

# ESTIMATIVAS DE TAMANHOS ÓTIMOS DE AMOSTRAS DE MACHOS DA TILÁPIA DO NILO, *Oreochromis (O.) niloticus* (LINNAEUS) EM VIVEIROS <sup>1</sup>.

Pedro de Alcântara - Filho<sup>2</sup>  
Afrânio Magalhães Andrade Pedrosa<sup>3</sup>  
Elda Fontenele Tahim<sup>3</sup>

## RESUMO

No presente trabalho são estimados os tamanhos ótimos das amostras (número mínimo de indivíduos) de machos da tilápia do Nilo, *Oreochromis (O.) niloticus* (Linnaeus) em populações (número de indivíduos estocados) de 24, 48, 72, 96, 120 e 144 indivíduos, que devem ser utilizados para estimativas paramétricas não viciadas, com base nas distribuições de frequência de comprimento total. Para os tratamentos I a VI, os números mínimos de indivíduos a serem amostrados mensalmente corresponderam a 16, 25, 29, 39, 49 e 52 peixes, respectivamente. Foi também verificada a relação existente entre o tamanho ótimo da amostra ( $nt^*$ ) e o total de indivíduos estocados ( $Nt$ ). A equação encontrada foi:  $nt^* = 8,96 + 0,31 Nt$  ( $r = 0,99^*$ ).

**PALAVRAS-CHAVE:** Tilápia do Nilo, Piscicultura, Tamanho da Amostra.

## SUMMARY

**SAMPLE SIZE ESTIMATIONS OF NILE TILAPIA MALES, *OREOCHROMIS (O.) NILOTICUS* (LINNAEUS), IN PONDS.**

This paper deals with the estimation of the minimum sample size of Nile tilapia males, *Oreochromis (O.) niloticus* (Linnaeus) in ponds with 24, 48, 72, 96, 120 and 144 fishes. Minima estimated samples sizes corresponded to 16, 25, 29, 39, 49 and 52 fishes for controls I, II, III, IV, V and VI, respectively. It was also verified the relationship between estimated sample size ( $nt^*$ ) and number of stocked individuals ( $Nt$ ). The following equation was found:  $nt^* = 8.96 + 0.31 Nt$  ( $r = 0.99^*$ ).

**KEY WORDS:** Nile tilapia, Fishculture, Sample Size.

## INTRODUÇÃO

A tilápia do Nilo, *Oreochromis (O.) niloticus* (Linnaeus) é uma espécie africana que foi introduzida no Nordeste brasileiro em 1971 (GURGEL<sup>7</sup>). Desde então vem sendo disseminada em açudes públicos e particulares, passando a se constituir recurso pesqueiro dos mais importantes. A partir de 1978, vem ocupando o primeiro lugar na produção continental de pescado regional, contribuindo com uma média anual de 5.114,4 toneladas até o ano de 1987 (DNOCS<sup>5</sup>).

Dada a importância dessa espécie e do grande número de trabalhos realizados sobre a mesma, com base na distribuição de frequência de comprimento, torna-se necessário que se obtenham estimativas paramétricas com pequenos vícios e o maior grau de precisão possível.

O presente trabalho visa estimar os números mínimos de machos da tilápia do Nilo (tamanhos ótimos das amostras) dos tratamentos que devem ser utilizados mensalmente em cada coleta, para que se obtenham estimativas paramétricas não viciadas, com base nas distribuições de frequência de comprimento total, bem como verificar a existência da relação entre o tamanho ótimo da amostra ( $nt^*$ ) e o total de indivíduos estocados ( $Nt$ ).

## MATERIAL E MÉTODOS

No presente trabalho foram utilizados dados de comprimento do experimento realizado na Estação de Piscicultura "Prof. Raimundo Saraiva da Costa" do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal

<sup>1</sup> Trabalho realizado com a colaboração do Projeto CNPq/BID/UFC-PDCT/NE.

<sup>2</sup> Professor Adjunto do Departamento de Engenharia de Pesca da Universidade Federal do Ceará e Pesquisador do CNPq.

<sup>3</sup> Engenheiros de Pesca pela Universidade Federal do Ceará.

do Ceará, em Fortaleza, durante os anos de 1984 a 1987, com 24, 48, 72, 96, 120 e 114 machos de tilápia do Nilo, totalizando seis tratamentos, sendo dois por ano, tendo em vista a disponibilidade de viveiros da Estação. A duração de cada tratamento foi de 7 meses.

Na tabela 1 são apresentados para cada tratamento, as quantidades de indivíduos estocados (Nt) e os comprimentos totais mínimo, máximo e médio dos indivíduos por ocasião da implantação do experimento.

Inicialmente, os comprimentos totais dos peixes referentes a primeira coleta de cada tratamento foram distribuídos por classes de comprimento total (Tabela 2, Figura 1) e, em seguida, em rol de grandeza por ordem crescente e na ordem natural de ocorrência para posterior simulação da coleta de amostras, visando as estimativas das médias aritméticas dos comprimentos totais ( $\bar{x}$ ) em centímetros, desvios padrões (s), variâncias ( $s^2$ ), variâncias das médias aritméticas dos comprimentos totais ( $s^2_{\bar{x}}$ ), os coeficientes de variação (C.V.), em porcentagens, considerando-se diferentes tamanhos de amostras (nt). As estimativas

foram feitas a partir dos  $n_i$  menores +  $n_i$  maiores e  $n_i$  primeiros valores do comprimento total, sendo constante os números de coletas em cada tratamento (12 coletas), como mostrado na Tabela 3 para o tratamento 1.

TABELA 1 - Dados sobre os Números de Indivíduos Estocados (Nt), e Valores Mínimo, Máximo e Médio dos Comprimentos Totais Iniciais (cm), de Machos da Tilápia do Nilo, *Oreochromis (O.) niloticus* (Linnaeus).

Indivíduos estocados (Nt)	Comprimentos totais iniciais (cm)		
	Mínimo	Máximo	Médio
24	7,25	10,38	8,72
48	6,91	10,75	8,11
72	5,58	7,80	6,40
96	6,21	10,09	8,06
120	8,00	11,50	9,06
144	8,00	12,00	9,59
Médias	6,99	10,42	8,32

TABELA 2 - Distribuição de Frequências Absolutas (n) e Relativas (%) de Comprimentos Totais Iniciais (cm), Referentes aos Tratamentos I a VI com Machos da Tilápia do Nilo, *Oreochromis (O.) niloticus* (Linnaeus).

Classes de comprimento (cm)	Frequências absolutas (n) e relativas (%) nos tratamentos I a VI											
	I	II	III	IV	V	VI	I	II	III	IV	V	VI
4,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5,5	-	-	-	12	18,0	8	5,2	-	-	-	-	-
6,5	-	1	2,1	57	70,8	47	49,0	-	-	-	-	-
7,5	8	25	23	47,9	8	11,2	33	34,4	7	5,8	7	4,9
8,5	5	25	18	37,5	-	-	8	8,2	68	57,5	44	30,8
9,5	11	49,9	4	8,2	-	-	7	7,2	25	20,8	55	38,7
10,5	1	4,2	3	6,2	-	-	-	-	14	11,7	24	16,9
11,5	-	-	-	-	-	-	-	-	8	6,7	14	9,8
Total	24	100,0	48	100,0	72	100,0	96	100,0	120	100,0	144	100,0

FIGURA 1 - Distribuição de frequência (%) de comprimento total inicial (cm), destacando os coeficientes de assimetria (A), referentes aos tratamentos I a VI com machos da tilápia do Nilo, *Oreochromis (O.) niloticus* (Linnaeus).

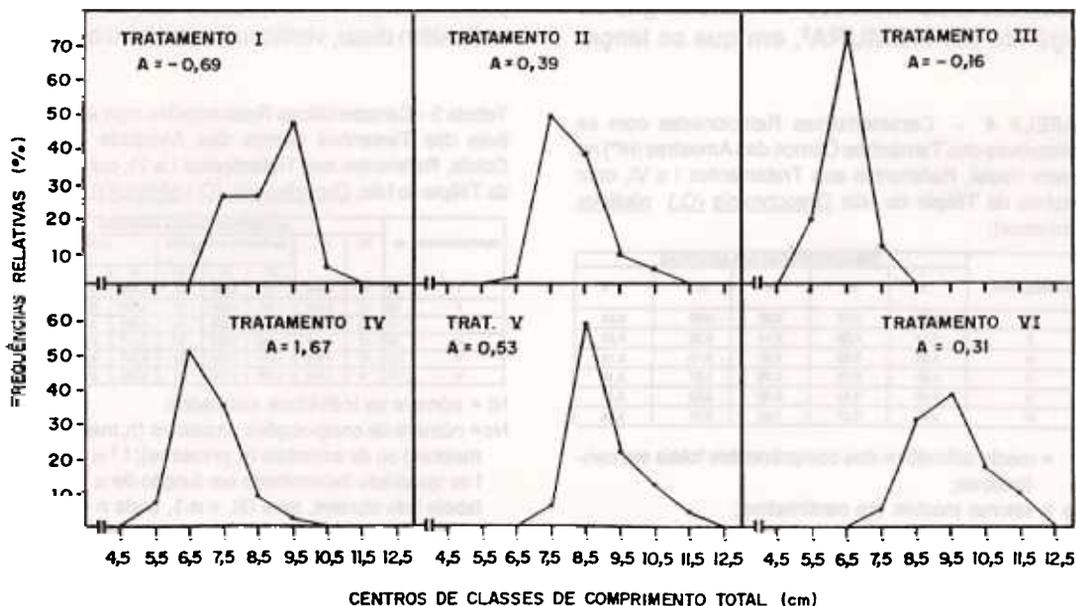


TABELA 3 - Características Relacionadas com a Estimativa do Tamanho Ótimo da Amostra (nt\*), por Tamanho da Amostra (nt) na Coleta Inicial (n<sub>i</sub>), Referente ao Tratamento I, com machos da Tilápia do Nilo, *Oreochromis (O.) niloticus* (Linnaeus).

AMOSTRAS	CARACTERÍSTICAS DAS AMOSTRAS					
	nt	$\bar{x}$	s	S	S <sup>2</sup>	C.V.
1	2	8,58	0,74	0,55	0,252	8,52
2	4	8,97	0,75	0,56	0,117	8,36
3	6	8,84	0,84	0,41	0,051	7,18
4	8	8,88	0,96	0,31	0,028	6,31
5	10	8,87	0,97	0,32	0,019	6,43
6	12	8,90	0,96	0,31	0,013	6,25
7	14	8,93	0,98	0,31	0,009	6,20
8	16	8,92	0,91	0,37	0,008	6,84
9	18	8,78	0,73	0,53	0,007	8,33
10	20	8,83	0,81	0,66	0,008	9,39
11	22	8,85	0,90	0,61	0,003	10,41
12	24	8,72	0,90	0,61	0,000	10,32
Médias				0,50		7,58

nt = Tamanho da amostra em números de indivíduos, considerando os 2 primeiros, os 4 primeiros, etc. valores obtidos na relação de dados de comprimento total, em sua ordem de ocorrência nas coletas;

$\bar{x}$  = média aritmética dos comprimentos totais em centímetros;  
 S = desvio padrão amostral;  
 S<sup>2</sup> = variância amostral;  
 S<sup>2</sup> = variância das médias aritméticas dos comprimentos totais;  
 $\frac{\bar{x}}{x}$   
 C.V.= Coeficiente de variação.

Na Tabela 4 são apresentados os comprimentos médios ( $\bar{x}$ ), as modas (Mo), e os desvios padrões (s), os coeficientes de assimetria (A) e os valores correspondentes à margem de erro desejada (d).

Para se calcular as estimativas dos tamanhos ótimos das amostras (nt\*) dos tratamentos, em cada coleta mensal foram utilizados dois métodos: O método gráfico sugerido por NOMURA<sup>8</sup>, em que se lança-

TABELA 4 - Características Relacionadas com as Estimativas dos Tamanhos Ótimos das Amostras (nt\*) na Coleta Inicial, Referentes aos Tratamentos I a VI, com machos da Tilápia do Nilo *Oreochromis (O.) niloticus* (Linnaeus).

TRATAMENTOS	CARACTERÍSTICAS DAS AMOSTRAS				
	$\bar{x}$	Mo	s	A	d
I	8,72	9,34	0,90	- 0,89	0,23
II	8,11	7,82	0,74	0,39	0,20
III	6,40	6,48	0,49	- 0,16	0,16
IV	8,06	6,76	0,78	1,87	0,19
V	9,06	8,59	0,90	0,53	0,22
VI	9,59	9,27	1,03	0,31	0,24

$\bar{x}$  = média aritmética dos comprimentos totais em centímetros;  
 Mo = valores modais em centímetros;  
 S = desvio padrão amostral;  
 A = coeficiente de assimetria;  
 d = margem de erro desejada (2,5% da menor ou maior média aritmética amostral) em centímetros.

ram os dados da variância da média aritmética do comprimento total ( $s^2_{\bar{x}}$ ) contra os tamanhos das amostras (nt), obtendo-se o tamanho ótimo da amostra (nt\*) no ponto em que o diagrama tende a horizontalização (Tabela 3, Figura 2). O segundo, é o método analítico proposto por COCHRAN<sup>4</sup>, desenvolvido por POPE<sup>9</sup>, in ROCHA<sup>10</sup>, adaptado para populações finitas por ALCANTARA-FILHO & ARAGÃO<sup>1e2</sup> e ALCANTARA-FILHO *et alii*<sup>3</sup>. A equação matemática utilizada para o cálculo das estimativas dos tamanhos ótimos das amostras (nt\*) foi a seguinte:

$$nt^* = \frac{Nt \alpha^2 s^2}{(\alpha^2 s^2 + (Nt d^2))}$$

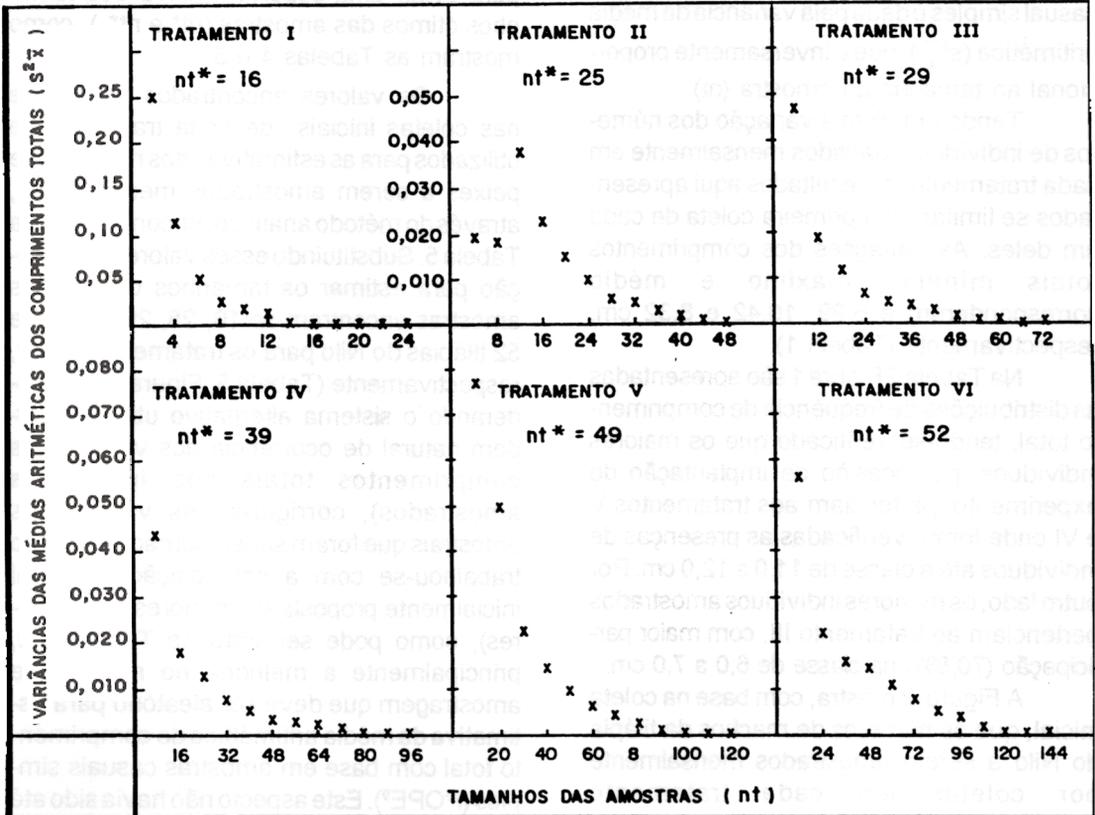
onde : Nt é o total de indivíduos estocados (Nt<sub>I</sub> = 24, Nt<sub>II</sub> = 48, Nt<sub>III</sub> = 72, Nt<sub>IV</sub> = 96, Nt<sub>V</sub> = 120, Nt<sub>VI</sub> = 144); t<sup>2</sup> é o quadrado dos valores obtidos na tabela t de Student (FISHER & YATES<sup>6</sup>), para  $\alpha = 0,05$  e GL = n-1, onde n é o número de composições amostrais consideradas, s<sup>2</sup> é o valor da variância média e d<sup>2</sup> o quadrado da margem de erro desejada (2,5% da maior ou menor média aritmética amostral, dependendo do coeficiente de assimetria (A) apresentar valor negativo ou positivo, respectivamente). Ver Tabela 5 e Figura 2. Além disso, verificou-se também a relação

Tabela 5 - Características Relacionadas com as Estimativas dos Tamanhos Ótimos das Amostras (nt\*), por Coleta, Referentes aos Tratamentos I a VI, com Machos da Tilápia do Nilo, *Oreochromis (O.) niloticus* (Linnaeus).

TRATAMENTOS	ni	Nc	CARACTERÍSTICAS DAS AMOSTRAS						
			[n <sub>i</sub> (menores) + n <sub>i</sub> (maiores)]			[n <sub>i</sub> (primeiros)]			
			s <sup>2</sup>	d <sup>2</sup>	nt*	s <sup>2</sup>	d <sup>2</sup>	nt*	
I	24	12	4,844	1,751	0,048	21	0,500	0,053	18
II	48	12	4,844	1,385	0,040	37	0,428	0,040	25
III	72	12	4,844	0,527	0,028	40	0,261	0,028	26
IV	96	12	4,844	1,315	0,040	60	0,487	0,038	28
V	120	12	4,844	1,528	0,053	64	0,627	0,048	48
VI	144	12	4,844	2,068	0,058	78	0,983	0,058	52

Nt = número de indivíduos estocados;  
 Nc = número de composições amostrais (n<sub>i</sub> menores + n<sub>i</sub> maiores) ou de amostras (n<sub>i</sub> primeiros); t<sup>2</sup>  $\alpha$  = valor de t ao quadrado determinado em função de  $\alpha = 0,05$  na tabela t de student, para GL = n-1, onde n = número de composições amostrais ou de amostras consideradas;  
 s<sup>2</sup> = variância amostral média;  
 d<sup>2</sup> = valor ao quadrado da margem de erro desejada;  
 nt\* = tamanhos ótimos das amostras.

FIGURA 2 - Variância das médias aritméticas dos comprimentos totais iniciais ( $s^2_{\bar{X}}$ ), em função dos tamanhos das amostras (nt), destacando as estimativas dos tamanhos ótimos das amostras (nt\*), referentes aos tratamentos I a VI com machos da tilápia do Nilo, *Oreochromis (O.) niloticus* (Linnaeus).

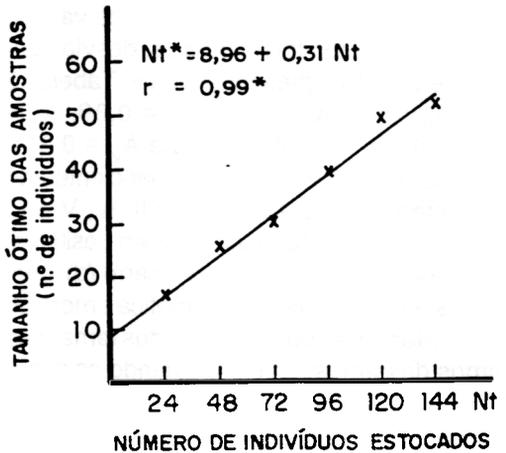


(Y,X) existente entre tamanho ótimo da amostra (nt\*) e total de indivíduos estocados (Nt). Esta relação foi analisada através do modelo de regressão do tipo  $Y = a + bX$ , escolhido por inspeção gráfica dos pontos observados e ajustada pelo método dos mínimos quadrados. A fim de verificar a dependência existente entre as variáveis citadas, obteve-se o coeficiente de correlação linear de Pearson (r) e testou-se sua significância estatística ao nível de probabilidade  $\alpha = 0,05$  (Tabela 5, Figura 3).

Nas determinações dos comprimentos totais dos indivíduos utilizou-se um paquímetro de aço, como ictiômetro, com precisão de 0,01 mm.

Informações pormenorizadas sobre esta metodologia encontram-se descritas em ALCANTARA-FILHO & ARAGÃO<sup>1e2</sup> e ALCANTARA-FILHO et alii<sup>3</sup>.

FIGURA 3 - Relação entre tamanho ótimo das amostras (nt\*) e número de indivíduos estocados (Nt), referentes aos tratamentos I a VI com machos da tilápia do Nilo, *Oreochromis (O.) niloticus* (Linnaeus).



## RESULTADOS E DISCUSSÃO

POPE<sup>9</sup>, in ROCHA<sup>10</sup>, cita que a precisão da média aritmética de uma amostra casual simples é dada pela variância da média aritmética ( $s^2_{\bar{x}}$ ), que é inversamente proporcional ao tamanho da amostra (nt).

Tendo em vista a variação dos números de indivíduos mantidos mensalmente em cada tratamento, os resultados aqui apresentados se limitaram à primeira coleta de cada um deles. As variações dos comprimentos totais mínimo, máximo e médio corresponderam a 6,99; 10,42 e 8,32 cm, respectivamente (Tabela 1).

Na Tabela 2 Figura 1 são apresentadas as distribuições de frequência de comprimento total, tendo-se verificado que os maiores indivíduos, por ocasião da implantação do experimento, pertenciam aos tratamentos V e VI onde foram verificadas as presenças de indivíduos até a classe de 11,0 a 12,0 cm. Por outro lado, os menores indivíduos amostrados pertenciam ao tratamento III, com maior participação (70,8%) na classe de 6,0 a 7,0 cm.

A Figura 2 mostra, com base na coleta inicial, que os números de machos da tilápia do Nilo a serem amostrados mensalmente por coletas em cada tratamento corresponderam a aproximadamente 14, 32, 36, 48, 60 e 72 peixes.

Por outro lado, as distribuições de frequência de comprimento total inicial da tilápia do Nilo (Tabela 2, Figura 1) apresentaram coeficiente de assimetria (A) positivo para os tratamentos II, IV, V e VI e negativo para os demais tratamentos. Estes coeficientes foram calculados com base nos valores de comprimentos totais médios, desvios padrões e modas, apresentados nas Tabelas 3 e 4, Figura 1 ( $A_I = -0,69$ ;  $A_{II} = 0,39$ ;  $A_{III} = -0,16$ ;  $A_{IV} = 1,67$ ;  $A_V = 0,56$  e  $A_{VI} = 0,31$ ).

Como os valores dos coeficientes de assimetria (A) dos tratamentos II, IV, V e VI referentes às coletas iniciais foram positivos, trabalhou-se com a margem de erro (d) igual a 2,5% da menor média aritmética amostral, para evitar uma subestimativa dos tamanhos ótimos das amostras (nt\*). Quando as distribuições de frequência de comprimento total apresentaram assimetria negativa, como fo-

ram os casos dos tratamentos I e III, trabalhou-se com a margem de erro ( $d_I$  e  $d_{III}$ ) igual a 2,5% da maior média aritmética amostral para evitar uma superestimativa dos tamanhos ótimos das amostras ( $nt^*_I$  e  $nt^*_{III}$ ), como mostram as Tabelas 4 e 5.

Os valores encontrados com base nas coletas iniciais de cada tratamento e utilizados para as estimativas dos números de peixes a serem amostrados mensalmente, através do método analítico, encontram-se na Tabela 5. Substituindo esses valores na equação para estimar os tamanhos ótimos das amostras encontram-se 16, 25, 29, 39, 49 e 52 tilápias do Nilo para os tratamentos I a VI, respectivamente (Tabela 5, Figura 2). Considerando o sistema alternativo utilizado (ordem natural de ocorrência dos valores dos comprimentos totais dos indivíduos amostrados), corrigiu-se as variâncias amostrais que foram superestimadas quando trabalhou-se com a composição amostral inicialmente proposta ( $n_i$  menores +  $n_i$  maiores), como pode ser visto na Tabela 5 e, principalmente a melhoria no método de amostragem que deve ser aleatório para estimativa da média aritmética do comprimento total com base em amostras casuais simples (POPE<sup>9</sup>). Este aspecto não havia sido até então considerado nos trabalhos publicados por ALCANTARA-FILHO & ARAGÃO<sup>1e2</sup> e ALCANTARA-FILHO *et alii*<sup>3</sup>. Melhorou-se assim o sistema de amostragem, diminuindo-se o estresse causado nos peixes por ocasião das coletas, já que foram necessários em todos os tratamentos coletar menos indivíduos, sem contudo, prejudicar a qualidade das estimativas realizadas (Tabela 5). Os tamanhos das amostras seriam ainda mais adequados se a amplitude dos intervalos de comprimento para cada tratamento não tivessem ultrapassado em 1 centímetro.

Verificou-se, também, a existência da relação entre tamanho ótimo da amostra inicial (nt\*) e total de indivíduos estocados (Nt), como podem ser vistos na Tabela 5, Figura 3, cuja equação de regressão e valor do coeficiente de correlação (r) foram os seguintes:

$$nt^* = 8,96 + 0,31 Nt \quad (r = 0,99^*).$$

## CONCLUSÕES

Os resultados obtidos no presente trabalho, permitem as seguintes conclusões:

- As curvas de distribuição de frequência de comprimento total inicial dos indivíduos pertencentes a todos os tratamentos foram unimodais;

- Os tratamentos II, IV, V e VI apresentaram coeficientes de assimetria (A) positivos e os I e III, negativos:

- As estimativas dos tamanhos ótimos das amostras feitas através do método gráfico ( $nt^*_I = 14$ ,  $nt^*_{II} = 32$ ,  $nt^*_{III} = 36$ ,  $nt^*_{IV} = 48$ ,  $nt^*_V = 60$ ,  $nt^*_{VI} = 72$ ) concordam com aquelas feitas através do método analítico ( $nt^*_I = 16$ ,  $nt^*_{II} = 25$ ,  $nt^*_{III} = 29$ ,  $nt^*_{IV} = 39$ ,  $nt^*_V = 49$ ,  $nt^*_{VI} = 52$  indivíduos);

- O sistema alternativo proposto para a análise ( $n_i$  primeiros) é melhor do que o anteriormente utilizado ( $n_i$  menores +  $n_i$  maiores); e

- A equação matemática da relação tamanho ótimo da amostra ( $nt^*$ ) e total de indivíduos estocados (Nt) foi a seguinte:

$$nt^* = 8,96 + 0,31 Nt \quad (r = 0,99^*)$$

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ALCANTARA-FILHO, P. & ARAGÃO, L.P. Considerações sobre a amostragem da tilápia do Nilo, *Oreochromis (Oreochromis) niloticus* (Linnaeus), no Estado do Ceará, Brasil. I - Amostras de machos e fêmeas. Cien. Agron. Fortaleza 16(1) : 45-54, 1985.
2. ALCANTARA-FILHO, P. & ARAGÃO, L.P. Considerações sobre amostragem da tilápia do Nilo, *Oreochromis (Oreochromis) niloticus* (Linnaeus), no Estado do Ceará, Brasil. I - Amostras de machos e fêmeas (Novas estimativas). Produção científica do PDCT/NE no Ceará. Fortaleza, 1: 309-323, 1991.
3. ALCANTARA-FILHO, P.; OLIVEIRA, A. A. & NOBRE, M.I.S. Considerações sobre a amostragem da *Pirapitinga, Colossoma branchyomum* (Cuvier), no Estado do Ceará, Brasil. Ciên. Agrôn., Fortaleza, 21 (1/2) : 43-49, 1990.
4. COCHRAN, W.C. Sampling techniques. New York, John Wiley & Sons, 2nd ed. 1963, 413 pp.
5. DNOCS - Dados sobre a administração da pesca em açudes públicos, relativos ao período 1978/1987. Departamento Nacional de Obras Contra as Secas, Fortaleza, 1979 - 1988.
6. FISHER, R.A. & YATES, F. Tabelas estatísticas para biologia, medicina e agricultura. Tradução de Salvador Licco Naim. São Paulo, EDUSP/Editora Polígono S.A., 1971, 150 pp.
7. GURGEL, J.J.S. - Observations on the stocking of *Sarotherodon niloticus* (Linné, 1766) into D.N.O.C.S. public reservoirs of Northeast Brazil, Bramidgeh, 36 (2) : 53-58, 1984.
8. NOMURA, H. Considerações sobre a amostragem de peixes marinhos. Bol. Inst. Ocean São Paulo, 11 (1) : 99-119, 1960.
9. POPE, J. A. - An outline of sampling techniques. Rapp. P. V. Rénn.Cons. Int. Expl. Mer, Copenhagen, 140: 11-20, 1956.
10. ROCHA, C.A.S. - Considerações sobre a amostragem do pargo, *Lutjanus purpureus* Poey, do Norte e Nordeste do Brasil. Arq. Cien. Mar., Fortaleza, 17 (1) : 63-67, 1977.