

PRODUÇÃO PESQUEIRA E PRODUTIVIDADE BIOLÓGICA EM AÇUDES PÚBLICOS
DO NORDESTE DO BRASIL*

[Fishery production and biological productivity in public reservoirs of Northeast Brazil]

Antonio Aduato FONTELES - FILHO^{1,3}
Antonio Lima ALVES²

RESUMO

Com base em dados sobre a produção de pescado durante o período 1948/88, distribuindo-se os açudes de acordo com a localização do regime fluvial, foram obtidas informações sobre os índices de produtividade pesqueira e biológica, as características dos açudes em termos de idade, área da bacia hidráulica, volume d'água acumulado e profundidade média, bem como sobre a combinação ideal entre espécies forrageiras e carnívoras, através da Relação F/C. Os principais resultados são os seguintes: (1) os açudes públicos do Nordeste se encontram em 25 sistemas fluviais, com destaque para Jaguaribe, Piranhas, Acaraú e Itapicuru; (2) os açudes mais produtivos são Orós, Arrojado Lisboa, Estevam Marinho, Engenheiro Ávidos, Paulo Sarasate e Jacurici; (3) a produtividade pesqueira média é de 105,0 kg/ha/ano, correspondendo a uma produção natural biológica de 35,7 kg/ha/ano, determinada em função da biomassa das espécies nativas; (4) a Relação F/C apresenta valores variáveis ao longo dos anos, tendo-se estabilizado em torno de 1 a partir de 1977, significando a possibilidade de maximização da biomassa da comunidade, a partir da utilização de uma quantidade adequada de alevinos para repovoamento; (5) o valor médio do Índice Morfo-edáfico foi 3,867 ppm/metro, sendo os açudes dos sistemas da área Pernambuco/Alagoas os mais produtivos (IME = 9,157 ppm/metro) e os da área do Piauí os menos produtivos (IME = 0,962 ppm/metro); (6) os açudes do Nordeste são considerados de idade madura, significando que sua produtividade apresenta tendência de declínio, mas que pode ser revertida através de programas intensivos de peixamento.

PALAVRAS-CHAVE: açudes públicos, cultivo extensivo, relação F/C, produção de pescado, produtividade natural, Nordeste do Brasil

ABSTRACT

Based on data for period 1948/88, sorting out the reservoirs according to the river systems where they have been built, information was obtained on fishery and natural indices of productivity, features of the reservoirs as to age, area of catchment basin, water volume and mean depth, as well the ideal combination of herbivorous and carnivorous species by means of an F/C Relationship in weight. The main results are: (1) the public reservoirs are distributed in 25 river systems, among which stand out Jaguaribe, Piranhas, Acaraú and Itapicuru; (2) the most productive reservoirs are Orós, Arrojado Lisboa, Estevam Marinho, Engenheiro Ávidos, Paulo Sarasate and Jacurici; (3) the mean fishing yield is 105.0 kg/ha/year, corresponding to a natural productivity of 35.7 kg/ha/year, as determined by the biomass of indigenous species; (4) the F/C Relationship has varied along the years, but since 1977 has levelled off around 1, what means the possibility of the maximum sustainable yield of the community having been attained from a given quantity of fingerlings for restocking; (5) the Morphoedaphic Index mean value is 3.867 ppm/meter, reaching its peak value in the river systems of Pernambuco/Alagoas area (9.157 ppm/meter) and its lowest in the area of Piauí, with 0.962 ppm/meter; (6) the public reservoirs of northeast Brazil are supposed to have attained an old age, meaning that its productivity has a definite decreasing trend that can only be reverted by intensive and balanced restocking programs.

KEY WORDS: public reservoirs, extensive cultivation, F/C ratio, fishery yield, natural productivity, Northeast Brazil

* Artigo Científico - aprovado para publicação em 21/03/95

(1) Professor Titular do Departamento de Engenharia de Pesca da Universidade Federal do Ceará (Bolsista-pesquisador do CNPq)

(2) Engenheiro de Pesca - graduado pela Universidade Federal do Ceará

(3) Endereço/Address: Av. da Abolição, 3207 - Fortaleza - CE - CEP 60165-081

1. INTRODUÇÃO

As Secas nordestinas incidem sobre uma área de 978291 km² conhecida como Polígono das Secas, onde os programas administrativos têm-se encarregado de combater a estiagem através da construção de açudes nos diversos sistemas fluviais, com o conseqüente represamento da água para usos múltiplos, destacando-se aqueles relacionados com a produção de pescado para consumo humano. No período de 1890 a 1989 foram construídos 291 açudes públicos nos diversos Estados do Nordeste, com uma área total de 217498 ha e distribuídos em 25 regimes fluviais (GURGEL, 1980).

O processo de barragem dos sistemas fluviais realizado pelo Departamento Nacional de Obras Contra as Secas (DNOCS), que deu origem aos açudes públicos do Nordeste do Brasil, determinou importantes modificações nas condições físico-químicas da água e do substrato, bem como na estrutura e abundância das espécies nativas, com reflexos diretos sobre a capacidade de auto-renovação das populações aquáticas (MACÊDO, 1981). A rápida depleção dos estoques evidenciada pelo decréscimo da produção de pescado, logo nos primeiros anos após a formação dos açudes, comprovou o fato de que as espécies nativas não poderiam suportar a crescente intensificação da atividade pesqueira. Deste modo, duas medidas foram implementadas para evitar o agravamento da situação e, ao mesmo tempo, aumentar a produção disponível para captura pela população de pescadores habitantes das áreas adjacentes: (a) aclimação de espécies de vários regimes fluviais do país e de outros continentes, com destaque para as das famílias Cichlidae, representada por tilápias, tucunarés e apaiari, e Sciaenidae, representada pela pescada do Piauí (GURGEL & OLIVEIRA, 1987); (b) utilização do processo

de hipofisação para viabilizar a ocorrência artificial da desova, independente do processo de piracema (GURGEL, 1979).

A introdução de novas espécies, por serem estas constituídas por indivíduos de grande porte e/ou elevado valor comercial para consumo, contribuiu substancialmente para o aumento da produtividade biológica dos açudes e do rendimento econômico das pescarias. Assim, a produção de pescado depende, principalmente, do repovoamento com alevinos produzidos pelas Estações de Piscicultura, prática indispensável para compensar a rápida depleção dos estoques decorrente da exploração pesqueira e de uma eventual ausência de desova pelas espécies nativas, tipicamente lóticis, por ocasião dos períodos de seca (GURGEL, 1979).

Embora seja difícil distinguir a biomassa produzida pelas populações originais dos açudes, através da reprodução e do crescimento, daquela obtida a partir dos alevinos neles depositados, é inegável a contribuição do repovoamento para manutenção de um nível de produtividade relativamente elevado para esse tipo de reservatório, estimado em 100 kg/ha/ano (PAIVA & GESTEIRA, 1977).

O desenvolvimento tecnológico na produção de alevinos, representado pela técnica de hipofisação, e a existência de uma infraestrutura de produção e distribuição de alevinos montada e gerenciada pelo DNOCS, têm determinado uma estabilidade na produção anual de pescado, mesmo das espécies nativas, de desova total, que necessitam realizar a piracema para se reproduzir. Ao mesmo tempo, a aclimação de espécies de outros regimes fluviais, como as tilápias (de elevada prolificidade e rusticidade), contribuiu ainda mais para o incremento das atividades de repovoamento (FORTELES-FILHO & VIANA, 1982).

Os açudes do Nordeste constituem um dos mais bem sucedidos exemplos de aplicação do sistema de Piscicultura Extensiva, motivo por que foi produzido um abrangente cabedal de conhecimentos sobre todos os aspectos relevantes para a correta administração desses ambientes. Dentro desse contexto, o presente trabalho visa a contribuir para a ampliação desse arquivo de informações, ao realizar uma

análise abrangente do processo de produção de pescado, no período de 1948 a 1988, através dos seguintes parâmetros: sistema fluvial onde o açude está localizado; volume, área total, profundidade média e ano de construção do açude; Relação F/C (forrageiro/carnívoro); índice morfo-edáfico; e índices de produtividade natural pesqueira e das espécies nativas e aclimadas.

2. MATERIAL E MÉTODOS

A fonte principal de dados para este trabalho constitui-se dos Quadros Informativos sobre a administração da pesca em açudes públicos controlados pelo DNOCS, fornecendo informações sobre a produção pesqueira anual das espécies, distribuídas em dois grupos: *nativas* - beiru, cangati, curimatã comum, piauí comum, pirambeba, piranha, sardinha e traíra; *aclimadas* - apaiari, camarões, carpa comum, curimatã pacu, pescada branca, pescada cacunda, pescada do Piauí, piauí verdadeiro, pirarucu, tambaqui, tilápia do Congo, tilápia do Nilo, tucunaré comum e tucunaré pinima (ver Glossário).

Os dados sobre a produção de pescado por açude, referentes a um total de 105 açudes, foram coletados em publicações elaboradas pela Divisão de Piscicultura do DNOCS, no período de 1948 a 1988, e aqui apresentados em períodos trienais devido à magnitude da série histórica, que abrange um período de 41 anos. A partir dessas informações, foi calculada a produção total de cada reservatório, bem como sua produção anual média. Com o intuito de se avaliar o processo de evolução temporal da capacidade produtiva dos reservatórios públicos do Nordeste, foram selecionados 25 açudes, dentre os diversos sistemas fluviais, para se determinar os intervalos de tempo decorrentes entre

os anos de produção inicial e os anos em que as produções média e máxima foram atingidas, cujos valores médios foram obtidos com a divisão do somatório das diferenças entre os respectivos anos pelo número total de observações. Na escolha dos reservatórios, procurou-se abranger o maior intervalo de tempo possível entre o ano de início da produção (1948) e o ano em que as produções média (1986) e máxima (1987) foram atingidas, de modo a se obter estimativas estatisticamente representativas para a comprovação da hipótese levantada quanto ao equilíbrio da produtividade biológica em açudes.

Tendo em vista a diversidade das características orográficas das regiões onde foram construídos os açudes, a análise de sua produção e produtividade foi feita considerando-se a localização dos mesmos nos diversos regimes fluviais, assim distribuídos nos Estados da região Nordeste: *Piauí* - Parnaíba; *Ceará* - Jaguaribe, Acaraú, Curu, Coreaú, Pajeú, Poti e Complementar; *R.G. do Norte* - Piranhas e Complementar; *Paraíba* - Paraíba e Complementar; *Pernambuco* - Moxotó, Rio das Garças, Terra Nova, Ipojuca e Complementar; *Alagoas* - Complementar; *Sergipe* - Sergipe e Gararu; *Bahia* - São Francisco, Itapicuru, Vaza Barris, Rio de Contas e Complementar.

A caracterização dos açudes foi feita a partir da obtenção de estimativas da média e da amplitude de variação das seguintes variáveis: ano de construção, área de bacia hidráulica, volume d'água acumulado, profundidade média e produtividade natural biológica.

O equilíbrio da produção pela comunidade de espécies que habitam os açudes foi avaliada em termos da Relação F/C, determinada pela razão entre as produções anuais em peso das espécies forrageiras (F) e carnívoras (C), considerando-se como forrageiras as que servem de alimento às espécies carnívoras ou com elas não competem por alimento. As espécies nativas e aclimadas foram assim distribuídas nas duas categorias:

Forrageiras - camarão, beiru, cangati, carpa, curimatã comum, curimatã pacu, piau comum, piau verdadeiro, tambaqui, tilápia do Congo, tilápia do Nilo e sardinha.

Carnívoras - apaiari, pescada branca, pescada cacunda, pescada do Piauí, pirambéba, piranha, pirarucu, traíra, tucunaré comum e tucunaré pinima (ver Glossário).

A produtividade pesqueira foi calculada dividindo-se a produção anual pela área do açude, obtendo-se um índice em kg/ha/ano. Foi feita também uma tentativa de se analisar a produtividade biológica natural dos açudes, através de um Índice Morfo-edáfico

(IME), desenvolvido por RYDER (1965), através da fórmula:

$$\text{IME} = \frac{\text{Sólidos Totais Dissolvidos}}{\text{Profundidade Média}} \quad (1)$$

onde os Sólidos Totais Dissolvidos (STD) são medidos em ppm e a profundidade média, em metros.

Na ausência de dados sobre o valor de STD, mas dispondo-se de informações sobre a profundidade média dos açudes, o IME foi calculado a partir da produtividade pesqueira (Y) estimada para cada açude, em kg/ha/ano. Deste modo, a partir da equação determinada por WELCOMME (1983) para lagos tropicais africanos:

$$Y = 17,8813 \text{ IME}^{0,4989} \quad (2)$$

foi possível chegar-se à seguinte fórmula para calcular o valor do IME nos açudes do Nordeste:

$$\text{IME} = \exp\left(\frac{\ln Y - 2,884}{0,4989}\right) \quad (3)$$

O valor de STD foi estimado multiplicando-se o valor do IME pela profundidade média, conforme a Equação 1.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Caracterização dos açudes

Os sistemas fluviais mais importantes em termos de produção de pescado, diretamente proporcional à quantidade de açudes no sistema e à área total inundada, são os seguintes: *Jaguaribe (CE)*, que responde por 30,32% da produção dos seus açudes, com destaque para o Orós, com 49,1% da produção do sistema;

Piranhas(RN/PB), com 15,71% da produção total, destacando-se o açude Estevam Marinho, com 62,4% da produção do sistema; *Acaraú (CE)*, com 13,80% da produção total, onde se destaca o açude Paulo Sarasate, com 82,0%; *Itapicuru (BA)*, com 9,84% da produção total e tendo como açude principal o Jacurici, com 86,4% da produção do sistema;

e *Curu (CE)*, que contribui com 6,63% da produção total, sendo Pereira de Miranda o açude mais importante, com 47,0% da produção do sistema. Os açudes desses cinco sistemas fluviais contribuem com 79,6% do pescado produzido pelo conjunto dos açudes públicos da região Nordeste.

Em termos de área da bacia hidráulica, os açudes variam entre 151 ha e 35000 ha, sendo que 86,3% destes apresentam uma área com até 2000 ha e valor médio de 1331,6 ha. Quanto ao volume de água acumulada, os açudes variam na faixa de 2,6 milhões de m³ a 2,1 bilhões de m³, dos quais 79,0% têm volume entre 2,6 milhões e 52,3 milhões de m³, sendo seu valor médio de 95,5 milhões de m³. A profundidade média dos açudes é muito pequena, verificando-se uma amplitude de 1,3 - 25,6 m, sendo que a grande maioria desses reservatórios (82,4%) apresenta profundidades até 8 m, com valor médio para o Nordeste de 5,8 m. A produtividade pesqueira variou entre 19,6 e 453,6 kg/ha/ano, com 86,0% dos açudes apresentando produtividades até 150,0 kg/ha/ano e valor médio de 105,0 kg/ha/ano. Os reservatórios analisados neste trabalho foram construídos entre 1890 e 1980, sendo 72,3% destes entre 1930 e 1970, com um valor médio do ano de construção correspondente a 1951 e uma idade média de 45,6 anos (TABELA 1).

TABELA 1

Estimativas de algumas características físicas dos açudes públicos do Nordeste do Brasil

Característica	Nº de observações	Amplitude	Média
Ano de construção	101	1890-1980	1951
Idade (ano)	101	10-95	45,6
Volume d'água (10 ⁶ m ³)	105	26-21000	955,2
Área (ha)	95	151-35000	1331,6
Profundidade (m)	91	1,2-25,3	5,8
Produtividade (kg/ha/ano)	93	11,4-453,6	105,0

Com base em dados relativos aos 25 açudes selecionados, analisamos a duração de tempo entre o ano inicial de produção pesqueira e os anos em que esta se estabilizou (valor igual a média geral do período 1948/88) e em que foi atingida a produção máxima, chegando-se aos valores de 9,3 anos e 16,2 anos, respectivamente; entre os valores médio e máximo decorreram 6,9 anos (TABELA 2). PAIVA (1976) ressalta que a estabilidade de um reservatório, sob o ponto de vista de sua produtividade biológica, é atingida até 15 anos após a construção da barragem. Assim, pode-se concluir, com base nos dados acima, que a maioria dos açudes ultrapassou a fase de maturidade, de modo que seu equilíbrio bioecológico já foi atingido, e a maximização da biomassa da comunidade agora passa a depender principalmente do processo sistemático de repovoamento.

Considerando-se a distribuição espacial dos açudes de acordo com os sistemas fluviais de quatro áreas, representadas pelos Estados do Ceará (CE), R.G. do Norte/Paraíba (RN/PB), Pernambuco/Alagoas (PE/AL) e Sergipe/Bahia (SE/BA), verifica-se que os intervalos de tempo entre os anos de produção inicial e média, e entre os anos de produção inicial e máxima é maior nos sistemas fluviais da área RN/PB (13,2 e 19,0 anos) e menor nos sistemas das áreas PE/AL (5,3 anos) e SE/BA (13,3 anos), respectivamente. Esses dados significam que, provavelmente, a riqueza edáfica nas zonas circundantes dos reservatórios (menor na área RN/PB e maior na área SE/BA) seria o fator determinante da rapidez com que as produções média e máxima foram atingidas. Por outro lado, apesar da eficiência do processo de peixamento, a proximidade das Estações de Piscicultura não foi suficiente para acelerar o processo de maximização da biomassa nos reservatórios da área RN/PB.

Estas informações demonstram que os açudes atingiram a produção máxima, em média, 16 anos após o início de sua atividade produtiva, e que levaram 9 anos para estabilizar sua produção em torno da média histórica do período 1948/88, corroborando a expectativa para esse tipo de reservatório (PAIVA, 1976), sem esquecer o papel do repovoamento na determinação da escala temporal desses eventos.

3.2. Produção de pescado nos açudes

A ictiofauna nativa está representada por 8 espécies principais, dentre as quais se destacam a curimatã comum, com produção média anual, no período 1948/88, de 1362 t

(10,8 % do total), vindo em seguida a traíra, com 975 t (7,8 %). Dentre as espécies aclimadas, a tilápia do Nilo tem o maior destaque, com produção média anual de 3854 t (30,6% da produção total), seguindo-se a pescada do Piauí, com 2802 t (22,3%), os camarões, com 971 t (7,7%) e o tucunaré comum, com 755 t (6,0%). Deve-se ressaltar que as espécies aclimadas produziram, em média, cerca de 2 vezes mais pescado que as espécies nativas.

A produção das espécies nativas apresentou uma tendência crescente, passando de 138 t anuais em 1948/49 para um máximo de 5755 t em 1965/67 (sendo os principais

TABELA 2

Dados relativos aos valores da produção e aos intervalos de tempo (Δt) entre o ano inicial e os anos em que as produções média e máxima foram atingidas em 25 açudes públicos do Nordeste do Brasil

Açude	Ano inicial de produção	Produção média(t)		Produção máxima(t)	
		valor	Δt	valor	Δt
General Sampaio	1948	752	14	1789	33
Eng° Ávidos	1948	1591	24	3436	28
Caldeirão	1949	123	19	332	26
S.Ant° de Russas	1949	2920	16	7119	37
Aires de Souza	1950	1390	11	5719	13
Epitácio Pessoa	1950	470	17	829	28
Amanari	1958	289	7	530	10
Francisco Sabóia	1960	612	2	1442	26
Jacurici	1961	1299	13	3304	17
Várzea da Volta	1965	30	1	62	6
Abóbora	1965	21	4	56	17
Macaúbas	1965	27	10	79	12
Ceraima	1966	30	5	80	6
Eng° S. Guerra	1966	6	6	10	7
Champrão	1966	35	12	121	20
Itabaiana	1967	46	11	208	13
Coruripe	1967	340	12	984	15
Algodões	1968	37	11	130	19
Pau dos Ferros	1969	53	1	170	9
Cachoeira II	1969	182	7	507	11
Mororó	1969	6	1	12	15
Saco II	1971	40	4	106	11
Cocorobó	1971	425	5	1081	7
Três Barras	1972	17	4	47	11
Realejo	1981	27	5	55	6
Média	—	431	9,3	1128	16,2

responsáveis por esse aumento a curimatã comum, a partir de 1959/61, e a traíra, a partir de 1962/64), decrescendo em seguida para se estabilizar em torno de 3850 t. Quanto ao conjunto de espécies aclimadas, a produção cresceu desde um mínimo de 163 t, em 1948/49, a um máximo de 14470 t, em 1980/82, decrescendo em seguida para um patamar de 12000 t anuais (FIGURA 1). Nesse período, as principais espécies responsáveis por este padrão de crescimento foram a pescada do Piauí, a partir de 1962/64, os camarões, a partir de 1971/73, o tucunaré comum, a partir de 1974/76 e a tilápia do Nilo, a partir de 1977/79 (FIGURA 2).

Em termos de produção total (nativas + aclimadas), verifica-se uma tendência crescente até 1982/84, com posterior decréscimo nos anos seguintes e estabilização em torno de 16200 t. Comparando-se os dois grupos de espécies, observa-se também que houve uma nítida substituição das espécies nativas

pelas aclimadas: até 1965/67, a produção das nativas superava a das aclimadas, ocorrendo um certo equilíbrio em 1968/70, e em seguida uma predominância crescente das aclimadas chegando a relação de 3,5:1 a partir de 1977 (FIGURA 1). A insfalação dessa tendência divergente de crescimento a partir de 1971 pode dever-se a dois fatores: (a) melhor adaptação das espécies aclimadas aos ambientes lênticos dos açudes; (b) intensificação da produção de alevinos para repovoamento com espécies aclimadas, por seu maior valor econômico. Para corroborar esses argumentos, usando dados de FONTELES-FILHO & VIANA (1982), pode-se verificar que no período 1971/80 foram colocados anualmente nos açudes 54194 alevinos, por espécie nativa, e 132665 alevinos por espécie aclimada, o que dá uma relação de 2,45:1 em favor das aclimadas. Por outro lado, os peixamentos com alevinos de 5 cm de comprimento (independente de espécie) foram

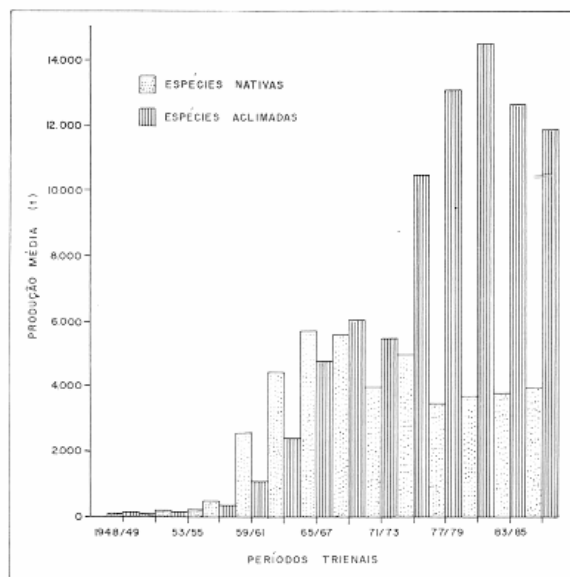


FIGURA 1 - Produção trienal média de espécies nativas e aclimadas em açudes públicos do Nordeste do Brasil, no período 1948/88

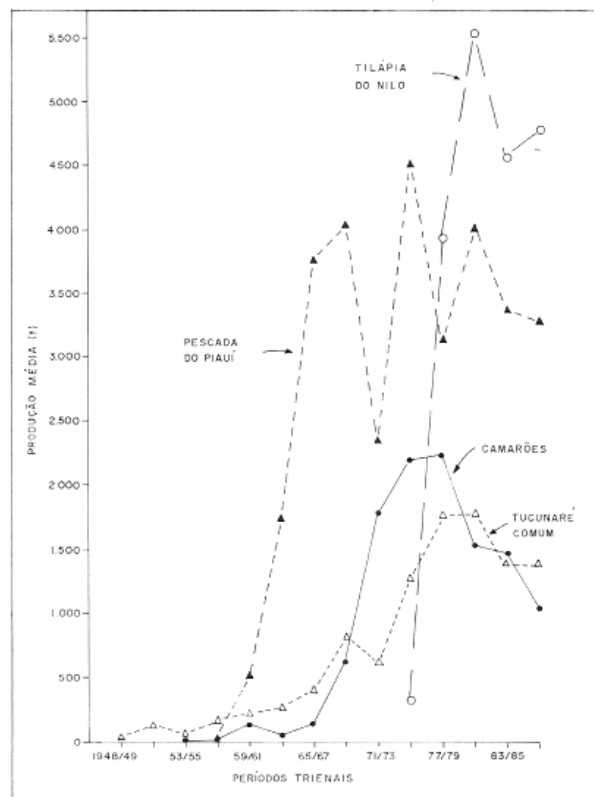


FIGURA 2 - Produção trienal média das principais espécies capturadas em açudes públicos do Nordeste do Brasil, no período 1948/88

realizados na maioria dos açudes, com frequência irregular, o que inviabiliza uma análise individual dos reservatórios. De qualquer modo, pode-se concluir que existe um crescimento diferenciado entre as espécies nativas e aclimadas, já que para estas a produção anual varia diretamente com o número de alevinos, enquanto que para as nativas não se verifica nenhuma tendência de variação entre alevinos e produção anual.

Tomando-se a média estimada para a produtividade pesqueira (105,0 kg/ha/ano) e a área total inundada até 1989, de 217498 ha em 291 açudes públicos (GURGEL, 1980), a produção anual de pescado

chegaria a 22837 t, que significam um aumento de 43,5% sobre a produção média anual de 15911 t no período 1986/88. O acréscimo de 6926 t/ano na produção de pescado pode ser facilmente conseguido (já que se chegou a 18301 t em 1980/82), desde que haja uma intensificação do processo de repovoamento balanceado forrageiro/carnívoro nos açudes públicos e não se privilegiem os açudes particulares, que chegaram a receber, em termos relativos, 20 vezes mais alevinos que os públicos, conforme verificado por FORTELES-FILHO & VIANA (1982) durante o período 1971/80.

3.3. Produtividade biológica

3.3.1. Relação F/C

Devido à prolificidade de algumas espécies e à intensificação do peixamento com alevinos de espécies com dieta alimentar herbívora, pode ocorrer uma redução da taxa de crescimento individual na maioria das espécies. Deste modo, grandes variações podem ocorrer na produção total capturável numa comunidade em equilíbrio, de muitas espécies, devido à competição entre as mesmas por um suprimento alimentar de capacidade limitada. Portanto, o número de indivíduos das espécies forrageiras deve ser controlado por espécies carnívoras (predadoras), para evitar uma queda na taxa de crescimento e gerar assim um equilíbrio da biomassa da comunidade como resultado da combinação ótima do peso total entre espécies forrageiras e carnívoras.

Nos açudes públicos foram registradas 12 espécies forrageiras, com destaque para a curimatã comum, as tilápias e os camarões, e 10 espécies carnívoras, destacando-se a pescada

do Piauí, a traíra e os tucunarés. Uma análise da produção de pescado gerada por esses dois grupos de espécies (FIGURA 3) mostra que ambos têm tendência crescente no período 1948/88, mas com fases alternadas de predominância ou de forrageiras ou de carnívoras, bem como de equilíbrio entre as mesmas:

(a) No período de 1948 a 1958, registra-se uma superioridade das espécies carnívoras, que se traduz numa Relação F/C média igual a 0,51, devido ao fato de que no início das atividades de fomento da produção em açudes, o repovoamento dependia mais da capacidade natural de reposição da biomassa do que do peixamento com alevinos produzidos em Estações de Piscicultura.

(b) De 1959 a 1964, há uma reversão nesse quadro, agora com superioridade das espécies forrageiras, gerando-se uma Relação F/C = 1,35, principalmente devido à elevada produção de curimatã comum no período 1962/64.

(c) A predominância das espécies

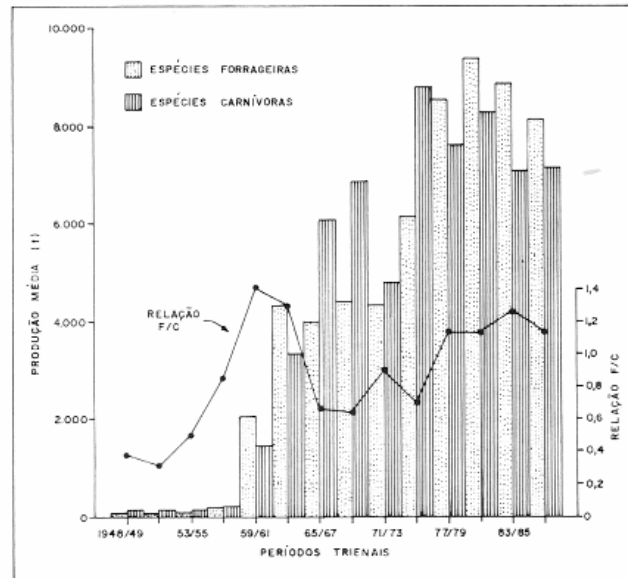


FIGURA 3 - Produção trienal média de espécies forrageiras (F) e carnívoras (C), e respectiva Relação F/C, em açudes públicos do Nordeste do Brasil, no período 1948/88

carnívoras é recuperada de 1965 a 1976 (Relação F/C = 0,72) devido ao esforço de repovoamento com a pescada do Piauí, mas nos anos seguintes, de 1977 a 1988, ocorreu uma definitiva tendência de equilíbrio entre as espécies forrageiras e carnívoras (embora com ligeira predominância das forrageiras), registrando-se uma Relação F/C = 1,17, tendo como principal fator responsável a aclimação bem sucedida das tilápias, ao mesmo tempo em que se mantinha elevada a contribuição de espécies carnívoras como a pescada do Piauí e os tucunarés. Com base nesses últimos resultados, pode-se concluir que o alcance da produção máxima sustentável da comunidade ainda depende da intensificação do repovoamento com alevinos das principais espécies, mas principalmente das carnívoras, já que a Relação F/C tem apresentado valores acima de 1 em anos recentes, o que indica um desequilíbrio no aproveitamento ótimo da biomassa existente nos açudes.

O conjunto das informações acima apresentadas nos permite supor, com certo grau de segurança, que o alcance da produção máxima sustentável da comunidade depende principalmente do repovoamento, já que se comprovou, pelo menos para as espécies aclimadas, que a produção de pescado varia diretamente com o número de alevinos utilizados no peixamento. Por outro lado, deve-se ressaltar que a conclusão sobre a necessidade de maior ênfase no repovoamento com espécies carnívoras, para maximizar a produção, se baseia em dados empíricos, uma vez que não é possível determinar a produção máxima sustentável de maneira diferenciada para conjuntos de açudes que tenham sido objeto de sistemas de peixamento contínuo e descontínuo.

FONTELES-FILHO & VIANA (1982) determinaram empiricamente que os maiores índices de produção e produtividade em açudes do Nordeste ocorrem quando o peso

das espécies forrageiras e carnívoras se equivalem, isto é, Relação F/C = 1, o que implica a necessidade de se colocar mais alevinos de forrageiras, já que estas servem de presa para as carnívoras e têm menor peso individual. Assim, nos programas de repovoamento, sugere-se uma razão numérica de 1 : 15 (determinada pelos autores acima citados) entre alevinos de espécies carnívoras e forrageiras, que deve gerar um equilíbrio no peso dessas espécies e, por conseqüência, a máxima produção da comunidade no açude. Deve-se ainda ressaltar que a produção máxima biológica, determinada por uma predominância de espécies forrageiras, pode não corresponder necessariamente à receita máxima econômica, já que espécies carnívoras (em desvantagem numérica) têm maior peso e melhor cotação comercial no mercado consumidor.

3.3.2. Índice Morfo-edáfico

O Índice Morfo-edáfico (IME) é uma fórmula derivada empiricamente para calcular a produção potencial de peixes em lagos temperados não-explorados (RYDER, 1978), mas as restrições à sua aplicação em outros tipos de lagos em diversas regiões terrestres foram gradativamente sendo relaxadas, de modo que tornou-se possível utilizar esse conceito em açudes tropicais, como os do Nordeste do Brasil.

Duas variáveis limnológicas (sólidos totais dissolvidos-STD e profundidade) ou suas correlatas compõem o valor do IME, fornecendo uma expressão métrica que reflete a produtividade do reservatório. Condutividade e alcalinidade são as duas variáveis correlatas mais comumente utilizadas para substituir o valor de STD, pois representam uma condição edáfica média para a região circundante do reservatório indicativa da sua produtividade (HENDERSSON; RYDER; KUDHONGANIA, 1973). Um tratamento estatístico com Regressão Múltipla demonstrou que a profundidade contribui mais para a variabilidade da

produção do que o valor de STD (RAWSON, 1952), mas ainda não se pode provar se certos lagos são mais produtivos porque são rasos, ou vice-versa.

A pequena profundidade média (5,8 m) dos açudes estudados é, provavelmente, responsável pela inexistência de correlação entre esse parâmetro e sua produtividade natural ($r = 0,035$; $P > 0,05$), fato também constatado por PAIVA & GESTEIRA (1977).

Deste modo, apesar da observação de RAWSON (1952), que considera esta variável importante na determinação da produtividade, sua influência no valor do IME deve ser praticamente nula nos açudes do Nordeste, por sua pequena profundidade e estabilidade da temperatura. Portanto, a variação do IME passar a depender principalmente da quantidade de sólidos totais dissolvidos na água.

TABELA 3

Dados sobre produtividade natural, profundidade média, índice morfo-edáfico e sólidos totais dissolvidos, em açudes públicos de diversos sistemas fluviais do Nordeste do Brasil

Sistema fluvial/açude	Produtividade (kg/ha/ano)	Profundidade média (m)	Índice morfo-edáfico (ppm)	Sólidos totais dissolv. (ppm)
PIAUÍ				
Parnaíba/PI	17,5	7,0	0,962	6,74
CEARÁ				
Jaguaribe	30,5	6,2	2,908	18,03
Acaraú	26,1	7,5	2,135	16,01
Curu	31,6	6,3	3,120	19,65
Coreaú	39,4	4,8	4,880	23,42
Poti	10,4	3,5	0,333	1,17
Complementar	30,0	4,8	2,830	13,58
MÉDIA	28,8	6,3	2,604	16,40
R.G. NORTE/PARAÍBA				
Piranhas	33,6	5,8	3,537	20,52
Paraíba	25,4	6,6	2,025	13,36
Apodi	15,4	4,7	0,738	3,47
Complementar	23,9	4,2	1,793	7,53
MÉDIA	28,7	5,7	2,580	14,70
PERNAMBUCO/ALAGOAS				
Moxotó	39,7	6,2	4,947	30,67
Terra Nova	8,8	6,1	0,244	1,48
Pajeú	57,8	4,4	10,498	46,19
Ipojuca	9,0	7,2	0,251	1,81
Rio das Garças	6,7	6,0	0,138	0,83
Complementar	60,8	3,7	11,615	42,98
MÉDIA	54,0	5,4	9,157	49,45
SERGIPE/BAHIA				
Itapicuru	59,3	6,0	11,049	66,30
Três Barras	23,7	3,3	1,753	5,78
São Francisco	16,5	7,6	0,846	6,43
Rio de Contas	28,3	5,9	2,506	14,79
Vaza Barris	41,1	7,0	5,292	37,04
MÉDIA	40,9	6,2	5,258	32,60
MÉDIA GERAL	28,9	5,8	3,867	22,43

Aplicando-se a equação 3 aos dados sobre produtividade natural das espécies nativas, obtidas a partir da proporção média de 34,0% em relação a produtividade total do açude, foram calculados os valores do IME que, multiplicados pela profundidade média, forneceram uma estimativa da quantidade de sólidos totais dissolvidos, com os seguintes resultados (TABELA 3):

(a) O valor médio do IME para todos os açudes analisados foi estimado em 3,867 ppm/m, resultando num valor médio de 22,43 ppm de sólidos totais disponíveis, para uma profundidade média de 5,8 metros.

(b) Em termos de sistema fluvial, o IME variou na seguinte ordem decrescente: Pernambuco/Alagoas = 9,157 ppm/m; Sergipe/Bahia = 5,258 ppm/m; Ceará = 2,604 ppm/m; R.G. do Norte/Paraíba = 2,580 ppm/m; Piauí = 0,962 ppm/m. Esses dados confirmam que deve ser a riqueza biológica da região adjacente aos açudes o fator principal determinante das variações na produtividade, motivo da coincidência entre o maior valor do IME (9,157 ppm/m) e o menor intervalo de tempo (5,3 anos) necessário para que a produção pesqueira se estabilize, registrada nos açudes do sistema Pernambuco/Alagoas.

No Lago Nasser, Egito, RYDER & HENDERSSON (1975) determinaram um valor de IME = 7,8 ppm/m, correspondendo a uma produção potencial de pescado de 14500 t, para uma profundidade média de 20,5 m e produtividade de 37,5 kg/ha/ano. Assim, embora a produtividade natural nesse lago artificial (como indicada pelo valor do IME) seja o dobro da registrada para os açudes do Nordeste, sua produtividade pesqueira é apenas cerca de 1/3 daquela obtida nesses reservatórios. Essas diferenças em produção e produtividade

devem ser decorrentes, de um lado, da enorme área superficial do Lago Nasser, e de outro, da maior eficiência do sistema de repovoamento dos açudes do Polígono das Secas.

3.3.3. Produtividade natural

Tendo em vista o caráter alóctone da produção de pescado nos açudes do Nordeste e o fato de que as espécies aclimadas são as que realmente têm contribuído para os níveis de produtividade mencionados na literatura científica, a estimativa da verdadeira produtividade biológica deve levar em conta apenas a produção de espécies nativas, aquelas que já existiam nos sistemas fluviais desde o início da barragem das águas. Neste trabalho, foi possível calcular, separadamente, a produção anual média das espécies nativas, aquelas que efetivamente determinam a produtividade biológica natural do açude, bem como das espécies aclimadas, que contribuem mais efetivamente para a produtividade pesqueira.

No período 1948/88, as espécies nativas e aclimadas contribuíram com 34,0% e 66,0% da produção pesqueira, respectivamente, de modo que a partir do índice médio de 105,0 kg/ha/ano, correspondente à produtividade pesqueira, estima-se a produtividade natural dos açudes do Nordeste em apenas 35,7 kg/ha/ano, portanto, bastante inferior aos valores de 70-100, 100 e 118 kg/ha/ano estimados respectivamente por BARD (1974), PAIVA & GESTEIRA (1977) e BURGOS & SILVA (1989), que incorporam também a produção das espécies aclimadas. Em reservatórios tropicais foram determinados índices de produtividade os mais variados, que dependem particularmente da composição das espécies existentes, sendo mais elevadas naqueles onde ocorrem representantes da família Cichlidae (FERNANDO, 1980).

5. CONCLUSÃO

Uma análise desses resultados, juntamente com as informações sobre a produção de espécies aclimadas, reforça o fato de que a produção pesqueira varia numa proporção direta com a produtividade natural do reservatório, reforçada por um sistema alóctone de adição de biomassa por peixamento, tendo em vista as características dos açudes como ambientes destinados à Piscicultura Extensiva. Nesse contexto, a maximização da produção pesqueira passa a depender também de um equilíbrio entre as espécies forrageiras e carnívoras, no sentido da equivalência de biomassa entre esses dois grupos de indivíduos dentro da biocenose.

A administração desse sistema de cultivo extensivo como uma atividade de caráter

sócio-econômico, funciona através de uma política de fomento à produção de alimento por órgãos públicos, em que os custos sociais são assumidos pelo Governo para beneficiar uma grande comunidade de pessoas que dela dependem para sua sobrevivência. Embora sem uma análise econômica desse sistema, pode-se facilmente observar que as receitas são bem maiores que os custos, justificando-se plenamente a continuação dessas diretrizes para cuja manutenção se exige um eficiente sistema de produção e distribuição de alevinos e um controle da Relação F/C, com vistas ao repovoamento sistemático e maximização da produção de pescado nos açudes do Nordeste do Brasil.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARD, J. 1974 *Relatório da Missão Piscícola no Brasil*. Centre Technique Forrestier Tropical, Paris, 77 p.
- BURGOS, P. F. O. & SILVA, J.W.B. 1989 Diagnóstico da aquicultura na região Nordeste do Brasil. *FAO/Proj.GCP/RLA/075/ITA-AQUILA*, Brasília, 342 p.
- FERNANDO, C. H. 1980 Tropical man-made lakes, African fish and cheap protein. *ICLARM Newsletter*, Manila, 3 (1): 15 - 17.
- FONTELES-FILHO, A. A. & VIANA, M. S. R. 1982 Análise do sistema de produção e distribuição de alevinos nos açudes do Polígono das Secas. *Col. Mossor.*, Mossoró, (240):1 - 22.
- GURGEL, J. J. S. 1979 *Pesca e piscicultura nas águas represadas do Polígono das Secas*. Departamento Nacional de Obras Contra as Secas, Fortaleza, 60 p.
- _____ 1980 Pesca em açudes construídos no Brasil, principalmente na região do Semi-árido. *Caatinga*, Mossoró, 7: 190-206.
- GURGEL, J.J.S. & OLIVEIRA, A. G. 1987 Efeitos da introdução de peixes e crustáceos no Semi-árido do Nordeste brasileiro. *Col. Mossor.*, Mossoró, (453): 1-32.
- HENDERSSON, H. F.; RYDER, R. A.; KUDHONGANIA, A. W. 1973 Assessing fishery potentials of lakes and reservoirs. *J. Fish. Res. Board Can.*, Ottawa, 30: 2000-09.
- MACÊDO, M. V. A. 1981 *Características físicas e técnicas dos açudes públicos do Estado do Ceará*. Departamento Nacional de Obras Contra as Secas, Fortaleza, 140 p.
- PAIVA, M. P. 1976 *Estimativa do potencial da produção de pescado em grandes represas brasileiras*. ELETROBRÁS/Diretoria de Coordenação, Rio de Janeiro, 33 p.
- _____ & GESTEIRA, T. C. V. 1977 Produtividade da pesca nos principais açudes públicos do Nordeste do Brasil. *Notes et documents sur la pêche et la pisciculture/CTFT*, Nogent-sur-Marne, (14): 55-67.

FONTELES-FILHO, A.A. & ALVES, A.L. 1995 Produção pesqueira e produtividade biológica em açudes públicos do nordeste do Brasil. *B. Inst. Pesca*, São Paulo, 22(2): 1 - 14, jul./dez.

RAWSON, D. S. 1952 Mean depth and the fish production of large lakes. *Ecology*, Durham, 33(4): 513-21.

RYDER, R. A. 1965 A method for estimating the potential fish production of north temperate lakes. *Trans. Amer. Fish. Soc.*, Lawrence, 94: 214-18.

_____ 1978 Fish yield assessment of large lakes and reservoirs - a prelude to management, p. 403-423, In: GERKING, S. D. (ed.). *ECOLOGY*

OF FRESHWATER FISH PRODUCTION
Blackwell Scientific Publications, XIV + 520 p.

RYDER, R. A. & HENDERSSON, H. F. 1975 Estimate of potential yield for the Nasser Reservoir, Arab Republic of Egypt. *J. Fish. Res. Board Can.*, Ottawa, (32): 2137-51.

WELCOMME, R. L. 1983 *Considerations on tropical freshwater fish production*, p. 119-136, In: ANAIS DO III CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PESCA, Manaus, 520 p.

GLOSSÁRIO

Apaiari, *Astronotus ocellatus* (Cuvier); beiru, *Curimata ciliata* (Mueller & Troschel); camarões, *Macrobrachium* spp.; cangati, *Trachycoristes galeatus* Linnaeus; carpa comum, *Cyprinus carpio* Linnaeus; curimatã comum, *Prochilodus cearensis* Steindachner; curimatã pacu, *Prochilodus marggravii* (Walbaum); pescada branca, *Cynoscion leiarchus* (Cuvier); pescada cacunda, *Plagioscion surinamensis* (Bleeker); pescada do Piauí, *Plagioscion squamosissimus* (Heckel); piau comum, *Leporinus friderici* (Bloch); piau verdadeiro, *Leporinus elongatus* Valenciennes; pirambebas, *Serrasalmus* spp.; piranhas, *Pygocentrus* spp.; pirarucu, *Arapaima gigas* (Cuvier); sardinha, *Triplotheus* spp.; tambaqui, *Colossoma macropomum* Cuvier; Tilápia do Congo, *Tilapia rendalli* Boulenger; tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus* (Linnaeus); traíra, *Hoplias malabaricus* (Bloch); tucunaré comum, *Cichla monoculus* Schneider; tucunaré pinima, *Cichla temensis* Humboldt.