utilização de amostras com números altamente heterogêneos de indivíduos, parece óbvia a necessidade de se estabelecer tamanhos amostrais mínimos que vão depender do objetivo do estudo, em especial quando há a necessidade de sacrificar indivíduos.

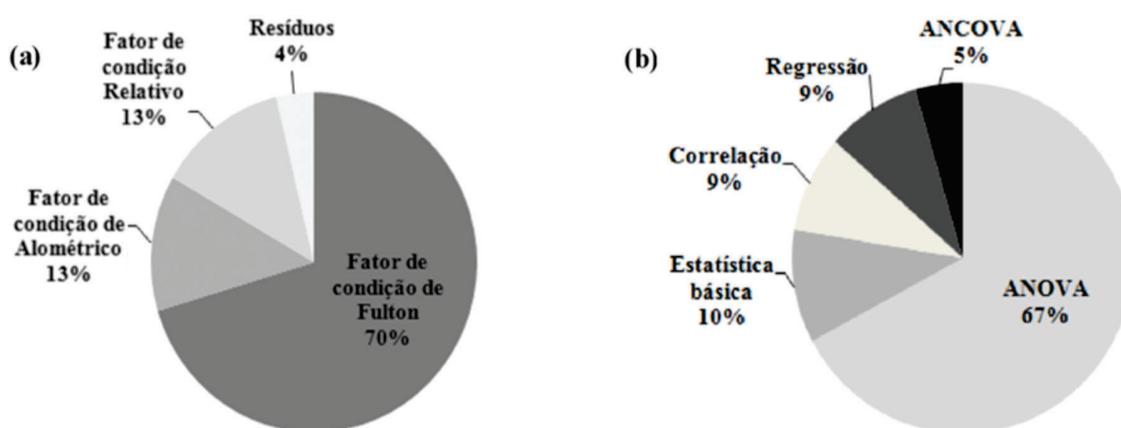


Figura 4. Número relativo de trabalhos por tipos de fator de condição (a) e tipos de análises utilizadas no tratamento dos dados (b).

Figure 4. Relative number of articles by type of condition factor (a) and types of analysis used in data processing (b).

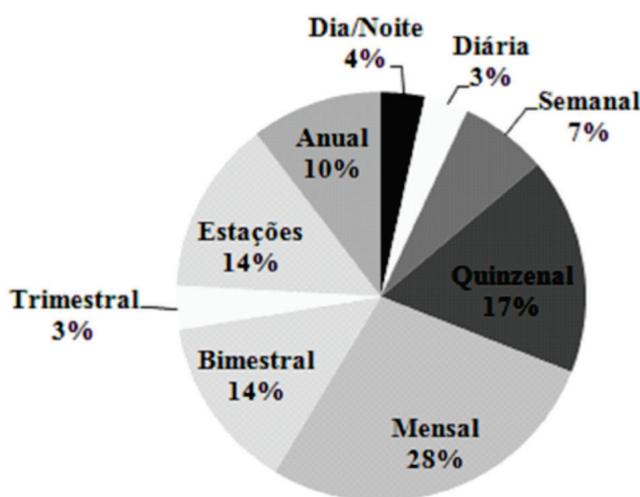


Figura 5. Número relativo de trabalhos por frequência temporal.

Figure 5. Relative number of articles per temporal frequency.

Abordagens e principais aplicações

A partir da Figura 6(a) é possível notar que entre os trabalhos analisados, 63% representaram estudos observacionais, onde se considerou a variação do fator de condição no ambiente natural, sob condições não controladas, sendo que 7%, no entanto, apresentaram igualmente uma etapa manipulativa experimental. Esta etapa manipulativa consistiu na alteração, sob condições controladas, de alguma variável ambiental e a avaliação na resposta no fator de condição. A Figura 6(b) mostra que quase a metade dos trabalhos (46%) foi desenvolvida no ambiente continental, tendo sido a maior parte destes desenvolvida em ambientes lóticos. Entre os demais trabalhos, 39% foram desenvolvidos sob condições controladas, em aquários e tanques de cultivo em laboratório (Meffe 1992, Hayashi *et al.* 1999, Zanoni *et al.* 2000) ou em cercados e tanques-rede em meso-habitats experimentais (McCormick 2003, Wang *et al.* 2008), enquanto que apenas 15% dos estudos foram executados no ambiente marinho

(Kloppmann *et al.* 2002, Carceres *et al.* 2004), como apresentado na Figura 6(b).

Estudos manipulativos em laboratório foram tão frequentes quanto os estudos observacionais realizados no ambiente continental (rios, lagos e reservatórios), demonstrando a grande importância numérica dos estudos em aquicultura nas últimas décadas. De fato, o periódico *Aquaculture* concentrou grande parte das publicações, como apresentado na Figura 2. Isso parece explicar a aparente contradição entre a proporção considerável de estudos com espécies marinhas (39%), a despeito do baixo número de trabalhos realizados no ambiente marinho (15%). Embora a maioria dos estudos tenha envolvido espécies de água doce (61%), sob condições controladas, como tanques de cultivo, a maior parte dos estudos foi desenvolvida com espécies marinhas, de grande interesse econômico, cujas dificuldades envolvidas na amostragem e suscetibilidade a variações ambientais limitam estudos em seu ambiente natural (Botsford *et al.* 1997).

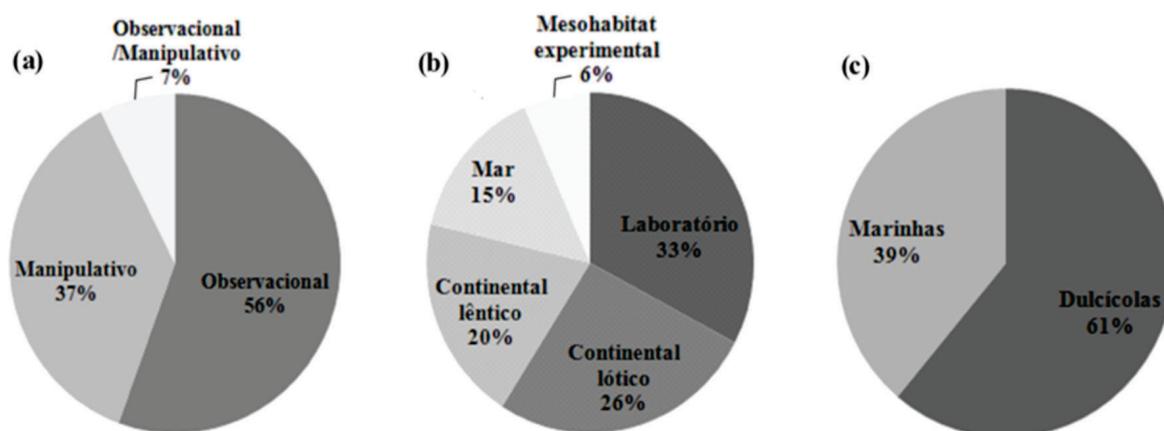


Figura 6. Número relativo de artigos publicados em função do tipo de estudo (a), tipo de ambiente em que o estudo foi desenvolvido (b) e origem das espécies estudadas (c).

Figure 6. Relative number of articles published according to the type of study (a), types of environment where the study was developed (b) and the origin of the studied species (c).

As temáticas predominantes nos artigos analisados foram a performance dos indivíduos, como o efeito da condição corporal no crescimento e potencial reprodutivo e de sobrevivência (Carlstein 1997, Huang *et al.* 1999, Grorud-Colvert & Sponaugle 2006), suas respostas ao ambiente, como o efeito de fatores ambientais sobre o sucesso na alimentação e condição corporal dos indivíduos (Kloppmann *et*

al. 2002, Salvanes *et al.* 2004), dieta (Tadesse 1999, Wang *et al.* 2008) e reprodução (Pearson & Healey 2003, Duponchelle *et al.* 2007), como exposto na Figura 7, sendo, quase sempre, co-ocorrentes nos trabalhos (Anexo 1). Os poucos trabalhos que tinham como alvo a descrição da condição, se limitaram à apresentação de valores médios, sem o teste explícito de hipóteses científicas e estatísticas (Lizama &

Ambrósio 2002, Trajano *et al.* 2004, Anene 2005), ou trataram das propriedades matemáticas subjacentes aos índices (Lima-Junior *et al.* 2002, Craig *et al.* 2005). Esse variado grupo de questões-alvo demonstra o papel dos fatores de condição como ferramentas integradoras entre os diferentes níveis de organização biológica e ilustra a ampla ligação entre a condição e temas relacionados à aptidão dos indivíduos.

Schulte-Hostedde *et al.* (2005) defendem a importância de validar a predição de que a condição corporal estimada por índices reflete medidas de gordura. Nesse sentido, relações entre o fator de condição e reservas energéticas corporais foram comprovadas por Perkins & Dahlberg (1971), que encontraram correlações do índice com a gordura corporal, peso das gônadas, peso total, conteúdo de água e estação do ano para o clupeiforme *Alosa sapidissima*, e Pangle & Sutton (2005), que verificaram uma relação positiva entre o fator de condição de Fulton e lipídio e proteína brutas de

juvenis do salmoniforme *Coregonus artedi* no inverno. Assim, apesar da potencialidade desses índices como ferramentas efetivas para avaliar a condição sem comprometer os indivíduos (Neff & Cargnelli 2004), sua utilização parece requerer o sacrifício de alguns, como forma de compreensão das tendências observadas. Entretanto, como nem sempre isso é possível ou desejado, os resultados obtidos a partir de fatores de condição devem ser interpretados com cautela, dada a facilidade de gerar explicações espúrias para os padrões averiguados. Nesse sentido, o conhecimento das histórias de vida das espécies é fundamental, sendo sugerido que estimativas de condição com base em fatores de condição sejam sempre acompanhadas de medidas ecológicas como densidade populacional, disponibilidade de presas, estrutura etária e composição da comunidade (Pope & Kruse 2001), dentre outras, em função dos objetivos dos trabalhos.

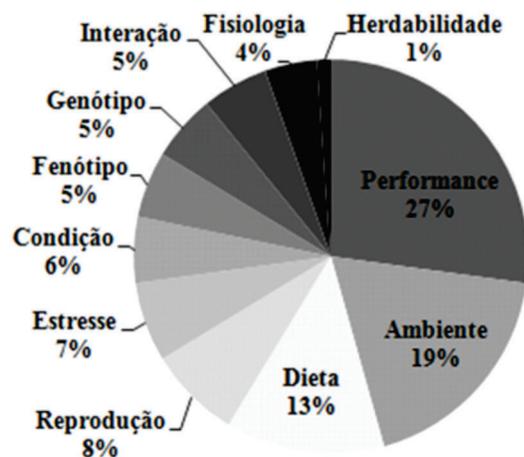


Figura 7. Número relativo de artigos em função de questões-alvo.
Figure 7. Relative number of articles according to the issues targeted

O FATOR DE CONDIÇÃO E A ECOLOGIA DE PEIXES: PERSPECTIVAS DE USO

Os periódicos mais específicos da área de Ecologia concentraram uma pequena parte das publicações que utilizaram o fator de condição, se comparados com outros de outras grandes áreas, tais como Zoologia e Aquacultura. Apesar disso, foi possível confirmar a potencialidade da utilização de fatores de condição como ferramentas para avaliar questões ecológicas em populações de peixes, já que as respostas dos

organismos em nível fisiológico podem ser averiguadas em escalas relativamente pequenas de tempo, tais como semanas e dias, no caso de estresse agudo, ou meses, para avaliações de efeitos de sazonalidade ambiental e ciclos reprodutivos. Entretanto, para que esta meta seja alcançada de forma satisfatória, faz-se necessário considerar outras ferramentas que reforcem e ajudem a explicar os valores de condição, gerando modelos que permitam avaliar e comparar os resultados de estudos apenas com base em informações morfométricas e de peso corporal. A

mensuração e o controle das condições ambientais, em dependência, obviamente, do objetivo do trabalho, constituem ferramentas auxiliares indispensáveis nesse sentido. Stevenson & Woods (2006), recomendam complementar os tradicionais índices de condição corporal com outros desenvolvidos para mensurar a condição celular e molecular em estudos de conservação. Adicionalmente, destaca-se o uso de ferramentas invasivas aos organismos, que auxiliam na interpretação dos valores dos índices no sentido de elucidar a natureza da relação entre a variação do peso e as medidas de comprimento corporal. Nesse sentido, a opção por eliminar o peso das gônadas deve ser feita quando o intuito é diagnosticar tendências ligadas à atividade reprodutiva, ao passo que quando o intuito é avaliar o grau de hígidez, o bem estar somático do indivíduo, deve-se optar, também, pela remoção do peso relativo ao conteúdo estomacal, visto que este interfere no valor do peso corporal e não é, necessariamente, incorporado pelo organismo. Evidentemente, a questão da frequência temporal utilizada no estudo é outro fator que deve ser considerado na definição da necessidade de uso dessas ferramentas invasivas. Isto é, se o objetivo for captar tendências sazonais de longo prazo relacionadas à hígidez, em condições naturais, não se faz necessária a eliminação do peso relacionado a gônadas e conteúdo estomacal, tendo em vista que a tendência temporal obedecerá a uma dinâmica previsível dentro da população (Vazzoler 1996).

Outro ponto importante diz respeito aos esforços direcionados para aprimorar a acurácia dos índices a partir de modificações em suas equações, como o de Jones *et al.* (1999), propondo um novo índice de condição (B), que leva em consideração mais uma medida morfométrica, a altura corporal. Segundo os autores, o novo fator (B), representado por $B=M.L^{-2}.H^{-1}$ (onde M é o peso corporal, L é o comprimento do indivíduo; e H é a altura do corpo), seria mais apropriado por ser capaz de gerar resultados mais acurados para diferentes tipos e estados genéticos, morfológicos e fisiológicos. Entretanto, o trabalho foi prontamente criticado por Richter *et al.* (2000), que concluíram que a fórmula $B=M.L^{-1}.H^{-2}$ seria a correta, visto que a regressão do peso corporal e da altura contra o comprimento mostrou que a gordura corporal varia isometricamente com a altura, e alometricamente com comprimento. Não há consenso

nessas novas proposições. Entretanto, a busca de aprimoramentos nos índices, bem como de uma padronização das formas de relacionar características morfométricas com o peso corporal em diferentes estudos, pelo menos dentro de uma mesma espécie, parecem ser o caminho a ser seguido para facilitar comparações, de modo a permitir a elaboração de modelos específicos. Dessa forma, ao contemplar essa gama de considerações, o fator de condição pode ser incorporado de forma eficaz em modelos específicos que visem sintetizar a resposta de uma população a efeitos de alterações de hábitat, ou interações bióticas interespecíficas (Stevenson & Woods 2006).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho contemplou as formas pelas quais fatores de condição são utilizados em estudos envolvendo diferentes grupos animais aquáticos e semiaquáticos e áreas do conhecimento, destacando-se da abordagem das demais revisões sobre o assunto, que trataram exclusivamente das propriedades matemáticas e estatísticas dos índices. Um aumento crescente na utilização desses índices, baseados em medidas morfométricas e de peso, foi verificado em estudos com todos os grupos animais analisados, inclusive vertebrados. Para esses, a utilização da ferramenta é, frequentemente, criticada em função da influência dos componentes estruturais como ossos, cartilagens, penas, escamas ou pêlos no peso corporal dos indivíduos. Assim, provavelmente, o padrão descrito se justifica pela grande concentração de espécies ameaçadas em vertebrados, o que torna a avaliação da hígidez sem o uso de medidas invasivas recomendável, e pela ausência de outras medidas eficazes, de fácil aplicabilidade em campo e de baixo custo para mensurar a condição corporal. No que diz respeito a peixes, a ampla utilização do fator de condição em estudos pode ser explicada pelo desenvolvimento inicial da ferramenta para o grupo, por utilizar em seus cálculos medidas usualmente registradas em programas de monitoramento, o comprimento e o peso dos indivíduos, bem como pela permissividade na utilização de técnicas invasivas complementares, capazes de elucidar a relação entre os valores dos índices e a condição energética real dos indivíduos, quando necessário. A superioridade na utilização do fator de condição de Fulton, amplamente

criticado por sua base no crescimento isométrico, parece se fundamentar em sua simplicidade matemática e pioneirismo histórico. Nesse sentido, embora, de modo geral, os estudos analisados tenham contemplado as limitações intrínsecas aos tipos de índices utilizados, é evidenciada a necessidade de uma maior reflexão acerca das implicações estatísticas e biológicas envolvidas nas escolhas dos índices a serem empregados. Adicionalmente, esforços traduzidos em ações voltadas para investimentos na elucidação da relação entre fatores de condição e as reservas energéticas reais dos organismos, bem como para o desenvolvimento matemático e padronização dos tipos de índices utilizados, pelo menos em populações das mesmas espécies, se fazem necessários para garantir a validade dessa ferramenta. A importância do fator de condição no contexto dos, cada vez mais frequentes, efeitos de alterações ambientais sobre populações se justifica pela capacidade do mesmo em fornecer uma base para o entendimento dos mecanismos envolvidos na sobrevivência e reprodução dos indivíduos. Desse modo, tendo em vista que o fator de condição é, e provavelmente continuará a ser, utilizado a curto e médio prazo em estudos científicos voltados para ações de manejo e conservação de fauna, a atenção para os pontos supracitados emerge como algo imprescindível.

AGRADECIMENTOS: Esta revisão foi desenvolvida no mestrado da primeira autora, no Programa de Pós Graduação em Ecologia (PPGE), da Universidade Federal do Rio de Janeiro. As autoras agradecem aos três pareceristas da revista e aos professores Marcelo Vianna e Paulo Paiva, pela leitura crítica do manuscrito e sugestões, à CAPES pela bolsa de mestrado da primeira autora e ao CNPq pelas bolsas de produtividade em pesquisa das demais autoras.

REFERÊNCIAS

- ADMASU, D. & AHLGREN, I. 2000. Growth of juvenile tilapia, *Oreochromis niloticus* L. from Lakes Zwai, Langeno and Chamo (Ethiopian rift valley) based on otolith microincrement analysis. *Ecology of Freshwater Fishes*, 9: 127-137.
- ALCOCK, J. 1942. *Animal behavior: an evolutionary approach*. Second Edition. Sinauer Associates, Inc, Sunderland, MA. 532p.
- ANDERSON, R.O. & NEUMANN, R.M. 1996. Length, weight, and associated structural indices. Pp. 447-482. In: B.R. Murphy & D.W. Willis (eds.). *Fisheries Techniques*. Second Edition. American Fisheries Society, Bethesda, Maryland.
- ANENE, A. 2005. Condition factor of four cichlid species of a man-made lake in Imo State, Southeastern Nigeria. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 5: 43-47.
- BAIGÚN, R.M.; COLAUTTI, D.C. & GROSMAN, F. 2009. Assessment of condition in pejerrey *Odontesthes bonariensis* (Atheriniformes: Atherinopsidae) populations: which index works best? *Neotropical Ichthyology*, 7: 439-446.
- BARTON, B.A.; SCHRECK, C.B. & BARTON, L.D. 1987. Effects of chronic cortisol administration and daily acute stress on growth, physiological conditions, and stress responses in juvenile rainbow trout. *Diseases of Aquatic Organisms*, 2: 173-185.
- BENEDITO-CECILIO, E.; PEREIRA, A.L.; BALERONI, H. & FARIA, A.C.E.A. 2005. Effects of habitat on physiological indicators in *Leporinus friderici* (Pisces, Anostomidae) in the influence area of the Corumbá Reservoir, Goiás, Brazil. *Acta Limnologica Brasiliensis*, 17: 71-79.
- BOJSEN, B.H. 2005. Diet and condition of three fish species (Characidae) of the Andean foothills in relation to deforestation. *Environmental Biology of Fishes*, 73: 61-73.
- BOLGER, T. & CONNOLLY, P.L. 1989. The selection of suitable indices for the measurement and analysis of fish condition. *Journal of Fish Biology*, 34: 171-182.
- BOOTH, D.J. & HIXON, M.A. 1999. Food ration and condition affect early survival of the coral reef damselfish, *Stegastes partitus*. *Oecologia*, 121: 364-368.
- BOTSFORD, L.W.; CASTILLA, J.C. & PETERSON, C.H. 1997. The management of fisheries and marine ecosystems. *Science*, 277: 509-515, doi:10.1126/science.277.5325.509
- CARCERES, C.W.; FUENTES, L.S. & OJEDA, F.P. 2004. Optimal feeding strategy of the temperate herbivorous fish *Aplodactylus punctatus*: the effects of food availability on digestive and reproductive patterns. *Oecologia*, 99: 118-123.
- CARTIER, S.; PELLERIN, J.; FOURNIER, M.; TAMIGNEAUX, E.; GIRAULT, L. & LEMAIRE, N. 2004. Use of an index based on the blue mussel (*Mytilus edulis* and *Mytilus trossulus*) digestive gland weight to assess the nutritional quality of mussel farm sites. *Aquaculture*, 241: 633-654, doi:10.1016/j.aquaculture.2004.08.015
- CARLSTEIN, K. 1997. Effects of rearing technique and fish size on poststocking feeding, growth and survival of European

- grayling, *Thymallus thymallus* (L.). *Fisheries Management and Ecology*, 4: 391-404.
- CHELLAPPA, S.; CÂMARA, M.R. & CHELLAPPA, N.T. 2003. Ecology of *Cichla monoculus* (Osteichthyes: Cichlidae) from a reservoir in the semi-arid region of Brazil. *Hydrobiologia*, 504: 267-273.
- CRAIG, J.M.; THOMAS, M.V. & NICHOLS, S.J. 2005. Length-weight relationship and a relative condition factor equation for lake sturgeon (*Acipenser fulvescens*) from the St. Clair River system (Michigan, USA). *Journal of Applied Ichthyology*, 21: 81-85.
- DANNEWITZ, J.; PETERSSON, E.; PRESTEGAARD, T. & JÄRVI, T. 2003. Effects of sea-ranching and family background on fitness traits in brown trout *Salmo trutta* reared under near-natural conditions. *Journal of Applied Ecology*, 40: 241-250.
- DUPONCHELLE, F.; LINO, F.; HUBERT, N.; PANFILI, J.; RENNO, J.F.; BARAS, E.; TORRICO, J.P.; DUGUE, R. & NUÑEZ, J. 2007. Environment-related life-history trait variations of the red-bellied piranha *Pygocentrus nattereri* in two river basins of the Bolivian Amazon. *Journal of Fish Biology*, 71: 1113-1134, doi:10.1111/j.1095-8649.2007.01583.x
- DWYER, K.S.; PARRISH, C.C. & BROWN, J.A. 2003. Lipid composition of yellowtail flounder (*Limanda ferruginea*) in relation to dietary lipid intake. *Marine Biology*, 143: 659-667, doi:10.1007/s00227-003-1101-0
- EGGERT, C. & GUYÉTANT, R. 2003. Reproductive behavior of spadefoot toads (*Pelobates fuscus*): daily sex ratios and males' tactics, ages, and physical condition. *Canadian Journal of Zoology*, 81: 46-51.
- FISHER, R.; LEIS, J.M.; CLARK, D.L. & WILSON, A.K. 2005. Critical swimming speeds of late-stage coral reef fish larvae: variation within species, among species and between locations. *Marine Biology*, 147: 1201-1212, doi:10.1007/s00227-005-0001-x
- FROESE, R. 2006. Cube law, condition factor and length-weight relationship: history, meta-analysis and recommendations. *Journal of Applied Ichthyology*, 22: 241-253, doi:10.1111/j.1439-0426.2006.00805.x
- GARCÍA DE LEÁNIZ, C.; FRASER, N. & HUNTINGFORD, F.A. 2000. Variability in performance in wild Atlantic salmon, *Salmo salar* L., fry from a single redd. *Fisheries Management and Ecology*, 7: 489-502.
- GARCÍA-BERTHOU, E. 2001. On the misuse of residuals in ecology: testing regression residuals vs. the analysis of covariance. *Journal of Animal Ecology*, 70: 708-711.
- GRANT, S.M. & BROWN, J.A. 1999. Variation in condition of coastal Newfoundland 0-group Atlantic cod (*Gadus morhua*): field and laboratory studies using simple condition indices. *Marine Biology*, 133: 611-620.
- GRANT, S.M.; BROWN, J.A. & BOYCE, D.L. 1998. Enlarged fatty livers of small juvenile cod: a comparison of laboratory-cultured and wild juveniles. *Journal of Fish Biology*, 52: 1105-1114.
- GREEN, A.J. 2001. Mass/length residuals: measures of body condition or generators of spurious results? *Ecology*, 82: 1473-1483.
- GRORUD-COLVERT, K. & SPONAUGLE, S. 2006. Influence of condition on behavior and survival potential of a newly settled coral reef fish, the bluehead wrasse *Thalassoma bifasciatum*. *Marine Ecology Progress Series*, 327: 279-288.
- HALL, A.J., MCCONNELL, B.J. & BARKER, R.J. 2002. The effect of total immunoglobulin levels, mass and condition on the first-year survival of Grey Seal pups. *Functional Ecology*, 16: 462-474, doi: 10.1046/j.1365-2435.2002.00649.x
- HAYASHI, C.; BOSCOLO, W.R.; SOARES, C.M.; BOSCOLO, V.R. & GALDIOLI, E.M. 1999. Uso de diferentes graus de moagem dos ingredientes em dietas para a tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus* L.) na fase de crescimento. *Acta Scientiarum*, 21: 733-737.
- HEINIMAA, S. 2004. Seasonal changes of liver glycogen content and condition factor of wild Atlantic salmon parr in a sub-arctic river. *Ecology of Freshwater Fish*, 13: 323-326.
- HIS, E. & ROBERT, R. 1987. Comparative effects of two antifouling paints on the oyster *Crassostrea gigas*. *Marine Ecology*, 95: 83-86.
- HUANG, W.B.; CHIU, T.S. & SHIH, C.T. 1999. Effects of maternal conditions on early life history traits of black porgy *Acanthopagrus schlegelii*. *Journal of Applied Ichthyology*, 15: 87-92.
- JACKSON, D.; WILLIAMS, K.C.; DEGNAN, B.M. 2001. Suitability of Australian formulated diets for aquaculture of the tropical abalone *Haliotis asinina* Linnaeus. *Journal of Shellfish Research*, 20: 627-636.

- JONES, R.E., PETRELL, R.J. & PAULY, D. 1999. Using modified length-weight relationships to assess the condition of fish. *Aquacultural Engineering*, 20: 261-276.
- JONKER, R.H.A. & TRITES, A.W. 2000. The reliability of skinfold-calipers for measuring blubber thickness of Steller sea lion pups (*Eumetopias jubatus*). *Marine Mammal Science*, 76: 757-766.
- KEYS, A.B. 1928. The length-weight relation in fishes. *Proceedings of the National Academy of Science of the United States of America*, 14: 922-925.
- KLOPPMANN, M.H.S.; HILLGRUBER, H. & WESTERNHAGEN, H.V. 2002. Wind-mixing effects on feeding success and condition of blue whiting larvae in the Porcupine Bank area. *Marine Ecology Progress Series*, 235: 263-277.
- KORTET, R. & TASKINEN, J. 2004. Parasitism, condition and number of front head breeding tubercles in roach (*Rutilus rutilus* L.). *Ecology of Freshwater Fish*, 13: 119-124.
- LE CREN, E.D. 1951. The length-weight relationship and seasonal cycle in gonad weight and condition factor in the perch (*Perca fluviatilis*). *Journal of Animal Ecology*, 20: 201-219.
- LEBLANC, Y. 1989. Variation in size of eggs of captive and wild Canada geese. *Ornis Scandinavica*, 20: 93-98.
- LEONARDOS, I. & TRILLES, J.P. 2003. Host-parasite relationships: occurrence and effect of the parasitic isopod *Mothocya epimerica* on sand smelt *Atherina boyeri* in the Mesolongi and Etolikon Lagoons (W. Greece). *Diseases of Aquatic Organisms*, 54: 243-251.
- LEWONTIN, R. C. 2002. *A tripla hélice: gene, organismo e ambiente*, Companhia das Letras, São Paulo, SP. 138p.
- LIMA-JUNIOR, S.E.; CARDONE, I.B. & GOINTEIN, R. 2002. Determination of a method for calculation of Allometric Condition Factor of fish. *Acta Scientiarum*, 24: 397-400.
- LIZAMA, M.A.P. & AMBRÓSIO, A.M. 2002. Condition factor in nine species of fish of the Characidae family in the upper Paraná river floodplain. *Brazilian Journal of Biology*, 62: 113-124.
- LOHNER, T.W.; REASH, R.J.; WILLET, E. & FLETCHER, J. 2001. Assessment of tolerant sunfish populations (*Lepomis* sp.) inhabiting selenium-laden coal ash effluents. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 50: 225-232, doi:10.1006/eesa.2001.2099
- LOŽYS, L. 2004. The growth of pikeperch (*Sander lucioperca* L.) and perch (*Perca fluviatilis* L.) under different water temperature and salinity conditions in the Curonian Lagoon and Lithuanian coastal waters of the Baltic Sea. *Hydrobiologia*, 514: 105-113.
- MAINARDES-PINTO, C.S.R.; PAIVA, P.; VERANI, J.R.; ANDRADE-TALMELLI, E.F.; WIRZ, M.V.M.A. & SILVA, A.L. 2007. Desempenho produtivo da tilápia tailandesa, *Oreochromis niloticus*, estocada em diferentes quantidades de tanques-rede instalados em viveiros povoados com a mesma espécie. *Boletim do Instituto de Pesca*, 33: 53-62.
- MCCORMICK, M.I. 2003. Consumption of coral propagules after mass spawning enhances larval quality of damselfish through maternal effects. *Oecologia*, 136: 37-45, doi:10.1007/s00442-003-1247-y
- MEFFE, G.K. 1992. Plasticity of life-history characters in eastern mosquitofish (*Gambusia holbrooki*: Poeciliidae) in response to thermal stress. *Copeia*, 1: 94-102.
- MOYA-LARAÑO, J.; MACÍAS-ORDÓÑEZ, R.; BLANCKENHORN, W.U. & FERNÁNDEZ-MONTRAVETA, C. 2008. Analyzing body condition: mass, volume or density? *Journal of Animal Ecology*, 77: 1099-1108, doi: 10.1111/j.1365-2656.2008.01433.x
- NASH, R.D.M.; VALENCIA, A.H. & GEFFEN, A.J. 2006. The origin of Fulton's condition factor - Setting the record straight. *Fisheries*, 31: 236-238.
- NEFF, B.D. & CARGNELLI, L.M. 2004. Relationships between condition factors, parasite load and paternity in bluegill sunfish, *Lepomis macrochirus*. *Environmental Biology of Fishes*, 71: 297-304.
- OKAMURA, A.; YAMADA, Y.; YOKOUCHI, K.; HORIE, N.; MIKAWA, N.; UTOH, T., TANAKA, S. & TSUKAMOTO, K. 2007. A silvering index for the Japanese eel *Anguilla japonica*. *Environmental Biology of Fishes*, 80: 77-89, doi:10.1007/s10641-006-9121-5
- OKUMUS, I.; DEĞIRMENCI, A.; BAŞÇINAR, N. & ÇELIKKALE, M.S. 2001. Comparative performance, approximate biochemical composition and consumer preference of albino and normally pigmented varieties of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 1: 23-28.
- OVERTON, A.S.; MARGRAF, F.J.; WEEDON, C.A.; PIEPER, L.H. & MAY, E.B. 2003. The prevalence of mycobacterial infections in striped bass in Chesapeake Bay. *Fisheries Management and Ecology*, 10: 301-308.

- PANGLE, K.L. & SUTTON, T.M. 2005. Temporal changes in the relationship between condition indices and proximate composition of juvenile *Coregonus artedii*. *Journal of Fish Biology*, 66: 1060-1072, doi:10.1111/j.1095-8649.2005.00660.x
- PEARSON, M.P. & HEALEY, M.C. 2003. Life history characteristics of the endangered Salish sucker (*Catostomus* sp.) and their Implications for management. *Copeia*, 4: 759-768.
- PERKINS, R.J. & DAHLBERG, M.D. 1971. Fat cycles and condition factors of Altamaha river shads. *Ecology*, 52: 359-362.
- PERRY, G.M.L.; MARTYNIUK, C.M.; FERGUSON, M.M. & DANZMANN, R.G. 2005. Genetic parameters for upper thermal tolerance and growth-related traits in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture*, 250: 120-128, doi:10.1016/j.aquaculture.2005.04.042
- PIANKA, E.R. 2000. *Evolutionary ecology*. Sixth Edition. Addison Wesley Longman, San Francisco, CA. 512p.
- POPE, K.L. & KRUSE, C.G. 2001. Assessment of fish condition data. Pp. 51-56, In: C. Guy & M. Brown (eds.). Statistical analyses of freshwater fisheries data. American Fisheries Society Publication, North Bethesda, MD. 74p.
- PORTER, C.M. & JANZ, D.M. 2003. Treated municipal sewage discharge affects multiple levels of biological organization in fish. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 54: 199-206.
- QUIRÓS, M.; NICODEMUS, N.; ALONSO, M.; BARTOLOMÉ, M.; ÉCIJA, J.L. & ALVARIÑO, J.M.R. 2003. Survival and changes in growth of juvenile tench (*Tinca tinca* L.) fed defined diets commonly used to culture non-cyprinid species. *Journal of Applied Ichthyology*, 19: 149-151.
- RICHTER, H., LÜCKSTÄDT, C. FOCKEN, U.L. & BECKER, K. 2000. An improved procedure to assess fish condition on the basis of length-weight relationships. *Archive of Fishery and Marine Research*, 48: 226-235.
- ROMAGOSA, E.; NARAHARA, M.Y.; BORELLA, M.I. & FENERICH-VERANI, N. 2001. Seleção e caracterização de fêmeas de matrinxã, *Brycon cephalus*, induzidas a reprodução. *Boletim do Instituto de Pesca*, 27: 139-147.
- SALVANES, A.G.V.; SKJÆRAASEN, J.E. & NILSEN, T. 2004. Sub-populations of coastal cod with different behaviour and life-history strategies. *Marine Ecology Progress Series*, 267: 241-251.
- SCHRECK, C.B. 1990. Physiological, behavioural, and performance indicators of stress. *American Fisheries Society Symposium*, 8: 29-37.
- SCHULTE-HOSTEDDE, A.I.; ZINNER, B.; MILLAR, J.S. & HICKLING, G.J. 2005. Restitution of mass-size residuals: validating body condition indices. *Ecology*, 86: 155-163.
- SCHULZ, U.H. & MARTINS-JUNIOR, H. 2001. *Astyanax fasciatus* as bioindicator of water pollution of Rio dos Sinos, RS, Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, 61: 615-622.
- SCHWINDT, A.R.; TRUELOVE, N.; SCHRECK, C.B.; FOURNIE, J.W.; LANDERS, D.H. & KENT, M.L. 2006. Quantitative evaluation of macrophage aggregates in brook trout *Salvelinus fontinalis* and rainbow trout *Oncorhynchus mykiss*. *Diseases of Aquatic Organisms*, 68: 101-113.
- SCORVO FILHO, J.D.; ROJAS, N.E.T.; SILVA, C.M. & KONOIKE, T. 2004. Criação de *Arapaima gigas* (Teleostei: Osteoglossidae) em estufa e sistema fechado de circulação de água, no Estado de São Paulo. *Boletim do Instituto de Pesca*, 30: 161-170.
- SHUTER, E.J. 1990. Population level indicators of stress. *American Fisheries Society Symposium*, 8: 145-166.
- SPRANZA, J.J. & STANLEY, E.H. 2000. Condition, growth, and reproductive styles of fishes exposed to different environmental regimes in a prairie drainage. *Environmental Biology of Fishes*, 59: 99-109.
- STEVENSON, R.D. & WOODS Jr., W.A. 2006. Condition indexes for conservation: new uses for evolving tools. *Integrative and Comparative Biology*, 46: 1169-1190, doi:10.1093/icb/icl052
- STUMPF, I.R.C. 1996. Passado e futuro das revistas científicas. *Ciência da Informação*, 25. <<http://revista.ibict.br/index.php/ciinf/article/view/463/422>> (Acesso em 18/11/2009).
- TADESSE, Z. 1999. The nutritional status and digestibility of *Oreochromis niloticus* L. diet in Lake Langeno, Ethiopia. *Hydrobiologia*, 416: 97-106.
- TANCK, M.W.T.; VERMEULEN, K.J.; BOVENHUIS, H. & KOMEN, H. 2001. Heredity of stress-related cortisol response in androgenetic common carp (*Cyprinus carpio* L.). *Aquaculture*, 199: 283-294.
- TRAJANO, E. & BICHUETTE, M.E. 2007. Population ecology of cave armoured catfish, *Ancistrus cryptophthalmus* Reis 1987, from central Brazil (Siluriformes: Loricariidae). *Ecology of Freshwater Fish*, 16: 105-115, doi: 10.1111/j.1600-0633.2006.00196.x
- TRAJANO, E.; REIS, R.E. & BICHUETTE, M.E. 2004. *Pimelodella spelaea*: A new cave catfish from Central Brazil, with

data on ecology and evolutionary considerations (Siluriformes: Heptapteridae). *Copeia*, 2: 315-325.

Submetido em 10/06/2010

Aceito em 16/02/2011

UDDIN, M.J.; PARK, K.I.; KANG, D.H.; PARK, Y.J. & CHOI, K.S. 2007. Comparative reproductive biology of Yezo scallop, *Patinopecten yessoensis*, under two different culture systems on the east coast of Korea. *Aquaculture*, 265: 139-147, doi:10.1016/j.aquaculture.2007.01.047

VAN DEN HEUVEL, M.R.; LANDMAN, M.J.; FINLEY, M.A. & WEST, D.W. 2008. Altered physiology of rainbow trout in response to modified energy intake combined with pulp and paper effluent exposure. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 69: 187-198, doi:10.1016/j.ecoenv.2007.04.015

VAN DIJK, P.L.M.; HARDEWIG, I. & HÖLKER, F. 2005. Energy reserves during food deprivation and compensatory growth in juvenile roach: the importance of season and temperature. *Journal of Fish Biology*, 66: 167-181, doi:10.1111/j.1095-8649.2004.00590.x

VAZZOLER, A.E.A.M. 1996. *Biologia de peixes teleósteos: teoria e prática*. Editora da Universidade Estadual de Maringá, Maringá, PR. 169p.

WANG, Y.; LI, K.; HAN, H.; ZHENG, Z.X. & BUREAU, D.P. 2008. Potential of using a blend of rendered animal protein ingredients to replace fish meal in practical diets for malabar grouper (*Epinephelus malabricus*). *Aquaculture*, 281: 113-117, doi:10.1016/j.aquaculture.2008.03.033

WEDEKIND, C.; RUDOLFSEN, G.; JACOB, A.; URBACH, D. & MÜLLER, R. 2007. The genetic consequences of hatchery-induced sperm competition in a salmonid. *Biological Conservation*, 37: 180-188, doi:10.1016/j.biocon.2007.01.025

YÝLDÝZ, M.; ŞENER, E. & TIMUR, M. 2007. Effects of variations in feed and seasonal changes on body proximate composition of wild and cultured sea bass (*Dicentrarchus labrax* L.). *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 7: 45-51.

ZABEL, R.W. & ACHORD, S. 2004. Relating size of juveniles to survival within and among populations of chinook salmon. *Ecology*, 85: 795-806.

ZANONI, M.A.; CAETANO FILHO, M. & LEONHARDT, J.H. 2000. Performance de crescimento de diferentes linhagens de tilápia-do-Nilo, *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1757), em gaiolas. *Acta Scientiarum*, 22: 683-687.

Anexo I. Dados referentes aos 54 artigos analisados para o grupo peixes, considerando os descritores: origem da espécie (D - Dulcícola; M - Marinha), tipo de ambiente (Lab - Laboratório; Cont. lânt. - Continental lântico; Cont. lót. - Continental Lótico; Exp. Meso. - Experimento em mesohábitat), ecossistema e questões-alvo da utilização dos índices (Fonte: <http://www.periodicos.capes.gov.br>).

Supplementary material I. *Data regarding 54 articles analyzed for the fish group, considering the variables: origin of species (D - freshwater; M - Marine), type of environment (Lab - Laboratory; Cont. lânt. - Continental lântic; Cont. lót. - Continental lotic; Exp. - Experiment), ecosystem and issues targeted by the use of the indices (Source: <http://www.periodicos.capes.gov.br>).*

Artigo	Revista-Autor/Ano publicação	Espécie	Estudo	Tipo de ambiente	Ecossistema	Questões-alvo
	<i>Act. Sci.</i>					
1	Hayashi <i>et al.</i> 1999	D	Man.	Lab.	Tanque	Dieta/Condição/Fisiologia
2	Lima-Junior <i>et al.</i> 2002	D	Obs.	Cont. lót.	Rio	Condição
3	Zanoni <i>et al.</i> 2000	D	Man.	Lab.	Tanque	Performance/Genótipo
	<i>Aquaculture</i>					
4	Perry <i>et al.</i> 2005	D	Man.	Lab.	Tanque	Genótipo
5	Tanck <i>et al.</i> 2001	D	Man.	Lab.	Aquário	Estresse/Herdabilidade
6	Wang <i>et al.</i> 2008	D	Man.	Exp. Meso.	Cercado (Tanque-rede)	Dieta
	<i>Biol. Conserv.</i>					
7	Wedekind <i>et al.</i> 2007	M	Obs.	Cont. lânt.	Lago	Fenótipo/Performance
	<i>Bol. Inst. Pesca</i>					
8	Maimardes-Pinto <i>et al.</i> 2007	D	Man.	Lab.	Viveiro/Tanque-rede	Performance/Interação
9	Romagosa <i>et al.</i> 2001	D	Man.	Lab.	Viveiro	Reprodução
10	Scorvo Filho <i>et al.</i> 2004	D	Man.	Lab.	Tanque	Performance
	<i>Braz. J. Biol.</i>					
11	Lizama & Ambrósio 2002	D	Obs.	Cont. lót.	Rio	Condição
12	Shultz & Martins-Junior 2001	D	Obs.	Cont. lót.	Rio	Estresse/Reprodução
	<i>Copeia</i>					
13	Meffe 1992	D	Man.	Lab.	Aquário	Estresse/Performance
14	Pearson & Healey 2003	D	Obs.	Cont. lót.	Riachos	Reprodução/Condição
15	Trajano <i>et al.</i> 2004	D	Obs.	Cont. lót.	Rio	Condição
	<i>Dis. Aquat. Org.</i>					
16	Barton <i>et al.</i> 1987	M	Man.	Lab.	Tanque	Estresse/Performance

Continuação do Anexo 1
Continuation of Supplementary material 1

Artigo	Revista-Autor/Ano publicação	Espécie	Estudo	Tipo de ambiente	Ecosistema	Questões-alvo
17	Leonardos & Trilles 2003	M	Obs.	Cont. lént.	Lagoa	Interação/Condição
18	Schwindt <i>et al.</i> 2006	D	Obs.	Cont. lént. /Cont. lót.	Lago/Rios	Fenótipo/Condição
<i>Ecology</i>						
19	Perkins & Dahlberg 1971	D	Obs.	Cont. lót.	Rio	Condição/Fisiologia/Ambiente
20	Zabel & Achord 2004	D	Obs.	Cont. lót.	Rio e riacho	Ontogenia/Condição/Performance
<i>Ecol. Fresh. Fish</i>						
21	Admassu & Ahlgren 2000	D	Obs.	Cont. lént.	Lago	Performance/Ambiente
22	Kortet & Taskinen 2004	M	Obs.	Cont. lént.	Lago	Fenótipo/Condição/Interação
23	Trajano & Bichuette 2007	D	Obs.	Cont. lót.	Riachos	Ambiente/Fenótipo/Condição
<i>Ecotoxicol. Environ. Saf.</i>						
24	Lohner <i>et al.</i> 2001	D	Obs.	Cont. lót.	Riachos	Estresse/Fisiologia/Condição
25	Porter & Janz 2003	D	Obs.	Cont. lót.	Riachos	Estresse/Condição/Alterações ambientais
26	Van den Heuvel <i>et al.</i> 2008	D	Man.	Cont. lént.	Tanque	Reprodução/Performance
<i>Environ. Biol. Fish.</i>						
27	Bojsen 2005	D	Obs.	Cont. lót.	Riachos	Dieta/Condição/Alterações ambientais
28	Okamura <i>et al.</i> 2007	M	Obs.	Mar	Mar	Ontogenia
29	Spranza & Stanley 2000	D	Obs.	Cont. lót.	Riachos	Condição/Ambiente
<i>Fish. Man. Ecol.</i>						
30	Carlstein 1997	M	Obs.	Cont. lént.	Lago	Condição/Performance
31	García de Leániz <i>et al.</i> 2000	M	Obs.	Cont. lót.	Rio	Performance/Condição/Ambiente
32	Overton <i>et al.</i> 2003	D	Obs.	Cont. lót.	Riachos	Interação/Condição/Performance
<i>Hydrobiologia</i>						
33	Chellappa <i>et al.</i> 2003	D	Obs.	Cont. lént.	Reservatório	Ambiente/Performance/Reprodução
34	Ložys 2004	M	Obs.	Mar/Cont.lént.	Mar/lagoa costeira	Performance/Condição/Ambiente

Continuação do Anexo 1
Continuation of Supplementary material 1

Artigo	Revista-Autor/Ano publicação	Espécie	Estudo	Tipo de ambiente	Ecosistema	Questões-alvo
35	Tadesse 1999	D	Obs.	Cont. lânt.	Lago	Dieta/Condição
<i>J. Fish Biol.</i>						
36	Duponchelle <i>et al.</i> 2007	D	Obs.	Cont. lót.	Rio	Ambiente/Condição/Reprodução
37	Grant <i>et al.</i> 1998	M	Obs./Man.	Mar/Lab	Tanque	Dieta/Condição
38	Van Dijk <i>et al.</i> 2005	M	Man.	Lab.	Aquário	Performance/Ambiente
<i>J. Appl. Ecol.</i>						
39	Dannewitz <i>et al.</i> 2003	D	Man.	Exp. Meso.	Tanque	Genótipo/Performance/Ambiente
<i>J. Appl. Ichthyol.</i>						
40	Craig <i>et al.</i> 2005	D	Obs.	Cont. lânt.	Lago	Condição
41	Huang <i>et al.</i> 1999	M	Man.	Lab.	Tanque	Condição/Performance
42	Quirós <i>et al.</i> 2003	D	Man.	Lab.	Tanque	Dieta/Condição
<i>Mar. Biol.</i>						
43	Dwyer <i>et al.</i> 2003	M	Obs./Man.	Mar/Lab	Tanque	Genótipo/Ambiente/Fisiologia
44	Fisher <i>et al.</i> 2005	M	Man.	Lab.	Aquário	Genótipo/Performance/Ambiente
45	Grant & Brown 1999	M	Obs./Man.	Mar/Lab	Tanque	Condição/Performance/Dieta
<i>Mar. Ecol. Prog. Ser.</i>						
46	Grorud-Colvert & Sponaugle 2006	M	Man.	Lab.	Tanque	Condição/Performance
47	Kloppmann <i>et al.</i> 2002	M	Obs.	Mar	Mar	Ambiente/Dieta/Condição/Interação
48	Salvanes <i>et al.</i> 2004	M	Man.	Lab.	Aquário	Ambiente/Fenótipo/Performance
<i>Oecologia</i>						
49	Booth & Hixon 1999	M	Man.	Lab.	Aquário	Dieta/Performance/Condição
50	Carceres <i>et al.</i> 2004	M	Obs.	Mar	Mar	Dieta/Performance/Reprodução

Continuação do Anexo 1
Continuation of Supplementary material 1

Artigo	Revista-Autor/Ano publicação	Espécie	Estudo	Tipo de ambiente	Ecossistema	Questões-alvo
51	McCormick 2003 <i>Turk. J. Fish. Aquat. Sci.</i>	M	Obs.	Mar/Exp. meso.	Tanque	Dieta/Performance
52	Anene 2005	D	Obs.	Cont. lânt.	Lago artificial	Condição
53	Okumus <i>et al.</i> 2001	D	Man.	Lab.	Tanque	Performance/Ambiente
54	Yıldız <i>et al.</i> 2007	M	Obs./Man.	Mar/Exp. Meso.	Viveiro	Condição/Ambiente/Dieta

Anexo 2. Dados referentes aos 54 artigos analisados (com numeração indicativa da Revista-Autor/Ano publicação, conforme consta em Anexo 1) para o grupo peixes, considerando os descritores: número de indivíduos (N), escala temporal, fórmula utilizada, tipo de índice, comprimento total (Ct, L, Lt, Bt); comprimento padrão (SL, CP); *Fork length* (FL, medido da ponta do focinho até a bifurcação da nadadeira caudal) e peso total (Pt, Bw, Wt, TW, W) ou somático (NW) (NI = não informado).

Supplementary material 2. Data regarding 54 articles analyzed (numbered Revista-Autor/Ano publicação, as noted in Supplementary material 1) for the fish group, considering the variables: number of individuals (N), temporal scale, formula, index type, total length (Ct, L, Lt, Bt); standard length (SL, CP); *Fork length* (FL, tip of the snout to the fork of caudal fin) and total (Pt, Bw, Wt, TW, W) or somatic weight (NW) (NI = not given).

Artigo	N	Escala temporal	Equação descrita no trabalho	Tipo de índice	Comprimento	Peso
1	4	NI	$FC = Pt.Ct^3.100$	Fulton	Total	Total
2	19	Bimestral	$K = W/L^b$	Alométrico	Padrão	Total
3	12	Quinzenal	Fator de condição relativo (Kn)	Relativo	Total	Total
4	5010	NI	$Kf = 100BW(g).FL(mm)^3$	Fulton	<i>Fork length</i>	Total
5	20	NI	$K = 100W.L^{-3}$	Fulton	NI	Total
6	3	NI	NI	Fulton	NI	Total
7	59	NI	$K = Bw.Bt^3$	Fulton	Total	Total
8	633	15 dias	$Kr = Wt.We^{-1}$	Relativo	NI	Total
9	7	NI	$Kr = Wt.We^{-1}$	Relativo	NI	Total
10	89	Mensal	$Kr = Wt.We^{-1}$	Relativo	NI	Total
11	50	Mensal	$K = TW.SL^{-b}$	Alométrico	Padrão	Total
12	27	NI	$K = Wt.Lt^b$	Alométrico	Total	Total

Continuação do Anexo 2
Continuation of Supplementary material 2

Artigo	N	Escala temporal	Equação descrita no trabalho	Tipo de índice	Comprimento	Peso
13	30	NI	$SCF = W.L^{-3}.10^4$	Fulton	NI	Somático (s/gônadas)
14	28	Mensal	$Kn = W.W^{-1}$	Relativo	NI	Total
15	36	Trimestral	$K = 100W.SL^{-b}$	Alométrico	Padrão	Total
16	12	NI	$CF(100.g.cm^{-3})$	Fulton	NI	Total
17	23	Mensal	$Kr = NW.RW^{-1}$	Relativo	NI	Somático (s/intestino, hepatopâncreas e gônadas)
18	13	NI	$K = W(g).FL(mm)^{-3}.100000$	Fulton	<i>Fork length</i>	Total
19	19	NI	$K = W.L^{-3}.100$	Fulton	NI	Total
20	50	Anual	K como resíduo da regressão	Resíduos	NI	Total
21	33	NI	$KFulton = 100TW(g).TL^{-3}(cm)$	Fulton	Padrão	Total
22	33	NI	$K = NW(g).(L(cm)^{-3})$	Fulton	NI	Somático (sem gônadas e órgãos internos)
23	114	Bimestral	$K = 100W.SL^{-b}$	Alométrico	Padrão	Total
24	22	NI	$K = W.L^{-3}.10^5$	Fulton	NI	Total
25	8	NI	$CF = W.L^{-3}.100000$	Fulton	NI	Total
26	20	NI	$CF = Bw.L^{-3}.100$	Fulton	<i>Fork length</i>	Total
27	48	Ciclo circadiano (dia e noite)/Estações	$K = W.L^{-3}$	Fulton	Padrão	Total
28	24	NI	$CF = BW(g).TL(cm)^{-3}.1000$	Fulton	Total	Total
29	5	NI	$K = W.L^{-1}.100$	Fulton	Padrão	Somático (s/estômago e gônadas)
30	56	NI	$CF = 100.W.L^{-3}$	Fulton	NI	Total
31	N	Diária	<i>Somatic condition factor</i> (Weatherley 1990)	Fulton	NI	Somático (s/definição)
32	54	NI	$K = W(g).L(mm)^{-3}$	Fulton	Total	Total
33	20	Mensal	$CF = W.L^{-3}.10^6$	Fulton	NI	Total
34	75	Anual	$CF = W.L^{-3}.100$	Fulton	NI	Total
35	33	Estações	$CF = TW.TL^{-3}.100$	Fulton	Total	Total
36	266	Mensal	$K = M.L^{s^3}$	Fulton	Padrão	Total
37	55	NI	$K = 100.W.L^{-3}$	Fulton	Padrão	Total

Continuação do Anexo 2
Continuation of Supplementary material 2

Artigo	N	Escala temporal	Equação descrita no trabalho	Tipo de índice	Comprimento	Peso
38	2	14, 21 e 7 dias	$K = 100.M.L.t^{-3}$	Fulton	Total	Total
39	100	NI	$C = 100.W.L^{-b}$	Alométrico	NI	Total
40	N	Mensal	$K_n = W.a.TL^{-a}$	Relativo	Total	Total
41	30	NI	$CF = BW.SL^3$	Fulton	Padrão	Total
42	29	Quinzenal	$K = W.L^{-3}$	Fulton	NI	Total
43	6	NI	$CI = W.L^{-3.09}.100$	Alométrico	Padrão	Total
44	12	NI	K como resíduo da regressão	Resíduos	NI	Total
45	10	Quinzenal	$K = 100.W.L^{-3}$	Fulton	Padrão	Total (úmido, eviscerado seco e eviscerado seco isento de cinzas)
46	30	NI	$K_{Fulton} = \text{Peso seco (g).Cp (mm)}^{-3}$	Fulton	Padrão	Seco
47	84	Anual	$FCI = DW.SL^{-3}.100$	Fulton	Padrão	Seco
48	30	Bimestral	$CF = W.L^{-3}.100$	Fulton	Total	Total
49	15	Semanal	$K_{Fulton} = 10^5.W(g).L(mm)^{-3}$	Fulton	Total	Total
50	27	Estações	$K = \text{body weight.TL}^{-3}.1000$	Fulton	Total	Total
51	10	Bimestral	$K = WB.100.L^{-3}$	Fulton	NI	Total
52	320	Estações	$K = 100.W.L^{-3}$	Fulton	Padrão	Total
53	20	Mensal	$CF = W.L^{-3}.100$	Fulton	Padrão	Total
54	3	Estações	$CF = W.L^{-3}$	Fulton	Total	Total

Anexo 3. Dados referentes à estatística utilizada e as informações sobre o sexo e as classes de comprimento dos indivíduos nos 54 artigos analisados (com numeração indicativa da Revista-Autor/Ano publicação, conforme consta em Anexo 1) para o grupo peixes.

Supplementary material 3. Data regarding 54 articles analyzed (numbered Revista-Autor/Ano publicação, as noted in Supplementary material 1) for the fish group, considering the statistic used and the availability of information about the sex and length classes of fishes.

Artigo	Estatística	Sexo	Comprimento
1	Teste t	Não	Não
2	Kruskal-Wallis	Não	Não
3	ANOVA/Teste t	Não	Não
4	Regressão linear/Correlação de Pearson/Covariância	Não	Não
5	Média/Desvio-padrão/variância/Herdabilidade	Não	Não
6	ANOVA unifatorial	Não	Não
7	Correlação de Pearson	Não	Sim
8	Kruskal-Wallis	Não	Não
9	Teste t	Não	Não
10	Média/Desvio-padrão	Não	Não
11	Média	Não	Sim
12	ANOVA/Teste t	Não	Sim
13	ANOVA bifatorial	Sim	Não
14	ANOVA/Teste de comparações múltiplas de Bonferroni	Sim	Não
15	Teste t	Não	Sim
16	ANOVA unifatorial	Não	Não
17	Média	Sim	Não
18	One-way ANOVA/Regressão linear simples	Sim	Sim
19	<i>Texas five-factor analysis of variance</i> /Correlação/Regressão múltipla	Sim	Não
20	Modelo multinomial	Não	Sim
21	Média/Intervalo de confiança 95%	Não	Sim
22	Correlações (Pearson/Spearman/Parcial)	Não	Não
23	ANOVA/Mann-Whitney	Não	Não
24	ANOVA unifatorial/Kruskal-Wallis/Correlação de Pearson/Correlação de Spearman	Não	Não
25	Teste t	Não	Não
26	ANCOVA	Sim	Não
27	Kruskal-Wallis	Não	Não
28	Kruskal-Wallis	Sim	Não
29	Teste de amostras pareadas de Wilcoxon/Mann-Whitney	Não	Não
30	ANOVA bifatorial	Não	Sim
31	Média e coeficiente de variação/Teste t	Não	Não
32	ANOVA	Não	Sim
33	Média mensal	Sim	Não
34	Kruskal-Wallis	Não	Sim
35	ANOVA unifatorial	Sim	Não
36	ANOVA	Sim	Não
37	Teste t pareado	Não	Não
38	ANOVA de medidas repetidas	Não	Não
39	ANOVA	Sim	Não
40	ANOVA e correlação de Pearson entre Kn e K	Sim	Não
41	Coefficiente de correlação parcial	Não	Não

Continuação do Anexo 3

Continuation of Supplementary material 3

Artigo	Estatística	Sexo	Comprimento
42	ANOVAS unifatorial e bifatorial	Não	Não
43	Modelo linear geral	Não	Não
44	MANCOVA/Regressão simples	Não	Sim
45	ANOVA unifatorial/Teste t	Não	Sim
46	Teste t	Não	Não
47	Teste t/Regressão simples	Não	Não
48	Regressão linear	Não	Não
49	Teste t	Não	Não
50	Kruskal–Wallis	Não	Não
51	ANOVA bifatorial	Não	Não
52	Teste t	Sim	Sim
53	ANOVA unifatorial	Não	Não
54	ANOVA unifatorial/Regressão simples	Não	Não