

# BOLETIM TÉCNICO

Órgão Oficial do DNOCS

## SUMÁRIO

Ocorrência e causas de depleção de Curimatã Comum, <i>PROCHILODUS CEARENSIS</i> Steindachner, no Açude Público FORQUILHA (Sobral, Ceará, Brasil) — <i>J. W. Bezerra e Silva</i> .....	9
Aspectos Limnológicos do Açude Amanari, em Maranguape, Ceará, Brasil — <i>J. Jarbas Studart Gurgel</i> .....	31
Ocorrência e causas de depleção de Curimatã Comum, <i>PROCHILODUS CEARENSIS</i> Steindachner, no Açude Público GENERAL SAMPAIO (General Sampaio, Ceará, Brasil) — <i>J. W. Bezerra e Silva</i> .....	53
A Brazilian's impressions of U. S Forestry — <i>Carlos Bastos Tigre</i> ..	75
Construção de nomogramas para o cálculo de barragens — <i>Homero Lenz Cesar</i> .....	87

Boletim Técnico	Fortaleza	v. 28	n.º 1	p. 1-92	jan/jun	1970
-----------------	-----------	-------	-------	---------	---------	------

OCORRÊNCIA E CAUSAS DE DEPLEÇÃO DE CÚRIMATÃ  
COMUM, PROCHILODUS CEARENSIS STEINDACHNER,  
NO AÇUDE PÚBLICO "FORQUILHA"  
(SOBRAL, CEARÁ, BRASIL)

## SUMÁRIO

AÇUDE FORQUILHA .....	9
PESCA E ARTES PESQUEIRAS .....	10
MATERIAL E MÉTODOS .....	10
DISCUSSÃO .....	13
CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES .....	17

**OCORRÊNCIA E CAUSAS DE DEPLEÇÃO DE CURIMATÃ COMUM, PROCHILODUS CEARENSIS STEINDACHNER, NO AÇUDE PÚBLICO "FORQUILHA" (SOBRAL, CEARÁ, BRASIL) \***

J. W. Bezerra e Silva \*\*

A curimatã comum, *Prochilodus cearensis* Steindachner, cuja biologia foi descrita por AZEVÊDO & VIEIRA (1939), constitui-se numa das principais espécies, do ponto de vista econômico, presentes no nordeste brasileiro, estando distribuída em quase todos os rios e açudes da região.

Espécie iliófaga, facilmente capturada com auxílio de galão ("gill-net") e tarrafas, caracterizando-se pela migração que realiza, anualmente, por ocasião das cheias dos rios, procurando "águas novas" para se reproduzir (AZEVEDO & VIEIRA, 1939; CHACON, 1959; DENDY, et al. 1966 e 1967; FONTENELE, 1960 e 1961; GODOY, 1959 e 1965).

Em 1966, o 1.º Distrito de Fomento e Produção acusou à Diretoria de Fomento e Produção (órgãos então vigentes no DNOCS), uma queda de produção de curimatã comum, no açude público "Forquilha" (Sobral, Ceará, Brasil). 1

Decorrentemente, o então Centro de Pesquisas Biológico-Pesqueiras (atual Divisão de Pesquisas Ictiológicas), daquela Diretoria, incubiu-nos de realizar investigações no referido açude, visando determinar a ocorrência e causas da depleção alegada. Os trabalhos realizados constam desta nota e se baseiam em dados da pesca comercial, coletados no período de 1957 a 1968.

### **AÇUDE FORQUILHA**

Localizado a 15 km da cidade de Sobral (CE), à margem da BR-222, sendo formado pelo represamento do rio Madeira, afluente do Acaraú.

Concluído em 1927 (PINHEIRO, 1959), recebeu água, pela primeira vez, no ano seguinte, atingindo, no entanto, a cota de san-

---

\* Trabalho elaborado em cumprimento à Portaria n.º 560/DG, de 16/07/1968 DNOCS.

\*\* Eng.º Agr.º da CPq/Divisão de Pesquisas Ictiológicas — DNOCS — Fortaleza, Ceará, Brasil.  
1 — Of. n.º 1.105/DF/SSP, de 25.03.1966.

gria somente em 1934. Tem capacidade para 50.132.000 m<sup>3</sup> d'água, com uma área de 923 ha e uma profundidade máxima de 14,50 m. No período de 1957 a 1968, sangrou nos anos de 1963 a 1965 e 1968.

Até 1966, o sangradouro não permitia a subida, para a bacia hidráulica, dos peixes de piracema, entre os quais a curimatã comum. Naquele ano, foi construída uma escada de peixe (CHARLIER, 1957), a qual funcionou em 1967 e 1968. Esta é constituída de duas séries de tanques, num total de 21, estando localizada na ombreira esquerda do sangradouro (FONTENELE, 1961).

Com uma bacia hidráulica mais ou menos limpa, observamos, no entanto, alguma vegetação submersa, principalmente pertencente às famílias Najadaceae e Pontamogetonaceae. Observamos abundante vegetação submersa vulgarmente chamada de pirrichio, *Hidrotrix gardneri* Hook, (BRAGA, 1951).

Aves predadoras observamos (nadando, sobrevoando ou pou-sadas nas margens do açude), alguns exemplares de martim pescador (Alcedidae), socó (Ardeidae), mergulhão (Steganopode) e garça (Ardeidae).

Os nomes vulgares e científicos dos peixes encontrados no açude são vistos na tabela VII.

### PESCA E ARTES PESQUEIRAS

A captura de curimatã comum, no açude "Forquilha", é feita com galões ("gill-nets") e tarrafas de "nylon", segundo métodos tradicionais. A partir de 1957, esses aparelhos de pesca confeccionados com fios de algodão foram, paulatinamente, substituídos pelos de fios de "nylon", fato que contribuiu para um aumento na produtividade da pesca nos açudes (FONTENELE, 1960).

De uma maneira geral, as pescarias são noturnas, iniciando-se às 18 horas de um dia e prolongando-se até 6 horas do subsequente. O galão, neste período, permanece estendido n'água, podendo mudar ou não de local e ficar "fundeado" (no fundo do açude), "quibado" (em meia água) ou "boiado" (na superfície da água) (FONTENELE, 1962; SILVA, 1969). Em cada pescaria, a embarcação, canoa à remo, geralmente de pau-branco e medindo 4,00 x 0,80 x 0,30 m, conduz 2 homens (pescador e ajudante).

### MATERIAL E MÉTODOS

Os dados que servem de fundamento para este trabalho, foram obtidos dos boletins estatísticos de desembarque do pescado no açude, tendo sido coletados pela Seção de Fiscalização da Pesca (SFP)

do DNOCS, diretamente dos pescadores e nas guaritas de pesca do açude.

Utilizamos dados sobre número de indivíduos capturados, peso dos indivíduos (kg) e "esforço de pesca" empregado no açude, ordenados inicialmente por mês e, posteriormente, por ano, para a curimatã comum, pescada do Piauí, *Plagioscion squamosissimus* Heckel, pescada cacunda da Amazonas, *Plagioscion surinamensis* Bleeker e para a traira, *Hoplias malabaricus* Bloch.

Com base naqueles dados, calculamos os pesos médios (g) e os índices de captura (n.º de indivíduos por galão/ano, para a curimatã comum e as 2 espécies de pescada e n.º de indivíduos por anzol/ano, para a traira), em cada ano de observação.

Dados sobre o movimento de peixes na escada de peixe do açude, em 1967, obtivemos do arquivo da Seção de Fiscalização da Pesca (DNOCS). Citadas observações foram efetuadas pelos fiscais de pesca do açude.

Por falta de dados sobre o comprimento dos peixes, que nos possibilitassem determinar os grupos de idades dos exemplares de curimatã comum desembarcados nos anos considerados, usamos os valores dos pesos médios e dos índices de captura para análise da pesca, compreendendo: (1) observação de desovas e (2) observações sobre a classe anual formada. Assim: (a) baixa no peso médio ou peso médio mais ou menos constante + aumento no índice de captura = ótima desova e excelente classe anual; (b) baixa no peso médio ou peso médio mais ou menos constante + diminuição no índice de captura = pequena desova ou pequena classe anual oriunda no açude e (c) elevação no peso médio + diminuição do índice de captura = sem desova (sem formação de classe anual).

Os dados estatísticos obtidos, estão referidos e analisados nas tabelas I a VI, e representados nas figuras 1 a 3.

A análise dos mesmos foi fundamentada nos seguintes critérios: (1) declínio das capturas por ano de pesca; (2) declínio da tonelagem total desembarcada anualmente, apesar de uma intensidade de pesca constante ou em elevação; (3) produção muito irregular e (4) acréscimo da taxa de crescimento individual (devido a um aumento na capacidade nutritiva individual, resultante da diminuição da densidade da população). Tais critérios consideramos ajustáveis a presente análise.

Para análise das possíveis causas de depleção, levantamos as seguintes hipóteses: (1) intensidade de esforço elevada; (2) predação por espécies carnívoras presentes no açude; (3) pobreza das águas devido à modificações do "habitat" e (4) diminuição em virtude de fatores estranhos à pesca.

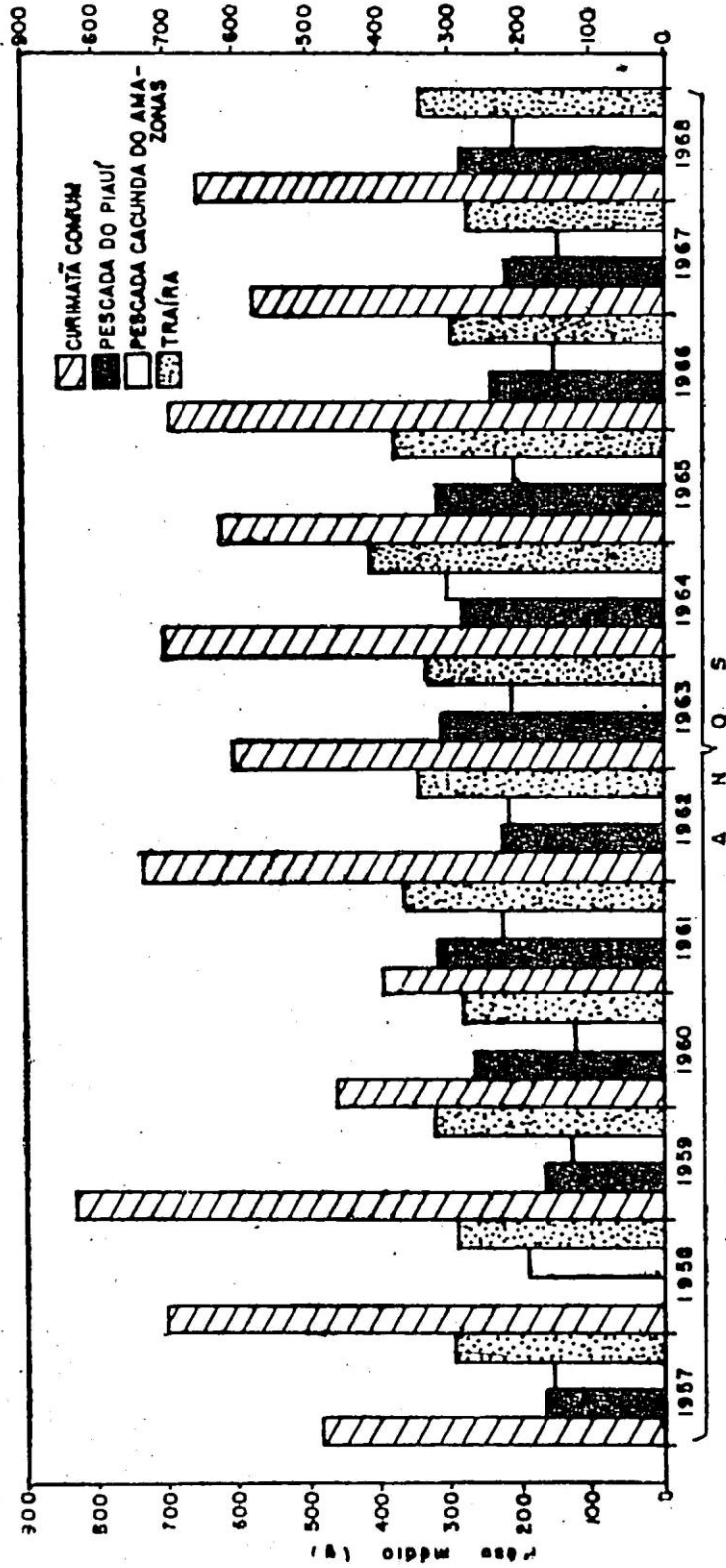


FIG. 1 — PESOS MÉDIOS (g) DE CURIMATÃ COMUM, PROCHILODUS CEARENSIS STEINDACHNER, PESCADA DO PIAUÍ, PLAGIOSION SQUAMOSISSI-MUS HECKEL, PESCADA AMC., P. SURINAMENSIS E TRAIRA, HOPLIAS MALABARICUS, NAS PESCARIAS COMERCIAIS NO AÇUDE "FORQUILHA" (SOBRAL, CEARÁ, BRASIL), NO PERÍODO DE 1957 A 1968.

## DISCUSSÃO

### Ocorrência de depleção

**Declínio das capturas por ano de pesca.** — Ao contrário do observado por SHELL et all. (1968) para o açude "Pereira de Miranda" (Pentecoste. Ce), as curimatãs de uma dada classe anual, originadas no açude "Forquilha", só são recrutadas no ano subsequente. Isto porque em 1966 não houve desova (ano seco) e as curimatãs da classe de 1967, quer as nascidas à montante da barragem quer as nascidas à jusante e que galgaram a mesma através da escada de peixe, só apareceram na pesca em 1968 (tabelas II e V). Assim é que a pesca no ano de 1958 foi analisada com base nos pesos médios e no índice de captura da curimatã comum no ano de 1957, e sucessivamente. SHELL et all. (1968), encontraram que a pesca de curimatã comum no açude "Pereira de Miranda" depende, em grande parte, de uma simples classe anual e que poucas curimatãs vivem mais de 18 meses no açude. Os dados parecem demonstrar que o mesmo fato vem se verificando no açude "Forquilha".

A tabela I nos mostra que o número de exemplares de curimatã comum capturados variou bastante, sendo mínimo em 1960 e máximo em 1961.

Na tabela II verificamos péssimas capturas nos anos de 1959 e 1960, provocadas pela ausência da classe de 1958 (ano seco) e pela ausência de desova, ou desova não aproveitada, em 1959. Tivemos excelentes capturas em 1961, verificando-se grande aproveitamento das classes de 1960 e 1961. Observamos declínio das capturas de 1964 a 1967. Ótimas capturas foram obtidas em 1958, 1963 e 1968. Nos demais anos ela girou em torno da média.

**Declínio da tonelagem total pescada anualmente, apesar de uma intensidade de pesca constante ou em elevação.** — A tabela I e figura 3, nos mostram que, embora o esforço aplicado na pesca estivesse em elevação, a tonelagem total pescada anualmente diminuiu. Fato observado nos períodos de 1957 a 1960 e de 1963 a 1967. Com exceção dos anos de 1958 e 1968, um acréscimo na intensidade da pesca correspondeu a um decréscimo na tonelagem anual pescada.

**Produto muito irregular.** — Fato observado nas tabelas I e II e figura 2.

**Acréscimo da taxa de crescimento individual.** — Não dispomos de dados para o cálculo do acréscimo da taxa de crescimento individual. No entanto, quando comparamos os pesos médios dos exemplares de curimatã comum do açude "Forquilha" com os daqueles peixes do açude "Pereira de Miranda", notamos que os do primeiro são bem maiores (tabela VI). Isto parece se dever a uma menor densidade da aludida espécie no açude "Forquilha". Devemos sa-



liantar que: (1) as características dos aparelhos e os métodos de pesca dos dois açudes, acima citados, pouco diferem (SILVA, 1969); (2) a pesca da curimatã comum no açude "Pereira de Miranda" se mantém em ótimo nível e (3) constatamos, em medições efetuadas nos locais de desembarque desta espécie nas guaritas do açude "Forquilha", que os peixes capturados apresentaram comprimento total médio de 402 mm e peso médio de 1.000 gramas (dezembro, 1968).

### Causas da depleção

**Intensidade de esforço elevado.** — A tabela I e figuras 2 e 3 nos mostram que, com rara exceção, um aumento no esforço de pesca correspondeu a um decréscimo nos índices de captura de curimatã comum, a tal ponto de ter reduzido a pesca a 387 indivíduos em 1960. Bastando, portanto, que não houvesse a classe de 1958 e que a de 1959 fôsse diminuta, para que os galões na pesca reduzissem o estoque de curimatã comum à quase zero, em 1960.

**Predação por espécies carnívoras presentes no açude.** — A tabela III mostra ser bastante irregulares os índices de captura das pescadas, do Piauí e cacunda do Amazonas. Para a traira estes índices variam muito pouco (tabela IV), sendo que, para esta espécie, o índice de captura máxima registrou-se no mesmo ano em que o índice de captura da curimatã foi máximo (1964). Os índices de captura máximos para as três espécies carnívoras, não coincidiram com o período em que foram mínimos para a curimatã comum (figura 2).

Não notamos acréscimo nos pesos médios das pescadas, Piauí e cacunda, e da traira, que correspondesse a um decréscimo no peso médio da curimatã comum (figura 1). Também não verificamos incrementos acentuados nos pesos médios das três espécies carnívoras, no período em que os índices de captura da curimatã comum foram mínimos (tabelas I, III e IV e figuras 1 e 2).

Para AZEVÊDO & VIEIRA (1939: 82) "... o índice de predação atribuída aos peixes carnívoros em prejuízo da população ictiológica das nossas águas, não têm as proporções geralmente imaginadas". Citados autores referiam-se aos rios e açudes do nordeste do Brasil.

**Pobreza das águas devido a modificações do "habitat".** — Não dispuzemos de dados limnológicos do açude. No entanto, sabemos que nos primeiros anos após a construção de um açude, este se torna bastante piscoso, em virtude, sobretudo, da adubação natural que sofre, graças à denominação do material verde coberto pelas águas. Decorridos alguns anos, o volume das capturas decresce até estabilizar em determinados níveis de produção. Este equilíbrio pode ser rompido por mudanças climáticas (sêca, p. ex.), pesca predatória, quebra da cadeia alimentícia (GODOY, 1965), além de outros.

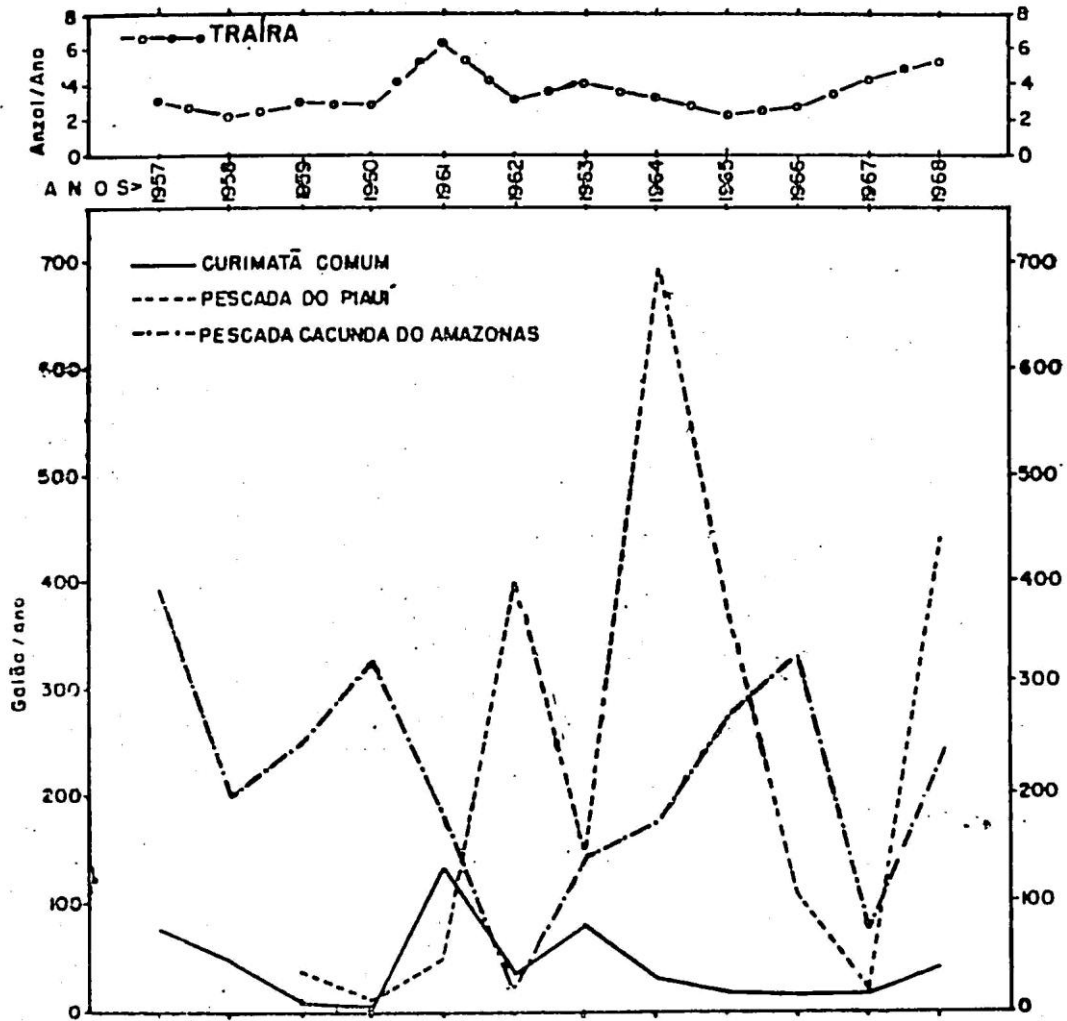


FIG. 2 — ÍNDICES DE CAPTURA DE CURIMATÁ COMUM, *PROCHILODUS CEARENSIS* STEINDACHNER, PESCADA DO PIAUÍ, *PLAGIOSCION SQUAMOSISSIMUS* HECKEL E PESCADA AMC., *P. SURINAMENSIS*, POR GALÃO/ANO E PARA A TRAIRA, *HOPLIAS MALABARICUS*, POR ANZOL/ANO, POR ANO, NAS PESCARIAS COMERCIAIS DO AÇUDE "FORQUILHA" (SOBRAL, CEARÁ, BRASIL), NO PERÍODO DE 1957 A 1968.

A tabela II nos mostra que nos 12 anos analisados, seis apresentaram classes anuais pequenas (pequenas desovas ou pequenos aproveitamentos do produto das desovas), em três não houve desova ou não houve aproveitamento do produto das desovas, incluindo-se a seca de 1958. Apenas em dois anos houve boas desovas, formação de excelentes classes anuais. A formação de classes anuais pequenas parece se dever a pobreza da água do açude. Salientamos que BRAGA (1961) constatou, mesmo em ano de boas chuvas, desova ínfima de curimatá comum no açude "Poço da Cruz" (Inajá, PE).

Segundo SHELL et all. (1968), não houve desova de curimatã comum no açude "Pereira de Miranda" em 1966 (ano sêco) e, ainda, uma classe maior originou-se no ano de 1967, havendo no ano de 1968, 2.º após o sêco, novamente uma reduzida reprodução, em virtude da ausência de peixes com dois anos de idade e também do fato de que apenas uma pequena percentagem das curimatãs com 1 ano de idade terem atingido a maturidade sexual. No açude "Forquilha" não constatamos êste fato, pois, em 1958 (ano sêco) não houve desova e em 1959 a classe anual formada no açude foi pequena e, ainda, em 1966 (ano sêco) não houve desova e em 1967 a classe anual formada foi ínfima. Isto parece se dever ao fato do açude "Forquilha" se recuperar, muito lentamente, dos efeitos de uma sêca, o que podemos atribuir à pobreza da água do mesmo.

**Diminuição em virtude de fatores estranhos à pesca.** — Conforme nos referimos, o açude "Forquilha" apresenta uma grande diferença de nível entre a soleira do sangradouro e o leito do rio à jusante dêste, impossibilitando a subida dos peixes para o açude. Segundo FONTENELE (1961), isto acarreta, quando a lâmina d'água de sangria é grande, uma regular perda de peixes arrastados pela água vertida no sangradouro. Segundo o mesmo autor, quando o sangradouro é de fácil acesso aos peixes "... os cardumes que se encontram nos poços dos rios, à jusante da barragem, atingem a bacia hidráulica e se reúnem aos peixes do açude e todos emigram a procura de local para a desova a montante" (pág. 12), aumentando, assim, a piscosidade do açude. Ainda FONTENELE (1961: 12) "... nas proximidades do sangradouro do açude Ayres de Souza, município de Sobral, Estado do Ceará, em um único dia de pesca, no ano de 1961, foram capturados 118.000 peixes que tentavam emigrar para a desova".

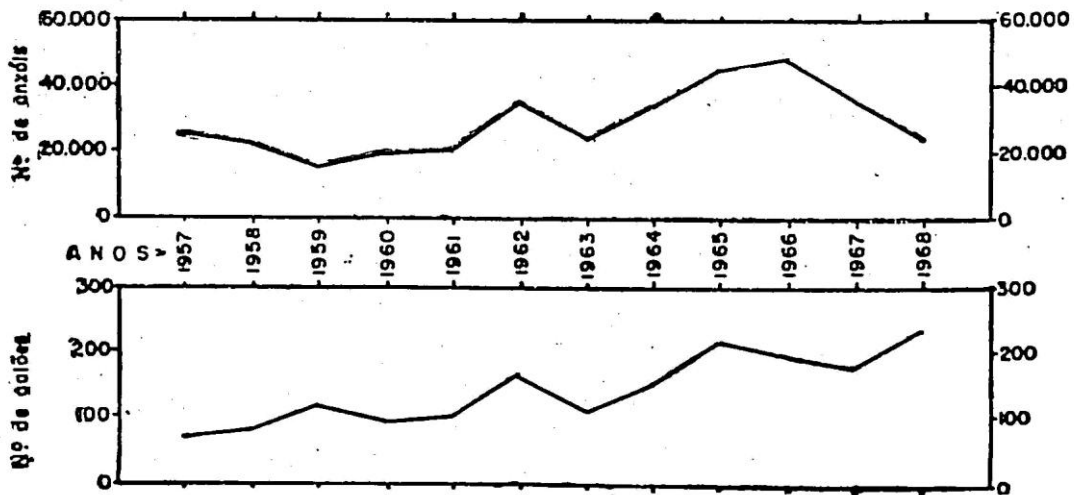


FIG. 3 — ESFORÇO DE PESCA (GALÃO/ANO E ANZOL/ANO) EMPREGADO NO AÇUDE "FORQUILHA" (SOBRAL, CEARÁ, BRASIL), NO PERÍODO DE 1957 A 1968

A tabela V nos mostra que galgaram a bacia hidráulica do açude "Forquilha", através da escada de peixe, em 1967, 15.740 curimatãs, em 56h30m de observação, numa média de 279 peixes por hora. Isto equivale quase a produção desta espécie nos últimos 5 anos, no açude.

Em 1968, houve subida de peixes pela escada, no entanto, não dispomos de dados sobre o movimento de curimatã comum na mesma.

Tivemos notícias da existência de duas tapagens no rio "Madeira" (sangria do açude) — uma nas proximidades da desembocadura deste rio no Acaraú e a outra entre este local e a barragem. Citadas tapagens são utilizadas, na época das cheias, para captura dos peixes que, no ato da desova, tentam subir o rio.

Não tivemos notícias, de enquetes feitas com moradores antigos das proximidades da barragem e de buscas nos arquivos do SEP (DNOCS), de mortandades de peixes, como a referida por BRAGA (1958), no açude "Aracatiaçu" (Sobral, Ce).

### CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

1. Durante o período de pesca estudado, 1957 a 1968, não houve mudanças acentuadas nos métodos e aparelhagens de pesca do açude "Forquilha".

2. A depleção de curimatã comum, *Prochilodus cearensis* Steindachner, evidenciou-se pelo: declínio das capturas por ano de pesca; declínio da tonelagem anual pescada, apesar de uma intensidade de pesca em elevação, produção muito irregular e acréscimo da taxa de crescimento individual.

3. As prováveis causas da depleção desta espécie no açude, são: intensidade de esforço elevada; pobreza da água, devida à modificações do "habitat" e diminuição em virtude de fatores estranhos à pesca.

4. Recomendamos: realização de estudos limnológicos no açude, visando comparação com outros em que a pesca da curimatã comum se encontre em boas condições; eliminação das tapagens referidas; controle rigoroso da escada de peixe a fim de permitir-se livre acesso dos peixes para o açude; e controle do "esforço de pesca" exercido no açude, a fim de evitar-se despesca excessiva.

### SUMMARY

In the present study, causes of depletion of stocks of curimatã comum, *Prochilodus cearensis* Steindachner, were determined, in the "Forquilha" reservoir (Sobral, Ceará, Brasil).

In order to detect the depletion the following criteria were studied: (1) decline in numbers of fish caught per fishing year; (2) irregular production of fish; (3) increase in individual fish growth rates and (4) decline in total tons of fish caught annually irregardless of a constant or elevated fishing effort.

In order to explain the depletion the following hypotheses were studied; increased intensity of fishing effort; poor water quality due to modification of habitat; decreases due to factors extraneous to fishing and predation by carnivorous species present in the reservoir.

The depletion was detected by the four criteria studied and explained by the confirmation of the first three hypotheses studied.

For recovery of the population the following recommendations are made:

1. Initiate limnological studies of the reservoir in order to make comparisons with other reservoir in which a fishery for curimatã comum also exists.
2. Elimination of tapagens (fish wiers) in the River Madeira.
3. Rigorous control of the fish ladder to permit free access for fish entering the reservoir.
4. Control of fishing effort in the reservoir to prevent overfishing.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AZEVEDO, P. & VIEIRA, B. B., 1939, Contribuição para o catálogo biológico dos peixes fluviais do nordeste do Brasil. *Bol. IFOCS*, Rio de Janeiro, 11 (2): 181 - 184, 1 fig.
- BRAGA, R. A., 1958, *Mortandade de peixes no açude público "Santo Antônio de Aracatiagu" (Sobral, Ceará)*. (MS).
- \_\_\_\_\_, 1961, *Desova de peixes no açude público "Poço da Cruz (Inajá, Pernambuco)*. (MS).
- \_\_\_\_\_, 1951, Sobre a planta pirrichio, *Hidrotrix gardneri* Hook em piscicultura. *Cha. e Qui.*, S. Paulo, 83(5): 633-634, 1 fig.
- CHACÓN, J. O., 1959, Caso de hermafroditismo em curimatã comum *Prochilodus* sp (Actinopterygii: Characidae, Prichilodinae). Coletânea e Trabalhos Técnicos Serv. Piscicultura, Fortaleza, Pub. n.º 163, Ser. I-C.
- CHARLIER, F., 1957, *Proteção à fauna aquática nos rios brasileiros*. Div. Prot. Prod. Peixes e Animais Silvestres, Sec. Agric., São Paulo, Publ. n.º 5, 56 pp., 15 figs.
- DENDY, J. S., SHELL, E. W. & PRATHER, E. A., *Relatório de Inspeção a Curto Prazo do Açude Pereira de Miranda e da Estação de Piscicultura de Amanari*. USAID-NE, Recife, Min., 45 pp.
- \_\_\_\_\_, 1967 *Segundo Relatório de Levantamento à Curto Prazo do Açude Pereira de Miranda, Visando Estabelecer Critérios para o Aperfeiçoamento da Pesca em Água Doce e das Práticas Intensivas e Administrativas de Piscicultura*. USAID-NE, Recife, Min., 65 pp.
- FONTENELE, O., 1961, Escadas de peixe nos açudes do nordeste brasileiro. *Bol. Soc. Cear. Agron.*, Fortaleza, (2): 11-21.
- \_\_\_\_\_, 1960, Aumento da produção pesqueira dos açudes pela melhoria da aparelhagem de pesca. *Bol. Soc. Cear. Agron.* Fortaleza, (1): 77-82.
- \_\_\_\_\_, 1969, Custo operacional da pesca com rêsdes de "nylon" no açude Araras e cálculo da produção mínima econômica. *Bol. Serv. Pisc. DNOCS.*, Fortaleza, (1): 8 pp.
- GOODY, M. P., 1965, *Criação de Peixe*. Est. Exper. Biol. Pisc., Pirassununga, Publ. n.º 3, 3.ª ed., 24 pp.
- \_\_\_\_\_, 1959, Age, growth, sexual maturity, behavior, migration, tagging and transplantation of the curimatã (*Prochilodus scrofa* Steindachner, 1881) of the Mogi Guassu River, São Paulo State, Brasil. *Anais Acad. Brasil. Ciên.*, Rio de Janeiro, 31 (3): 447-477, 22 fig.
- PINHEIRO, L. C. M., 1959, *Açudagem Pública*. DNOCS, Rio de Janeiro, Publ. 210, série I, E, 24 pp., 24 figs.
- SHELL, E. W., PRATHER, E. E. & JEFFREY, N. B., 1968, *Terceiro Relatório de uma Pesquisa a Curto Prazo Levada a Efeito nos Açudes Pereira de Miranda e Araras, para se Estabelecer Critérios para a Melhoria da Pesca em Água Doce, bem como para o Contrôlo da Piscicultura Intensiva*. USAID-NE, Recife, Min., 63 pp.
- SILVA, J. W. B. E., 1969, Considerações sobre a pesca no açude "Pereira de Miranda" (Pentecoste, Ceará, Brasil). *Bol. DNOCS*, série Fom. e Produção, Fortaleza (no prelo).
- Boletim Técnico, Fortaleza, 28(1): 1-92, jan./jun. 1970

TABELA I

Número de indivíduos capturados, peso (kg), peso médio (g), esforço (galão/ano) e número de indivíduos capturados por galão/ano, de curimatã comum ("Prochilodus cearensis"). Dados da pesca comercial no açude "Forquilha" (Sobral, Ce), no período de 1957 a 1968

ANOS	N.º indiv. capturados	Peso (kg)	Peso médio (g)	Esforço (galão/ano)	Índice de capturas n.º indiv. (galão/ano)
1957	5.044	1.953	387	68	74,1
1958	4.218	2.942	697	88	47,9
1959	870	725	833	120	7,2
1960	387	178	459	97	3,9
1961	13.044	4.317	330	100	130,4
1962	4.796	3.529	735	164	29,2
1963	8.107	4.883	602	110	73,7
1964	4.036	2.805	694	151	26,7
1965	1.719	1.070	622	220	7,8
1966	1.968	1.367	694	198	9,9
1967	1.931	1.113	576	180	10,7
1968	8.524	5.559	652	237	35,9
<b>TOTAL</b>	<b>54.644</b>	<b>30.441</b>	<b>537</b>	<b>1.733</b>	<b>31,5</b>

TABELA II

índices de capturas, pêso médio (g) e análise da pesca, por ano, de curimatã comum, "Prochilodus cearensis" Steindachner. Dados das pescarias comerciais no açude "Forquilha" (Sobral, Ceará, Brasil), no período de 1957 a 1968

ANOS	índices de captura (n.º indiv. por galão/ano)	Pêso médio (g)	ANALISE DA PESCA
1957	74,1	387	Sem desova ou sem aproveitamento do produto da desova. Índice de captura elevado e pêso médio baixo.
1958	47,9	697	Sem desova. Ano sêco. Índice de captura acima de média. Pêso médio elevado.
1959	7,2	833	Pequena desova. Formação de pequena classe anual. Índice de captura baixíssimo e pêso médio elevado.
1960	3,9	459	Boa desova. Formação de grande classe anual. Peixes recrutados em 1961. Índice de captura baixíssimo e pêso médio baixo.
1961	130,4	330	Sem desova ou sem aproveitamento do produto de desova. Índice de captura elevado e pêso médio baixo.
1962	29,2	735	Boa desova. Formação de boa classe anual. Índice de captura baixo e, pêso médio elevado.
1963	73,7	602	Pequena desova. Formação de pequena classe anual. Índice de captura elevado e pêso médio pouco acima do valor médio para os 12 anos.
1964	26,7	694	Pequena desova. Formação de pequena classe anual. Índice de captura baixo e pêso médio elevado.
1965	7,8	622	Pequena desova. Formação de pequena classe anual. Índice de captura baixíssimo e pêso médio acima do valor médio para os 12 anos.
1966	9,9	694	Pequena desova. Formação de pequena classe anual. Índice de captura baixíssimo e pêso médio elevado.
1967	10,7	576	Pequena desova. Formação de pequena classe anual. Índice de captura baixo e pêso médio em torno do pêso médio para os 12 anos.
1968	35,9	652	Índice de captura elevado e pêso médio também elevado.
Média	31,5	557	



TABELA III

Número de indivíduos capturados, pêso (kg), pêso médio (g), esforço (galão/ano) e captura por unidade de esforço, de pescada do Piauí, "Plagioscion squamosissimus" Heckel e pescada caounda da Amazonas "P. surinamensis". Dados das pescarias do açude "Forquilha" (Sobral, Ce), no período de 1967 a 1968.

Anos	N.º INDIV. CAPTURADOS		PÊSO MÉDIO (kg)		PÊSO MÉDIO (g)		Esforço galão/ano	Índices de Cap. de Indiv. por (Galão/Ano)	
	Pescada do Piauí	Pescada Amc.	Pescada do Piauí	Pescada Amc.	Pescada do Piauí	Pescada Amc.		Pescada do Piauí	Pescada Amc.
1957	4.028	26.850	761	3.346	164	158	68	68,0	202,2
1958	—	17.477	—	3.346	—	191	88	—	198,6
1959	3.960	30.431	661	3.828	166	125	120	33,0	253,5
1960	1.039	28.666	276	3.448	265	120	97	10,7	295,5
1961	5.135	16.411	1.612	3.750	313	228	100	51,3	164,1
1962	66.773	2.579	15.261	560	238	219	164	407,1	15,7
1963	10.498	14.476	5.058	3.205	306	221	110	149,9	131,6
1964	105.904	25.152	29.994	7.540	283	299	151	701,3	166,5
1965	85.215	57.035	27.003	12.090	316	209	220	387,3	261,9
1966	23.397	65.221	5.610	9.688	240	148	198	118,1	329,3
1967	4.031	13.600	869	1.971	215	144	180	22,3	75,5
1968	106.575	55.015	29.949	11.516	281	209	237	449,6	232,1
<b>TOTAL</b>	<b>423.155</b>	<b>350.513</b>	<b>117.054</b>	<b>65.193</b>	<b>276</b>	<b>185</b>	<b>1.733</b>	<b>244,1</b>	<b>202,2</b>

TABELA IV

Número de indivíduos capturados, pêso (kg), esforço (anzol/dia) e captura por unidade de esforço, de traíra ("Hoplías malabaricus"). Dados de pesca no açude "Forquilha" (Sobral, Ceará, Brasil), no período de 1957 a 1968

ANOS	N.º INDIV. CAPT.	PkSO (Êg)	PÊSO MÉDIO (g)	ESFORÇO (ANZOL/DIA)	ÍNDICES DE N.º DE INDIV. CAPTURAS POR ANZOL/ANO
1957	82.767	24.577	296	26.120	3,1
1958	53.769	15.454	287	23.040	2,3
1959	50.925	16.325	320	16.450	3,0
1960	55.599	15.363	277	18.800	2,9
1961	77.508	27.866	359	12.400	6,2
1962	117.010	40.212	343	35.174	3,3
1963	98.783	32.866	332	24.576	4,0
1964	115.487	47.060	407	33.746	3,4
1965	112.754	42.542	377	42.186	2,6
1966	139.085	40.736	292	48.350	2,8
1967	163.254	45.668	279	36.240	4,5
1968	118.432	40.298	340	23.050	5,1
Total	1.185.373	388.967	328	340.132	3,4

TABELA V

Subida de curimatã comum, "Prochilodus cearensis", por hora de observação e total, na escada de peixe do açude "Forquilha" (Sobral, Ceará, Brasil), no período de 28/5/1967 a 12/6/1967

D A T A	TEMPO DE OBSERVAÇÃO (h)	N.º DE CURIMATA COMUM POR HORA DE OBSERVAÇÃO	T O T A L
28/5/67	2,30	360	900
29/5/67	3,00	240	720
30/5/67	3,30	240	840
31/5/67	2,00	180	360
01/6/67	0,75	240	300
02/6/67	0,75	240	290
03/6/67	4,00	360	1440
04/6/67	4,30	240	1080
05/6/67	4,00	300	1200
06/6/67	3,30	360	1260
07/6/67	4,30	240	1080
08/6/67	5,00	300	1500
09/6/67	5,00	360	1800
10/6/67	5,00	300	1500
11/6/67	5,30	180	990
12/6/67	4,00	120	480
	56,30	279	15740

FONTE: Arquivos do DNOCS/DR2/Pósto de Campo de "Forquilha" (Sobral, Ceará)

TABELA VI

Pesos médios de curimatã comum, "Prochilodus cearensis", por ano, nos açudes "Forquilha" e "Pereira de Miranda", respectivamente, em Sobral e Pentecoste, no Ceará, no período de 1964 a 1968

ANOS	PESOS MÉDIOS (g)	
	"Forquilha"	"Pereira de Miranda"
1964	694	595
1965	622	535
1966	694	626
1967	576	438
1968	652	437
TOTAL	647	526

TABELA VII

Nomes vulgares e científicos dos peixes encontrados na bacia hidráulica do açude "Forquilha" (Sobral, Ceará, Brasil)

NOME VULGAR	NOME CIENTÍFICO
Acará comum	<i>Cichlasoms bimaculatum</i> Linnaeus
Apaiari	<i>Astronotus ocellatus</i> Agassiz
Beiru	<i>Charasidium marshi</i> Breder
Cangati	<i>Trachycorystis</i> sp.
Cari	<i>Plecostomus plecostomus</i> Linnaeus
Curimatã comum	<i>Prechilodus cearensis</i> Steindachner
Guaru	<i>Poeilia vivipara</i> Bloch and Schneider
Jacundá	<i>Crenicichat sexatilis</i> Linnaeus
Muçu	<i>Synbranchus marmoratus</i> Bloch
Pescada cacunda do Amazonas	<i>Plagioscion surinamensis</i> Blecker
Pescada do Piuí	<i>Plagioscion squamosissimus</i> Heckel
Piaba chata	<i>Astyanax</i> sp.
Piaba não pintada	<i>Hyphessobrycon? parvellus?</i> Ellis
Piaba pintada	<i>Phenacogaster megaloptictus</i> Eigenmann
Piaba tira-gôsto	<i>Astyanax</i> sp.
Piabuçu	<i>Curimatus morowhannae</i> Eigenmann
Piau comum	<i>Leporinus</i> sp.
Sardinha	<i>Triportheus angulatus</i> Agassiz
Traíra	<i>Hoplias malabaricus</i> Bloch

ASPECTOS LIMNOLÓGICOS DO AÇUDE AMANARI,  
EM MARANGUAPE, CEARÁ, BRASIL

## SUMÁRIO

ESTUDOS FÍSICO-QUÍMICOS .....	31
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS .....	33
CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS .....	34

# ASPECTOS LIMNOLÓGICOS DO AÇUDE AMANARI, EM MARANGUAPE, CEARÁ, BRASIL \*

## ESTUDOS FÍSICOS-QUÍMICOS

José Jarbas Studart Gurgel \*\*

Os primeiros estudos limnológicos do açude Amanari foram realizados por Bastos (1950a), o qual abordou somente aspectos químicos de suas águas e de maneira sucinta.

O presente estudo abrangeu um período de 17 meses, com início em 24 de agosto de 1960 e conclusão em 30 de dezembro de 1961, constante de pesquisas físicas e químicas da água do reservatório. Foram efetuadas 14 excursões, porém nos meses de dezembro/1960, maio, junho e julho/1961, por motivos alheios não foi possível a realização de qualquer estudo sobre as condições físico-químicas do açude. As observações e coletas dos materiais foram feitas nas estações A, B e C, da bacia hidráulica do reservatório, horários de 3:00, 09:00, 18:00 e 21:00 hs.

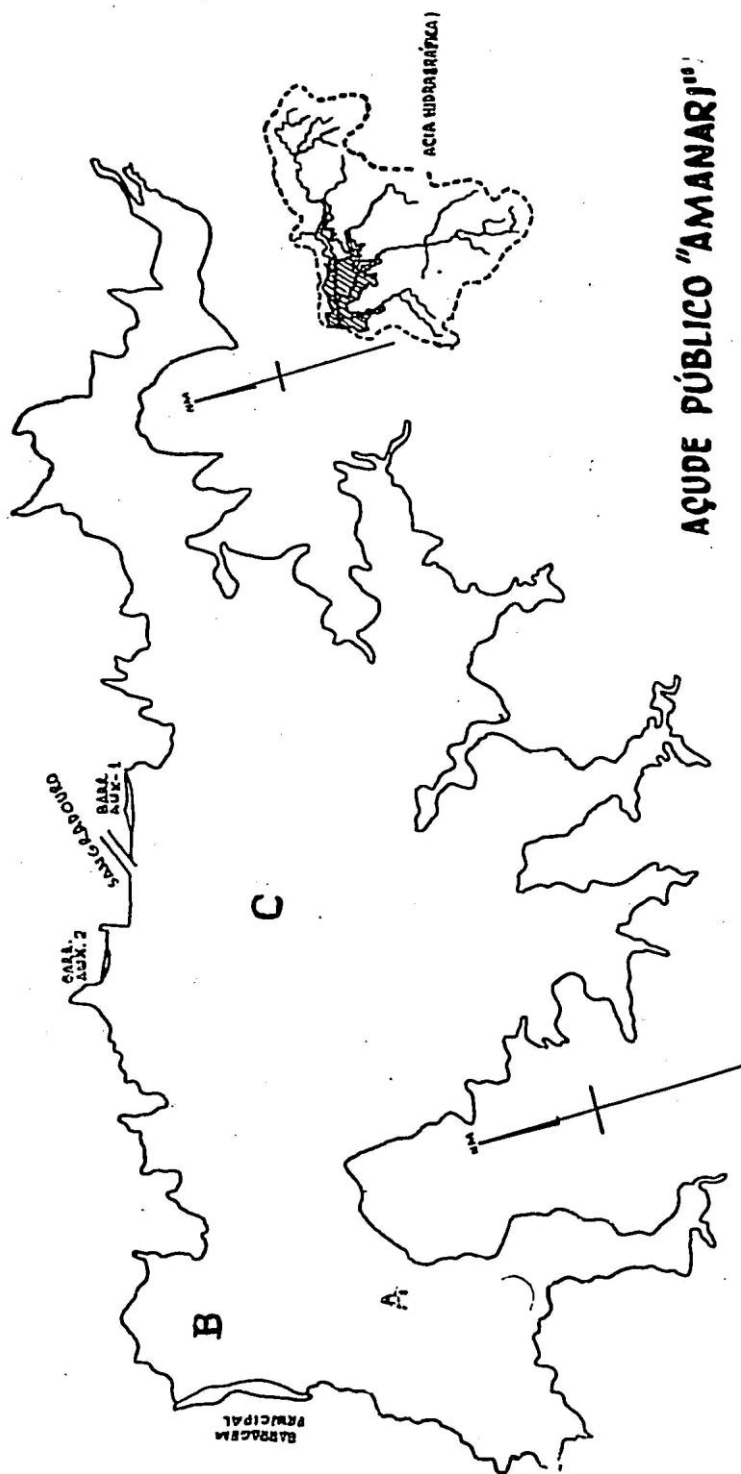
O açude Amanari (Fig. 1) que em língua tupi significa — água da chuva, foi construído pelo Departamento Nacional de Obras Contra as Secas (DNOCS), sob o regime de cooperação com a Prefeitura Municipal de Maranguape. A obra foi iniciada em 27 de novembro de 1935 e concluída em 24 de dezembro de 1938. Fica localizado no distrito de mesmo nome, no município de Maranguape, Estado do Ceará, Brasil. Sua capacidade é de 10.100.000 m<sup>3</sup>, cobrindo a bacia hidráulica uma área de 271 ha e a hidrográfica 35 km<sup>2</sup>. Possui uma profundidade máxima de 10m e uma média de 3,5m. Desde 21 de julho de 1952, em face de um convênio firmado com a Prefeitura Municipal de Maranguape, é administrado pelo DNOCS, estando instalado a jusante um Posto de Piscicultura. Anexo ao citado Posto, à época deste trabalho, funcionava a Seção de Limnologia, do antigo Serviço de Piscicultura do DNOCS.

---

(\*) Trabalho apresentado na 1.<sup>a</sup> Reunião Regional de Limnologia Latinoamericana, em 14-18/3/1968, em Santo Tomé (Sta. Fé), Argentina.

(\*\*) Farmacêutico do DNOCS à disposição do Convênio SUDENE/DNOCS/USAID/BRASIL — Desenvolvimento da Pesca nos Açudes do Nordeste.





### ÁGUE PÚBLICO "AMANARI"

FIG. 1 — CONTOURNO DAS BACIAS HIDRÁULICAS E HIDROGRÁFICAS DO ÁGUE AMANARI, EM MARANGUAPE, CEARÁ, COM A LOCALIZAÇÃO DAS ESTAÇÕES A, B, e C.

## CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

### a) Morfometria

Ao serem iniciados os estudos em causa, a conformação e o aspecto da repêsa eram bastante diferentes do observado durante a realização dêste trabalho. O volume d'água atingia 5.400.000 m<sup>3</sup> e, em janeiro 1961, alcançava apenas 3.500.000 m<sup>3</sup>. O máximo volume ocorreu em abril 1961, com 10.100.000 m<sup>3</sup>. De agôsto a dezembro de 1960, não recebeu água de nem um dos seus tributários. A média total de perda d'água, por mês, foi de 460.000 m<sup>3</sup>, devido principalmente a evaporação, irrigação e infiltração no solo. A variação do volume d'água está contida na Tab. 1. A evaporação contribuiu, destarte, para esta inconsistência. Normalmente, é elevada nos açudes do nordeste brasileiro acentuando-se mais ainda durante a estação sêca (Duque, 1951). Para o açude Amanari, pelos estudos prévios procedidos, estabeleceu-se o abaixamento do espelho líquido de 20 cm por mês, sômente pela infiltração e evaporação (Chaves, 1936). Na época dêstes estudos, as quantidades gastas mensalmente, com irrigação, estão apresentadas na Tab. 2.

Por falta de aparelhagem especial, foi impossível a coleta de dados referentes aos ventos. Baseados em informações pessoais, os ventos alísios são constantes e de julho a outubro, principalmente agôsto e setembro, tornam-se intensos e relativamente violentos.

Precipitações pluviosas ocorreram em 11 meses, no período estudado (Tab. 3). Dados de 10 anos seguidos (Fontenele, 1955 e 1960) dão para Amanari, uma média anual de 730,0 mm (Tab. 4). Os meses mais chuvosos são fevereiro e abril. Em agôsto e setembro quase não chove. Em dezembro, embora pouco, ocorrem chuvas. No espaço dêstes estudos a estação chuvosa teve início em 16 de janeiro de 1961.

### b) Transparência

A visibilidade da água do açude Amanari foi medida por meio de um disco de Secchi, de 20 cm de diâmetro, em 75 ocasiões diferentes. A maior transparência foi observada no mês de novembro de 1960, na estação B, e a menor, em fevereiro de 1961, na estação C. A máxima foi expressa em 275 cm e a mínima em 75 cm (Tab. 5). A pouca penetrabilidade da luz na água do açude Amanari, em fevereiro, resultou, provavelmente, da suspensão de material argiloso conduzido pelas chuvas e, nos outros meses, devido a proliferação de algas. As estações A e B, de uma maneira geral, apresentaram idênticas condições, enquanto a estação C se caracterizou por uma menor transposição da luz.

### c) Temperatura

Os dados referentes às temperaturas registradas na água do açude Amanari estão nas Tabelas 6 e 7. Uma ligeira variação entre águas da

superfície e da profundidade média ocorreu entre agosto e janeiro. Em fevereiro 1961, modificou-se o aspecto térmico do reservatório, nisto persistindo até abril seguinte. Na estação B, a alteração foi mais forte e em março apresentou uma diferença de 4,0 °C. Em agosto de 1961, retornou à primitiva situação, com uma diferença de 0,5 °C. Uma estratificação térmica se verificou somente na época de elevado volume d'água, devido à dificuldade de remoção pelos ventos, haja vista que nos últimos meses do ano, período das fortes ventanias, o "stratum" foi quase totalmente eliminado. Welch (1935) e Harrys & Silvey (1940) fazem referências à rápida eliminação da estratificação termal, pela ação dos ventos. Na estação B se observou, em 29 de março de 1961, um máximo aquecimento da superfície aquática e, em 20 de setembro seguinte, um mínimo de temperatura, à profundidade de 3,5 m; a mais elevada temperatura foi anotada em 20 de abril de 1961, na estação B, condição térmica que se estendeu a todas as outras estações (Tab. 7).

A variação diurna, máxima e mínima, da temperatura ambiente, à sombra, foi medida em todos os dias das excursões ao reservatório (Tab. 8).

## CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS

### 1 — Métodos

Para o estudo químico da água do açude Amanari, coletou-se amostras da superfície e da profundidade média (3,5m), nas estações A, B, e C. Realizou-se 2.163 análises químicas, se pesquisando os seguintes elementos e se usando os métodos abaixo descritos:

a) **Oxigênio dissolvido** — amostras coletadas com uma garrafa metálica, tipo "Foerster", capacidade para 1.200 ml e, a partir de 19 de outubro de 1961, com uma garrafa de vidro, modelo "W. Schweder", capacidade para 500 ml. Concomitantemente, a temperatura da água foi medida com o mesmo aparelho. As determinações foram procedidas de acordo com Winkler (1888), a saturação calculada pela fórmula de Kleerekoper (1944), conforme a tabela de salubridade de Hutchinson (1957).

b) **CO<sub>2</sub> livre** — amostras coletadas da maneira precedente e o método de análise foi o recomendado pelo Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (U. S. Dept. Agriculture, 1941), tendo como indicador a fenolftaleína.

c) **Alcalinidade total em CaCO<sub>3</sub>** — método segundo o Standard Methods of Water Analysis (1936).

d) **Cloro em Cl** — pesquisado pelo método de Mohr

e) **Bicarbonato em CaCO<sub>3</sub>** — determinado segundo o Standard Methods of Water Analysis (1936).

- f) Carbonato em  $\text{CaCO}_3$  — determinado da mesma maneira que o item precedente.
- g) pH — determinado com padrões W. A. Taylor & Cia.
- h) Amônia em N — pelo reagente de Nessler;
- i) Nitrito em N — pelo reagente Griess-Ilosva;
- j) Ferro total — pelo tiocianato de potássio;
- l) Sílica — pelo molibdato de amônio
- m) Fosfato em  $\text{PO}_4$  — pelo processo de Atkins, modificado por Dénigés.
- n) Sulfato em  $\text{SO}_4$  — pelo clorêto de bário.

As determinações constantes dos itens a a f foram procedidas em amostras da superfície e da profundidade média do reservatório, por processos titimétricos, enquanto que de g a n, sômente em água superficiais e por colorimetria. À exceção do pH, tôdas as determinações são expressas em partes por milhão (p.p.m.).

## 2 — Gases dissolvidos

### a) Oxigênio

Em raras ocasiões ocorreram supersaturações de oxigênio dissolvido. Na quase totalidade a taxa de oxigênio estêve abaixo da normal, porém, poucas vezes se constituiu perigosa para a vida dos sêres aquáticos.

Em águas da superfície o menor teor de  $\text{O}_2$  foi visto na estação C, em 24 de fevereiro de 1961, com 4,4 p.p.m.. Na profundidade, março e abril foram os meses de menor concentração. A estação B, nesta época, atingiu o ponto crítico de 1,0 e 1, 2 p.p.m., no turno da noite. A maior taxa, na superfície, averigou-se na estação B, em 3 de agosto de 1961, com 88,0% de saturação (Tab. 9). Supersaturação ocorreu também na mesma estação e mesma hora, na profundidade média.

Durante a época das chuvas diminuiu consideravelmente o oxigênio dissolvido, principalmente na profundidade. Na época sêca, é sempre normal a taxa de  $\text{O}_2$  na água do açude Amanari tendo como maior fonte produtora o fenômeno fotossintético. Efetivamente, a partir de agosto de 1961, tornou-se exuberante a proliferação de muitas algas e a boa produção de oxigênio ficou comprovada em tôda massa líquida. Um máximo de intensidade fotossintética ocorreu, geralmente, no período da tarde.

### b) $\text{CO}_2$ livre

No início dêstes estudos a água do açude Amanari se encontrava alcalina à fenolftaleina, assim permanecendo até fevereiro de 1961, O dióxido de carbono livre principiou a aparecer após as primeiras en-

xurradas, como resultado da decomposição de material orgânico arrastado pelas chuvas. O teor mais elevado foi observado na estação C, em 29 de março de 1961, às 03:00 horas, com 5,1 p.p.m.. Verificou-se ali o mais afastado limite entre a superfície e a profundidade média. Em algumas ocasiões o  $\text{CO}_2$  livre desapareceu totalmente, como em 24 de fevereiro de 1961, às 15:00 horas, na profundidade e superfície das estações A e B, respectivamente. Em 19 de outubro de 1961, às 15:00 horas, na estação B, em água superficial, nêvo consumo se deu completamente. Em ambas as ocorrências acreditou-se que o desaparecimento se deu em função do processo fotossintético, já que tal se verificou em tardes ensolaradas. Outra vez, em 30 de dezembro de 1961, às 15:00 horas, deixou de ocorrer em tôdas as estações (Tab. 10).

Uma saturação oscilante de  $\text{CO}_2$  livre tem se mostrado quase sempre prejudicial aos seres vivos da água, porque sendo brusca altera a concentração dos íons hidrogênios do sangue dos animais e do suco celular dos vegetais (Kleerekoper, 1944).

### 3 — Alcalinidade total em $\text{CaCO}_3$

Em 24 de agosto de 1960, na superfície, a alcalinidade total da água do açude Amanari se encontrava expressa em 117,5 p.p.m. e em 20 de abril de 1961, havia decrescido para 50,2 p.p.m.. Durante a quinta excursão, no dia 13 de janeiro de 1961, encontrou-se o mais elevado teor. De 24 de agosto de 1960 a 3 de fevereiro de 1961, carbonatos estiveram presentes; todavia, bicarbonatos apareceram durante todo período de estudo. Devido à ausência de  $\text{CO}_2$  livre os carbonatos ocorreram da dissociação dos bicarbonatos, a fim de fornecer  $\text{CO}_2$  livre para elaboração da fotossíntese. O dióxido de carbono incorporado aos bicarbonatos (fixo) se libertou, pois a procura de  $\text{CO}_2$  livre, não atendeu às necessidades do processo fotossintético (Tab. 11).

O panorama químico de um ambiente aquático se transmuda com a oscilação do seu volume, provocando uma diluição ou concentração dos sais minerais. Em 29 de dezembro de 1958, época da grande seca no Nordeste brasileiro e quando o volume d'água do açude Amanari atingia pouco mais de 700.000  $\text{m}^3$ , a alcalinidade total apresentava um teor de 239,4 p.p.m., valor êste que, segundo Lagler (1952), está muito próximo do limite máximo para as águas doces, em carbonato de cálcio.

### 4 — Concentração do hidrogênio ionte (pH)

O pH atingiu a um máximo nos meses de janeiro e fevereiro de 1961, com 8,5; às primeiras enxurradas baixou para 7,3, variando depois entre 7,1 a 7,7, durante a época chuvosa. Nos turnos do dia esteve sempre maior que nos da noite. De outubro a dezembro de 1961, voltou a se elevar, oscilando entre 7,7 a 8,0 (Tab. 11).

## 5 — Outros elementos

### a) Cloretos em Cl

Em 3 de fevereiro de 1961 se observou a maior quantidade de cloretos na água do açude Amanari, com 285,0 p.p.m., e em 20 de abril de 1961, um teor mínimo de 75,0 p.p.m., em águas da superfície e durante todo período de estudo. Na profundidade, não houve diferença acentuada, se verificando a mesma concentração, naquela época. Existe uma quase uniformidade entre as camadas verticais da água do açude Amanari, não ocorrendo nenhuma estratificação. Durante a quadra invernal, o teor de cloreto é sempre baixo, porém, após esta fase, se nota um aumento de sua concentração. Em setembro de 1961, a água continha 110,0 p.p.m. e em dezembro de 1961, atingiu 175,0 p.p.m. (Tab. 11). Fontenele (1955) afirma que no último trimestre de 1955, foi assinalada uma taxa de 620,0 p.p.m., na água do açude Amanari. Bastos (1950), encontrou um teor máximo de 215,0 p.p.m. Elevadas concentrações de cloretos são suportados por peixes brasileiros de água doce, que resistem bem até 3.000 p.p.m. (Bastos, 1950a).

### b) Amônia em N

Durante os estudos não se constatou a presença de amônia na água do açude Amanari (Tab. 12).

### c) Nitritos em N

Apenas 2 vezes se notou a presença de nitritos. A primeira, em 24 de fevereiro de 1961, com 0,02 p.p.m., enquanto a segunda, em 30 de dezembro de 1961, apresentava 0,01 p.p.m. (Tab. 12).

### d) Ferro total

Somente em poucas ocasiões foi encontrado na água do açude Amanari. Em 29 de março de 1961, na estação C, se verificou pela primeira vez e, em 19 de outubro seguinte, de novo voltou a aparecer no mesmo local. A concentração em ambas correspondeu a uma taxa de 0,1 p.p.m. (Tab. 12).

### e) Fosfato em $PO_4$

Apresentou-se em todas as épocas do ano, e os teores oscilaram entre 0,050 p.p.m. e 0,500 p.p.m. Em 13 de janeiro de 1961, encontrou-se a taxa de 0,050 p.p.m. enquanto em 29 de março do mesmo ano atingiu ao máximo verificado durante todo o período de estudo (Tab. 12).

### f) Sulfato em $SO_4$

Os meses de concentrações mais baixas foram em agosto de 1960 e abril de 1961. Em novembro de 1960 não ocorreu, porém, no mesmo

mês de 1961 se apresentou elevado. Não houve pronunciada variação entre os locais de coleta das amostras d'água, apesar da estação C apresentar um valor menor em 24 de fevereiro de 1961, enquanto em março seguinte foi superior às outras estações. Dependendo principalmente da litologia das águas drenadas, era de se esperar que nos meses chuvosos houvesse maior concentração deste elemento. Desconhecem-se, todavia, as causas pelas quais o  $\text{SO}_4$  desapareceu totalmente em novembro de 1960 e se apresentou mais elevado nos últimos meses de 1961

#### g) Sílica em $\text{SiO}_2$

Ocorreu em pequena quantidade no açude Amanari. Bastos (1950a) encontrou no mês de junho um teor de 3,0 p.p.m. e um máximo de 20,0 p.p.m., em outubro. Concentrações baixas foram notadas em novembro de 1960; todavia, na mesma época do ano seguinte, observou-se uma quantidade maior de  $\text{SiO}_2$ . Em todo período de estudo se observou que houve uma variação entre 1,0 p.p.m. a 10,0 p.p.m.. A estação C se mostrou sempre com uma concentração mais forte (Tab. 12). Hutchinson (1957) apresenta como teores normais, para águas doces, quantidades de até 77.5 p.p.m.. O mesmo autor considera o  $\text{CO}_2$  livre, quando "agressivo", com um importante papel na dissolução da sílica das rochas.

### SUMÁRIO

Estudos limnológicos do açude Amanari, situado no município de Maranguape, Estado do Ceará, Brasil, foram feitos em 14 excursões à sua bacia hidráulica, durante um período de 17 meses. Condições morfométricas da represa foram observadas à época do estudo, se verificando que o volume da água oscilou entre 3.500.000 e 10.100.000 m<sup>3</sup>. Dados anemométricos precisos não puderam ser obtidos, salvo algumas observações pessoais em que se constatou serem os ventos alísios constantes e intensos de julho a outubro, notadamente em agosto. Precipitações pluviosas se registraram em quase todos os meses, sendo as maiores entre fevereiro e abril; em agosto e setembro foram poucas as chuvas. A transparência da água se mostrou bastante variável e em fevereiro apresentou a mais baixa visibilidade. Até a profundidade máxima de 10 metros a água circulou da superfície ao fundo na maior parte do ano e apenas uma ligeira estratificação térmica pôde ser observada nos meses de fevereiro a abril, com uma diferença entre a superfície e a profundidade média, na Estação B, de 4,0 °C; a temperatura mais baixa na água superficial e de profundidade média, ocorreu em setembro, enquanto a mais elevada se verificou em março e abril, respectivamente. O oxigênio dissolvido se apresentou reduzido nos meses de fevereiro, março e abril; nos outros a subsaturação foi pequena, mas nos últimos meses do ano a água permaneceu bem oxigenada. O  $\text{CO}_2$  ocorreu mais constantemente logo após o início da estação chuvosa e

no final do ano desapareceu completamente. A alcalinidade total sob a forma de bicarbonatos e carbonatos, se mostrou com teores regulares, sendo que os bicarbonatos ocorreram durante todo o período de estudos e os carbonatos não apareceram entre fevereiro e dezembro. O pH variou de 7,1 a 8,5 e foi mais baixo na época das chuvas; nos turnos do dia sempre esteve mais elevado que a noite. Cloretos se distribuíram mais ou menos uniformemente, atingindo um máximo teor na época de menor volume d'água. Houve pobreza em substâncias nitrogenadas, pois não ocorreu a presença de amônio, e nitritos foram identificados somente em 2 ocasiões. A água do açude Amanari mostrou conter apenas pequenas quantidades de ferro, sílica, sulfato e fosfatos.

#### ABSTRACT

Limnological studies of the Amanari Reservoir, located in Maranguape county, Ceará, Brasil, were made during 14 field trips to this water basin, over a period of 17 months. The morphometric conditions at this reservoir were observed during the study, principally concerning the variation in volume of water, which varied from 3,500,000 to 10,100,000 m<sup>3</sup>. Precise anemometric studies could not be made, except for a few personal observations, in which it was determined that the trade winds are constant and they are strong from July to October, especially in August. Rainfall was registered in almost every month of the study period, being greater between February and April. Normally in August and September rainfall is rare. The transparency of the water is quite variable; in February the visibility is lowest. The water which reaches a depth of 10 meters, circulated from the surface to the bottom during the greater part of the year and only a slight thermal stratification can be observed in the months from February to April, with a temperature difference, at Station B, between the surface and the bottom, of up to 4°C; the temperature in both surface and deep waters (averages at three station) were lowest in September and highest in March and April. The dissolved oxygen showed reduced levels during February, March and April; in the other months the subsaturation was minor, while in the last months of the year, the water was always found to be well oxygenated. Free carbon dioxide occurred most consistently after the start of the rainy season, and it had completely disappeared by the end of the year. The total alkalinity, in the form of bicarbonates and carbonates showed normal proportions, bicarbonates occurred during the entire period of the study, while carbonates were found in significant amounts during the final weeks of the dry season. The pH varied between 7,1 and 8,5 being lowest in the rainy season; it was always higher during the day than at night. Chlorides were distributed more or less uniformly, reaching a maximum content in the season of least water volume. There is a poverty of nitrogenous substances, in fact, ammonia did not occur and nitrites appeared on only two occasions. The waters showed very small amounts of iron, silica, sulfates and phosphates.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMER. PUBL. HEALTH ASSOC., 1936, *Standard Methods for The Examination of Wated and Sewage*, 309 p. 8Th ed, New York.
- BASTOS, J. A. MAGALHÃES, 1950a, *Notas Preliminares do Estudo Limnológico dos Açudes Riachão e Amanari*, mimeog. 31.
- BASTOS, J. A. MAGALHÃES, 1950a, *Fatôres Químicos que Facilitam o Desenvolvimento da Hydra Ihering, seu Combate pela Cloretagem e a Resistência de Algumas Espécies de Peixes Brasileiros e êste Tratamento*, mimeog. 10, Fort. Ce.
- CHAVES, LOHENGRIN M. V., 1936, *Memória Justificativa do Projeto do Açude Municipal Amanary*, Bol. IFOCS, 6(1) jul/set, pp. 18-26, Rio de Janeiro.
- DUQUE, J. GUIMARAES, 1951, *Solo e Agua no Polígono das Sêcas*, MVOP, DNOCS, Publ. 149, série I-A, 2.<sup>a</sup> ed., 220 pp. Fort. Ce.
- FONTENELE, OSMAR, 1955, *Relatório dos trabalhos realizados no Pôsto de Piscicultura de Amanari, durante o ano de 1955*, (não publicado).
- FONTENELE, OSMAR, 1960, *Relatório dos Serviços Executados em 1959, Serviço de Piscicultura*, MVOP, DNOCS, publ. n.º 219, série II-M, 123 pp. Fort. Ce.
- FONTENELE, OSMAR, 1961, *Relatório dos Serviços Executados em 1960, Serviço de Piscicultura*, MVOP, DNOCS, publ. n.º 235, série II-M, 146 p. Fort. Ce.
- HARRIS, B. B. e SILVEY, J. K. G., 1940, *Limnological Investigation on Texas Reservoir Lakes*, Ecolog. Monogr. 10: 111-143, Texas.
- HUTCHINSON, G. EVELYN, 1957, *A Treatise on Limnology*, vol. I, 1015 p, 1.<sup>a</sup> ed. John Wiley, New York.
- KLEEREKOPER, HERMAN, 1944, *Introdução ao Estudo da Limnologia*, Serv. Inf. Agr. Min. Agric., 329 p., Rio de Janeiro.
- LAGLER, KARL F., 1952, *Freshwater Fishery Biology*, W. M. C. Brown Comp., 1.<sup>a</sup> ed., 360 p., Dubuque, Iowa.
- THERAUX, F. R., ELDRIGE, E F. & MALLMANN, W. Le R., 1943, *Laboratory Manual for Chemical and Bacterial Analysis of Water and Sewage*, 274 p., 3nd., Mc. Graw Hill Book Co; New York.
- U. S. DEPT. AGRICULTURE, 1941, *Wildlife Handbook*, North Central Region R-9, 331 p., Milwaukee, Wisc.
- WELCH, P. S., 1935, *Limnology*, Mc-Graw Hill Book Co., 1st, ed., 471p. New York.
- WINKLER, L. W., 1888, *The Determinatio of Dissolved Oxygen in Water* Ber. Deut. Chem., Gea., 2:2843.
- Boletim Técnico, Fortaleza, 28(1): 1-92, jan/jun. 1970

TABELA 1

Variação do volume d'água do açude "Amanari", no período de agosto de 1960 a dezembro de 1961

MÊS E ANO	VOLUME D'ÁGUA (m <sup>3</sup> )	MÊS E ANO	VOLUME D'ÁGUA (m <sup>3</sup> )
Agosto — 1960	5 400 000	Maio — 1961	10 050 000
Setembro — 1960	5 000 000	Junho — 1961	10 000 000
Outubro — 1960	4 600 000	Julho — 1961	9 100 000
Novembro — 1960	4 200 000	Agosto — 1961	8 600 000
Dezembro — 1960	3 800 000	Setembro — 1961	8 300 000
Janeiro — 1961	3 500 000	Outubro — 1961	7 500 000
Fevereiro — 1961	7 800 000	Novembro — 1961	6 600 000
Março — 1961	10 000 000		
Abril — 1961	10 100 000	Dezembro — 1961	5 800 000

TABELA 2

Quantidade d'água do açude "Amanari", gasta mensalmente com irrigação, no período de agosto 1960 a dezembro 1961 (\*)

MÊS E ANO	VOLUME D'ÁGUA (m <sup>3</sup> )	MÊS E ANO	VOLUME D'ÁGUA (m <sup>3</sup> )
Agosto — 1960	42 170	Julho — 1961	25 860
Setembro — 1960	45 110	Agosto — 1961	47 870
Outubro — 1960	48 840	Setembro — 1961	43 090
Novembro — 1960	47 920	Outubro — 1961	41 750
Dezembro — 1960	43 940	Novembro — 1961	50 840
Junho — 1961	21 460	Dezembro — 1961	45 090

(\*) de janeiro a maio 1961, não houve fornecimento d'água para irrigação, em virtude da estação chuvosa.

TABELA 3

Precipitações pluviosas no açude "Amanari", observadas na estação pluviométrica do Pôsto de Piscicultura, no período de agosto de 1960 a dezembro de 1961

MÊS E ANO	PRECIPITAÇÃO (mm)	MÊS E ANO	PRECIPITAÇÃO (mm)
Agosto — 1960	00 0	Maio — 1961	128 8
Setembro — 1960	00 0	Junho — 1961	33 0
Outubro — 1960	00 0	Julho — 1961	19 6
Novembro — 1960	00 0	Agosto — 1961	00 0
Dezembro — 1960	26 4	Setembro — 1961	00 0
Janeiro — 1961	100 1	Outubro — 1961	13 6
Fevereiro — 1961	337,6	Novembro — 1961	10 0
Março — 1961	224 1		
Abril — 1961	261 4	Dezembro — 1961	15 0

TABELA 4

Precipitações pluviosas no açude "Amanari", observadas no Pôsto de Piscicultura, durante os anos de 1952 a 1961

A N O	PRECIPITAÇÃO (mm)	A N O	PRECIPITAÇÃO (mm)
1952	718 7	1957	887 3
1953	616 9	1958	261 3
1954	735 7	1959	962 0
1955	678 0	1960	631 6
1956	674 3	1961	1 143 2

TABELA 5

Transparência da água do açude "Amanari", em cm, no período de agosto 1960 a dezembro 1961

ÉPOCA	HORAS	E S T A Ç Ã O			ÉPOCA	HORAS	E S T A Ç Ã O		
		A	B	C			A	B	C
24-08-60	15:00	160	170	140	29-03-61	09:00	125	150	125
23-09-60	09:00	170	170	150		15:00	150	150	125
	15:00	150	175	125	20-04-61	09:00	150	150	130
14-10-60	09:00	175	165	125		15:00	130	130	120
	15:00	150	170	150	03-08-61	15:00	125	130	120
22-11-60	09:00	175	275	150	20-09-61	09:00	140	120	100
	15:00	190	275	180		15:00	150	120	110
13-01-61	09:00	175	160	160	19-10-61	09:00	140	125	125
	15:00	160	140	125		15:00	140	140	130
03-02-61	09:00	125	100	100	29-11-61	09:00	125	120	100
24-02-61	09:00	100	125	075		15:00	130	125	125
	15:00	100	100	075	30-12-61	09:00	125	130	110
						15:00	130	130	120

TABELA 6

Temperatura (°C) da água superficial do açude "Amanari", de agosto 1960 a dezembro 1961, no turno de 15:00 horas

É P O C A	E S T A Ç Ã O			M É D I A
	A	B	C	
Agosto 24, 1960	27 0	26 5	27 0	26 8
Setembro 23, 1960	27 0	26 5	27 0	26 8
Outubro 14, 1960	27 0	27 0	26 8	26 9
Novembro 22, 1960	28 0	27 0	28 0	27 7
Janeiro 13, 1961	28 0	28 0	28 0	28 0
Fevereiro 24, 1961	29 0	29 0	28 0	28 7
Março 29, 1961	31 0	32 0	31 5	31 5
Abril 20, 1961	30 0	30 5	29 0	29 8
Agosto 3, 1961	27 5	27 5	27 5	27 5
Setembro 20, 1961	27 0	26 5	26 5	26 7
Outubro 19, 1961	27 0	27 5	27 0	27 2
Novembro 29, 1961	27 0	27 0	26 5	26 8
Dezembro 30, 1961	27 5	27 0	28 0	27 5
M É D I A	27 9	27 8	27 7	27 8

TABELA 7

Temperatura (°C) da água do açude "Amanari", na profundidade média, de agosto 1960 a dezembro 1961, no turno de 15:00 horas

É P O C A	E S T A Ç Ã O			M É D I A
	A	B	C	
Agosto 24, 1960	26 8	26 8	26 2	26 6
Setembro 23, 1960	26 8	26 5	26 5	26 6
Outubro 14, 1960	26 5	26 8	26 5	26 6
Novembro 22, 1960	26 5	27 0	27 0	26 8
Janeiro 13, 1961	28 0	28 0	28 0	28 0
Fevereiro 24, 1961	28 5	28 5	28 0	28 3
Março 29, 1961	28 0	28 0	28 0	28 0
Abril 20, 1961	29 0	29 5	29 0	29 2
Agosto 3, 1961	27 0	27 0	27 0	27 0
Setembro 20, 1961	26 0	26 0	26 0	26 0
Outubro 19, 1961	26 5	27 0	27 0	26 8
Novembro 29, 1961	27 0	27 0	26 5	26 8
Dezembro 30, 1961	27 5	27 0	28 0	27 5
M É D I A	27 2	27 3	27 2	27 2

TABELA 8

Temperatura (°C), mínima e máxima, à sombra, observada no Pôsto de Piscicultura de Amanari, nos dias de estudo

É P O C A	TEMP. °C		É P O C A	TEMP. °C	
	MIN.	MAX.		MIN.	MAX.
Agosto 24, 1960	24 5	33 0	Março 29, 1961	23 0	32 0
Setembro 23, 1960	24 0	32 0	Abril 20, 1961	23 5	32 0
Outubro 14, 1960	24 0	31 5	Agosto 3, 1961	22 5	31 0
Novembro 22, 1960	24 0	33 5	Setembro 20, 1961	23 0	31 0
Janeiro 13, 1961	26 0	32 0	Outubro 19, 1961	23 5	29 0
Fevereiro 3, 1961	23 0	32 0	Novembro 29, 1961	22 5	30 0
Fevereiro 24, 1961	23 0	31 0	Dezembro 30, 1961	23 0	32 5

TABELA 9

Variação do oxigênio na água do açude "Amanari", em p.p.m. e % de saturação, no período de 24 de agosto 1960 a 30 de dezembro 1961.

É P O ' C A	HORAS	ESTACÃO A				ESTACÃO B				ESTACÃO C			
		Superfície		Profundidade		Superfície		Profundidade		Superfície		Profundidade	
		ppm	%	ppm	%	ppm	%	ppm	%	ppm	%	ppm	%
Agosto 24, 1960	03:00	8,00	-4,54	8,20	-0,25	7,80	-5,11	7,60	-7,35	8,00	-3,62	7,80	-18,08
	09:00	7,80	-5,11	7,60	-7,55	7,80	-5,11	7,80	-5,11	7,80	-7,70	7,80	-6,03
	15:00	5,00	-38,05	6,40	-20,70	6,60	-19,02	5,20	-35,57	5,80	-28,13	5,80	-28,84
	21:00	7,80	-5,11	8,00	-0,67	8,20	-0,25	8,00	-0,87	8,00	-1,85	8,00	-0,87
Setembro 23, 1960	03:00	7,60	-7,55	7,80	-5,11	7,80	-5,11	7,80	-5,11	7,60	-8,44	7,60	-7,55
	09:00	7,60	-14,12	7,80	-5,11	7,60	-7,55	7,80	-5,11	7,60	-8,44	7,60	-7,55
	15:00	8,00	-0,87	7,80	-3,35	8,40	+3,08	8,40	+4,08	8,60	+5,56	8,20	+0,51
	21:00	6,00	-25,66	5,20	-35,57	6,20	-25,31	7,80	-3,35	5,60	-31,88	5,20	-36,20
Outubro 14, 1960	03:00	7,80	-4,30	7,80	-4,30	7,80	-4,30	6,00	-26,39	7,80	-6,93	7,80	+5,11
	09:00	7,40	-9,21	7,60	-6,75	7,60	-5,83	7,80	-4,30	7,40	-9,21	7,80	-5,11
	15:00	8,00	-0,87	8,00	-1,85	8,00	-0,87	8,00	-1,85	8,00	-1,85	8,00	-1,85
	21:00	6,40	-22,15	7,60	-5,83	6,60	-19,02	7,20	-10,89	8,20	-0,25	7,80	-3,35
Novembro 22, 1960	03:00	7,20	-10,79	7,00	-13,26	7,20	-10,79	7,20	-10,79	7,20	-10,79	7,00	-14,12
	09:00	7,20	-10,79	7,00	-8,31	7,00	-13,26	7,20	-10,00	7,60	-5,83	7,40	-8,31
	15:00	7,40	-6,57	7,60	-5,83	7,40	-8,31	7,40	-9,98	7,20	-9,10	7,60	-6,75
Janeiro 13, 1961	03:00	7,00	-11,62	7,80	-1,52	7,60	-4,05	7,60	-4,05	6,60	-16,67	7,80	-1,52
	09:00	6,60	-16,67	7,00	-12,50	7,00	-12,50	7,40	-7,50	7,00	-13,26	6,60	-17,50
	15:00	7,60	-4,05	7,20	-9,10	8,00	+1,01	7,80	-1,52	7,60	-1,52	7,60	-4,05
	21:00	7,40	-6,57	7,20	-9,10	7,40	-6,57	7,60	-4,05	7,40	-1,50	7,40	-4,05
Fevereiro 03, 1961	03:00	6,60	-15,06	6,60	-15,06	6,60	-15,06	6,80	-12,49	7,40	-6,57	7,20	-8,29
	09:00	6,40	-17,64	6,20	-20,21	6,60	-15,06	6,40	-17,64	6,40	-17,64	6,20	-20,21
Fevereiro 24, 1961	03:00	6,20	-21,02	6,20	-20,21	6,20	-21,72	6,00	-23,57	5,40	-31,82	5,20	-33,76
	09:00	5,60	-29,30	5,60	-29,30	6,00	-24,25	6,00	-24,25	4,40	-44,45	4,20	-46,97
	15:00	6,20	-20,21	6,20	-20,21	7,00	-9,91	6,00	-22,78	4,40	-44,45	4,40	-44,45
Março 29, 1961	03:00	7,00	-9,91	4,00	-49,50	7,00	-8,26	2,00	-74,75	6,40	-17,64	3,60	-54,55
	09:00	7,60	-2,19	3,60	-54,55	6,80	-11,69	4,60	-41,78	4,80	-31,67	4,40	-44,45
	15:00	6,80	-9,22	3,40	-57,08	8,00	+8,84	3,40	-57,08	5,80	-21,64	3,20	-59,60
	21:00	6,60	-12,70	3,00	-62,13	7,00	-8,26	1,00	-87,38	6,00	-21,37	3,80	-52,03
Abril 20, 1961	03:00	6,60	-15,06	7,20	-8,29	6,40	-16,13	1,20	-84,56	6,40	-17,64	2,00	-74,75
	09:00	6,40	-17,64	3,00	-61,39	7,00	-9,91	6,40	-17,64	6,20	-20,21	4,60	-40,80
	15:00	7,20	-5,83	4,20	-45,95	8,00	+19,04	5,60	-27,12	6,20	-20,21	2,20	-71,69
	21:00	6,80	-10,88	4,40	-43,38	7,80	+2,22	7,00	-9,91	6,40	-16,13	2,20	-71,69
Agosto 03, 1961	15:00	6,80	-15,00	6,20	-24,00	10,00	+83,00	9,40	+89,00	7,00	-12,00	6,40	-21,00
Setembro 20, 1961	03:00	7,00	-14,85	7,00	-14,85	6,80	-17,28	6,80	-17,28	6,80	-17,28	6,80	-18,08
	09:00	7,00	-14,85	6,00	-14,85	7,00	-14,85	7,00	-14,85	7,00	-15,67	7,00	-15,67
	15:00	7,40	-9,31	6,80	-17,28	7,40	-9,21	6,60	-19,71	7,20	-11,66	6,80	-17,28
	21:00	7,00	-14,85	7,00	-14,85	7,40	-9,98	6,80	-17,28	7,20	-12,41	7,00	-14,85
Outubro 19, 1961	03:00	6,60	-19,71	6,60	-19,71	7,00	-14,85	7,00	-14,85	6,80	-17,28	7,20	-12,41
	09:00	7,00	-14,12	6,80	-17,28	6,80	-15,74	7,00	-14,12	7,00	-14,85	7,00	-14,85
	15:00	7,60	-5,83	7,40	-8,31	7,20	-10,00	7,00	-13,26	7,40	-8,31	7,20	-10,79
Novembro 29, 1961	03:00	8,00	-3,62	8,00	-2,68	8,20	-0,25	8,20	-0,25	8,60	+4,62	8,00	-2,68
	09:00	8,40	+2,18	8,40	+2,18	8,80	+7,05	8,40	+4,08	8,20	-0,25	8,20	-0,25
	15:00	8,40	+3,06	8,60	+6,56	9,20	+14,00	8,40	+4,08	9,00	+10,12	8,00	-1,85
	21:00	8,80	+10,00	8,80	+7,97	8,40	+2,18	8,40	+3,06	8,40	+2,18	8,20	-0,25
Dezembro 30, 1961	09:00	8,40	+4,08	8,00	-0,87	8,40	+4,08	8,00	-0,87	8,40	+3,06	8,00	-0,87
	15:00	8,80	+10,00	8,80	+10,00	8,80	+9,04	9,60	+18,95	8,80	+11,11	8,00	+1,01

TABELA 10

Variação do CO<sub>2</sub> livre (p. p. m.), na água do açude "Amanari", no período de 24 de agosto de 1960 a 30 de dezembro de 1961.

É P O C A	HORAS	E S T A Ç Õ E S					
		A		B		C	
		SUP.	PROF.	SUP.	PROF.	PROF.	SUP.
Agosto 24, 1960	03:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	09:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	15:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	21:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Setembro 23, 1960	03:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	09:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	15:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	21:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Outubro 14, 1960	03:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	09:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	15:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	21:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Novembro 22, 1960	03:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	09:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	15:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Janeiro 13, 1960	03:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	09:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	15:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	21:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Fevereiro 03, 1961	03:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	09:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Fevereiro 24, 1961	03:00	1,1	3,3	1,7	3,3	1,7	2,8
	09:00	1,7	3,0	2,8	3,2	4,4	3,9
	15:00	1,1	0,0	0,0	1,7	2,8	1,7
Março 20, 1961	03:00	1,4	3,7	2,8	3,7	1,9	5,1
	09:00	0,9	2,8	3,7	2,3	4,6	3,3
	15:00	0,9	2,8	1,4	3,3	1,9	3,7
	21:00	0,9	2,8	1,4	3,3	2,3	2,8
Abril 20, 1961	03:00	2,8	4,6	1,5	4,6	1,9	4,6
	09:00	1,9	3,7	1,4	2,3	1,7	2,8
	15:00	1,4	3,2	1,4	2,3	1,7	4,2
	21:00	1,9	2,8	1,6	1,8	1,9	3,7
Agosto 03, 1961	15:00	1,0	1,5	2,6	2,8	1,5	1,7
Setembro 20, 1961	03:00	3,1	3,3	2,6	3,1	2,1	2,6
	09:00	1,5	1,5	1,5	1,5	2,0	2,1
	15:00	2,1	1,5	2,1	2,6	1,5	1,7
	21:00	2,1	2,6	1,5	1,5	1,8	2,6
Outubro 19, 1961	03:00	2,1	2,4	1,9	2,3	1,4	1,9
	09:00	1,9	2,3	1,9	2,1	2,3	1,9
	15:00	0,7	1,0	0,0	—	0,7	1,0
Novembro 29, 1961	03:00	2,3	2,8	2,2	2,6	2,3	2,8
	09:00	2,3	1,7	1,7	1,7	1,7	1,9
	15:00	2,5	3,1	2,6	3,1	1,9	2,3
	21:00	2,8	2,8	2,3	2,7	2,3	2,7
Dezembro 30, 1961	09:00	1,8	2,5	2,3	2,8	2,3	2,9
	15:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Tab. 11 - Variação da acidez total em CaCO<sub>3</sub> sob a forma de bicarbonatos e carbonatos, do CO<sub>2</sub> fixo, pH e cloretos em Cl<sup>-</sup>, da água do açude "Amajari", no período de 24 de agosto 1960 a 30 dezembro 1961.

É P O C A	EST.	HORAS	E L E M E N T O S						Q U I M I C O S						C L O R E T O S	
			ALCAL. TOTAL		B I C A R B O N .		C A R B O N A T O S		C O <sub>2</sub> F I X O		P H		S U P .	P R O F .	S U P .	P R O F .
Agosto 24, 1960	A	03:00	115,1	116,2	113,1	114,4	2,0	1,8	50,6	51,1	8,1	195,0	195,0	195,0	195,0	
		09:00	117,5	115,7	115,9	114,4	1,8	1,6	51,7	51,7	8,1	200,0	200,0	200,0	200,0	
		15:00	114,0	112,9	110,9	110,9	1,8	1,8	49,6	50,1	8,1	200,0	200,0	200,0	200,0	
	B	03:00	116,2	117,3	114,7	115,7	1,5	1,6	51,1	51,7	8,1	195,0	195,0	195,0	195,0	
		09:00	117,5	117,5	115,7	115,7	1,8	1,8	49,6	50,1	8,1	200,0	200,0	200,0	200,0	
		15:00	117,5	117,5	115,7	115,7	1,8	1,8	49,6	50,1	8,1	200,0	200,0	200,0	200,0	
C	03:00	117,5	117,5	115,7	115,7	1,8	1,8	49,6	50,1	8,1	200,0	200,0	200,0	200,0		
	09:00	117,5	117,5	115,7	115,7	1,8	1,8	49,6	50,1	8,1	200,0	200,0	200,0	200,0		
	15:00	112,7	112,7	110,9	110,9	1,8	1,8	49,6	49,6	8,1	195,0	195,0	195,0	195,0		
Setembro 23, 1960	A	03:00	125,0	123,1	123,1	123,1	1,8	1,8	55,9	55,9	8,1	200,0	200,0	200,0	200,0	
		09:00	126,0	123,1	123,1	123,1	1,8	1,8	55,9	55,9	8,1	200,0	200,0	200,0	200,0	
		15:00	125,0	123,1	123,1	123,1	1,8	1,8	55,9	55,9	8,1	200,0	200,0	200,0	200,0	
	B	03:00	125,0	123,1	123,1	123,1	1,8	1,8	55,9	55,9	8,1	200,0	200,0	200,0	200,0	
		09:00	124,0	123,1	123,1	123,1	1,8	1,8	55,9	55,9	8,1	200,0	200,0	200,0	200,0	
		15:00	125,0	123,1	123,1	123,1	1,8	1,8	55,9	55,9	8,1	200,0	200,0	200,0	200,0	
C	03:00	125,0	123,1	123,1	123,1	1,8	1,8	55,9	55,9	8,1	200,0	200,0	200,0	200,0		
	09:00	124,0	123,1	123,1	123,1	1,8	1,8	55,9	55,9	8,1	200,0	200,0	200,0	200,0		
	15:00	125,0	123,1	123,1	123,1	1,8	1,8	55,9	55,9	8,1	200,0	200,0	200,0	200,0		
Outubro 14, 1960	A	03:00	131,0	129,4	129,4	129,4	1,6	1,6	57,6	57,6	8,1	205,0	205,0	205,0	205,0	
		09:00	128,7	126,7	126,7	126,7	1,6	1,6	56,6	56,6	8,1	205,0	205,0	205,0	205,0	
		15:00	124,4	122,8	122,8	122,8	1,6	1,6	54,6	54,6	8,1	210,0	210,0	210,0	210,0	
	B	03:00	126,8	124,9	124,9	124,9	1,6	1,6	54,6	54,6	8,1	210,0	210,0	210,0	210,0	
		09:00	126,8	124,9	124,9	124,9	1,6	1,6	54,6	54,6	8,1	210,0	210,0	210,0	210,0	
		15:00	127,4	125,6	125,6	125,6	1,6	1,6	54,6	54,6	8,1	210,0	210,0	210,0	210,0	
C	03:00	129,8	127,6	127,6	127,6	1,6	1,6	57,6	57,6	8,1	210,0	210,0	210,0	210,0		
	09:00	129,8	127,6	127,6	127,6	1,6	1,6	57,6	57,6	8,1	210,0	210,0	210,0	210,0		
	15:00	133,2	131,0	131,0	131,0	1,6	1,6	58,6	58,6	8,1	210,0	210,0	210,0	210,0		
Novembro 22, 1960	A	03:00	137,8	135,5	135,5	135,5	2,3	1,8	60,7	58,7	8,2	215,0	215,0	215,0	215,0	
		09:00	130,8	128,5	128,5	128,5	2,3	1,8	57,5	55,7	8,2	215,0	215,0	215,0	215,0	
		15:00	124,4	121,8	121,8	121,8	2,3	1,8	54,4	52,4	8,2	215,0	215,0	215,0	215,0	
	B	03:00	127,8	125,1	125,1	125,1	2,3	1,8	59,4	57,4	8,2	215,0	215,0	215,0	215,0	
		09:00	120,5	118,4	118,4	118,4	2,3	1,8	54,4	52,4	8,2	215,0	215,0	215,0	215,0	
		15:00	124,2	121,5	121,5	121,5	2,3	1,8	56,2	54,2	8,2	215,0	215,0	215,0	215,0	
C	03:00	126,9	124,1	124,1	124,1	2,3	1,8	57,4	55,4	8,2	215,0	215,0	215,0	215,0		
	09:00	126,9	124,1	124,1	124,1	2,3	1,8	57,4	55,4	8,2	215,0	215,0	215,0	215,0		
	15:00	126,3	123,7	123,7	123,7	2,3	1,8	56,2	54,2	8,2	215,0	215,0	215,0	215,0		
Janeiro 13, 1961	A	03:00	150,0	148,0	148,0	148,0	16,0	18,0	66,0	66,0	8,3	275,0	270,0	270,0	270,0	
		09:00	144,0	142,0	142,0	142,0	16,0	18,0	62,0	62,0	8,3	275,0	270,0	270,0	270,0	
		15:00	147,0	145,0	145,0	145,0	16,0	18,0	64,7	62,5	8,3	280,0	275,0	275,0	275,0	
	B	03:00	148,0	146,0	146,0	146,0	16,0	18,0	65,1	62,9	8,3	275,0	270,0	270,0	270,0	
		09:00	142,0	140,0	140,0	140,0	16,0	18,0	62,0	60,0	8,3	275,0	270,0	270,0	270,0	
		15:00	144,0	142,0	142,0	142,0	16,0	18,0	64,7	62,5	8,3	280,0	275,0	275,0	275,0	
C	03:00	149,0	147,0	147,0	147,0	16,0	18,0	65,6	63,4	8,3	270,0	270,0	270,0	270,0		
	09:00	149,0	147,0	147,0	147,0	16,0	18,0	65,6	63,4	8,3	270,0	270,0	270,0	270,0		
	15:00	149,0	147,0	147,0	147,0	16,0	18,0	65,6	63,4	8,3	280,0	275,0	275,0	275,0		
Fevereiro 03, 1961	A	03:00	149,0	146,8	146,8	146,8	13,4	13,4	65,6	63,4	8,3	285,0	285,0	285,0	285,0	
		09:00	144,0	141,8	141,8	141,8	13,4	13,4	62,5	60,3	8,3	280,0	280,0	280,0	280,0	
		15:00	143,0	140,8	140,8	140,8	13,4	13,4	62,5	60,3	8,3	280,0	280,0	280,0	280,0	
	B	03:00	143,0	140,8	140,8	140,8	13,4	13,4	62,5	60,3	8,3	280,0	280,0	280,0	280,0	
		09:00	143,0	140,8	140,8	140,8	13,4	13,4	62,5	60,3	8,3	280,0	280,0	280,0	280,0	
		15:00	143,0	140,8	140,8	140,8	13,4	13,4	62,5	60,3	8,3	280,0	280,0	280,0	280,0	



Fevereiro 03, 1961	A	03:00	149,0	149,0	123,8	126,8	134	22,2	65,6	65,6	55,6	8,5	285,0	285,0
	B	05:00	144,0	149,0	128,8	117,6	134	21,4	62,3	62,3	52,3	8,5	280,0	280,0
	C	05:00	145,0	149,0	125,8	118,0	134	21,9	61,4	61,4	51,4	8,5	280,0	280,0
	C	03:00	143,0	149,0	120,8	119,4	134	21,4	61,2	61,2	51,2	8,5	280,0	280,0
Fevereiro 24, 1961	A	03:00	123,0	123,0	123,0	123,0	0	0	54,1	54,1	44,1	7,9	195,0	195,0
	B	05:00	117,0	117,0	117,0	108,4	0	6,6	49,7	49,7	39,7	7,9	185,0	185,0
	B	15:00	120,0	120,0	120,0	113,0	0	0	52,8	52,8	42,8	7,9	190,0	190,0
	C	03:00	114,0	114,0	114,0	113,0	0	0	49,7	49,7	39,7	7,9	185,0	185,0
	C	15:00	114,0	114,0	109,6	117,0	0	0	50,2	50,2	40,2	7,9	190,0	190,0
	C	03:00	122,0	122,0	122,0	122,0	0	0	53,7	53,7	43,7	7,9	190,0	190,0
	C	09:00	115,0	115,0	115,0	115,0	0	0	50,6	50,6	40,6	7,9	185,0	185,0
	C	15:00	115,0	115,0	115,0	115,0	0	0	50,6	50,6	40,6	7,9	185,0	185,0
	A	03:00	66,2	66,2	66,2	65,4	0	0	24,1	24,1	14,1	7,1	110,0	110,0
	B	05:00	73,2	73,2	73,2	71,0	0	0	28,2	28,2	18,2	7,1	110,0	110,0
B	15:00	66,2	66,2	65,5	68,7	0	0	26,9	26,9	16,9	7,1	110,0	110,0	
C	03:00	67,6	67,6	67,6	67,6	0	0	26,9	26,9	16,9	7,1	110,0	110,0	
C	15:00	62,2	62,2	62,2	65,4	0	0	24,1	24,1	14,1	7,1	110,0	110,0	
C	21:00	73,2	73,2	73,2	70,9	0	0	28,2	28,2	18,2	7,1	110,0	110,0	
C	03:00	65,4	65,4	65,4	64,3	0	0	26,8	26,8	16,8	7,1	110,0	110,0	
C	09:00	61,1	61,1	61,1	61,1	0	0	26,8	26,8	16,8	7,1	110,0	110,0	
C	15:00	64,3	64,3	64,3	64,3	0	0	26,8	26,8	16,8	7,1	110,0	110,0	
C	21:00	67,6	67,6	67,6	69,8	0	0	29,7	29,7	19,7	7,1	110,0	110,0	
Abril 20, 1961	A	03:00	22,4	22,4	22,4	22,4	0	0	22,4	22,4	12,4	7,6	75,0	75,0
	B	05:00	20,9	20,9	20,9	20,9	0	0	21,5	21,5	11,5	7,6	70,0	70,0
	B	15:00	20,9	20,9	20,9	20,9	0	0	21,5	21,5	11,5	7,6	70,0	70,0
	C	03:00	20,9	20,9	20,9	20,9	0	0	21,5	21,5	11,5	7,6	70,0	70,0
	C	15:00	20,9	20,9	20,9	20,9	0	0	21,5	21,5	11,5	7,6	70,0	70,0
	C	21:00	20,9	20,9	20,9	20,9	0	0	21,5	21,5	11,5	7,6	70,0	70,0
	C	03:00	20,9	20,9	20,9	20,9	0	0	21,5	21,5	11,5	7,6	70,0	70,0
	C	09:00	20,9	20,9	20,9	20,9	0	0	21,5	21,5	11,5	7,6	70,0	70,0
	C	15:00	20,9	20,9	20,9	20,9	0	0	21,5	21,5	11,5	7,6	70,0	70,0
	C	21:00	20,9	20,9	20,9	20,9	0	0	21,5	21,5	11,5	7,6	70,0	70,0
C	03:00	20,9	20,9	20,9	20,9	0	0	21,5	21,5	11,5	7,6	70,0	70,0	
Agosto 03, 1961	A	15:00	22,5	22,5	22,5	22,5	0	0	22,5	22,5	12,5	7,3	80,0	80,0
	B	15:00	22,5	22,5	22,5	22,5	0	0	22,5	22,5	12,5	7,3	80,0	80,0
	C	15:00	22,5	22,5	22,5	22,5	0	0	22,5	22,5	12,5	7,3	80,0	80,0
	C	15:00	22,5	22,5	22,5	22,5	0	0	22,5	22,5	12,5	7,3	80,0	80,0
Setembro 20, 1961	A	03:00	23,2	23,2	23,2	23,2	0	0	23,2	23,2	13,2	7,3	100,0	100,0
	B	05:00	22,7	22,7	22,7	22,7	0	0	22,7	22,7	12,7	7,3	100,0	100,0
	B	15:00	22,7	22,7	22,7	22,7	0	0	22,7	22,7	12,7	7,3	100,0	100,0
	C	03:00	22,7	22,7	22,7	22,7	0	0	22,7	22,7	12,7	7,3	100,0	100,0
	C	09:00	22,7	22,7	22,7	22,7	0	0	22,7	22,7	12,7	7,3	100,0	100,0
	C	15:00	22,7	22,7	22,7	22,7	0	0	22,7	22,7	12,7	7,3	100,0	100,0
	C	21:00	22,7	22,7	22,7	22,7	0	0	22,7	22,7	12,7	7,3	100,0	100,0
	C	03:00	22,7	22,7	22,7	22,7	0	0	22,7	22,7	12,7	7,3	100,0	100,0
	C	09:00	22,7	22,7	22,7	22,7	0	0	22,7	22,7	12,7	7,3	100,0	100,0
	C	15:00	22,7	22,7	22,7	22,7	0	0	22,7	22,7	12,7	7,3	100,0	100,0
C	21:00	22,7	22,7	22,7	22,7	0	0	22,7	22,7	12,7	7,3	100,0	100,0	
Outubro 19, 1961	A	03:00	24,5	24,5	24,5	24,5	0	0	24,5	24,5	14,5	7,7	110,0	110,0
	B	05:00	23,9	23,9	23,9	23,9	0	0	23,9	23,9	13,9	7,7	110,0	110,0
	B	15:00	23,9	23,9	23,9	23,9	0	0	23,9	23,9	13,9	7,7	110,0	110,0
	C	03:00	23,9	23,9	23,9	23,9	0	0	23,9	23,9	13,9	7,7	110,0	110,0
	C	09:00	23,9	23,9	23,9	23,9	0	0	23,9	23,9	13,9	7,7	110,0	110,0
	C	15:00	23,9	23,9	23,9	23,9	0	0	23,9	23,9	13,9	7,7	110,0	110,0
	C	21:00	23,9	23,9	23,9	23,9	0	0	23,9	23,9	13,9	7,7	110,0	110,0
	C	03:00	23,9	23,9	23,9	23,9	0	0	23,9	23,9	13,9	7,7	110,0	110,0
	C	09:00	23,9	23,9	23,9	23,9	0	0	23,9	23,9	13,9	7,7	110,0	110,0
	C	15:00	23,9	23,9	23,9	23,9	0	0	23,9	23,9	13,9	7,7	110,0	110,0
C	21:00	23,9	23,9	23,9	23,9	0	0	23,9	23,9	13,9	7,7	110,0	110,0	
Novembro 21, 1961	A	03:00	27,2	27,2	27,2	27,2	0	0	27,2	27,2	17,2	7,9	125,0	125,0
	B	05:00	26,6	26,6	26,6	26,6	0	0	26,6	26,6	16,6	7,9	125,0	125,0
	B	15:00	26,6	26,6	26,6	26,6	0	0	26,6	26,6	16,6	7,9	125,0	125,0
	C	03:00	26,6	26,6	26,6	26,6	0	0	26,6	26,6	16,6	7,9	125,0	125,0
	C	09:00	26,6	26,6	26,6	26,6	0	0	26,6	26,6	16,6	7,9	125,0	125,0
	C	15:00	26,6	26,6	26,6	26,6	0	0	26,6	26,6	16,6	7,9	125,0	125,0
	C	21:00	26,6	26,6	26,6	26,6	0	0	26,6	26,6	16,6	7,9	125,0	125,0
	C	03:00	26,6	26,6	26,6	26,6	0	0	26,6	26,6	16,6	7,9	125,0	125,0
	C	09:00	26,6	26,6	26,6	26,6	0	0	26,6	26,6	16,6	7,9	125,0	125,0
	C	15:00	26,6	26,6	26,6	26,6	0	0	26,6	26,6	16,6	7,9	125,0	125,0
C	21:00	26,6	26,6	26,6	26,6	0	0	26,6	26,6	16,6	7,9	125,0	125,0	

C	03:00	122,0	122,0	122,0	122,0	122,0	00	00	53,7	53,7	7,6	190,0	185,0
	09:00	115,0	115,0	115,0	115,0	115,0	00	00	50,6	50,6	7,6	185,0	180,0
	13:00	115,0	115,0	115,0	115,0	115,0	00	00	50,6	50,6	7,6	190,0	185,0
A	03:00	66,5	66,5	66,5	66,5	66,5	00	00	24,8	24,8	7,1	110,0	110,0
	09:00	65,4	65,4	65,4	65,4	65,4	00	00	22,3	22,3	7,1	110,0	110,0
	15:00	73,1	73,1	73,1	73,1	73,1	00	00	29,7	29,7	7,1	115,0	115,0
B	03:00	66,5	66,5	66,5	66,5	66,5	00	00	29,7	29,7	7,1	110,0	110,0
	09:00	68,7	68,7	68,7	68,7	68,7	00	00	27,1	27,1	7,1	110,0	110,0
	15:00	68,7	68,7	68,7	68,7	68,7	00	00	27,1	27,1	7,1	115,0	115,0
C	03:00	70,9	70,9	70,9	70,9	70,9	00	00	26,8	26,8	7,1	115,0	115,0
	09:00	61,7	61,7	61,7	61,7	61,7	00	00	28,5	28,5	7,1	112,0	112,0
	15:00	61,7	61,7	61,7	61,7	61,7	00	00	28,5	28,5	7,1	112,0	112,0
A	03:00	52,4	52,4	52,4	52,4	52,4	00	00	23,1	23,1	7,6	75,0	75,0
	09:00	53,4	53,4	53,4	53,4	53,4	00	00	23,1	23,1	7,6	75,0	75,0
	15:00	56,7	56,7	56,7	56,7	56,7	00	00	24,9	24,9	7,6	75,0	75,0
B	03:00	56,7	56,7	56,7	56,7	56,7	00	00	22,1	22,1	7,6	75,0	75,0
	09:00	57,8	57,8	57,8	57,8	57,8	00	00	22,1	22,1	7,6	75,0	75,0
	15:00	57,8	57,8	57,8	57,8	57,8	00	00	22,1	22,1	7,6	80,0	80,0
C	03:00	57,8	57,8	57,8	57,8	57,8	00	00	22,1	22,1	7,6	80,0	80,0
	09:00	58,9	58,9	58,9	58,9	58,9	00	00	22,1	22,1	7,6	80,0	80,0
	15:00	58,9	58,9	58,9	58,9	58,9	00	00	22,1	22,1	7,6	80,0	80,0
A	03:00	52,4	52,4	52,4	52,4	52,4	00	00	23,1	23,1	7,6	75,0	75,0
	09:00	53,4	53,4	53,4	53,4	53,4	00	00	23,1	23,1	7,6	75,0	75,0
	15:00	54,4	54,4	54,4	54,4	54,4	00	00	23,9	23,9	7,6	90,0	85,0
B	03:00	53,4	53,4	53,4	53,4	53,4	00	00	23,9	23,9	7,6	90,0	85,0
	09:00	54,4	54,4	54,4	54,4	54,4	00	00	23,9	23,9	7,6	90,0	85,0
	15:00	54,4	54,4	54,4	54,4	54,4	00	00	23,9	23,9	7,6	90,0	85,0
A	03:00	52,4	52,4	52,4	52,4	52,4	00	00	23,1	23,1	7,6	100,0	105,0
	09:00	53,4	53,4	53,4	53,4	53,4	00	00	23,1	23,1	7,6	100,0	105,0
	15:00	54,4	54,4	54,4	54,4	54,4	00	00	23,9	23,9	7,6	100,0	105,0
B	03:00	53,4	53,4	53,4	53,4	53,4	00	00	23,1	23,1	7,6	100,0	105,0
	09:00	54,4	54,4	54,4	54,4	54,4	00	00	23,9	23,9	7,6	100,0	105,0
	15:00	54,4	54,4	54,4	54,4	54,4	00	00	23,9	23,9	7,6	100,0	105,0
C	03:00	54,4	54,4	54,4	54,4	54,4	00	00	23,9	23,9	7,6	100,0	105,0
	09:00	55,6	55,6	55,6	55,6	55,6	00	00	23,9	23,9	7,6	100,0	105,0
	15:00	55,6	55,6	55,6	55,6	55,6	00	00	23,9	23,9	7,6	100,0	105,0
A	03:00	54,4	54,4	54,4	54,4	54,4	00	00	24,8	24,8	7,7	110,0	105,0
	09:00	55,6	55,6	55,6	55,6	55,6	00	00	24,8	24,8	7,7	110,0	105,0
	15:00	55,6	55,6	55,6	55,6	55,6	00	00	24,8	24,8	7,7	110,0	105,0
B	03:00	55,6	55,6	55,6	55,6	55,6	00	00	24,8	24,8	7,7	110,0	105,0
	09:00	56,7	56,7	56,7	56,7	56,7	00	00	24,8	24,8	7,7	110,0	105,0
	15:00	56,7	56,7	56,7	56,7	56,7	00	00	24,8	24,8	7,7	110,0	105,0
C	03:00	56,7	56,7	56,7	56,7	56,7	00	00	24,8	24,8	7,7	110,0	105,0
	09:00	57,8	57,8	57,8	57,8	57,8	00	00	24,8	24,8	7,7	110,0	105,0
	15:00	57,8	57,8	57,8	57,8	57,8	00	00	24,8	24,8	7,7	110,0	105,0
A	03:00	61,9	61,9	61,9	61,9	61,9	00	00	27,2	27,2	7,9	125,0	125,0
	09:00	61,9	61,9	61,9	61,9	61,9	00	00	27,2	27,2	7,9	125,0	125,0
	15:00	61,9	61,9	61,9	61,9	61,9	00	00	27,2	27,2	7,9	125,0	125,0
B	03:00	61,9	61,9	61,9	61,9	61,9	00	00	27,2	27,2	7,9	125,0	125,0
	09:00	61,9	61,9	61,9	61,9	61,9	00	00	27,2	27,2	7,9	125,0	125,0
	15:00	61,9	61,9	61,9	61,9	61,9	00	00	27,2	27,2	7,9	125,0	125,0
C	03:00	61,9	61,9	61,9	61,9	61,9	00	00	27,2	27,2	7,9	125,0	125,0
	09:00	61,9	61,9	61,9	61,9	61,9	00	00	27,2	27,2	7,9	125,0	125,0
	15:00	61,9	61,9	61,9	61,9	61,9	00	00	27,2	27,2	7,9	125,0	125,0
A	03:00	65,0	65,0	65,0	65,0	65,0	00	00	28,6	28,6	7,8	165,0	160,0
	09:00	65,0	65,0	65,0	65,0	65,0	00	00	28,6	28,6	7,8	165,0	160,0
	15:00	65,0	65,0	65,0	65,0	65,0	00	00	28,6	28,6	7,8	165,0	160,0
B	03:00	65,0	65,0	65,0	65,0	65,0	00	00	28,6	28,6	7,8	165,0	160,0
	09:00	65,0	65,0	65,0	65,0	65,0	00	00	28,6	28,6	7,8	165,0	160,0
	15:00	65,0	65,0	65,0	65,0	65,0	00	00	28,6	28,6	7,8	165,0	160,0
C	03:00	65,0	65,0	65,0	65,0	65,0	00	00	28,6	28,6	7,8	165,0	160,0
	09:00	65,0	65,0	65,0	65,0	65,0	00	00	28,6	28,6	7,8	165,0	160,0
	15:00	65,0	65,0	65,0	65,0	65,0	00	00	28,6	28,6	7,8	165,0	160,0

Winnipeg 29, 1961

Abril 20, 1961

Agosto 03, 1961

Setembro 20, 1961

Outubro 19, 1961

Novembro 21, 1961

Diciembre 30, 1961

TABELA 12  
Elementos químicos pesquisados na água do açude "Amanari", no período de 24 de agosto 1960 a 30 de dezembro 1961

É P O C A	EST.	HORAS	E L E M E N T O S Q U I M I C O S (*)					
			Amônia em N	Nitritos N	Ferro to.	Fosfatos	Sulfatos	Silica
AGOSTO 24, 1960	A	15:00	0	0	0	0,140	5,2	2,5
	B	15:00	0	0	0	0,140	5,2	2,5
	C	15:00	0	0	0	0,140	5,2	2,5
SETEMBRO 23, 1960	A	15:00	0	0	0	0,140	10,8	4,3
	B	15:00	0	0	0	0,140	10,8	4,3
	C	15:00	0	0	0	0,140	10,8	4,3
OUTUBRO 14, 1960	A	15:00	0	0	0	0,156	12,6	7,0
	B	15:00	0	0	0	0,156	12,6	7,0
	C	15:00	0	0	0	0,156	12,6	7,0
NOVEMBRO 22, 1960	A	15:00	0	0	0	0,156	0	1,0
	B	15:00	0	0	0	0,093	0	2,5
	C	15:00	0	0	0	0,156	0	3,9
JANEIRO 13, 1961	A	15:00	0	0	0	0,050	27,2	3,0
	B	15:00	0	0	0	0,083	23,6	3,0
	C	15:00	0	0	0	0,050	21,8	3,9
FEVEREIRO 03, 1961	A	09:00	0	0	0	—	—	—
	B	09:00	0	0	0	—	—	—
	C	09:00	0	0	0	—	—	—
FEVEREIRO 24, 1961	A	15:00	0	0,02	0	0,312	18,1	7,0
	B	15:00	0	0,02	0	0,353	21,8	7,0
	C	15:00	0	0,03	0	0,228	12,6	7,7
MARÇO 29, 1961	A	15:00	0	0	0	0,500	16,3	5,6
	B	15:00	0	0	0	0,500	16,3	5,1
	C	15:00	0	0	0,1	0,500	21,8	5,6
ABRIL 20, 1961	A	15:00	0	0	0	0,425	9,0	4,7
	B	15:00	0	0	0	0,343	9,0	4,7
	C	15:00	0	0	0	0,406	9,0	7,0
OUTUBRO 19, 1961	A	15:00	0	0	0	0,197	27,2	9,5
	B	15:00	0	0	0	0,197	27,2	9,5
	C	15:00	0	0	0	0,197	29,0	9,5
NOVEMBRO 29, 1961	A	15:00	0	0	0	0,228	29,00	10,0
	B	15:00	0	0	0	0,228	29,0	10,0
	C	15:00	0	0	0	0,228	29,0	10,0
DEZEMBRO 30, 1961	A	09:00	0	0,01	0	0,140	32,6	10,0
	B	09:00	0	0,01	0	0,187	32,6	9,5
	C	09:00	0	0,01	0	0,187	32,6	10,0

(\*) Não foram possíveis as pesquisas destes elementos, nas excursões dos dias 3 de agosto e 20 de setembro 1961.

OCORRÊNCIA E CAUSAS DE DEPLEÇÃO DE CURIMATÃ  
COMUM, "PROCHILODUS CEARENSIS" STEINDACHNER,  
NO AÇUDE PÚBLICO "GENERAL SAMPAIO"  
(GENERAL SAMPAIO, CEARÁ, BRASIL)

## SUMÁRIO

AÇUDE GENERAL SAMPAIO .....	53
PESCA E ARTES PESQUEIRAS .....	54
MATERIAL E MÉTODOS .....	54
DISCUSSÃO .....	55
CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES .....	62

**OCORRÊNCIA E CAUSAS DE DEPLEÇÃO DE CURIMATÃ COMUM,  
"PROCHILODUS CEARENSIS" STEINDACHNER, NO AÇUDE PÚBLI-  
CO "GENERAL SAMPAIO" (GENERAL SAMPAIO, CEARÁ, BRASIL) \***

**J. W. Bezerra e Silva \*\***

Em trabalho anterior, o autor determinou a ocorrência e causas de depleção de curimatã comum, *Prochilodus cearensis* Steindachner, no açude "Forquilha", Sobral, Ceará (SILVA, 1970).

Dados sobre a biologia e importância, do ponto de vista econômico, da aludida espécie podem ser encontrados em AZEVÊDO & VIEIRA, 1939; CHACON, 1959; FONTENELE, 1960; DENDY, et al., 1966 e 1967; SILVA, 1970. No entanto, devemos salientar que a curimatã comum realiza, anualmente, uma migração, desde que haja cheias nos rios, procurando águas novas para se reproduzir (AZEVEDO & VIEIRA, 1939; GODOY, 1959 e 1965; FONTENELE, 1961; SILVA, 1970).

Em 1966, o 1.º Distrito de Fomento e Produção comunicou à Diretoria de Fomento e Produção (órgãos então vigentes no DNOCS), uma queda de produção de curimatã comum, no açude "General Sampaio". 1

Decorrentemente, o então Centro de Pesquisas Biológico-Pesqueiras (atual Divisão de Pesquisas Ictiológicas), daquela Diretoria, incumbiu-nos de realizar investigações no referido açude, visando determinar a ocorrência e causas da depleção alegada. Os trabalhos realizados constam desta nota e abrangem a análise da pesca no período de 1950 a 1968.

**AÇUDE "GENERAL SAMPAIO"**

Localizado a 2 km da cidade de mesmo nome, sendo formado pelo represamento do rio Curu, foi concluído em 1934, atingindo, no entanto, a cota de sangria, pela primeira vez, em 1940. Além deste ano, sangrou em 1961, 1963, 1964, 1965, 1967 e 1968. Tem capacidade para 322.200.000 m<sup>3</sup> de água, com uma área de 3.110 ha e uma profundidade máxima de 32,50 metros.

O açude apresenta um desnível de vários metros entre a soleira do sangradouro e o leito do rio a jusante da barragem, o que impossibilita

\* Trabalho elaborado em cumprimento à Portaria n.º 560/DG, de 10/07/1968 DNOCS.

\*\* Eng.º Agr.º da CPq/Divisão de Pesquisas Ictiológicas — DNOCS — Fortaleza, Ceará, Brasil.

(1) Of. n.º 1.105 DF/SFP, de 25 de março de 1966.

a subida de peixes para a bacia hidráulica. Citado sangradouro não dispõe de escada de peixes (CHARLIER, 1957).

Com uma bacia hidráulica mais ou menos limpa, repousando, quase sempre, nas ombreiras das serras, apenas nas partes mais rasas encontramos alguns troncos de árvores, em decorrência do fato do açude haver passado 20 anos sem encher. Observamos alguma vegetação submersa, principalmente pertencente à família Najadaceae. Nas margens, encontramos Gramineas e Ciperáceas.

Entre as aves predadoras de peixes encontramos alguns exemplares de martim pescador (Alcedidae), socó (Ardeidae) e mergulhão (Steganopode).

Os nomes vulgares e científicos dos peixes encontrados no açude são vistos na tabela I.

### PESCA E ARTES PESQUEIRAS

A dinâmica e a aparelhagem de pesca usada na captura da curimatã comum, no açude "General Sampaio", são as mesmas citadas por SILVA (1970) para o açude "Forquilha".

A pesca é feita, portanto, com galões ("gill-nets") e tarrafas de "nylon", segundo métodos tradicionais.

Sendo quase sempre noturnas, as pescarias iniciam-se às 18 horas de um dia e prolongam-se até 6 horas do subsequente. Neste período, o galão permanece estendido n'água, podendo mudar ou não de local e ficar "fundeadó" (no fundo do açude), "quibado" (com meia água) e "boiado" (na superfície da água) (FONTENELE, 1962; SILVA, 1969 e 1970). Em cada pescaria, a embarcação, canoa a remo, geralmente de pau-branco e medindo 4,00 x 0,80 x 0,30 m, conduz 2 homens (pescador e ajudante).

### MATERIAL E MÉTODOS

Os dados que servem de fundamento a este trabalho, foram obtidos dos boletins estatísticos de desembarque do pescado no açude, tendo sido coletados pela Seção de Fiscalização da Pesca (SFP) do DNOCS, diretamente dos pescadores e nas guaritas de pesca do açude.

Utilizamos dados sobre número de indivíduos capturados, pêso dos indivíduos (kg) e "esforço de pesca" empregado no açude, ordenados inicialmente por mês e, posteriormente, por ano, para a curimatã comum, pescada do Piauí, *Plagioscion squamosissimus* Heckel, pescada cacunda da Amazonas (Amc.), *P. surinamensis* Bleeker, traira, *Hoplias malabaricus* Bloch e para o pirarucu, *Arapaima gigas* Cuvier.

Com base naqueles dados, calculamos os pesos médios (g) e os índices de captura (n.º de indivíduos por galão/ano, para a curimatã comum e as 2 espécies de pescada e número de indivíduos por anzol/ano, para a traira e o pirarucu), em cada ano de observação.

Dentro da mesma metodologia de trabalho anterior (SILVA, 1970) e por falta de dados sobre o comprimento dos peixes, que nos possibilitassem determinar os grupos de idades dos exemplares de curimatã comum desembarcados nos anos considerados, usamos os valores dos pesos médios e dos índices de captura para análise da pesca, compreendendo: observação de desova e observações sobre a classe anual formada. Assim: (a) baixa no peso médio ou peso médio mais ou menos constante + aumento no índice de captura = ótima desova e excelente classe anual; (b) baixa no peso médio ou peso médio mais ou menos constante + diminuição no índice de captura = pequena desova ou pequena classe anual originada no açude e (c) elevação no peso médio + diminuição do índice de captura = sem desova (sem formação de classe anual).

Os dados estatísticos obtidos, estão referidos e analisados nas tabelas II a VII, e representados nas figuras 1 a 5.

A análise daqueles dados foi fundamentada nos seguintes critérios, adotados por (SILVA, 1970): (1) declínio das capturas por ano de pesca; (2) declínio da tonelagem total desembarcada anualmente, apesar de uma intensidade de pesca constante ou em elevação; (3) produção muito irregular e (4) acréscimo da taxa de crescimento individual (devido a um aumento da capacidade nutritiva individual, resultante da diminuição da densidade da população). Tais critérios consideramos ajustáveis a presente análise.

Para análise das possíveis causas de depleção, levantamos as seguintes hipóteses, usadas por SILVA (1970): (1) intensidade de esforço elevado; (2) predação por espécies carnívoras presentes no açude; (3) pobreza das águas devido à modificação do "habitat" e (4) diminuição em virtude de fatores estranhos à pesca.

## DISCUSSÃO

### Ocorrência de depleção

**Declínio das capturas por ano de pesca.** — Ao contrário do observado por SHELL et al. (1968) para o açude "Pereira de Miranda" (Pentecoste, CE), as curimatãs de uma dada classe anual, originadas no açude "General Sampaio", parecem só ser recrutadas no ano subsequente. Isto porque: (1) no biênio 1958-1959 não houve desovas (sêca de 1958 e escassês de chuvas em 1959) e os peixes nascidos em 1960 só apareceram na pesca no ano seguinte e (2) 1966 foi sêco (sem desova) e os peixes nascidos em 1967 só apareceram na pesca em 1968 (tabela III).



SHELL, et all. (1968), encontraram que a pesca de curimatã comum no açude "Pereira de Miranda" depende, em grande parte, de uma simples classe anual e que poucas curimatãs vivem mais de 18 meses no açude. Os dados parecem demonstrar que o mesmo fato vem se verificando no açude "General Sampaio". Assim sendo, é que a pesca em 1950 foi analisada com base nos pesos médios e no índice de captura da curimatã comum no ano de 1951, e sucessivamente.

A tabela II e figura 3 nos mostram que o número de exemplares de curimatã comum capturados no açude variou bastante, sendo máximo em 1951 e mínimo em 1967.

As tabelas II e III e figura 3 indicam pequenas capturas nos anos de 1959 e 1960, motivadas pela ausência da classe de 1958 (ano sêco) e ausência de desova, ou desova não aproveitada, em 1959, e, ainda, pelo fato da classe de 1960 ter sido recrutada, em 1961. Observamos um declínio das capturas no período de 1962 a 1968, motivado, possivelmente, por pequenas desovas (pequeno número de indivíduos no açude, na época da desova), pouco aproveitamento destas desovas e, principalmente, pela fuga de curimatãs pelo sangradouro (FONTENELE, 1961).

Tivemos índices de captura abaixo da média em 1953 e 1954, consequência da sêca de 1952 e escassês de chuva em 1953. Nos demais anos tivemos índices de captura acima da média para os 19 anos analisados, sendo excelentes em 1950, 1951, 1955, e 1961. (Tabelas II e III e figura 3).

**Declínio da tonelage m desembarcada anualmente, apesar de uma intensidade de pesca constante ou em elevação.** — A intensidade da pesca foi crescente de 1950 a 1954, decrescente daí até 1961 (com ligeiros acréscimos em 1956 e 1958) e permanecendo mais ou menos constante de 1961 até 1968 (tabela II e figura 5).

No período de 1950 a 1954 a tonelage m total desembarcada permaneceu mais ou menos constante, apesar da intensidade da pesca em elevação. De 1955 a 1960, ela diminuiu com a intensidade da pesca. A partir de 1963, apesar da intensidade da pesca ter se mantida mais ou menos constante, a tonelage m total desembarcada caiu bruscamente (tabela II e figura 5).

**Produção muito irregular.** — Fato que podemos observar na tabela II e figura 3.

**Acréscimo da taxa de crescimento individual.** — Não dispomos de dados para o cálculo de acréscimo da taxa de crescimento individual. No entanto quando comparamos os pesos médios dos exemplares de curimatã comum do açude "General Sampaio" com os daqueles peixes dos açudes "Pereira de Miranda" (Pentecoste, Ceará) e "Forquilha" (Sobral, Ceará) (SILVA, 1969 e 1970), notamos que as do primeiro são bem

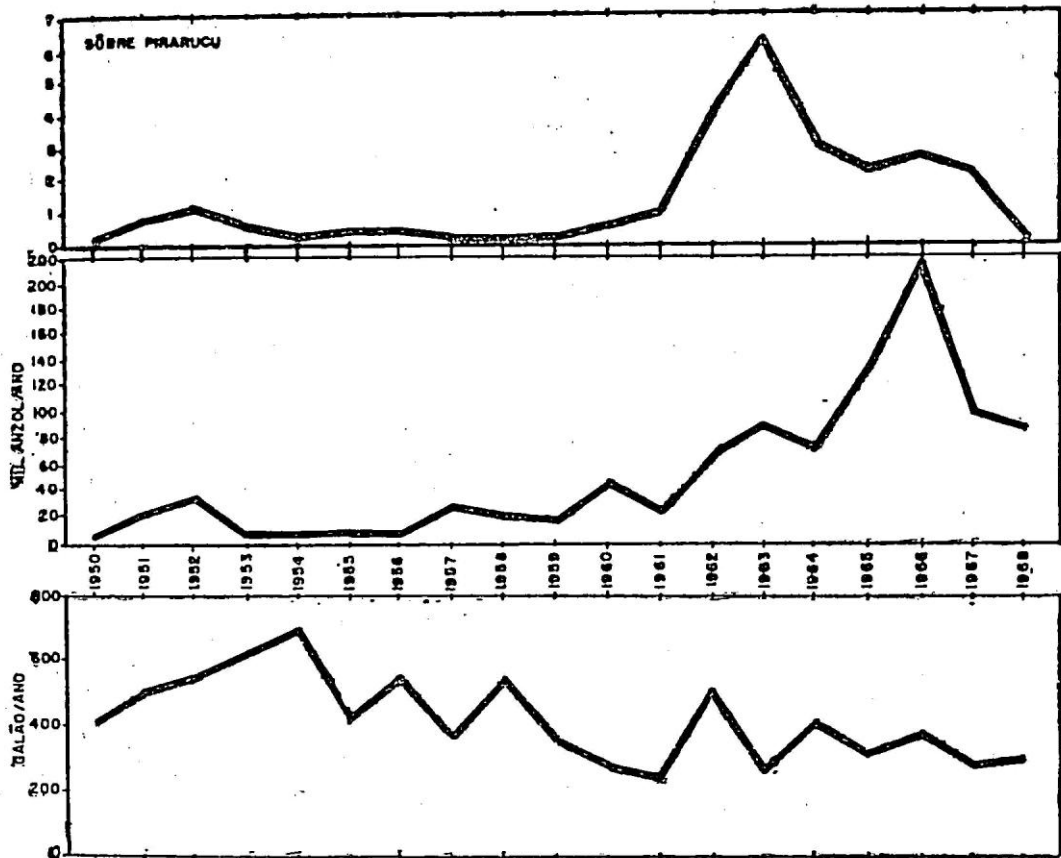


FIG. 5. ESFORÇO DE PESCA (GALÃO/ANO E ANZOL/ANO), POR ANO, EXERCIDO NO AÇUDE "GENERAL SAMPAIO" (GENERAL SAMPAIO, CEARÁ, BRASIL), NO PERÍODO DE 1950 A 1968.

maiores (tabela VII). Êste parece se dever a uma maior densidade da aludida espécie no açude "General Sampaio". Devemos salientar que: (1) as características dos aparelhos e os métodos de pesca dos três açudes, acima citados, pouco diferem (SILVA, 1969 e 1970); (2) a pesca da curimatã comum no açude "Pereira de Miranda" (o que apresentou menor pêso médio para esta espécie) se mantém em ótimos níveis e (3) em amostragens efetuadas no açude "General Sampaio", chamou-nos à atenção o fato das poucas curimatãs capturadas ser de tamanho e pêso elevado.

#### Causas de depleção

**Intensidade de esforço elevado.** — Dos 19 anos analisados, apenas em 1951, 1954, 1966 e 1968 um aumento no esforço de pesca correspondeu a um acréscimo nos índices de captura (tabela II e III e figuras 3 e 5). No entanto, até 1961, período em que o açude permaneceu sem sangrar, os índices de captura variaram em tórno do valor médio para o período

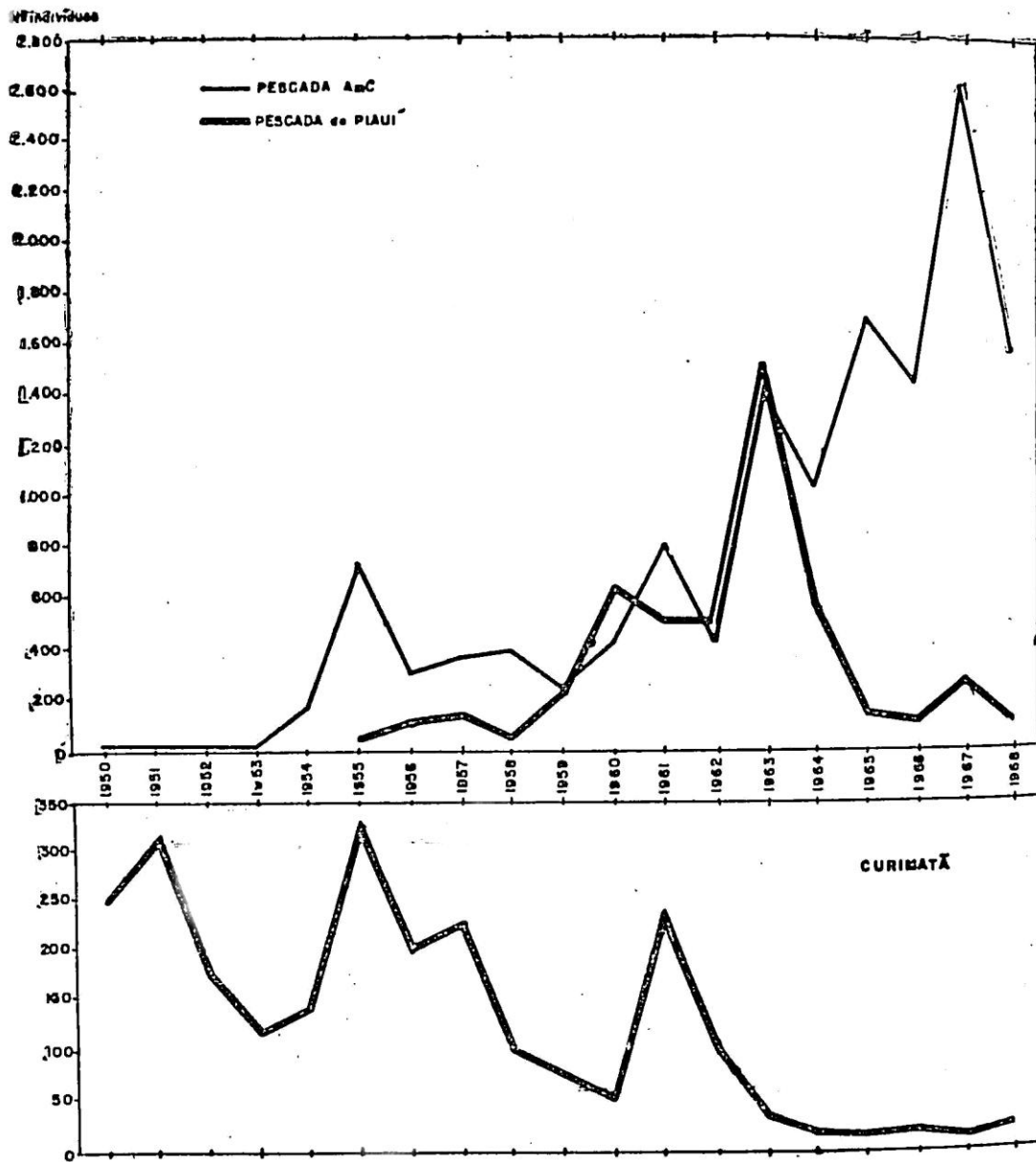


FIG. 3. INDICES DE CAPTURA DE CURIMATÃ COMUM, *PROCHILODUS CEARENSIS* STEINDACHNER, PESCADA DO PIAUI, *PLAGIOSCION SQUAMOSISSIMUS* HECKEL E PESCADA AMC., *P. SURINAMENSIS*, POR GALÃO/ANO, NAS PESCARIAS COMERCIAIS DO AÇUDE "GENERAL SAMPAIO" (GENERAL SAMPAIO, CEARÁ, BRASIL), NO PERÍODO DE 1950 A 1968.

analisado, fazendo exceção apenas os anos de 1959 e 1960, em virtude da sêca de 1958, já comentada, a qual acarretou baixa nos índices de captura (tabela II e III).

De 1963 a 1968, anos em que, com exceção de 1966, o açude sangrou, aqueles índices decresceram bruscamente, ao ponto de em 1967 se restringir a 6,3 peixes por galão/ano. Apesar disto, a intensidade da pesca permaneceu elevada (tabela II e figuras 3 e 5). Este fato parece não permitir a recuperação, pelos peixes restantes no açude, das perdas pelo sangradouro, pois, o que sobra de tal desperdício, é retirado pela pesca.

**Predação por espécies carnívoras presentes no açude.** — As tabelas II, IV, V e VI e figuras 3 e 4, mostram ser bastante irregulares os índices de captura das espécies de peixes analisados.

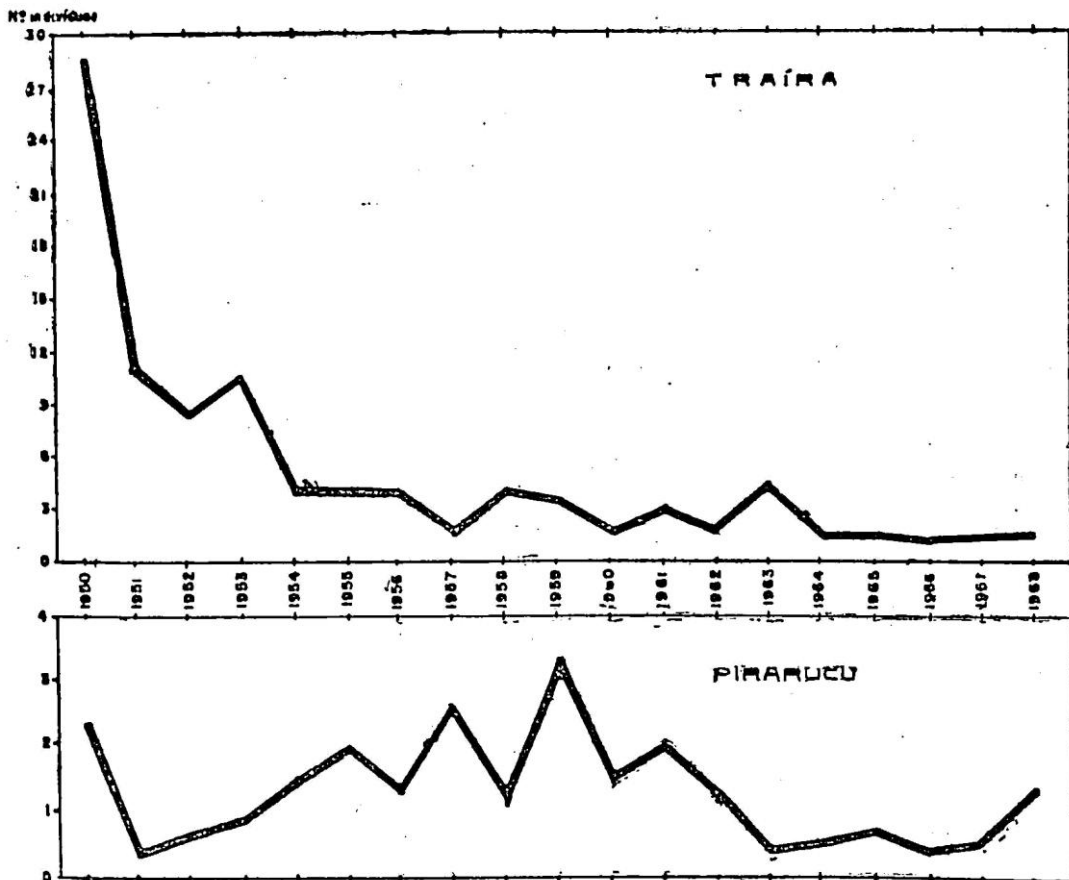


FIG. 4. ÍNDICES DE CAPTURA (N.º DE INDIV. POR ANZOL/ANO) DE TRAIRA, HOPLIAS MALABARICUS E PIRARUCU, ARAPAIMA GIGAS CUVIER, POR ANO, NAS PESCARIAS, COMERCIAIS DO AÇUDE "GENERAL SAMPAIO" (GENERAL SAMPAIO, CEARÁ, BRASIL), NO PERÍODO DE 1950 A 1968.

Com exceção da pescada Amc., tôdas as espécies tiveram seus índices de captura diminuídos a partir de 1962, segundo ano após a sangria do açude. Também, com exceção da pescada Amc., no período de

1962 a 1968, os valores máximos dos índices de captura das espécies carnívoras (pescada do Piauí, traira e pirarucu), não coincidiram com os mínimos observados para a curimatã (tabelas II e III e figuras 3 e 4).

O aumento da densidade relativa da pescada Amc. no açude, a partir de 1962, pode ser atribuído a: (1) a espécie não se deixa arrastar pela água de sangria; (2) maior disponibilidade de alimentos (tanto na fase planctófaga como na adulta), em virtude da diminuição da densidade das demais espécies; (3) pequeno tamanho dos peixes, os quais são poucos atingidos pelos aparelhos em uso na pesca, evitando, assim, uma sobrepesca e (4) predação de larvas e alevinos de outras espécies. O item 4, não julgamos ter ocorrido, em virtude da espécie ter sido introduzida no açude antes de 1950 e somente a partir de 1962 este fato ter-se apresentado e, também, pelo motivo de não ter havido acréscimo no peso médio das pescadas Amc. capturadas.

Não notamos acréscimo nos pesos médios das duas pescadas; traira e do pirarucu, que correspondesse a um decréscimo no peso médio da curimatã comum (figuras 1 e 2). Também não verificamos incrementos acentuados nos pesos médios das quatro espécies carnívoras, no período em que os índices de captura da curimatã comum foram mínimos (tabelas II, IV, V e VI e figuras 1 e 2).

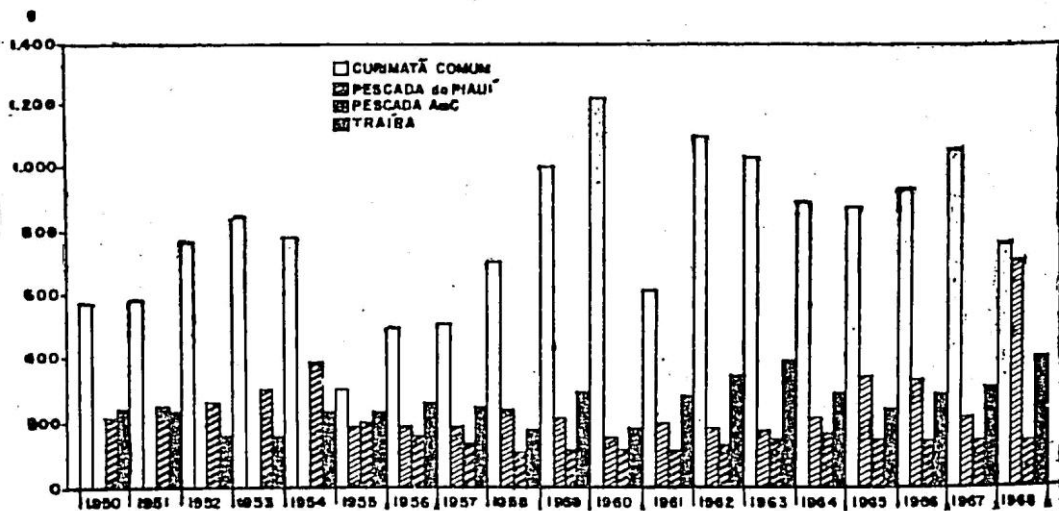


FIG. 1. PESOS MÉDIOS (g) DE CURIMATÃ COMUM, *PROCHILODUS CEARENSIS* STEINDACHNER, PESCADA DO PIAUÍ, *PLAGIOSCION SQUAMOSISSIMUS* HECKEL, PESCADA AMC, *P. SURINAMENSIS* E TRAIRA, *HOPLIAS MALABARIUS*, NAS PESCARIAS COMERCIAIS DO AÇUDE "GENERAL SAMPAIO" (GENERAL SAMPAIO, CEARÁ BRASIL), NO PERÍODO DE 1950 A 1968.

Para AZEVÊDO & VIEIRA (1939), não tem grande proporção o índice de predação dos peixes carnívoros, em prejuízo do restante da população de peixes nos rios e açudes do nordeste brasileiro.

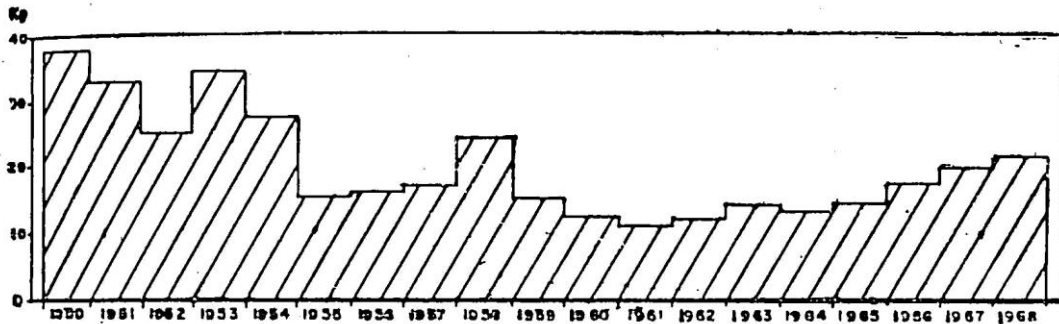


FIG. 2. PESOS MÉDIOS (kg) DE PIRARUCU, *ARAPAIMA GIGAS* CUVIER, NAS PESCARIAS COMERCIAIS DO AÇUDE "GENERAL SAMPAIO" (GENERAL SAMPAIO, CEARÁ, BRASIL), NO PERÍODO DE 1950 A 1968.

O elevado esforço aplicado na pesca do pirarucu, no período de 1961 a 1967, reduziu o estoque daqueles peixes a níveis muito baixos, quase que eliminando a espécie do açude (tabela VI e figuras 4 e 5).

**Pobreza das águas devido à modificação do "habitat".** — Não dispuzemos de dados limnológicos do açude. No entanto, sabemos que nos primeiros anos após a construção de um açude, este se torna bastante piscoso, em virtude, sobretudo, da adubação natural que sofre, graças à decomposição do material verde coberto pelas águas. Decorridos alguns anos, o volume das capturas decresce até estabilizar em determinados níveis de produção. Este equilíbrio pode ser rompido por mudanças climáticas (sêca p. ex.), pesca predatória, quebra da cadeia alimentícia (GODOY, 1965), além de outros.

A tabela III nos mostra que nos 19 anos analisados, cinco apresentaram classe anuais pequenas (pequenas desovas ou pequeno aproveitamento dos produtos das desovas), em oito não houve desova ou não houve aproveitamento dos produtos das desovas, incluindo-se as sêcas de 1952, 1958 e 1966. Apenas em cinco anos houve boas desovas, com formação de excelentes classes anuais. Salientamos que BRAGA (1961) constatou, mesmo em ano de boas chuvas, desova ínfima de curimatã comum no açude "Poço da Cruz" (Ibimirim, Pernambuco).

Segundo SHELL et al. (1968), não houve desova de curimatã comum no açude "Pereira de Miranda" em 1966 (ano sêco) e, ainda, uma classe maior originou-se no ano de 1967, havendo no ano de 1968, 2.º após o sêco, novamente uma reduzida reprodução, em virtude da ausência de peixes com dois anos de idade e também do fato de que apenas uma pequena percentagem das curimatãs com 1 ano de idade terem atingido a maturidade sexual. No açude "General Sampaio", não verificamos este comportamento da curimatã, pois, os anos de 1958 e 1966 foram sêcos (sem desova), em 1959 não houve desova e em 1967 a desova foi ínfima. Isto parece se dever ao fato do açude "General Sampaio" se recuperar, mais lentamente, dos efeitos de uma sêca, o que podemos atribuir à pobreza da água do mesmo.

**Diminuição em virtude de fatores estranhos à pesca.** — Conforme já nos referimos, o açude "General Sampaio" não sangrou no período de 1941 a 1960. Nêste período a pesca se manteve em níveis desejáveis. Em 1961, o açude sangrou e, de enquete feita com pescadores e moradores antigos das proximidades do açude, constatou-se que foi enorme a fuga de peixes pelo sangradouro, notadamente de curimatãs. De 1963 a 1965 e no biênio 1967-1968, houve sangria do açude e, em todos êstes anos, apuramos que enormes cardumes foram arrastados pela água de sangria. No período de 1962 a 1968, a pesca da curimatã caiu a níveis ínfimos (tabelas II e III e figura 2).

Conforme nos referimos, o açude "General Sampaio" apresenta uma grande diferença de nível entre a soleira do sangradouro e o leito do rio à jusante dêste, impossibilitando a subida dos peixes para o açude. Segundo FONTENELE (1961), isto acarreta, quando a lâmina d'água de sangria é grande, uma regular perda de peixes arrastados pela água vertida no sangradouro. Segundo o mesmo autor (op. cit.: 12) quando o sangradouro é de fácil acesso aos peixes "... os cardumes que se encontram nos poços dos rios, à jusante da barragem, atingem a bacia hidráulica e se reúnem aos peixes do açude e todos emigram a procura de local para a desova a montante" aumentando, assim, a piscosidade do açude. Ainda FONTENELE (1961: 12) "... nas proximidades do sangradouro do açude "Ayres de Souza", (Sobral, Ceará) em um único dia de pesca, no ano de 1961, foram capturados 118.000 peixes que tentavam emigrar para a desova".

Não tivemos notícias de enquetes feitas com moradores antigos das proximidades da barragem e de buscas nos arquivos do SFP (DNOCS), de mortandade de peixes, como a referida por BRAGA (1958), no açude "Aracatiaçu" (Sobral, Ceará).

## CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

1. Durante o período de pesca estudado (1950 a 1968), não houve mudanças acentuadas nos métodos e aparelhagens de pesca no açude "General Sampaio".

2. A depleção de curimatã comum, *Prochilodus cearensis* Steindachner, evidenciou-se pelo declínio das capturas por ano de pesca; declínio da tonelagem total desembarcada anualmente, apesar de uma intensidade de pesca constante ou em elevação; produção muito irregular e acréscimo da taxa de crescimento individual.

3. As prováveis causas da depleção desta espécie no açude, são a intensidade de esforço elevado; pobreza da água, devida à modificação do "habitat" e diminuição da abundância em virtude de fatores estranhos à pesca.

Recomendamos: realização de estudos limnológicos no açude, visando comparação com outros em que exista curimatã comum; estudo de viabilidade de construção de uma escada de peixe no sangradouro do açude; verificada a impossibilidade de construção da escada de peixe, sugere-se colocação de telas no sangradouro, quando da sangria do açude, a fim de evitar-se a fuga de peixes e controlar esforço de pesca aplicado no açude, evitando-se sobrepesca.

### SUMMARY

In the present study, causes of depletion of stocks of curimatã comum, *Prochilodus cearensis* Steindachner, were determined, in the "General Sampaio" reservoir (General Sampaio, Ceará, Brasil).

In order to detect the depletion the following criteria were studied: decline in numbers of fish caught por fishing year; irregular production of fish, increase in individual fish growth rates and decline in total tons of fish caught annually irregardless of a constant or elevated fishing effort.

In order to explain the depletion the following hypotheses were studied: increased intensity of fishing effort; poor water quality due to modification of habitat; decreases due to factors extraneous to fishing and predation by carnivorous species present in the reservoir.

The depletion was detected by the four criteria and explained by the confirmation of the first three hypotheses studied.

For recovery of the population the following recommendations are made:

1. Institute limnological studies of the reservoir in order to make comparisons with other reservoir in which a fishery for curimatã comum also exists.
2. Control of fishing effort in the reservoir to prevent overfishing.
3. To study the possibility of constructing a fish ladder in the overflow of the reservoir.
4. If it is found impossible to construct a fish ladder, it is suggested that screens be placed in the overflow when the reservoir is overflowing to prevent the escape of fisher.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AZEVEDO, P. & VIEIRA, B. B. 1939, Contribuição para o catálogo biológico dos peixes fluviais do nordeste do Brasil. *Bol. IFOCS*, Rio de Janeiro, 11(2): 181-184, 1 fig.
- BRAGA, R. A., 1958, *Mortandade de Peixes no açude público "Santo Antônio de Aracatiagu"* (Sobral, Ceará). (MS).
- , 1961, *Desova de peixes no açude "Poço da Cruz" (Ibimirim, Pernambuco)*. (MS).
- CHACON, J. O., 1959, Caso de hermafroditismo em curimatã comum, *Prochilodus* sp. (Actinopterygii: Characidae: Prochilodinae). Coletânea de Trabalhos Técnicos, Serv. Piscicultura, Fortaleza. Pub. n.º 163, Ser. I-C. 16 pp.
- CHARLIER, F., 1957, *Proteção à fauna aquática nos rios brasileiros*. Div. Prot. Pro., Peixes e anim. Silvestres, Sec. Agric., São Paulo, Publ. n.º 5, 56 pp., 15 figs.
- DENDY, J. S., SHELL, E. W. & PRATHER, E. E., 1966, *Relatório de Inspeção a Curto Prazo do Açude Pereira de Miranda e da Estação de Piscicultura de Amanari*. USAID-NE, Recife, Min. 45 pp.
- , 1967 *Segundo Relatório de Levantamento a Curto Prazo do Açude Pereira de Miranda, Visando Estabelecer Critérios para o Aperfeiçoamento da Pesca em Água Doce e das Práticas Intensivas de Administrativas de Piscicultura*. USAID-NE, Recife, Min., 65 pp.
- FONTENELE, O., 1961, Escadas de peixe nos açudes do nordeste brasileiro. *Bol. Sec. Cear. Agron.*, Fortaleza, (2): 11-21.
- , 1960, Aumento da produção pesqueira dos açudes pela melhoria da aparelhagem de pesca. *Bol. Sec. Cear. Agron.*, Fortaleza, (1): 77-82.
- , 1962, Custo operacional da pesca com rêsdes de "nylon" no açude Araras e cálculo da produção mínima econômica. *Bol. Serv. Pisc. DNOCS*. Fortaleza, (1): 8 pp.
- GODOY, M. P., 1965, Criação de peixe. *Est. Eper. Biol. Pisc. Pirassununga*, São Paulo, Publ. n.º 3, 3.ª ed., 24 pp.
- , 1959, Age, growth, sexual maturity, behavior, migration, tagging and transplantation of the curimatã (*Prochilodus serofo* Steindachner, 1881) of the Mogi Guassu River, São Paulo State, Brasil. *Anais Acad. Brasil. Ciên.*, Rio de Janeiro, 31 (3): 447-477, 22 fig.
- SHELL, E. W., PRATHER, E. E. & JEFFREY, N. B., 1968, *Terceiro Relatório de uma Pesquisa a Curto Prazo Levada a Efeito nos açudes Pereira de Miranda e Araras, para Estabelecer Critérios para a Melhoria da Pesca em Água Doce, bem como para o Contrôlo da Piscicultura Intensiva*. USAID-NE, Recife, Min., 63 pp.
- SILVA, J. W. B. E., 1969, Considerações sobre a pesca no açude "Pereira de Miranda" (Pentecoste, Ceará, Brasil). *Bol. DNOCS, série Fom. e Produção*, Fortaleza, Vol. 27, n.º 2 (no prelo).
- , 1970, Ocorrência e Causas de depleção de curimatã comum, *Prochilodus cearensis* Steindachner, no açude público "Forquilha" (Sobral, Ceará, Brasil). *Bol. DNOCS, série Fom. e Produção*, Fortaleza, Vol. 28, n.º 1 (no prelo).

TABELA I

Nomes vulgares e científicos dos peixes encontrados na bacia hidráulica do açude "General Sampaio" (General Sampaio, Ceará, Brasil)

NOME VULGAR	NOME CIENTIFICO
Acará comum	<i>Cichlasoma Bimaculatum</i> Linnaeus
Apaiari	<i>Astronotus ocellatus</i> Agassiz
Beiru	<i>Characidium marahi</i> Breder
Bodó	<i>Plecostomus plecostomus</i> Linnaeus
Cangati	<i>Trachycorystes</i> sp.
Curimatã comum	<i>Prochilodus cearensis</i> Steindachner
Guaru	<i>Poecilia vivipara</i> Bloch and Schneider
Jacundá	<i>Crenicichla sexatilis</i> Linnaeus
Muçu	<i>Synbranchus marmoratus</i> Bloch
Pescada cacunda da Amazônia	<i>Plagioscion surinamensis</i> Blecker
Pescada do Piauí	<i>Plagioscion squamosissimus</i> Heckel
Piaba chata	<i>Astyanax</i> sp.
Piaba não pintada	<i>Hypheosobrycon ? parvellus ?</i> Ellis
Piaba pintada	<i>Phenacogaster megalopticus</i> Eigenmann
Piaba tira-gôsto	<i>Astyanax</i> sp.
Piabuçu	<i>Curimatus merowhannae</i> Eigenmann
Plau comum	<i>Leporinus</i> sp.
Pirarucu	<i>Arapaima gigas</i> Cuvier
Sardinha	<i>Triportheus angulatus</i> Agassiz
Tilápia	<i>Tilapia melanopleura</i> Dum.
Traira	<i>Hoplias malabaricus</i> Bloch

TABELA II

Número de indivíduos capturados, pêso (kg), pêso médio (g), esforço (galão/ano) e índice de captura de curimatã comum, (*Prochilodus cearensis* Steindachner). Dados de pesca comercial no açude "General Sampaio, Ceará, Brasil), no período de 1950 a 1968

ANO	N.º INDIV. CAPT.	PESO (kg)	PESO MÉDIO (g)	ESFORÇO (GALÃO/ANO)	ÍNDICE DE CAPTURAS (N.º INDIV. POR GALÃO/ANO)
1950	106.939	60.466	565	423	252,8
1951	158.098	91.804	580	511	309,3
1952	96.537	73.661	763	555	173,9
1953	70.956	61.619	868	623	113,8
1954	86.270	66.978	776	696	123,9
1955	133.335	40.469	303	423	315,2
1956	114.277	58.475	511	550	207,7
1957	88.515	46.766	528	387	228,7
1958	57.589	41.196	715	553	104,1
1959	29.509	29.688	1.006	379	77,8
1960	15.123	20.175	1.334	270	56,0
1961	58.804	37.021	629	246	239,0
1962	47.492	42.170	887	497	95,5
1963	9.078	9.361	1.031	273	33,2
1964	4.734	4.199	886	409	11,5
1965	3.416	2.962	867	321	10,6
1966	4.834	4.514	933	383	12,6
1967	1.767	1.839	1.040	278	6,3
1968	4.396	3.300	750	302	14,5
<b>Total</b>	<b>1.091.669</b>	<b>696.663</b>	<b>638</b>	<b>8.079</b>	<b>135,1</b>

TABELA III

Índices de captura, pêso médio (g) e análise da pesca, por ano, da curimatã comum "Prochilodus cearensis" Steindachner. Dados das pescarias comerciais no açude "General Sampaio" (General Sampaio, Ceará, Brasil), no período de 1950 a 1968

Ano	Índice de captura (n.º indiv. por galão / ano)	Pêso médio (g)	ANÁLISE DA PESCA
1950	252,8	565	Boa desova, formação de excelente classe anual. Índice de captura excelente e pêso médio baixo.
1951	309,3	580	Sem desova ou sem aproveitamento do produto da desova. Índice de captura excelente e pêso médio baixo.
1952	173,9	763	Sem desova. Índice de captura regular e pêso médio elevado. Ano seco.
1953	113,8	868	Pequena desova (pequena classe anual formada). Índice de captura abaixo da média e pêso médio elevado.
1954	123,9	776	Ótima desova (excelente classe anual formada). Índice de captura abaixo da média e pêso médio elevado.
1955	315,2	303	Boa desova (ótima classe anual formada). Índice de captura excelente e pêso médio baixo.
1956	207,7	511	Boa desova (boa classe anual formada). Índice de captura bom e pêso médio baixo.
1957	228,7	528	Sem desova ou sem aproveitamento do produto da desova (sem classe anual formada). Bom índice de captura e pêso médio baixo.
1958	104,1	715	Sem desova (sem classe anual. Índice de captura abaixo da média e pêso médio elevado. Ano Sêco.
1959	77,8	1.006	Sem desova (sem classe anual). Índice de captura muito baixo e pêso médio elevado.
1960	56,0	1.334	Boa desova (grande classe anual formada). Índice de captura muito baixo e pêso médio elevado.
1961	239,0	629	Sem desova ou sem aproveitamento do produto da desova. Fuga de peixes pelo sangradouro. Classe anual ausente. Índice de captura elevado e pêso médio baixo.
1962	95,5	887	Sem desova (sem classe anual formada). Índice de captura baixo e pêso médio elevado.
1963	33,2	1.031	Pequena desova (classe anual pequena). Índice de captura muito baixo e pêso médio elevado.
1964	11,5	886	Pequena desova (classe anual pequena). Índice de captura muito baixo e pêso médio elevado.
1965	10,6	867	Pequena desova (classe anual pequena). Índice de captura muito baixo e pêso médio elevado.
1966	12,6	933	Sem desova (sem classe anual). Índice de captura baixíssimo e pêso médio elevado. Ano Sêco.
1967	6,3	1.040	Pequena desova (classe anual pequena). Índice de captura baixíssimo e pêso médio elevado.
1968	14,5	750	Índice de captura muito baixo e pêso médio acima do pêso médio total.
Média Geral	135,5	638	

TABELA IV

Número de indivíduos capturados, pêso (kg), pêso médio (g), esforço (galão/ano) e captura por unidade de esforço, de pescada do Piauí, "Plagioscion squamosissimus" Heckel e pescada cacunda da Amazonas, "P. surinamensis". Dados da pesca comercial do açude "General Sampaio, Ceará, Brasil), no período de 1950 a 1968

ANO	N.º INDIVÍDUO CAPTURADO		P E S O (kg)		PÊSO MÉDIO (g)		Esforço (galão/ano)	Índice de cap. (n.º de indiv. por galão/ano)	
	Pescada do Piauí	Pescada Amc.	Pescada do Piauí	Pescada Amc.	Pescada do Piauí	Pescada Amc.		Pescada do Piauí	Pescada Amc.
1950	—	7.264	—	1.546	—	212	423	—	17,1
1951	—	11.885	—	2.929	—	246	511	—	23,2
1952	—	8.508	—	2.222	—	261	555	—	15,3
1953	—	12.981	—	3.715	—	286	623	—	20,8
1954	—	100.364	—	38.768	—	386	696	—	144,2
1955	27.636	301.392	5.116	59.978	185	198	423	65,3	712,5
1956	102.944	174.810	19.011	28.259	184	161	550	187,1	317,8
1957	87.635	146.299	16.099	19.096	183	130	387	226,4	378,0
1958	41.903	214.628	9.507	28.586	226	133	553	75,7	388,1
1959	97.251	102.411	20.605	13.992	211	136	379	256,5	270,2
1960	172.821	120.160	25.575	13.511	147	112	270	640,0	445,0
1961	128.228	197.627	24.683	22.574	192	114	246	521,2	803,3
1962	257.401	232.707	46.589	24.884	180	106	497	817,9	468,2
1963	417.376	391.176	74.891	50.952	179	130	273	1.528,8	1.432,8
1964	230.316	430.111	52.107	67.197	226	156	409	563,1	1.051,6
1965	44.447	544.879	15.030	73.083	338	134	321	138,4	1.697,4
1966	43.834	548.963	14.713	72.580	335	132	383	114,4	1.433,3
1967	69.194	726.612	11.807	87.036	170	278	278	248,8	2.613,7
1968	29.017	474.052	20.727	58.864	714	124	302	96,0	1.569,7
TOTAL	1.750.003	4.746.831	356.460	669.769	203	141	8.079	216,6	587,5

TABELA V

Número de indivíduos capturados, pêso (kg), pêso médio (g), esforço (azol/ano) e índices de captura de traira, "Hoplías malabaricus" Bloch. Dados da pesca comercial no açude "General Sampaio" (General Sampaio, Ceará, Brasil), no período de 1950 a 1968

ANO	N.º INDIVÍDUOS CAPTURADOS	P E S O (kg)	PÊSO MÉDIO (g)	ESFÓRÇO (AZOL/ANO)	ÍNDICE DE CAPTURAS (N.º INDIVÍDUOS P/ AZOL/ANO)
1950	125.284	29.629	236	4.300	29,1
1951	270.197	60.900	225	24.900	10,8
1952	290.311	49.057	168	33.420	8,6
1953	103.226	17.707	171	9.500	10,8
1954	35.425	8.559	241	8.500	4,1
1955	19.709	4.712	239	4.900	4,0
1956	37.486	10.393	277	9.300	4,0
1957	49.688	11.867	238	27.900	1,7
1958	82.927	18.645	224	22.100	3,7
1959	70.708	19.397	274	21.100	3,3
1960	84.699	23.505	277	44.900	1,8
1961	69.219	18.433	266	23.000	3,0
1962	123.598	42.945	347	62.310	1,9
1963	363.764	174.498	405	86.528	4,2
1964	118.293	34.693	293	75.064	1,5
1965	219.080	52.621	240	133.485	1,6
1966	263.373	75.347	286	215.759	1,2
1967	131.870	43.673	331	99.274	1,3
1968	108.235	42.590	393	88.283	1,2
<b>Total</b>	<b>2.567.092</b>	<b>712.172</b>	<b>277</b>	<b>994.523</b>	<b>2,5</b>

TABELA VI

Número de indivíduos capturados, pêso (kg), pêso médio (kg), esforço (anzol/ano) e índices de captura, de pirarucu, "Arapaima gigas" Cuvier. Dados da pesca comercial no açude "General Sampaio" (General Sampaio, Ceará, Brasil), no período de 1950 a 1968

ANO	N.º INDIVÍDUOS CAPTURADOS	P E S O (kg)	PESO MÉDIO (g)	ESFORÇO (AZOL/ANO)	ÍNDICE DE CAPTURAS (N.º INDIVÍDUOS P/ AZOL/ANO)
1950	493	19.212	38	206	2,3
1951	408	13.724	33	981	0,4
1952	850	21.439	25	1.092	0,7
1953	706	24.688	34	724	0,9
1954	549	14.882	27	355	1,5
1955	996	15.499	16	466	2,0
1956	560	9.713	17	409	1,5
1957	560	10.289	18	213	2,6
1958	191	4.475	23	159	1,2
1959	803	13.281	16	237	3,3
1960	864	10.753	12	552	1,5
1961	2.119	24.330	11	1.039	2,0
1962	4.796	58.150	12	3.900	1,2
1963	2.816	39.443	14	6.206	0,4
1964	1.530	20.401	13	2.916	0,5
1965	1.738	25.822	14	2.297	0,7
1966	965	18.237	18	2.551	0,3
1967	645	13.438	20	1.109	0,5
1968	249	5.440	21	182	1,3
Total	21.808	363.216	16	25.594	0,8

TABELA VII

Pêso médio (g), por ano, da curimatã comum, "Prochilodus cearensis" Steindachner, nos açudes "General Sampaio" (General Sampaio), "Forquilha" (Sobral) e "Pereira de Miranda" (Pentecoste), todos no Ceará, no período de 1964 à 1968

P E S O S M É D I O S (g)			
ANO	"GENERAL SAMPAIO"	"FORQUILHA"	"PEREIRA DE MIRANDA"
1964	886	694	595
1965	867	622	535
1966	933	694	626
1967	1.040	576	438
1968	750	652	437
Total	895	647	526

A BRAZILIAN'S IMPRESSIONS OF U. S. FORESTRY



## SUMMARY

IN THE EAST AND NORTH .....	76
IN THE SOUTHWEST .....	78
IN THE SOUTHERN STATES AND ON THE ISLANDS	81

## A BRAZILIAN'S IMPRESSIONS OF U. S. FORESTRY \*

Carlos Bastos Tigre, 21 \*\*

*Carlos Bastos Tigre who lives in Fortaleza in the State of Ceará, Brazil, has for some years been an officer in Brazil's department of drought relief (Departamento Nacional de Obras Contra as Secas) and has been concerned particularly with the "Drought Polygon" in the 8 or 9 states forming the part of Brazil that juts out farthest east into the Atlantic Ocean. In 1962 Tigre delivered a series of lectures at the Rural University of Pernambuco in Recife on forestry in the drought area, the work of the drought relief department, the need for forestry education in Brazil, and a trip he had made to learn about forestry practices in the drier regions of the United States. These lectures he translated from Portuguese and sent to us. We have selected for publication the one about his trip to this country. In our editing we have tried to keep the flavor of Tigre's expressions. We hope we have preserved his meanings.*

Gentleman and Colleagues:

We are in your presence to inform you and make clear the objectives of our cultural journey and forestry studies in the United States. This trip was promoted by Point Four of the International Cooperation Administration (I.C.A.) and held between the 30th of March and the 15th of July, 1960.

A year and a half ago we were in North America observing in the field agriculture conservation and forest administration, under a well organized program, on which we will comment in the following pages. We brought with us basic knowledge in forestry acquired in the School of Forestry of Yale University, New Haven, Connecticut and professional experience obtained in several positions in the National Department of Works Against Drought (Departamento Nacional de Obras Contra as Secas) in Brazil where in a Commission of Reforestation (discontinued in the same year we returned from the States) we tried to do our best.

Suggestions were offered by us to the Department immediately after our return to organize a Division of Forest Defense for the Drought Polygon, so called, (an irregular arid area of 1,500,000 sq. km.) with great desire to see the forest recover of this region of Brazil intelligently

---

\* Reimpressão do trabalho publicado no Vol. 52, n.º 4 de "Yale Forest School News — Published Quarterly by the Yale Schools Alumni Association, New Haven, Conn., October, 1964".

\*\* Eng.º Agr.º do DNOCS — Fortaleza, Ceará, Brasil.

protected from devastation that would be carried to unknown consequences if urgent attention should not be given. Thanks to our permanent interest to which we have been devoted since our youth, we are here among you to fight for this cause.

Anyway, sixty years old and still flaming with warmth for forestry, we left the comfort and happiness of our family and went to this friendly nation where after daily contact with the most prepared professors and competent technicians we hoped to bring to our country, once more, knowledge of greatest utility from what we could observe and learn.

We brought, my dear colleagues, the most sincere conviction that the country that does not give entire attention and kind devotion to the forest problem will remain forever undeveloped. We brought, my kind hearers, the unchangeable certainty that the specialist in forest matters, is not a mere altruistic tree planter, he is the forest engineer or the silviculturist, expert in knowledge of administration and of all scientific, philosophic and technical forest problems. The silvicultural manager, if we can call him that, is today and must be in the following days, the technician, the complete specialist, not only an humanistic, professional and scientific man, but a clever administrator, planner and construction engineer: the biologist, the diplomat, the economist, the financier, the dealer, and the professor.

Finally we came to the realization that we are delayed and abandoned in the rational administration of our forest, not only in the Polygon of Drought but in the whole northeast of Brazil. We would like to develop shortly an exposition about the great importance of the defense of rational exploration and forest conservation in this specific area. You would be surprised with the irresponsibility of those that should have the right, the duty, and the obligation to think and act over the problem with promptness. However, we would not abuse your patience and would not sacrifice what we have to say about this beautiful trip. So, relying on your kind tolerance, we will have the pleasure to describe hereunder our observations:

The program of the International Cooperation Administration was planned to let us observe and study soil conservation, range and forest administration. These observations consisted in examining — in the field — practical works and services actually executed. We had the opportunity to discuss and compare operations in our dry region with those conducted under similar conditions abroad.

### **In the East and North**

So then, at the end of March 1960, in Washington we started preparatory work for this great cultural journey through the United

States. We contacted several experts in the Forest Service of the Department of Agriculture and in the Bureau of Land Management of the Department of Interior, who acquainted us with technical details, and discussed problems related to immediate objectives we would meet on returning to Brazil. These technical, scientific and practical contacts gave us a measure of the immense problems which in our region are completely dormant and of the danger menacing us due to criminal inattention to the economy and politics of forestry.

In the state of Maryland, at the Plant Industry and Forest Service Experiment Stations at Beltsville, we came to know the origin of the plants and seeds imported by the United States and the way they go through inspection, and are sterilized and tested for germination power, growth and development. Included are chiefly tree species destined for forest economic improvement, and forage species intended for range land betterment. It was here that we came to know for the first time the use of the micorrhyza-fungi that have stimulating properties and have been used in careful experiments in the growth of some forest trees, and that are successfully employed with some Pinaceae used in reforestation in Puerto Rico Island.

In Fargo, Bismarck and Mandan in the State of North Dakota, we visited a forest nursery, forest soil conservation works, and saw experimental seedings, and plantings of forest trees and range species. In the forest nursery we saw how to conduct individual studies and experiments with selected species in the formation of windbreaks, which in that region are one way of reforestation and are of great importance in soil protection against wind, rain, snow and dust storms. Each species in the windbreak had its special duty. Whereas some have the power to stand the first blow of the dominant tempest of wind, rain or snow, others of great height can modify the storm direction. There are native and exotic species in competition to test which have better qualities.

We were present and took active part in collecting data for erodibility computations in cultivated soils, after which there was planned the number of rows in the windbreak, the space between trees, and the length of the vegetated structure. Also, determined were the kind of trees to be used, their number, and space between the rows. The American experts are very careful in their calculations and actually they are studying the possibility of planting one row windbreaks, with less distance between them, aiming at economy in the use of cultivated lands.

In the seed and planting nurseries, not only of forest trees but also of range species for the improvement of forests and pastures we saw plant material of the whole world under observation and study. It is very pleasant to see the technicians, considering the maximum essential qualities of species, narrowing them down to a small number of indigenous and world-flora plants. Among the evergreen tree species and deci-

duous ones there is a great series of experimental studies aimed at rapid growth, resistance to climate, specific adaptation to certain types of soils, of low-and up-land, particular qualities for industrial and commercial use, and maximum wood production by unit of area.

Mechanical tree planters are today a great help in forestry and windbreak planting. Thousands and thousands of trees nowadays are planted during the short planting season. These planters minimize handwork and enlarge reforested areas. The detailed process of seeding and planting by machines developed for this work are some of the observations that pleased us. And not less surprising are the processes employed in storage and disinfection of seeds used in forest and range work.

When range plants are under consideration you find several Gramineae and Leguminosae representative of the whole country and of the different regions of the world which are submitted carefully to a variety of treatments with which the program objectives are concerned, after they have been checked up by the Beltsville Experimental Station, as above mentioned. The time we have will not be sufficient to go into interesting details about the enormous number of field trials.

### **In the Southwest**

Continuing our learning journey through the United States we visited in California, Arizona and New Mexico fieldwork of the Department of Agriculture, chiefly on the national forest where we traveled over immense areas of pine forests in the Rocky Mountain Range. We became familiar with the work of Americans who are now dedicating their utmost attention and efforts to the "multiple use" of the forest, a work of great responsibility and importance, that attains not only the defense of the whole vegetation but also the rational administration and exploitation of forest, developing hydrologic resources, recreation areas, and range benefits.

We examined in detail the research and experimental studies in the conservation and development of vegetated belts for protection against forest fires, where resistant botanical species are being used with excellent results. We visited also fire camps and were impressed by their completely mechanised implements. We went up observation towers that are carefully fitted with radiophones, telescopic glasses, topographic maps of the region, light and power houses, water, and sanitary disposals; visited also substations and fire tool caches.

One whole day long we inspected forest administration far inside the national forests, saw the way the technicians selected trees to cut down, including defective and ill ones. A survey of all these trees is made. They

are calipered and labeled by special paint marks and after the computation of their volumes, advertisements are published for the sale of the good timber by bid. The winner of this bidding takes charge of the cutting down of labeled trees and of road building for the transport of all that are within the sale area.

We examined also the chemical products employed in the poisoning of bad quality tree species, which are no longer cut down as was formerly practiced in spite of great damage to the good quality forest trees and natural reproduction and danger of fire from burning the brush.

In the construction of forest roads we had the opportunity to see roadbuilders, tractors, mechanical shovels and other implements working without harm to trees. We observed the same in the cutting down of trees of any size. The mechanical sawing of trees and logs was another interesting demonstration of efficient work.

We attended several technical meetings where local or regional professionals discussed administrative problems and debated the improvement of their different jobs. Our presence in these meetings was very profitable, for we could appreciate the objectiveness of the technical proposals presented and discussed.

Everywhere in the national forest we had the opportunity to observe reforestation work, and it was with great interest that we noted the method of restoring clearings totally destroyed by forest fires and the planting of great forest community areas to attain soil conservation, commercial, timber, or aesthetic objectives. Seeding by airplane and the planting of seedlings in clay soil blocks as well as with naked roots, attracted our attentive observation, as we practice in the same way the two first methods.

The matter of greatest importance in forestry in the United States, is no doubt to devote all efforts and means to the protection, creation and development of water resources, recreation areas, and hunting and fishing opportunities in addition to the intensive production of timber.

Dams, reservoirs and underground water levels will be of no value, without an absolute and constant water supply. This constitutes the most serious problem human beings have to face in order to defend and improve themselves. And it is in the forest that you meet its solution. Reservoirs, spill dams and flow dams are being built in and outside the forest. There is a constant activity in revegetating, reforesting and replanting the clearings, river sides, and embankments in deforested areas with the primary objective of delaying the washing down of rain water and melting snows, promoting the infiltration of water into the subsoil to enrich subterranean water levels, avoiding land erosion, river sedimenting, land filling in the agriculture valleys and sand sedimentation in hydrologic basins of dams and reservoirs. There are big cities

in the United States where fresh water shortages are a serious problem to the government.

Another important factor in the equation of "multiple use," which also is arousing the public technical department of the Forest Service of that country, is recreation. The great population of the cities, asphyxiated by the smogs of industry, motorcars and trucks and by reduction of vital space with fresh air in the apartment buildings, at every opportunity run out doors to rest in the coolness of the forest over the mountains where, under the shade of trees and before beautiful views of the landscape, they can recover physically and spiritually. People crowding these immense forests, not yet sufficiently prepared to receive visitors, create a menace to their security because too few plans have been made and too few areas are well prepared for recreation with staffs of men necessary for their policing, conservation, and watching.

We went through several recreation places in the backlands of the forests or in their more scenic and picturesque spots in all these three States, on the highest points of their topography, as well as in the lowest lands of their valleys where aridity and temperature are similar to our dry region, but where the floristic aspect is different being covered entirely by range lands having typical arid vegetation of scattered cactus and Amaryllidaceae plants. Forests are the true resting areas: under the shade of dense canopies of marvelous sequoias, pines, abies or beside running water in creeks, streams, waterfalls or by cyclopiian rocks ornamented with climbing vines, whose multi-leafed or flowered twigs are in the spring time full of agreeable and pleasant odors; or sometimes over leveled ground covered with green carpets in the recreation sites where you find all well organized with rustic furniture, fresh water faucets, water closets for both sexes, stony ovens built with iron grills for roast steaks or barbecues, garbage deposits, etc., everything in good cleanliness and well set, having also parking places for motorcars and trailers. Everything invites you to rest.

The number of people visiting these centers increases from year to year; and besides the great number of sites for picnics, the Forest Service promotes in regular seasons, selected areas or special tracts for hunting and fishing. The high administration of the Department of Agriculture has not forgotten to provide open places for winter sports such as iceskating on lakes, for land skiing on snow covered fields and for aquatic skiing and sailing on reservoirs and lakes. We visited all these localities including the famous caves at Carlsbad, New Mexico where we were interested in minute details of walking down through dangerous trails nearly nine hundred meters taking nearly one hour and coming up by elevators all the way in five minutes. We noticed enthusiastically how food supplies are found everywhere and saw how visitors treat forest plants and trees and improvements around the bars and restaurants, and everywhere along forest trails.

In the States of Arizona and New Mexico we visited several erosion control operations mostly situated in the central prairie lands where great range fields in that dry region had been damaged by the penetration of civilization and the construction of railway roads and highways but where also flood control structures, both retention and retarding dams, had been built. In reality all this damage started originally on beautiful level lands. After road construction, numberless little rills by and by were transformed into brooks, streams and powerful rivers with cracked embankments several meters in height and of great width, forming real canyons displaying the soil layers and the different geologic formations. However, we also had the pleasure of seeing the planting and seeding of new species and Gramineae and Leguminose varieties of high nutrient value, pleasant palatability, high seed production and rich leaf bulk, and drought and grazing foot resistance with the objective of perpetuating the stability of the soils of these great areas and increasing meat and other animal products. It is really wonderful and we were sincerely enthusiastic to observe the differences between the eroded areas and those conquered by the rational techniques and the will, interest and patriotism of that friendly people.

How much of learning we foreigners can bring to our country through these interesting and instructive journeys and also how beneficial are our contacts with those well prepared men and competent technicians! The American expert is not a superficial polytechnician; his skillfulness is beyond any doubt based on good solid and accurate knowledge.

#### **In the Southern States and on the Islands**

As far as flood control is concerned, we had much to learn in Mississippi and Tennessee. We observed in several brooks and rivers that form the watershed of the Tennessee Valley, many water retaining structures with permanent flow, forming a continuous runoff to control floods. We visited many reforestation and revegetation works in the watersheds of the Valley, examining their new methods of evergreen tree reforestation, new systems of growth measurement in hardwood trees, and conversion of degraded non-resinous poor forests into good evergreen timber forests of economic value. Finally we inspected detailed measurements of underground hydrologic resources in low land hardwood forests, rainfall records inside and outside the forest, and runoff measurement of various hilly areas under different forest cover, taken with the objective of investigating the water resources of areas with and without vegetation. The lakes constructed for flood control form a big net of reservoirs with immense forested surroundings and unforested sites where intensive work is transforming degraded areas into beautiful recreation localities where thousands of tourists enjoy weekends or summer vacation.



In order to complete our cultural journey following the program organized by the I.C.A., we visited also Puerto Rico and the Virgin Islands, where we concluded our observations on tropical forest administration. At the Research Center of the Department of Agriculture in Puerto Rico we found much work similar to the activities prevailing in the northeast of Brazil. Two practices, however, attracted our attention. One of them we had already observed in California, Arizona, New Mexico and Mississippi, that concerned with the conversion of bad vegetation into good pasture lands, which is done by dragging a strong iron chain by two powerful tractors stumping off all big vegetation and sowing in their places grass and leguminous seeds well selected. The other is concerned with chemiclas herbicides or the use of fire flames that American technicians lay great hope on and have confidence in returning to good productivity many inactive areas of grazing lands. In the pursuit of this work we saw the eradication of mesquite, an invading thorny leguminous shrub that covers thousands of acres in central prairie lands of the arid region of the United States, as well as the eradication of an invadig cataceae.

The conversions practiced in Puerto Rico take place on degraded, abandoned agricultural lands that were bad woodlands and are now being renewed by reforestation with commercial timbers much sought for cabinet and other luxury furniture work in the U. S. A, including mahogany and teak. These conversions are slowly made, cutting down narrow strips in the degraded woodlands, especially under the lowest part of the hills or in well drained lowlands where fertile sites are planted with ready made clay soil blocks containing well-developed seedlings of the above mentioned species. These narrow strips are sufficiently wide to avoid root competition and allow sun and air penetration. We also saw abandoned pasture land afforestation with mahogany trees planted more than five years ago and showing very good growth. Another kind of conversion was from hardwood ones in the highest elevations of the Island where one of the evergreen trees planted was under experimental observation with the mycorrhiza-fungus used as a growth stimulus.

Finally, it was for us a very advantageous cultural journey. We had an excellent impression of the kindness of the American family and the sincere friendship of the American professors and technicians.

CONSTRUÇÃO DE NOMOGRAMAS PARA O CÁLCULO  
DE BARRAGENS

## SUMÁRIO

INTRODUÇÃO .....	87
CÁLCULO DE $X=X(m,n)$ .....	87
CÁLCULO DE Y .....	89
CRÍTICAS AO NOMOGRAMA 2 .....	89
CONSTRUÇÃO DUM NOMOGRAMA APERFEIÇOADO	90
COMENTÁRIOS .....	95
AGRADECIMENTOS .....	95

# CONSTRUÇÃO DE NOMOGRAMAS PARA O CÁLCULO DE BARRAGENS

Homero Lenz César \*

## 0. INTRODUÇÃO

Depois de havermos obtido uma fórmula bastante simplificada para o cálculo da tensão por unidade de altura, correspondente a uma barragem cheia e à montante (L-A),

$$\sigma_y/y = Y = \frac{X}{(m+n)^2} \quad (1)$$

onde

$$X = 2,50n + 2,77m - 2,12 \quad ,$$

procuramos construir nomogramas de manejo bem simples para os cálculos de X e de Y, a partir dos valores atribuídos a m e n.

## 1. CÁLCULO DE X = X (m,n)

A equação (2) pode ser calculada, pelos métodos tradicionais, por um nomograma de suportes paralelos e iguais, escrevendo,

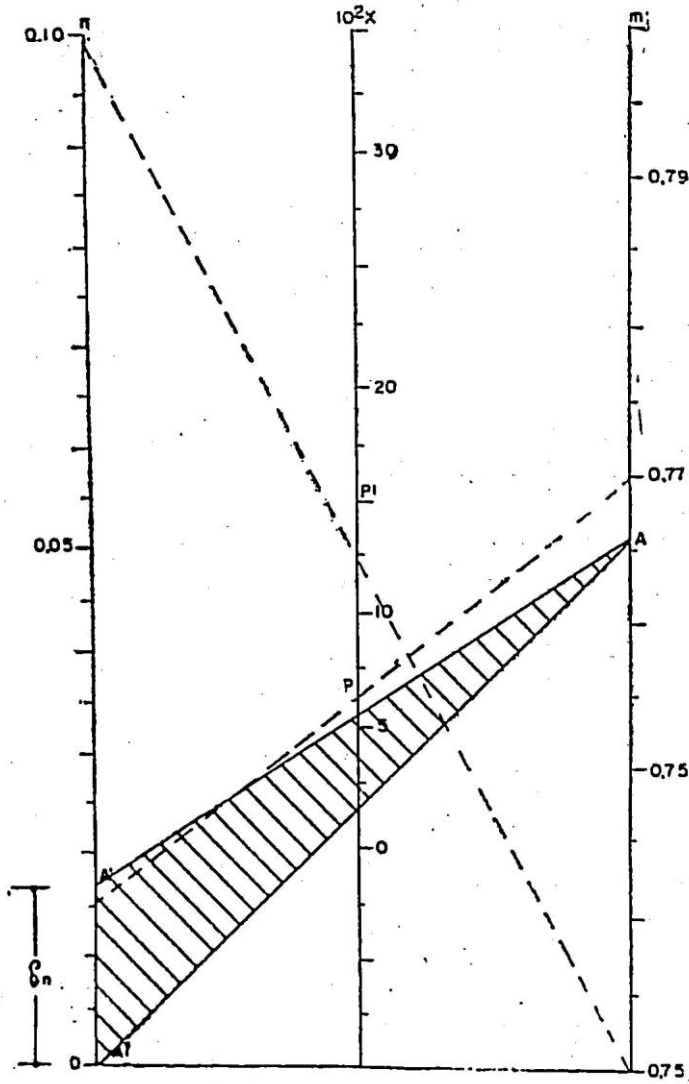
$$X = 2,50n + (2,77m - 2,12)$$

É o nomograma 1, em que escolhemos 25 cm para a altura e 15 cm para a largura do mesmo. Os intervalos de X, m e n são os que aparecem na tabela 3 do trabalho anteriormente mencionado (L-A).

O nomograma foi calculado do seguinte modo:

Módulos q das escalas: (i)  $2,50 q_1 \Delta n$  (total)  $\approx 25$ . Onde,  $q_1 = 100$  é um valor conveniente; (ii)  $q_2 \Delta (2,77m - 2,12)$  (total)  $= 2,77 q_2 \Delta m$  (total)  $\approx 25$ . Portanto,  $q_2 = 130$  é satisfatório; (iii) pela condição de alinhamento,  $q = q_1 q_2 / (q_1 + q_2) = 56,5$ . Posição da escala dos X: divide os 15cm de largura na razão  $q_1/q_2 = 100/130$  ou seja X está a 6,5cm à direita da escala dos n.

\* Eng.º Químico do 1.º Distrito de Obras do DNOCS e Professor de Físico-química da Escola de Engenharia da Universidade do Ceará.



NOMOGRAMA I NOMOGRAMA DE PONTOS ALINHADOS PARA  $X = 2,50n + 2,77m - 2,12$

Cálculo dos valores das escalas: (i) para cada  $\Delta n = 0,01$  teremos:  $2,50 \times 100 \times 0,01 = 2,50\text{cm}$  sobre a escala dos  $n$ ; (ii) para cada  $\Delta m = 0,01$ ;  $2,77 \times 130 \times 0,01 = 3,60\text{cm}$ ; (iii) para cada  $\Delta X = 0,050$ ;  $56,5 \times 0,50 = 2,83 \text{ cm}$ .

Como ilustração, assinalamos por retas tracejadas os valores de  $X$ , a saber,  $P$  e  $P'$ , correspondentes aos pares de valores: (a)  $m = 0,77$  e  $n = 0,015$ ; (b)  $m = 0,73$  e  $n = 0,10$ , que se comparam com os valores  $0,152$  e  $0,050$ , respectivamente da tabela 3 do trabalho anteriormente citado (L-A).

Os pontos  $A$  e  $A'$  e a área achuriada têm uma significação correspondente aos mesmos elementos que aparecem nos gráficos 2 e 3 do trabalho anterior, qual seja: a incerteza  $\sigma_x$  avaliada pela  $\sigma_n$  como consequência das variações admitidas para as densidades do concreto da barragem e da água armazenada.

## 2. CÁLCULO DE Y

A fórmula (1) pode ser escrita sob a forma:

$$\log Y = \log X - 2 \log (m + n), \quad (3)$$

que pode ser calculada também por intermédio dum nomograma de suportes paralelos.

Eliminando os valores negativos de  $X$  e ajustando os intervalos de variação de  $X$  e de  $m + n$  de modo a que se obtenha uma geometria razoável, fixaremos: (a)  $X$  variando de  $0,020$  a  $0,340$ ; (b)  $m + n$  variando de  $0,70$  a  $1,00$ .

Com êsses valores obtemos o nomograma 2, em que os valores de  $Y$  são dados pela interseção sobre a escala dos  $Y$  das retas que ligam os pares de valores  $X$  e  $m + n$  desejados.

## 3. CRÍTICAS AO NOMOGRAMA 2

O nomograma 2 que dá uma construção direta e razoavelmente simples da fórmula (1) padece, no entanto, das seguintes deficiências:

- (a) não podem entrar os valores negativos de  $Y$
- (b) a escala dos  $Y$  está muito descentralizada
- (c) os caracteres logarítmicos das escalas dos  $X$  e dos  $Y$  estão exageradamente acentuados, resultando numa variação muito grande na sensibilidade de leitura.

(d) as sensibilidades de leitura estão diminuindo com o aumento dos valores de X e de Y quando devia ser exatamente o contrário, conforme os resultados constantes das tabelas 1, 3 e 4 do trabalho anterior (L-A).

Essas deficiências podem, todavia, ser contornadas por transformações adequadas da fórmula (1).

Somando uma constante C a ambos os membros da (1) seria possível contornar as desvantagens (a), (b) e (c) mas não, a (d). O primeiro item, portanto, que devemos procurar solucionar a contento deve ser o (d). Esta consiste em procurar transformadas X' e Y' de X e Y tais que para X e Y grandes, X' e Y' sejam números pequenos e, concomitantemente, para X e Y pequenos, X' e Y' sejam grandes. Deve ser assim, porque as variações dos logarítimos dos números pequenos são maiores do que os dos grandes, para os mesmos intervalos de variação dos números. Uma transformada do tipo

$$C - Y = C - \frac{X}{(m+n)^2}, \quad (4)$$

em que C é uma constante positiva maior do que o valor absoluto do menor valor de Y, resolve o item (d).

O problema agora consiste em achar o valor conveniente de C que resolva satisfatoriamente as quatro deficiências mencionadas.

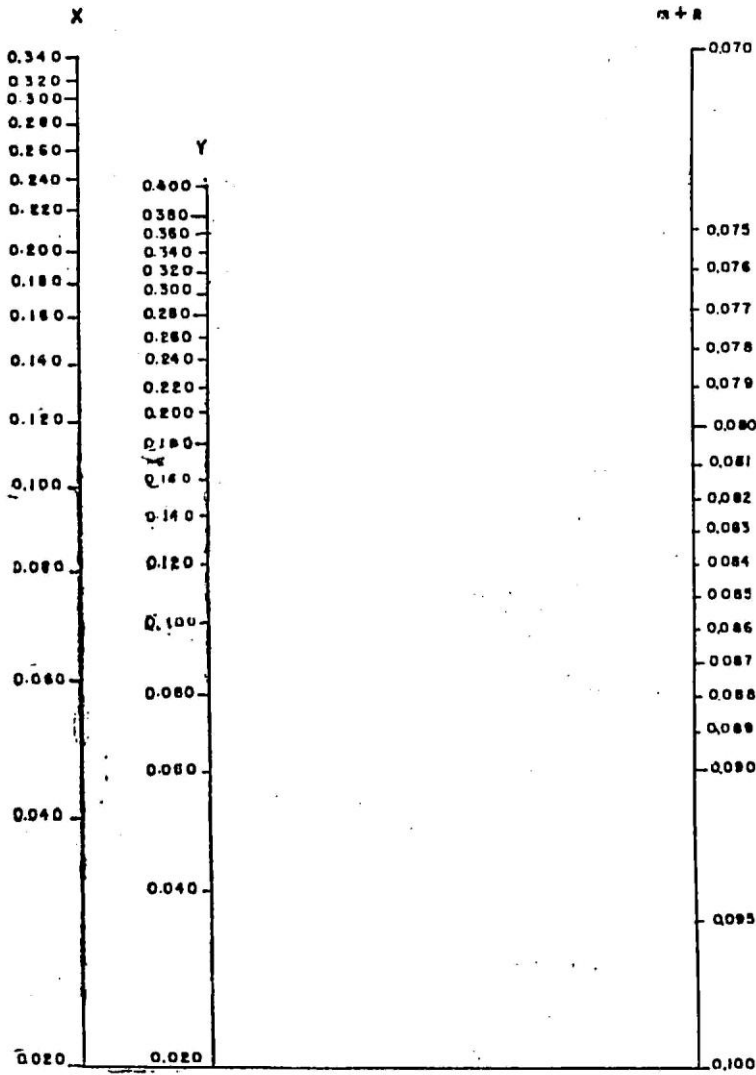
É natural começar pela (b) — centralização da escala dos Y, pôsto que o problema (c) da sensibilidade pode, se necessário, ser atacado de diversos modos: aumentar o tamanho do papel; eliminar do nomograma os valores menores (ou maiores) que um certo valor prefixado (Por exemplo, poderia eliminar todos os valores de  $Y \leq 0,050$ ).

#### 4. CONSTRUÇÃO DUM NOMOGRAMA APERFEIÇOADO

O grau de melhoria que se pode obter sobre o nomograma 2 depende da escolha do valor de C da fórmula (4). Esta pode ser reescrita sob a forma

$$\text{onde} \quad Y' = \frac{X'}{(m+n)^2}, \quad (4')$$

$$Y' = C - Y \text{ e } X' = C(m+n)^2 - X.$$



NOMOGRAMA 2 DIAGRAMA PARA CALCULO DE

$$Y = X / (m+n)^2$$



X sendo uma função de m e n, fórmula (2), o aparecimento de m+n no numerador da (4') obriga que prefixemos o valor de n (ou de m) para que mantenhamos a indispensável univocidade de valores. Isto exige a introdução dum número maior de escalas no nomograma. Entretanto, dentro de certos limites de êrro que daremos adiante será possível manter apenas uma escala para Y dentro duma faixa grande de valores de n.

Tomando os logarítimos de (4'), teremos

$$\log Y' = \log X' - 2 \log (m+n) \quad (5)$$

Para que a escala dos Y' esteja centrada em relação às de X' e m+n basta obrigar a que o quociente  $q_1/q_2$  dos módulos das escalas dos  $\log X'$  e  $\log (m+n)$  seja igual a 1, isto é:  $q_1/q_2 = 1$ .

Fixemos  $n = 0,03$ ; m+n variando de 0,73 a 0,90; altura das escalas, 25cm e largura do nomograma, 15cm. Então, o módulo para a escala do  $\log (m+n)$  será dado por:

$$2 q_2 (\log 0,90 - \log 0,73) \simeq 25$$

Donde,

$$q_2 = 140$$

é um valor conveniente.

Por conseguinte, para satisfazer a condição imposta, teremos de ter:

$$q_1 = q_2 = 140 = \frac{25}{\Delta \log X' \text{ (total)}} \quad (9)$$

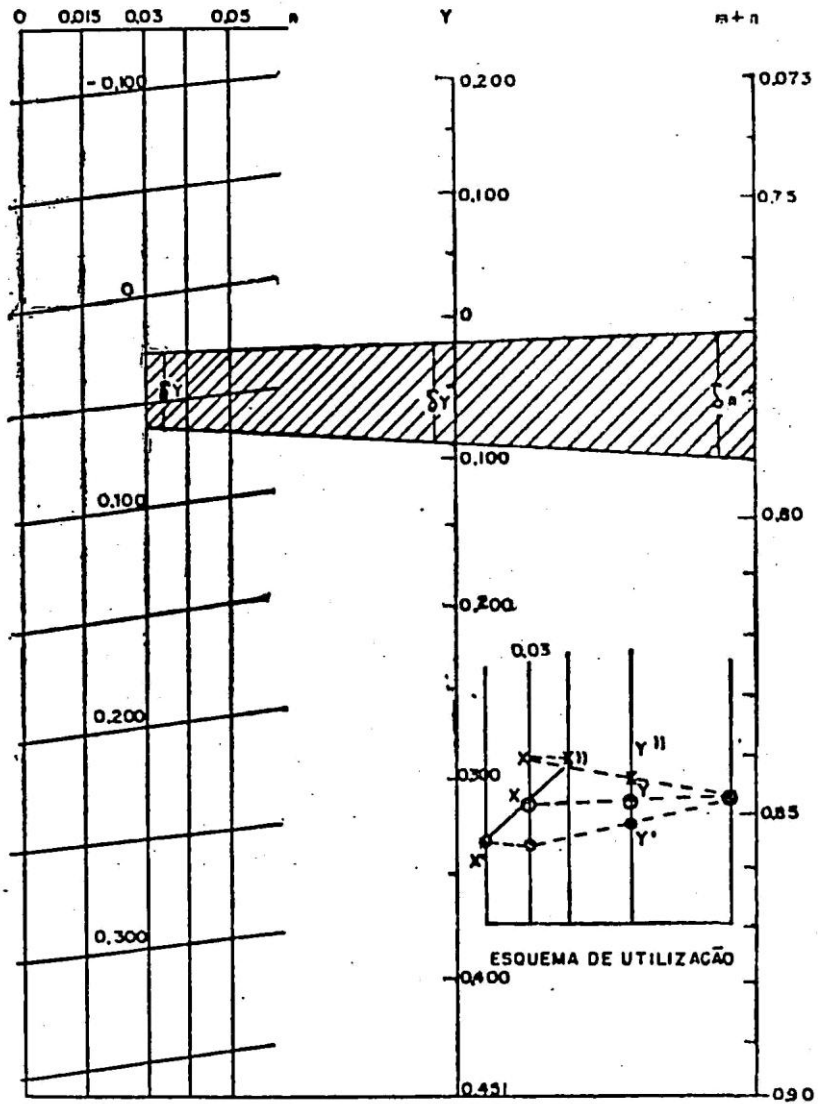
onde

$$X' = C \overline{(m+n)^2} - \underline{X} (m,n) \text{ e } \underline{X}' = C \overline{(m+n)^2} - \overline{X} (m,n) \text{ ,}$$

em que as barras superiores indicam os maiores e as inferiores, os menores valores das grandezas em questão.

A solução de (6) fornece  $C = 0,953$ . Então, para  $n = 0,03$  a (4) fica:

$$0,953 - Y = \frac{0,953 (m+n)^2 - X}{(m+n)^2} \quad (4'')$$



NOMOGRAMA 3. EXIBE UM APERFEIÇAMENTO NA GEOMETRIA DE CONSTRUÇÃO DO DIAGRAMA PARA O CÁLCULO DE  $Y = X(m+n)^2$

Os cálculos dos valores em centímetros das escalas são agora bastante mais elaborados e não há utilidade em indicá-los aqui; convindo apenas indicar a seqüência das operações a serem realizadas.

Os valores para  $m+n$  são obtidos mediante as seguintes colunas, em ordem:

(a)  $m+n$ ; (b)  $\log(a)$ ; (c)  $\log(a) - \log 0,73$ ; (d)  $2 \times 140 \times (c)$ .

Os valores de  $X$ , lembrando que para  $n = 0,03$  a fórmula (2) fornece

$$X = 2,77m - 2,045,$$

serão dados por:

(a)  $X$ ; (b)  $(a) + 2,045$ ; (c)  $(b)/2,77 = 0,361 (b) = m$ ;  
(d)  $m+n$ ; (e)  $(m+n)^2$ ; (f)  $0,953 (e)$ ; (g)  $(f) - (a) = X'$ ;  
(h)  $\log X'$ ; (i)  $\Delta \log X'$ ; (j)  $140 (i)$ .

Como supuzemos  $m+n$  variando de 0,73 a 0,90,  $m$  iria neste caso de 0,70 a 0,87.

Para o cálculo da escala dos  $Y$  teríamos que levar primeiramente em conta os valores extremos de  $X'$  correspondentes, respectivamente a  $m = 0,87$  e  $m = 0,70$ , que são: 0,407 e 0,614. Donde os valores extremos de  $Y'$ , calculados por

$$Y' = X' / (m+n)^2$$

são respectivamente:

$$Y' = \frac{0,407}{(0,90)^2} = 0,502 \text{ e } \bar{Y}' = \frac{0,614}{(0,73)^2} = 1,152,$$

fornecendo os seguintes valores para  $Y$ : 0,451 e  $-0,199$  respectivamente.

(a)  $Y$ ; (b)  $0,953 - Y = \bar{Y}'$ ; (c)  $\log Y'$ ; (d)  $\Delta \log \bar{Y}'$ ;  
(e) 70 (d), onde 70 é o valor do módulo

$$q = q_1 q_2 / (q_1 + q_2) = 140 \times 140 / 280$$

Dessa forma é que foram construídas as escalas  $m+n$ ,  $Y$  e  $X$  (para  $n = 0,03$ ) que aparecem no nomograma 3.

Fixando centralizada a escala dos  $Y$  e o módulo da de  $m+n$  igual a 140, podemos verificar que os limites superiores dos erros nos módulos das escalas dos  $X$  e dos  $Y$ , bem como na posição da escala dos  $Y$ , ascendem apenas a 1,6% nos casos  $n = 0$  e  $n = 0,05$  se mantivermos a mesma constante  $C = 0,953$  e  $q_1 = q_2 = 140$  e  $q = 70$ . Os erros serão tantos menores quanto mais  $n$  se aproximar de 0,03.

As novas escalas dos  $X$ , para cada novo  $n$ , podem ser calculadas da forma indicada anteriormente, tomando-se apenas os devidos cuidados para posicioná-la verticalmente em seus lugares próprios.

Para não traçar novos nomogramas, tomamos o expediente de colocá-las lateralmente da forma como indica o nomograma 3, o que tem o mérito adicional de permitir a leitura para qualquer valor intermediário de  $n$ .

## 5. COMENTÁRIOS

A área achuriada do nomograma 3 tem a mesma significação das anteriores.

Uma grande vantagem desses nomogramas é poder selecionar facilmente o valor de  $\sigma_y = y/Y$  desejado e, de posse deste, arbitrar rapidamente os valores de  $m$  e  $n$  convenientes. Isto seria extremamente trabalhoso para ser feito com a fórmula extensa de Pigeaud,

$$y = \frac{Y}{(m+n)} \left( \delta - \frac{\theta \Delta m}{m+n} \right) m(m+n) - (1-\theta) \Delta (1-2mm - n^2) - \theta \Delta.$$

Além disso, levando em conta que as incertezas de  $Y$  podem ser fornecidas por uma variação de 0,02 em  $n$ , isto é, por  $\sigma_n = 0,02$  fica fácil atribuir valores a  $m$  e  $n$  que assegurem não se ter, por exemplo um valor de  $\sigma_y$  menor do que um previamente fixado.

Seria interessante que os calculistas de barragens explorassem a possibilidade de simplificar o dimensionamento final das barragens de modo a permitir a construção de nomogramas de fácil manipulação. Outras estruturas também poderiam ser estudadas à luz da teoria dos erros.

## 6. AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Eng.<sup>o</sup> José Carneiro de Andrade, do 1.<sup>o</sup> Distrito de Obras do DNOCS, a ajuda que prestou a este trabalho e ao Eng.<sup>o</sup> Vicente de Paulo Pereira Barbosa Vieira por seu estímulo e sugestões.

## 7. ABSTRACT

The author has bengu this paper keeping in mind results got previously. He gives here easly handling nomograms which, besides solving the problems in question, provide a very fast visualization of the situation on each particular case.

(L—A) LENZ CESAR, Homero e ANDRADE, José Carneiro de — Simplificação dos Cálculos de Barragens e Outras Estruturas Levando em Conta as Incertezas dos Dados Experimentais, BOLETIM DNOCS — Série: Planejamento, Estudos e Projetos Vol. 23 n.º 12 Junho 1965, 257-271.

Boletim Técnico, Fortaleza, 28(1): 1-92, jan/jun. 1970

