



MINISTÉRIO DA VIAÇÃO E OBRAS PÚBLICAS  
DEPARTAMENTO NACIONAL DE OBRAS CONTRA AS SÊCAS

# Boletim

— Noções de Irrigação . . . . .	299
— As Formas de Assistência aos Irrigantes . . . . .	341
— Resultados da Aclimação da Pescada do Piauí, nos Açudes do Polígono das Sêcas . . . . .	351
— Erradicação de Piranhas no Açude “Poço da Cruz” . . . . .	363
— Contribuição ao Estudo Quantitativo do Plankton do Açude Amanari . . . . .	401

SÉRIE: FOMENTO E PRODUÇÃO  
VOL. 23 — Nº 187/1 — JULHO A DEZEMBRO DE 1965

Este BOLETIM é uma publicação trimestral do DEPARTAMENTO NACIONAL DE OBRAS CONTRA AS SÊCAS (DNOCS).

É distribuído gratuitamente.

Tôda correspondência deverá ser dirigida para:

DNOCS — DPEP — Boletim  
Rua Cônego Barata, 999 — Tamarineira  
Recife, Pernambuco — Brasil.  
End. teleg.: SECAVIA DPEP BOLETIM — Recife.

É permitida a livre transcrição de qualquer matéria, desde que seja citada a fonte, título, data e página.

---

This Bulletin is a quarterly publication of the National Department of Works Against Droughts — (DNOCS). It is given away free of charge.

Every mailing must be sent to:

— DNOCS — DPEP — Bulletin:  
Rua Cônego Barata, 999 — Tamarineira  
Recife, Pernambuco — Brazil.  
Cable address: SECAVIA DPEP BULLETIN — Recife.

It can be rewritten partly or entirely, since page, date, title and origin are mentioned.



S U M Á R I O

- Noções de irrigação .....	299
- As Formas de assistência aos Irrigantes .....	341
- Resultados da aclimação da pescada do Piauí, nos açudes do Polígono das Secas .....	351
- Erradicação de piranhas no açude "Poço da Cruz" .....	363
- Contribuição ao estudo quantitativo do plâncton do açude Amanari .....	401

---

DEPARTAMENTO NACIONAL DE  
OBRAS CONTRA AS SÊCAS

# BOLETIM

FUNDADO EM 1934

REDAÇÃO

RUA CÔNEGO BARATA N.º 999 — TAMARINEIRA  
RECIFE

Solicita-se permuta com publicações congêneres

Se desea el canje com las publicaciones similares

Exchange with similar publications is desired

On desire l'échange avec les publications congénères

Si desidera il cambio colle pubblicazioni congeneri

## NOÇÕES DE IRRIGAÇÃO

## INTRODUÇÃO

Tão antiga quanto a própria História é a irrigação das terras.

A sua sombra civilizações brilhantes nasceram e floresceram; mas, com a irrigação desapareceram, devido ao mau uso da água a que foram conduzidas pela falta de meios e de conhecimentos.

Metade da superfície da Terra é constituída de regiões áridas ou semi-áridas, aonde a irrigação se faz necessária; metade da população deste planeta depende hoje da irrigação para o seu sustento. Considerando-se que cada dia cem mil novos entes humanos vêm enriquecer essa população, conclui-se que o problema da irrigação deveria ser encarado em nossos dias tão sèriamente quanto o do petróleo ou da energia atômica.

As páginas que se seguem não constituem nenhum compêndio de irrigação; encerram tão sòmente um resumo de dados, informações mais ou menos úteis, para os que se iniciam na arte de aguar as plantas. Baseiam-se em estudos levados a efeito onde a irrigação alcança elevado nível técnico e contêm observações pessoais obtidas em longos anos vividos dentro de uma zona de irrigação, em pleno coração do Nordeste do Brasil.

Nosso fim não é mais do que apresentar uma carta de ABC de irrigação aos homens que de dia e de noite afundam os pés na terra enlameada dos campos.

A êstes sertanejos, que começam no Nordeste uma agricultura mais sensata, êste trabalho é dedicado.

Fortaleza, setembro de 1960.

## NOÇÕES DE IRRIGAÇÃO

Paulo Guerra (\*)

### I — NECESSIDADE DE IRRIGAÇÃO

O Nordeste do Brasil não pode ser considerado zona árida, mas sim região semi-árida (1), apresentando mesmo manchas úmidas.

Nem por isso pode prescindir da irrigação; aliás, a vantagem, a quase necessidade de irrigar neste país já é hoje aceita entre usineiros de Pernambuco ou cafeicultores de São Paulo.

Os 500 a 700 milímetros de chuva que caem em média em quase todo o Nordeste, se bem distribuídos, seriam suficientes para boas colheitas, o que não se verifica no Oeste americano, onde chove apenas a metade, e onde só com a irrigação foi possível transformar imensos desertos onde impera o *sage*, em campos riquíssimos. Com mais adequados métodos de agricultura, melhores práticas de retenção de água no solo, combate às pragas, e obtenção de espécies de ciclo rápido e alta resistência à seca, duas vezes mais se poderá arrancar, sem irrigação, dos solos do Nordeste. No entanto, a irregular distribuição das chuvas é a regra geral na região.

Normalmente e nas condições atuais, a primeira sementeira é perdida toda ou em parte; muitas vezes só uma terceira "planta" é aproveitada e a produção é muito sacrificada porque a chuva faltou no momento mais apropriado. Árvores frutíferas morrem em verões prolongados e outras plantas mais exigentes — como a bananeira — não podem sequer ser cultivadas.

O gado perde toda a carne que acumulou no período do pasto verde, e o leite, obtido graças à proteína das tortas, torna-se escasso e caro.

Portanto, a irrigação, e somente a irrigação, permite a estabilidade da economia da fazenda; garante maiores colheitas de melhores produtos, que

(\*) Eng.º Agrônomo. Chefe da Inspeção do DNOCS.

alcançam maiores preços; dá margem a maior diversificação da produção e melhor passadio no campo; permite ainda manter o gado em melhor estado até o fim de cada verão, e salvá-lo em anos de grandes sêcas.

## II — A PROPRIEDADE IRRIGADA

A exploração da propriedade agrícola sob irrigação exige mais trabalho, e muito mais dispendiosas instalações, do que a exploração comum. Por esta razão precisa ser bem conduzida para que possa enfrentar a concorrência da “produção de chuva” em anos normais, das terras não irrigadas.

Creemos, porém, que a segurança da colheita, por si só, justifica qualquer esforço público ou privado dispendido em prol da irrigação. Além disso, a irrigação permite umas tantas vantagens, tais como a flexibilidade na escolha do tipo de exploração, o contrôle da água na cultura, a utilização do terreno duas vezes no mesmo ano e até melhor rendimento na aplicação de fertilizantes.

O tamanho da propriedade irrigada deve variar principalmente com o suprimento de água disponível, com o tipo de solo, e com a exploração adotada.

No caso de loteamento de terras para irrigação, como se verificou na América do Norte e deve se verificar no Nordeste, fator dos mais importantes a considerar seria a capacidade do proprietário e sua família em trabalhar bem a terra, quando convenientemente auxiliado e orientado. A essa capacidade “atual” acrescentaríamos uma margem de 100% destinada a instalações, produção de lenha e aumento da capacidade de cultivar que há de vir com a prática e o melhoramento dos processos. Proporíamos a fórmula ( $T = 2C$ ) para orientar a determinação do lote médio irrigado de uma área, em que  $T$  seria o tamanho do lote e  $C$  a capacidade média de cultivo de uma família, em hectares, na região.

Esta capacidade de cultivo de nosso irrigante é baixíssima. Mesmo com preparo mecânico de solo, uso de semeadeiras e cultivadores de tração animal, pois pensamos nos cultivadores a trator para o pequeno proprietário em uma segunda etapa, só uma família excepcional daria conta de 10 hectares bem cultivados, irrigados, colhidos em tempo, mantendo conservadas as obras de irrigação e de drenagem que lhes são afetas. Em compensação, a produção dessa pequena área poderá lhe auferir rendimentos suficientes para levar um padrão de vida regular, muito acima da média, e educar os filhos. Conhecemos operários com família média que, convidados a optar, preferiam arrendar dois hectares de terra irrigada ao Governo a continuar como seu empregado, com férias e salário mínimo.



Nosso antigo ponto de vista vem corresponder com o do professor CONTI, da Facultad de Agronomia y Veterinaria de Buenos Ayres (2), quando estuda os fatores de êxito para uma colonização com irrigação :

“3.º) Régimem de la propiedad. Puede afirmarse y lo repetimos en modo categórico, que la agricultura de regadío podrá prosperar en modo sorprendente tan sólo donde el agricultor resulte ser propietario de la tierra que cultiva, y donde la superficie asignada a cada familia no exceda a lo que puede ser cultivado en forma intensiva y racional por los miembros de esa familia sin recurrir a mano de obra asalariada”.

Em qualquer hipótese é preferível uma pequena terra bem aproveitada que um grande lote pobremente explorado.

### Planejamento

Ao se pensar instalar a irrigação em uma Fazenda ou em uma área qualquer, os seguintes dados são essenciais :

- a — Estudo do suprimento da água; capacidade do rio ou córrego, ou do açude, se já existente, do lençól d'água subterrâneo, ou ainda vazão do poço, ou dos poços, conforme o caso.
- b — Estudo das terras : quantidade e tipos.
- c — Estudo das culturas que se pretende desenvolver. Levar em consideração o solo, a quantidade de água disponível para irrigação e também o mercado para a produção.
- d — Estudo topográfico da propriedade. Esta deve ser levantada e desenhada em escala 1:2000. Tratando-se de propriedade com alguma dimensão superior a dois quilômetros pode-se usar a escala 1:5000.

Para o bom planejamento dos canais as curvas de nível devem ser desenhadas a cada meio metro.

De posse desses dados um agrônomo poderá fazer um plano de irrigação incluindo a localização das obras, os métodos de irrigação e as próprias espécies a cultivar.

Tratando-se das obras públicas do Governo, será da maior importância que o projeto de um grande açude cogite da totalidade dos assuntos envolvidos.

Dados topográficos e hidrológicos são básicos, mas os estudos sócio-econômicos da obra não são menos significantes.

A quantidade e qualidade de solos, a utilização desses solos, o rendimento das culturas, o número de famílias amparadas, os mercados, as possibilidades de eletrificação rural, o estabelecimento de indústrias, são elementos, entre outros, que devem constar já no memorial que procura justificar a construção de um grande açude.

Por outro lado, a construção da rede distribuidora da água, da rede de energia, a instalação da drenagem, a terraplenagem dos solos e até a construção de núcleos populacionais, devem ser atacados simultaneamente com as obras da barragem, a fim de que, declarado concluído, esteja o açude de fato em condições de desempenhar imediata e integralmente os seus objetivos programados.

Se tais obras complementares se apresentam demasiadamente vultuosas, o trabalho poderá ser dividido em etapas, construídas uma a uma, a partir da barragem, somente se iniciando a irrigação em cada etapa quando eficientemente instalada.

### **Terraplenagem**

A sistematização da terra para receber a água, inclusive o nivelamento bem feito do solo, é operação importantíssima para o sucesso da irrigação.

Sem este trabalho a aplicação da água ao solo exige mais tempo, e maior quantidade; as plantas sofrerão por falta de água nas partes mais altas e por excesso nas partes baixas; e a produção naturalmente cai. Graças a uma boa instalação e uma perfeita terraplenagem, um agricultor sozinho pode atender a irrigação de uma propriedade de 40 hectares, como tivemos ocasião de presenciar várias vezes no *Yakima Valley*, onde a irrigação é operação quase automática; o irrigante liga seus pequenos sifões e vai cuidar de outra tarefa, podendo voltar às vezes somente no dia seguinte, sem nenhum prejuízo para a irrigação.

O melhoramento do solo para a irrigação deve ser preocupação constante do proprietário; os defeitos de terraplenagem devem ser corrigidos pouco a pouco, todos os anos, até que se tenham campos acertados, com declividade regular.

Aconselha-se não confiar no olho, para os nivelamentos; convém recorrer a um topógrafo e planejar o trabalho. A água empoçada ou a extravasão dos sulcos mostra que a terraplenagem não está boa. A qualidade e profundidade do solo determinará a melhor operação.

Jamais se devem fazer cortes profundos, de 1 metro, no solo; algumas vezes é preferível dividir o campo em partes, com declives em diferentes

direções. Se a queda é muito forte, é possível nivelar "plataformas" em contorno, cruzando a queda natural.

O declive não deve ser superior a meio metro por cada 100 metros (0,5%); campos perfeitos podem apresentar 25 cm. por 100 m. (0,25%).

A terraplenagem bem feita, como todo movimento de terra, é operação cara; o proprietário porém não deve temer nem evitar esta despesa, que só se faz uma vez.

A queda da fertilidade sofrida pelas partes do solo cortadas na terraplenagem terá sua recuperação apressada com a prática de adubações.

### **Suprimento de água**

Para pequenas propriedades isoladas, fora das bacias de irrigação, que jamais chegarão a ter 50 hectares sob irrigação, deve-se prever um suprimento de 30 a 40 mil metros cúbicos de água disponível para cada hectare irrigado. Em maiores propriedades, onde as perdas em transporte e aplicação em geral são maiores, bem como no caso em que as culturas permanentes, como de bananeiras ou laranjeiras são as principais, deve-se tomar por base até o duplo daquele suprimento. A evaporação, que rouba do reservatório até 2 000 m<sup>3</sup> por mês, no verão, para cada hectare de superfície d'água, e um total de 10 a 15 mil m<sup>3</sup> por ano, para aquela superfície, concorre para esta elevada previsão.

### **Exploração**

O tipo de exploração mais indicado para a propriedade irrigada depende de fatores vários, entre os quais sobressaem: a região onde está situada a propriedade, a topografia, os tipos de solos existentes, os mercados para a produção, a natureza e abundância do suprimento d'água.

As frutas cítricas ou bananas podem, por exemplo, atender mercados distantes; as hortaliças são indicadas para a proximidade dos centros consumidores. Onde há margem para industrialização de algum produto, este deve ser o preferível.

A produção de feno, para venda de forragens na Sêca, é um campo ainda virgem, de grande rendimento. Se não pudermos cultivar a alfafa temos outras leguminosas, o kudzú, o feijão de corda, ótimas gramíneas como o sorgo, que dá vários cortes e ricos capins.

O mais importante é que a propriedade seja aproveitada completa e racionalmente; as terras altas, mesmo não irrigáveis por gravidade podem e devem ser aproveitadas conforme o solo e a zona, seja com carnaúbeiras, com árvores para madeira de construção (angico, aroeira, pau darco), para

móveis (cumarú), ou para lenha e estacas (jurema, jacaré) e até para forragem (como a algaroba) que podem ser plantadas na época chuvosa. O umbuzeiro, notável planta xerófila, frutífera, e a faveleira, esta oleaginosa, também produzem nos solos sécos e altos (taboleiros).

Até êste momento o aproveitamento das bacias de irrigação do Nordeste tem sido feito de modo muito incompleto e defeituoso.

Afirmamos que a irrigação não é uma tarefa comum, e exige bastante técnica e um esforço e dedicação também fora do comum durante todo o ano por parte de quem a pratica. Por outro lado, ela pode recompensar rêgiamente os que a ela se dedicam.

Não havendo irrigação tradicional na área, cabe ao Governô uma dose elevada de responsabilidade no insucesso da exploração.

Inicialmente, é preciso indicar e preparar os homens para a tarefa; cabe também ao serviço oficial orientar as normas a seguir, desde a escolha das lavouras a cultivar aos métodos de irrigação a adotar, evitando a implantação de maus hábitos, como o desperdício de água, e criando costumes sadios, espírito do trabalho de equipe, e da franca cooperação, sem o que a irrigação tende ao fracasso.

Esta é a hora de se instituírem hábitos desejáveis, o que se consegue com bons técnicos extensionistas, preparados para êsse fim, ligados a um órgão central de contrôle e orientação que é imprescindível em todo sistema de irrigação em funcionamento. Ao mesmo tempo, urge dar maior ênfase aos centros de pesquisa, para que possam ditar normas seguras sôbre as técnicas irrigatórias e desvendar os véus que escondem grandes riquezas latentes, capazes de contribuir para a construção de uma sólida economia agrícola no Nordeste, com ou sem irrigação, baseada nos setores da pecuária, fibras ou óleos vegetais, plantas xerófilas, pomicultura, etc.

### III — PRINCÍPIOS DE IRRIGAÇÃO

“IRRIGAÇÃO é a aplicação artificial de água ao solo a fim de supri-lo em tempos e em quantidades essenciais ao crescimento das plantas”. (1)

Todo aquêle que pratica a irrigação deve ter em mente certos princípios, tão simples quanto úteis :

- a) Tôda planta precisa de determinada quantidade de água para crescer e produzir; umas precisam mais, outras menos.

O milho precisa consumir 360 litros de água para fabricar um quilo de matéria sêca; o arroz, também gramínea, precisa de duas vêzes mais.

- b) O solo funciona como um depósito que armazena a água, para fornecer depois, aos poucos, à planta.
- c) Cada tipo de solo armazena diferente quantidade de água, que solta também de modo diferente.
- d) Não adianta dar ao solo mais água do que a sua capacidade de armazenar; a água em excesso se infiltra e se perde por baixo (**percolação**) ou fica encharcando o solo.
- e) De mesmo modo, a água aplicada tardiamente, ou em doses muito reduzidas, pode prejudicar o desenvolvimento normal, pois a planta só consegue retirar a água do solo até um certo ponto e nunca até a última gota.
- f) As raízes de cada planta, conforme a espécie e a idade, ficam dentro de uma certa camada de solo. Para a planta nada adianta a água do solo situada abaixo da zona das raízes.

Alguns conhecimentos, ou pelo menos noções práticas, são exigidos do irrigante para que este possa operar com relativa segurança. Quanto mais apurados esses conhecimentos, mais acertadamente poderá ele praticar sua irrigação.

Tais conhecimentos prendem-se essencialmente à água no solo, às necessidades de água das lavouras, e ao modo de aplicação da água.

Nestas páginas, procuramos tratar de todos estes assuntos de modo bastante elementar.

#### IV — O SOLO

**Textura e estrutura** — Existe estreita relação entre as características do solo, as necessidades de água para as plantas e a prática da irrigação e drenagem.

O solo forma-se de partículas que, conforme o seu tamanho, se classificam de acordo com o quadro a seguir:

QUADRO I — Classificação de partículas do solo. (I.A. Campinas)

Nome da partícula	Tamanho em milímetros	Textura do solo
Pedra	Maior que 20	—
Seixo	20 a 2	—
Areia grossa	2 a 0,2	Grossa
Limo	0,2 a 0,002	Média
Argila	Menor que 0,002	Fina

A água no solo é retida na superfície das partículas, pela atração capilar. Quanto menor a partícula maior a área superficial de um solo. Suponhamos, por exemplo, que vamos encher um litro com terra; caberá apenas uma partícula esférica de 10 cm de diâmetro; mas, caberiam 8 partículas de 5 cm de diâmetro. A superfície externa da esfera de 10 cm seria 314 cm quadrados, mas as 8 esferas ofereceriam uma área de 628 cm quadrados. O quadro II desenvolve o exemplo. Um metro cúbico de solo de argila fina, oferece 40 a 50 hectares de superfície, mas um metro de solo arenoso, não dá mais que 4 a 5 hectares.

QUADRO II — Área da superfície das partículas de solo (\*)

N.º de esferas	∅ Esferas em cm	Área total das esferas em cm <sup>2</sup>
1	10	314
8	5	628
64	2,5	1 256
512	1,25	2 512
4 096	0,625	5 024
32 768	0,3125	10 048
262 144	0,15625	20 096

(\*) Adaptado de Roe, (3) por Paulo Guerra.

As condições do solo são influenciadas também pela **estrutura**, isto é, o modo pelo qual vêm arranjadas as partículas.

**Porosidade** — Os espaços entre os grãos de solo, ou **poros**, acomodam água e gases necessários às plantas, além de raízes.

Os poros exercem influência sobre o movimento, retenção e armazenamento da água nos solos.

A porosidade capilar, e só esta, retém a água.

A porosidade total de um solo varia de 25% em solos mais arenosos até 60% em solos argilosos. A compactação do solo reduz a porosidade.

**Pêso e densidade dos solos** — A densidade, ou pêso específico aparente do solo, é a relação entre o pêso de um volume de solo, seco em estufa até pêso constante, e o pêso de um mesmo volume de água.

O pêso de um decímetro cúbico de rocha formadora de solos, gira em torno de 2.650 gr; um decímetro de água pesa 1.000 gr; então, a densidade das rochas seria  $\frac{2650}{1000} = 2,65$ . Na prática, determina-se a densidade do solo pela prova de anel: colhe-se a amostra, sem desmoronar, em anel de ferro de 50 cc., que se faz penetrar no solo; seca-se em estufa a 105° a terra retirada do anel, e pesa-se;  $\frac{P}{50} = D$



Para cálculos de irrigação, o conhecimento da densidade aparente é importante.

Em solos trabalhados a densidade em geral varia de 1,2 a 1,7, enquanto o peso específico real varia de 2,4 a 2,8.

O peso específico real é a relação do peso do solo seco para o peso do volume de água correspondente.

**Permeabilidade** — É a faculdade que tem o solo de se deixar atravessar pela água.

Os solos são classificados, quanto à penetração da água, em milímetros por hora, de acordo com a tabela abaixo.

QUADRO III — Tabela de permeabilidade  
(United States Soil Conservation Service)

Permeabilidade	Índice de permeabilidade	Velocidade de penetração da água (mm/hora)
Muito lenta	1	menos de 1
Lenta	2	1 a 5
Moderadamente lenta	3	5 a 20
Média	4	20 a 60
Moderadamente rápida	5	60 a 125
Rápida	6	125 a 250
Muito rápida	7	mais de 250

Solos arenosos são mais permeáveis que os de textura média ou fina.

A capacidade de infiltração do solo é dada pelo tempo que uma certa altura d'água gasta para penetrar no solo.

A velocidade de infiltração pode variar em torno de 12 a 25 milímetros por hora, em solos mais soltos, e de 7 a 12 milímetros em solos mais pesados (argilosos). Solos em más condições físicas apresentam menores velocidades de infiltração. Em ensaio de permeabilidade realizado em solo de aluvião, em São Gonçalo (IJAT), com altura d'água constante de 5 centímetros, a média de infiltração, em 10 horas, (despreza-se a 1.<sup>a</sup> hora do ensaio) foi de 13,4 milímetros por hora. (134 m<sup>3</sup> por hectare p/hora).

## V — A ÁGUA NO SOLO

A água no solo apresenta-se em três formas diferentes.

A água **higroscópica**, tão presa às partículas que as plantas não a podem aproveitar, e só o calor a remove.

A água **capilar**, que é a água útil para as plantas; envolve cada grão de solo e move-se por capilaridade, lateral ou verticalmente, contra a gravidade. Não é removida pela drenagem mas só pela evaporação, transpiração da planta ou calor.

A água **gravitante** ou livre, é a que se move pela gravidade; é prejudicial e deve ser removida, a fim de não asfixiar as raízes.

A maior quantidade de água que um solo pode reter contra a gravidade é a sua **capacidade capilar máxima** ou **umidade equivalente**. Sendo um dado de laboratório, passou-se a usar em cálculos de irrigação, a **capacidade de campo**, que é o dado equivalente determinado em condições de campo.

**Capacidade de campo** — Suponhamos que um solo foi umedecido por fortes chuvadas ou por copiosa irrigação, até o ponto de saturação. Em seguida a água livre do solo (gravitante) passou a drenar, para baixo, até o ponto em que as raízes da planta não a alcançam. Quando esta água livre para de drenar, o que pode ocorrer de 24 a 48 horas, e o solo retém apenas a água capilar, diz-se que o solo está em sua “capacidade de campo”; dosa-se a umidade, que é então convertida em percentagem de peso do solo seco.

As plantas vão transpirando, consumindo a água; se a transpiração é maior que a absorção das raízes, vem o **murchamento**. Se a umidade permanece neste **ponto de murchamento** por muito tempo, as plantas sofrem e morrem.

A água do solo que a planta pode utilizar, que fica entre a capacidade de campo e o ponto de murchamento, é que se chama **água disponível**. (Ad = Cc — pm.)

A capacidade do solo em armazenar esta água, chama-se **capacidade de armazenamento de água disponível** e mede-se no equivalente de milímetros de altura. Esta capacidade de reter água disponível é fator importante em irrigação; varia com a textura, compactação e teor de matéria orgânica ou de sais dos solos.

Na América do Norte um metro de solo apresenta, em média, a seguinte capacidade de retenção de água disponível:

Solo de textura muito grossa; areias grossas - Altura da água: 30 a 80mm

Solo de textura média, barros arenosos - Altura da água: 80 a 120mm

Solo de textura média, barros c/limo - Altura da água: 120 a 190mm

Solo de textura fina, barros argilosos; limosos, argilas - Altura da água: 140 a 220mm

Em aluvião fluvial do tipo arenoso, comum no vale do Rio Piranhas, o Dr. LUIZ BEZERRA (1) encontrou variações de 5 a 16% de umidade equivalente e 1 a 6% de umidade de murchamento.

#### Unidades da água do solo

São as seguintes as unidades de água do solo hoje adotadas pelos pesquisadores da irrigação:

**Umidade equivalente** — (U.eq.) É a umidade, expressa em percentagem de solo sêco, que uma certa porção de solo retém contra uma força de 1.000 vezes a gravidade, exercida 40 minutos. Determina-se em centrifugas especiais. A umidade equivalente é baixa em solos arenosos e alta em solos argilosos.

Tem-se tentado usar a umidade equivalente para determinar a capacidade de campo; em S. Paulo foram estabelecidos fatores de 1,1 (solos mais argilosos) até 1,4 (mais arenosos), isto é,  $C. \text{ Campo} = u. eq. \times 1,1$  até  $u. eq. \times 1,4$ . O processo tem sofrido restrições.

**Ponto de murchamento** — (coeficiente, ou umidade de murchamento).

Antes da absorção das plantas atingir a água higroscópica, há uma posição, ou melhor, uma faixa, onde começa o murchamento permanente. Este, na escala de água no solo, é o **ponto de murchamento** (*wilting point*). BRIGGS determinou uma constante entre umidade equivalente e o ponto de murchamento:  $U. eq. = 1,84 p. m.$  ( $Pm = 54\%$  da *u. equivalente*).

O I.A. de Campinas usava um fator 0,68 ( $Pm = U. eq. \times 0,68$ ), mas, constatou variações de 0,5 a 0,8.

**Água disponível** — é a quantidade de água que o solo pode reter, em forma utilizável pela planta.  $Ad = Cc - Pm$ .

**Umidade atual** — Para calcular a irrigação necessária é interessante saber quanto o solo tem de água no momento. Hoje são usados processos diretos, como irrômetros, aparelhos tensiômetros que se enterram a diferentes profundidades e permitem ler no mostrador a umidade do solo; apresentam relativa precisão para contrôlo de irrigação.

Em laboratório, deduz-se a água de uma amostra de solo secando-o em estufa a 105°C.

O quadro IV dá um meio prático de se calcular a umidade do solo pelo tacto e pelo aspecto do solo.

O **ponto ótimo** de umidade para o crescimento das plantas, segundo ISRAELSEN (2) está entre 55 e 100% da umidade equivalente; em média 70%. Em solos soltos o ponto ótimo pode quase igualar a umidade equivalente.

**Como calcular a altura da camada de água a incorporar ao solo, para elevar seu teor a tanto por cento.**

Suponhamos um solo de capacidade de campo  $CC = 26\%$

(pêso) e ponto de murchamento (pm)  $= 16\%$

A água disponível total será  $26-16 = 10\%$

A análise revelou: umidade atual  $= 18\%$ ; portanto o solo contém apenas  $2\%$  acima do ponto de murchamento;  $2\%$  em  $10\%$ , equivale à quinta parte, isto é,  $20\%$  do total de água disponível, portanto, já é tempo de se irrigar, pois  $80\%$  já foram consumidos. Resta calcular uma irrigação para elevar em  $8\%$  o teor de água do solo, isto é, de  $18$  para  $26\%$ , que é a capacidade de campo.

Sabe-se mais que a camada onde estão as raízes e que deve, assim, ser completada pela água, mede  $0,90$  m de profundidade.

A densidade do solo  $= 1,52$ .

Então teremos apenas que fazer o seguinte cálculo:

$$0,08 \times 1,52 \times 0,90 = 0,10 \text{ m.}$$

Portanto devemos incorporar uma altura de  $10$  centímetros de água ao solo, sejam  $1000 \text{ m}^3$  por hectare.

Para fornecer a água necessária à planta, é preciso aplicar bem maior quantidade, entrando em jôgo a "eficiência" da irrigação. Em muitos casos, menos de uma quarta parte da água saída na fonte vai ser posta à disposição da cultura, pois há as perdas em trânsito, evaporação, percolação, e *run-off*. Em ensaios realizados no *Utah*, Estados Unidos, foi encontrada uma média de  $43\%$  na eficiência da irrigação. (1)

No nosso exemplo suponhamos uma eficiência de  $60\%$ ; então precisaremos soltar no canal  $\frac{1000}{60} \times 100 = 1666 \text{ m}^3$  para cada hectare.

Com boas práticas de aplicação da água, pode ser tomada a seguinte eficiência: (2)

Irrigação em Bacias e diques	— 60 a 80 por cento
" " Sulcos	— 55 a 70 " "
" " Canais em contôrno	— 50 a 55 " "
" " Aspersão	— 65 a 75 " "

A distribuição da água é tratada em outra parte dêste trabalho.

#### **Fórmulas práticas.**

O irrigante deve saber uns tantos dados que orientam os cálculos das irrigações. Já vimos que estas são avaliadas em milímetros de altura de água ( $h$ ), isto é, altura da camada de água, espalhada uniformemente no terreno, ou em seu volume correspondente:

Altura da água (h)	Volume
1 mm de altura =	1 lt. p/m <sup>2</sup> = 10 m <sup>3</sup> p/ha
1 cm " " =	10 lt. p/m <sup>2</sup> = 100 m <sup>3</sup> p/ha
10 cm " " =	100 lt. p/m <sup>2</sup> = 1000 m <sup>3</sup> p/ha

Vazão da corrente (Q)

1 lt. segundo = 3,6 m<sup>3</sup> p/hora  
 10 lt. segundo = 36,0 m<sup>3</sup> p/hora = 3,6 mm (h) por hectare.

Em cálculos de irrigação, quatro elementos estão sempre em jôgo :  
 a altura da camada de água que se deseja aplicar, h (milímetros);  
 a vazão da corrente, Q (litros por segundo);  
 o tempo em que a água corre, T (horas ou minutos);  
 a área do terreno, A (metros quadrados).

Conhecidos três elementos é possível determinar o quarto, tendo-se em vista que : 1 lt. seg x 1 hora = 0,36 milímetros de altura em 1 hectare.

Exemplos :

- 1.º) Em um distribuidor a água correu (T) 10 horas, com vazão (Q) de 30 lt. seg. e irrigou (A) 2,5 hectares. Qual foi a altura aplicada e o volume ?

$$h = \frac{Q \times 3\ 600 \times T}{A} = \frac{30 \times 3\ 600 \times 10}{25\ 000} = 43,2 \text{ mm} = 432 \text{ m}^3 \text{ p/hectare}$$

- 2.º) Um terreno de 3,2 hectares deve ser irrigado em 48 horas, com uma dose bruta de 840 metros cúbicos por hectare (84 milímetros de altura). Que vazão deve-se dar no canal ?

$$Q = \frac{A \times h}{3\ 600 \times T} = \frac{32\ 000 \times 84}{3\ 600 \times 48} = 15,5 \text{ lt. segundo}$$

- 3.º) Que tempo deve correr um canal dando 30 lt/segundo para irrigar 1,5 hectares, com uma altura de água de 90 mm ? (900 m<sup>3</sup> por hectare ?)

$$T = \frac{A \times h}{3\ 600 \times Q} = \frac{15\ 000 \times 90}{3\ 600 \times 30} = 12,5 = 12 \text{ horas e } 30 \text{ minutos}$$

- 4.º) Temos uma vazão de 28 lt. por segundo; queremos fornecer a uma cultura 70 milímetros de água. (700 m<sup>3</sup> p/ha). Que área irrigaremos cada dia ?

$$A = \frac{T \times Q \times 24 \times 28}{h} = \frac{3\ 600 \times 24 \times 28}{70} = 34\ 560 \text{ m}^2 = 3,4 \text{ hectares p/dia}$$

$$A = (\text{área por hora de irrigação}) = \frac{3\ 600 \times 28}{70} = 1\ 440 \text{ m}^2 \text{ p/hora}$$

## VI — USO DA ÁGUA PELAS PLANTAS

Para o crescimento e produção normal a planta precisa ter sempre uma certa quantidade de água à sua disposição, suficiente para atender à transpiração e à evaporação do solo.

Essa água fornecida ao solo e consumida pelas plantas no completo processo de evapo-transpiração é denominada **uso-consumtivo**, e representa a água transpirada pela planta e evaporada do solo que a sustém. (\*)

O uso consumitivo das plantas varia com a espécie vegetal, com a temperatura, luz solar, ventos, etc. Mede-se em milímetros de altura para um período determinado. Em certa fase da cultura verifica-se um *peak*, isto é, um período de maior consumo de água; êste demora cêrca de dez dias, quando o consumo atinge 3 até 8 milímetros (altura da camada de água consumida) por dia (†).

As plantas absorvem a água principalmente das camadas superiores dos solos, através das raízes finíssimas (radicelas). Havendo ótimas condições para o bom crescimento, diàriamente se forma grande número de radicelas, sobretudo naquelas camadas.

Na prática pode-se usar um processo simples para calcular a zona de absorção pelas raízes. Dividindo-se a profundidade das raízes por 4, a absorção obedecerá mais ou menos ao seguinte padrão, desde que o solo não ofereça restrições ou camadas impermeáveis, e haja constante teor de água disponível :

- 40% de absorção na primeira camada, superior
- 30% na 2.<sup>a</sup> camada
- 20% na 3.<sup>a</sup> camada
- 10% na 4.<sup>a</sup> camada, mais profunda.

### Quando aplicar a água

Pesquisas têm demonstrado que há notável redução das colheitas se a umidade da zona das raízes cai a menos de 20% do total de água disponível.

Algumas culturas, em determinados solos, são afetadas desde o nível 35-40%. Técnicos de irrigação do *Soil Conservation Service*, nos Estados

(\*) Para completas informações sôbre uso consumtivo, e método "Blaney Criddle", ver o trabalho "Estimativa das necessidades de água para irrigação", Paulo Guerra, Rev. Clube de Engenharia, Rio, Set-1961.



Unidos (7), aconselham iniciar a irrigação desde que a água disponível na zona das raízes caia a 50 ou 60%. O abastecimento deficiente de umidade no solo reduz a fotossíntese; os elementos nutritivos são adversamente afetados; a luta pela absorção de água tende a aumentar a formação de tecidos lenhosos, inconveniente em pastos e forrageiras. (8)

Alguns produtos, porém, apresentam melhor qualidade quando se registra resistência moderada à cessão da umidade do solo, isto é, quando “passam sede” durante a maturação, como o trigo, algumas frutas e, provavelmente, o algodão. Plantas para transplântio, sofrendo “endurecimento” por esse processo de resistência, em geral sobrevivem melhor. Um estudo realizado na África Oriental (9) por sua vez, considera boa prática retardar bastante as irrigações, pois cada secagem provoca certo efeito benéfico sobre a fertilidade elevando a quantidade de nitrogênio mineral do solo.

O quadro IV mostra como “sentir” a umidade existente nos solos, pelo tacto. Com a prática, após observar as culturas e solos alguns anos, o irrigante poderá ter indicações que o auxiliam a programar as irrigações.

Convém lembrar que uma irrigação de 10 centímetros equivale a cobrir o terreno com esta altura d'água, o que representa 1000 metros cúbicos por hectare. É uma boa irrigação, e bem aplicada, será suficiente para a maioria das culturas; 100 milímetros de chuva em 24 horas não é fato tão comum.

O espaçamento entre as irrigações depende da cultura, do estágio de crescimento da planta (nova ou adulta), da capacidade do solo em reter a água, e do tempo (sêco, nublado, chuvoso) desde a última irrigação.

Todo irrigante deve usar uma sonda, que pode ser um trado comum de carpinteiro, de 1 polegada, com a haste prolongada para sondar até 1,50; antes de irrigar convém sondar o terreno em alguns pontos, para exame da umidade em diversas profundidades até o alcance das raízes; sempre que a umidade disponível houver caído a 50% (ter sempre em vista o quadro IV) convém irrigar. A profundidade das raízes varia de meio metro (algumas hortaliças) a um e meio (fruteiras), em condições normais.

De um modo geral, pode-se dizer que a maior ramificação das raízes dá-se dos 30 aos 80 cm de profundidade em árvores frutíferas e de 10 a 30 cm nas hortaliças. A penetração da água varia em tórno de 10 vezes a altura aplicada, em solos francos, normais. Assim, aplicando-se 6 cm (600 m<sup>3</sup>/ha) umedece-se o solo até 60 cm; em solos compactos, a penetração é de 5 vezes, e em solo arenoso é de 15 vezes, em média, dados esses sujeitos a grandes variações.

QUADRO IV — Guia para avaliar a umidade do solo disponível para as culturas (10)

Umidade que permanece no solo	Impressão pelo tacto ou aspecto do solo			
	Textura muito leve	Textura leve	Textura média	Textura pesada e muito pesada
0% de água disponível	Sêco, grãos soltos, escapa através os dedos	Sêco, solto, escapa através os dedos	Pó sêco, as vezes com leve crôsta, facilmente pulverizável	Duro, rachado, as vezes com pequenos pedaços na superficie.
50% ou menos	Aparenta sêco, não forma bola apertando uma mão cheia	Aparenta sêco, não forma bola apertando	Um tanto esfarelado, mantêm-se ligado se fizer pressão	Um tanto flexível, (plástico) forma bola, sob pressão
De 50 a 75%	O mesmo que em textura muito leve com 50% ou menos	Tende a formar bola, apertando, mas raramente permanece ligado	Forma bola, plástico, as vezes brilha apertando	Forma bola, solta fita entre o polegar e indicador
De 75% a capacidade de campo, (100%)	Tende a ligar e alizar, as vezes forma uma bola muito fraca, apertando	Forma bola fraca, quebra facilmente, não brilha	Forma bola, é muito flexível, brilha logo se retiravam, rico em argila	Fácilmente solta fitas entre os dedos, é liso ao tato
A capacidade de campo	Apertando, não mostra água livre mas a forma molhada da bola fica na mão	O mesmo que em textura muito leve	O mesmo que em textura muito leve	O mesmo que em textura muito leve

## VII — FONTES DE ÁGUA — TRANSPORTE E DISTRIBUIÇÃO — CONTRÔLE

**Fontes** — A água para irrigação pode ser obtida de reservatórios ou açudes, poços, cacimbas, olhos d'água.

A principal e mais generalizada fonte é o açude, que se forma pela intercepção de uma corrente, de preferência aproveitando o local de uma passagem estrangulada ou "boqueirão" de serra.

O lençol subterrâneo, em geral, é pouco abundante no Nordeste; os terrenos cristalinos, os grandes taboleiros com pedra, que predominam da Bahia ao Ceará, não são indicados para poços porque a água, quando encontrada, o que não é fácil, é escassa e, em geral, de má qualidade, contendo alto teor de sais. Os terrenos de origem sedimentar, mais indicados para perfurações, são menos frequentes no Polígono das Sêcas.

Nos sertões do NE caem em média 600 a 700 milímetros de chuva anualmente; isso representa um volume de 700 mil metros cúbicos para cada quilômetro quadrado.

Considerando-se um *run-off* razoável de 10%, isto é, que em cada 100 m<sup>3</sup> de água da chuva, 10 metros escorrem para formar os córregos e rios, teríamos 70 mil metros cúbicos de água aproveitáveis de cada quilômetro quadrado.

Os 546 municípios abrangidos pelo Polígono das Sêcas somam .... 949.578 quilômetros quadrados. <sup>(11)</sup>

Com aquêles padrões de chuva, teríamos 66 bilhões de metros cúbicos armazenáveis, os quais permitiriam irrigar não mais que 1 milhão de hectares. Vê-se, assim, quão restritas se apresentam as nossas possibilidades de irrigação, para um futuro talvez remoto.

Felizmente temos a caudal perene do **São Francisco**, em cujo vale, com o desenvolvimento da técnica e a ampliação de meios, há de crescer uma *California* brasileira. O vale do Rio perene ao Norte da área, o **Parnaíba**, que corta regiões chuvosas, é uma outra reserva para futuro longínquo.

O ressequido oeste americano, com metade da nossa pluviosidade tem a sorte de possuir grandes rios perenes, alimentados pelo degelo da neve das montanhas e dispõe de tal quantidade de bons solos de origem vulcânica, que em uma única área, como a do *Minidoka Project*, podemos encontrar um milhão de acres irrigados.

Há mais de 100 anos, o senador BRITO GUERRA <sup>(12)</sup> disse que o "Sertão seria feliz no dia em que suas águas não chegassem ao Oceano".

Mas, nesse dia, surgirá um novo problema para o qual GUIMARÃES DUQUE vem chamando a atenção na sua obra clássica (<sup>13</sup>) sobre o Nordeste: onde encontrar suficiente solo de boa classe irrigável por gravidade?

Caberá então à tecnologia resolver o aproveitamento compensador dos terrenos mais pobres ou solos em formação, e a água armazenada será bombeada para irrigar os terrenos elevados de taboleiros ou de solos inferiores.

Quanto ao aproveitamento de água para gerar energia elétrica, nos açudes, em rios não perenes do NE, só a compreendemos quando a água possa ser novamente utilizada, mais abaixo, para irrigação, ou quando apenas uma fração do volume (10 a 20%) é destinada para energia, de modo a não comprometer as culturas que venham a se instalar.

Os poços e cacimbas construídos nos "baixios" e nos leitos de rios, onde se instalam bombas para irrigação, pelo menos aqueles de que temos conhecimento no R.G.Norte, Paraíba e Ceará, dão a impressão que o lençol não resistirá a uma irrigação generalizada na área.

**Transporte e distribuição** — O transporte e distribuição da água se faz por meio de canais abertos ou de tubulações.

Os canais abertos podem ser de terra ou revestidos. Podem ser também permanentes ou temporários; estes últimos são os distribuidores que se desmancham cada vez que se prepara o terreno ou mesmo cada vez que se cultiva o campo.

Um canal deve ter banquetas largas, no mínimo 0,60 m, taludes estáveis com rampa 1:1,5. Em canais permanentes as banquetas devem ficar no mínimo 0,30 m, acima do nível da água no canal. Os canais distribuidores devem oferecer uma altura de água de, no mínimo, 0,15 m acima do solo no ponto da saída d'água.

É natural que o canal deve comportar bem a água necessária ao terreno por ele dominado, ou "zona de influência", a uma velocidade que não cause erosão séria.

O limite de velocidade da água em canais de terra, segundo o professor CONTI (<sup>14</sup>) deve ser em torno de 0,25, 0,50 e 1,00 metro por segundo, conforme as áreas a atravessar sejam respectivamente de solo solto, mediano ou compacto.

Os grandes canais, para mais de 10 m<sup>3</sup> por segundo, devem ter queda em torno de 0,1 por mil; canais de 3 a 10 m<sup>3</sup>, podem ter de 0,25 a 0,50 por mil, e canais menores de 3 m<sup>3</sup> terão de 0,50 a 1,00 por mil, isto é, meio a um metro por quilômetro.

A declividade no canal distribuidor do terreno (*ditch*) pode variar de 0,1 a 0,25%, isto é, 10 a 25 centímetros por 100 metros; mas, esta última já favorece a erosão, em face à grande velocidade que a água alcança.

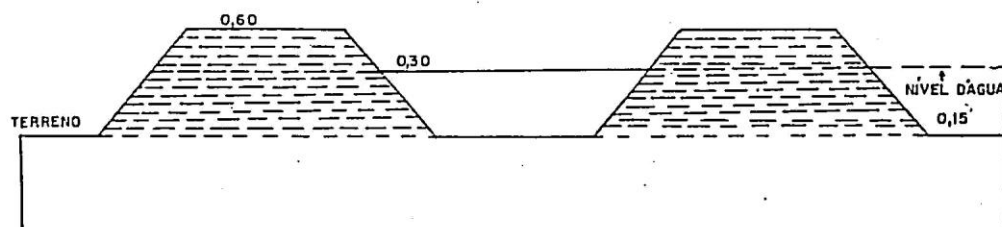
Nos sulcos a queda poderá ser também 0,25, permitido o máximo de 0,5% em sulcos curtos, e 1% ou mais em condições muito especiais.

Se o canal atravessa terrenos com grande declive há necessidade de construir dispositivos, tais como “quedas d’água”, tubulação de concreto ou seções de concordância. Para o cruzamento de estradas ou drenos, pode-se usar boeiro, sifão invertido ou ponte-canal.

Grandes canais principais bem como os mais importantes “laterais”, ou distribuidores, devem ser revestidos, quando possível ou necessário, ficando sem revestir os pequenos canais que penetram cada campo a irrigar. As condições locais melhor indicarão as necessidades e as compensações do revestimento.

O melhor revestimento é o de concreto; tanto podem ser usadas lages de 3 a 6 centímetros de espessura, como podem ser fundidas as seções no local, com juntas de dilatação de asfalto a cada 5 metros. Também são muito usados o *shotcrete* (concreto de areia grossa lançado sob pressão), o concreto asfáltico e membranas asfálticas e mesmo plásticas, enterradas; estas últimas não estão aprovando bem, conforme pudemos ver.

As vantagens do revestimento são: economia da água, proteção do solo, uso de canais menores, com maior velocidade da água, e grande economia na manutenção dos canais.



Distribuidores permanentes devem ter os taludes rampados 1:1.1/2 ou 1:1 se revestidos. Largura mínima das banquetas 0,60, e 0,30 m de segurança. O nível da água deve ser pelo menos 0,15 m acima do solo, no local das saídas.

As **tubulações** podem ser de baixa ou de alta pressão.

Os sistemas de transporte e distribuição de baixa pressão se mostram muito eficientes.

Há economia de água, não há perdas em trânsito, ou infiltrações, a conservação é mínima. Em geral consistem de manilhas de concreto, enterradas; passam na parte alta do campo a irrigar, onde, por meio de pequenos tubos de saída de 1 polegada, com válvulas, soltam a água na cultura. Ou então alimentam tubulações portáteis (*gated pipes*) de alumínio, que trazem uma pequena janela para soltar água em cada sulco.

Este sistema de tubulação entre nós sai bastante caro, mas é possível que venha a ser indicado para muitos casos, e há de se difundir com o progresso da irrigação.

Os sistemas de tubulação de alta pressão, utilizam-se para a irrigação por meio de aspersores (chuva artificial).

É a irrigação mais dispendiosa, porém tem a principal vantagem de dispensar grandes movimentos de terra.

A entrega da água aos usuários, nas grandes áreas de irrigação, pode se fazer segundo três processos distintos: demanda, rotação e vazão contínua.

A demanda é o mais eficiente. A alimentação dos grandes canais é regulada de acordo com as solicitações, calculadas de véspera para cada dia; este processo exige facilidade de comunicação, como uma boa rede telefônica ou radiofônica.

A rotação pode permitir canais menores, pois obedece a turnos de entrega; a irrigação atende às áreas sucessivamente, e só terminando o trecho programado volta à área inicial.

A vazão contínua muito favorece os gastos de água, pelo que é o menos indicado.

**Contrôle da água** — A medição da água de irrigação é indispensável, para que se possa controlar as comportas das tomadas d'água, regular a descarga dos canais, entregar a quantidade certa da água aos usuários, cobrar as taxas e saber o *quantum* de água que se incorpora ao solo em cada irrigação.

Na medição de água dois tipos de unidades diferentes são usadas: unidades de descarga e unidades de volume.

**Descarga** — ou **vazão**, é o volume de água que passa por determinada seção em uma unidade de tempo.

As unidades de descarga usadas entre nós são o "litro por segundo", (l/seg) e o "metro cúbico por segundo" (m<sup>3</sup>/seg).

As unidades de volume são o "litro" (l) e o "metro cúbico" (m<sup>3</sup>).

As unidades de volume usadas nos E. Unidos são o "pé cúbico", igual a 28,32 litros e o "acre-pé", isto é, um pé de altura de água cobrindo 1 acre, ou seja, 1233 m<sup>3</sup>.

A vazão é representada pela fórmula  $Q = AV$ , onde

$Q$  = vazão em metros cúbicos por segundo;

$A$  = área da seção em metros quadrados;

$V$  = velocidade média em metros por segundo.



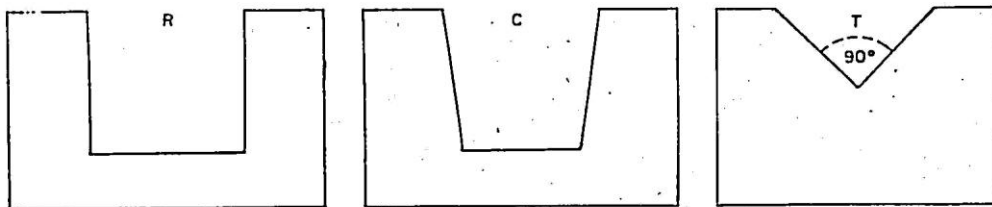
**Dispositivos de medição** — Na medição da água de irrigação, usam-se vertedores; orifícios submersos, calhas *Parshall*, e aparelhos diversos.

Os vertedores são práticos e econômicos quando existe queda disponível no canal.

**Vertedor** “é um diafragma ou tapume posto transversalmente a uma corrente líquida por maneira que a obrigue a passar integralmente por uma abertura regular nêle feita” (14).

Os vertedores mais comuns são os de veia contraída e seção retangular, em que a abertura da seção é menor do que a largura do canal.

O vertedor de seção retangular tem as paredes verticais; o “*Cipoletti*”, também de contração lateral, tem os lados inclinados para fora, a razão de 4:1. O “*Triangular*” tem a abertura em ângulo.



Medidores do tipo denominado “vertedor”. R, Retangular. C, Cipoletti.  
T, Triangular.

A correta instalação do medidor é necessária para a sua exatidão. Os vertedores R ou C precisam ter as “cristas” bem niveladas e ficar acima do fundo do canal pelo menos o dôbro da lâmina vertente. Dêste mesmo modo acontece com o vértice inferior do vertedor T.

A fórmula mais comum para vertedores de parede delgada e contração é a de FRANCIS :

$$Q = 1,84 H^{3/2} (L - 0,2 H), \text{ onde}$$

Q = Vazão, em m<sup>3</sup>/seg;

L = Aresta (largura) do vertedor, em metros;

H = Carga (altura da água) em metros, sôbre a “crista”.

Não havendo contração lateral,  $Q = 1,84 L H^{3/2}$ .

Igualmente se usa a fórmula de BAZIN,  $Q = 1,77 L H^{3/2}$ .

A fórmula de CIPOLETTI para os medidores “*Cipoletti*”, é:  $Q = 1,86 L H^{3/2}$ .

A vazão dos medidores triangulares com abertura de 90° calcula-se pela fórmula de THOMPSON:  $Q = 1,4 h^{5/2}$ .

Os orifícios são os mais primitivos aparelhos de medição de descargas e consistem apenas em uma abertura em um diafragma interposto no canal ou tubo. Podem ser circulares ou retangulares; e de escoamento livre ou afogado.

Em teoria, a velocidade do jorro, em orifício sob a carga  $h$ , é dada por  $V = \sqrt{2gh}$ , sendo  $g$  = aceleração da gravidade = 9,81 m/seg<sup>2</sup>.

Na realidade, a velocidade  $V$  é um pouco menor.

Se a vazão teórica é  $Q = AV = A \sqrt{2gh}$ , na prática usa-se um coeficiente experimental  $C$ , menor que 1, de modo que a fórmula será :

$$Q = CA \sqrt{2gh}.$$

Normalmente o coef.  $C = 0,61$ , e  $Q = 0,61 A \sqrt{2gh}$ .

Engenheiros de irrigação do *Soil Conservation Service* (10) sugerem o uso de medidores submersos, do tipo orifício, para mais regularidade na vazão, notadamente em trabalhos experimentais, alimentados por grandes canais abertos onde a corrente é pouco constante.

A descarga sobre um medidor do tipo vertente varia com  $H^{3/2}$ , sendo  $H$  a altura da água no vertedor; assim, pequeno aumento na altura d'água causa um apreciável aumento no volume total. A descarga através o medidor tipo orifício submerso varia com  $H^{1/2}$ .

Se a altura da água, em frente ao orifício, aumenta de 4 para 9 centímetros, a vazão cresce na razão de 1,5 para 1 ou 50 por cento. ( $9^{1/2} \div 4^{1/2}$ ). Este mesmo aumento na altura da água, em um medidor tipo vertedor, cresce a descarga na razão de 3,37 para 1, ou 237 por cento. ( $9^{3/2} \div 4^{3/2}$ ).

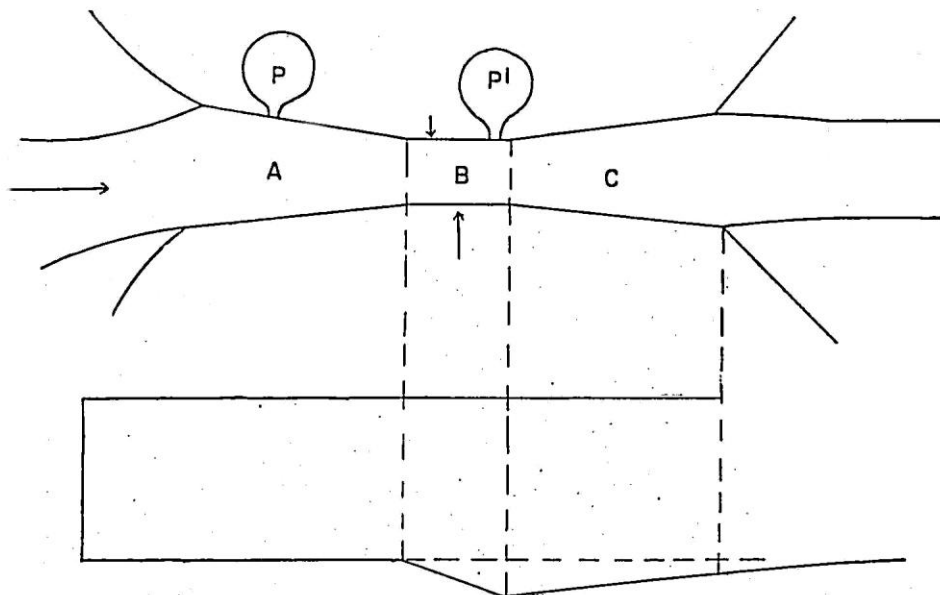
A calha *Venturi*, hoje modificada e mais conhecida como medidor *Parshall* representa um outro tipo de dispositivo de medição da vazão em canais e valetas.

É formado de uma seção convergente, uma garganta central e uma seção divergente.

O piso, a nível na seção convergente (A), inclina-se na garganta (B), de modo descendente passando a ascendente na última seção do medidor (C) cujo nível é inferior 3 polegadas ao nível de entrada.

O medidor é designado pela largura de sua garganta (B), que pode ter desde 7,5 cm para pequenas correntes, até alguns metros, em grandes canais ou córregos.

O "parshall" funciona de modo satisfatório, com menor perda de altura que os vertedores; quando o escoamento é livre, basta uma leitura ( $H_a$ ) no poço (P) situado a 2/3 na seção convergente.



Medidor Parshall, em planta e em corte longitudinal.

Quanto há submergência, há necessidade de uma outra leitura ( $H_b$ ), em um segundo poço ( $P^1$ ) à altura da garganta, e correções para corrente submersa são consideradas.

Enquanto a leitura ( $H_b$ ) da parte mais baixa é menor que 60 por cento da leitura superior ( $H_a$ ) em medidores de 3, de 6 ou de 9 pol., ou é menor que 70 por cento em medidores de 1 a 8 pés, não há condição de submergência.

Exemplos :

$$H_a = 0,45; H_b = 0,40;$$

Relação 0,40 para 0,45 = 0,88, isto é, 88 por cento; há submergência.

$$H_a = 0,45; H_b = 0,25;$$

Relação 0,25 para 0,45 = 0,55, isto é, 55 por cento; não há submergência.

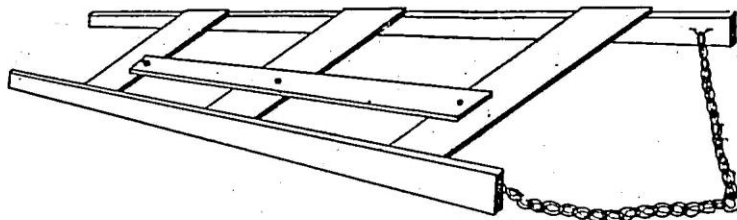
## VIII — MÉTODOS DE IRRIGAÇÃO

Os métodos de aplicação da água de irrigação podem se enquadrar nas seguintes categorias :

- 1 — Irrigação de superfície
- 2 — " subterrânea
- 3 -- " de aspersão

A irrigação de superfície compreende a irrigação por inundação e a irrigação em sulcos.

**Inundação** — Este método, muito usado, consiste em cobrir o terreno com um lençol de água. A inundação pode ser livre, ou natural, e em diques. (**método de border**). Este último, mais aconselhado, consiste em construir pequenas paredes de terra de 15 a 20 cm. de altura que dividem o terreno a irrigar em faixas que podem ter de 10 a 20 metros de largura (ou mesmo mais, dependendo do declive e do bom preparo do solo) e 100 a 400 metros de comprimento. Diques mais curtos distribuem melhor e economizam a água; diques longos tendem a uma super irrigação na parte inicial, mais alta do dique. Em terrenos não muito compactos os diques são feitos com uma aparelhagem simples, puxada por um animal, que consiste em duas táboas, ligadas em posição vertical, com bôca de entrada mais larga.



Grade rústica para fazer diques para irrigação pelo método de inundação.

A irrigação em bacia é um tipo de inundação usado para pomares.

A cada árvore, corresponde uma bacia; em casos especiais uma bacia pode servir a várias árvores. A água é recebida do sulco distribuidor, podendo também passar de uma bacia a outra. Tratando-se da irrigação de laranjeiras e outras plantas cítricas lembramos que é preferível fazer a irrigação em sulco, que comporte bastante água, feito mais ou menos acompanhando a projeção da copa; o método da bacia é pouco aconselhável neste gênero porque a água não deve inundar o colo da planta (ponto onde nascem as raízes) nem tão pouco este pode ser coberto de terra, pois isso põe em perigo o bom estado sanitário da planta.

**Irrigação em sulcos** — Usado em todo o mundo, para culturas em fileiras, como milho ou algodão. Exige terreno bem preparado, com declive suave. Os sulcos se fazem obedecendo o declive; se este é muito forte, deve-se cruzar o declive, perpendicular, ou transversalmente.

Os sulcos não devem ser muito longos; a extensão depende do solo e da declividade, sobretudo.

Quanto maior o sulco, maior a tendência a super irrigar no começo e irrigar pouco no fim do sulco.

Em culturas em fila, o espaçamento entre sulcos é o da cultura, pois os sulcos são feitos entre as fileiras, embora em algumas culturas, como a de batata, se use irrigá-los alternadamente: os ímpares são usados em uma irrigação, os pares na seguinte.

Em fileiras distantes, como pomares, pode-se fazer alguns sulcos espaçados de 1 a 2 metros, entre as fileiras.

A profundidade dos sulcos pode variar de 10 a 30 cm, normalmente têm 20 cm. Sulcos mais fundos, com pouca água, distribuem melhor a água, reduzem a evaporação, evitam o contacto com as folhas, em culturas rasteiras, e secam mais a cobertura do solo, afastando daí as raízes mais para baixo, protegendo-as mais do calor e da secura. Apresentam o inconveniente de danificar raízes.

O comprimento médio dos sulcos deve ser em torno de 100 metros, podendo variar de 50 a 200 m. conforme o terreno seja muito arenoso ou muito compacto.

A declividade dos sulcos, varia com o solo. Se este é compacto, pequenas correntes podem correr sem danos com 5% ou mais, mas em regra não se deve usar mais que 1%, sendo preferível o declive em torno de 0,50%.

Os sulcos são alimentados por um canal de testa distribuidor (*head ditch*) que pode ser de terra, ou uma calha de madeira, ou mesmo um tubo fechado, (*gated pipe*) com pequenas janelas, uma para cada sulco.

A parede do canal distribuidor de terra é cortada (nos Estados Unidos em tôdas as operações de irrigação usam apenas uma pequena pá de cabo longo, torneado) e a água de cada corte do canal é conduzida para 3 a 4 sulcos.

O melhor sistema, porém, para alimentar os sulcos é por meio de pequenos sifões, de alumínio ou plástico, com cerca de 1 metro de comprimento e 3/4 ou 1 polegada de diâmetro. São postos a funcionar, em grande número, cinqüenta por exemplo, um em cada sulco. Distribuindo a água lentamente em muitos sulcos; ao mesmo tempo, o fazendeiro do oeste dos Estados Unidos, sozinho, não apenas irriga, mas cultiva, toda sua propriedade de 32 hectares.

Para que a irrigação do campo seja uniforme, a água no sulco deve atingir o fim do sulco dentro de 1/4 do tempo que deverá correr para abastecer o solo.

Por ex., se calculamos que a água deve correr 40 minutos no sulco, ela deve chegar ao fim do sulco em 10 minutos; então a corrente é dimi-

nuida, de modo a se perder o mínimo de água, no fim do terreno. No caso dos sifõeszinhos são usados dois sifões de início para um sulco, deixando-se apenas um quando a água atinge o final do sulco.

A **corrugação** — é uma variação da irrigação em sulcos. Trata-se de um sistema de sulcos, superficiais e bem próximos, mais usado para pastagens e para solos compactos e de declive suave onde a água infiltra com lentidão, ou onde a inundação produziria crôsta e endurecimento.

A irrigação **subterrânea**, ou sub-irrigação, fornece a água à planta abaixo da superfície do solo, por capilaridade, portanto.

Em terrenos umedecidos por infiltrações de canais de terra, ou mesmo em casos em que o lençol d'água sobe e atende as necessidades das raízes, está havendo uma forma de sub-irrigação natural, desaconselhada para o Nordeste, em vista da acumulação de sais que pode deixar na superfície, com a evaporação.

A sub-irrigação artificial tem sido feita através sistema das manilhas de 4", não rejuntadas, enterradas de 30 a 60 centímetros, espaçadas as linhas de 2 a 10 metros conforme o solo, e alimentadas com bomba. É cnerosa a instalação.

Há um processo de irrigação parecido com este, que consiste em injetar água com alguma pressão (15 a 20 lbs por pol. quadrada) em uma tubulação onde são ligadas mangueiras de lona, porosas, de 100 a 200 m, extendidas sôbre o solo. Também é cara e pouco usada esta **oozo-irrigação**, como é denominada.

A terceira categoria de irrigação é a **aspersão**, também chamada chuva artificial (*sprinkler*).

A aspersão presta-se para quase tôdas as culturas e tipos de solos; em muitos casos, de solos muito íngremes, ou muito rasos, ou de alta taxa de absorção, é o mais indicado e até o único aceitável.

A aspersão oferece o melhor aproveitamento e a melhor distribuição da água, além de dispensar a sistematização do solo.

Há muitos tipos e dimensões de arpersores, e ninguém deve adquirir um conjunto sem um completo estudo das condições locais, e das finalidades da instalação, para evitar fracassos.

Os sistemas de aspersão em geral funcionam sob alta pressão, 60 a 100 libras, por pol<sup>2</sup>, mas, também são usados sistemas de baixa pressão (15 libras) com tubos perfurados que umedecem faixas de 15 metros de cada vez, e de média pressão, 20 a 50 lbs., que molham 20 a 30 m de diâmetro, trabalhando com 2 pulverizadores, que molham círculos diferentes, um interno e outro externo.

Entre nós, a assistência à aparelhagem, e principalmente o seu elevado custo inicial, está inibindo a difusão deste excelente processo de irrigação. As moto-bombas, a gasolina ou óleo, são de simples manutenção, no entanto existem milhares encostadas no Nordeste, que se estragam prematuramente e aguardam peças jamais encontradas no comércio.

O *boom* que vem se verificando na zona de Cabrobó, Pernambuco, relacionado com a cultura da cebola com irrigação, deu margem a um uso generalizado de moto-bombas de 4 a 5 polegadas, a ponto de haver cerca de 3.000 unidades em uso só na ilha de Assunção. Em 1960, cerca de 10 toneladas de sementes de cebola foram semeadas na área. Muitos motores são financiados pela Comissão do Vale do São Francisco, mas a água sai bastante cara; e a moto-bomba elétrica, que reduziria em mais de 50% o custo da água, não se generalizou por falta de rede de distribuição da energia. É lamentável que os conjuntos aspersores estejam tão caros, desencorajando os agricultores, pois seriam ideais para esta cultura que vem dando renda bruta de 100 a 400 mil cruzeiros por hectare.

#### IX — SALINIZAÇÃO E DRENAGEM. CONSERVAÇÃO DO SOLO

Os solos do NE, como os das regiões áridas em geral, são ricos em sais que se acumulam durante séculos, em virtude da própria aridez do clima.

Segundo HILGARD, os solos de zonas áridas encerram em média 30 por mil de resíduo solúvel, enquanto os de regiões úmidas, cerca de 16 por mil.

O problema do sal é importantíssimo na exploração irrigada no NE, e pode ser agravado em vista da má qualidade da água, ou da sua má aplicação, excesso de água no solo, falta de escoamento, etc.

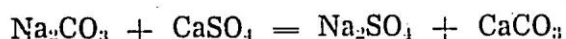
O sal mais nocivo do solo é o Cloreto de Sódio (NaCl), ou sal de cozinha, comum.

Um por mil deste sal já é suficiente para prejudicar a vegetação normal.

Os sulfatos de sódio ou magnésio são mais suportáveis pelas plantas. Cloretos e Sulfatos têm reação neutra; são trazidos para a superfície na água que vem subindo por capilaridade e evapora, deixando a crosta branca. O carbonato de sódio ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) de reação alcalina, dissolve a matéria orgânica, adquirindo então a cor escura (álcali negro); corrói as raízes, pelo que é altamente nocivo. HILGARD atribui a origem deste sal à decomposição dos cloretos e sulfatos de sódio em presença dos carbonatos de cálcio e magnésio do solo.



O maior prejuízo causado pelo carbonato e sulfato de sódio entre nós é a sua atuação nas propriedades físicas do solo, pois êste vai se endurecendo, tornando-se impermeável à água, (tipo "salão") a ponto de nem mesmo o capim nativo poder medrar, em vista da completa dispersão da argila, que "cimentou" o solo. Já os sais de cálcio, por outro lado ( $\text{CaCO}_3$ ), carbonato de cálcio, atuam de modo inverso, floculando a argila. Daí porque tem-se usado o gêsso ( $\text{CaSO}_4$ ) para corrigir os solos salinos ou alcalinos. O gêsso entrando em reação com o carbonato de sódio, produz o carbonato de cálcio (neutro) e o sulfato de sódio, que é menos prejudicial e pode ser eliminado lavando-se e drenando o solo, pois é solúvel.



Trabalhos realizados no Instituto José Augusto Trindade (\*) mostram que há necessidade de doses de **10 toneladas por ha** ou até mais, de gêsso moído, para corrigir a maioria dos nossos solos afetados pelo sal.

A quantidade de sais pode ser expressa em tanto por mil (‰) ou em quilos por hectare; existe certa correspondência, de 15 ton. de sal por ha para cada 1‰, contidas na camada da profundidade das raízes (1,20 m).

Os sais são geralmente mais abundantes nos horizontes inferiores do solo, em plena zona de alcance das raízes, como se vê neste exemplo que transcrevemos. (2)

- 1.<sup>a</sup> camada de 0,30, teor de sal equivalente a 898 kg. p/ha
- 2.<sup>a</sup> camada de 0,30, teor de sal equivalente a 4951 kg. p/ha
- 3.<sup>a</sup> camada de 0,30, teor de sal equivalente a 20372 kg. p/ha
- 4.<sup>a</sup> camada de 0,30, teor de sal equivalente a 5289 kg. p/ha

As plantas que preferem os terrenos salgados, chamadas **halófilas**, em geral não têm valor econômico. Algumas plantas toleram o sal, como o algodão, a tamareira, a beterraba, a videira, a cana de açúcar.

Outras vegetam muito mal em terrenos salgados, como a bananeira maçã, os feijões, o milho, o tomateiro, as plantas cítricas.

Como medidas preventivas ou capazes de reduzir o teor de sais do solo, podemos citar :

- 1 — Abaixar o lençól d'água subterrâneo do solo, pois êste lençól elevado facilita o movimento ascendente, por capilaridade da água para a superfície, onde evapora deixando os sais.

---

(\*) N.R. — Instituto de Pesquisas Agrônômicas do DNOCS.

- 2 — Reduzir a evaporação, o que se consegue não só baixando o lençól d'água subterrâneo, mas com outras práticas, como evitar irrigar por inundação, conservar o solo coberto de cultura, e não irrigar com muita freqüência de modo que o solo não permaneça sempre úmido. Um fazendeiro evitou a evaporação cobrindo o terreno com areia do rio para controlar o sal.
- 3 — Tratamento com outros sais.
- 4 — Lavagem dos sais superficiais.
- 5 — Drenagem rápida das águas de chuva ou da água de irrigação excedente.

**Drenagem** — é a operação que visa eliminar as águas excedentes dos solos.

Faz-se esta eliminação por meio de drenos abertos (valas de drenagem) ou drenos fechados, enterrados, quase sempre de manilhas de barro ou pedras.

Os drenos de um terreno devem ser suficientemente profundos para manter o lençól subterrâneo, nas zonas de irrigação, abaixo da zona das raízes das plantas. É importantíssima esta condição, pois os drenos muito superficiais perdem eficiência.

Além dos drenos nos terrenos cultivados, há os coletores, que recebem as águas daqueles e as levam para um rio, córrego ou coletor principal da drenagem.

Os drenos subterrâneos mais indicados são os de tubos de barro bem queimados, de 4 pol. de diâmetro e meio metro de comprimento; são asentados em cama de seixos ou pedra britada no fundo de uma vala, e recobertos de seixos, antes de se aterrar a vala, que deve ter conforme o caso, de 0,70 a 1,40 m de profundidade, e declive de 1 por cento, ou mais para evitar obstrução. As manilhas são apenas encostadas, testa a testa, não rejuntadas.

A distância entre drenos abertos para escoamento da água de chuva pode ser de 100 a 400 metros, conforme a natureza e declividade do terreno; os drenos fechados podem ser necessários até a cada 10 metros, em média 30 metros é a separação suficiente. Os drenos são construídos a partir da parte mais baixa para a mais alta, isto é, contra o sentido do escoamento; os drenos abertos devem ser rampados a 1:1,5 ou 1:2 para evitar desmoronamento das paredes.

A drenagem é operação cara, tanto a construção quanto a manutenção; a vegetação nos drenos abertos é intensa, e eles precisam ser mantidos limpos, para que desempenhem com eficiência seu papel. No entanto

é a melhor arma que o irrigante dispõe para defender sua terra contra o prejuízo da salinização, e por isso não deve medir esforços em construir e conservar seus drenos.

A construção dos grandes drenos abertos e sua conservação deve ser feita com escavadoras. O DNOCS tem usado também valetadora (*trench liner*) que abre a vala para serem colocadas as manilhas de barro para a drenagem subterrânea. A conservação da drenagem custa por ano cerca de 10% do seu custo inicial.

A drenagem de superfície custa, no *Imperial Valley*, cerca de 5 000 dólares por milha (625 000 cruzeiros/1 quilômetro) e a drenagem fechada custa 50 dólares por acre, ou seja, 25.000 cruzeiros por hectare.

Entre nós o custo da construção de drenos não é tão elevado, principalmente tratando-se de drenos abertos.

Evitando o empoçamento de água nos campos, controlando a evaporação, mantendo o solo coberto de cultura, usando os fertilizantes e as culturas indicadas para cada caso, o irrigante poderá manter a fertilidade de suas boas terras, mesmo sem a drenagem subterrânea, desde que ofereçam elas boas condições naturais de permeabilidade.

No entanto, se já há formação de manchas salgadas (brancas ou negras) ou se o terreno se mantém dias e dias encharcado, devido a infiltrações que vêm de canais, poços ou mesmo de água de chuva, é necessária a drenagem subterrânea.

Se o terreno já é por demais compacto, impermeável, e não apresenta uma camada de material arenoso que permita a boa condutividade hidráulica, a drenagem subterrânea não mais se justifica, pois a água não correrá para as tubulações de manilhas, e neste caso a sua recuperação é anti-econômica pois só seria possível com doses maciças de gesso ou enxofre. É o caso dos terrenos conhecidos como "salão", equivalentes ao "hardpan" dos solos da América do Norte, que são abandonados.

**Conservação do solo** — Nenhum agricultor pode esquecer que é responsável pela boa conservação das terras, e não tem o direito de legar a seus filhos ou descendentes terras estéreis, escalvadas, ou cimentadas, incapazes de produzir.

O solo precisa ser conservado com carinho, defendido com avareza. Convém lembrar que a Natureza precisa de 100 anos para nos entregar 1 ou 2 centímetros de solo para agricultura, desintegrado da rocha mãe, e que portanto uma única chuva forte pode levar o que a Natureza gastou 500 anos para construir.

Estudos bem feitos mostram, por exemplo, que um tipo de solo de barro do *Texas* (15) com declive de 16,5%, estando sempre coberto de pastagem, levaria 200 mil anos para que a camada superior de 7 polegadas do solo fôsse carregada pelas águas. No entanto, o mesmo solo, com declive de 8,75% (ainda inclinado excessivamente para a agricultura comum), seria destruído em apenas 43 anos se cultivado com algodão.

Como medidas mais importantes de proteção do solo contra a erosão podemos citar :

- a Usar máquinas com cautela, nos solos de maior declive, evitando quanto possível o forte revolvimento (arado).
- b Manter o solo coberto, com culturas ou, após estas, com capins ou leguminosas : mucuna, feijões, kudzu.
- c Não deixar o gado "rapar" o pasto até o fim. Isto é importantíssimo.
- d Ajudar as pastagens, jogando sementes e adubando.
- e Plantar filas de árvore como parede contra o vento.
- f Em declives maiores de 5% cultivar em terraços e cultivar ou irrigar cruzando o declive natural, e não de ladeira abaixo.
- g Plantar capins e árvores nos terrenos já muito estragados e sulcados pela erosão.

#### TÉRMINOS E MEDIDAS MAIS USADOS EM ÁREAS DE IRRIGAÇÃO

A uniformidade da terminologia e das medidas nas regiões de irrigação é importante, bem como o emprêgo exato dos termos.

Deve-se evitar o uso errôneo de palavras, como "vazante" para designar um terreno irrigado, ou "fio de rêsca" para medir a água na comporta.

Na relação que se segue tomamos a liberdade de classificar alguns termos que são usados entre nós sem qualquer critério. Por exemplo, a saída de água de um canal é chamada indistintamente "tomada", "comporta", "saída", "medidor", "janela" ou "bico". Até que a matéria seja oficialmente regulamentada, propomos os nomes de "tomada d'água" para as saídas principais dos reservatórios, nem que seja um sifão; em geral a tomada consiste em grandes comportas, nas "tôrres de tomada". Denominaremos "comporta" os dispositivos de ferro ou madeira colocados nos canais principais ou nas caixas de distribuição, que soltam água em geral para os distribuidores. E chamaremos "saída" às passagens, com ou sem comportas ou os simples tubos, que soltam a água dos distribuidores para o terreno a irrigar.

Do mesmo modo, os canais vêm sendo chamados indistintamente: “canais”, “secundários”, “partidores”, “distribuidores”, “valetas”, “rêgos”.

Os americanos adotam três designações para os canais de um sistema: “canal” para os grandes canais que levam a água até o fim da região irrigada; “lateral” para qualquer condutor que parte do “canal” e em geral atende a um só consumidor; e “*ditch*” para o canal que saindo do lateral ou das caixas, solta a água no terreno de cultura. Propomos o uso dos seguintes termos, aliás mais ou menos já adotados: **Canal principal**, ou simplesmente “**PRINCIPAL**” para os canais básicos que cortam a bacia de irrigação; **canal secundário**, ou apenas “**SECUNDARIO**” para os laterais que nascem do principal; e **canal distribuidor**, ou “**DISTRIBUIDOR**” para os que partem dos laterais e soltam a água nos campos.

Os sulcos de irrigação recebem água dos “distribuidores” diretamente ou por sifões, ou ainda por pequenos tubos; e podem também receber água de um pequeno canal de equilíbrio (*equalizing ditch*) feito algumas vezes na testa do campo, que denominaremos “**canal regulador**” ou apenas “**REGULADOR**”; êste jamais é revestido enquanto que os canais, os secundários e os distribuidores, podem ser ou não revestidos.

#### GLOSSÁRIO

Acre	— Medida de superfície, equivalente a 4.047 m <sup>2</sup> .
Acre-pé	— Medida de volume de água. Altura de 1 pé sobre 1 acre, correspondente a 1.233 m <sup>3</sup> .
Altura d'água	— Altura da camada de água que cobre o solo em uma irrigação, ou que passa sobre uma lâmina de medidor. Representada por <i>h</i> .
Arar	— Revolver a terra com o arado.
Área	— Superfície do terreno. Expressa em m <sup>2</sup> ou ha.
Arrendatário	— Pessoa que arrenda terra ao proprietário.
Aspersão	— Sistema de irrigação. Chuva artificial.
Border	— Método de irrigação. Pequenos diques para irrigar com inundação.
Caixa	— Estrutura entre os canais se bifurcam ou onde são colocados medidores.
Canal	— Conduto aberto para água. Canal principal.

Canal revestido	— Canal com paredes protegidas de concreto, pedra, asfalto, ou tijolo.
Calha	— Canalête de táboas ou zinco, usado para passar a água sôbre valas ou córregos.
Calha <i>Marshall</i>	— Ver medidor.
Calha <i>Venturi</i>	— Ver medidor.
Capacidade de campo	— Maior quantidade de água que um solo pode reter, após escoada a água de gravidade.
Capilaridade	— Propriedade da água em mover-se nos tubos capilares do solo.
Comporta	— Dispositivo de madeira ou metal que controla a passagem da água do canal.
Condutividade hidráulica	— Movimento da água nas camadas do solo.
Corrugação	— Variante da irrigação em sulcos; sulcos rasos e próximos.
Débito	— Vazão; água medida na unidade de tempo.
Declividade	— inclinação; mede-se percentualmente.
Distribuidor	— Canal, quase sempre não revestido, que recebe água de outro canal e penetra no campo a ser irrigado.
Drenagem	— Operação de escoar o terreno por meio de drenos; rêde de drenagem.
Dreno	— Vala aberta ou tubulação enterrada com o fim de retirar o excesso de água da superfície ou das camadas dos solos.
Erosão	— Estrago do solo produzido pela água ou também pelo vento (erosão eólica).
Ervicida	— Produto químico que combate as ervas.
Evaporação	— Passagem da água do estado líquido ao gasoso.
Evapo-transpiração	— veja uso consumtivo.
h	— Letra que designa a altura da água no terreno, no medidor, etc.
Hectare (ha)	— Medida de superfície, equivale a um terreno com 100 por 100 metros, igual a 10.000 m. quadrados.
Horizonte	— Cada uma das diferentes camadas no perfil do solo.
Infiltração	— Penetração da água no solo.

Inseticida	— Produto que mata os insetos.
Inundação	— Método de irrigação onde a água cobre todo o terreno.
Irrigação	— Fornecimento artificial de água às plantas.
Irrigação suplementar	— Irrigação feita em época ou em zona mais ou menos chuvosa com o fim de suplementar a água das chuvas.
Irrigação conservacionista	— Irrigação sem danificar o solo ou sua fertilidade e sem desperdício de água.
Lateral	— Nome com que nos Estados Unidos são designados os canais secundários. Também no México.
Lençól freático	— Lençól d'água preso entre as camadas do solo.
Litros por segundo (l/seg)	— medida de vazão.
Lixiviação	— Lavagem do solo pela água de percolação.
Manilha	— Tubo de barro ou concreto.
Maracha	— Pequeno dique ou "border" de terra para prender água na irrigação.
Medidor	— Dispositivo para medição de água.
Medidor <i>Cipoletti</i>	— Medidor com formato trapezoidal.
Medidor <i>Thompson</i>	— Medidor com formato em ângulo, em geral reto.
Medidor <i>Parshall</i>	— Calha medidora, tipo <i>Venturi</i> , modificado.
Medidor <i>Venturi</i>	— Calha medidora com garganta e ressalto.
Meeiro	— Trabalhador qua planta e dá 50% do produto ao dono da terra.
Morador	— Trabalhador que reside com um proprietário, a quem presta serviço ou paga a "meação".
m <sup>3</sup> /ha	— Metro cúbico por hectare, medida de volume.
m <sup>3</sup> /s.	— Metro cúbico por segundo, medida de vazão.
<i>Mulch</i>	— Camada de fôlhas, palhas, etc., que protege o solo.



pH	— Símbolo para designar a concentração de ions de hidrogênio. pH menor que 7 — ácido; 7 — neutro; maior que 7, até 14 — alcalino.
Permeabilidade	— Propriedade do solo em se deixar atravessar pela água.
Percolação	— Penetração da água, atravessando um solo.
Precipitação	— Chuva natural ou de “aspersão”.
Pulverização	— Aplicação de inseticida ou outro produto com pulverizadores.
Regulador	— Pequeno canal de terra que evita oscilação da água na distribuição aos sulcos.
Rendeiro	— Pessoa que trabalha na terra alheia, pagando “renda”. (Este é o sentido geralmente dado ao termo no NE).
Run-off	— Água de chuva que não se infiltra e escorre para fora do terreno.
Saída d'água	— Abertura, de qualquer tipo, com ou sem comporta, que escôa a água do canal para o terreno de cultura.
Salinização	— Operação pela qual o solo se saliniza.
Secundário	— Canal que nasce de um principal.
Sifão	— Tubo curvo, com dois ramos desiguais.
Solo salino	— Solo com menos de 15% de sódio trocável, mas com teôr elevado de sais solúveis, a ponto de prejudicar a maior parte das plantas cultivadas. Condutividade elétrica maior que 4 millimhos. pH normalmente menor que 8,5.
Solo alcalino-salino (sódico-salino)	— Solo com teôr de sódio trocável suficiente para prejudicar a maior parte das plantas cultivadas (mais de 15%) contendo teôr elevado de sais solúveis. Condutividade maior que 4 millimhos e pH em geral menor que 8,5.

Solo alcalino (sódico)	— Solo com teor de sódio trocável suficiente para prejudicar a maior parte das plantas cultivadas, (mais de 15%). Teor de sais solúveis pouco elevado. Condutividade elétrica menor que 4 millinhos. pH maior que 8,5.
Sub-solo	— Camada do solo abaixo de capa arável. Rocha onde se assenta a primeira camada.
Sulco	— Pequeno rêgo para irrigação.
Sub-irrigação	— Aplicação da água abaixo da superfície do solo.
<i>Sprinkler</i>	— Aspersão; sistema de irrigação em chuva artificial.
Terraplenagem	— Regularização do solo para irrigação.
Tomada d'água	— Dispositivo para retirar água de reservatórios.
Uso consumtivo	— (evapo-transpiração) Soma de toda a água consumida pela planta em determinado período, e evaporada do solo que a sustém.
Vazão	— Escoamento de certo volume de água em um determinado tempo. (Litros por segundo).
Vazante	— Leito do rio. Margem de açude que as águas descobrem quando o nível baixa. ("Culturas de vazantes").
Valetas	— Canais abertos na terra, provisórios ou não, menos perfeitos que os canais.

## BIBLIOGRAFIA

(Citações do texto trazem os números correspondentes desta relação)

- (1) — O Programa da Unesco para as Terras Áridas  
Boletim DNOCS n.º 5, Vol. 20, 1960.
- (2) -- Prof. Marcello Conti. "El agua en la agricultura. Tratado de hidrología agrícola". 2ª edição, Imprensa Lopez, Buenos Ayres, 1948.
- (3) — H.B.Roe. "Moisture requirements in Agriculture".  
Mc. Graw-Hill Book Cy Inc., 1st. edition, 1950.

- (4) — Luiz Bezerra de Oliveira. "Determinação da umidade de murchamento, de alguns tipos de solos do Nordeste". IANE, Boletim técnico n.º 3, Recife, Dez. 1959.
- (5) — O.W. Israelsen. "Irrigation Principles and Practices". J.W. & Sons Inc. N.York, 2.ª edição, 1945.
- (6) -- Irrigation on Western Farms. Agriculture Information Bulletin n.º 199, U.S.Dept. Agriculture, U.S.Dept. of the Interior.
- (7) — Agriculture Handbook n.º 107, Soil Conservation Service, U.S.Department of Agriculture, 1957.
- (8) -- El agua en relacion con el crecimiento de las plantas. Memorandum técnico n.º 117, Secretaria de Recursos Hidráulicos, Mexico, 1956.
- (9) -- H.F. Birch. "Soil drying and soil fertility". East Africa Agriculture and Forest Research Organization, Kikuyo Kenya.
- (10) -- Wayne D. Criddle et al. Agriculture Handbook n.º 82. Soil Conservation Service, U.S.Dept. of Agriculture.
- (11) -- Municípios e Áreas do Polígono das Sêcas. Boletim DNOCS n.º 2, vol. 18, Nov. 1958.
- (12) — Felipe Guerra, Teófilo Guerra. "Sêcas Contra a Sêca". Rio de Janeiro, 1909.
- (13) — J.G. Duque. "Solo e Água no Polígono das Sêcas". 3.ª edição, Fortaleza, Ceará, 1953.
- (14) — Manual de Hidrotécnica. Armço Comercial e Industrial, Rio de Janeiro, 1943.
- (15) — H.H. Bennett. "Elements of Soil Conservation". Mc Graw-Hill Book Company, Inc., second edition. 1955.

\* \* \*

Avelino Costalonga. Apostilas, CETI, S.Paulo. 1959, mimeografado.

Blaney e Criddle, WD. "A method of estimating water requirements in irrigated areas from climatological data". U.S.Dept. of Agriculture, Soil Cons. Service, 1945. Mimeografado.

"Irrigation advisers' guide". U.S.Dept. of the Interior, Bureau of Reclamation, Wash, D.C., 1951.

L.D. Baver — "Soil Physics". J.W. & Sons Inc., N.Y., 1959, 3.ª edition.

Thorne and Peterson. "Irrigated Soils". The Blakiston C.Inc., N.Y., 1954, 2.ª edition.

Luiz Bezerra de Oliveira. "Estudo do sistema solo-água-planta em solos do Nordeste". Boletim 14 IAN, Recife, 1960.

## AS FORMAS DE ASSISTÊNCIA AOS IRRIGANTES

## AS FORMAS DE ASSISTÊNCIA AOS IRRIGANTES

J. G. Duque(\*)

### O AMBIENTE QUE MODELOU O AGRICULTOR NORDESTINO

A colonização antiga, que se processou em larga área, com povoamento disperso, no meio semi-árido, com grandes dificuldades, foi motivada pela busca das riquezas naturais, da criação de gado e espírito de aventura dos portugueses. Dos currais de gado, primitivos, surgiram as fazendas onde as vacas traziam da caatinga o bezerro, o leite, a carne e o couro. Algumas lavouras incipientes completavam o quadro da subsistência da população nascente.

Através do Império e da República, a densidade demográfica aumentou, dividiram-se as sesmarias, criaram-se as vilas e as cidades. Originou-se uma sociedade agrária que se manteve com os produtos extrativos, a pecuária e os roçados, que mudavam de lugar na procura das terras virgens. Adveio uma tradição de lavoura pouco cuidada, extensiva, com o mínimo de trabalho. No tempo vago, os homens montavam os cavalos e corriam a pegar o boi, no campo agressivo. A vida era árdua, porém cheia de aventuras. Os hábitos das comunidades humanas cristalizaram-se nesse sistema de vida. O tempo e o dinheiro não contavam muito; o importante era a satisfação das necessidades mais imediatas e a recreação das vaquejadas, das festas, dos casamentos e dos festejos religiosos. A comunidade rural vivia cada 24 horas da sua existência circundada pela linha do horizonte com as terras, as lavouras, o gado, as árvores, os parentes e os vizinhos, misturando o labor com as alegrias dos familiares, os pequenos fatos, a amizade dos outros e a independência de ação. Não havia separação nítida entre a labuta, os compromissos, os deveres, o lazer e a diversão. Era um modo de vida e uma concepção do mundo ao redor.

---

(\*) Eng.º Agrônomo do DNOCS, colaborando na Diretoria de Fomento e Produção.

Com o tempo, o Nordeste foi se tornando mais cheio de gente e de cangaço, mais devastado pela foice, pelo fogo e pelo gado, corroído de erosão e a sêca, de vez em quando, vinha alterar mais a situação movimentando o povo de um lugar para outro e intensificando as carências de alimento e de abrigo. Transformava-se o panorama físico e social.

### AS EXIGÊNCIAS DA IRRIGAÇÃO

A preocupação em reduzir os efeitos da sêca sôbre o ambiente e a solicitude dos Governos em atender os reclamos de quem tinha voz ativa, resultaram na construção de rodovias, de ferrovias, de telégrafos, de poços, de açudes, e foi iniciada a irrigação como possível recurso para produzir alimentos permanentemente. Mas, não havia a prática tradicional da irrigação entre os agricultores. As tentativas da lavoura regada nos vales do rio Grande e do Brumado, na Bahia, para fornecer alimentos aos escravos na mineração do ouro, não lograram difusão na Interlândia. Tão pouco o conseguiu a cana molhada com as águas das fontes na ladeira do Araripe, no Ceará.

Quando foi introduzida a cultura irrigada com a água dos reservatórios, o sertanejo se viu confinado ao pequeno lote, com as tarefas intensivas, monótonas, dentro d'água e, às vêzes, com serviço noturno.

Para êle que viveu na despreocupação da minúcia nas atividades e que sempre esperou mais da Natureza do que das suas iniciativas, foi um choque sentir-se limitado e submetido ao método e ao horário.

A ampliação das áreas irrigadas nos açudes públicos depende da modificação dos hábitos dos lavradores, da assistência diversificada em todos os seus aspectos e de uma série de medidas que o espaço do artigo não nos permite analisar.

A transição para a fase da cultura intensiva, minuciosa, ordenada, dependente dos outros e baseada no lucro, exige um tratamento especial do irrigante pelo Técnico a fim de obter a desejada soma de cooperação. Embora seja inteligente e versátil, o nordestino resiste na adoção de outros costumes quando, no seu modo de pensar, não enxerga vantagem pessoal.

Com os canais extensos, o turno da distribuição do liquido entra pela noite e a espôsa deve preparar a ceia para o marido; os meninos são chamados para as tarefas mais leves; os inseticidas têm de ser aplicados logo que surgem as primeiras pragas; a adubação é imprescindível; o dreño precisa estar limpo e assim por diante. A irrigação é técnica aplicada, disciplina de operações e coordenação de esforços; ela requer o auxílio mútuo, a conservação dos recursos naturais, o financiamento na época exata,

a comercialização conjunta das safras e as compras das mercadorias necessárias à comunidade.

A coletividade da irrigação tem de evoluir sob o compasso do desenvolvimento econômico, isto é, adquirindo mais conhecimentos, aperfeiçoando as suas qualidades, amealhando as poupanças para os reinvestimentos sucessivos e arrancando de si mesma as forças para vencer os obstáculos ao seu melhoramento de vida.

A assistência ao irrigante é muito mais do que o ensino de novas práticas agrícolas; é a formação de um espírito de alerta na seqüência das operações no campo; significa estimular uma cooperação mais estreita entre os membros da sociedade rural; é, também, uma preparação da família para colaborar mais eficientemente com o marido; deve incentivar o entendimento dos interessados com a administração do empreendimento; dá oportunidade ao assistente para captar a confiança e a amizade dos assistidos; serve para testar, por meio do crédito bancário, o valor do dinheiro como influenciador da adoção de práticas racionais; e, ainda, a ação do assistente é decisiva para unir os homens em sociedades ou cooperativas para o êxito nas trocas comerciais.

A transformação do *matuto* em irrigante implica na reinterpretação da vida e do mundo, na compreensão do novo sistema de trabalho e na auto-disciplina do homem. Os interventores que levam aos interessados o ensino, a prestação de serviços, os auxílios diversos e os empréstimos em dinheiro, sejam eles agrônomos, assistentes sociais, médicos ou bancários, devem possuir sólidos conhecimentos profissionais, tirocínio, tolerância, habilidade nas relações humanas, inclinação missionária e muita força de vontade. O extensionista é o Técnico de boas qualidades morais, inteligente, hábil, humilde para aprender com os outros as verdades que não estão nos livros e que se presta a conduzir os assuntos difíceis aos especialistas e voltar com as soluções. Ele lembra-se a todo instante que o assistido é criatura de Deus, parte da família, cidadão e agricultor e que a sua personalidade não pode ser dividida. Os indivíduos com os quais tem de tratar são aqueles que ali estão, com as suas qualidades e defeitos e que lhe cumpre realizar a nobre missão aperfeiçoadora da maneira mais completa possível.

O Chefe de Pôsto ou o encarregado da irrigação é um elemento reagente-técnico e catalítico-social do mais alto valor; está consciente de que não pode exercer as suas funções isoladamente. Tem prestígio para convocar diferentes profissionais para a colaboração com êle; promove reuniões, apresenta problemas e colhe as conclusões; instiga o agricultor a manifestar a sua opinião; interessa-se pela saúde de todos, pelo sacerdócio do médico e pelas questões da melhoria do lar a cargo da assistente social;



preocupa-se com a escola e o aproveitamento da instrução pelos alunos. Não podendo ser um enciclopédico e onipresente, o Chefe de Pôsto Agrícola tem de sintetizar em si a figura do líder, do administrador e do Técnico com capacidade e sensibilidade para adivinhar os atributos alheios, escolher os colaboradores e saber neutralizar as deficiências de uns com os predicados de outros na composição das equipes de serviço.

### A EQUIPE DA ASSISTÊNCIA

Além do Chefe do Pôsto, a equipe assistencial é integrada pelo extensionista, o médico, a assistente social, a professora e o bancário. Se as qualidades de cada um são valiosas, mais apreciável ainda é o grau de afinidade, de idealismo e de harmonia entre eles. Não é fácil compor a turma e, quando ela fracassa, o exemplo é desastroso para os assistidos.

A seleção dos componentes da equipe é feita por autoridade experimentada no assunto e cônica da responsabilidade que assume; ela se louva no saber dos candidatos pelo exame dos seus títulos, nas informações da vida progressa e tem poder para providenciar os cursos de especialização pós-graduados; mas, há fatores subjetivos e delicados nas escolhas: são as qualidades de honestidade, vontade de servir, paciência, dedicação e temperamento missionário. A residência deles na bacia de irrigação é um imperativo importante.

Nas reuniões semanais da equipe são discutidos e distribuídos os afazeres e as providências administrativas. Mensalmente os líderes dos irrigantes têm reunião com o grupo, o Chefe do Pôsto e o gerente da Cooperativa, para esclarecer e combinar as questões da lavoura, da conservação das obras, assuntos pessoais, financiamento, venda da produção, artes domésticas, clínica médica e o funcionamento da escola. Também, na ocasião são programadas as exposições de filmes, as palestras, a divulgação de folhetos instrutivos, os esportes e as festas cívicas e religiosas.

Se existir vila ou cidade, na bacia de irrigação, em sessões conjuntas, especiais, deverão ser convidados o Juiz, o Prefeito e o Vigário. A presença periódica das três Autoridades tem por fim prestigiá-las, conquistá-lhes o apoio e dar um sentido cívico, social e econômico ao empreendimento da irrigação no melhoramento geral.

É de apreciável valor o estudo atento das idéias, sugestões e opiniões dos irrigantes; muitas vezes, as respostas não podem ser imediatas, porém soluções posteriores serão comunicadas como prova de consideração aos proponentes e interessados.

## OS TRABALHOS DOS ESPECIALISTAS

Não é recomendável que o Técnico da extensão desempenhe o papel de fiscal da irrigação, pois compete-lhe angariar simpatia, camaradagem e confiança daqueles a quem ensina e demonstra novos métodos. Ele precisa abrir o raciocínio do homem através do sentimento e, por isso, não pode causar contrariedades com as medidas administrativas.

É comum o agricultor presenciar uma demonstração ou ouvir uma explicação; êle filtra as palavras e as impressões, seleciona-as no seu pensamento e aceita-as em parte; êle somente adota ou emprega as práticas que a sua comunidade aprova e que não entram em conflito com o seu prestígio pessoal, com a sua renda e com os compromissos já assumidos. Dêsse modo é indispensável o extensionista conhecer o que o homem mais deseja, as suas tendências e manias para conseguir um estado de receptividade para as idéias a transmitir.

Outro caso na extensão é quando o irrigante decide usar o inseticida, o adubo, etc, e não encontra, no raio de muitos quilômetros, os materiais para comprar. Esses fatos devem ser encarados antes e a administração ou a cooperativa ou os comerciantes locais os terão resolvidos.

As sementes e as máquinas adequadas estarão presentes para vendas, empréstimos ou aluguéis.

O transporte sempre disponível é outro ponto crítico para a eficiência do serviço. A visita do extensionista a outras atividades congêneres atualiza a aprendizagem para a solução de muitos problemas.

Um serviço de experimentação cobrirá a retaguarda da extensão para ajudar nas dificuldades da adubação, do combate às pragas e doenças, na seleção de variedades melhores de plantas e de outros fenômenos biológicos de cada dia. Sentindo a boa vontade e o amparo eficiente, o irrigante se anima nas atividades da produção.

O médico se obriga a cuidar da higiene, da vacinação, dos acidentados, dos partos, das verminoses e de encaminhar ao hospital os casos que não puder resolver. O enfermeiro é o seu auxiliar mais imediato. Os chamados para fora da bacia de irrigação serão atendidos. A *Schistosomose* está se alastrando rapidamente nas bacias de irrigação, conforme os inquéritos médico-sanitários recentes.

A assistente social tem as incumbências delicadas de influenciar as espôsas e filhas na preparação da dieta mais balanceada, na organização interna do lar, na melhoria da higiene doméstica, no cuidado dos recém-nascidos e, também, prestará bons auxílios ao médico. A diplomacia da assistente evitará os atritos entre o casal por causa do aumento de gastos no arranjo da casa. Bons móveis podem ser feitos com pouca despêsa.

## O FINANCIAMENTO

Nos açudes públicos, as instalações são feitas pelo Governo. O crédito bancário destina-se à aquisição do equipamento e ao custeio das culturas. Os bancos oficiais fazem financiamentos aos irrigantes e às cooperativas desde que elas estejam organizadas e administradas conforme a legislação em vigor e a diretoria mereça confiança. A administração do Pôsto presta informações sôbre os irrigantes aos agentes bancários, que examinam as condições das lavouras, ensinam os interessados a preencher os formulários para o cadastro individual e a confecção do contrato. Entre as exigências figura o reinvestimento dos lucros para que o mutuário não permaneça eternamente na dependência dos bancos.

Têm sido adotados os financiamentos supervisionado e o assistido. No caso da irrigação, a modalidade mais simples é, após a assinatura do contrato, o serviço de irrigação se encarregar da assistência ao irrigante. As visitas periódicas do agente servem de contato com o tomador e o extensionista. O Banco do Nordeste e o Banco do Brasil já financiam muitos irrigantes.

## A COOPERATIVA

Como centro produtor de alimentos perecíveis, um sistema de irrigação não dispensa uma cooperativa ou sociedade que se incumba de receber os produtos, prepará-los, conservá-los, embalá-los e vendê-los em boas condições de qualidade e de preços.

Os sócios são os agricultores; a diretoria é eleita por eles; a assembléia geral decide a orientação administrativa, e o Gerente dirige os negócios. A mola mestra da cooperativa é o Gerente, um homem com tino comercial, honesto, conhecedor dos produtos e operoso.

Tem a cooperativa a finalidade de, por intermédio do Gerente e dos empregados, receber as colheitas de cada associado, pesá-las, creditar a cada um as quantidades e os valores, estabelecendo conta-corrente para todos. O ideal seria a instituição ter postos de venda nas cidades para atender bem os consumidores e eliminar os intermediários. Quando o volume da safra é grande e as distâncias mais longas, é conveniente instalar armazém, silo ou frigorífico para garantir a conservação dos gêneros alimentícios.

Compete, ainda, à cooperativa comprar as mercadorias necessárias ao consumo dos associados e escriturar os débitos. Há, portanto, uma contabilidade bem detalhada.

Outra função da cooperativa é educar os associados para a defesa dos interesses comuns, despertar a confiança nos companheiros, ensiná-los a discutir os assuntos em conjunto e aceitar as decisões da maioria, demonstrar as vantagens da união contra os intermediários e preparar todos para as tarefas maiores, como a industrialização dos produtos, a conquista de outros mercados, etc, quando a poupança facilitar a formação de capital mais vultoso.

### A ADMINISTRAÇÃO

A Chefia do Pôsto, a equipe especializada e a cooperativa compõem o triângulo da sustentação de tôdas as modalidades da assistência aos irrigantes.

Sendo o Nordeste ora chuvoso ora sêco, varia a necessidade da irrigação e daí por que oscila a fixação de hábitos irrigatórios por parte do povo. Esse é o motivo para uma assistência tão ampla e completa.

Para a administração do sistema de irrigação converte tôda sorte de atritos pessoais e reclamações sôbre reparos de obras, distribuição da água, coleta de dados estatísticos, serviços de escritório, prestação de serviços mecânicos, transportes, etc.

Deve preocupar o Chefe a preparação constante do pessoal desde o operário até o auxiliar imediato.

A verificação dos canais e comportas para os consertos, a fiscalização da medição da água e anotação do consumo, a previsão do volume do líquido disponível para o próximo ano, a exatidão das informações estatísticas, a vigilância no uso dos veículos, as solicitações dos especialistas e da cooperativa, são obrigações de cada dia.

Não haverá assistência ou atendimento satisfatório aos irrigantes se a administração não fôr completa. Por outro lado, se a turma especializada e a Gerência da cooperativa não fôrem eficientes a administração não será bem sucedida.

RESULTADOS DA ACLIMAÇÃO DA PESCADA DO PIAUÍ,  
"PLAGIOSCION SQUAMOSISSIMUS" (HECKEL), PROCE-  
DENTE DA BACIA DO PARNAÍBA, NOS AÇUDES DO  
POLÍGONO DAS SÉCAS

## RESULTADOS DA ACLIMAÇÃO DA PESCADA DO PIAUÍ, "PLAGIOSCION SQUAMOSISSIMUS" (HECKEL), PROCE- DENTE DA BÁCIA DO PARNAÍBA, NOS AÇUDES DO POLÍGONO DAS SÊCAS

Osmar Fontenele(\*)

Visando a melhoria das condições de piscosidade dos açudes públicos e particulares, localizados na área do "polígono", o Departamento Nacional de Obras Contra as Sêcas, através de seus setores especializados, desde 1933, vem desenvolvendo programas de aclimação, nos citados lagos artificiais, de espécies ictiológicas que se recomendam pela qualidade da carne, precocidade, prolificidade e regime alimentar.

Figura dentre as espécies aclimadas, procedente da bacia do Parnaíba, a *pescada*, um *sciaenidae* conhecido na região de origem por *curvina* ou *cruvina*, identificada pelos sistematas como sendo a *Plagioscion squamosissimus* (Heckel), tendo recebido, nos açudes, o nome vulgar de *pescada do Piauí*.

Os estudos preliminares para aclimação desta espécie foram iniciados em 1949, nas Lagoas de Nazaré, localizada no município de Floriano, hoje município de Nazaré, e Feitoria, no município de Oeiras, no Estado do Piauí.

Grandes dificuldades foram vencidas para a captura dos peixes nos citados ambientes, povoados de jacarés e piranhas, e posterior transporte, em caminhões, por estradas em péssimas condições de tráfego, desde as lagoas supracitadas até o Posto de Piscicultura de Lima Campos, localizado no município de Icó, Ceará, às distâncias respectivas de 488 e 530 km das lagoas citadas.

Necrópsias realizadas em exemplares de *pescada*, capturados no seu *habitat* natural, revelaram que sua alimentação, na fase juvenil e adulta,

---

(\*) Eng.º Agrônomo. Diretor da Diretoria de Fomento e Produção do DNOCS.

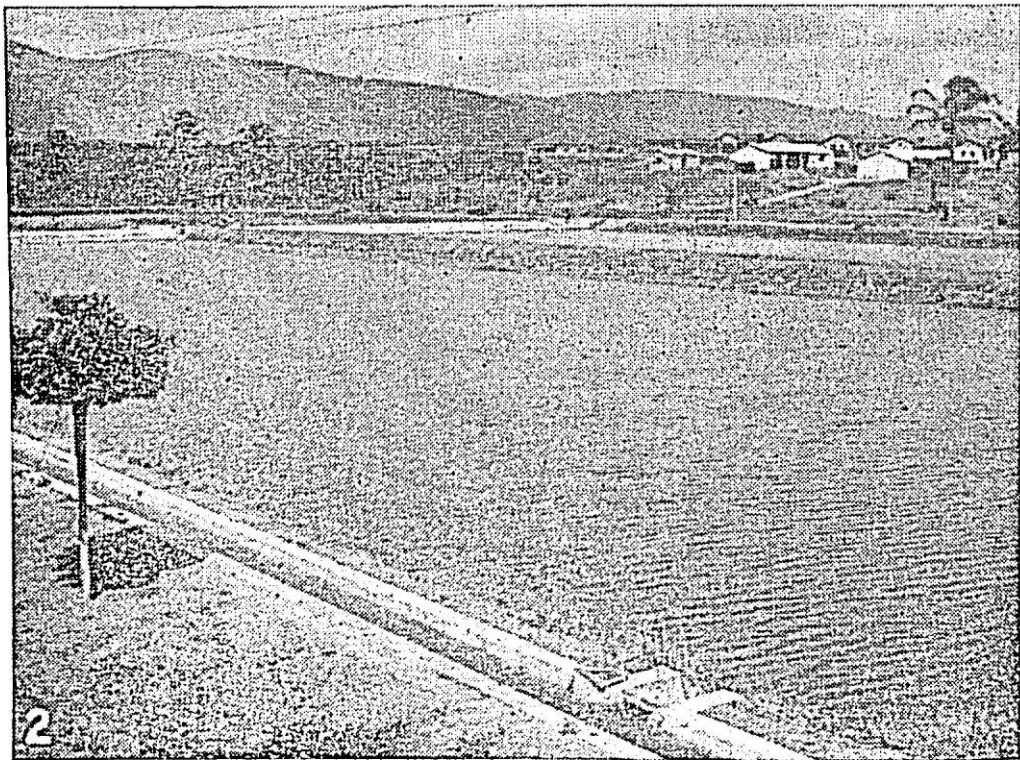


pode ser resumida no seguinte : 50%, camarões; 25%, peixes de pequeno porte e camarões, e 25%, pequenos peixes, (conteúdo gástrico).

Após os tratamentos técnicos recomendados para os peixes transportados, do seu *habitat* para as instalações do Pôsto de Piscicultura de Lima Campos, tais como extermínio de ectoparasitos, cura dos traumatismos resultantes da captura, manuseio e transporte, adaptação lenta às condições físicas e químicas da água do nôvo ambiente, em lotes sucessivos, foram introduzidos 42 exemplares no viveiro n.º 2, após quatro viagens às lagoas mencionadas, no período de agosto a outubro de 1949.

Já no princípio de dezembro do mesmo ano, foi observada a primeira desova natural das pescadas, em cativeiro, em ambiente que não tinha mais do que 4.800 m<sup>2</sup> de área e volume d'água pouco superior a 6.000 m<sup>3</sup>.

Passaram a ser realizados, desde então, trabalhos de experimentação para determinar qual a melhor técnica a ser utilizada na criação dos pequenos alevinos, visando obter a maior percentagem de aproveitamento na criação dos filhotes, de cada desova, até o comprimento total de 80 mm, quando seriam transportados para os açudes a povoar.



Um dos viveiros do Pôsto de Piscicultura de Amanari, Ceará, onde os reprodutores de pescada do Piauí, "*Plagioscion squamosissimus*" (Heckel), desovam em cativeiro, vendo-se o canal alimentador.



O primeiro peixamento com pescada do Piauí foi realizado em 7 de junho de 1952, no açude particular "Formoso", localizado no município de Cedro, Estado do Ceará, com 300 alevinos, criados no Pôsto de Piscicultura de Lima Campos, que foram seguidos de outros no mesmo ano.

Em maio de 1965, o Pôsto de Piscicultura de Amanari recebeu um lote de 50 exemplares juvenis da citada espécie, procedente do Pôsto de Piscicultura de Lima Campos, passando, também, a distribuir alevinos de pescada a partir de 1957.

Até junho de 1965, o D.N.O.C.S., através dos Postos de Piscicultura de Lima Campos e Amanari, distribuiu 248.159 alevinos ("semente" de peixe) de pescada do Piauí, de comprimento total mínimo de 80 milímetros, procedentes de criação artificial, em 65 açudes públicos e 642 particulares, localizados nos Estados do Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco e Bahia.

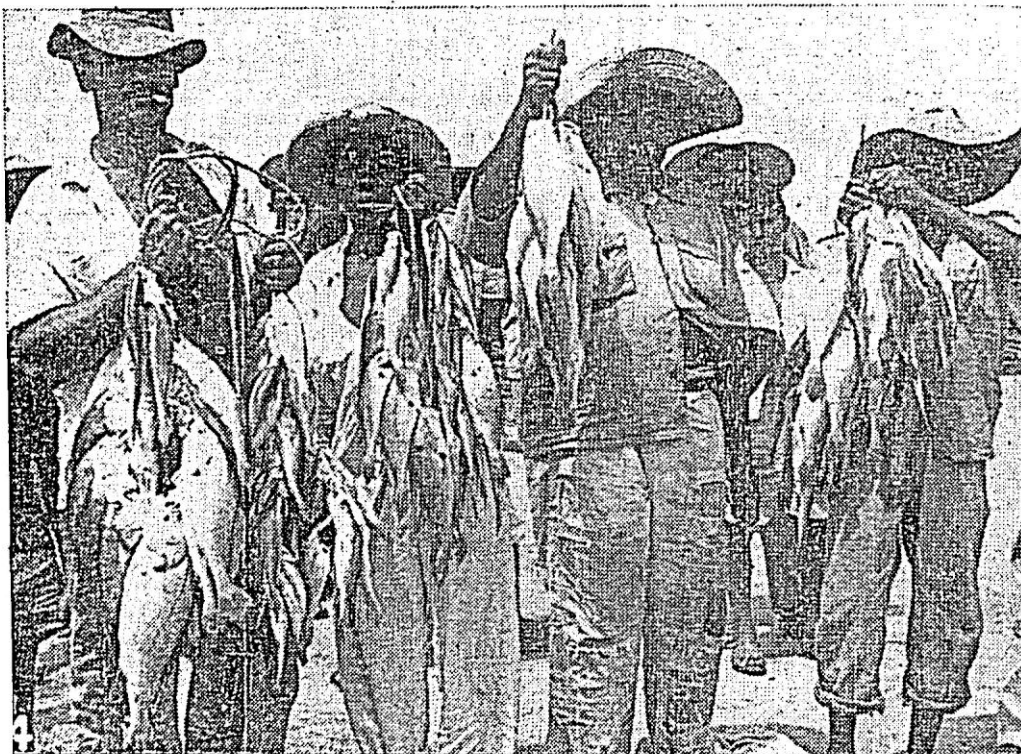
Esta espécie tem demonstrado grande capacidade de aclimação e admirável prolificidade em todos os açudes onde foi introduzida, chegando a concorrer com elevada percentagem no cômputo total dos peixes capturados e mesmo sobrepujando, em peso e número de exemplares, o total das demais espécies, em alguns ambientes. No açude público Pentecoste, sito no município do mesmo nome, no Estado do Ceará, foram introduzidos 486 alevinos, em 21/05/1957. Os primeiros exemplares começaram a figurar na estatística de pesca em maio de 1958, com 131 espécimes capturados, atingindo o total de 16.459 no fim do mesmo ano. No decorrer de 1959, essa espécie figurou com 210.592 exemplares, no total de . . . . . 2.111.383 peixes capturados no citado açude, ou seja, 9,5% do total.

Já no ano de 1960, a estatística de pescado do aludido açude informou que durante o ano foram capturados 1.003.225 peixes, figurando 138.878 exemplares de pescada, dentre oito espécies, sendo digno de nota que a espécie regional mais comum, a *curimatã*, figurou com 46,5%, enquanto a aclimada concorreu com 13,8%, apenas três anos após ali introduzida.

O açude público Araras, localizado no município de Reriutaba, no Estado do Ceará, recebeu 572 alevinos de pescada do Piauí, em dezembro de 1961. Exclusivamente no primeiro semestre de 1965, segundo dados estatísticos coletados, foram capturados 243,913 toneladas de exemplares desta espécie, avaliadas em Cr\$ 48.957.850. O total acima representou em peso 22% das 14 espécies que figuraram na estatística da pesca do citado reservatório.

Mesmo nas coleções d'água onde existem a espécie regional, predadora, *piranha*, *Serrasalmus sp.* e as carnívoras, aclimadas, *pirarucu*, *Arapaima gigas* (Curvier), e *tucunarés*, *Cichla temensis* Humb. e *Cichla ocellaris* (Bloch & Schneider), a pescada do Piauí firmou-se, como ocorreu no

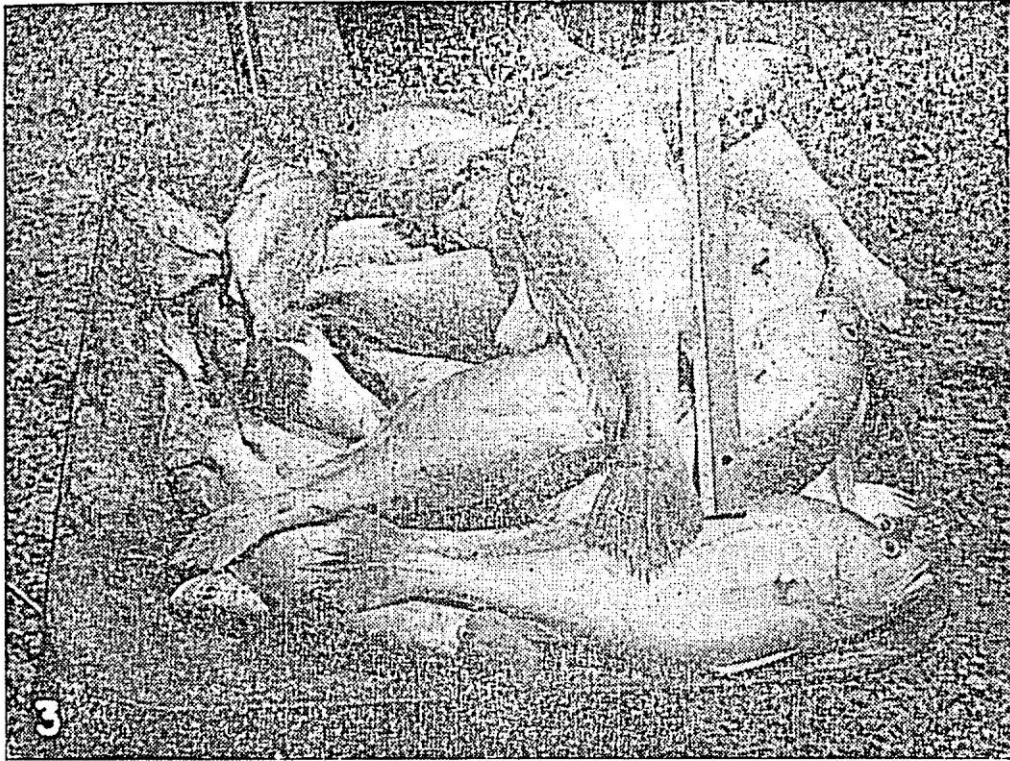
Açude "Estevam Marinho" ex-Curema, no Estado da Paraíba. No citado reservatório foram introduzidos, em 28/01/1959, mil (1.000) alevinos deste *soiaenidae* e em 1960, pela primeira vez, figurou na estatística com 68,624 toneladas.



Pescadores do Açude "Estevam Marinho", ex-Curema, Paraíba, exibem o produto da pesca de três horas de trabalho, exclusivamente exemplares de pescada do Piauí, "*Plagioscion squamosissimus*" (Heckel), capturados com o uso exclusivo de linha solta.

No ano de 1964, do total de 868,342 toneladas de pescado capturadas no Açude "Estevam Marinho", 489,665 foram representadas por pescada do Piauí, e, nos seis primeiros meses do presente ano, esta espécie figurou em primeiro lugar com 220,811 toneladas, avaliadas em Cr\$ 52.643.510, no cômputo geral durante o período citado.

A pescada do Piauí adaptou-se às condições de salinidade dos ambientes lânticos dos açudes do "polígono" com sensível melhoria de crescimento. Enquanto no seu *habitat* natural os registros acusam o comprimento total máximo de 442 mm, nos açudes são, comumente, capturados espécimes com mais de 700 milímetros e peso em torno de 6 kg. Há notícias de um exemplar com 800 mm de comprimento total e 7,900 kg de peso, colhido no Açude Pentecoste.



Em um carrinho de mão, vê-se o produto do trabalho de dois pescadores no Açude Itans, Rio Grande do Norte, durante meio dia, em dezembro de 1960. São 55 kg de pescada do Piauí, "*Plagioscion squamosissimus*" (Heckel), capturados de linha de mão.

Aliado à prolificidade e ao bom crescimento, a pescada do Piauí apresenta poucas espinhas e carne bastante delicada e de fácil digestibilidade, sendo considerada peixe de primeira classe. Por estas razões, os maiores exemplares são transportados em caixas isotérmicas, em gelo, para as cidades e capitais do Nordeste onde alcançam até Cr\$ 900 o quilograma, enquanto, nos açudes, seu preço oscila em torno de Cr\$ 200.

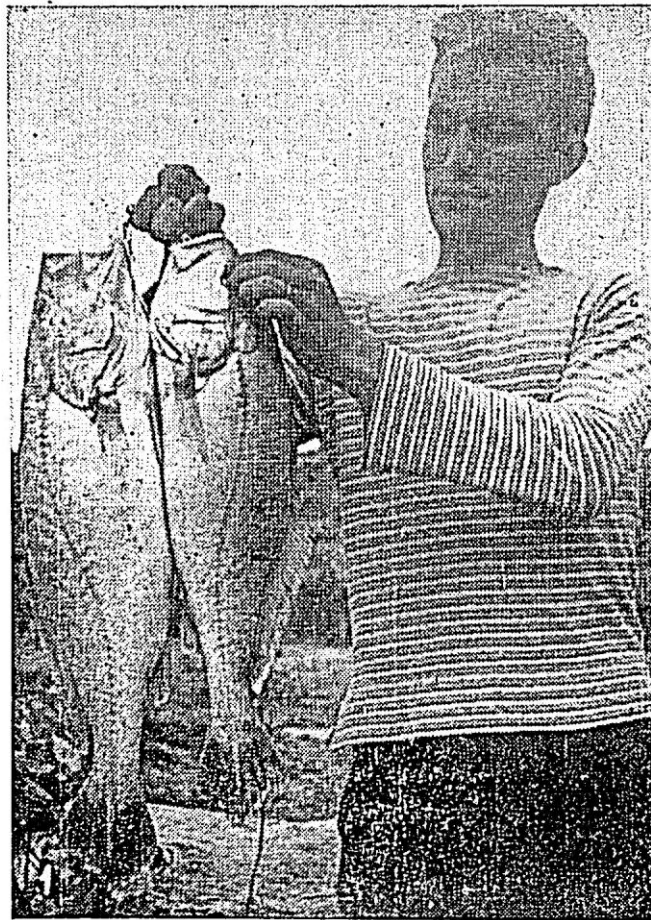
Além do processo de preservação pelo frio, a pescada do Piauí é, também, conservada pela salga nos açudes em que é capturada, embora o método em uso ainda muito deixe a desejar.

Visando conceder melhores possibilidades de industrialização desta valiosa espécie da bacia do Parnaíba, o DNOCS está instalando, inicialmente, duas fábricas de gelo, com capacidade, cada, de 25 toneladas/dia, nos açudes Araras e Pentecoste, cujo início de funcionamento está previsto para o mês de novembro próximo.

Por outro lado, em recente curso ministrado, em Fortaleza, pelo Pro-

fessor VICTOR H. BERTULLO, o DNOCS especializou um de seus biólogos nas técnicas da salga e elaboração dos sub-produtos de pescado. Em instalações rústicas, porém providas dos requisitos de higiene, os pescadores receberão, ainda este ano, ensinamentos sôbre processo de salga, de modo a melhorar as condições de preservação do pescado, ora em uso.

A pescada é um peixe de fácil captura, por não exigir aparelhos especiais. Um anzol de dimensões apropriadas e uma linha de mão, de *nylon*, com chumbada, permitem que um pescador, numa embarcação, capture cêrca de 10 a 20 kg de pescada em um dia. Por estas razões, a pescada tem-se constituído um grande auxílio na alimentação das populações menos favorecidas do Nordeste.



Dois exemplares, de pescada do Piauí, "*Plagioscion squamosissimus*" (Heckel), capturados no Açude Várzea do Boi, Ceará. Ambos pesaram 4,750 kg e o maior mediu 60 cm.





No Açude Itans, Rio Grande do Norte, regressando de uma pescaria de 5 horas de trabalho, pescadores exibem uma cesta contendo 35 kg de pescada do Piauí, "*Plagioscion squamosissimus*" (Heckel), capturados exclusivamente com anzol de linha sôlta.

Não sendo peixe de piracema e desovando no próprio açude, em diferentes épocas, não há período de interdição de pesca. Em qualquer dia do ano os postos de fiscalização da pesca, localizados nos açudes públicos administrados pelo DNOCS, concedem licença para captura de pescada do Piauí.

O DNOCS tem procurado, por todos os meios, disseminar pelo maior número de açudes, localizados no "polígono", a pescada do Piauí. Os Postos de Piscicultura de Itans e Jacurici, em construção, respectivamente, nos municípios de Caicó, Estado do Rio Grande do Norte, e Itiúba, no Estado da Bahia, permitirão, fora de dúvida, ainda no próximo ano, ampliar os

benefícios de povoamentos ora realizados pelos dois únicos postos de piscicultura localizados no Ceará.

No quadro 1 estão relacionados dados estatísticos da produção de pescado, referentes ao ano de 1964, de 6 (seis) açudes públicos construídos e administrados pelo DNOCS. Do exame do mesmo, verifica-se que, em 4 (quatro) dos seis reservatórios mencionados, a produção de pescada do Piauí superou a de curimatã comum, *Prochilodus sp.* espécie regional mais abundante no Nordeste.

No quadro 2, estão discriminados os alevinos de pescada do Piauí distribuídos nos açudes públicos e particulares localizados no "polígono", do exame do qual se vê que nos últimos anos vem sendo intensificado o povoamento de coleção d'água com a referida espécie aclimada.

QUADRO 1

Produção de pescado em seis açudes do D.N.O.C.S., referente ao ano de 1964, com destaque das espécies Pescada do Piauí (aclimada) e Curimatã (regional)

Açudes	Estado	Produção de pescado em quilogramas				
		Total	Pescada do Piauí/Total		Curimatã comum/Tot.	
			Absoluto	%	Absoluto	%
1 — Caldeirão	Piauí	40.455	17.178	42	9.063	22
2 — Pentecoste	Ceará	546.472	181.129	33	136.116	25
3 — Itans	R. G. Norte	184.381	32.816	18	58.279	32
4 — Curema	Paraíba	868.342	489.665	56	40.590	5
5 — Poço da Cruz	Pernambuco	762.632	307.973	40	218.430	29
6 — Jacurici	Bahia	408.343	93.828	23	192.976	47

Fonte : Postos de Fiscalização da Pesca — D.N.O.C.S. — D.F.P. — D.P.P.

QUADRO 2

Distribuição de alevinos de Pescada do Piauí, em açudes localizados no "polígono"

Ano	Número de açudes particulares	Número de açudes públicos	Total de alevinos distribuídos
Até 1959	346	37	120.123
1960	20	6	11.823
1961	27	9	15.450
1962	44	3	14.485
1963	33	2	11.200
1964	98	6	40.696
1965 *	74	2	34.382
	642	65	248.159

Observação : \* primeiro semestre de 1965.

## BIBLIOGRAFIA

- 1 — Boletim de Estatística de Pescado, de 1945 a 1965, do Departamento Nacional de Obras Contra as Sêcas — D.N.O.C.S.
- 2 — OLIVEIRA, J. S. & PEIXOTO, J. T., 1951, Relatório da viagem às Lagoas de Feitoria e Nazaré, Piauí, com o intuito de transportar exemplares juvenis ou adultos de curvina, "Plagioscion squamosissimus" (Heckel), destinados a aumentar o plantel de reprodutores desta espécie mantido em cativeiro no Pôsto de Piscicultura de Lima Campos. Não publicado.
- 3 — PEIXOTO, J. T., 1953, Contribuição para o estudo do crescimento da curvina, "Plagioscion squamosissimus" (Heckel, 1840) — em cativeiro (Atinopterygii, Sciaenidae) Rev. Brasil. Biol., 13 (2): 173-177.
- 4 — Relatórios dos trabalhos realizados, de 1942 a 1951, no Pôsto de Piscicultura de Lima Campos, e apresentados pelo Biologista Osmar Fontenele, Encarregado do mesmo.
- 5 — Relatórios dos trabalhos realizados, de 1952 a 1957, no Pôsto de Piscicultura de Amanari, e apresentados pelo Biologista Osmar Fontenele, Encarregado do mesmo.
- 6 — Relatórios dos trabalhos realizados, de 1958 a 1960, pelo Serviço de Piscicultura do D.N.O.C.S., e apresentados pelo Biologista Osmar Fontenele, Chefe do mesmo.
- 7 — SILVA, SEBASTIAO LUIZ de O., 1949, Relatório da viagem à Lagoa da Feitoria, Piauí, com o fim de transportar exemplares vivos de curvina, "Plagioscion squamosissimus" (Heckel), para o Pôsto de Piscicultura de Lima Campos. Não publicado.



ERRADICAÇÃO DE PIRANHAS NO AÇUDE PÚBLICO "POÇO  
DA CRUZ", INAJÁ, PERNAMBUCO (OSTARIOPHISI  
CHARACIDAE, SERRASALMINAE)

ERRADICAÇÃO DE PIRANHAS NO AÇUDE PÚBLICO "POÇO DA CRUZ", INAJÁ, PERNAMBUCO (OSTARIOPHISI CHARACIDAE, SERRASALMINAE)

2. TINGUIJAMENTO DAS COLEÇÕES D'ÁGUA <sup>(1)</sup>

R. Adhemar Braga (\*)

Erradicação de piranhas foi realizada por nós no Açude Público "Poço da Cruz" (Inajá, Pernambuco). Prêviamente, examinamos possibilidades. Empreendemos circunstanciado reconhecimento na bacia hidrográfica (BRAGA, 1961). O ictiotóxico empregado foi submetido a testes de laboratório. Inclusive, verificando sua ação sôbre piranhas e outros peixes. Sômente após estas precauções, o tinguijamento <sup>(2)</sup> das coleções d'água foi executado.

O piscicida usado foi timbó, *Derris* e *Lonchocarpus* em pó (4, 5, 8 e 9 por cento de rotenona). Seus efeitos são já bastante conhecidos (RANGEL, 1946; KRUMHOLZ, 1950; CHANCE & MILLER, 1952; etc.). Entre vantagens, não prejudica o peixe como alimento, nem torna a água imprópria para beber. Na África do Sul tem sido utilizado na erradicação de carpa (*Cyprinus carpio*), pó de "seeds T.V." (*Tephrosia vogelii*) (BLOMMAERT, 1948: 12). Porém, tal tinguí exige altas concentrações (10 a 20 p.p.m.). Nos Estados Unidos e Canadá, são comumente usados, para fins congêneres, além do timbó em pó, "emulsifiable rotenone" e "Fish-tox" (KRUMHOLZ, 1950; BERRY & LARKIN, 1954).

Contudo, pó de raiz de timbó "have been used in the eradication of fish population since 1934" (KRUMHOLZ, 1950: 413). Recentemente, tam-

---

(\*) Biologista da Divisão de Pesca e Piscicultura do DNOCS.

(1) Trabalho da Seção de Pesquisas Gerais, Apresentado em 6/10/60, no 1.º Congresso Brasileiro de Zoologia (Museu Nacional, Rio de Janeiro, GB).

(2) Envenenamento d'água com tinguí (timbó, "Derris", etc.) "...Foi feito nôvo tinguijamento..." (GOMES & MONTEIRO, 1953: 91).

bém para muitos tipos de problemas correlatos (LAWRENCE, 1956: 15). Inclusive, "a means to the control of infections disease" (DU PLESSIS & COMBRINCK, 1947). SCHULTZ (1947) utilizou-o em água salgada. Como diz KRUMHOLZ (1950: 413), pó de timbó "is the most dependable of the powders". E o que conserva toxicidade por mais tempo. No Brasil, uso de timbó na pesca é muito antigo. Dêle já falava o Pe. ANCHIETA, em 1560 (RANGEL, 1946: 3). Porém, em *fish-management*, tanto quanto se sabe, data de 1948. Empregaram-no GOMES & MONTEIRO (1953), em Pirassununga, São Paulo, em estudo de população.

O tingujamento aqui relatado teve duração de 5 meses e 16 dias. Foi realizado em 2 períodos: 26/10 a 16/12/56; e 5/6 a 1/10/57. Patrocinaram-no 3 setores do D.N.O.C.S.: Serviço de Piscicultura, Fortaleza, Ceará, 3.º Distrito, Arcoverde, Pernambuco (mesmos da etapa de reconhecimento) e Comissão do Vale do Moxotó, Poço da Cruz, Pernambuco. Piranhas existentes (3) foram radicalmente extintas. O projeto constituiu o maior programa técnico-científico do Serviço de Piscicultura, em 1956/57. E, como salientamos anteriormente (BRAGA, 1961), foi pioneiro no Brasil.

**Agradecimentos** — Somos gratos ao Eng.º Agr.º CARLOS BASTOS TIGRE e Biologista OSMAR FONTENELE (Chefes do Serviço de Piscicultura, Fortaleza, Ceará, respectivamente no 1.º e 2.º períodos de execução deste trabalho) pelo apóio e fundos propiciados ao projeto; Eng.ºs civis GODOFREDO CHAVES DE QUEIROZ (então chefe, sucessivamente, da Construção do Açude Público Poço da Cruz e Comissão do Vale do Moxotó, Poço da Cruz, Pernambuco) e ARNALDO FERRAZ (então chefe do 3.º Distrito do DNOCS, Arcoverde, Pernambuco), pelo auxílio material e facilidades dispensados; Biologistas VALDEMAR C. DE FRANÇA e JOÃO DE OLIVEIRA CHACON, Eng.º Agr.º BENTO M.F. GRANGEIRO e Veterinário EMMANUEL MAIA S.LIMA (Serviço de Piscicultura, Fortaleza, Amanari e Lima Campos, Ceará) pela assistência nos trabalhos de campo; Dr. HAROLDO TRAVASSOS (Museu Nacional, Rio de Janeiro, Guanabara) pela leitura do manuscrito. Nossa gratidão, também, ao pessoal da então Sala Técnica do Açude Público Poço da Cruz; setores vários do Serviço de Piscicultura; e quantos nos ajudaram na execução do projeto.

#### PESSOAL, TRANSPORTE, MATERIAL

A expedição utilizou, em 1956, 17 pessoas, em média (3 do S.P. (4))

(3) Piranhas e pirambebas do Rio Moxotó foram coletadas e enviadas por nós a taxinomistas (4 e 18/10/57). Adotamos, provisoriamente, "Serrasalmus piraya (Cuvier) e "S. brandtii Lutk".

(4) Serviço de Piscicultura.

e 14 da C.A.P.P.C. (5). Em 1957, tal média aumentou para 40 homens/dia (S.P. e C.V.M. (6)). Três menos que o total usado por PINTLER & JOHNSON (1958) no "control of rough fish in the Russian River drainage, California". Perduraram dificuldades da 1.<sup>a</sup> etapa do trabalho (BRAGA, 1961). Em 2 grandes tinguijamentos (açudes "Cachoeira" e "Poço da Cruz") a expedição utilizou 140 e 112 pessoas. Transitóriamente, tivemos auxílio de vários técnicos. Em 1956, 2 biólogos; e em 1957, 1 biólogo, 1 engenheiro agrônomo (por todo período) e 1 médico-veterinário. Também 1 burocrata integrou a expedição.

Transportes foram relativamente poucos. Em 1956 a expedição dispôs somente de 1 caminhão, além de animais. Em 1957, até 31/julho, transitóriamente, 3 caminhões. Em 7 e 22/agosto, também 2 "jeeps". Transportes só se tornaram suficientes nos 2 últimos meses do trabalho. Tal deficiência, entre outras desvantagens, atrasou bastante a conclusão do projeto.

Material empregado foi variável. E, de modo geral, mais numeroso que na 1.<sup>a</sup> etapa (BRAGA, 1961). Máxime, incluídos timbó e embarcações. Timbó foi adquirido da firma Indústria Brasileira de Inseticidas e Adubos Ltda. (Belém-Pará). Gastaram-se 9.751 kg (195,02 sacos de 50 kg). Aproximadamente 30 por cento menos do que calculara BRAGA (1961). Isto por duas razões: (1) emprêgo de timbó de alto teor de rotenona (superior a 5%), e (2) apenas metade da concentração estimada foi usada nos açudes "Poço da Cruz" e "Cachoeira" (as 2 maiores coleções tratadas). A *Oregon State Game Commission* empregou, numa erradicação total de peixes, no *Devils Lake (Oregon)* "25,500 pounds of powdered rotenona" (ANÔNIMO, 1956: 5). Gastamos, também, como coadjuvante, 200 kg de dinamite (8 caixas de 25 kg) BRAGA, 1958: 2). Usamos, em 3 ocasiões, embarcações de madeira. Isto é, canoas (fundo chato); "coxos" (pirogas de barriguda, *Chorisia crispiflora*, H.B.K., cedidas por pescadores); e botes com motor de pópa (3 a 5 HP).

Tanto quanto apuramos, a "Operação Moxotó" custou Cr\$ ..... 1.425.277,25. Isto é, Cr\$ 244.032,64 no trabalho de reconhecimento (Cr\$ 48,80 por km<sup>2</sup>); e Cr\$ 1.181.244,61 no de tinguijamento (Cr\$ 236,24 por km<sup>2</sup>). O *Alabama Dept. of Conservation (EE. UU.)* gastou, em 1957, num projeto de remoção de "rough-fish", em apenas 3 lagos, \$50,000 (KYLE, 1957: 19). E GEAGAN (1955: 6), em operação idêntica, somente num lago, refere uma despesa de \$19.554,65.

---

(5) Construção do Açude Público "Poço da Cruz".

(6) Comissão do Vale do Moxotó.

## MÉTODOS

O tingujamento foi realizado por 2 expedições. A 1.<sup>a</sup> teve duração de 1 mês e 20 dias (no verão 1956); a 2.<sup>a</sup>, 3 meses e 26 dias (verão 1957). Ambas utilizaram os mesmos métodos, em geral. Diferiram apenas no regime de trabalho, que foi melhorado nessa última. Principalmente houve mais recursos e experiência. Os métodos resultantes tornaram-se *standards* no Serviço de Piscicultura. Exceto, no que se refere ao reconhecimento (agora sumariíssimo ou inexistente).

Coleções d'água foram cuidadosamente pesquisadas. Seu exame foi rigoroso; bastante maior que na operação de reconhecimento. Tal qual nesta, rios e riachos foram "cobertos" a pé, pelo álveo e *thalweg*. Dentro das vertentes, timbó e equipamento foram transportados por operários.

Rios foram "cobertos", em geral, de nascente para foz. Contrariamente ao que fez BRAGA (1961). Ou simultaneamente, nos 2 sentidos. Distâncias, nas vertentes, foram obtidas pela contagem e conversão de passos (diretamente ou com odômetros). Acampamentos estiveram sempre em locais estratégicos. Tiveram maior raio de ação que na 1.<sup>a</sup> operação. E, na quase totalidade, foram instalados em casas. As turmas não contaram com pescadores. E topógrafos (e auxiliares) somente em junho, 1957.

Coleções d'água encontradas foram, indistintamente, "cobertas". Exceção se fez a pequenas cacimbas de uso doméstico (sem peixes). Três tipos de trabalho foram executados: (1) tingujamento (timbó); (2) "bombardeio" (dinamite); (3) tingujamento e "bombardeio". Açudes sem peixes, ou comprovadamente sem piranhas, não foram tingujados. Além de informações seguras, testes eram realizados com timbó, bombas e pescarias. Também examinamos "escama-peixes", cachoeiras ou outros obstáculos. Águas tingujadas, em 1956, tiveram volume conhecido (levantado pela operação de reconhecimento). Em 1957, apenas algumas delas foram medidas. Contudo, a maioria das coleções d'água não foi novamente levantada.

Todo timbó usado era previamente analisado. Conhecia-se o teor de rotenona de cada partida recebida. Obteve-se, assim, melhor cálculo das concentrações a serem utilizadas. Antes de introduzido na água, timbó era transformado em pasta. Em geral, empregamos com bom resultado, 2 partes d'água para uma de timbó. A mistura era feita por operários, em vasilhame de zinco, com auxílio das mãos, pés ou pá de madeira (Figs. 1 e 2). SCHULTZ (1947: 309) fez tal operação, também, manualmente ("by squeezing and stirring with the hands"). BROWN & BALL (1942: 269) utilizaram... "an outboard motor... in the barrel". E CLEMENS (1952: 31) descreve técnica feita com auxílio de "a John Bean piston-type pump".



Fig. 1 — Preparação de pasta de timbó. Operários homogeneizam o material com auxílio dos pés (Gentileza ALENCAR MONTEIRO, de "O Cruzeiro").



Fig. 2 — Preparação de pasta de timbó. Trabalho feito com pá de madeira.



Tais técnicas seriam proficientes para açudes e lagos. Não talvez para poços e outras pequenas coleções d'água. Nestas devem-se considerar (1) dificuldades de transporte e acesso (dentro dos rios), e (2) pequenas dimensões das coleções.

O pessoal encarregado da preparação de timbó usou máscara contra poeira e óculos de segurança (Fig. 3). Também, óleos (animal e vegetal) nas virilhas e axilas. Timbó é grande irritante da pele e mucosas. KRUMHOLZ (1950) fala dessa irritabilidade. E no desconforto e tédio da operação. Não refere, porém, emprêgo de máscaras e óculos.

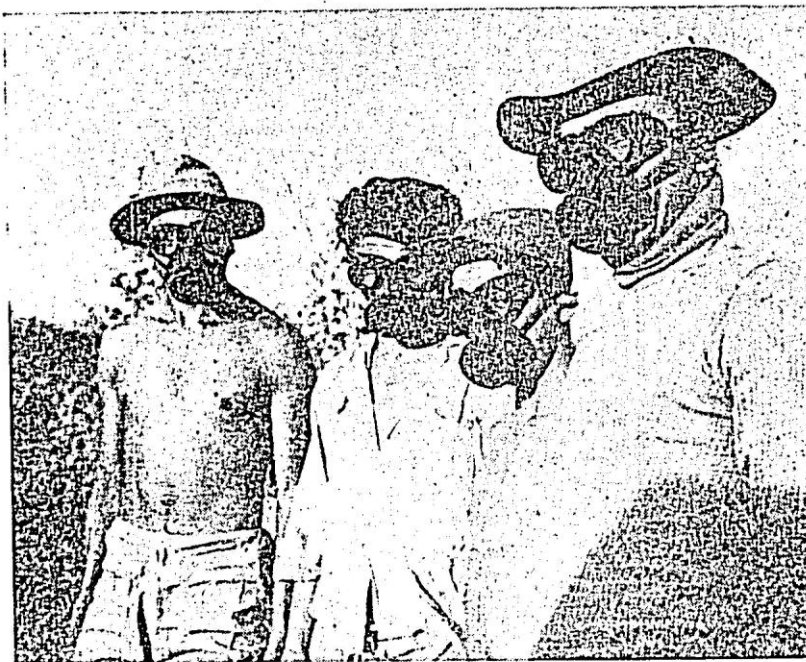


Fig. 3 — Preparadores de pasta de timbó, equipados com óculos de segurança e máscara contra poeira.

Timbó era preparado, sempre que possível, à sombra. E uma vez misturado com água, transportado coberto para os locais de trabalho. Rotonona (C<sub>23</sub>H<sub>22</sub>O<sub>6</sub>) “é muito sensível quando exposta em solução, à luz solar direta” (RANGEL, 1946: 16). Segundo LEONARD (1939) (cit. in LAWRENCE (1956: 15) o “compound is fairly easily oxidized when exposed to air and light”.

Timbó foi aplicado na água, na superfície e fundo. No 1.º caso, sem exceção, em tôdas as coleções tingujadas. No 2.º, só em trechos profundos (superiores a 2 m). E em ambos, a distribuição era feita coordenadamente, em tôdas as direções, tal como usaram BROWN & BALL (1942).



BERRY & LARKIN (1954), etc. Para distribuição de superfície, pasta de timbó era colocada em sacos (0,70 x 0,30 m) de pano grosseiro (algodãozinho-ralo). Operários, a pé ou embarcados (Figs. 4 e 5), agitavam-nos atra-



Fig. 4 — Distribuição de timbó em trechos rasos de água (Gentileza de Cinegráfica Norte do Brasil, Fortaleza, Ceará).

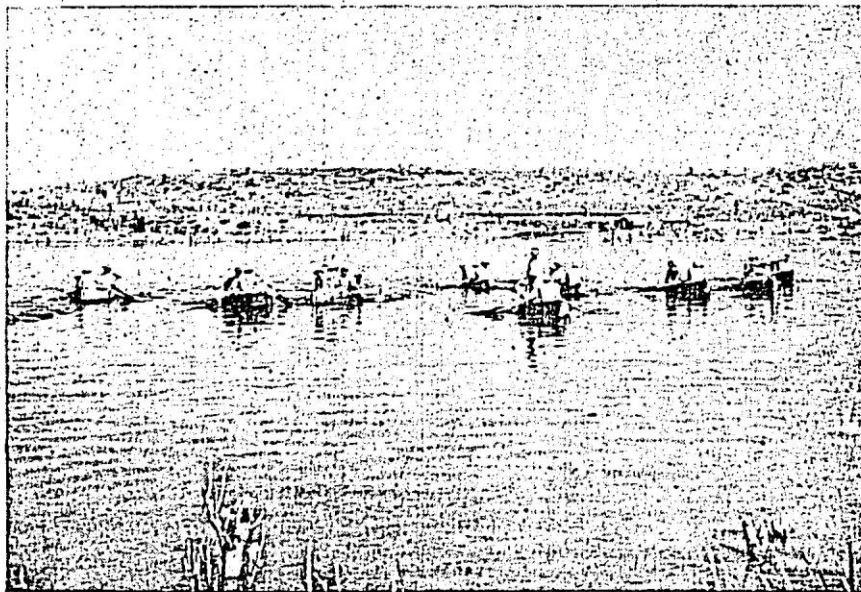


Fig. 5 — Distribuição de timbó em trechos profundos de água (Gentileza de Cinegráfica Norte do Brasil, Fortaleza, Ceará).

vés a água (em geral, em faixas). BERRY & LARKIN (1954) e PINTLER & JOHNSON (1958) empregaram processo semelhante. BROWN & BALL (1942: 269) simplesmente jogaram a mistura aquosa ao "side of a boat

propelled by an outboard motor". E CHANCE (1952: 215) "in the wake of an outboard motor". Distribuição mais moderna e prática tem sido feita. GEAGAN (1955) relata aplicação com pulverizador portátil de pó. WALDO (1957) com mangueira de borracha adaptada a compressor. A *Iowa Conservation Commission* usou igual processo, também com mangueira, e canos com muitos orifícios. BOWERS (1955: 153) empregou "a gasoline-powered centrifugal pump operated from an outboard motor-boat". E MADSON (1956) e KILE (1956), relatam espriamento de timbó na água feito com pequenos aviões.

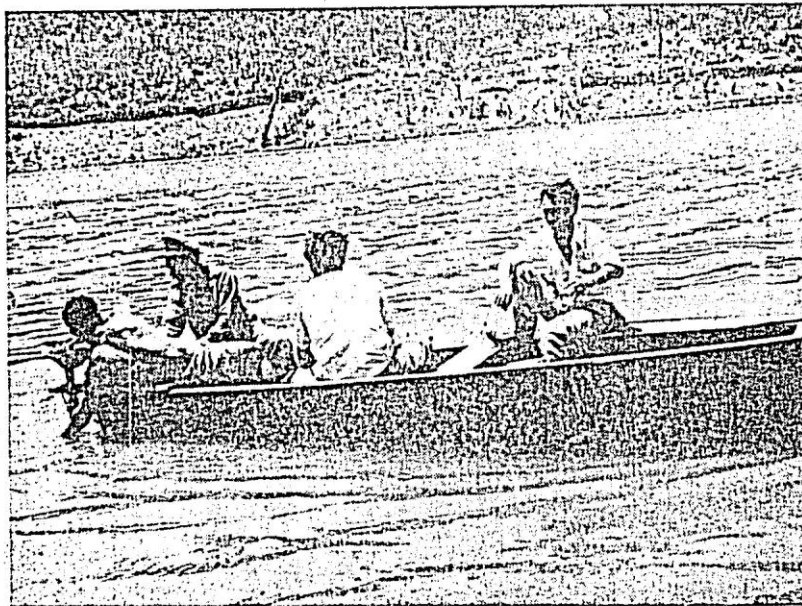


Fig. 6 — Distribuição de timbó no fundo d'água. (Gentileza de Cincográfica Norte do Brasil, Fortaleza, Ceará).

Em locais profundos, timbó foi distribuído como segue. Num bote, com motor de pôpa, adaptou-se um mangote-armado de borracha (2" diâmetro; 3 a 5 m). O mangote foi instalado ao lado do bote, na pôpa. Sustinha-o um suporte de madeira afastando-o da hélice do motor. Na extremidade superior do mangote colocou-se um funil de zinco (bôca com 30 cm de diâmetro); na inferior, amarrou-se um pêso para diminuir a deriva produzida pelo bote. Timbó bastante diluído era despejado, ininterruptamente, no fundo; enquanto o bote, a baixa velocidade, percorria a área visada. Tal processo foi utilizado em açudes (Fig. 6) ou onde foi possível o tráfego de botes. Em poços, de modo geral, distribuição era feita a val ou nado. Neste caso, operários por vêzes completavam com ar os sacos contendo pasta de timbó. Tal expediente permitia-lhes flutuar. (Expedi-

ção não dispôs de colêtes salva-vidas). ANÔNIMO (1958: 93) refere a "ability to use itens of clothing as emergency life preservers". BROWN & BALL (1942: 269) distribuíram timbó em profundidades "varyng between 15 and 25 feet" usando "weighted burlap bags... dragged behind a boat in water". GEAGAN (1955) usou um sistema de sifão. BALL (1948), seguindo conduta de KRUMHOLZ & SHETTER (KRUMHOLZ, 1948), "a centrifugal pump for forcing the rotenone into the deeper parts of Ford Lake, Michigan" (KRUMHOLZ, 1950: 415).

Nos pontos inacessíveis a botes, timbó foi levado ao fundo com dinamite (espoleta simples). Ou fazendo descer, em várias direções, um saco pejado de massa de timbó. Dinamite foi usada, também, para testes de sobrevivência de peixes, remoção de obstáculos na água (cêrcas, tócos, etc.), desalojar peixes. Ainda, de modo exclusivo, na cobertura de coleções d'água onde inexistência de piranhas era tradicional.

Açudes, antes de tingujados, tiveram a superfície d'água dividida em secções, como fez GEAGAN (1955). Para isto usamos boias de mulungu, *Erythrina*, pintadas de branco. Água foi, também, sondada com prumo de chumbo e assinalados, com bandeiras, pontos perigosos. Pois, a proporção que timbó ia sendo distribuído, botes com motor de pôpa revolviam a água, transversal e longitudinalmente. Em poços, êste trabalho foi feito manualmente, por operários.

Em água corrente, 2 métodos foram utilizados. Espalhou-se timbó na superfície da água, seguindo a correnteza. Operários dispunham-se, em faixas, por tôda largura da água. Outro processo consistiu em usar concentrações altas de timbó em pontos de maior correnteza. Intervalos entre êsses pontos variaram de 100-200 m. O movimento da água espalhava o timbó rio abaixo. Em cada estação era renovada. Sem que soubéssemos, PINTLER & JOHNSON (1958) usaram antes (1952/54) êste processo. Segundo êles a vantagem do método está em requerer equipamento mínimo. BERRY & LARKIN (1954:14) dizem que "in fast-flowing streams 5 p.p.m. doses killed for distances up to one mile. Increasing the dosages to 15 to 20 p.p.m. extended kill to at least two miles".

A concentração de timbó aplicada variou, nas coleções de volume conhecido, de 2,4 a 5 p.p.m. Nas demais estimou-se em aproximadamente 5 p.p.m., incluída margem de segurança. Peixes mortos eram retirados da água com jererés de tela de arame (refratários a dentes de piranhas). Circunstantes utilizaram múltiplos meios.

#### TESTES DE SUSCETIBILIDADE A TIMBÓ

Rotenona é mais tóxico a algumas espécies de peixes que a outras.

O fato é bastante conhecido (KRUMHOLZ, 1950; MOORMAN & RUHR, 1951; BASTOS, 1954). E por demais importante em "fishery management" e pesquisa. A resistência de 7 espécies de peixes foi testada por nós, em laboratório, entre 1 a 10/6/56, antes de iniciada a "Operação Moxotó". Tais testes foram feitos em duplicata. Usamos aquário de 2,65 x 0,70 x 0,70 m; e timbó em pó (5% rotenona). As concentrações variaram de 1 a 5 p.p.m. Um total de 150 peixes (juvenís e adultos) foram utilizados (Tab. 1).

TABELA 1. Peixes-testes

Nome vulgar	Nome científico (1)	Procedência	N.º de exemplares
Acará	"Cichlasoma bimaculatum" (L.)	Rio Salgado, Icó, Ceará	20
Apaíari	"Astronotus ocellatus ocellatus" (Agassiz, 1729)	Açude "Lima Campos", Icó, CE	20
Curimatã comum	"Prochilodus steindachneri" Fowler	Rio Salgado	20
Piáu comum	"Leporinus arcus" Eigenman	" "	25
Pirambeba	"Serrasalmus rhombeus" (L., 1766) Lacépède, 1803	Açude "Lima Campos"	25
Piranha	"Serrasalmus"	Rio Salgado	30
Traira	"Hoplias malabaricus" (Eloch, 1794)	" "	10
TOTAL			150

(1) Classificação sujeita a revisão.

BASTOS (1954) e FRANÇA (1954), do Serviço de Piscicultura, fizeram antes testes semelhantes (BASTOS, *op. cit.* usou apenas alevinos). Ambos, também com peixes procedentes do Polígono das Sêcas. Todavia, não empregaram pó de timbó devidamente homogeneizado. E sim raízes, transformadas "em serragem, no momento dos testes"; "teor médio de 6% de rotenona" (BASTOS, 1954: 7). FRANÇA (1954) diz ter verificado "que no emprêgo de raízes não podemos empregar um critério rígido dado a diversidade de efeito ictiotóxico apresentado". Ademais, BASTOS (1954) não usou, em seus testes, piranha nem pirambeba. E FRANÇA (1954), — que as utilizou —, não refere em termos numéricos, a suscetibilidade desses peixes à rotenona. Diz apenas que "a piranha, pirambeba e o tucunaré se mostraram mais sensíveis que qualquer outra espécie" (não acrescenta nomes das demais).

Os testes realizados (Tab. 2) foram muito sumários. Objetivaram verificar, principalmente, a suscetibilidade de piranha e pirambeba. E a possibilidade de erradicação seletiva. Este tipo de tratamento foi antes proposto por nós (BRAGA, 1956), baseado em GREENBANK (1941) e BOWERS (1955). Verificou-se que timbó (5% rotenona), em concentra-

TABELA 2. Efeito concentração de timbó em pó (5% rotenona) sobre 7 espécies de peixes (1)

Aquário	Data	N.º de exemplares	Duração do teste (hr)	Timbó p.p.m.	Suscetibilidade dos peixes (em horas) (2)		
					Resistência média	Amplitude de variação	% peixes mortos
D	1 a 3/6/56	2	8.00	1.0	1.17	1.40	100.0
		8			5.07	2.00	100.0
		6			0.32	0.09	100.0
		10			0.30	0.08	100.0
A	4/6/56	6	18.00	2.0	3.00	1.30	100.0
		7			∞	∞	0.0
		10			1.20	0.50	100.0
		4			0.39	0.05	100.0
		5			0.32	0.09	100.0
C	6/6/56	4	20.00	3.0	1.10	0.10	100.0
		4			14.00	∞	75.0
		5			1.10	0.20	100.0
		5			0.24	0.08	100.0
		5			0.22	0.04	100.0
		10					0.0
B	8/6/56	2	20.00	4.0	0.50	0.05	100.0
		3			∞	∞	0.0
		5			0.20	0.10	100.0
		5			0.17	0.05	100.0
		5					
A	9 a 10/6/56	6	15.00	5.0	1.19	0.40	100.0
		12			2.52	2.25	100.0
		6			11.43	∞	83.3
		10			0.45	0.10	100.0
		5			0.25	0.05	100.0
		5			0.13	0.03	100.0

(1) Testes realizados no Pósto de Piscicultura de "Lima Campos", Icó, Ceará.

(2) Considerada morte aparente; estado de "distress"; peixe plancheado (IHERING, 1933).



ções de 1 a 5 p.p.m., mata piranha e pirambeba muito rapidamente (média de 13 a 32 minutos). Porém nessas concentrações, exemplares de 3 outras espécies de peixes pereciam antes de 14 horas. Também, que é muito variável, a suscetibilidade individual, como mostraram MOORMAN & RUHR (1951), BASTOS (1954), etc. E que alguns peixes apenas temporariamente flutuam na superfície da água. Particularmente, verificamos nos testes com acará e apaiari. Igualmente conhecido é que nem todo peixe após morrer vem à superfície (BROWN & BALL, 1942; MOORMAN & RUHR, 1951; CHANCE, 1952).

### ROTEIRO DA EXPEDIÇÃO

BRAGA (1961) concluiu o trabalho de reconhecimento em 3/10/56. 23 dias após iniciou-se a etapa de tingujamento. Contudo, afastou-se a pretensão de concluí-la em 1956. Mesmo estando já pronto "escama-peixe" de emergência (Fig. 7) no Açude "Poço da Cruz". A interrupção do trabalho teve lugar em 15/12/56. E deveu-se a (1) iminência de trovoadas, e (2) carência de recursos (máxime, pessoal técnico).

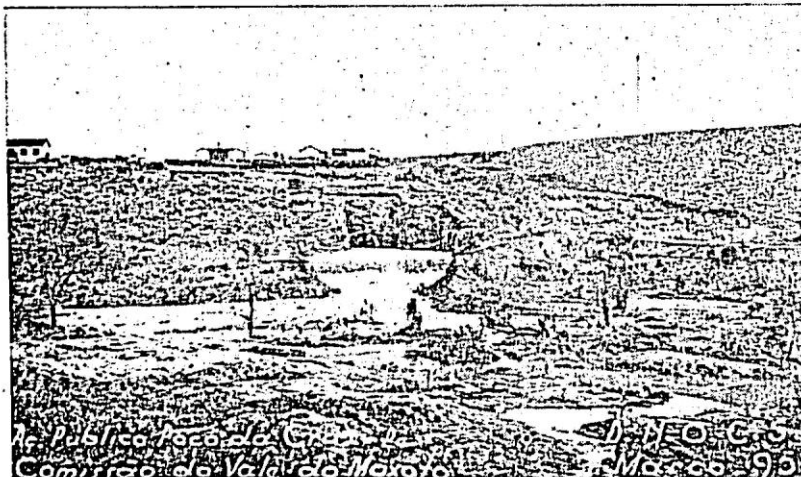


Fig. 7 — "Escama-peixe" de emergência a jusante do túnel do Açude "Poço da Cruz" (Gentileza Foto "Crispim", Arcoverde, Pernambuco).

Em 1956, apenas alguns trechos de vertentes foram "cobertos" em definitivo. Possibilitaram-no 5 dos 11 "escama-peixes" assinalados por BRAGA (1961). O trabalho realizado em 1956 consta da Tabela 3. Foi feito em 5 trechos de rios e compreendeu 13,8 por cento do total do tingujamento. PINTLER & JOHNSON (1958), tingujaram, também, por etapas.

TABELA 3. Cobertura realizada em 1956, a montante de "escama-peixes" já existentes. Dados, trechos "cobertos" e distâncias percorridas

Data	Vertentes trabalhadas			Distâncias percorridas (Km)			
	Rio	Trecho (1)	"Escama-peixe" usado (2)	Curso principal	Tributários	Total	% sobre cobertura total (1956/57)
26/10 a 12/11/56	Boqueirão	Nascentes — Açude "Cachoeira"	Sangradouro açude	23,118	20,539	43,657	85,285
4 a 6/11/56	Tereza	Nascentes — Fazenda "Tereza"	Cachoeira "Tereza"	10,141	17,611	27,752	75,133
28 e 30/11/56	Barriguda	Nascentes — Fazenda "Barriguda"	Sangradouro açude	15,104	86,565	101,669	81,622
11/12/56	Piutá	Riacho do Tigre	Barragem-vertedouro	21,295	48,408	69,703	26,156
14/12/56	Custódia	Nascentes — Fazenda "Can galhas"		4,177	18,976	23,153	34,115
TOTAL				73,835	192,099	265,934	13,887

(1) Inclusive tributários.

(2) Ver BRAGA (1961:26).



TABELA 4. Rios e riachos "cobertos", datas de cobertura, tempo empregado e distâncias percorridas (1955/57)

Rios (1)	Vertentes "cobertas"		Datas de cobertura			Tempo em- pregado (dias)	Distâncias percorridas (Km)			%
	Afluentes (n.º)	Sub- Afluentes (n.º)	Início	Término	Rios		Tributários	Total		
MOXOTO	66	619	5/ 6/57	13/ 9/57	2	127,433	307,669	435,102	22,721	
MOXOTO (2)	5	4	9/ 9	13/ 9	5	84,012	13,981	97,993	5,118	
Mei	9	12	27/ 8	6/ 9	10	88,022	104,640	192,662	10,961	
Piutá	12	89	11/12/56	3/ 9	11	84,264	182,222	266,486	13,917	
Urubu	1	1	26/ 8/57	28/ 8	2	27,692	14,291	41,983	2,192	
S. Antônio	1	1	4/ 9	4/ 9	1	23,858	6,858	29,858	1,560	
Gerimalta	3	4	30/ 7	1/ 8	3	16,776	16,110	32,886	1,718	
Feliciano	3	5	19/ 7	24/ 7	5	30,888	16,968	47,856	2,500	
Custódin	8	32	14/12/56	21/ 8	9	37,394	53,625	91,019	4,753	
Várzea Grande	20	37	18/ 7/57	17/ 8	23	57,351	141,686	199,037	10,394	
Salgado	12	36	8/ 7	26/ 6	9	36,352	96,417	132,769	6,933	
Serece	7	162	17/ 6	27/ 6	7	28,468	106,103	134,517	7,028	
L'arriguda	22	98	28/11/56	4/ 7	6	24,794	99,766	124,560	6,504	
Boqueirão	3	27	27/10	19/ 6	15	27,136	24,053	51,189	2,673	
Tereza	2	87	4/11	11/ 6	5	15,017	21,920	36,937	1,928	
<b>TOTAL</b>	<b>174</b>	<b>1.114</b>	—	—	<b>153</b>	<b>707,457</b>	<b>1.205,451</b>	<b>1.914,908</b>	<b>100,000</b>	

(1) Ordem a partir do Açude "Poço da Cruz".

(2) Não incluído tingujamento do Açude "Poço da Cruz".

O tingujamento foi reiniciado em 5/6/57; não bem acabara ainda o inverno. Foi concluído, em toda a bacia hidrográfica, em 13/9/57. Em definitivo (com tingujamento do Açude "Poço da Cruz") dia 1/10/57. Portanto, em 5 meses 16 dias. Mais do dobro do tempo previsto por BRAGA (1956). PINTLER & JOHNSON (1958), tratando "286 miles of stream" (460,271 km) trabalharam 3 anos. A tabela 4 dá "cobertura" realizada em 1956/57, datas do trabalho e tempo dispendido.

Segundo BRAGA (1961), muitos tributários não foram reconhecidos em 1956. Então, foram considerados de somenos. Em 1957, porém, por questão de segurança, foram percorridos. Reciprocamente, vários tributários reconhecidos não foram examinados em 1957. Prevaleceram (1) conhecimento prévio e pessoal dessas vertentes, (2) existência de "escama-peixes" naturais, (3) barragens ou açudes sem peixes. Nesta etapa do trabalho examinamos 1.288 tributários, contra 103 referidos por BRAGA (1961). O mapa (particularizado) de XAVIER, MONTEIRO F.<sup>o</sup> & LINS (1941), usado por BRAGA (1961), quase não foi manuseado em 1957. Durante o reconhecimento organizou-se croquis de cada rio. E a experiência ganha nos auxiliou demais. No decorrer do trabalho foram instalados 14 acampamentos (incluído "Poço da Cruz"), 3 em 1956 e 11 em 1957.

A tabela 5 refere "cobertura" feita por mês, média diária de quilômetros percorridos e rios trabalhados em cada mês. Agosto, 1957, foi o mês de maior produção diária. Vê-se também terem sido percorridos . . . . 1.914,908 km de vertentes, tratados 15 rios e 1.288 afluentes e subafluentes.

TABELA 5. Distâncias "cobertas" por mês, com média em km. Percentagem acumulada e número de rios trabalhados.

Ano/mês	Cobertura em km			
	Distâncias percorridas	Média diária	% acumulada	N.º rios trabalhados
<b>1956</b>				
Outubro	43,657	10,914(1)	2,279	1
Novembro	129,421	21,570	9,038	2
Dezembro	92,856	46,428	13,888	2
<b>1957</b>				
Junho	412,788	17,948	35,445	5
Julho	383,085	14,189	55,451	6
Agosto	526,714	18,162	82,956	7
Setembro	326,387	32,638	100,000	5
<b>TOTAL</b>	<b>1.914,908</b>	<b>Média 18,960</b>	—	—

(1) Não incluídos 10 dias, gastos com preparativos e tingujamento do Açude "Cachoeira"

### ERRADICAÇÃO NA BACIA HIDROGRÁFICA

O trabalho foi primeiro realizado na bacia hidrográfica. Obviamente, houve vantagens. Possibilitou o tratamento do Açude "Poço da Cruz" com menor volume d'água. E ensejou, também, trabalho por etapas. Datas do tratamento constam das Tabelas 3 e 4. Em 1956, erradicação abrangeu trechos altos (Tab. 3), demasiado secos. Em parte de acôrdo com asserção de VIEIRA (1938) (cit. *in* BRAGA, 1961: 13). Apenas 32 coleções d'água foram tratadas. Isto em 265,934 km de vertentes. Média de uma coleção para cada 8.310, 5 m de distância. Tais coleções foram 27 poços & bebedouros e 5 açudes. Todos com área e volume conhecidos (levantados na etapa de reconhecimento). Isto é, 472.821 m<sup>2</sup> e 549.840,20 m<sup>3</sup> d'água. Foram gastos 1.612,507 kg de timbó).

Entre os açudes destacou-se em importância o "Cachoeira" (Rio Boqueirão). Características hidráulicas do mesmo encontram-se em VIEIRA (1934:274; 1935:57-58). Seu tingujamento teve lugar em 10 a 12/10/56. O açude acumulava então 548.328 m<sup>3</sup> d'água; superfície inundada de 246.728 m<sup>2</sup>. Prêviamente sondado, tinha pontos com 3-5 m de profundidade. Foi a maior coleção d'água tratada na bacia hidrográfica. Necessitou 1.600 kg de timbó (5% rotenona). Concentração de 2,9 (3 p.p.m.). Empregaram-se, no trabalho, 12 embarcações e 140 pessoas.

Em 1957, 3.030 outras coleções d'água foram "cobertas". Total, nos 2 anos, atingiu 3.062. Sendo, 2.678 com timbó, 328 com dinamite e 56 com timbó e dinamite, simultâneamente. Acharam-se distribuídas em 1.648,974 km de vertentes. Média de uma coleção para cada 538 m em distância. Classificação dessas coleções, número e percentagens são referidos na Tabela 6. BRAGA (1961) encontrou 2.643 coleções d'água. Menos 419 (13,6 por cento) que neste trabalho. Diferença deveu-se, principalmente, ao fatôr inverno, maior em 1957.

TABELA 6. Coleções d'água "cobertas" em 1956/57

Categoria	Tingujadas	Dinamitadas	Dinamitadas Tingujadas	Total	%
Açudes & barragens	52	187	14	223	7,282
Banhados (1)	1.068	4	5	1.077	35,174
Bebedouros & cacimbas	107	82	3	192	6,270
Poços	1.451	85	34	1.570	51,274
TOTAL	2.678	328	56	3.062	100,000

(1) Consideramos como tais, poços muito compridos e rasos. Incluídos vários trechos de água corrente.

Das coleções tratadas em 1957 só 12 foram levantadas (5 açudes e 7 poços). Motivaram-no (1) pequeno volume de muitas coleções, (2) elevado

custo do trabalho, (3) dificuldade de pessoal especializado, e (4) carência de tempo. Volume d'água "coberto", na bacia hidrográfica, não foi totalmente calculado. Contudo, estimou-se em 1.500.000 m<sup>3</sup>. Área inundada foi de, aproximadamente, 218 ha. Profundidade das coleções d'água foi muito variável. Porém, exceto no Açude "Cachoeira", não excedeu 4 m. Nas 2.734 coleções d'água tingujadas, a expedição empregou 5.751 kg de timbó. Concentração variou em torno de 5 p.p.m., tal como fizeram GEAGAN & DAVIS (1958). Resolveu-se, exceto nos açudes "Cachoeira" e "Poço da Cruz", adiar a idéia de erradicação absolutamente seletiva. Isto nos pareceu temerário. Tanto pelos resultados dos testes realizados, como por uma série outra de fatores.

Com efeito, a Operação de Reconhecimento demonstrou, sobejamente, a extensão do trabalho. E, de igual modo, a carência de recursos disponíveis. Também, o pouco valor econômico dos peixes existentes (BRAGA 1961:21). Erradicação seletiva não só é difícil quão demorada. E melhor aplicável a áreas restritas. Exige que o volume d'água tratado seja exatamente conhecido. E um espriamento de timbó muito uniforme. Também, o contrôle o mais aproximado possível, da concentração de rotenona presente na água durante o tratamento (POST, 1955). Consideramos ainda, (1) uso de timbó demorada e inadequadamente armazenado, (2) dureza da água, referida por BRAGA (1961), (3) impossibilidade de aguardar resultado total de cada tingujamento, (4) coleções sujas ou obstruídas, (5) possibilidade de recuperação de peixes momentaneamente atingidos pela rotenona, (6) facilidade de repovoamento com espécies desejáveis. BOWEKS (1955), fazendo erradicação seletiva de "gizzard shau" (*Dorosoma cepedianum*), usou concentração de apenas 0,10 p.p.m. Porém, informa que "time alone will tell whether the total population of shad was eliminated". E GEAGAN (1955: 5), que pensava erradicar seletivamente a mesma espécie, decidiu "that a total kith restocking would be more effective". Fora desse propósito, todavia, elevadas concentrações têm sido usadas. PINTLER & JOHNSON (1958:98) empregaram "a minimum concentration of slightly more than 9.2. parts per million... of 5 percent cube powder".

A tabela 7 dá número global de coleções d'água tratadas em cada um dos rios (com respectivos tributários), a montante do Açude "Poço da Cruz". Maior percentagem (29,8 por cento) de coleções foi encontrada no Rio Moxotó (principal). Seguiram-se os rios Várzea Grande e Salgado (10,19 por cento). BRAGA (1961) encontrou, em 1956, maior dispersão d'água nos rios Moxotó e Várzea Grande. A situação alterou-se algum tanto. Não só houve maior dispersão d'água pelos diversos rios. Mas ocorreu, também, mudança de localização de muitas coleções. Isto foi constatado pela numeração deixada ao lado das mesmas.

TABELA 7. Coleções d'água "cobertas", por sistema hidrográfico, em 1956/57.

Sistema (1)	Tinguijadas	Tinguijadas-Dinamitadas	Dinamitadas	Total	%
Moxotó	808	27	79	914	29,850
Cupily	191	—	10	201	6,565
Mel	230	1	12	243	7,936
Piutá	202	1	24	227	7,413
S. Antônio	6	—	1	7	0,229
Urubu	12	3	9	24	0,783
Custódia	109	—	13	122	3,985
Gerimatalha	9	3	2	14	0,458
Feliciano	65	2	20	87	2,841
Várzea Grande	573	5	73	651	21,260
Barriguda	33	3	3	39	1,274
Salgado	265	3	44	312	10,190
Tereza	64	1	—	65	2,122
Serecê	90	6	36	132	4,310
Boqueirão	21	1	2	24	0,784
TOTAL	2.678	56	328	3.062	100,000

(1) Considerado isoladamente cada rio.

TABELA 8. Coleções d'água exclusivamente tinguijadas

Sistema	Rios e Riachos (R; Rch.)								Total	%
	Açudes & Larragens		Banhados		Bebedouros & Cacimbas		Poços			
	R	Rch	R	Rch	R	Rch	R	Rch		
MOXOTÓ	6	6	249	16	27	2	459	43	808	30,171
Cupily	2	1	167	4	2	—	14	1	191	7,132
Mel	2	5	158	23	1	5	16	20	230	8,589
Piutá	—	2	82	9	13	3	87	6	202	7,542
S. Antônio	—	—	2	—	2	—	2	—	6	0,224
Urubu	—	—	2	—	3	1	6	—	12	0,449
Custódia	4	1	33	5	2	—	57	7	109	4,071
Gerimatalha	2	—	—	—	—	—	7	—	9	0,336
Feliciano	1	—	2	—	—	—	62	—	63	2,428
Várzea Grande	4	5	207	47	17	10	152	131	573(1)	21,396
Barriguda	—	—	10	—	1	—	21	1	33	1,232
Salgado	1	6	36	5	3	—	143	71	265	9,896
Tereza	1	1	2	—	2	1	57	—	64	2,389
Serecê	—	—	9	—	4	—	69	8	90	3,361
Boqueirão	—	2	—	—	7	1	11	—	21	0,784
TOTAL	23	29	959	100	84	23	1.163	288	2.678	100,000

(1) Mais 1 lagoa, no lado do rio.

Das 3.062 coleções d'água referidas, 2.678 (87,4 por cento) foram tratadas exclusivamente com timbó (Tab. 8). Sendo, 52 açudes e barragens; 1.068 banhados; 107 bebedouros e cacimbas; e 1.451 poços. Maior percentagem coube a poços e banhados (94,0 por cento). Açudes e barragens constituíram apenas 1,9 por cento. E exceto o "Cachoeira" (Rio Boqueirão), todos acumulavam pouca água. Tinguijaram-se 2.029 (75,7 por cento) coleções nos rios; e 649 (24,3 por cento) em riachos (afluentes).

Além das coleções mencionadas na Tabela 8, mais 56 outras foram simultaneamente tinguijadas e dinamitadas (Tab. 9). Isto é, 14 açudes (25,0 por cento), 39 poços e banhados (69,6 por cento) e 3 bebedouros (5,4 por cento). Em geral, tais coleções foram as maiores trabalhadas em sua classe.

Trezentas e vinte e oito coleções d'água (10,7 por cento) não foram tinguijadas. Relativamente a açudes, (que constituíram maioria) vários motivos determinaram o não tinguijamento. Entre êles, (1) criteriosa tradição de inexistência de piranhas, (2) resultado negativo na exploração feita por BRAGA (1961), (3) não ocorrência de sangria, em 1957; (4) presença de obstáculos seguros ao acesso de piranhas. Sem contar, também, que a maioria desses açudes ficava em tributários menores, inacessíveis a muitos peixes dos rios. Contudo, tiros de dinamite foram feitos nessas águas (Tab. 10). E objetivaram reexame de amostra de população.

Uso de dinamite não se mostrou vantajoso, para erradicação propriamente dita. Não permite eliminação seletiva ou semi-seletiva. Destroi principalmente alevinos e pequenos peixes. Faz perigar (se mal atirada à água) paredes de açudes e barragens; além do risco de sérios acidentes. No mínimo, seu manuseio continuado provoca dor de cabeça e enjôos. Como dizem DU PLESSIS & COMBRINCK (1947:13), "...dynamiting of waters is a highly technical and expensive operation, possible in isolated cases only". Como coadjuvante, em erradicação, dinamite pode ser empregada com vantagem. Também, para fins correlatos. BRAGA & OLIVEIRA (1950), utilizaram-na, no Rio S. Francisco, para coleta de matrinhã, *Brycon*. E TRAVASSOS (1957:24), para coleta de outros peixes, "pequenas bombas usadas nas festas juninas..." Relativamente ao manuseio de timbó, notaram-se vários casos de reações alérgicas. Delas bastante acentuadas. Também, menores efeitos, tais como dores de cabeça, enjôos, etc. PINTLER & JOHNSON (1958) relatam vários outros sintomas.

O número médio de coleções tratado, por dia, foi variável. Em 1956, menos de 1 (0,64); em 1957, média de 31,9. Pouco mais que a média de coleções levantadas por BRAGA (1961). A média de 1956 exprime bem a carência d'água no 4.º trimestre daquele ano. Entrementes, dificuldades várias impediram maior rendimento.

TABELA 9. Coleções d'água tingujadas-dinamitadas

Sistema	Rios e Riachos (R; Rch.)								Total	%
	Açudes & Barragens		Banhados		Bebedouros & Cacimbas		Poços			
	R	Rch	R	Rch	R	Rch	R	Rch		
MOXOTO	1	2	2	1	—	—	12	9	27	48,214
Cupity	—	—	—	—	—	—	—	—	—	.....
Mel	—	1	—	—	—	—	—	—	1	1,786
Piutá	—	1	—	—	—	—	—	—	1	1,786
S. Antônio	—	—	—	—	—	—	—	—	—	.....
Urubu	—	2	—	—	—	1	—	—	3	5,357
Custódia	—	—	—	—	—	—	—	—	—	.....
Gerimatalha	1	—	—	—	—	—	2	—	3	5,357
Feliciano	—	—	—	—	1	—	1	—	2	3,572
Várzea Grande	—	1	—	—	—	—	2	2	5	8,928
Barriguda	1	—	2	—	—	—	—	—	3	5,357
Salgado	—	2	—	—	1	—	—	—	3	5,357
Tereza	—	—	—	—	—	—	1	—	1	1,786
Serecé	1	—	—	—	—	—	3	2	6	10,714
Boqueirão	1	—	—	—	—	—	—	—	1	1,786
<b>TOTAL</b>	<b>5</b>	<b>9</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>21</b>	<b>13</b>	<b>56</b>	<b>100,000</b>

TABELA 10. Coleções d'água exclusivamente dinamitadas

Sistema	Rios e Riachos (R; Rch.)								Total	%
	Açudes & Barragens		Banhados		Bebedouros & Cacimbas		Poços			
	R	Rch	R	Rch	R	Rch	R	Rch		
MOXOTO	6	22	1	—	12	10	10	18	79	24,085
Cupity	5	3	—	—	1	1	—	—	10	3,049
Mel	—	12	—	—	—	—	—	—	12	3,659
Piutá	3	10	—	—	1	9	—	1	24	7,718
S. Antônio	1	—	—	—	—	—	—	—	1	0,304
Urubu	5	—	—	—	4	—	—	—	9	2,743
Custódia	2	4	—	—	7	—	—	—	13	3,963
Gerimatalha	1	—	—	—	—	—	—	1	2	0,610
Feliciano	8	—	—	—	—	—	12	—	20	6,098
Várzea Grande	4	37	—	3	5	11	2	11	73(1)	22,257
Barriguda	1	2	—	—	—	—	—	—	3	0,914
Salgado	5	17	—	—	3	1	7	11	44	13,414
Tereza	—	—	—	—	—	—	—	—	—	.....
Serecé	6	3	—	—	15	2	1	9	16	10,976
Boqueirão	—	—	—	—	—	—	2	—	2	0,610
<b>TOTAL</b>	<b>47</b>	<b>110</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>48</b>	<b>34</b>	<b>34</b>	<b>51</b>	<b>328</b>	<b>100,000</b>

(1) Mais 1 lagoa.



Tal como ocorreu em 1956 (BRAGA, 1961), coleções houve cujo tingujamento foi precedido de rigorosa limpeza. Tanto pela existência de excessiva vegetação; como, também, por conterem algumas, touceiras de espinhos. Estes eram, não raro, introduzidos previamente na água por proprietários. Máxime no intuito de impedir pescarias ou obstruir este trabalho. Sonegação de coleções d'água foi menos freqüente nesta que na 1.<sup>a</sup> expedição (BRAGA, 1961). Porém, ocorreram casos de obstinada resistência ao tingujamento. Contrariamente, GEAGAN & DAVIS (1958: 14) relatam que, no controle de peixes daninhos no Lago *Cane River* (Louisiana), "the money to buy rotenone... came", em grande parte, "from public donations".

### ERRADICAÇÃO NA BACIA HIDRAULICA

A bacia hidráulica foi a última coleção (7) tratada. O trabalho teve lugar entre 26 a 29/9/57. Nove dias após cobertura dos afluentes. O Açude "Poço da Cruz" acumulava, então, 1.643.850 m<sup>3</sup> d'água. Inundava uma área de 777.100 m<sup>2</sup>. Profundidade máxima era de 8,40 m. (Nas cheias de 1957 — quase 300.000.000 m<sup>3</sup> d'água — passaram pelo túnel. Comportas do açude não estavam ainda assentadas).

Preparativos foram executados para o tingujamento. Entre eles, (1) apronto de equipamento (embarcações, motores de pôpa, vasilhame, etc.), (2) demarcação de secções de trabalho, (3) sondagens e marcação de pontos perigosos a embarcações e locais vadiáveis, (4) instalações de barracas (Fig. 8), etc. Embarcações foram empregadas num total de 18 (14 canoas,



Fig. 8 — Instalações provisórias levantadas, durante o tingujamento (Gentileza de Cinegráfica Norte do Brasil, Fortaleza, Ceará).

(7) No caso, considerada somente a água então represada pela barragem do açude. Demais coleções da bacia hidráulica estão incluídas no Cap. "Erradicação na Bacia Hidrográfica".

3 botes equipados com motor de pôpa, 1 prancha-flutuante para recolhimento de peixes mortos).

Trabalho foi realizado sob favoráveis condições atmosféricas. Sobre tudo, não houve chuvas, fator bastante negativo neste tipo de trabalho. Chuva reduz a concentração de rotenona (PINTLER & JOHNSON, 1958) e dificulta o espraiamento. Também, temperatura do ar e insolação não foram elevadas. Contudo, forte vento ocorreu durante parte do período de envenenamento, embora, apenas em algumas horas do dia (10 a 15 h, em geral). Tal fato tornou custoso o contrôlo das embarcações a remo. E, não raro, conturbou a derrota e velocidade das mesmas. De resto, não houve maiores dificuldades no espraiamento de timbó. As sinalizações feitas foram de muita efetividade. E inestimável a experiência obtida, por grande parte do pessoal, no tingujamento da bacia hidrográfica.

A temperatura da água manteve-se entre 27,0 a 30,0°C. Dentro de limites favoráveis para emprêgo de rotenona. KRUMHOLZ (1948) dá, como boa temperatura, 75°F (23,9°C) ou mais. CHANCE & MILLER (1952: 216), "70°F or more". Como dizem BROWN & BALL (1942:270), "rotenone is not as effective when used in water low temperature". Outros fatores mais influem sobre toxicidade da rotenona. Tais como, turbidez da água, alcalinidade (CLEMENS & MARTIN, 1953), dureza (KRUMHOLZ, 1948), etc. Relativamente à turbidez, água do açude tinha boa visibilidade por ocasião do trabalho. Quanto a condições químicas não foram então verificadas. Contudo, indicação neste sentido é encontrada em BRAGA (1961:11).

O tingujamento demorou 3,5 dias. Ou mais exatamente, 35 horas. Um total de 112 pessoas (392 homens/dia) atuou diretamente no trabalho. Este compreendeu diferentes atividades. Inclusive um grupo reserva esteve à disposição. Pretendeu-se evitar a mínima perda de tempo. Pois, teve-se em conta (1) dissipação da rotenona, (2) eventualidade de más condições climáticas, (3) possibilidade de acidentes e (4) limitada disponibilidade de tempo-pessoal. Quanto à dissipação da rotenona na água, é ponto muito controvertido. Entre outros autores, HAMILTON (1942: cit. *in* BROWN & BALL, 1942:272), "reported the quick desintegration of the poison". Já SMITH, 1940, 1941 (cit. *in* BROWN & BALL, 1942:272) refere que "in the Nova Scotian Lake it remained toxic for 30 days". Pessoalmente, fazemos experiências neste sentido.

Começou-se o trabalho de tingujamento pelo fim da reprêsa. Isto é, nos trechos mais rasos e de água mais tranqüila; onde a concentração desejada poderia ser logo alcançada. Também em ordem a forçar o peixe, continuamente, dos locais profundos para os pontos tingujados. E, de igual modo, a ficar-se cada vez mais próximo da barragem (concentração

de recursos). Espraçamento foi feito, subseqüentemente, por secções (área variável). E de modo simultâneo, nas partes rasas e profundas. O espraçamento manual (com sacos) mostrou-se muito laborioso. E, certamente, pouco prático para obtenção de concentração uniforme de rotenona. Em grandes áreas o processo exige numeroso pessoal, o que é, sem dúvida, dispendioso e maçante. Ademais, como notaram BERRY & LARKIN (1954: 14), "the person releasing the suffered from keeping his hands submerged in cold water for long periods". Contudo, o processo nos parece aceitável em coleções de pequena superfície (poços, p.ex.). Máxime, dentro de rios onde a condução de equipamento se torna difícil. A distribuição de timbó no fundo da água (distribuição de profundidade) revelou-se relativamente satisfatória. Não obstante, (1) reduzido número de botes disponíveis, equipados com mangotes, e (2) alta profundidade da água, em muitos pontos (até de 8,40 m). Esta questão, todavia, não constituiu problema. Adotamos, nos trechos mais profundos, (1) mangotes longos e com desejável variação, (2) concentrações elevadas, e (3) re-tratamento maciço. Tal conduta visou impedir (1) chegasse a rotenona ao fundo da água em concentrações subletais e (2) grandes soluções de continuidade nesse tratamento. BROWN & BALL (1942) chamaram a atenção para a primeira alternativa. Cuidouse, também, de afugentar piranhas dos trechos profundos, providos de refúgios. Grandes bombas (dinamite) foram detonadas nesses pontos (Fig. 9). Presume-se tenham surtido o efeito desejado, dados grandes desloca-

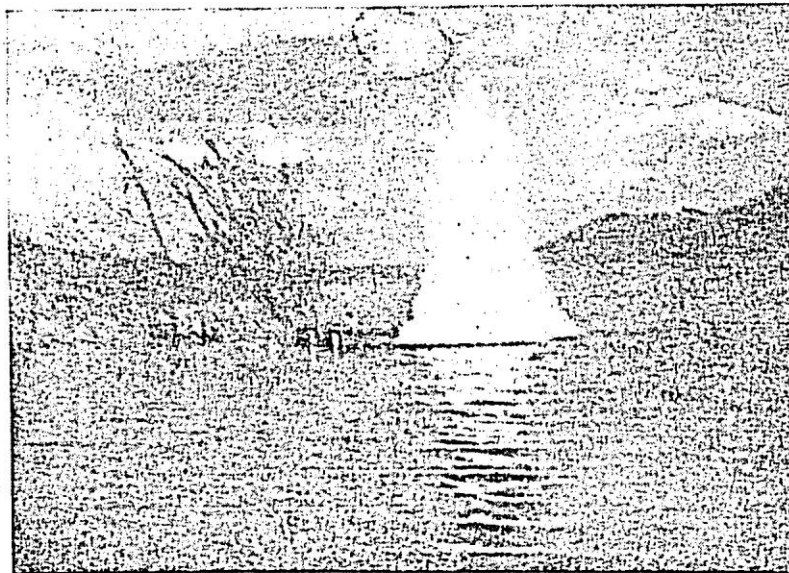


Fig. 9 — Explosão de dinamite num suposto refúgio de piranhas.

mento e som produzidos. Este, como é sabido, encontra na água ótimo condutor. Sem embargo, piranhas são peixes nervosos (MYERS, 1949) e, em natureza, não muito quietos.

Nas áreas onde houve qualquer dúvida, quanto à efetividade do trabalho, o tratamento foi repetido. O mesmo se fez, de modo ligeiro, e no último dia de trabalho, em todo o perímetro da água, numa faixa de 10 m da periferia para o centro. Foram gastos no açude, 4.000 kg de timbó em pó (5 e 8% rotenona); 80 sacos de 50 kg. A concentração média foi de 2,4 p.p.m. Três dias após o tinguijamento, este foi testado com bombas, e posteriormente, revisado (V. Revisões). Exceto piranha e pirambeba, as demais espécies ictiológicas do açude foram assinaladas, em menor ou maior abundância. Uma só bomba (3 cartuchos; peso total 400 g) matou 279 exemplares adultos de *curimatã-comum* (sem contar os que baixaram ao fundo). O trabalho, tal como o do Açude "Cachoeira", foi especificamente seletivo. Neste último açude, porém, *tucunaré* foi também eliminado.

## PEIXES

Nas 3.063 coleções d'água "cobertas" (inclusive o Açude "Poço da Cruz") registramos peixes em 2.135 (69,7 por cento). Ausência de ictiofauna, em 429 (14,0 por cento). (Nas restantes 499 — 16,3 por cento — peixes mortos não foram anotados). BRAGA (1961) encontrou peixes em 97,2 por cento das coleções reconhecidas.

Na bacia hidrográfica foram assinaladas 28 espécies de peixes. O mesmo número verificado por BRAGA (1961). Contudo, das espécies antes referidas, não foram notados peixe-nuvem, *Cynolebias porosus* Steind., 1876; nem peixe-rei (*Characidium*) Tampouco, tanto quanto se pode distinguir, não mais que uma espécie de piranha "verdadeira", *Serrasalmus*. Reciprocamente, surgiram, no tinguijamento, acará, *Cichlasoma bimaculatum* (poços dos rios) e pacu, *Myleus* (Açude "Cachoeira"). Estas 2 espécies não foram assinaladas por BRAGA (1961).

Em geral não houve, exceto nos açudes "Cachoeira" e "Poço da Cruz", grande preocupação de registrar, integralmente, todas as espécies de peixes surgidas nos tinguijamentos. Sobretudo, depois de assinalados piranha e pirambeba. O fator tempo principalmente nos impediu. Entrementes confirmou-se a pobreza em espécies e indivíduos. Também, como antes se constatou, a população ictiológica era composta mais por "forage-fish". A incidência de "game-fish" foi menor. Principalmente na bacia hidrográfica. Não tanto em espécies, como em magnitude (Tabela 11).

Tabela 11. Incidência da população de peixes na bacia hidrográfica do Açude "Poço da Cruz", sob tratamento com rotenona

Peixes (Nome vulgar) (1)	N.º	%	% acumulada
<b>"Game-fish" &amp; "pan-fish"(2):</b>			
Acara-zebu	64	1,400	1,400
Apatari	1	0,021	1,421
Beiru	248	5,421	6,842
Cangati	3	0,066	6,908
Curimatã	242	5,290	12,198
Curimatã-pacu	1	0,021	12,209
Mandi	8	0,175	12,394
Pacu	1	0,021	12,415
Piáu comum	735	16,070	28,485
Tucunaré comum	1 1.304	0,021	28,506
<b>"Forage-fish":</b>			
Acará comum	65	1,421	29,927
Carí	36	0,788	30,715
Canivete	150	3,280	33,995
Charutinho	126	2,754	36,749
Dora	93	2,033	38,782
Guarú	164	3,585	42,367
Muçu(3)	2	0,044	42,411
Peltuda	25	0,547	42,958
Piaba	1.979	43,267	86,225
Sarainha	9 2.649	0,197	86,422
<b>"Rough-fish":</b>			
Piranha	6	0,131	86,553
Pirambeba	196	4,286	90,839
Traira	419 621	9,161	100,000
<b>TOTAL</b>	<b>4.574</b>	<b>100,000</b>	<b>.....</b>

(1) Nomes científicos in BRAGA (1961:21). Curimatã pacu, "Prochilodus marginatus" (Walbaum, 1792); Pacu, "Myleus".

(2) Classificação arbitrária. Conceito geral.

(3) Ordenado como "forage-fish" por dificuldade de conceituação.

Focos de *Serrasalminae* foram numericamente escassos. Piranha surgiu somente em 6 coleções d'água (de 928 com resultados observados). Frequência bastante inferior à assinalada por BRAGA (1961). Incidiu, também, apenas em 2 rios (Moxotó e Cupity — Tabela 12). Os mesmos em que foi encontrada em 1956. Pirambeba incidiu em 196 coleções d'água; 36,0 por cento menos que em 1956. Todavia, muito maior foi a dispersão no sistema. Ao invés de 6, ocorreu em 10 rios. Atribui-se o fato às grandes cheias de 1957 (21,1 vezes maior que as de 1956). E algum tanto, também, à existência de desovas em muitos focos, no intervalo entre os 2 trabalhos (reconhecimento e tingujamento). Evidentemente, alevinos de pirambeba foram encontrados em abundância, sob a ação de rotenona.

Relativamente à menor freqüência de *Serrasalminae*, deveu-se à construção do “escama-peixe” a jusante do túnel do Açude “Poço da Cruz” (BRAGA, 1961). A execução prévia de tal obra foi, sem dúvida, vantajosa. Pois impediu, em 1957, o acesso de *Serrasalminae* ao açude (bacias hidráulica e hidrográfica). Impossibilitou, portanto, o acréscimo ou estabilização da população de piranhas.

TABELA 12. Incidência de “*Serrasalmus*” na bacia do Açude “Poço da Cruz”, sob tratamento com rotenona

	Piranha		Pirambeba		Total	%
	Poços & Bebedouros	Açudes	Poços & Bebedouros	Açudes		
MOXOTO	2	1(1)	109	1	113	55,94
Cupity	3	—	12	—	15	7,47
Mel	—	—	8	—	8	3,95
Pitá	—	—	28	—	28	13,86
Custódia	—	—	4	—	4	1,98
Harriguda	—	—	—	1	1	0,49
Salgado	—	—	—	1	1	0,49
V. Grande	—	—	30	—	30	14,84
Serecé	—	—	1	—	1	0,49
Boqueirão	—	—	—	1	1	0,49
TOTAL	5	1	192	4	202	100,00

(1) Açude “Poço da Cruz”.

Nos biótipos referidos na Tabela 12, *Serrasalminae* não predominava. Exceto pirambeba, em alguns poços do Rio Moxotó. PAIVA (1958:252), falando sobre predatismo de piranhas e pirambebas, nos açudes do Nordeste brasileiro, diz não conhecer “nenhum caso em que tenham se tornado os únicos componentes da fauna ictiológica nestes ambientes”. Desconhecemos, também, tal fato. E não sabemos mesmo quem o refira. Pois, simplesmente é raríssimo entre peixes. Todavia, acentuado predomínio dessas *Serrasalminae* tem sido notado em açudes, etc. AZEVEDO & MANARINI (1957) constataram, na represa de Americana, São Paulo, que “pirambeba se desenvolve em quantidade a ponto de prejudicar a vida das demais espécies aí existentes”. Em 1958 verificamos, também, espetacular predomínio desta espécie, no açude particular “Dinamarca” (Catolé do Rocha, Paraíba). Tinguindo-o, de modo não seletivo, apanhamos em menos de 2 horas, 2.651 pirambebas, contra somente 30 exemplares de outras espécies (BRAGA, 1958). De 16.123 peixes mortos por timbó, no Açude “Cachoeira”, 11.806 (73,2 por cento) eram pirambebas.



Nos múltiplos tinguijamentos feitos, rotenona mostrou-se extremamente eficiente. Como salientam BROWN & BALL (1942:268) "poisoning with rotenone is the most practical" método de eliminar peixes. Sua ação foi sempre muito pronta. Tão logo se espraia na água, surgiam peixes plancheados ou em "distress". Geralmente antes de concluída a cobertura total da coleção d'água. Ou melhor, cêrca de 10 a 20 minutos após iniciado cada tinguijamento. (BROWN & BALL, 1942, verificaram uma média de 10 minutos). O número de peixes em "distress" mostrou-se sempre maior na 1.<sup>a</sup> hora de trabalho. Após isto, diminuindo seu aparecimento à superfície da água. Ôbviamente, a concentração de rotenona decresce a proporção que mais se dispersa na massa d'água. Os primeiros peixes atingidos pelo tóxico vão morrendo e baixando ao fundo. Além de que outros fogem para locais profundos; ou não tinguijados.

Doutro modo, alguns peixes só momentâneamente vêm à superfície. Outros só o fazem várias horas após a morte; na maioria das vêzes já em decomposição. Ainda outros, jamais vêm à tona. Tais condutas, em alguns aspectos, foram antes constatadas por outros autores (BROWN & BALL, 1942; MOORMAN & RUHR, 1951; CHANCE & MILLER, 1952; etc.). Porém, tanto quanto verificamos neste trabalho, aludidos comportamentos não são atributo de espécies, mas de indivíduos. E parecem depender bastante do método de tinguijamento. Também, "the concentration of rotenone used might affect the number of fish could be recovered" (MOORMAN & RUHR, 1951:149). Certo é que, como salientam êstes autores (*op. cit.*: 151) "heavier dosages may result in a less complete collection of fish". Igualmente, ... "higher concentrations do not give a proportionately greater distance of kill" (BERRY & LARKIN, 1954-14).

Nos muitos tinguijamentos feitos pela Operação, os primeiros a entrar em "distress" eram piabas, guarús e outros pequeninos peixes (jovens ou não). BROWN & BALL (1942) observaram fato semelhante. Relativamente a "minnows and young of the other fish", acham que "may have been due to their greater susceptibility or their location in the lake" *op. cit.*, p. 272). No que se refere a êste trabalho, a 2.<sup>a</sup> hipótese é a mais aceitável. Evidentemente, dos peixes existentes na bacia do Açude "Poço da Cruz" (BRAGA, 1961), piranha e pirambêba foram, felizmente, os mais suscetíveis à rotenona. Embora, outros peixes possam antes dêles entrar em contacto com o tóxico. Verificamo-lo neste como noutros trabalhos de campo. Aliás, houve marcada suscetibilidade nos peixes do Moxotó. PINTLER & JOHNSON (1958) notaram o mesmo no *Russian River Drainage, California*, contrariamente ao que verificaram BROWN & BALL (1942), no *Third Sister Lake*. A resistência do peixe está, igualmente, condicionada à seu pêso.



Observou-se, também, que **cágados** (Quelônio) e **sapos** (Anuro) pereceram em quantidade. **Camarões** (Malacostraca), em reduzido número. Todavia, não constatamos morte de quaisquer animais domésticos. Apesar de terem, muitos dêesses, acesso às coleções d'água, durante e imediatamente após os tinguijamentos. Aliás, não houve reserva a que o fizessem. Muito boato surgiu, no decorrer do trabalho, de que gados haviam perecido envenenados por rotenona. E vacas e ovelhas prenhes, estavam abortando. Não obstante, nenhum caso foi comprovado, sem embargo de nosso interesse em averiguá-lo. E sobretudo da divulgação de indenizar as perdas verificadas. Acérca do assunto, RANGEL (1946:23), citando BOINET (1896), diz que a "dose mínima capaz de causar a morte aos mamíferos é de .. 10 a 125 miligramas por quilo de pêso vivo".

Grande esforço foi feito pela expedição para remover, das coleções d'água, o maior número possível de peixes mortos. (Figs. 10 e 11). Meios foram facilitados a particulares interessados. E nosso próprio pessoal ajudou, parcialmente, nesta limpeza. Peixes eram gratuitamente deixados ao povo (Fig. 12) tal como fez BRAGA (1961). ANÔNIMO (1957:171), refere que no tinguijamento dos Lagos *Blue e Five Island (Iowa, EE. UU.)* "...saleable fish were sold on the basis of competitive bidding". Dificuldades várias foram encontradas. Principalmente inerentes a própria reação dos peixes envenenados. Muitos dêeles não virem à superfície, e outros morrerem durante a noite, foram p. ex., fatores muitos limitativos de captura. No último caso, peixes encostavam às margens no dia seguinte. Porém, muitos já em início de putrefação e outros, marcadamente assinalados por predadores (piranha, traíra, etc.). Piranhas, sob ação de rotenona ou não, atacam peixes em "distress". Tal tipo de predação foi assinalado por KRUMHOLZ (1950), relativamente a outras espécies de peixes. A coleta do peixe morto foi dificultada, também, por plantas aquáticas e capim (*Graminae*) dentro e nas margens das coleções. Segundo KRUMHOLZ (1950:417), "...the recovery of the complete fish population from any body of water following its treatment with rotenone, or other toxic material for that matter, is virtually impossible". Outro fator limitante dessa captura, foi o natural receio de acidentes por piranhas. Felizmente a incidência dêesses foi pequena durante o trabalho. Apesar da quase absoluta desproteção com que entravam n'água operários e particulares. Exceto a amputação de 2 quirodáctilos do dedo indicador direito de um operário (Fig. 13), outros acidentes foram de somenos. GRANGEIRO (1959), no tinguijamento de pequeno açude no município de Sobral, Ceará, registrou "onze pessoas, alheias aos trabalhos... que foram acidentadas por piranhas". E BRAGA (1958 a), refere acidentes em 12 operários, por pirambêba.

Todavia, o mais sério fator com que se lutou para remoção do peixe morto foi a falta de pessoal. Tivemos de contar quase inteiramente com voluntários. E esses não demonstraram grande interesse pelo peixe. Uns por não necessitarem seguramente; outros por mera negligência; e, ainda outros, por “medo de morrer envenenados” (sic). Muita gente, todavia, nos acompanhava pelos rios. Em grande parte por curiosidade e vadiagem. Não obstante grande número de peixes se perdeu durante este trabalho. Desconhece-se o número de peixes retirados por circunstâncias. Muita coleção ficou temporariamente poluída. Embora, não mais que por 1 a 5 dias. Terrível odor ocorreu em algumas coleções, atraindo bandos de urubus. Um levantamento global do peixe sacrificado não foi realizado, não obstante nosso interesse. Exceto, no Açude “Cachoeira”, de modo parcial. 16.123 peixes, inclusive muitos exemplares de piabas, foram retirados do açude, com um peso total de 693,900 kg. Ou 14,6 kg por hectare. Numa estimativa grosseira, calculamos em 60 toneladas o peixe morto em todo o trabalho.

### REVISÕES E REPOVOAMENTO

Revisões foram realizadas, sem embargo de injunções e impecilhos. Objetivaram (1) testar a eficiência do trabalho e (2) corrigir, em tempo, eventuais falhas. Sua execução era parte do projeto. E julgamo-la importante, imprescindível. Mormente, considerados o interregno ocorrido no trabalho (5 meses 20 dias) e muitas dificuldades nêle encontradas. Doutro modo, temerário será acreditar não fique a descoberto nenhuma coleção d'água. Principalmente quando não se pode fiscalizar com eficiência o trabalho de diversas turmas. Também, difícil será garantir não esteja, na coleção não trabalhada, um foco de piranhas. E, mais, que o mesmo não provoque reinfestação. Em erradicação de peixes muita prudência é necessária. Honestidade deve ser a qualidade mais exigível do trabalhador. Com efeito, contaminação criminosa ou deliberada é muito provável. Bem assim, acidental (aves ictiófagas) ou inconsciente (peixamento por leigos). MENEZES (1944) fala, também, das conhecidas “chuvas de peixe”.

Trabalhos de erradicação de peixes têm sido revisados, antes e após nós, noutros Departamentos. No *Cane River Lake (Louisiana EE. UU.)*, segundo GEAGAN (1955:6), “rotenone samples will be taken for the next three years in order to determine the success of this operation”. Nos Lagos *Blue e Five Island (Iowa, EE. UU.)* “post treatment work is continuing at both lakes and have further verified the effectiveness of the treatment” (ANÔNIMO, 1957:171).

A Operação Moxotó foi revisada, parcialmente, 3 vezes. Estas consis-



Fig. 10 — Coleta de peixes mortos feita pela Operação no Açude "Poço da Cruz" (Gentileza do Biologista OSMAR FONTENELE)

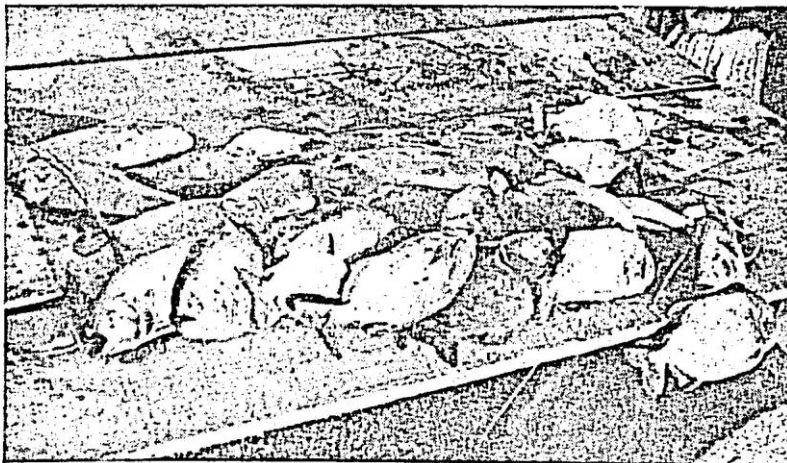


Fig. 11 — Piranhas mortas com rotenona, no Açude "Poço da Cruz" (Gentileza de Cinegráfica Norte do Brasil, Fortaleza, Ceará)



Fig. 12 — Coleta de peixes mortos feita por circunstantes, no Açude Público "Poço da Cruz" (Gentileza de Cinegráfica Norte do Brasil, Fortaleza, Ceará).



Fig. 13 — Operário ERNANI SIQUEIRA DE SOUZA, acidentado por piranha, dia 4/8/57, no tingujamento de um poço do Rio Moxotó.

tiram em (1) exame de “escama-peixes” durante as cheias; (2) retinguimento e redinamitação de coleções d’água; (3) pescarias (anzol, “galão”); (4) indagações entre moradores e pescadores. Tais medidas abrangeram alguns trechos e coleções, antes contaminados por piranhas. Também oferecemos prêmios pelo aviso de coleções d’água não “cobertas”; ou com *Serrasalminae*. A 1.<sup>a</sup> revisão recaiu sobre cobertura feita em 1956. Isto e, “escama-peixes” escolhidos (Tab. 3) e algumas coleções a montante desses. Realizamo-la durante e após as cheias de 1957. Estas tiveram início 1 mês 7 dias depois de interrompido o trabalho. Foram volumosas; maiores que as verificadas nos 9 anos imediatamente anteriores. (1948/56). Só em Sertânia, no período jan./abril, caíram 502 mm de chuvas. Cem por cento mais que em todo o ano de 1956. Pelo túnel do Açude “Poço da Cruz” passaram 299.651.082 m<sup>3</sup>d’água (contra 13.632.287 m<sup>3</sup>, em 1956). Entrementes, a revisão feita não assinalou presença de piranhas. O trabalho realizado, em 1956, foi considerado assegurado.

A 2.<sup>a</sup> revisão teve lugar de 1 a 3/10/57. Incidiu sobre 8 grandes poços do Rio Moxotó. Quanto à 3.<sup>a</sup>, realizou-se em 22 a 27/10/57, e recaiu sobre o Açude “Poço da Cruz” e poços dos rios Moxotó e Cupity. Também, em 18/12/57, um açude no Rio Salgado, antes apenas “bombardeado”, foi tingujado. Este trabalho, como as revisões referidas, evidenciaram o sucesso da Operação. E demonstraram, também, a não ocorrência de extermínio total aventado por MENEZES (1952) e temido por PAIVA (1958). Verificou-se uma redução drástica da população ictiológica. Porém, não ocorreu, neste caso, “colapso no rendimento da pesca interior” (MENEZES, 1952:38). Pesca pròpriamente comercial, inexistia no sistema trabalhado. Ademais, a maioria dos açudes no mesmo existente, não foi tingujado (ausência de piranhas). E nos 2 maiores reservatórios (“Poço da Cruz” e “Cachoeira”) a erradicação foi especificamente seletiva.

Quanto ao repovoamento do sistema, vem constituindo trabalho de outro setor do Serviço de Piscicultura (Pôsto de Piscicultura de Lima Campos, Icó, Ceará) desde 1957. Alevinos selecionados têm sido introduzidos no Açude “Poço da Cruz” e outros de sua bacia hidrográfica. As seguintes espécies estão sendo introduzidas; **curimatã comum**, *Prochilodus*, **curimatã pacu**, *P. marggravii* (Walbaum), **piaus comum e verdadeiro** (*Leporinus*), **apaiari**, *Astronotus ocellatus* (Agassiz, 1729), **pescada do Piauí**, *Plagioscion squamosissimus* (Heckel, 1840). Em 1958, o Serviço de Piscicultura instalou, também, no Açude “Poço da Cruz”, um Pôsto de Fiscalização da Pesca. Este, entre outras atividades, faz estatística do pescado. Sensível melhoria neste particular tem sido constatada. Também, a maioria do povo residente na bacia hidrográfica do Açude “Poço da Cruz” encontra-se satisfeita com os resultados dêste trabalho.



## RESUMO

### ERRADICAÇÃO DE PIRANHAS, NO AÇUDE PÚBLICO "POÇO DA CRUZ" (INAJÁ, PERNAMBUCO) OSTARIOPHISI, CHARACIDAE, SERRASALMINAE. 2. TINGUIJAMENTO DAS COLEÇÕES D'ÁGUA

Piranhas (*Serrasalminae*) foram erradicadas do Açude Público "Poço da Cruz" (capacidade 504.081.175 m<sup>3</sup> d'água), Município de Inajá, Estado de Pernambuco. A erradicação estendeu-se sobre as bacias hidráulica (. . (5.608 ha) e hidrográfica (5.000 km<sup>2</sup>) do açude, — reservatório situado no Rio Moxotó, bacia do Rio São Francisco, Brasil. O ictiotóxico usado foi pó de timbó, *Derris* e *Lonchocarpus* (4, 5, 8 e 9 por cento de rotenona).

O projeto compreendeu 2 etapas (reconhecimento e tinguijamento). A primeira, antes realizada pelo Autor (BRAGA, 1961) —, teve lugar no período de 26 junho/5 outubro, 1956 (duração 3 meses 9 dias). A 2.<sup>a</sup>, matéria do presente trabalho —, foi executada nos períodos 26 outubro/16 dezembro, 1956; e 5 julho/1 outubro, 1957 (duração 5 meses 16 dias).

A erradicação descrita foi a primeira a abranger o sistema hidrográfico de um reservatório, constituindo o maior programa técnico do Serviço de Piscicultura, em 1956/57. O custo total do projeto foi de Cr\$ . . . . 1.425.277,25 (excluso salários).

A Operação — levada a termo antes da conclusão do açude —, objetivou livrar pescadores, banhistas e rebanhos da região, da voracidade das piranhas; e finalmente, possibilitar maior rendimento da pesca futura no açude e sua bacia hidrográfica.

Na etapa de tinguijamento, 15 rios e 1.288 tributários (riachos e córregos) foram "cobertos", integral ou parcialmente. Um total de 1.914,908 km (média diária de 18,040 km) foram percorridos a pé nessas vertentes. E gastos, 9.751 kg de timbó (195,02 sacos de 50 kg) e, como coadjuvante, 200 kg de dinamite.

A expedição cobriu 3.062 coleções d'água (2.678 com timbó, 328 com dinamite, 56 com dinamite-timbó), além de vários trechos de água corrente. As coleções totalizaram uma área aproximada de 280 ha e um volume de 3.000.000 m<sup>3</sup> d'água. As concentrações de timbó empregadas variaram, nas coleções de volume conhecido, de 2,4 a 5,0 p.p.m. Nas demais, estimou-se em aproximadamente 5 p.p.m., incluída margem de segurança.

Nas 3.062 coleções d'água tratadas, registramos peixes em 2.135 (69,7 por cento), sendo assinaladas 28 espécies. Piranhas foram encontradas em 202 coleções, distribuídas em 10 dos 15 rios existentes. Foram as espécies mais suscetíveis à ação da rotenona, possibilitando erradicações especificamente seletivas.

Calculou-se em 60 toneladas o peixe morto em todo o trabalho. Testes e revisões, feitos posteriormente, indicaram ausência total de piranhas e presença das demais espécies, com exceção de tucunaré, *Cichla ocellaris* Bloch & Schneider. O repovoamento da bacia, com alevinos selecionados de "game-fish", foi iniciado em 1957.

## BIBLIOGRAFIA

- ANONIMO, 1956, Devils Lake rehabilitation. "Game Comm. Bull.", Portland, 11(8): 51, 2 figs.
- ANONIMO, 1957, Rough fish removed from Blue, Five Island Lakes. "Iowa Conservationist", Des Moines, 16(10): 170-171, 7 figs.
- ANONIMO, 1958, Water school for park personned. They work for your safety. "Iowa Conservationist", Des Moines, 17(12): 93-96, 7 figs.
- AZEVEDO, P. DE, & MANARINI, A., 1957, A tilápia não é peixe carnívoro. "Bol. Ind. Anim.", São Paulo, n.º 46 (nova série): 81-84, 7 figs. (Cópia datilogr.).
- BALL, R.C., 1948, Recovery of marked fish following a second poisoning of the population in Ford Lake, Michigan. "Trans. Amer. Fish. Soc.", 75(1945): 36-42.
- BASTOS, J.A.M., 1954, Toxidez do timbó para algumas espécies de peixes nordestinos e amazônicos. Serv. Piscicultura, Fortaleza, Publ. n.º 157, série I-C, 17 pp., 4 figs.
- BROMMAERT, K.L.J., 1948, The plant T.V. as a fresh-water fish poison. Island Fisheries Dept., Union of South Africa, Report 5:12-14 (Abstract of paper read before the Royal Society of South Africa, Nov., 1948).
- BERRY, G., & LARKIN, P.A., 1954, Field trials with "Fish-tox", in streams. "The Cand. Fish-Cult.", Ottawa, 15 (April): 10-15.
- BOWERS, C.C., 1955, Selective poisoning of gizzard shad with rotenone. "Prog. Fish-Cult.", Washington, 17(3): 134-135, 1 fig.
- BRAGA, R.A. & OLIVEIRA, J.S. DE, 1950, "Captura de matrinhã, "Brycon hillarii" Cuv. & Val. no Rio São Francisco, Brasil" (MS).
- BRAGA, R.A., 1956, "Açudes Públicos Federais em Alagoas e Pernambuco. Exame para Peixamento. (Relatório de viagem: 19 a 31/3/56)" (MS).
- , 1958, "DNOCS, Serviço de Piscicultura, Seção de Pesquisas Gerais. Relatório Anual, 1957" (MS).
- , 1958 a, "Erradicação de Piranha e Pirambeba, no Açude Público "Riacho dos Cavalos" (Catolé do Rocha, Paraíba)" (MS).
- , 1961, Erradicação de piranhas, no Açude Público "Poço da Cruz" (Inajá, Pernambuco) (Ostariophisi, Characidae, Serrasalminae). I. Reconhecimento da bacia hidrográfica. "Bol. Mus. Nac.", Rio de Janeiro, N.S. Zool. (226). 32 pp., 15 figs.



- BROWN, C.J.D. & BALL, R.C., 1942, An experiment in the use of Derris root (rotenone) on the fish and fish-food organisms of Third Sister Lake. Reprint. "Trans. Amer. Fish Soc.", Washington, 72: 267-284, 1 fig.
- CHANCE, C.J. & MILLER, L.F., 1952, Fish sampling with rotenone in TVA reservoirs. Reprint. "J. Tenn. Acad. Sci.", 27(3): 214-222.
- CLEMENS, H.P., 1952, An aid in the application of rotenone in pond reclamation. "Prog. Fish-Cult.", Washington, 14(1): 31-32, 1 fig.
- , & MARTIN, M., 1953, Effectiveness of rotenone in pond reclamation. "Prog. Fish-Cult.", Washington, 15(1): 45.
- DU PLESSIS, S.S. & COMBRINCK, P.A., 1947, The eradication of fish from open waters by means of piscicidal plants. In Report n.º 4, Inland Fisheries Department, Provincial Administration of the Cape of Good Hope, pp. 13-14.
- FRANÇA, V.C. DE, 1954, "Parecer dado no Proc. 215/54, do Serviço de Piscicultura", Fortaleza, Ceará (MS).
- GEAGAN, D., 1955, River poisoning project. "Louis. Conservationist", New Orleans, 8(1): 4-6, 6 figs.
- GEAGAN, D.W. & DAVIS, J.T., 1958, Shad control in Louisiana. "Louis. Conservationist" New Orleans, 10(12): 12-54, 4 figs.
- GOMES, A.L. & MONTEIRO, F.P., 1953, Estudo da população total de peixes da represa da Estação Experimental de Biologia e Piscicultura, em Pirassununga, São Paulo. "Rev. Biol. Mar.", Valparaíso, 6(1, 2 y 3): 82-133 + 134-154, 29 figs.
- GRANGEIRO, B.M.F., 1959, "Erradicações" (Relat. apresentado ao Sr. Chefe do Serviço de Piscicultura) (MS).
- GREENBANK, I., 1941, Selective poisoning of fish. "Trans. Amer. Fish. Soc.", 70, 1940: 80-86.
- IHERING, R. von, 1933, A pesca no Nordeste brasileiro. "Bol. Biológico", São Paulo, nova série, 2(2): 65-72 (Publ. n.º 9, Serv. Piscicultura) (MS).
- KRUMHOLZ, L.A., 1948, The use of rotenone in fisheries research. "Jour. Wildl. Mgt." 12(3): 305-317.
- , 1950, Some practical considerations in the use of rotenone in fisheries research. "Jour. Wildl. Mgt." 14(4): 413-424, 1 fig.
- KYLE, G., 1956, Gulf Park Lakes renovated. "Alabama Conservation", Montgomery, 28(3): 17-19, 7 figs.
- LAWRENCE, J.M., 1956, Preliminary results on the use of potassium permanganate to counteract the effects of rotenone on fish. "Prog. Fish-Cult.", Washington, 18(1): 15-21.
- MADSON, J., 1956, Blitzkrieg on rough fish. "Iowa Conservationist", Des Moines, 15(10): 73, 75, 4 figs.
- MENEZES, R.S. DE, 1944, A piranha dos açudes do Nordeste. Cópia de "O Campo", Rio de Janeiro, 15(180): 5-7.

- \_\_\_\_\_, 1952, A piranha. Plano para sua erradicação nas águas do Nordeste. "Caça e Pesca", São Paulo, 12(139): 37-38, 1 fig.
- MOORMAN, R.B. & RUHR, C.E., 1951, Suggestions for improving the collection of fish with rotenone. "Prog. Fish-Cult", Washington, 13(3): 149-152, 2 figs.
- MYERS, G.S., 1949, The Amazon and its fishes Part V: A Monograph on the piranha. "The Aquarium Jour.", March, 76-85.
- PAIVA, M.P., 1958, Sobre o controle da pirambeba, *Serrasalmus rhombeus* (L., 1766) Lacépède, 1803, no Açude Lima Campos (Icó, Ceará), através da pesca seletiva. "Rev. Brasil Biol.", Rio de Janeiro, 18(3): 251-266, 5 figs.
- PINLER, H.E. & JOHNSON, W.C., 1958, Chemical control of rough fish in the Russian River drainage, California. "Calif. Fish and Game", Sacramento, 44(2): 91-124, 11 figs.
- POST, G., 1955, A simple chemical test for rotenone in water. "Prog. Fish-Cult.", Washington, 17(4): 190-191.
- RANGEL, V. DE S., 1946, Plantas inseticidas do Brasil. "Bol. Min. Agric.", Rio de Janeiro, 34 (jan.-março): 1-34, 8 tabs.
- SCHULTZ, L.P., 1947, The biology of Bikini Atoll, with especial reference the fishes, "Smithsonian Report for 1947", Washington, 301-316, 17 plates.
- TRAVASSOS, H., 1957, Sobre o material ictiológico coletado na excursão às zonas das Estradas de Ferro Noroeste do Brasil e Brasil-Bolívia, nos Estados de São Paulo e de Mato Grosso, Brasil e Bolívia Oriental. In Publ. Avulsa n.º 20. Museu Nacional, Rio de Janeiro, pp. 21-27.
- VIEIRA, L.A. DA S., 1934, Relatório dos Trabalhos Realizados no Triênio 1931-1933 Apresentado ao Ministro José Américo de Almeida, pelo Inspetor Luís Augusto da Silva Vieira", Tipografia Minerva, Fortaleza, Tomo 2, 249-819 pp.
- \_\_\_\_\_, 1935, "Relatório dos Trabalhos Realizados no Ano de 1934, apresentado ao Ministro João Marques dos Reis, pelo Inspetor Luís Augusto da Silva Vieira", Papelaria Brasil, Fortaleza, xi + 17-380 pp.
- WALDO, E., 1957, The fishery biologist. "Louis Conservationist.", New Orleans, 9(6): 8-9, + 23, 3 figs.
- XAVIER, R., MONTEIRO F., H. & LINS, E., 1941, "Mapa do Estado de Pernambuco", Imp. Nacional, Rio de Janeiro, 1 fôlha.

CONTRIBUIÇÃO AO ESTUDO QUANTITATIVO DO PLANC-  
TON DO AÇUDE AMANARI, EM MARANGUAPE, CEARÁ

## CONTRIBUIÇÃO AO ESTUDO QUANTITATIVO DO PLANCTON DO AÇUDE AMANARI, EM MARANGUAPE, CEARÁ (\*)

José Jarbas Studart Gurgel (\*\*)

### I — INTRODUÇÃO

No período de 17 meses, de agosto de 1960 a dezembro de 1961, procedemos no açude Amanari (fig. 1), em Maranguape, Ceará, 14 excursões para captura de **plancton**, as quais foram realizadas ao mesmo tempo dos estudos físico-químicos da água do mesmo reservatório, em 3 locais diferentes de sua bacia hidráulica (estações A, B e C). Efetuamos coletas nos turnos de 3.00, 9.00, 15.00 e 21.00 horas.

A presente pesquisa foi recomendada pelo chefe do antigo Serviço de Piscicultura do D.N.O.C.S. (Fontenele, 1961) e fez parte da agenda de trabalhos da ex-Seção de Estudo das Águas, atual Seção de Limnologia, nos anos de 1960 e 1961.

Devido a falta de aparelhamento especial, trabalhamos exclusivamente com o plancton obtido na superfície aquática.

### II — COLETA E CONSERVAÇÃO DO PLANCTON

Todo material coletado foi obtido por meio de uma rede de "nylon" de forma conoidal, com base (abertura) de 0,30 m de diâmetro e comprimento útil de cerca de 7,70 m. Sucessivos lançamentos na água foram procedidos, e, para cada, se calculou em 0,540 m<sup>3</sup> a quantidade de água filtrada. Em média, efetuamos 5 lances por estação. Durante o período de estudos coletamos 138 amostras de plancton. A conservação foi feita em vidro cilíndrico n.º 2, de boca larga, adicionado de formol a 7% (Allen & Brown, 1946) e alcalinizado a um pH = 8,0 (Magalhães, 1959).

(\*) Em colaboração com a Seção de Limnologia do Serviço de Experimentação e Pesquisa da Diretoria de Fomento e Produção do DNOCS.

(\*\*) Biologista da Diretoria de Fomento e Produção do DNOCS.

### III — MEDIDA VOLUMÉTRICA DO PLANCTON

O plancton, depois de coletado, foi medido, quantitativamente, em  $\text{cm}^3$ , para o que se usou o processo de sedimentação sob a ação da gravidade, durante 24 horas de completo repouso (Ronquillo e Bernabe, 1961). Todas as análises volumétricas foram realizadas com o plancton fresco (*wet volume*).

A quantidade obtida através de filtração da água do açude, foi calculada, proporcionalmente, para um volume definido de  $10 \text{ m}^3$ , a fim de servir para uma melhor interpretação do valor quantitativo do plancton presente (tab. 1).

### IV — ASPECTOS DA BIOMASSA PLANCTÔNICA

A quantidade de plancton, ocorrente no açude Amanari, variou em diferentes épocas dos nossos estudos, desde um mínimo de  $1,8 \text{ cm}^3$ , em abril de 1961, às 21.000 horas, nas estações B e C, até um máximo de  $185,1 \text{ cm}^3$ , em novembro de 1960, às 15.00 horas, na estação B. Este local, em média, se apresentou como o de maior produção, contrariamente ao da estação C (tab. 2). Entre as estações A e B, a diferença no total de plancton foi pequena, apenas  $6,3 \text{ cm}^3$  (tab. 2), porém, a estação A apresentou uma melhor regularidade na variação quantitativa (figs. 2, 3, 4 e 5). Na apreciação das produções máximas e mínimas, coube à estação C a menor quantidade, seguida de A e B, respectivamente, com esta atingindo uma diferença de  $183,3 \text{ cm}^3$  (tab. 3). A época de maior captura de plancton foi em março de 1961; excluindo agosto de 1961, com apenas 3 coletas de amostras, encontramos em abril daquele ano a menor quantidade (tab. 4). Esta enorme variação em épocas tão próximas, ou seja, menos de um mês entre uma coleta e a seguinte, se deveu à quadra invernal, pois, em abril ocorreram as enchentes dos riachos que abastecem o reservatório, ocasionando uma redução da biomassa planctônica. O turno das 15.00 horas se apresentou como o mais produtivo, aparecendo em segundo lugar o das 3.00 horas, com pouca diferença (tab. 5). Tal condição se verificou em face da ocorrência de uma grande proliferação de algas, comum durante o dia e mais no período da tarde, principalmente nos últimos meses dos anos de 1960 e 1961. Todavia, na média geral, este horário foi superado pelo das 3.00 horas, também por pouca diferença. Tanto durante o dia (às 9.00 e 15.00 horas) como à noite (3.00 e 21.00 horas), o volume médio de plancton capturado apresentou quase igual quantidade, ou seja,  $185,4 \text{ cm}^3$  para aquele turno e  $187,0 \text{ cm}^3$  para o noturno (tab. 2).

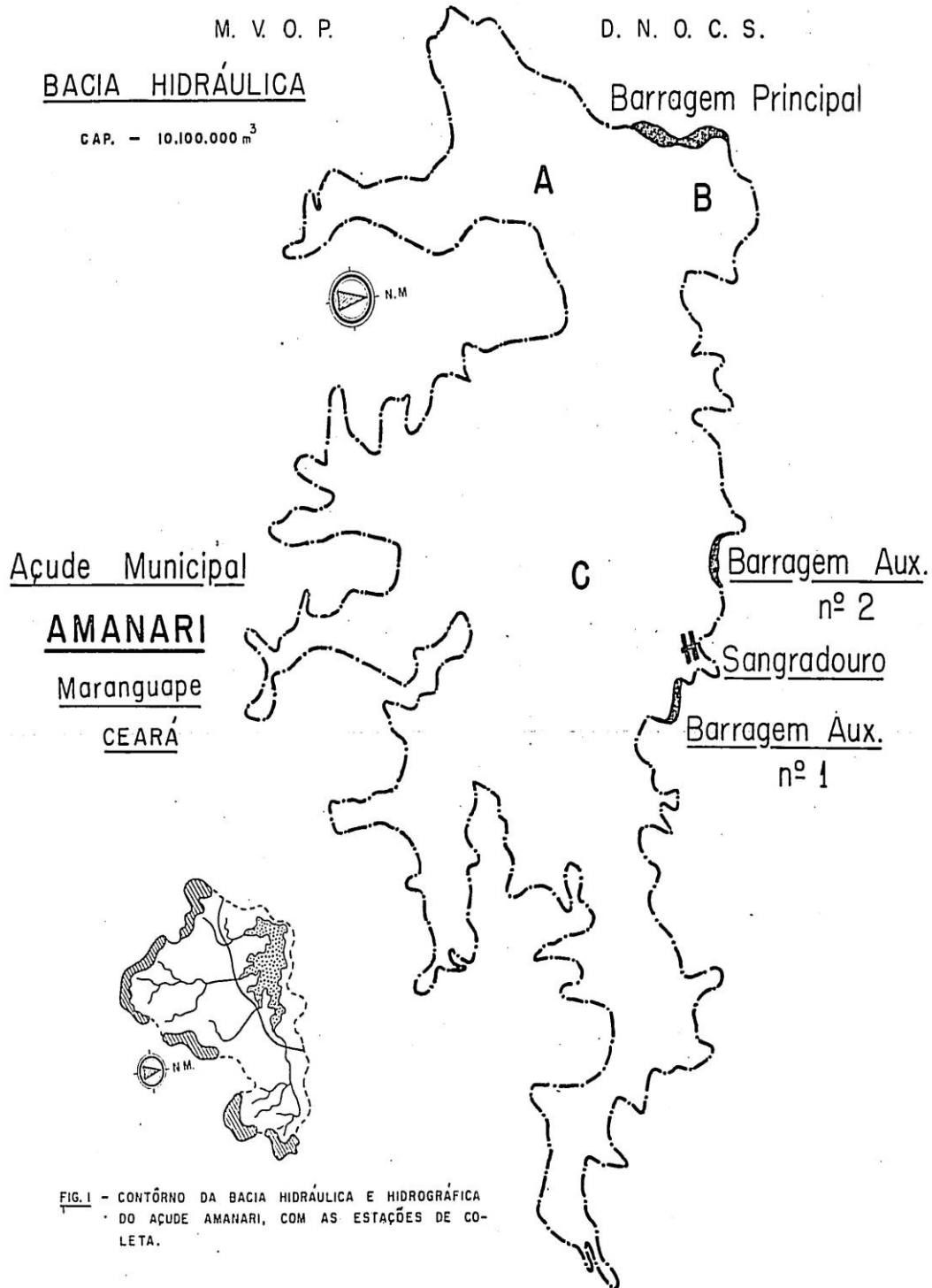


FIG.1 - CONTÓRNO DA BACIA HIDRÁULICA E HIDROGRÁFICA DO AÇUDE AMANHARI, COM AS ESTAÇÕES DE COLETA.

## V — CONCLUSÕES

De uma maneira geral o açude Amanari apresenta pequena quantidade de plancton. Nem por isto, todavia, pode ser considerado um ambiente pobre, pois nossas pesquisas foram extensivas, apenas, ao plancton da superfície. Faltam-nos dados sobre a sua migração vertical e quantidade nas camadas mais profundas. Verdade é que, em diversas oportunidades, o volume de plancton coletado condicionou-o às características de um ambiente eutrófico. Em relação à produção de plancton de um reservatório, pode este ser classificado em 3 categorias (Gonzalez-Regalado e Mastarrico, 1954):

- 1.º) água de rendimento pobre, com plancton estimado em 5cm<sup>3</sup> por m<sup>3</sup>;
- 2.º) água de rendimento médio, com plancton entre 5-15 cm<sup>3</sup> por m<sup>3</sup>; e
- 3.º) água de rendimento rico, com plancton acima de 15 cm<sup>3</sup> por m<sup>3</sup>.

A quantidade média de plancton capturado no açude Amanari (tab. 2), classifica-o no primeiro caso, porém, ressaltamos as condições desta pesquisa, como já afirmamos. O açude, sob este aspecto, possui uma biomassa planctônica bastante variável, dependendo das condições físico-químicas da água, a que estão ligados diversos fatores e de que muito depende sua natureza trofogenica.

## VI — SUMARIO

Colheitas de plancton no açude Amanari foram realizadas durante um período de 17 meses em 14 excursões à bacia hidráulica do reservatório. Foram efetuadas 138 coletas nas 3 estações (A, B e C) em diferentes horários. Medidas volumétricas se procederam com o plancton fresco. Variações quantitativas da massa de plancton ocorreram em toda época de estudos.

## BIBLIOGRAFIA

- 1 — Allen & Browne, 1946 — Veja Lee.
- 2 — Evans, J.H., 1961 — Grow of Lake Victoria Phytoplankton in enriched cultures, Nature, 189 (4762), pp. 417.
- 3 — Fontenele, O., 1961 — Relatório dos serviços executados em 1960, Serviço de Piscicultura, MVOP, DNOCS, publ. n.º 235, série II-M.
- 4 — Gonzalez-Regalado, T. e V. Mastarrico, 1954 — Piscicultura — El Pejerrey, Ministerio de Agricultura y Ganaderia, Buenos-Ayres, Arg.
- 5 — Gurgel, J.J.S., 196. — Aspectos limnológicos do açude Amanari, em Maranguape, Ceará (a publicar).
- 6 — Lee, A.B., 1946 — The Microtomist's VadeMecum, Blackiston.
- 7 — Magalhães, J.F., 1959 — Um método simples de coletar plancton em pequenas coleções de água doce. An. Soc. Biol. Pernambuco, 16 (1): 109-113.
- 8 — Ronquillo, I.A. e E. Bernabe, 1961 — Plankton Studies in Manila Bay. F.A.O. Regional Office for Asia and the Far East, Occ. Paper 61/7, pp. 1-27.



TABELA 1 — Plankton coletado no açude Amanari, no período de agosto 1960 a dezembro 1961

Epoca	Turno (h)	Estações	Volume d'água		Quant.(*) (cm <sup>3</sup> )	Epoca	Turno (h)	Estações	Volume d'água		Quant.(**) (cm <sup>3</sup> )		
			Filtrado (m <sup>3</sup> )	Definido (m <sup>3</sup> )					Filtrado (m <sup>3</sup> )	Definido (m <sup>3</sup> )			
24/08/60	3.00	A	9,5	3,24	29,3	24/02/61	15.00	A	12,0	2,70	44,4		
		B	8,0	3,24	24,6			B	0,5	2,70	1,9		
		C	16,0	3,24	49,3			C	1,5	2,70	5,6		
	9.00	A	4,5	3,24	13,8		29/03/61	3.00	A	14,0	2,70	51,8	
		B	2,0	3,24	6,1				B	11,0	2,70	49,7	
		C	1,3	3,24	4,0				C	5,0	2,70	18,5	
	15.00	A	3,5	3,24	10,8			03/08/61	9.00	A	21,0	2,70	77,7
		B	3,7	3,24	11,4					B	9,0	2,70	33,3
		C	2,5	3,24	7,7					C	14,0	2,70	51,8
21.00	A	4,5	3,24	13,8	20/09/61	15.00			A	13,0	2,70	48,1	
	B	13,0	3,24	40,1					B	17,0	2,70	62,9	
	C	1,5	3,24	4,6					C	13,0	2,70	48,1	
23/09/60	3.00	A	9,0	2,70		33,3	20/04/61		21.00	A	12,0	2,70	44,4
		B	7,0	2,70		25,9				B	19,0	2,70	70,3
		C	2,0	2,70		7,4				C	13,0	2,70	48,1
	9.00	A	5,0	2,70		18,5		03/08/61	3.00	A	6,00	2,70	22,2
		B	4,0	2,70		14,8				B	7,0	2,70	25,9
		C	2,0	2,70		7,4				C	6,0	2,70	22,2
	15.00	A	7,0	2,70	25,9	20/09/61			9.00	A	1,0	2,70	3,7
		B	11,0	2,70	40,7					B	2,0	2,70	7,4
		C	1,5	2,70	5,5					C	1,0	2,70	3,7
21.00	A	6,5	2,70	24,0	03/08/61		15.00		A	2,5	2,70	9,2	
	B	7,0	2,70	25,9					B	2,0	2,70	7,4	
	C	4,0	2,70	14,8					C	2,0	2,70	7,4	
3.00	A	10,0	2,70	37,0			20/09/61	21.00	A	1,0	2,70	3,7	
	B	14,0	2,70	51,8					B	0,5	2,70	1,8	
	C	3,0	2,70	11,1					C	0,5	2,70	1,8	
9.00	A	5,5	2,70	20,3		03/08/61		15.00	A	10,0	2,70	37,0	
	B	6,0	2,70	22,2					B	5,0	2,70	18,5	
	C	0,8	2,70	2,9					C	12,0	2,70	44,4	
15.00	A	5,0	2,70	18,5	20/09/61			3.00	A	10,0	2,70	37,0	
	B	7,3	2,70	27,0					B	11,0	2,70	40,7	
	C	2,0	2,70	7,4					C	10,0	2,70	37,0	

22/11/60	A	21,0	2,70	10,000	77,0	9,00	A	5,0	2,70	10,000	18,5
	B	11,0	2,70	10,000	40,7	15,00	B	5,0	2,70	10,000	18,5
	C	7,5	2,70	10,000	27,7		C	4,0	2,70	10,000	14,8
	A	14,0	2,70	10,000	51,8		A	9,0	2,70	10,000	33,3
	B	20,0	2,70	10,000	74,0		B	15,0	2,70	10,000	55,5
	C	10,0	2,70	10,000	37,00		C	5,0	2,70	10,000	18,5
	A	6,0	2,70	10,000	22,2	21,00	A	7,0	2,70	10,000	25,9
	B	13,0	2,70	10,000	48,1		B	9,0	2,70	10,000	33,3
	C	11,0	2,70	10,000	40,7		C	8,0	2,70	10,000	29,6
13/01/61	A	12,0	2,70	10,000	44,4	3,00	A	19,0	2,70	10,000	70,3
	B	50,0	2,70	10,000	185,1		B	20,0	2,70	10,000	74,0
	C	2,5	2,70	10,000	9,2	19/10/61	C	6,0	2,70	10,000	22,2
	A	16,0	3,78	10,000	42,3	9,00	A	20,0	2,70	10,000	74,0
	B	10,5	3,78	10,000	27,7		B	28,0	2,70	10,000	103,7
	C	8,0	3,78	10,000	21,1		C	7,0	2,70	10,000	25,9
	A	30,0	3,78	10,000	79,3	15,00	A	17,0	2,70	10,000	62,9
	B	5,5	3,78	10,000	14,5		B	18,0	2,70	10,000	66,6
	C	1,0	3,78	10,000	2,6		C	8,0	2,70	10,000	29,6
	A	30,0	3,78	10,000	79,3	3,00	A	10,0	2,70	10,000	37,0
	B	17,0	3,78	10,000	44,9		B	8,5	2,70	10,000	31,4
	C	5,0	3,78	10,000	13,2	29/11/65	C	8,0	2,70	10,000	29,6
03/02/61	A	4,0	3,78	10,000	10,5	9,00	A	13,0	2,70	10,000	48,1
	B	7,5	3,78	10,000	19,8		B	10,0	2,70	10,000	37,0
	C	5,0	3,78	10,000	13,2		C	4,0	2,70	10,000	14,8
	A	12,0	2,70	10,000	44,4	15,00	A	5,0	2,70	10,000	18,5
	B	15,0	2,70	10,000	55,5		B	20,0	2,70	10,000	74,0
	C	8,0	2,70	10,000	29,6		C	3,5	2,70	10,000	12,9
	A	2,0	2,70	10,000	7,4	21,00	A	1,5	2,70	10,000	5,6
	B	0,8	2,70	10,000	2,9		B	3,5	2,70	10,000	12,9
	C	4,5	2,70	10,000	16,6		C	5,5	2,70	10,000	20,3
24/02/61	A	15,0	2,70	10,000	55,5	9,00	A	8,0	2,70	10,000	29,6
	B	4,5	2,70	10,000	16,6		B	11,0	2,70	10,000	40,7
	C	7,0	2,70	10,000	25,9	30/12/61	C	7,0	2,70	10,000	25,9
	A	18,0	2,70	10,000	66,6	15,00	A	10,0	2,70	10,000	37,0
	B	2,5	2,70	10,000	9,2		B	10,0	2,70	10,000	37,0
	C	11,0	2,70	10,000	40,7		C	8,0	2,70	10,000	29,6

(\*) quantidade correspondente ao plancton contido na água filtrada;

(\*\*) quantidade correspondente e proporcional ao volume d'água definido.

TABELA 2 — Produção média do plancton do açude Amanari, para 10m<sup>3</sup> d'água, em estações e horários diferentes, no período de 24 de agosto 1960 a 30 de dezembro 1961

Horas	E S T A Ç A O			Total
	A	B	C	
3.00	42,6	40,7	25,9	109,2
9.00	36,9	27,5	19,4	83,8
15.00	36,1	48,7	18,4	103,2
21.00	25,6	30,6	20,0	76,2
TOTAL	141,2	147,5	83,7	372,4

TABELA 3 — Variação quantitativa (máxima e mínima) do plancton do açude Amanari, no período de agosto 1960 a dezembro 1961

Epoca	Horas	Estação	Volume (cm <sup>3</sup> )	
			Máximo	Mínimo
13 janeiro 1961	15.00	A	79,3	—
20 abril 1961	9.00	A	—	3,7
22 novembro 1960	15.00	B	185,1	—
20 abril 1961	21.00	B	—	1,8
29 março 1961	9.00	C	51,8	—
20 abril 1961	21.00	C	—	1,8

TABELA 4 — Quantidade total de plancton coletado no açude Amanari, em épocas e estações diferentes

Epoca	E S T A Ç A O			Total
	A	B	C	
24 agosto 1960	67,7	82,2	65,6	215,5
23 setembro 1960	101,7	107,3	35,1	244,1
14 outubro 1960	152,4	141,7	49,1	343,6
22 novembro 1960	118,4	307,2	86,9	512,5
13 janeiro 1961	211,4	106,9	50,1	368,4
03 fevereiro 1961	51,8	58,4	46,2	156,4
24 fevereiro 1961	166,5	27,7	72,2	266,4
29 março 1961	222,0	207,2	366,5	595,7
20 abril 1961	38,8	42,5	35,1	116,4
03 agosto 1961	37,0	18,5	44,4	99,9
20 setembro 1961	114,7	148,0	99,9	362,6
19 outubro 1961	207,2	244,3	77,7	529,2
29 novembro 1961	109,2	155,3	77,6	342,1
30 dezembro 1961	66,6	77,7	55,5	199,8
TOTAL	1.665,8	1.724,9	961,9	4.352,6

TABELA 5 — Quantidade total de plancton coletado no açude Amanari, em diferentes turnos horários

Horas	E S T A Ç A O			Total
	A	B	C	
3.00	511,9	488,8	310,9	1.311,6
9.00	479,7	358,4	251,8	1.089,9
15.00	469,3	632,9	239,1	1.341,3
21.00	204,9	244,8	160,1	609,8
TOTAL	1.665,8	1.724,9	961,9	4.352,6

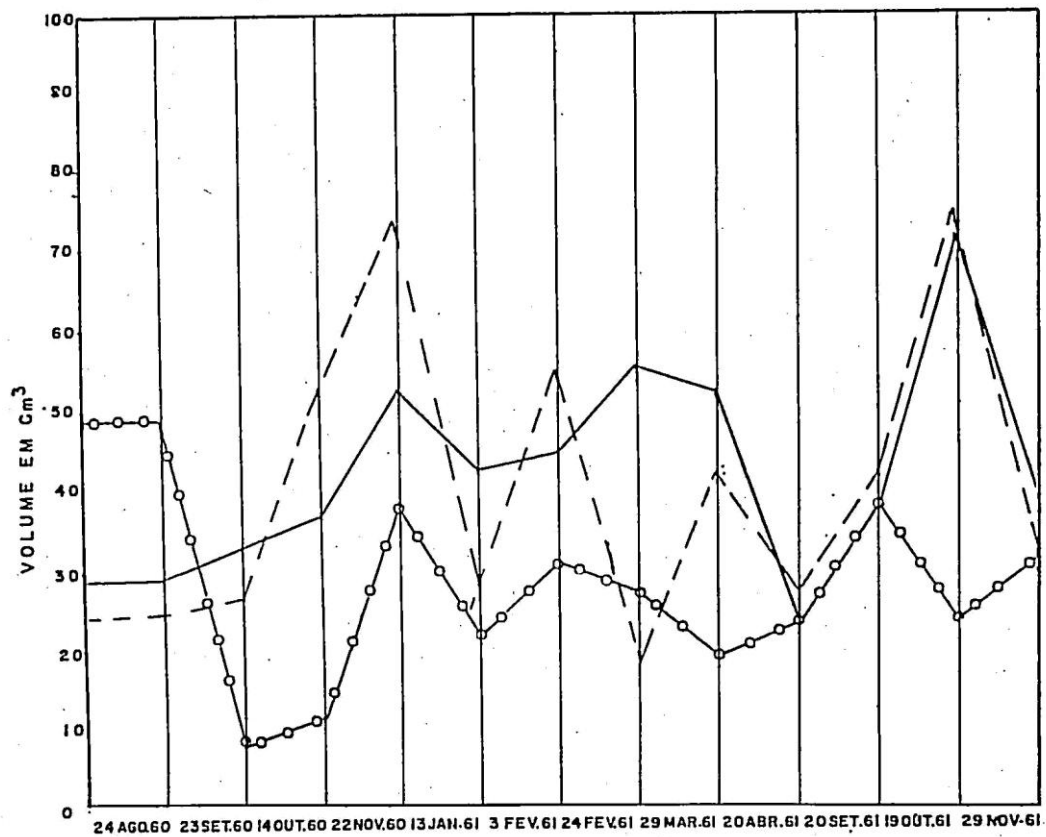


FIG. 2 - VARIAÇÃO DO PLANKTON NO AÇUDE AMANARI, NAS ESTAÇÕES A, B e C NO TURNO DAS 3,00 horas

A ——— B - - - - C - ○ - ○ - ○

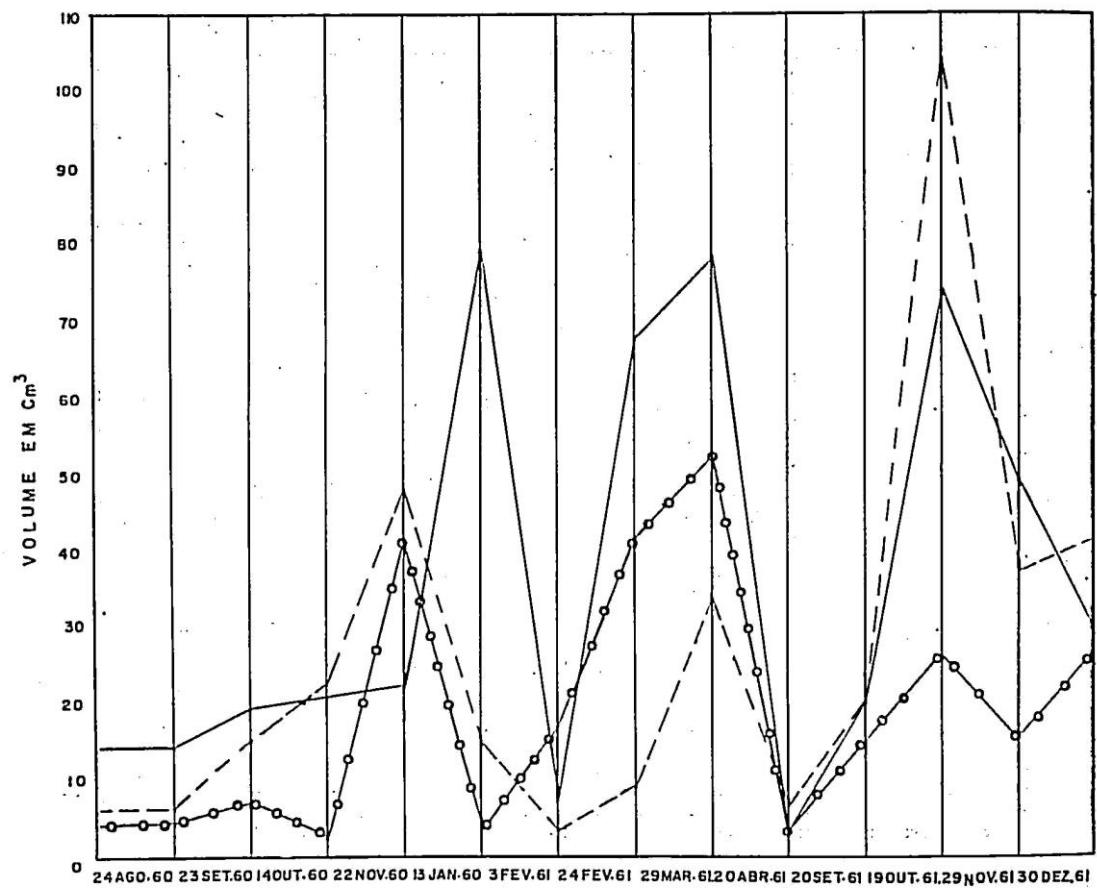


FIG. 3 - VARIACÃO DO PLANCTON NO AÇUDE AMANARI, NAS ESTAÇÕES A, B e C, NO TURNO DAS 9,00 horas

A ——— B - - - - C - o - o - o

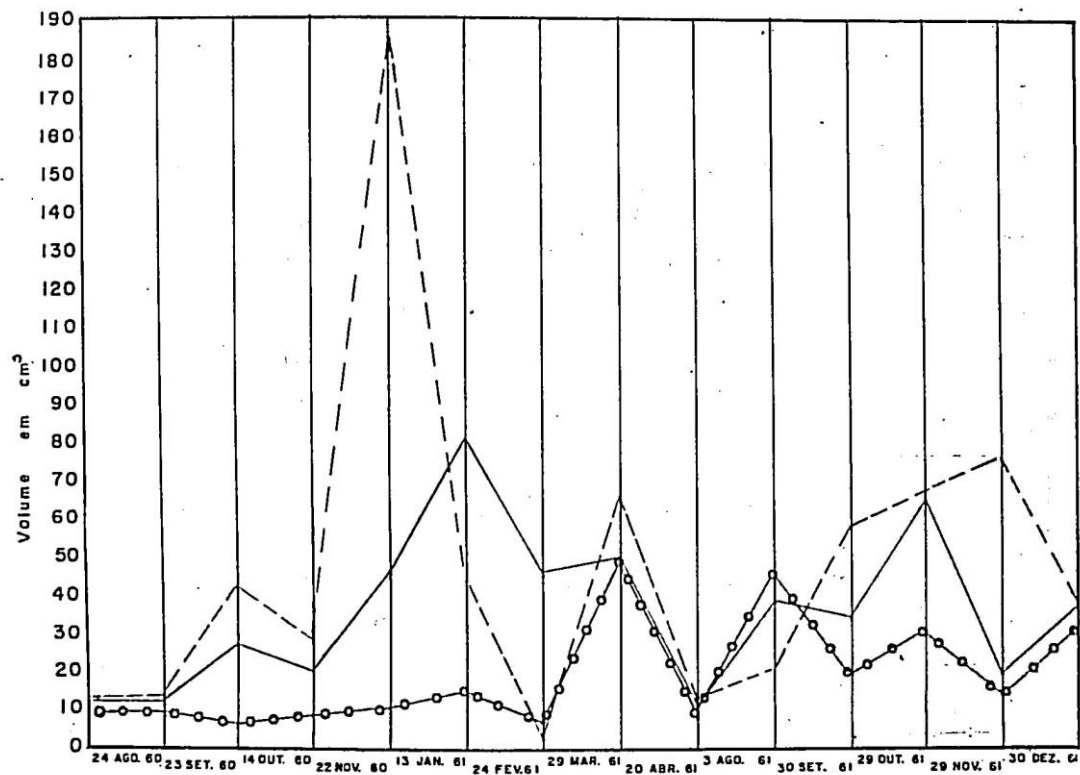


FIG. 4 - VARIACÃO DO PLANKTON NO AÇUDE AMANARI NAS ESTAÇÕES A, B e C, NO TURNO DAS 15,00 Horas

A ——— B - - - - C ○ — ○ — ○

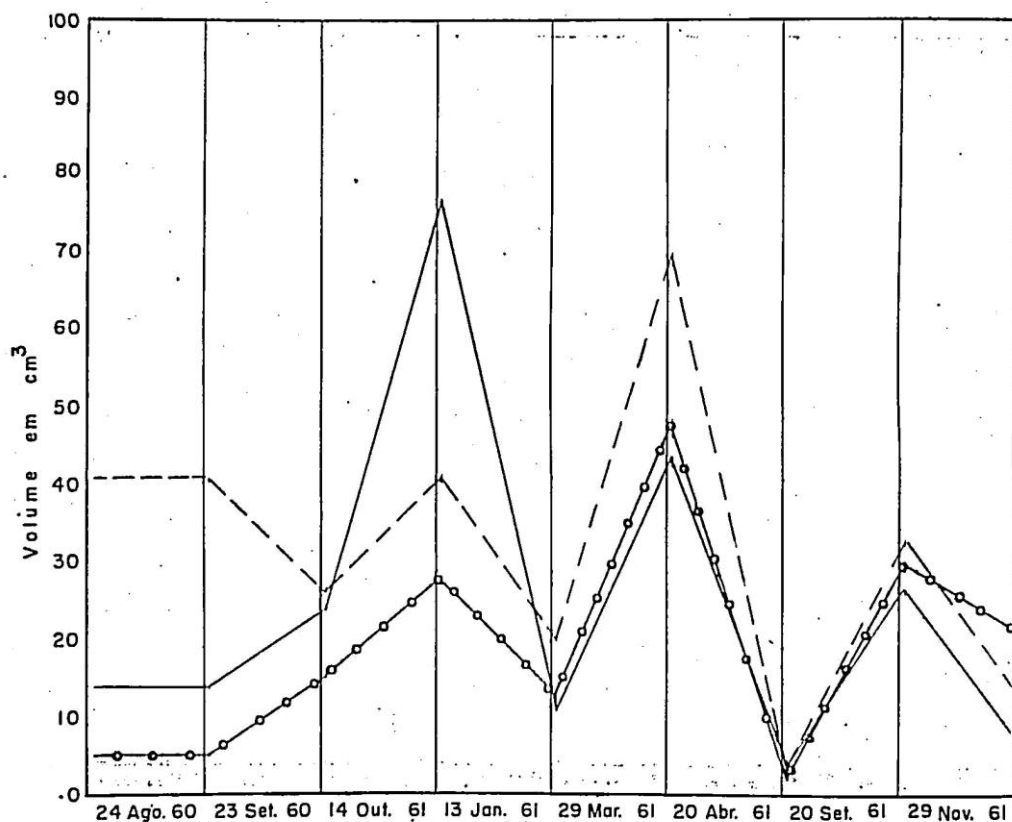


FIG. 5 - VARIACÃO DO PLANCION NO AÇUDE AMANARI NAS ESTAÇÕES A, B e C, NO TURNO DAS 21,00 Horas

A — B - - - C —○—○—○



## DEPARTAMENTO NACIONAL DE OBRAS CONTRA AS SÉCAS

### AUTARQUIA FEDERAL

#### Administração Central

Gabinete do Diretor-Geral, Diretorias de Administração, (DA), de Obras e Equipamentos (DOE), de Fomento e Produção (DFP), Inspetoria e demais órgãos centralizados.

Fortaleza

Diretoria de Planejamento, Estudos e Projetos (DPEP).

Recife

#### Distritos de Obras

1.º Distrito de Obras

Fortaleza

2.º Distrito de Obras

João Pessoa

3.º Distrito de Obras

Recife

4.º Distrito de Obras

Salvador

5.º Distrito de Obras

Natal

6.º Distrito de Obras

Teresina

7.º Distrito de Obras

Montes Claros - MG.

Comissão de Alagôas

Palmeira dos Índios - Al.

Comissão de Sergipe

Aracaju

#### Distritos de Fomento e Produção

1.º Distrito de Fomento e Produção

Fortaleza

2.º Distrito de Fomento e Produção

Campina Grande - Pb.

1.ª Comissão de Fomento e Produção

Arcoverde - Pe.

2.ª Comissão de Fomento e Produção

Feira de Santana - Ba.

#### Unidades de Recuperação

1.ª Unidade

Fortaleza

2.ª Unidade

Campina Grande - Pb.

---

Representações na Guanabara e em Brasília