

ANÁLISE DO COMPORTAMENTO DE *Cyprinus carpio*, *Prochilodus cearensis* E *Colossoma macropomum* EM EXPERIMENTO DE POLICULTIVO, EMBASADO NOS FATORES DE CONDIÇÃO (*)

[Analysis of *Cyprinus carpio*, *Prochilodus cearensis* and *Colossoma macropomum* behavior in policulture experiment, based on the condition factor]

Maria de Fátima Pereira de Sá^{1,4} Geraldo BARBIERI², José Roberto VERANI³

*Parte da dissertação de mestrado do primeiro autor

¹ Professora - Departamento de Biologia/CCBi - Universidade Federal de Alagoas

² Pesquisador Científico - Instituto de Pesca, São Paulo - Centro Estudos Bacias Hidrográficas

³ Departamento de Hidrobiologia - Universidade Federal de São Carlos

⁴ Endereço/Address: Departamento de Biologia/CCBi - UFAL, Praça Afrânio Jorge, s/n-Prado, 57015 - 000, Maceió/AL (salminus@bol.com.br)

RESUMO

Neste trabalho são apresentados os resultados da análise quantitativa aplicada a dados obtidos em experimento de policultivo semi-intensivo efetuado com as espécies *Cyprinus carpio* L. 1758, *Prochilodus cearensis* Steindachner, 1911 e *Colossoma macropomum* Cuvier, 1818. Utilizaram-se dois diferentes tratamentos: T1 = ração (tanques I e II) e T2 = ração + adubação orgânica (tanques III e IV). Variáveis ambientais (temperatura e clorofila-a) foram monitoradas durante o período do experimento. Os dados de comprimento total (LT) e peso total (WT) obtidos ajustaram-se à equação $WT = a LT^b$, tendo sido calculada uma equação para cada espécie em cada tanque. Agrupando-se os dados dos 4 tanques, foi estimado um único valor de b para cada espécie e, a seguir, foram estimados valores individuais do fator de condição alométrico ($K = WT / LT^b$). O fator de condição relativo ($Kn = Wobs / Wcal$) também foi calculado. *Colossoma macropomum* apresentou maior variação dos fatores de condição (K e Kn) ao longo do período de cultivo do que as outras duas espécies estudadas.

Palavras-chave: Piscicultura, fator de condição, relação peso/comprimento, *Cyprinus carpio*, *Prochilodus cearensis*, *Colossoma macropomum*

ABSTRACT

This study presents results of the quantitative analysis applied to data from a semi-intensive policulture experiment carried out with the species *Cyprinus carpio* L. 1758, *Prochilodus cearensis* Steindachner, 1911 and *Colossoma macropomum* Cuvier, 1818. Two different treatments: T1 = ration (Tanks I and II) and T2 = ration + chicken manure (Tanks III and IV). Environmental variables (temperature and chlorophyll-a) were monitored during the experimental period. The length-weight relationship can be described by the equation $WT = a LT^b$. Only one b value was estimated for each species which was used to calculate the condition factor values ($K = WT / LT^b$). The relative condition factor ($Kn = Wobs / Wcal$) was determined too. During the culture period *Colossoma macropomum* has shown higher change of condition factors (K and Kn) rather than the other two species studied

Key words: Fishculture, condition factor, length-weight relationship, *Cyprinus carpio*, *Prochilodus cearensis*, *Colossoma macropomum*

Introdução

A análise quantitativa aplicada à piscicultura derivou de uma adaptação do modelo teórico desenvolvido para estudo de populações de peixes exploradas na natureza.

O tanque ou o viveiro de piscicultura é considerado um ecossistema artificial no qual fatores alóctones, como alimento e fertilizante, são tão essenciais quanto os autóctones (SÁ, 1989). Os lotes de peixes manti-

dos em um cultivo passam a ser o objeto da análise quantitativa que poderá gerar informações visando a maximização da produção nos ambientes aquáticos artificiais.

O modelo tem como base alguns fatores conhecidos como fatores primários (Russel, apud BEVERTON e HOLT, 1957). O crescimento em peso de um peixe é comumente o mais fácil de se medir e o mais conhecido destes fatores primários (BEVERTON e HOLT, 1957).

Ao contrário do comprimento que é uma função crescente da idade, o peso do peixe sofre forte variabilidade (DURAND, 1978) em função do tempo, em virtude de fatores, tais como reserva de gordura e peso da gônada. PITCHER e HART (1993) discutem a utilização pura e aplicada da relação peso/comprimento, destacando o significado ecológico do coeficiente de regressão da referida relação - o fator de condição, que pode ser considerado como uma medida do "bem-estar" do peixe.

A análise dos parâmetros da expressão que descreve a relação entre o peso e o comprimento de cada espécie cultivada dará indicação do comportamento daquela espécie ao longo do período de cultivo, em resposta às condições a ela impostas. Além disso, esses dados são utilizados para a dedução da curva de crescimento em peso.

No presente trabalho são apresentadas as expressões da relação peso/comprimento para cada espécie e discutidos os parâmetros estimados pelas referidas expressões (b = constante relacionada com a forma de crescimento do corpo; a = fator de condição) resultantes da análise aplicada a dados obtidos em um experimento de policultivo semi-intensivo, no qual foram associadas as espécies *Cyprinus carpio* L. 1758 (carpa comum), *Prochilodus cearensis* Steindachner, 1911 (curimatã comum) e *Colossoma macropomum* Cuvier, 1818 (tambaqui), as quais, embora já tenham sido utilizadas em vários experimentos de cultivo, foram combinadas pela primeira vez nas proporções adotadas neste estudo.

Material e Métodos

Os peixes foram estocados em 4 tanques de 30 m² na Base de Piscicultura da Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife - PE, seguindo a proporção de 1:1:1 e densidade de 1 peixe/m², totalizando 30 peixes/tanque, sendo 10 peixes/espécie/tanque. Dois diferentes tratamentos foram utilizados: T1 = ração (tanques I e II); T2 = ração + adubação orgânica (Tanques III e IV). Por serem de alvenaria, os tanques tiveram o fundo revestido com terra e receberam tratamento inicial de calagem (1,5 kg/tanque) e adubação com esterco de galinha seco e curtido (375 g/tanque). Em seguida, foi efetuado o abastecimento até a formação de uma lâmina d'água de 0,90 m.

Os peixes, com aproximadamente 1 mês de idade, provenientes de desova induzida, foram medidos e pesados antes da estocagem nos tanques de culti-

vo. Com o intuito de evitar problemas decorrentes do manuseio dos exemplares naquela idade, os trabalhos de biometria foram retomados um mês após a estocagem, sendo, então, medidos e pesados, quinzenalmente, no mínimo 40% dos exemplares de cada espécie/tanque.

A quantidade de ração, correspondendo a 5% da biomassa de peixes, foi fornecida em 2 porções diárias, em comedouros suspensos à meia-água. O adubo, diluído em água e lançado manualmente em toda a superfície dos tanques submetidos ao tratamento 2, era aplicado semanalmente, na proporção de 12,5 g/m².

Variáveis ambientais (temperatura da água e clorofila-a) foram monitoradas durante o experimento: a temperatura, medida 3 vezes por semana entre 8 e 9 horas da manhã, e a clorofila-a, estimada a partir de amostras d'água coletadas semanalmente, 4 dias após o processo de adubação. O monitoramento deste último parâmetro foi iniciado em setembro.

O experimento durou 150 dias, correspondendo ao período de julho a dezembro de 1988. Ao final do cultivo efetuou-se biometria de todos os peixes sobreviventes, os quais se encontravam com, 6 meses de idade, aproximadamente.

Os dados de comprimento total (LT) e peso total (WT) de todos os peixes amostrados foram ajustados à equação:

$$WT = a LT^b$$

Os parâmetros a e b foram estimados, por análise de regressão (método dos mínimos quadrados), a partir da forma linear da expressão acima:

$$\ln WT = \ln a + b \ln LT$$

Após a obtenção das expressões matemáticas das curvas da relação peso/comprimento para cada espécie em cada tanque, os dados de cada espécie em todos os tanques foram utilizados para o cálculo de uma única expressão matemática, da qual se estimaram valores de a e b que representassem a espécie no experimento todo. Com estes valores foram estimados, individualmente, valores do fator de condição alométrico (RICKER, 1975), considerando-se todos os exemplares amostrados:

$$K = WT / LT^b \quad (100)$$

Valores médios deste parâmetro foram estimados para cada espécie, em cada tanque, considerando-se:

$$K^* = \text{sendo:}$$

$$n = \text{número de indivíduos amostrados}$$

$$i = \text{índice indicativo do número de indivíduos.}$$

Considerando-se todos os exemplares amostrados, também foram estimados individualmente valores do

fator de condição relativo (K_n), que é uma medida do desvio do peso de um dado peixe em relação à média de peso da relação peso/comprimento (LE CREN, 1951):

$$K_n = \text{WT observado} / \text{WT calculado}$$

Os valores médios de K_n , para cada espécie em cada tanque, foram comparados com o valor pa-

drão $K_n=1,0$ usando-se o teste "t" de Student ($\alpha=0,05$).

Resultados e Discussão

As expressões matemáticas das curvas da relação peso/comprimento encontram-se nas Figuras 1 a 3.

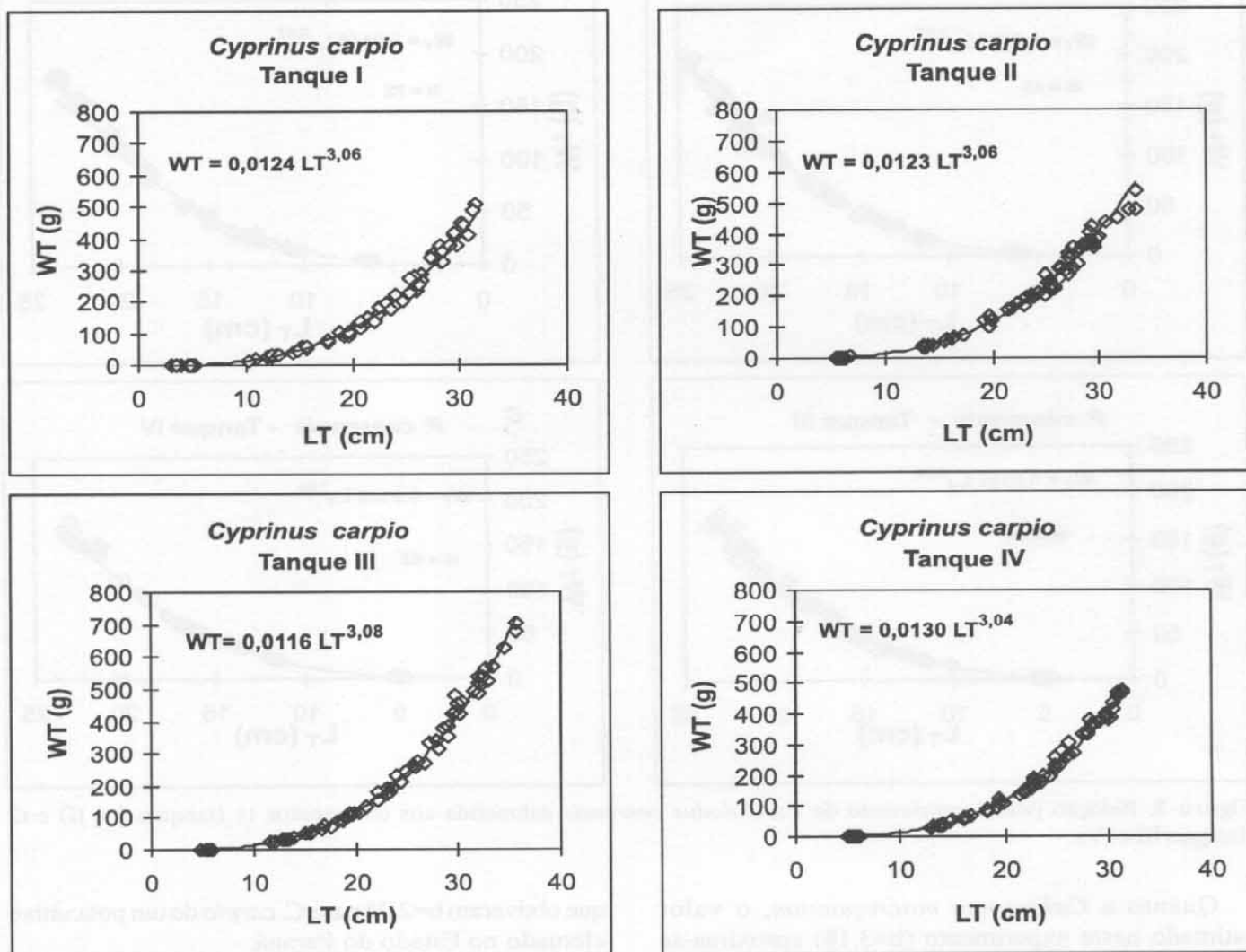


Figura 1. Relação peso/ comprimento de *Cyprinus carpio* submetida aos tratamentos T1 (Tanques I e II) e T2 (Tanques III e IV)

Na Tabela 1 são apresentados os valores médios de K e K_n , as constantes a e b das expressões da relação peso/comprimento para cada espécie em cada tanque, os valores do coeficiente de correlação linear de Pearson (r) das equações logaritmizadas das relações peso/comprimento e os valores de t calculados no teste estatístico, com respectivos níveis de significância.

O valor de b , constante relacionada com a forma de crescimento do corpo dos peixes, pode variar entre

2,5 e 4,0 (LE CREN, 1951) ou, segundo BAGENAL e TESCH (1978), entre 2,0 e 4,0. Este parâmetro difere entre espécies, mas também dentro da mesma espécie, frequentemente entre "stanças", ou devido a variações ambientais e condições nutricionais (BAGENAL e TESCH, 1978). Como os exemplares utilizados neste estudo pertenciam à mesma faixa etária e estavam submetidos, experimentalmente, às mesmas condições ambientais, é possível que tenham sido as condições nutricionais que, variando em cada

tratamento, influenciaram diretamente os resultados alcançados.

O **b** total estimado para *Prochilodus cearensis* (2,98) aproxima-se do valor estimado por DOURADO;

CHACON; DAVIES (1971) em lotes desta espécie criada em açudes no Estado do Ceará ($b = 2,94$). Contudo, é inferior ao estimado por PERET (1980) para a mesma espécie cultivada em viveiros no Ceará ($b = 3,15$).

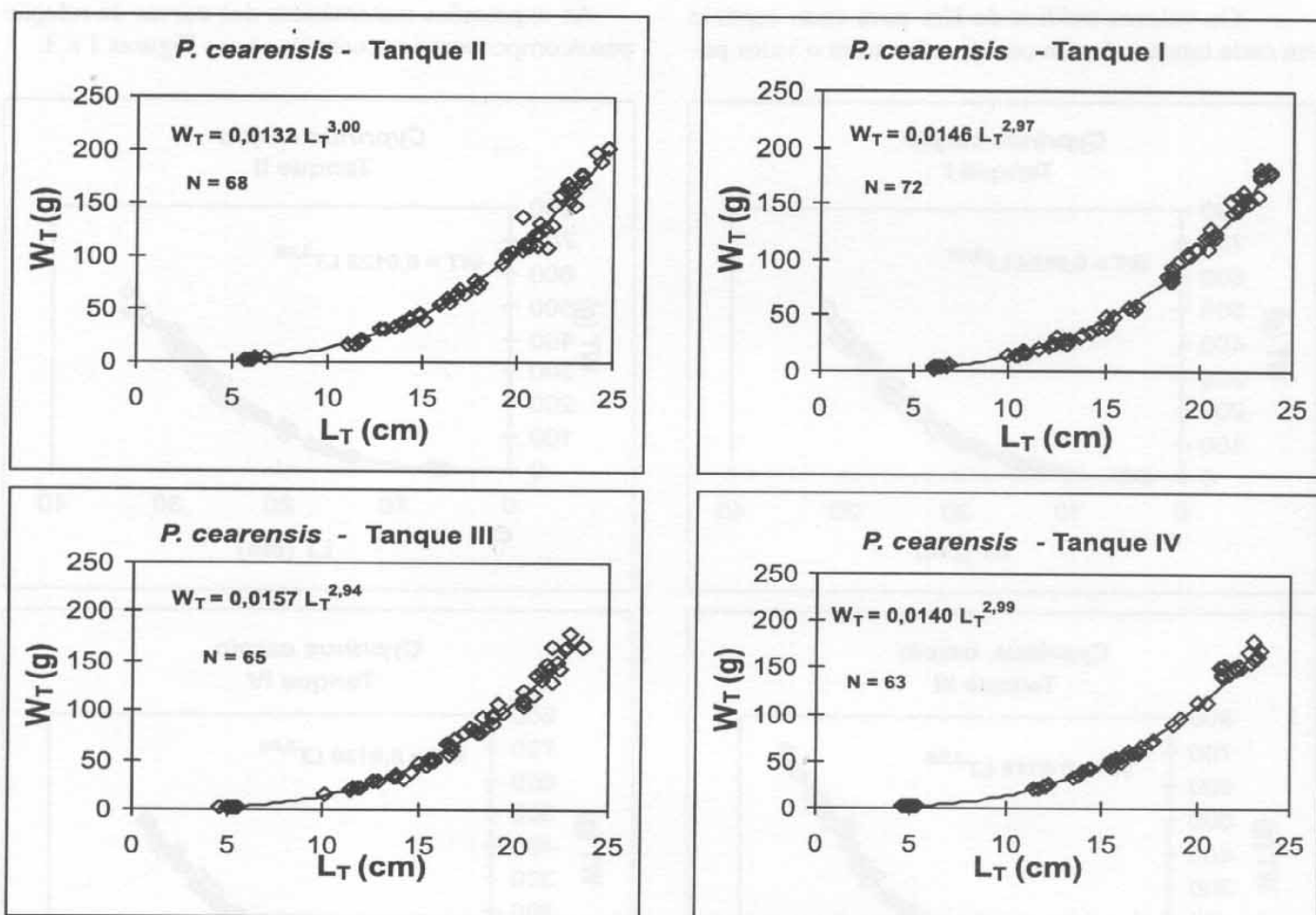


Figura 2. Relação peso/comprimento de *Prochilodus cearensis* submetida aos tratamentos t1 (tanques I e II) e t2 (tanques III e IV).

Quanto a *Colossoma macropomum*, o valor estimado neste experimento ($b=3,18$) aproxima-se daquele calculado por DA SILVA *et al.*, (1984) para tambaqui, em um monocultivo realizado no Estado do Ceará ($b=3,16$), mas é superior ao resultado ($b=3,06$) de DORIA e LEONHARDT (1993a) para tambaqui de um policultivo semi-intensivo realizado em Londrina - PR.

O valor do **b** total estimado em 3,06 para *Cyprinus carpio* é intermediário em relação aos resultados de RAAT (1987), para a mesma espécie ($b=3,24$) cultivada na região central da Holanda; de SUNDER; KUMAR; RAINA (1984), cujo valor ($b=2,98$) foi estimado para *Cyprinus carpio specularis* do Lago Dal (Kashmir - Índia) e de DORIA e LEONHARDT (1993b)

que obtiveram $b=2,93$ para *C. carpio* de um policultivo efetuado no Estado do Paraná.

Tais resultados corroboram as afirmações sobre as causas das variações, assim sintetizadas por LE CREN (1951): “**b** pode ser diferente para peixes de diferentes localidades, sexos distintos ou diferentes fases do crescimento”.

A variação do parâmetro **K**, um útil derivativo de crescimento (WEATHERLEY e GILL, 1989), fornece mais informações sobre o crescimento da espécie do que os valores de **b**. Os resultados mostram que os exemplares de *Cyprinus carpio* apresentaram valores médios de $K=1,23$, exceto no Tanque III (1,25) Para *P. cearensis*, os valores médios de **K** estimados variaram entre tanques (1,42 a 1,46),

mostrando comportamento inverso entre réplicas. Os menores valores de **K** (0,92 a 0,95) são da espécie *Colossoma macropomum*. Quando analisado ao longo do período de cultivo (Figura 4), o fator de

condição (**K**) apresenta variação para todas as espécies, sendo maior esta variação para *Colossoma macropomum*.

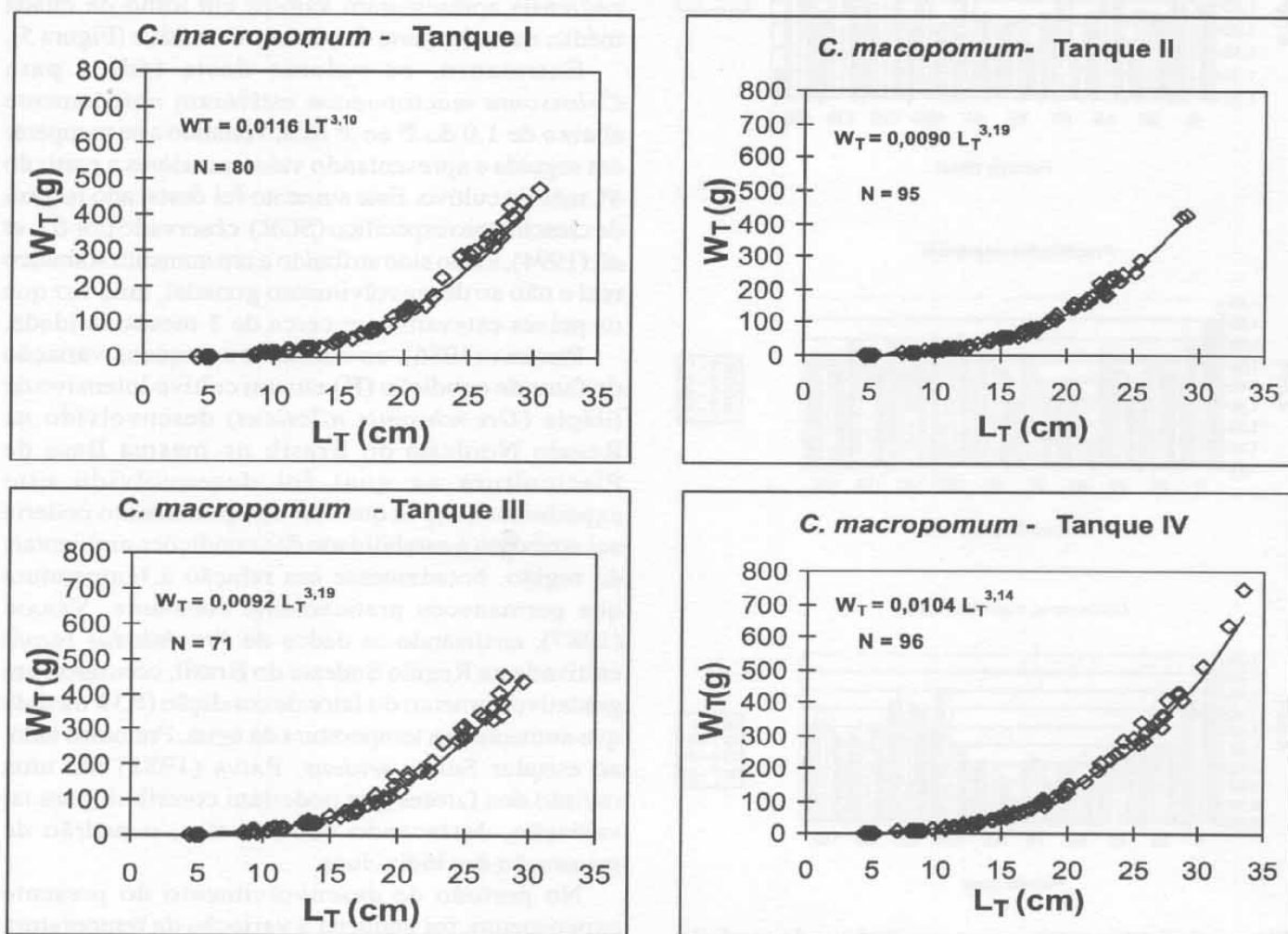


Figura 3. Relação peso/comprimento de *Colossoma macropomum* submetida aos tratamentos t1 (tanques I e II) e t2 (tanques III e IV).

Tabela 1. Valores das constantes **a** e **b** das equações que expressam a relação peso/comprimento, o coeficiente de correlação linear de Pearson (**r**) das equações logaritimizadas, os valores médios dos fatores de condição alométrico (**K**) e relativo (**Kn**) das espécies em cada tanque do experimento e o resultado do teste "t" de Student

ESPÉCIE	TANQUE	a	b	r	K	Kn	t calc
<i>Cyprinus carpio</i>	T - 1	0,0124	3,06	0,999	1,23	0,998	0,253 ^{N.S.}
	T - 2	0,0123	3,06	0,999	1,23	1,001	0,101 ^{N.S.}
	T - 3	0,0116	3,08	0,999	1,25	1,015	2,046 ^{**}
	T - 4	0,0130	3,04	0,999	1,23	0,997	0,410 ^{N.S.}
<i>Prochilodus cearensis</i>	T - 1	0,0146	2,97	0,997	1,45	1,007	0,815 ^{N.S.}
	T - 2	0,0132	3,00	0,999	1,42	0,986	1,660 ^{N.S.}
	T - 3	0,0157	2,94	0,999	1,45	1,006	0,610 ^{N.S.}
	T - 4	0,0140	2,99	0,999	1,46	1,012	1,473 ^{N.S.}
<i>Colossoma macropomum</i>	T - 1	0,0116	3,10	0,998	0,92	0,994	0,576 ^{N.S.}
	T - 2	0,0090	3,19	0,999	0,92	0,988	1,442 ^{N.S.}
	T - 3	0,0092	3,19	0,998	0,95	1,025	1,732 ^{**}
	T - 4	0,0104	3,14	0,998	0,94	1,015	0,150 ^{N.S.}

N.S. Não significativo (p<0,05)

** Significativo (p<0,05)

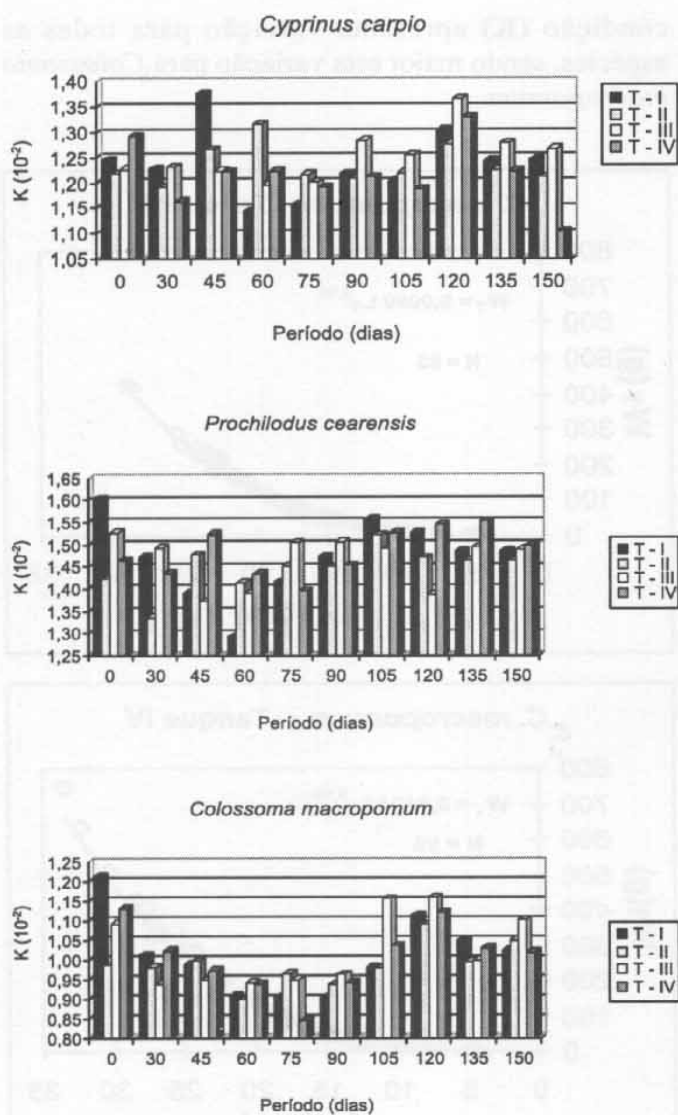


Figura 4. Valores médios mensais do fator de condição alométrico (K) das espécies cultivadas nos Tanques (TI e TIV) do experimento

No 4º mês de cultivo, as espécies *Cyprinus carpio* e *Colossoma macropomum* apresentaram melhor condição (K) do que nos demais períodos, qualquer que tenha sido o tratamento a que os peixes foram submetidos. Os valores do fator de condição não indicam semelhanças entre réplicas, exceto para *Cyprinus carpio* e *Colossoma macropomum* no tratamento T_I .

O teste “t” de Student mostrou que os valores de K_n , para *C. carpio* e *Colossoma macropomum* ficaram em torno de 1,0 ($H_0: K_n=1,0$) em três tanques, exceto no Tanque III ($K_n > 1,0$); para a espécie *P. cearensis*, os valores de K_n não diferiram. O fator

de condição relativo (K_n) é um bom indicativo da condição do peixe porque quando este índice é maior do que a unidade, há indicação de que o peixe está em boa condição. *Cyprinus carpio* e *Prochilodus cearensis* apresentaram valores em torno da citada média, na maior parte do período de cultivo (Figura 5).

Entretanto, os valores deste índice para *Colossoma macropomum* estiveram notadamente abaixo de 1,0 do 2º ao 3º mês, voltando a se recuperar em seguida e apresentando valores maiores a partir do 4º. mês de cultivo. Este aumento foi destacado na taxa de crescimento específico (SGR) observado por SÁ *et al.* (1994), tendo sido atribuído a um aumento somático real e não ao desenvolvimento gonadal, uma vez que os peixes estavam com cerca de 5 meses de idade.

PEREIRA (1986), ao constatar a pequena variação do fator de condição (K) em um cultivo intensivo de tilápia (*Oreochromis niloticus*) desenvolvido na Região Nordeste do Brasil, na mesma Base de Piscicultura na qual foi desenvolvido este experimento, supôs que este comportamento poderia ser atribuído à estabilidade das condições ambientais da região, notadamente em relação à temperatura que permaneceu praticamente constante. VERANI (1987), analisando os dados de *Prochilodus scrofa* cultivada na Região Sudeste do Brasil, constatou um gradativo aumento do fator de condição (K) à medida que aumentava a temperatura da água. Por outro lado, ao estudar *Salmo irideus*, PAIVA (1981) fez uma revisão dos fatores que poderiam contribuir para tal variação, destacando dentre estes, o padrão de maturação dos indivíduos.

No período de desenvolvimento do presente experimento, foi pequena a variação da temperatura (4°C) da água nos tanques (Figura 6A), indicando não ter sido este o fator responsável pela variação do fator de condição.

Descarta-se igualmente a possibilidade de se atribuir tal comportamento ao ciclo reprodutivo, pois apenas algumas carpas deram início ao processo, tendo sido registrada a presença de exemplares fêmeas e machos em adiantado estágio de maturação gonadal no último mês do cultivo, ocasião em que foi verificado um decréscimo no fator de condição.

Com exceção de *Prochilodus cearensis*, os peixes apresentaram “melhor condição relativa” (K_n) no mês de novembro (aos 120 dias do cultivo), em todos os lotes. Ainda que não se possa atribuir tal comportamento a uma única variável ambiental, observou-se neste mesmo mês, aumento da quantidade de clorofila-a (Figura 6B) em todos os tanques do experimento.

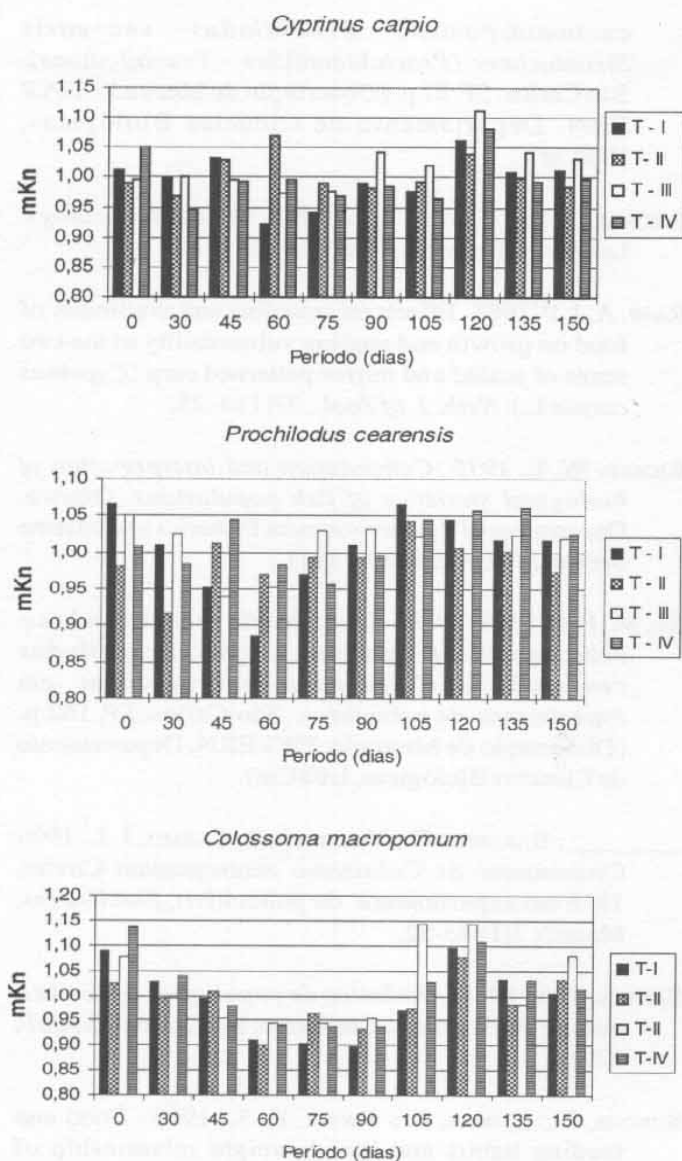


Figura 5. Valores médios mensais do fator de condição relativo médio (mKn) para as espécies cultivadas nos Tanques (TI a TIV) do experimento

Em águas rasas dos trópicos, a reciclagem dos nutrientes é rápida porque as bactérias usam não só a matéria orgânica proveniente da comunidade planctônica morta, mas também, compostos orgânicos, tais como produtos extra-celulares secretados pelas algas (PAYNE, 1986). Nos tanques do presente experimento era constante a participação da matéria orgânica, seja pela adição do esterco (tratamento T₂), seja pela contribuição das atividades dos peixes, do bentos e do plâncton. Considerando o hábito alimentar de cada espécie utilizada supõe-se que houve melhor aproveitamento do alimento que

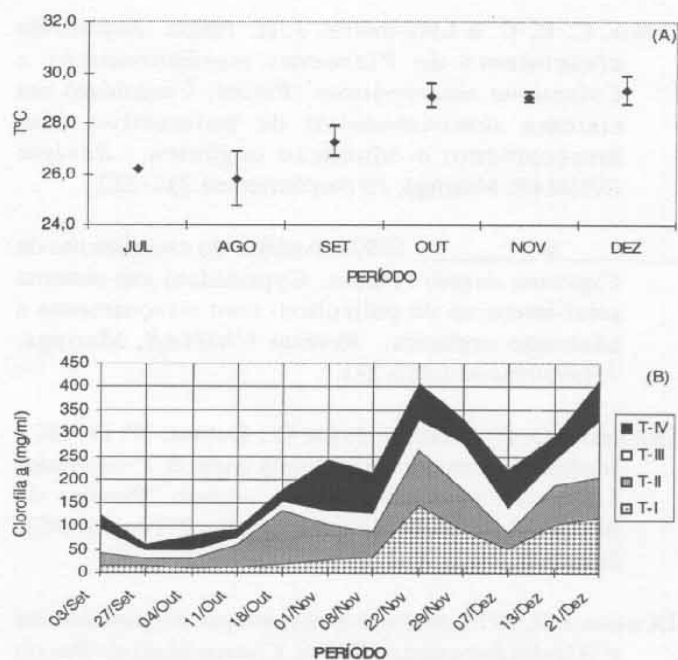


Figura 6. (A) Temperatura (média + intervalo de confiança), (B) Clorofila a da água dos tanques no período do experimento (jul a dez/88).

estava disponível em maior quantidade no ambiente naquele período, quer em forma viva ou de detrito, refletindo nos valores do fator de condição e, conseqüentemente, no bem-estar geral dos peixes.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Departamento de Pesca da UFRPE, pelas facilidades concedidas para a realização do experimento, e à CAPES-PICDT, pela bolsa de mestrado concedida ao primeiro autor.

Referências Bibliográficas

BAGENAL, T.B. e TESCH, F.W. 1978 Age and growth. In: BAGENAL, T.B. (ed) *Methods for assessment of fish production in fresh waters*. 3ed. Oxford, Blackwell, p.101-130. (IBP Handbook, 3).

BEVERTON, R. J. H. e HOLT, S. J. 1957 *On the dynamics of exploited fish populations*. London, Her Majesty's Stationery Off, 533 p.

DA SILVA, A. B. e LOVSHIN, L. L.; SANTOS, E. P.; MELLO, J. T. C.; CARNEIRO-SOBRINHO, A. 1984 Análise complementar de um ensaio em piscicultura intensiva de tambaqui, *Colossoma macropomum* (Cuvier). *Ci. e Cult.*, São Paulo, 36(3): 464-466.

- DORIA, C. R. C. e LEONHARDT, J. H. 1993a Análise do crescimento de *Piaractus mesopotamicus* e *Colossoma macropomum* (Pisces: Caracidae) em sistema semi-intensivo de policultivo com arraçamento e adubação orgânica. *Revista UNIMAR*, Maringá, 15 (suplemento):211-222.
- _____ e _____ 1993a Análise do crescimento de *Cyprinus carpio* (Pisces: Cyprinidae) em sistema semi-intensivo de policultivo com arraçamento e adubação orgânica. *Revista UNIMAR*, Maringá, 15(suplemento):223-231.
- DOURADO, O. F.; CHACON, J. DE O.; DAVIES, W. D. 1971 Idade e crescimento da curimatã comum, *Prochilodus cearensis* Steindachner, no Açude "Pereira de Miranda", Pentecoste, Ceará, Brasil. *B. Téc. DNOCS*, Fortaleza, 29(2):95-109.
- DURAND, J. R. 1978 *Biologie et dynamique des populations d'Alestes baremoze* (Pisces, Characidae) du Bassin Tchadien. Paris: ORSTOM, 316 p.
- LE CREN, E. D. 1951 The length-weight relationship and seasonal cycle in gonad weight and condition in the perch (*Perca fluviatilis*). *J. Anim. Ecology*, 20(2):201-209.
- PAIVA, P. DE 1981 *Ciclo reprodutivo e crescimento de truta arco-íris, Salmo irideus Gibbons (Osteichthyes, Salmoniformes, Salmonidae) em cultivo intensivo*. São Carlos, SP. 109 p. (Dissertação de Mestrado. PPG/ERN, Departamento de Ciências Biológicas, UFSCar).
- PAYNE, A. I. 1986 *The ecology of tropical lakes and rivers*. New York, John Wiley, 301 p.
- PEREIRA, J. A. 1986 *Cultivo monossexo de machos de Oreochromis niloticus (Linnaeus, 1757) e machos híbridos de O. hornorum (Trewavas, 1966) (machos) X O. niloticus (fêmeas), em sistema intensivo. Aspectos quantitativos (Pisces, Osteichthyes, Cichlidae)*. São Carlos, SP. 99 p. (Tese de Doutorado. PPG/ERN, Departamento de Ciências Biológicas, UFSCar).
- PERET, A. 1980 *Aspectos da influência da densidade populacional em cultivo intensivo com curimatã-comum, Prochilodus cearensis Steindachner (Prochilodontidae - Prochilodinae)*. São Carlos, SP. 87 p. (Dissertação de Mestrado. PPG/ERN, Departamento de Ciências Biológicas, UFSCar).
- PITCHER, T. J. e HART, P. J. B. 1993 *Fisheries ecology*. London, Chapman e Hall, 414 p.
- RAAT, A. J. P. 1987 Effects on crowding and availability of food on growth and angling vulnerability in the two sexes of scaled and mirror patterned carp (*Cyprinus carpio* L.) *Neth. J. of Zool.*, 37(1):1-25.
- RICKER, W. E. 1975 *Computation and interpretation of biological statistics of fish populations*. Ottawa, Department of the Environment Fisheries and Marine Service, 382 p. (Bulletin, 191).
- SÁ, M. F. P. 1989 *Efeito da adubação orgânica sobre o crescimento de Cyprinus carpio, Prochilodus cearensis e Colossoma macropomum em experimento de policultivo*. São Carlos, SP. 162 p. (Dissertação de Mestrado. PPG/ERN, Departamento de Ciências Biológicas, UFSCar).
- _____; BARBIERI, G.; VERANI, J. R.; CARMO, J. L. 1994 Crescimento de *Colossoma macropomum* Cuvier, 1818 em experimentos de policultivo. *Biociências*, Maceió, 1(1):43-52.
- SANTOS, E. P. 1978 *Dinâmica de populações aplicada à pesca e piscicultura*. São Paulo, HUCITEC/EDUSP, 129 p.
- SUNDER, S.; KUMAR, K.; RAINA, H. S. 1984 Food and feeding habits and length-weight relationship of *Cyprinus carpio specularis* Linnaeus of Dal Lake, Kashmir. *Indian J. Fish.*, 31(1):90-99.
- VERANI, J. R. 1987 *Análise quantitativa aplicada em experimentos de cultivo intensivo e semi-intensivo do curimatã, Prochilodus scrofa Steindachner, 1881 (Characiformes - Prochilodontidae)*. São Carlos, SP. 151 p. (Tese de Doutorado. PPG/ERN, Departamento de Ciências Biológicas, UFSCar).
- WEATHERLEY, A. H. e GILL, H. S. 1989 *The biology of fish growth*. London, Academic Press, 443 p.