

# BOLETIM DEPARTAMENTO NACIONAL DE OBRAS CONTRA AS SÊCAS

FUNDADO EM 1934

VOLUME 21  
NÚMERO 8

MAIO DE 1960

DIRETOR RESPONSÁVEL

ENG. JOSÉ CÂNDIDO CASTRO PARENTE PESSOA

REDATOR-CHEFE

ENG. LUIZ CARLOS MARTINS PINHEIRO

Esta publicação é distribuída a todos os técnicos do DNOCS, à bibliotecas públicas, associações de classe e escolas de formação de profissionais, cujas especialidades estão integradas no campo de ação do DNOCS, aos órgãos públicos, aos técnicos e organizações interessadas etc.

Os conceitos emitidos em artigos assinados exprimem apenas opiniões de seus autores e são de sua exclusiva responsabilidade.

Solicitamos permuta com publicações congêneres e autorizamos a reprodução de nossos artigos, desde que seja mencionado, com destaque, o nome "Boletim do DNOCS", e nos seja enviado um exemplar da publicação.

Qualquer alteração em seu endereço deve ser comunicada à redação deste Boletim. Remeta-nos devidamente preenchidos os formulários ou fichas que para tal são enviadas. O não atendimento a estas solicitações, implica no seu desinteresse em continuar recebendo este Boletim, e consequentemente na suspensão das próximas remessas.

#### NOSSA CAPA

AÇUDE PÚBLICO ORÓS na manhã do dia 26 de março de 1960. Após inúmeros esforços a barragem é lavada, sangrando em sua extensão total. O Presidente Juscelino Kubitschek de Oliveira, na mesma ocasião, em Orós, determinou a recuperação e conclusão da obra até 15 de novembro.

## SUMÁRIO

2.º ANIVERSÁRIO .....	268
ORÓS: CASO INÉDITO ?	
Eng. Luiz Carlos Martins Pinheiro .....	269
OS QUE NÃO SE COMOVEM COM A CATÁSTROFE	
Ernesto Bastos Pouchain .....	297
A ERRADICAÇÃO DA PIRANHA NOS AÇUDES DO NORDESTE	
Biologista Osmar Fontenelle .....	299
EXECUÇÃO DE PEQUENAS OBRAS DE IRRIGAÇÃO	
Eng. Antônio Rios Lopez (tradução do Eng. Luiz Carlos Martins Pinheiro) .....	305
PROBLEMA DO SAL EM SOLOS IRRIGADOS — ETA .....	318
EFEITOS DA SÊCA SOBRE A ECONOMIA AGROPECUÁRIA DO NORDESTE — 1958	
Banco do Nordeste do Brasil S/A. ....	334
NORMA RECOMENDADA PELA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE MECÂNICA DOS SOLOS PARA PROJETO E EXECUÇÃO DE FUNDAÇÕES	
Samuel Chamecki .....	346
O CHAMADO "POLÍGONO DAS SÊCAS" SEUS PROBLEMAS E SOLUÇÕES GERAIS	
Eng. M. Pacheco de Carvalho .....	354
ESTÁGIO NO LABORATÓRIO NACIONAL DE ENGENHARIA CIVIL	
Eng. Dalmo Leme Pragana .....	371
O ALGODÃO DE FIBRA EXTRA LONGA E O POLÍPONO DAS SÊCAS	
Eng. José Rodrigues Ferreira .....	379
MONOGRAFIA SOBRE O PROBLEMA DAS CHUVAS ARTIFICIAIS	
Prof. João Ramos Pereira da Costa .....	387
CONTRIBUIÇÃO À BIBLIOGRAFIA DAS SÊCAS NO BRASIL	
Eng. Agr. Rui Simões de Menezes .....	408
NOTÍCIAS DIVERSAS .....	467
ÍNDICE DÊSTE VOLUME .....	482

Os originais remetidos para publicação neste Boletim, deverão ser em duas vias dactilografados ou impressos, assinados pelo autor, com ilustrações desenhadas em vegetal ou tela, a nanquim e fotos em papel brilhante, com respectivas legendas e medidas adequadas ao tamanho do Boletim. Reservamo-nos o direito de julgar a conveniência e oportunidade da publicação de qualquer artigo. Não serão devolvidos os originais recebidos, mesmo quando não publicados.

#### REDAÇÃO

Av. Nilo Peçanha, 155 - 2.º andar — Tel. 22-6948  
End. Teleg.: SECAVIA BOLETIM  
RIO DE JANEIRO — GUANABARA  
BRASIL

## 2.<sup>o</sup> Aniversário

Com este número do BOLETIM DO DNOCS, completamos a publicação ininterrupta de oito números correspondentes aos dois primeiros anos de sua nova fase.

Fundado em 1934, com o lançamento do primeiro número em janeiro, veio este periódico se impor como importante órgão de divulgação técnica e o único intimamente ligado aos problemas das sêcas. Teve, em 1942, sua publicação paralisada ao sair o número relativo ao primeiro trimestre daquele ano. Assim, permaneceu até 1956, quando então a atual administração incluiu entre suas metas o seu reaparecimento. Apesar do empenho desenvolvido nesse sentido pelo ENG. JOSÉ CÂNDIDO CASTRO PARENTE PESSOA, somente em agosto de 1958 foi possível lançar o n.º 1 da nova fase. Não estavam, todavia, superados os principais obstáculos e com o atraso de um ano veio a lume o n.º 2. A partir desta data tem sido mantida a periodicidade e mesmo recuperado parte deste atraso. Presentemente estão no prelo, os ns. 9 e 10 (com a composição quase concluída) e o n.º 11 (seus originais se encontram na gráfica). Não fôra conseqüentemente a carência de recursos gráficos estaria plenamente regularizada a impressão deste BOLETIM, pois apesar de manter-se permanentemente serviço em três oficinas, estas não têm correspondido ao desejo do DNOCS, em imprimir em ritmo acelerado as publicações colocadas no prelo. Entré as gráficas a nosso serviço encontra-se a do I.B.G.E., que, por motivos alheios aos nossos desejos, é responsável, até o momento, pela publicação de apenas dois números deste Boletim, estando com outro em elaboração a cerca de quatro meses.

Coube ao ENG. LUIZ AUGUSTO DA SILVA VIEIRA a fundação do BOLETIM DO DNOCS, quando dirigia a IFOCS, hoje DNOCS. Foi publicação mensal até 31 de dezembro de 1935, passando depois a ser impresso trimestralmente, ocasião em que foram editados 24 números e saíram 29 como trimestral até 1942, inclusive. Totalizamos portanto 53 na 1.ª fase (1934/1942) e 8 na 2.ª fase (a partir de 1958) ou sejam 61 números. Atualmente os números têm saído com mínimo de 200 páginas, tendo 308, fora encartes, o número especialmente dedicado à comemoração do primeiro cinquentenário do DNOCS.

Procuramos manter tôdas as diretrizes já consagradas neste BOLETIM, sem entretanto deixar de adotar orientação moderna na sua confecção, a fim de mantê-lo atualizado, tornando-o mais atraente aos nossos leitores. Lançamos um fichário-índice que facilmente permite a localização dos trabalhos publicados. Alteramos a numeração dos exemplares, para que esta signifique o número de edições publicadas. Antes era iniciada com cada volume. Este continuou a ser semestral.

Visando permitir a encadernação do BOLETIM DO DNOCS por volumes, foi adotado a partir do atual (Volume 21), a numeração das páginas por volume e não mais por número, sendo no final de cada volume publicado um índice contendo toda matéria dos números nele englobados. Assim, tudo se passará, como se nossas edições fôsem semestrais.

ENG. LUIZ CARLOS MARTINS PINHEIRO  
Redator-Chefe



# ORÓS: CASO INÉDITO?

Eng. LUIZ CARLOS MARTINS PINHEIRO

ENG. CIVIL DA SEÇÃO DE ESTUDOS E  
PROJETOS DO DNOCS

## 1 — INTRODUÇÃO

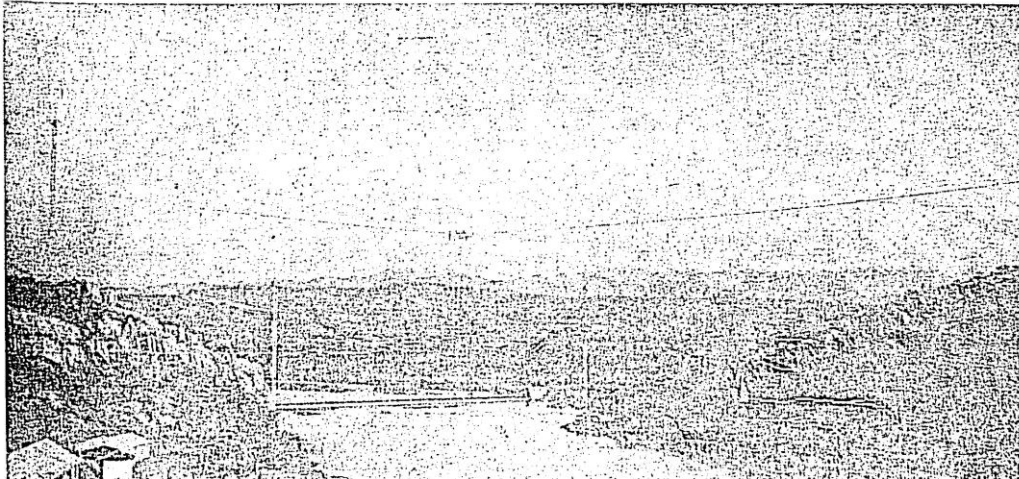
Orós é sem dúvida uma das obras de maior importância em vias de realização. Será, como procuraremos mostrar em ligeiras palavras, a redenção da maior reserva aluvional do Polígono das Sêcas.

Fei, quando inicialmente projetado, o maior reservatório do mundo, pois, os maiores que então se conheciam, "Assuã", no Egito e "Elephante Butte", nos Estados Unidos, tinham bilhões e bilhões de m<sup>3</sup>. Quem conhece o que representam êstes açudes para as terras áridas que beneficiam, fãcilmente poderá compreender o significado de Orós enervado em pleno coração da região sêca do Brasil.

Ao consultar a história dêste açude veremos que ela tem sido pontilhada de algumas fatalidades:

- a) em 1912, (10 de dezembro) seu primeiro projeto com respectivos estudos foram destruídos no incêndio do escritório do DNOCS, em Fortaleza;
- b) em 1924, quando adiantados estiveram os trabalhos preliminares de sua construção, chegou o "inverno", o mais rigoroso dos que se tinha notícia no Vale do Jaguaribe. Possantes máquinas de sondagem, em operação pelos empreiteiros estrangeiros contratados para sua realização, ficaram sob as águas no poço existente no boqueirão;

Boqueirão de Orós com instalações constituídas para execução do projeto do govêrno Epitácio Pessoa. Ao fundo, o dique de desvio do rio. Vê-se ainda o cabo aéreo com respectiva caçamba, guindaste junto às ombreiras e parte das oficinas. O sistema seria alimentado pela termelétrica para 1.200 CV.





Instantâneos do inverno de 1959 no Boqueirão dos Orós. A barragem estava sendo erguida, deixando-se um sangradouro provisório junto à ombreira direita. As tôrres fazem parte das instalações projetadas para a construção da barragem em alvenaria ciclópica, no Govêrno do Presidente Epitácio Pessoa. Com o cabo aéreo que as sustentam representarão pelos tempos afora um marco do esforço então desenvolvido para a construção do Açude Orós.



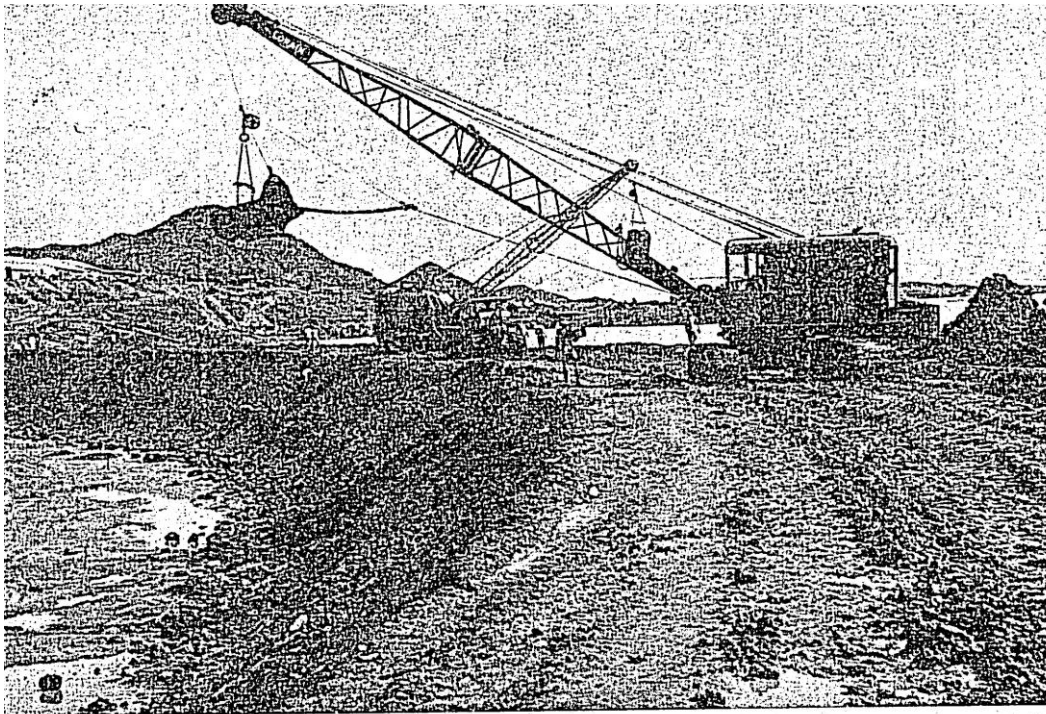


Homens e máquinas em setembro de 1959, em trabalho ininterrupto, durante as 24 horas do dia, erguem a parede que domará o Jaguaribe, o maior rio seco do mundo. O boqueirão estava fechado. O rio não mais deveria por êle correr.

- c) a redução drástica das verbas para as obras contra as sêcas verificada no *Governo Arthur Bernardes*, impôs praticamente a sua paralisação e com ela a perda de milhões de cruzeiros já empregados, inclusive em materiais, equipamentos e máquinas ainda não usados;
- d) o inverno de 1960, com chuvas as mais intensas verificadas no Vale encontram a barragem já com 30 m de altura. Atingindo a água nível superior, não sendo possível a elevação de seu coroamento face as chuvas constantes que tornavam o canteiro intransitável, em virtude do atoleiro

formado. Sendo impraticável a abertura de um sangradouro de emergência, a barragem foi lavada. Apesar de resistir durante horas a fio, a água rasgou em seu centro um sangradouro.

Portanto, em quatro batalhas importantes, seus técnicos foram obrigados a recuar por agentes independentes de sua vontade. A última ocorrência, entretanto, não deverá ocasionar mais os adiamentos verificados anteriormente, pois de acôrdo com as determinações do Presidente da República em visita que fêz a Oros, por ocasião de seu transbordamento, o açude deverá ser inaugurado em 15 de novembro. Tudo dependerá dos recursos que serão fornecidos.



Pás-de-arrasto em operação no núcleo central da barragem.

## 2 — PROJETO

Quem olha o *Boqueirão dos Orós*, como era inicialmente chamado, tem impressão de que ali existira em tempos idos uma barragem natural formada pela rocha que aflora em suas ombreiras e que o Rio Jaguaribe arrombou com um processo permanente de erosão.

Provavelmente a natureza em seu trabalho caprichoso através do tempo cortou este ponto baixo do divisor de águas da Bacia Hidrográfica do Orós, pelo qual verteu de forma tal que escavou um poço no próprio boqueirão que formou.

O local é de uma atração intuitiva para um grande reservatório não só pela grande bacia de captação e de reserva como pelo aspecto do boqueirão, com a rocha cortada quase verticalmente, tendo uma largura de cerca de 300 m na altura de 50 m.

As primeiras sondagens, embora realizadas com sonda manual e que não atingiram a grandes profundidades revelaram logo o primeiro obstáculo à solução intuitiva de fechamento do boqueirão. O *Eng. Louis Philips* em longo relatório sobre este trabalho que esteve a seu cargo,

informa ter este poço pontos com mais de 40 m de profundidade. Indicou então duas alternativas:

- a) barragem retilínea a jusante em local onde a rocha aflora no leito do rio;
- b) barragem curva; sondagens posteriormente realizadas com sondas adequadas, confirmaram a constatação daquele engenheiro.

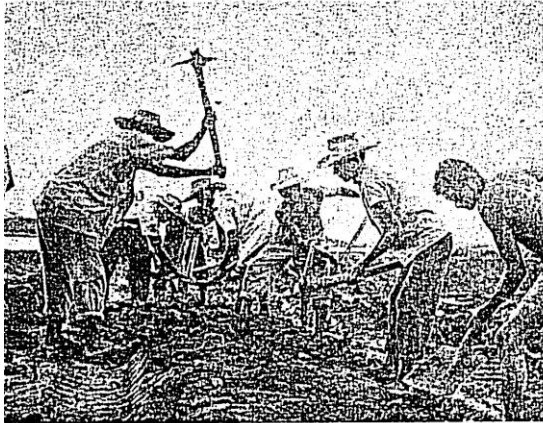
Os primeiros projetos elaborados foram para barragem no próprio boqueirão com pequena curvatura; barragem de peso em alvenaria ciclópica.

Na época era o tipo da barragem dominante nos EE.UU. e freqüentemente no Brasil para grandes reservatórios.

Inverno de 1960. As chuvas chegaram impetuosas e milhões de metros cúbicos d'água acumulavam-se no Açude Orós em construção. Temendo novas precipitações, que de acordo com as estatísticas de cerca de 50 anos são mais intensas, em geral, em abril, reduziu-se a seção impermeável de argila. Assim, dever-se-ia ganhar altura mais rapidamente como medida de segurança. Observa-se nas fotos ao lado: o enrocamento de montante ainda não coberto pelas águas; a elevação da seção de argila; o túnel da hidrelétrica através ombreira esquerda; oficinas, escritórios e almoxarifados à direita.







Após a passagem dos transportadores, homens com picaretas e pás e até com as mãos removiam o excesso de material acumulando-o no bordo de montante. Assim, garantia-se uma elevação adicional. O material acumulado no bordo de montante, quando seco, era umedecido com o auxílio até mesmo de latas de biscoito e socado com paus. A largura do coroamento da seção reduzida e a urgência em se elevá-la não permitia o uso de compactadores.

Na década 30 do século atual cogitou-se então construir barragem retilínea a jusante, sendo então elaborados projetos para terra e concreto em capitel.

Em 1957, novamente foi reestudada a questão e optou-se por barragem de terra, mas em curva e a montante, aproveitando a rocha formadora do poço. Em 1958 foi completado o projeto.

A fundação, assim seria rasa.

A apresentação de todos os projetos seria demasiada extensa para os limites deste trabalho, portanto, veremos apenas as características principais do definitivo que está em execução e cujos estudos e detalhes gerais este Boletim já os apresentou (\*). Trata-se de uma barragem zoneada, sendo o núcleo central impermeável; segue-se-lhe uma seção de transição em areia, sendo a última seção estabilizadora em pedra.

A argila no núcleo central garante a impermeabilização do maciço; a areia executa a função filtrante evitando, tanto a montante como a jusante o carreamento da argila pela água através da pedra; esta última permite taludes mais íngremes, em virtude de sua alta resistência ao cisalhamento.

(\*) Boletim do DNOCS, n.º 6 e 7.

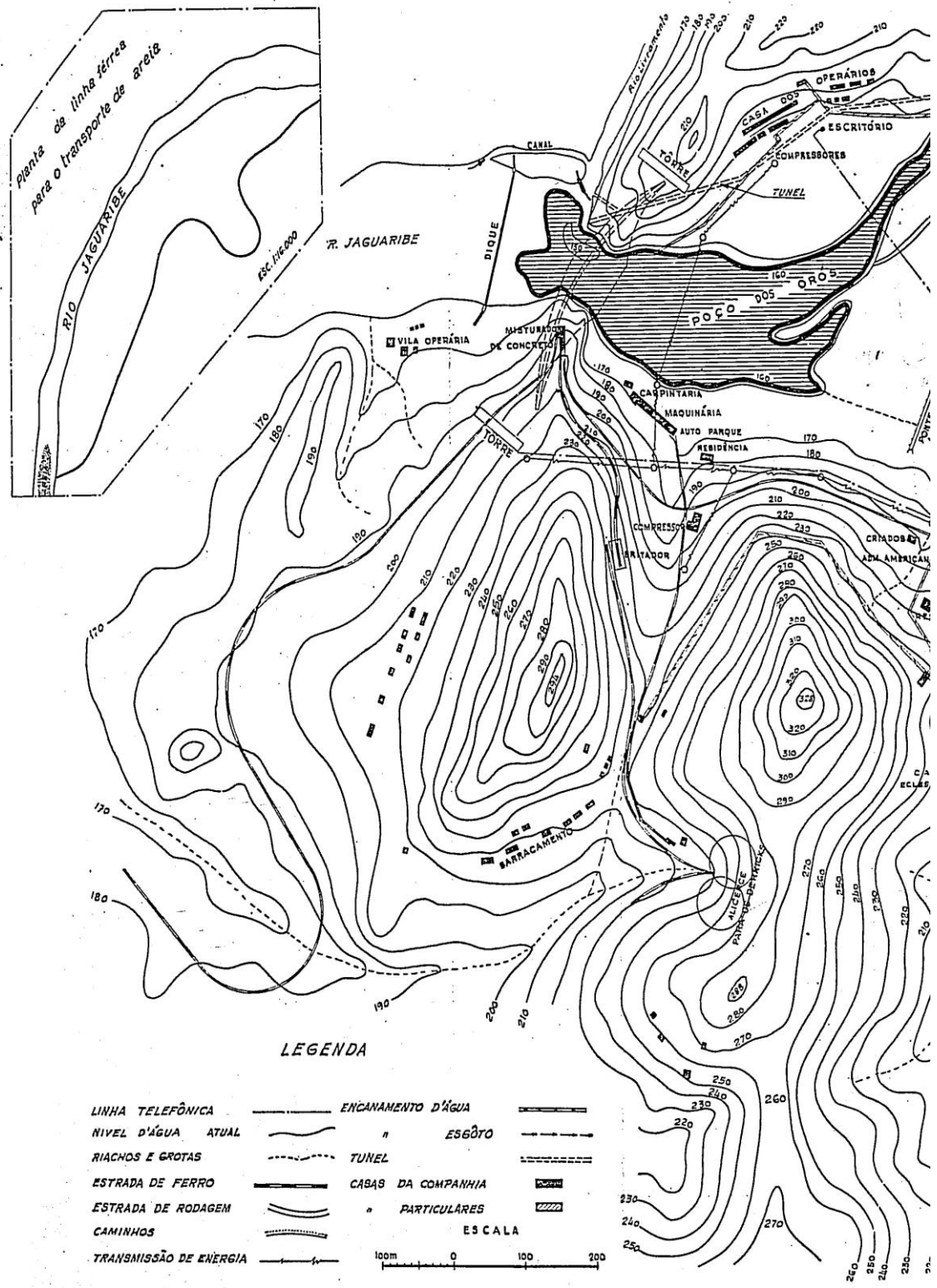
Homens de todas as idades procuram garantir folga para o reservatório.

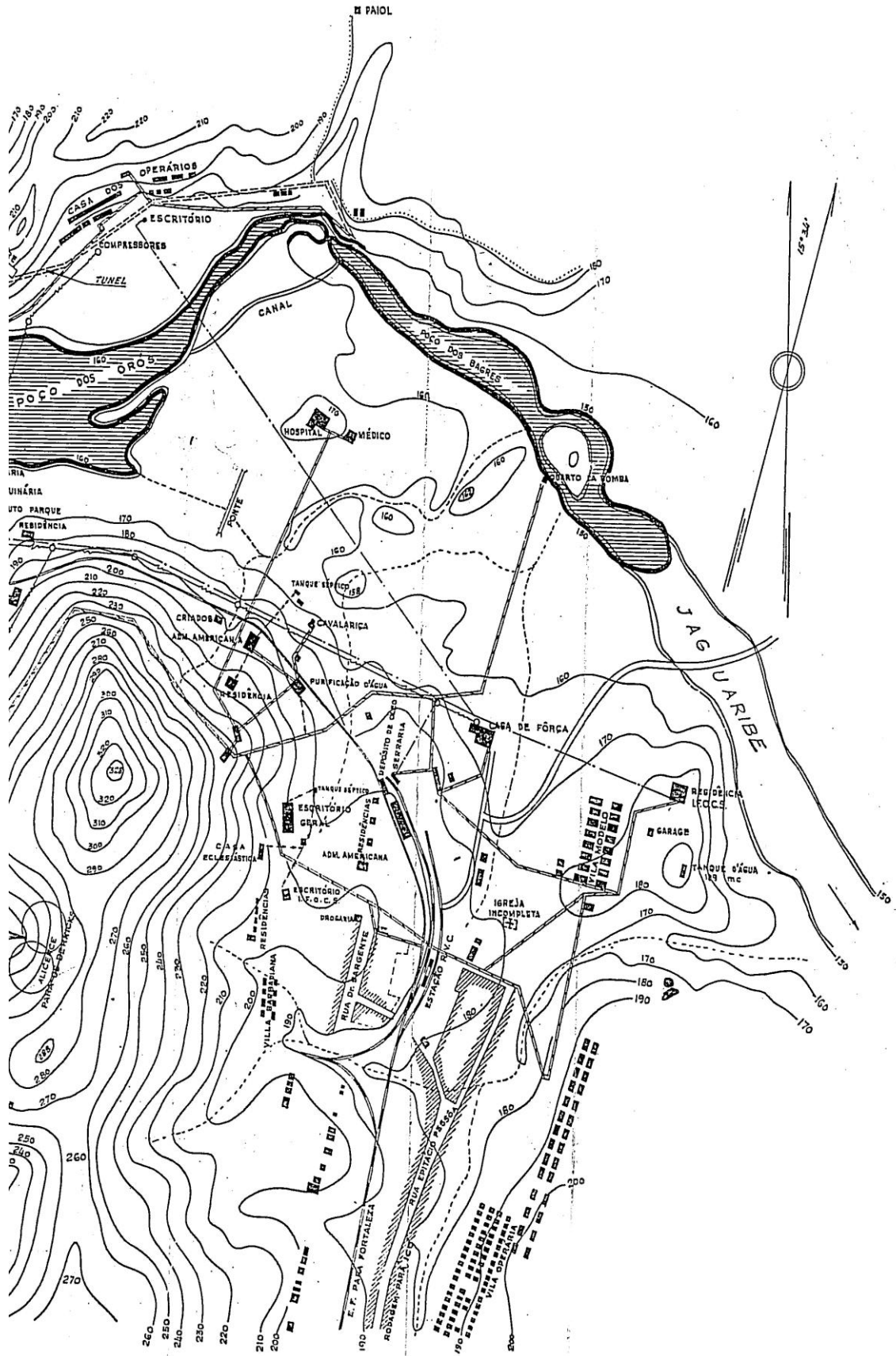
#### Características Gerais do Projeto:

a)	altura máxima .....	54,0 m
b)	comprimento pelo coroamento ..	670,0 m
c)	largura máxima na base .....	278 m
d)	largura do coroamento .....	10,0 m
e)	raio de curvatura .....	160,0 m
f)	volume da barragem .....	3.215.220 m <sup>3</sup>
	f. 1 — argila .....	1.752.915 m <sup>3</sup>
	f. 2 — areia .....	795.200 m <sup>3</sup>
	f. 3 — pedra .....	667.105 m <sup>3</sup>
g)	lâmina máxima .....	7,0 m
h)	revanche .....	9,0 m
i)	largura do sangradouro .....	180,0 m
j)	capacidade do reservatório ....	4.000.000,000 m <sup>3</sup>
l)	potência instalável .....	38.000 CV
	1.1 — comprimento do túnel ....	260 m
	1.2 — diâmetro do túnel revestido	5,35 m









### 3 — CONSTRUÇÃO

Sua construção já foi empreendida inúmeras vezes sem entretanto ultrapassar a fase das instalações e preparo do canteiro de serviço.

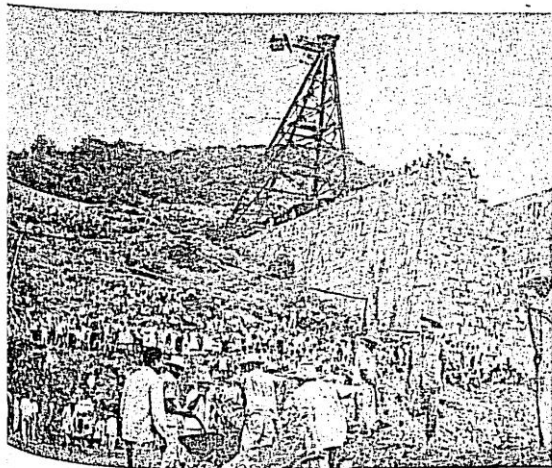
Assim aconteceu desde 1919 quando foi tentada pela primeira vez. Contratou-se então a firma Dwight P. Robinson & Co. que juntamente com outras, também, estrangeiras, foram encarregadas de um vasto programa de ajuda-gem nos Estados do Ceará, Paraíba e Rio Grande do Norte, os mais prejudicados com a irregularidade pluviométrica que caracteriza o Polígono das Sêcas. Houvesse chegado a bom termo tal programa e muito diferentes seriam as atuais condições sócio-econômico da região.

O plano de *Epitácio Pessoa* foi realmente ousado dentro da compreensão de então acêrca do problema das sêcas e dos recursos da área.

A barragem de concreto ciclópico era o tipo preferido. Como sabemos só mais tarde foi lançada por *Karl Terzaghi* a doutrina da Mecânica dos Solos (\*), indispensável às obras em terra.

O cimento era importado. A ferrovia estava em pleno apogeu estando a rodovia saindo da decadência que aquela lhe havia impôsto. O lombo de jericó (trator nordestino) era o meio de transporte em virtude da carência de estradas. Os portos marítimos inadequados para o recebimento do material e máquinas necessários às realizações programadas. Os motores a explosão, estavam pouco desenvolvidos

(\*) "A primeira exposição articulada de seu corpo de doutrinas encontramos na *Erdbaumenchanik*, de *KARL TERZAGHI*, publicada em Viena no ano de 1925", afirma *J. A. JIMENES* em "*Mecânica del Suelo*".



Engenheiros José Cândido Castro Parente Pessoa e Anastácio Maia, Diretor-Geral e Chefe da Comissão do Orós respectivamente, percorrendo a barragem.

sendo preferidos os elétricos. Tudo isto aliado à falta de conforto da região exigiram instalações dispendiosíssimas.

Fêz-se necessário o reaparelhamento portuário; construção de ferrovias com ramais para atender às obras; aquisição de uma usina para moagem de "clinker"; de locomotivas e material rodante para transporte de material dentro das obras; montagem de usinas termelétricas, pois não havia energia elétrica na região, nem quedas d'água aproveitáveis; construção de autênticas cidades-modêlo em pleno sertão com água tratada, luz elétrica, fábrica do gelo etc. Este seria o mínimo conforto admissível pelos técnicos importados de países de elevados padrões de vida; grandes oficinas para manutenção ferroviária, de vagonetas, grandes instalações para concreto etc.

Desta forma as despesas teriam que ser elevadíssimas face a falta de recursos locais. A esta situação devemos acrescentar ainda o contrato dos empreiteiros em regime de adminis-

Massa de curiosos presenciam o drama de Orós, junto à muralha de alvenaria que sustenta e serve de guia à torre do cabo aéreo.

tração sem limitação de despesas e elevados salários e não menos grandioso número de especialistas trazidos do estrangeiro. Houve sem dúvida alguns desperdícios, pois êstes no afã de consumir as verbas disponíveis fizeram alguns investimentos sem os necessários estudos preliminares o que, por falta de sorte, foram levados ao abandono em vista dos resultados obtidos não corresponderem ao desejado.

Assim um problema que preocupou muito na época foi a descoberta de pedreira para tensão requerida pela obra. Jazidas foram preparadas para exploração, no entanto, a qualidade ou baixa produção que ofereciam, recomendaram seu abandono, quando até ramais ferroviários estavam sendo construídos para o transporte. Os empreiteiros encarregados do projeto preocuparam-se mais com a segurança da obra do que com seu aspecto econômico.

Quando ocorreu praticamente a paralisação da obra pela escassez de verbas estavam as instalações quase concluídas; em montagem o cabo aéreo que depositaria o concreto e a pedra na barragem; o dique e o túnel para desvio do rio; o projeto da barragem e da central de concreto etc.

As verbas a seguir destinadas ao Açude Orós não foram suficientes à manutenção das instalações. Concluíram-se, posteriormente, mais alguns galpões, instalação do cabo aéreo, estradas de serviço etc.

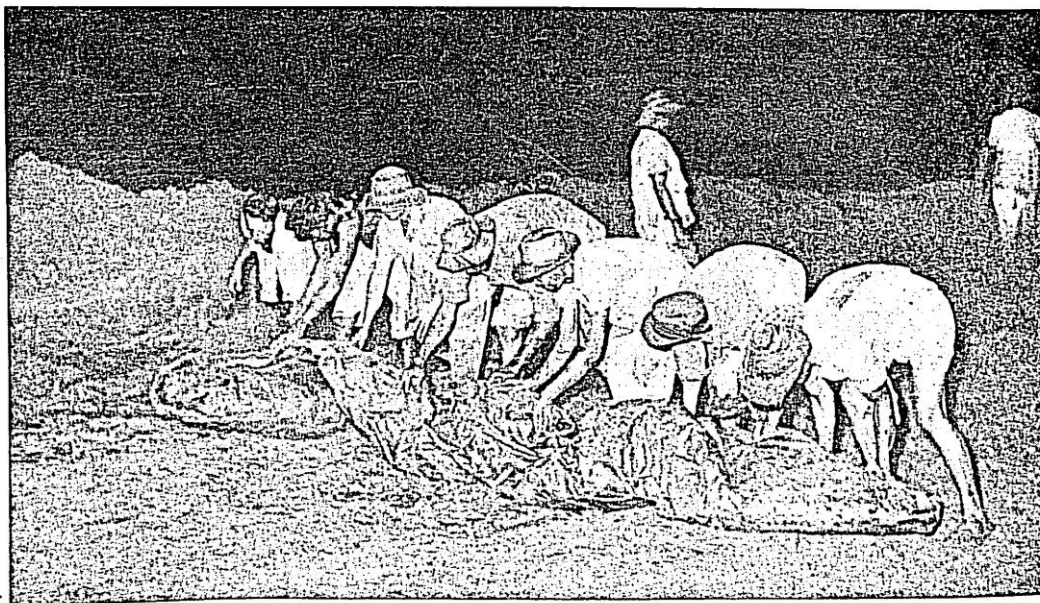
O tempo e a falta de conservação incumbiram-se de destruir tão grande investimento já realizado. A própria evolução da técnica na construção de barragens para isto colaborou.

Quando eclodiu a seca de 1932 e novamente foi retomado o ímpeto de construção de obras contra as secas, grande parte das instalações já estavam destruídas, residências, galpões, caminhos de serviço etc. Materiais já haviam sido retirados da obra. Cimento estocado havia se estragado. O DNOCS já adquirira boa experiência na construção de barragens, principalmente de terra. Tentativas de realizações por empreitadas, foram em geral de insucesso ou de pouco êxito o que aconselhava naquela época a administração direta como forma mais recomendável de trabalho na construção de açudes.

Estudos então realizados desaconselharam o projeto primitivo, não só quanto ao tipo de barragem, quanto à sua localização.

Novos projetos foram executados para locação a jusante.

A água não esperou. A lona é enrolada na trágica noite do dia 25 de março. Estava selada a "Operação-lona".







Março de 1960. A luta está declarada: barragem e nível d'água no reservatório cobem de forma imprevista.

Entretanto ainda não chegara a ocasião do Orós tão desejado e esperado. Diversas das obras do plano de 1919/1920 foram executadas, outras arquivadas, superadas que foram por projetos novos julgados mais convenientes, com a evolução da técnica.

Considerada sua construção, a partir de 1956, executadas novas sondagens, foi preferido elaborar outro projeto para barragem de terra em curva para montante do boqueirão.

Em outubro de 1958 aproveitando o trabalho dos flagelados iniciou-se o preparo das fundações de sorte que as chuvas já as encontrassem prontas em 1959. O Jaguaribe estava seco.

Para lá o DNOCS deslocou poderosa equipe mecanizada organizada em 1956 para conclusão do Açude Boqueirão de Cabaceiras, no Sistema do Paraíba e que então acabara de construir o maior reservatório do Polígono, o Açude Araras, para um bilhão de m<sup>3</sup> d'água, no Sistema do Acaraú. À frente da equipe continuava seu organizador o Eng. Anastácio Maia.

A localidade da obra, face às instalações lá construídas pelo Governo, já se transformara em Município de Orós.

Grande parte das instalações já não mais funcionava ou estava inaproveitável face ao tempo decorrido.

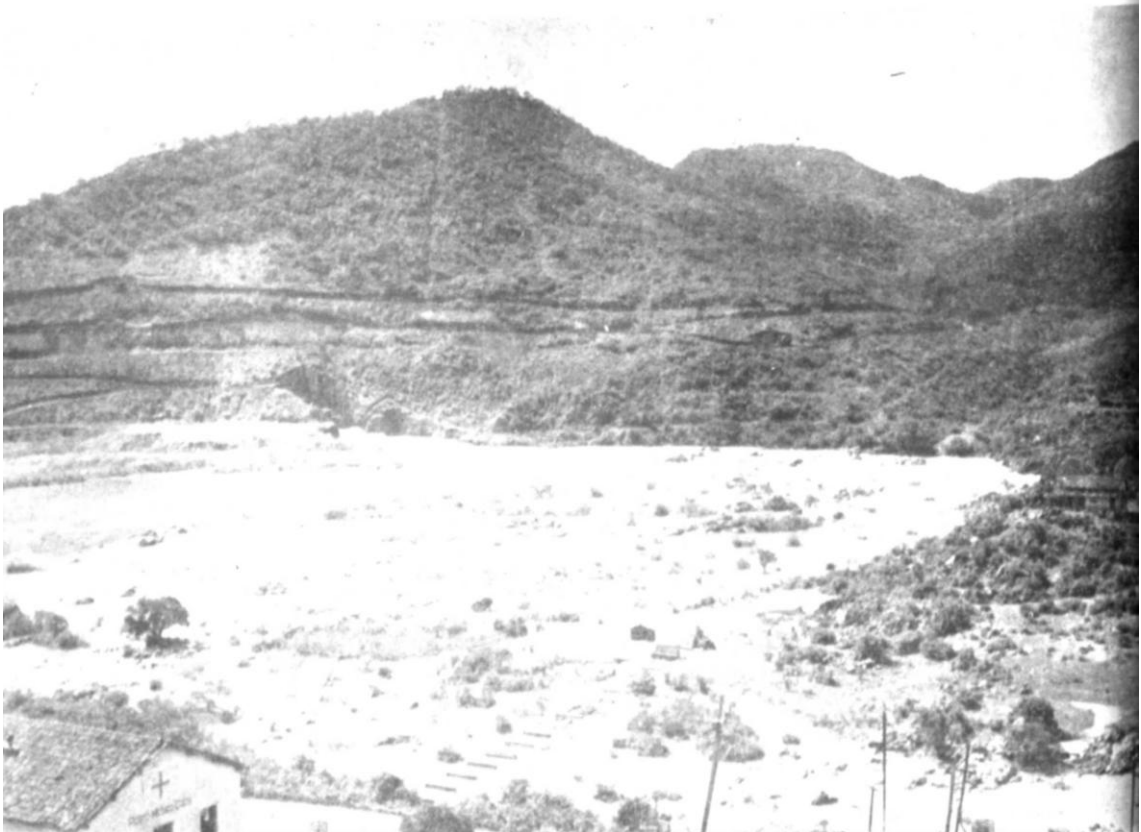
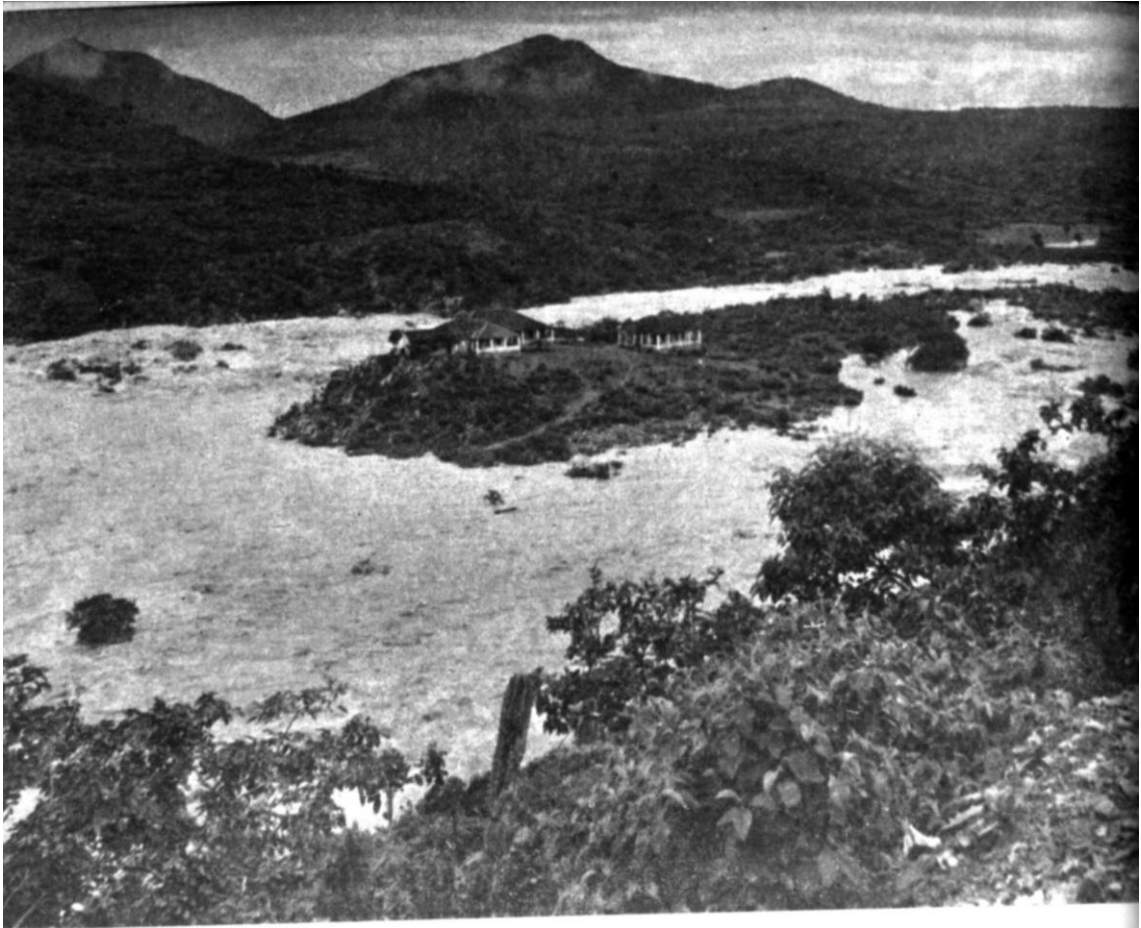
O cabo aéreo que ainda hoje lá vemos não se presta ao trabalho programado. O uso de ferrovias no canteiro de serviço está totalmente obsoleto. Atravessamos atualmente o apogeu dos veículos à explosão, pneumáticos ou de esteiras, consoante a espécie de trabalho e as distâncias a serem vencidas.

As antigas oficinas foram preteridas por novas, em sítio mais próximo à barragem. As instalações à base de potência centralizada foram postergadas pelas máquinas atuais, movidas com seus próprios meios de transformação energética.

Atravessamos era tecnológica completamente diversa daquela de 30 anos atrás.

Possantes carregadoras ou basculantes *Euclid* carregados por não menos possante escavadora, em 24 horas de jornada, erguiam a montanha a montante do Boqueirão dos Orós.

Após o "inverno" de 1959, que foi regular no Vale do Jaguaribe, o rio foi finalmente fechado.





Os materiais depositados no local, espalhados por tratores de esteiras e umedecidos com mangueiras ou carros pipas na umidade adequada eram compactados por pesados róis-pé-de-carneiro em passadas sucessivas. Era preciso garantir o armazenamento das chuvas previstas para 1960 com base em observações pluviométricas e fluviométricas efetuadas pelo DNOCS a partir de 1912.

O túnel, iniciado em 1959, como fôra previsto, foi construído para permitir unicamente a produção de energia elétrica e água para a irrigação do Jaguaribe. Não tinha finalidade de obra de derivação das cheias.

Chegou 1960 e como sempre a situação era de expectativa. Será seca? No Sul e no Leste do país chuvas inundavam, destruíam e matavam. Em países vizinhos fenômenos idênticos ocorriam. O Polígono continuava seco. As primeiras chuvas nêl precipitadas foram nos estados mais secos em 1959.

Municípios baianos se viram a braços com inundações e conseqüentes misérias. O Rio Grande do Norte, em fevereiro, através do seu governador, já apelava ao Governo Federal para a seca que se esboçava: naquêl estado o fenômeno, chegou mesmo a ser declarado pelo Governo Estadual. O Governo Federal já acertara as

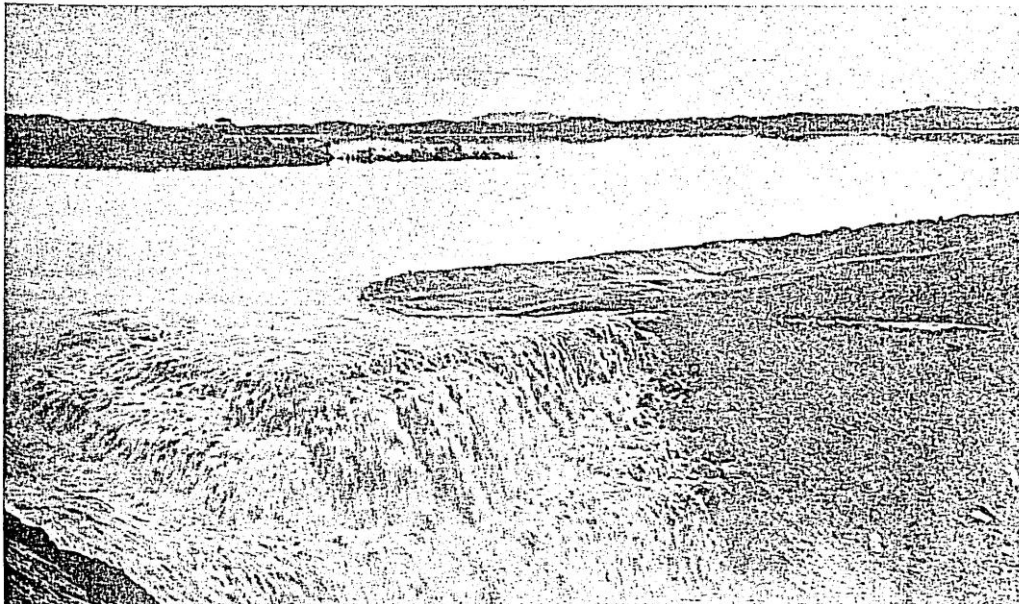
providências a tomar caso as chuvas não chegassem. Ainda não haviam sido perdidas a esperança de um bom "inverno". Eis que chegam às águas. Inundações em Pernambuco, Ceará, Paraíba, Piauí, Rio Grande do Norte etc. Grandes chuvas em pequeno espaço de tempo. Os pequenos açudes e barreiros, construídos sem a menor técnica por seus proprietários, que aos milhares se espalham nêsses Estados, como sempre ocorre em tais ocasiões, arrombam, engrossando as águas dos riachos e rios, levando outros de roldão.

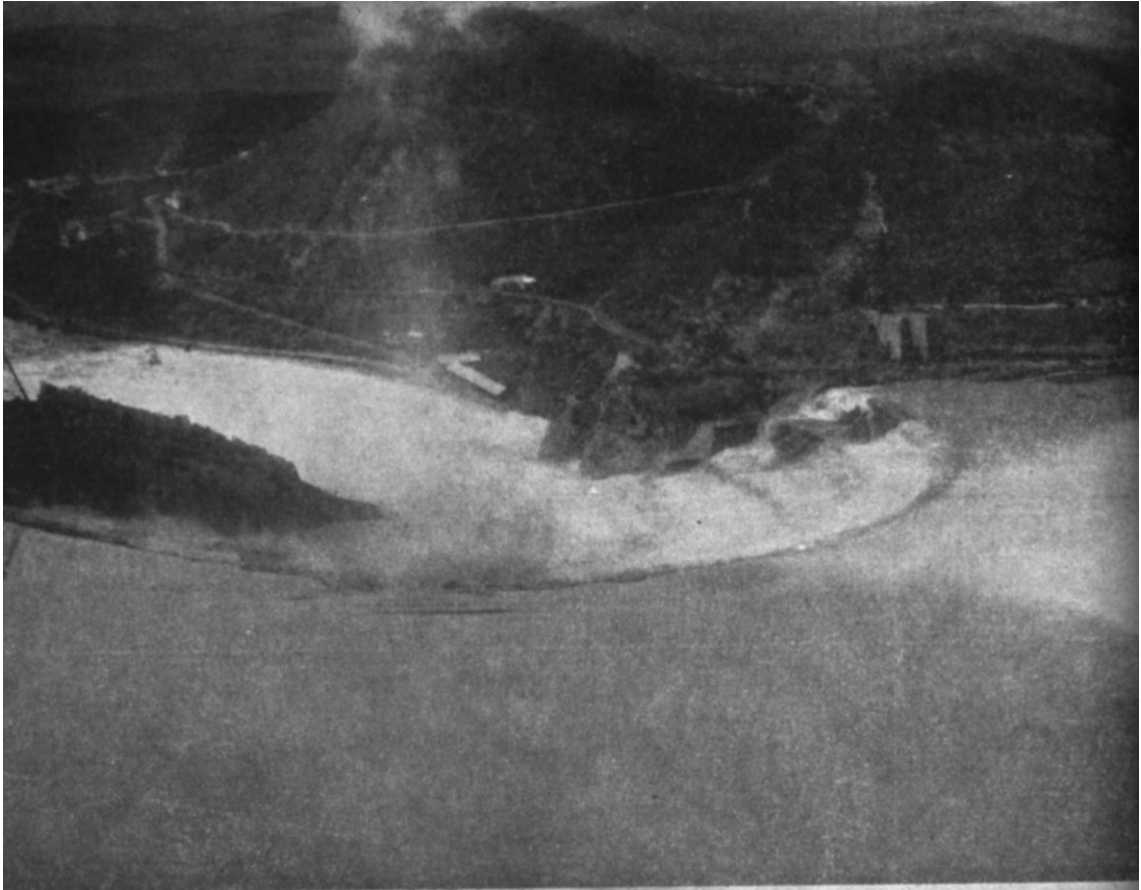
As propriedades agrícolas nas vazantes dos rios, são destruídas. Árvores e madeiras de tôda espécie descem rio abaixo barrando as águas nos vãos das pontes, ameaçando-as. Muitas são destruídas. O fenômeno prossegue com excepcional intensidade.

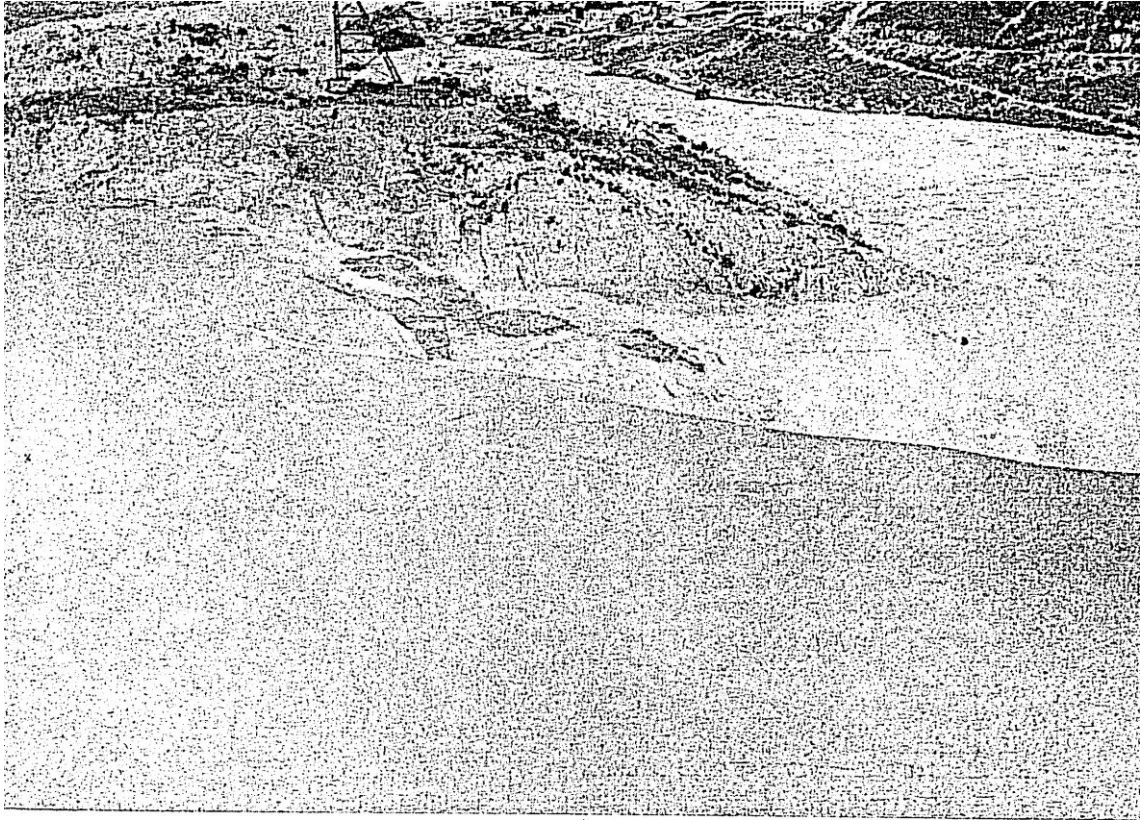
Os grandes açudes do DNOCS começam a sangrar, entre êles o *Boqueirão de Cabaciras* e *Mãe D'água* (pela primeira vez). Os brejos e as várzeas ficam alagados. As populações se retiram para as partes altas levando o animais e utensílios domésticos conseguidos. Os mais otimistas só se retiram quando às águas lhes destroem a moradia ou ameaçam afogar-lhes. Há os mais imprudentes que nem assim fogem procurando as cumeeiras dos casebres que ficam submetidos à pressão do caudal.

Pôsto Médico do DNOCS em Orós: ontem e hoje. Os americanos o construíram na ilha. Vê-se, também, a bôca de jusante do túnel da hidrelétrica.

Após a abertura de pequeno sangradouro junto à ombreira direita, aos 17 minutos do dia 26 de março, a água verteu através da barragem. Observe-se a proteção parcial e experimental com lona no bordo.







#### 4 — O DESASTRE

As águas barrentas pela erosão que realizaram, transportando destroços de moradias, árvores inteiras etc. chegam a Orós em volumes assustadores. Homens e máquinas numa fúria impressionante, tão pronto a chuva pare e o caminho seja drenado, entram em ação. O cronograma de trabalho previa a barragem na cota 209 antes de janeiro porém ainda estava em cota pouco inferior a 190.

As águas começam a impor receios face ao imprevisível.

O Eng. José Cândido Castro Parente Pessoa, Diretor-Geral do DNOCS, informado da situação, segue para a obra. Outros técnicos do DNOCS são convocados. Esperam-se vazões nas proporções observadas há quase um cinquentenário.

Apesar da grande esperança de se evitar o acidente, são programadas medidas lógicas preventivas contra a possível catástrofe.

- a) engenheiros procuram as povoações a jusante e entram em contato com as autoridades para evacuar as populações para locais seguros;

- b) facilita-se a imprensa, rádio e televisão notícias permanentes a fim de convencer as populações dos perigos que correm não se retirando imediatamente das proximidades do rio;

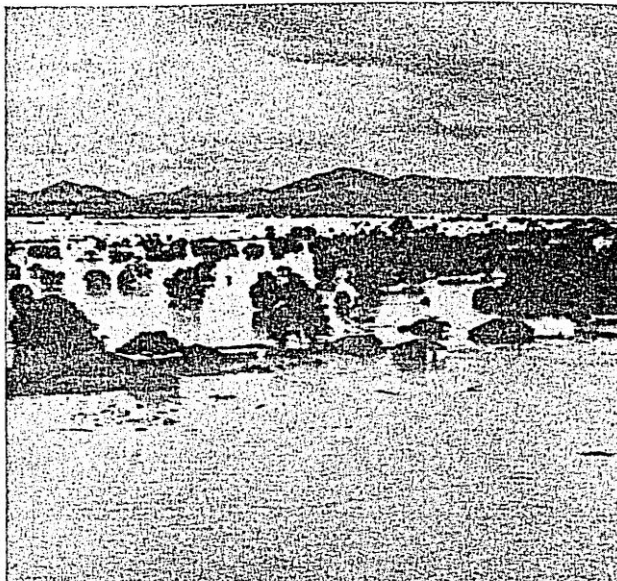
- c) agasalhos, lonas, alimentos e medicamentos, são transportados com urgência para a região.

Em noite chuvosa do dia 24 juntamente com duas dezenas de jornalistas do Rio de Janeiro e São Paulo, acompanhados pelo *Deputado Federal Euclides Wicar*, irmão do Diretor do DNOCS, partimos num DC-3, o Aracati, desse Departamento, que levava um carregamento de vacinas para Orós.

Amanhecemos no Recife, nossa primeira escala. Duas horas depois sobrevoávamos aquela região presenciando o inesquecível espetáculo.

Chuvras em todo o interior. Os açudes a sangrar. O *Boqueirão de Cabaceiras* estava repleto de curiosos sobre sua barragem a observar o espetáculo de sua primeira sangria.

Povoado submerso durante as cheias do Rio Jaguaribe em 1960.



Quando passamos em Orós não chovia e o tempo estava radiante. Podia-se observar aquele espetáculo indescritível. Verdadeira massa humana a revezar-se com as máquinas, objetivando elevar mais alguns centímetros na barragem a fim de aumentar sua capacidade e desta forma represar milhões de metros cúbicos de água ameaçadora que chegava.

Descemos no Campo-de-pouso de Lima Campos, distante cerca de uma hora da barragem.

Foi meu primeiro contacto com a natureza do sertão. Logo observamos parte da área irrigada pelo Açude Lima Campos. No caminho vimos aquela vegetação rasteira ou de pequeno porte, bem verde, mas muito diferente das paisagens costumeiras do Sul. Pastando, viam-se jericos. Estrada boa com revestimento primário. Apesar da chuva intensa trafegava-se perfeitamente. A região dada a sua configuração topográfica é favorável às obras rodoviárias. O

acesso por rodagem do litoral estava interrompido porque algumas obras d'arte e aterros haviam sido levados pelas águas. Estavam sendo restabelecidos.

Em Orós, homens e meninos de tôdas as idades, entre a passagem de duas máquinas, de pá, picareta, enchada ou mesmo com as mãos, nivelavam o coroamento da barragem colocando material excedente e os matações no paramento de montante. Com troncos de árvores roliços ou com bambus, batiam para melhorar a resistência do talude ao desmoronamento, enquanto outros, com latas apanhavam água no próprio açude e umedeciam o solo nos pontos onde se apresentava mais seco. Não havia tempo a perder. O nível do reservatório deixava uma folga apenas de uns 50 cm para transbordar. A compactação era feita com as próprias máquinas ao transitar sobre a barragem. A praça mal dava para passagem de um veículo o que não permitia uma ação conjugada de transportadores, espalhadores e compactadores. As manobras eram difíceis. Vez por outra uma unidade atolada impedia o trânsito.

O Diretor-Geral do DNOCS e o Engenheiro-Chefe da Comissão de Orós juntamente com outros engenheiros e mestres, sem dormir e mal alimentados, percorriam incessantemente os 600 m de barragem providenciando refôrços onde estes se faziam imediatos e intensificando o ritmo indescritível de trabalho. Ainda tinham que atender às solicitações da imprensa, das autoridades e de populares que acorreram ao

Retirada de flagelados da Limoeiro do Norte.





**Flagelados de Russas acampados em local seguro.**

local, a fim de saciar-lhes os desejos de esclarecimentos e escutar-lhe as sugestões. Surgem opiniões de toda ordem e espécie. A tudo é preciso ouvir e com resignação, em meio àquela luta ciclópica. Não se pode aborrecer. É função do administrador. Falavam os leigos.

Uns achavam que deveria se abrir um sangradouro, mesmo em proporções limitadas, talvez incapaz de dar a vazão necessária e que requeria desmonte em rocha de mais de 20.000m<sup>3</sup> em menos de 24 horas, com duas frentes reduzíssimas para atender uma vazão insignificante. Outros optavam pelo emprêgo de sifões. Havia os que pensavam em bombardear as nuvens, provocando sua precipitação fora da bacia hidrográfica do Orós.

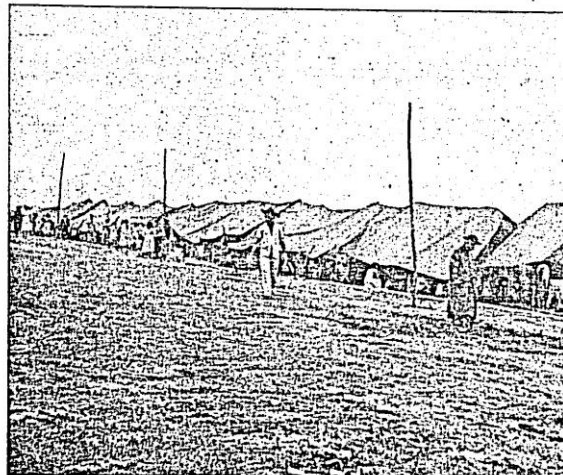
Pensou-se em abrir uma sangria na barragem, junto a ombreira direita, protegendo-se a banquetta formada pela parte definitiva da barragem para baixo com lonas. Deixar-se-ia a água erodir a parte construída na emergência.

Muitas outras idéias foram cogitadas. As mais absurdas eram aventadas.

A todas o tempo disponível respondia como impraticáveis.

Quando lá chegamos, o *Eng. José Cândido Castro Parente Pessoa*, discutia a idéia da lona. Demonstrando esgotamento físico, apresenta-se calmo, embora preocupado. Estava tostado pelo sol que, curiosamente, se intercalava entre duas chuvas consecutivas.

A única solução lógica foi a adotada. Aumentar o reservatório até que as águas que che-



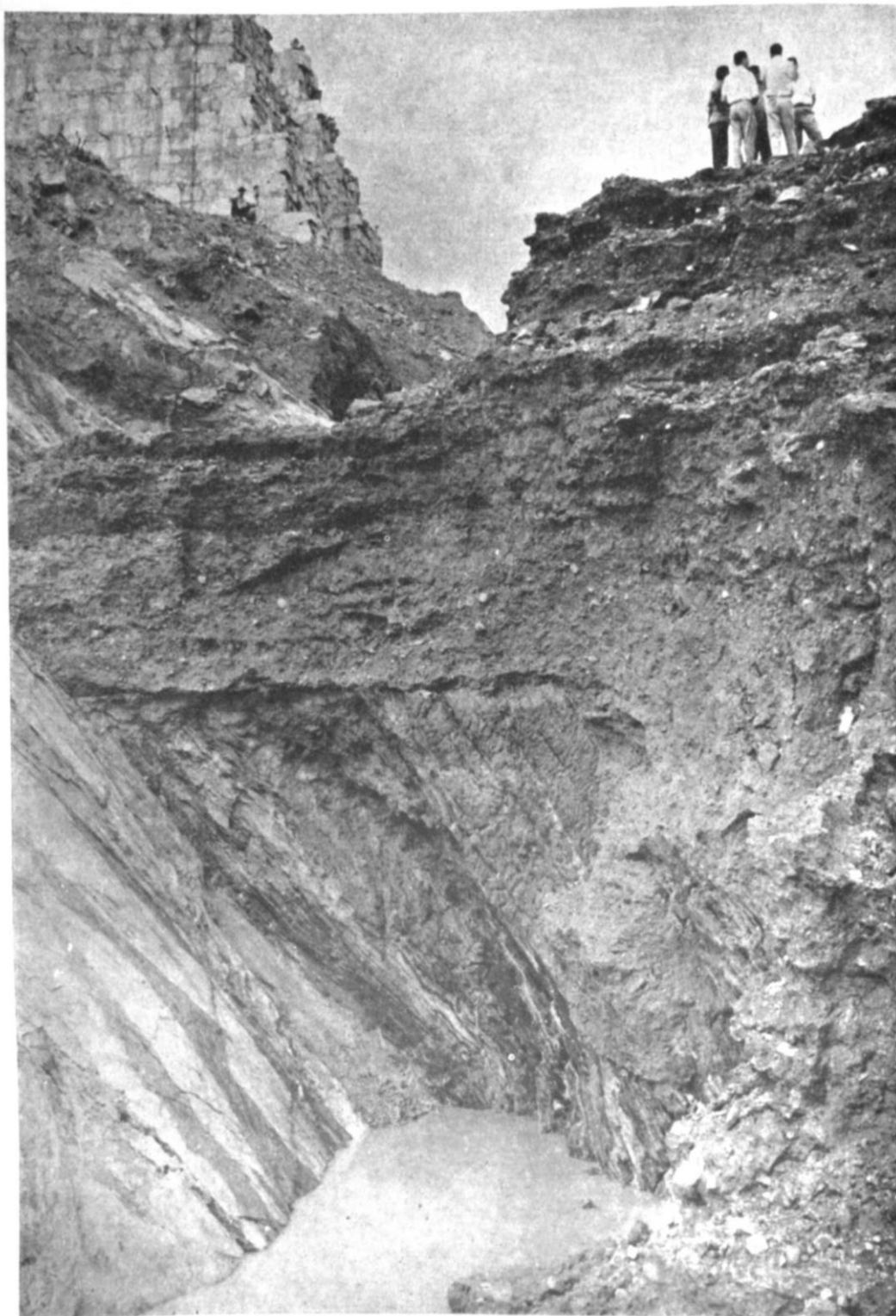
gassem fossem igual ou menor que a vazão do túnel: era a salvação possível. Entretanto, notícias de montante, principalmente de Iguatu, diziam da elevação sempre crescente do nível do rio. Esperava-se ansiosamente que tal nível baixasse.

Como a solução da lona não prejudicasse o trabalho que se estava fazendo e fora prevista a tentativa de sangrar o açude junto a ombreira direita, caso se tornasse impossível continuar aumentando a altura da barragem, foi autorizada a "operação lona".

Quanto a sua viabilidade as opiniões se dividiam. Foram compradas lonas nas várias praças do Nordeste e inclusive cogitou-se de

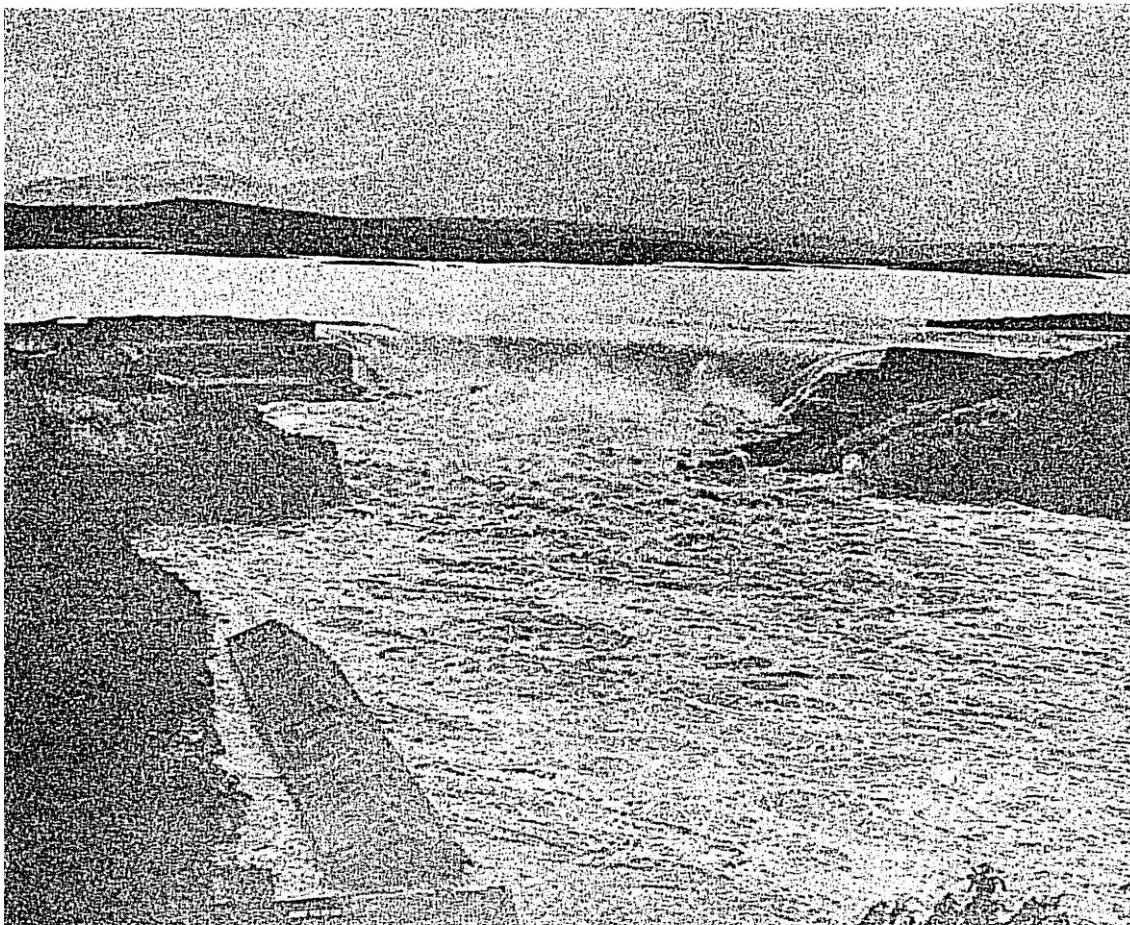


**Cidade jaguaribana novamente invadida pelas cheias do maior rio sêco do mundo.**



Eis como ficou o local onde se iniciou a sangria. Observe-se o aspecto do maciço





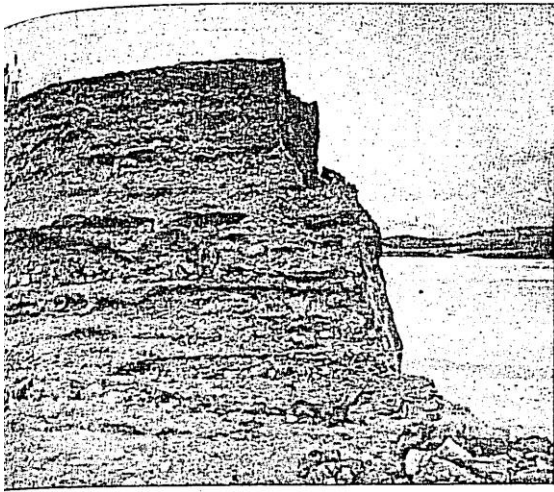
Abrindo seu próprio vertedouro, a corrente deixou livre a maior parte da barragem. Resistiu de pé.

mandar buscá-la em São Paulo, uma vez que os estoques existentes na região eram insuficientes.

As lonas foram transportadas via aérea até Lima Campos e daí em caminhões, sendo costuradas umas nas outras a fim de lhes aumentar o tamanho. Seriam engastadas no maciço a ser protegido prêsas numa das extremidades com trilhos. Para isto foi cavada uma vala junto ao pé do talude do atêrro de emergência. Já era noite. A situação tornava-se insustentável.

Os técnicos vendo a impossibilidade de continuar evitando a lavagem da barragem preparavam-se para mandar abrir o sangradouro previsto. Chegam ao local autoridades federais e estaduais. Em reunião é discutida a oportunidade da medida tendo em vista a teimosia de parte da população ribeirinha que não se deslocara. Apelos dramáticos são transmitidos pelo rádio. Chegou-se a noticiar a abertura do sangradouro horas antes de ter sido efetuado, para apressar a saída do povo.





Aspecto praticamente vertical do maciço cortado pela corrente fluvial.

Sabia das qualidades e resistência dos bravos nordestinos, mas jamais podia imaginar do que eram capazes. Quando era impossível o uso de ferramentas o homem escavava o solo com as próprias unhas. A sede era saciada com a água suja do açude, colhida junto ao talude. Vinha cheia de material sólido em dissolução, com gravetos etc. Sempre que demonstravam cansaço, exaltava-se a importância da colaboração que estavam prestando. Punham-se novamente em ação, até certo ponto presos de fúria heróica.

Em certo momento chegaram notícias de que, para os lados da ombreira esquerda, a água já ameaçava transbordar. Uma turma para lá acorreu retornando minutos depois porquanto observaram que o rompimento seria eminente.

Neste instante, o Diretor do DNOCS informado da situação, inclusive por engenheiros e por seu próprio irmão, *Deputado Vicente Wicar*, que havia feito observações ao longo de toda barragem, numa última tentativa, falou aos homens, tocando fundo no sentido de bravura daquela gente. Não faltaram voluntários. Houve mesmo os mais bravos, inclusive um que deveria ter mais de 60 que se dispunha a dar a própria vida naquela luta.

O próprio Diretor e os engenheiros distribuíram-se ao longo da barragem. Havia pontos que com mais 20 a 30 cm, a água vazaria. Foram reforçados, mas a água não cederia. Continuou sua ascensão. Os riscos tornavam-se muito grandes. Um pequeno escorregamento poderia levar homens e máquinas rio abaixo, após uma queda de mais de 30 m. Foi determi-

Enquanto isto na barragem continuava a luta. Caía uma chuva miúda. Estava-se às escuras, pois os geradores da termelétrica, foram paralisados por medida de precaução e colocados em local seguro.

Na escavação da valeta cêrca de cinqüenta homens em fila indiana, sob a chuva e mesmo sem iluminação, cavavam sem muito resultado. O atêrro estava muito compacto, gelatinoso e o pedregulho amortecia o ímpeto das picaretas ou travava as pás. Os homens demonstravam-se exaustos. Não haviam se alimentado ainda. A esta altura dava minha modesta colaboração. Coube orientar êstes homens enquanto eram providenciadas as lonas. Estavamos encharcados até a medula e a argila atolava até o tornozelo. Foi o meu batismo de fogo no campo.

Vistas de jusante e montante da barragem após o abaixamento do nível d'água.



Vê-se que após a tremenda cascata formada, o maciço pouco sofreu com a erosão.



nada a retirada das máquinas. Deixadas algumas na outra margem (esquerda) como medida de segurança; logo após era feita a retirada dos homens e providenciada a sangria.

A "Operação lona" já ia adiantada, porém não havia mais tempo.

Foram retiradas as lonas para que não se perdessem. A título de experiência, pequena parte do coroamento foi protegida com algumas lonas de modo precário.

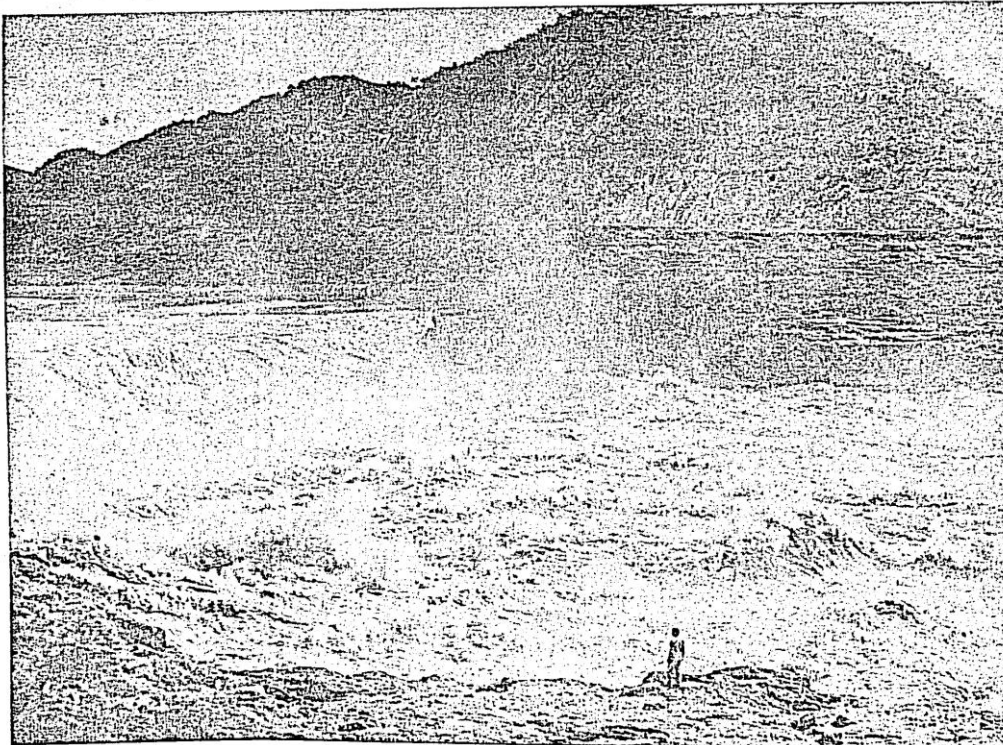
Um possante trator entrou em ação. A estrada de acesso já estava inundada. Somente pôde abrir um pequeno sangradouro, pois havia o risco de máquina e operário serem traga-dos pelas águas.

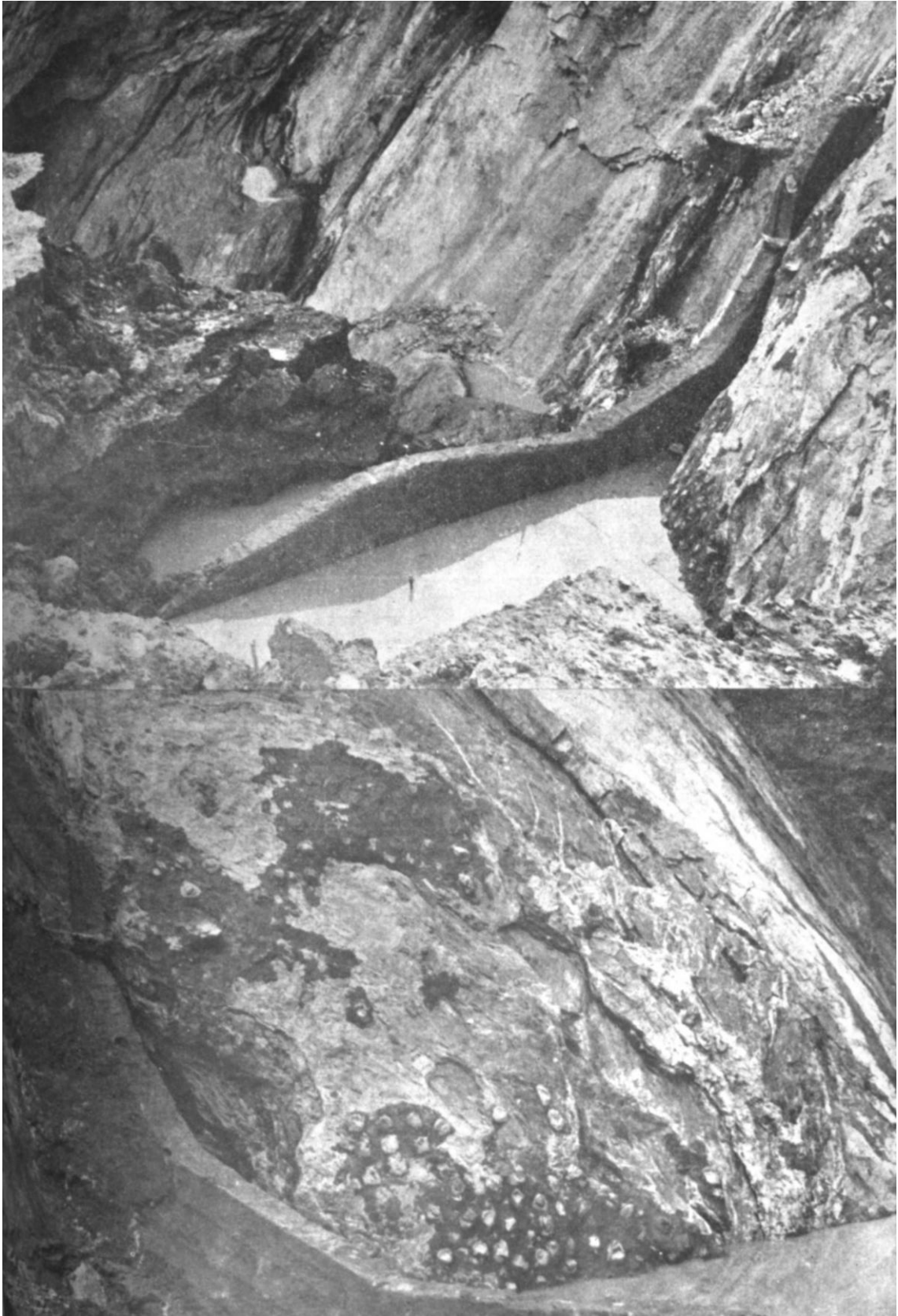
Exatamente aos 17 minutos do dia 26, conforme assinalava o relógio do *Eng. Laércio Freire Bastos (DNOCS Comissão de Alagoas)* começou a correr a sangria. O reservatório continuava a encher e cêrca de 30 minutos após ouviu-se um ruído tal qual gigantesca catadupa. A água transbordava pelo meio da barragem. Dentro

Ombreira esquerda vista da banqueta inferior junto à corrente.

Ombreira direita após a escavação realizada pela sangria. Murete de concreto das fundações e incrustações para aumentar aderência da terra com a rocha da ombreira.

de algum tempo eram 600 m vertendo. As banquetas davam um aspecto de cachoeira. Algo contristador mas de rara beleza. Esperava-se a qualquer momento o rompimento da barragem com a brusca saída de milhões de m<sup>3</sup> d'água. É comum em casos idênticos. Entretanto, em meio a tanta desgraça, uma surpresa boa estava reservada. A erosão processou-se relativamente lenta. Onde as correntes foram mais acentuadas ela era maior. Esperava-se que a erosão reversível do maciço provocasse o desmoronamento da parede, que não resistiria à pressão da água. Deveria haver um estrondo e grande lâmina d'água atingiria grande velocidade. A erosão horizontal prevaleceu e foi sendo aberto um sangradouro paulatinamente. Amanheceu com um bonito sol. Pontos já indicavam que o nível do reservatório estava baixando. Começavam a aflorar as partes mais altas que restavam da barragem. Horas depois, somente pelo centro, além, do túnel, passava a







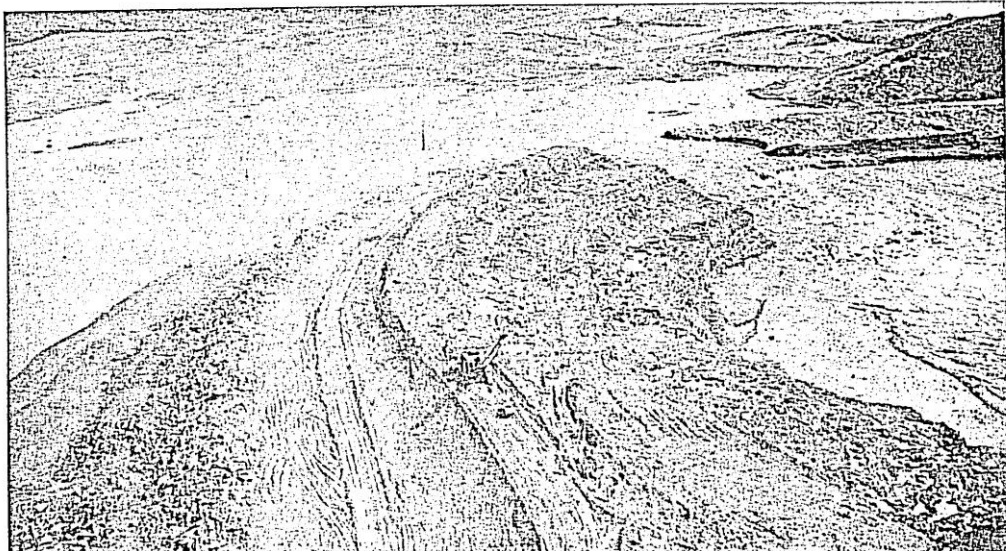
água. Estava praticamente definida a situação. Restavam cerca de 2/3 do maciço. Viu-se então a solidez da obra. O corte feito pela água ficava quase vertical. O desgaste na parte lavada fôra pequeno. Atribui-se tal resistência também à forma circular. Ao que sei e consegui apurar Orós comportou-se de maneira inédita. Técnicos nacionais e estrangeiros que lá acorreram mostraram-se surpresos.

No *Quadro III*, temos o regime do reservatório que não comentarei, para não me alongar mais.

#### 5 — SITUAÇÃO

Quando lavou a situação da obra era a retratada no *Quadro I*.

Serenado o ímpeto do inverno de 1960, inicia-se a remoção do atêro de emergência.





Dos 2.015.000 m<sup>3</sup> executados a água destruiu 872.580 m<sup>3</sup> ou seja 44% do que estava realizado (Quadro II). Terão que ser assim efetuados 2.072.800 m<sup>3</sup>, para a conclusão da obra. Somente após o término das chuvas poderá ser recuperada a parte rompida pelas águas. Enquanto isto, estão sendo feitos trabalhos de recuperação de máquinas, estoque de materiais perto da barragem; preparo da parte restante. Foi solicitado ao Presidente da República um crédito de 1,2 bilhões de cruzeiros, mínimo indispensável não só à recuperação do parque de máquinas e equipamentos lá existentes como à triplicação de sua capacidade de produção com

a aquisição de máquinas novas. Parte representará realmente despesas (mão-de-obra, combustível, lubrificantes, manutenção, depreciação etc.) porém o restante do crédito será apenas investimento de capital, pois, a conclusão do Orós, em novembro, como deverá ocorrer, permitirá a liberação de poderosa equipe que poderá em poucos meses concluir o Açude Banabuiú, outra importante obra em vias de conclusão e atacar a construção dos açudes Castanheiro e Boa Esperança, as maiores obras programadas para serem executadas após a conclusão destes grandes reservatórios.

#### QUADRO I

SITUAÇÃO DA BARRAGEM DO AÇUDE ORÓS ANTERIOR AO TRANSBORDAMENTO

MATERIAL	TOTAL	VOLUME (M <sup>3</sup> )	
		EXECUTADO	A EXECUTAR
ARGILA .....	1.752.915	1.212.000	540.915
AREIA .....	795.200	588.000	207.200
PEDRA .....	667.105	215.000	452.105
<b>TOTAL ...</b>	<b>3.215.220</b>	<b>2.015.000</b>	<b>1.200.220</b>

#### QUADRO II

SITUAÇÃO DA BARRAGEM DO AÇUDE ORÓS APÓS O TRANSBORDAMENTO

MATERIAL	TOTAL	VOLUME (M <sup>3</sup> )	
		RESTANTE	A EXECUTAR
ARGILA .....	1.752.915	692.915	1.060.000
AREIA .....	795.200	284.500	510.700
PEDRA .....	667.105	165.005	502.100
<b>TOTAL ...</b>	<b>3.215.220</b>	<b>1.142.420</b>	<b>2.072.800</b>

#### QUADRO III

VOLUME D'ÁGUA ACUMULADO PELO AÇUDE ORÓS

Período de 12 a 28 de março de 1960

DIA	HORA	COTA	V A R I A Ç Õ E S					
			TEMPO (h)		ALTURA (m)		VOLUME (m <sup>3</sup> )	
			PARCIAL	ACUM.	PARCIAL	ACUM.	PARCIAL	ACUM.
12/3/1960	6,00	165,00	—	—	—	5,00	—	3.410.000
	8,00	166,00	2,00	2,00	1,00	6,00	—	—
	10,00	167,20	2,00	4,00	1,20	7,20	—	—
13/3/1960	13,18	170,82	27,18	31,18	3,62	10,82	27.255.000	30.665.000
	15,20	171,00	2,02	33,20	0,18	11,00	—	—
	17,55	171,22	2,35	35,55	0,22	11,22	—	—
	21,34	171,50	4,19	39,34	0,28	11,50	—	—
	23,00	171,60	2,06	41,00	0,10	11,60	8.098.000	38.763.000
14/3/1960	1,00	171,80	2,00	43,00	0,20	11,80	2.027.000	40.790.000
	4,40	171,90	3,40	46,40	0,10	11,90	—	—
	6,20	172,00	1,80	48,20	0,10	12,00	2.027.000	42.817.000
	6,40	172,10	0,20	48,40	0,10	12,10	—	—
	9,00	172,30	2,20	51,00	0,20	12,30	—	—
	11,55	172,50	2,55	53,15	0,20	12,50	5.067.500	47.884.500
	15,08	172,70	3,53	57,08	0,20	12,70	—	—
	16,45	172,80	1,37	58,05	0,10	12,80	3.040.500	50.925.000
	19,00	172,90	2,55	61,00	0,10	12,90	—	—
	21,50	173,10	2,50	63,10	0,20	13,10	3.040.500	53.965.500
	22,50	173,14	1,00	64,10	0,04	13,14	—	—
	24,00	173,20	1,50	66,00	0,06	13,20	1.013.500	54.979.000

DIA	HORA	COTA	V A R I A Ç Õ E S					
			TEMPO (h)		ALTURA (m)		VOLUME (m <sup>3</sup> )	
			PARCIAL	ACUM.	PARCIAL	ACUM.	PARCIAL	ACUM.
15/3/1960	1,45	173,40	1,45	67,05	0,20	13,40	—	—
	3,30	173,50	2,25	69,30	0,10	13,50	3.040.500	58.019.500
	6,00	173,52	3,10	72,00	0,02	13,52	—	—
	8,40	176,58	2,40	74,40	0,06	13,58	818.800	58.830.300
	9,45	173,60	1,05	75,45	0,02	13,60	—	—
	11,30	173,70	2,25	77,30	0,10	13,70	1.216.200	60.046.500
	13,50	173,80	2,20	79,50	0,10	13,80	—	—
	15,55	173,90	2,05	81,55	0,10	13,90	2.270.000	62.073.500
	18,00	174,00	2,45	84,00	0,10	14,00	1.013.500	63.087.000
	20,00	174,10	2,00	86,00	0,10	14,10	—	—
	21,45	174,20	1,45	87,45	0,10	14,20	—	—
	23,30	174,30	2,25	89,30	0,10	14,30	3.040.500	66.127.500
	16/3/1960	1,45	174,40	2,15	91,45	0,10	14,40	1.135.000
3,40		174,50	1,55	93,40	0,10	14,50	—	—
5,10		174,60	1,30	95,10	0,10	14,60	—	—
6,00		174,62	0,50	96,00	0,02	14,62	2.229.700	69.370.700
7,05		174,70	1,05	97,05	0,08	14,70	—	—
11,35		174,90	4,30	101,35	0,20	14,90	—	—
13,50		175,00	2,15	103,50	0,10	15,00	3.852.700	73.222.000
16,00		175,10	2,10	106,00	0,10	15,10	—	—
17,45		175,20	1,45	107,45	0,10	15,20	—	—
18,55		175,25	1,10	108,55	0,05	15,25	—	—
21,30		175,30	2,35	111,30	0,05	15,30	6.037.560	79.259.560
23,05		175,45	1,35	113,05	0,15	15,45	—	—
17/3/1960		2,10	175,50	3,05	116,10	0,05	15,50	4.025.040
	4,50	175,60	2,40	118,50	0,10	15,60	—	—
	5,44	175,65	0,54	118,44	0,05	15,65	—	—
	6,30	175,72	0,46	120,30	0,07	15,72	4.427.400	87.712.000
	9,02	175,82	2,32	123,02	0,10	15,82	—	—
	11,50	175,95	2,48	125,50	0,13	15,95	—	—
	12,55	176,00	1,05	126,55	0,05	16,00	5.635.000	93.347.000
	13,34	176,05	0,39	127,34	0,05	16,05	—	—
	14,40	176,10	1,06	128,40	0,05	16,10	2.012.720	95.359.720
	15,15	176,15	0,35	129,15	0,05	16,15	—	—
	16,40	176,20	1,25	130,40	0,05	16,20	2.012.520	97.372.240
	18,10	176,30	1,30	132,10	0,10	16,30	2.012.520	99.384.760
	19,15	176,42	1,05	133,15	0,12	16,42	—	—
	20,40	176,45	1,25	134,40	0,03	16,45	3.018.780	102.403.540
	23,30	176,60	2,50	137,30	0,15	16,60	5.031.300	107.434.840
18/3/1960	2,00	176,70	2,30	140,00	0,10	16,70	4.025.040	111.459.880
	6,00	177,15	4,00	144,00	0,45	17,15	5.031.300	116.491.180
	6,30	177,18	0,30	144,30	0,03	17,18	603.750	117.094.930
	7,00	177,20	0,30	145,00	0,02	17,20	402.470	117.497.400
	9,00	177,30	2,00	147,00	0,10	17,30	—	—
	10,00	177,35	1,00	148,00	0,05	17,38	—	—
	11,33	177,40	1,33	149,33	0,05	17,40	4.025.080	121.522.480
	12,10	177,45	0,37	150,10	0,05	17,45	—	—
	13,48	177,50	1,38	151,43	0,05	17,50	2.012.520	123.535.000
	14,46	177,55	0,58	152,46	0,05	17,55	—	—
	16,35	177,60	1,29	154,35	0,05	17,60	2.012.520	125.547.520
	17,40	177,65	1,05	155,40	0,05	17,65	—	—
	19,30	177,70	1,50	157,30	0,05	17,70	2.012.480	127.560.040
	20,30	177,74	1,00	158,30	0,04	17,74	—	—
	21,30	177,78	1,00	159,30	0,04	17,78	—	—
	22,30	177,80	1,00	160,30	0,02	17,80	2.012.560	129.572.560
23,30	177,84	1,00	161,30	0,04	17,84	—	—	
19/3/1960	0,30	177,88	1,00	162,30	0,04	17,88	1.610.010	131.182.570
	1,30	177,92	1,00	163,30	0,04	17,92	—	—
	2,30	177,95	1,00	164,30	0,03	17,95	1.408.770	132.591.346
	3,30	177,97	1,00	165,30	0,02	17,97	—	—
	4,30	178,00	1,00	166,30	0,03	18,00	1.006.260	133.597.600
	5,30	178,05	1,00	167,30	0,05	18,05	—	—
	6,00	178,08	0,30	168,00	0,03	18,08	1.610.010	135.207.610
	7,14	178,12	1,14	169,14	0,04	18,12	—	—
	8,18	178,15	1,04	170,18	0,03	18,15	—	—
	9,20	178,20	1,02	171,20	0,05	18,20	2.415.030	137.622.640

QUADRO III

(Continuação)

19/3/1960	10,10	178,25	0,50	172,10	0,05	18,25	—	—
	11,00	178,25	0,50	173,00	0,00	18,25	—	—
	12,00	178,30	1,00	174,00	0,05	18,30	2.012.520	139.635.160
	13,00	178,34	1,00	175,00	0,04	18,34	—	—
	14,00	178,36	1,00	176,00	0,02	18,36	—	—
	15,00	178,41	1,00	177,00	0,05	18,41	2.213.770	141.848.930
	16,00	178,45	1,00	178,00	0,04	18,45	—	—
	17,00	178,49	1,00	179,00	0,04	18,49	—	—
	18,00	178,52	1,00	180,00	0,03	18,52	2.213.770	144.062.700
	19,00	178,55	1,00	181,00	0,03	18,55	—	—
	20,00	178,59	1,00	182,00	0,04	18,59	—	—
	21,00	178,63	1,00	183,00	0,04	18,63	2.213.770	146.276.470
	22,00	178,73	1,00	184,00	0,10	18,73	—	—
	24,00	178,75	2,00	186,00	0,02	18,75	2.415.030	148.691.500
20/3/1960	1,00	178,78	1,00	187,00	0,03	18,78	—	—
	2,00	178,82	1,00	188,00	0,04	18,82	1.508.760	150.100.260
	3,00	178,86	1,00	189,00	0,04	18,86	—	—
	4,00	178,92	1,00	190,00	0,06	18,92	2.012.520	152.112.780
	5,00	178,94	1,00	191,00	0,02	18,94	—	—
	6,00	178,94	1,00	192,00	0,00	18,94	402.500	152.515.280
	8,00	178,99	2,00	194,00	0,05	18,99	—	—
	9,00	179,00	1,00	195,00	0,01	19,00	1.207.520	153.722.800
	10,00	179,04	1,00	196,00	0,04	19,04	—	—
	11,00	179,06	1,00	197,00	0,02	19,06	—	—
	12,00	179,08	1,00	198,00	0,02	19,08	—	—
	13,00	179,10	1,00	199,00	0,02	19,10	2.012.520	155.735.320
	14,00	179,11	1,00	200,00	0,01	19,11	—	—
	15,00	179,12	1,00	201,00	0,01	19,12	—	—
	16,00	179,15	1,00	202,00	0,03	19,15	—	—
	17,00	179,16	1,00	203,00	0,01	19,16	1.207.510	156.942.830
	18,00	179,17	1,00	204,00	0,01	19,17	—	—
	19,00	179,18	1,00	205,00	0,01	19,18	—	—
	20,00	179,21	1,00	206,00	0,03	19,21	1.006.260	157.949.090
	21,00	179,22	1,00	207,00	0,01	19,22	—	—
	22,00	179,25	1,00	208,00	0,03	19,25	—	—
	23,00	179,28	1,00	209,00	0,03	19,28	—	—
	24,00	179,30	1,00	210,00	0,02	19,30	1.811.270	159.760.360
	21/3/1960	1,00	179,33	1,00	211,00	0,03	19,33	—
2,00		179,34	1,00	212,00	0,01	19,34	—	—
3,00		179,36	1,00	213,00	0,02	19,36	—	—
4,00		179,40	1,00	214,00	0,04	19,40	2.012.520	161.772.880
5,00		179,42	1,00	215,00	0,02	19,42	—	—
6,00		179,44	1,00	216,00	0,02	19,44	—	—
8,00		179,48	2,00	218,00	0,04	19,48	—	—
10,00		179,52	2,00	220,00	0,04	19,52	—	—
12,00		179,62	2,00	222,00	0,10	19,62	—	—
14,00		179,70	2,00	224,00	0,08	19,70	—	—
16,00		179,76	2,00	226,00	0,06	19,76	—	—
18,00		179,85	2,00	228,00	0,09	19,85	—	—
20,00		179,95	2,00	230,00	0,10	19,95	—	—
22,00		180,05	2,00	232,00	0,10	20,05	—	—
24,00	180,15	2,00	234,00	0,10	20,15	—	—	
22/3/1960	1,00	180,21	1,00	235,00	0,06	20,11	—	—
	3,00	180,36	2,00	237,00	0,15	20,36	—	—
	5,00	180,46	2,00	239,00	0,10	20,46	—	—
	6,00	180,50	1,00	240,00	0,04	20,50	—	—
	7,00	180,64	1,00	241,00	0,14	20,64	—	—
	9,00	180,72	2,00	243,00	0,08	20,72	—	—
	10,00	180,90	1,00	244,00	0,18	20,90	—	—
	11,00	181,00	1,00	245,00	0,10	21,00	38.227.120	200.000.000
	12,00	181,11	1,00	246,00	0,11	21,11	—	—
	13,00	181,20	1,00	247,00	0,09	21,20	5.000.000	205.000.000
	14,00	181,34	1,00	248,00	0,14	21,34	—	—
	15,00	181,52	1,00	249,00	0,18	21,52	—	—
	16,00	181,60	1,00	250,00	0,08	21,60	5.000.000	210.000.000
	16,30	181,70	0,30	250,30	0,10	21,70	—	—
	17,00	181,80	0,30	251,00	0,10	21,80	4.459.760	214.459.760
	19,00	181,92	2,00	253,00	0,12	21,92	—	—
	20,00	182,15	1,00	254,00	0,23	22,15	—	—
	22,45	182,74	2,45	256,45	0,59	22,74	—	—
	23,30	182,88	0,45	257,30	0,14	22,88	—	—
	24,00	182,90	0,30	258,00	0,02	22,90	40.540.240	255.000.000

QUADRO III

(Continuação)

DIA	HORA	COTA	V A R I A Ç Õ E S					
			TEMPO (h)		ALTURA (m)		VOLUME (m <sup>3</sup> )	
			PARCIAL	ACUM.	PARCIAL	ACUM.	PARCIAL	ACUM.
23/3/1960	0,30	183,00	0,30	258,30	0,10	23,00	10.000.000	265.000.000
	1,00	183,10	0,30	259,00	0,10	23,10	—	—
	1,30	183,20	0,30	259,30	0,10	23,20	5.000.000	270.000.000
	2,00	183,30	0,30	260,00	0,10	23,30	—	—
	2,30	183,40	0,30	260,30	0,10	23,40	—	—
	3,00	183,50	0,30	261,00	0,10	23,50	—	—
	6,00	184,11	3,00	264,00	0,61	24,11	33.470.000	303.470.000
	8,00	184,30	2,00	266,00	0,24	24,35	—	—
	8,40	184,40	0,40	266,40	0,10	24,45	—	—
	9,15	184,50	0,35	267,15	0,10	24,55	22.000.000	325.000.000
	9,54	184,60	0,39	267,54	0,10	24,65	—	—
	10,30	184,70	0,36	268,30	0,10	24,75	—	—
	11,30	184,80	1,00	269,30	0,10	24,85	—	—
	12,15	184,90	1,25	270,55	0,10	24,95	—	—
	13,00	185,10	0,45	271,40	0,10	25,05	13.112.540	338.112.540
	14,30	185,30	1,30	273,10	0,20	25,25	—	—
	15,30	185,42	1,00	274,10	0,12	25,37	—	—
	16,10	185,50	1,20	275,30	0,12	25,49	36.887.460	375.000.000
	17,51	185,70	1,41	277,11	0,20	25,69	—	—
	18,36	185,80	0,45	277,56	0,10	25,79	15.000.000	390.000.000
	19,30	185,90	0,54	278,50	0,10	25,89	—	—
	20,53	186,05	1,23	280,13	0,15	26,04	—	—
	22,00	186,17	1,07	281,20	0,12	26,16	16.000.000	406.000.000
	23,00	186,30	1,00	282,20	0,23	26,39	—	—
24,00	186,40	1,00	283,20	0,10	26,49	—	—	
24/3/1960	0,30	186,45	0,30	283,50	0,05	26,54	—	—
	1,30	186,54	1,00	284,50	0,09	26,53	—	—
	2,30	186,66	1,00	285,50	0,12	26,75	—	—
	3,30	186,76	1,00	286,50	0,10	26,85	—	—
	4,30	186,86	1,00	287,50	0,10	26,95	—	—
	5,30	186,95	1,00	288,50	0,09	27,04	—	—
	6,00	187,00	0,30	289,20	0,05	27,09	44.000.000	460.000.000
	7,00	187,17	1,00	290,20	0,17	27,26	—	—
	8,50	187,30	1,50	292,10	0,23	27,49	10.000.000	470.000.000
	10,07	187,41	1,17	293,27	0,11	27,60	10.000.000	480.000.000
	11,00	187,50	0,53	294,20	0,09	27,69	—	—
	11,30	187,55	0,30	294,50	0,05	27,74	—	—
	12,00	187,60	0,30	295,20	0,05	27,79	—	—
	12,30	187,65	0,30	295,50	0,05	27,84	—	—
	13,00	187,70	0,30	296,20	0,05	27,89	—	—
	13,25	187,75	0,25	296,45	0,05	27,94	—	—
	14,00	187,80	0,35	297,20	0,05	27,99	—	—
	15,00	187,90	1,00	298,20	0,10	28,09	—	—
	15,30	187,95	0,30	298,50	0,05	28,14	—	—
	16,00	188,00	0,30	299,20	0,05	28,19	35.000.000	515.000.000
	16,55	188,05	0,55	301,15	0,05	28,24	—	—
	17,25	188,10	0,30	301,45	0,05	28,29	2.000.000	517.000.000
	18,00	188,20	0,35	302,20	0,10	28,39	—	—
	19,00	188,25	1,00	303,20	0,05	28,44	—	—
20,00	188,35	1,00	304,20	0,10	28,54	18.000.000	535.000.000	
21,00	188,45	1,00	305,20	0,10	28,64	—	—	
22,00	188,55	1,00	306,20	0,10	28,74	—	—	
23,00	188,65	1,00	307,20	0,10	28,84	—	—	
24,00	188,70	1,00	308,20	0,05	28,89	27.000.000	562.000.000	
25/3/1960	1,00	188,80	1,00	309,20	0,10	28,99	8.000.000	570.000.000
	2,00	188,85	1,00	310,20	0,05	29,04	—	—
	3,00	188,95	1,00	311,20	0,10	29,14	—	—
	4,00	189,05	1,00	312,20	0,10	29,24	4.000.000	574.000.000
	5,00	189,13	1,00	313,20	0,08	29,32	—	—
	6,00	189,20	1,00	314,20	0,07	29,39	21.000.000	595.000.000
	7,00	189,28	1,00	315,20	0,08	29,47	—	—
	8,00	189,36	1,00	316,20	0,08	29,55	10.000.000	605.000.000
	9,00	189,45	1,00	317,20	0,09	29,64	—	—



QUADRO III

(Continuação)

25/3/1960	10,00	189,50	1,00	318,20	0,05	29,69	15.000.000	620.000.000
	11,00	189,57	1,00	319,20	0,07	29,76	—	—
	12,00	189,64	1,00	320,20	0,07	29,83	6.000.000	626.000.000
	13,00	189,72	1,00	321,20	0,08	29,91	—	—
	14,00	189,79	1,00	322,20	0,07	29,98	14.000.000	640.000.000
	15,00	189,86	1,00	323,20	0,07	30,05	—	—
	16,00	189,93	1,00	324,20	0,07	30,12	—	—
	17,00	190,00	1,00	325,20	0,07	30,19	20.000.000	660.216.000
	18,00	190,08	1,00	326,20	0,08	30,27	—	—
	19,00	190,15	1,00	327,20	0,07	30,34	—	—
	20,00	190,33	1,00	328,20	0,33	30,67	—	—
	21,00	190,40	1,00	329,20	0,07	30,74	—	—
	22,45	190,45	1,45	331,05	0,05	30,79	—	—
	23,30	190,50	0,45	331,50	0,05	30,84	—	—
	26/3/1960	3,00	190,85	3,30	335,20	0,35	31,19	69.784.000
7,00		190,80	4,00	339,20	0,05	31,14	5.000.000	725.000.000
11,00		190,58	4,00	343,20	0,22	30,92	3.000.000	708.000.000
12,45		190,25	1,45	345,05	0,33	30,59	—	—
14,20		189,75	1,15	346,20	0,50	30,09	78.000.000	630.000.000
15,00		189,54	0,40	347,00	0,21	29,88	10.000.000	620.000.000
15,30		189,37	0,30	347,30	0,17	29,71	25.000.000	595.000.000
16,00		189,19	0,30	348,00	0,28	29,43	—	—
16,30		188,95	0,30	348,30	0,24	29,19	—	—
17,00		188,75	0,30	349,00	0,20	28,99	27.000.000	568.000.000
17,30		188,47	0,30	349,30	0,28	28,71	—	—
18,00		188,19	0,30	350,00	0,28	28,43	38.000.000	530.000.000
18,30		186,50	0,30	350,30	0,50	27,93	105.000.000	425.000.000
21,00		186,00	2,30	353,00	0,50	27,43	25.000.000	400.000.000
21,45		185,50	0,45	353,45	0,50	26,93	—	—
23,15	184,30	1,30	355,05	1,20	25,73	85.000.000	315.000.000	
27/3/1960	0,15	183,50	1,00	356,05	0,80	24,93	30.000.000	285.000.000
	1,00	182,90	0,45	356,50	0,60	24,33	—	—
	2,00	181,50	1,00	357,50	1,40	22,93	70.000.000	215.000.000
	3,00	180,30	1,00	358,50	1,20	21,73	35.000.000	180.000.000
	4,00	179,00	1,00	359,50	1,30	20,43	—	—
	5,00	178,00	1,00	360,50	1,00	19,43	55.000.000	125.000.000
	6,00	177,00	1,00	361,50	1,00	18,43	20.000.000	105.000.000
	7,00	176,75	1,00	362,50	0,25	18,18	—	—
	9,00	175,50	2,00	364,50	1,25	16,93	25.000.000	80.000.000
	10,10	175,00	1,10	366,00	0,50	16,43	6.778.000	73.222.000
	11,00	174,60	0,50	366,50	0,40	16,03	—	—
	12,00	174,10	1,00	367,50	0,50	15,53	—	—
	13,00	173,60	1,00	368,50	0,50	15,03	—	—
	14,00	173,50	1,00	369,50	0,10	14,93	—	—
	15,00	173,30	1,00	370,50	0,20	14,73	—	—
17,00	173,04	2,00	372,50	0,16	14,57	19.322.000	53.900.000	
21,00	172,95	4,00	376,50	0,90	13,67	—	—	
22,00	172,85	1,00	377,50	0,10	13,57	—	—	
23,00	172,75	1,00	378,50	0,10	13,47	—	—	
24,00	172,75	1,00	379,50	0,00	13,47	—	—	
28/3/1960	1,00	172,55	1,00	380,50	0,20	13,27	—	—
	2,00	172,45	1,00	381,50	0,10	13,17	6.100.000	47.800.000
	3,00	172,35	1,00	382,50	0,10	13,07	—	—
	4,00	172,25	1,00	383,50	0,10	12,97	—	—
	5,00	172,15	1,00	384,50	0,10	12,87	—	—
	6,00	172,05	1,00	385,50	0,10	12,77	—	—
	7,00	172,00	1,00	386,50	0,50	12,27	—	—
	7,40	171,95	0,40	387,30	0,50	11,77	—	—
	8,40	171,90	1,00	388,30	0,50	11,27	—	—
	9,40	171,85	1,00	389,30	0,50	10,77	—	—
	10,00	171,80	0,20	389,50	0,50	10,27	—	—
	11,00	171,00	1,00	390,50	0,80	9,47	—	—
	12,00	171,50	1,00	391,50	0,50	8,97	9.800.000	38.000.000
	13,00	171,30	1,00	392,50	0,20	8,77	—	—
	14,00	171,20	1,00	393,50	0,10	8,67	—	—
15,00	171,06	1,00	394,50	0,14	8,53	—	—	
16,00	170,42	1,00	395,50	0,64	7,89	—	—	
17,00	170,35	1,00	396,50	0,07	7,82	—	—	
18,00	170,26	1,00	397,50	0,09	7,73	8.000.000	30.000.000	

# OS QUE NÃO SE COMOVEM COM (SÔBRE ORÓS)

A propósito de grosseiro e insultuoso artigo publicado em revista registrada em língua portuguesa com o título Engenharia, Mineração e Metalurgia (edição de abril de 1960) cujos fins ocultam interesses inconfessáveis de maus brasileiros que lutam pela permanência da miséria em nosso povo, recebemos do ilustre técnico Ernesto Bastos Pouchain oportunos comentários que a seguir transcrevemos. Isto fazemos mais pelo respeito que nos merece o autor e o público de um modo geral que por ventura tenha tomado conhecimento de tão torpe inverdade afirmada naquêlê periódico. Gostaríamos poder publicar, também, o referido artigo a fim de que vissem como se dilui tão facilmente diante da realidade dos fatos. Entretanto, não o fazemos por julgar tal divulgação dispensável e contra os princípios de respeito, dignidade e honestidade que norteiam êste Boletim.

No princípio da década de 40 foram descobertos os depósitos de magnesita do Ceará. Entre êstes, os de Orós foram outorgados em concessão a Eurípedes Chaves Melo, logo substituído por Magnesium do Brasil Ltda. para sua exploração ou lavra.

Situando-se a jazida de Orós na bacia de inundação do projetado açude, o Departamento Nacional da Produção Mineral incluiu no texto do Decreto um artigo especial, especificando que a vigência da lavra seria até o início da construção do açude, não cabendo ao concessionário direito algum de indenização. Da precariedade da lavra de magnesita de Orós eram conhecedores tanto o concessionário, Magnesium do Brasil, quanto o autor do Plano de Aproveitamento da jazida, o Prof. Othon Henry Leonardos, do Conselho Nacional de Minas e Metalurgia. Sôbre a transitoriedade da lavra de Orós, o Prof. Leonardos usou mesmo expressões categóricas; no texto do referido Plano encontra-se, por exemplo, a seguinte formulação: É certo portanto que a jazida de magnesita de Orós tem os seus dias contados".

Em 1946, o "Geological Survey" dos E.E.U.U. mandou ao Brasil o Geólogo Alfred J. Bodenlos para estudar os nossos depósitos de magnesita — os da Bahia e os do Ceará. Os trabalhos de Bodenlos foram acompanhados pelo Prof. José Alves Quesado, a êsse tempo engenheiro da Divisão de Fomento da Produção Mineral. O estudo de Bodenlos foi publicado nos E.E.U.U. em boletim do Geological Survey sob o título e autor:

"Magnesite Deposits of Central Ceará — Brazil" by Alfred J. Bodenlos.

Parece-me que o interesse do Geological Survey pela magnesita do Ceará em vez de uma cooperação desinteressada, ou apenas de uma ajuda na base do Ponto IV a pedido do Brasil, prendia-se antes aos interesses de Harbinson Walker Refractories, — grande empresa americana de produtos refratários. Coisa semelhante ao estudo de minério de ferro do Quadrilátero Ferrífero, de interesse da Hanna Co. Tanto é assim que, logo em seguida, tôdas as jazidas de magnesita do Ceará — as de Orós e as de Alencar e Carius, foram objeto de contratos com opção de compra pela poderosa empresa americana.

A êsse tempo, o Prof. José Alves Quesado deixava o Departamento Nacional da Produção Mineral e passava, de uma forma ou outra, a servir à Magnesium do Brasil Ltda.

Nessa mesma época (1950) o Presidente Dutra aprovava o Plano Salte, do qual um dos objetivos era a construção do Açude Orós. E então, assistiu-se à primeira investida contra a construção do açude ou modificação do projeto através um pronunciamento do Conselho Nacional de Minas e Metalurgia. É fácil saber-se quem advogava tal despropósito, baseando-se na só existência, na bacia do açude, de uma jazida de magnesita.

Mas, a importância dessa jazida, frente à importância de Orós, seria posta em termos pelo Conselho Nacional de Minas e Metalurgia. E

# A CATÁSTROFE

ERNESTO BASTOS POUCHAIN

não podia ser de outro modo. A jazida de magnesita de Orós representa:

- a) menos de 1% do total das reservas nacionais;
- b) menos de 1,5% das reservas medidas nacionais;
- c) cerca de 2,0% das reservas totais do Ceará;
- d) menos de 5,0% das reservas medidas do Ceará;
- e) cerca de 9,0% das reservas totais da Magnesium do Brasil;
- f) cerca de 25% das reservas medidas da Magnesium do Brasil.

Por aí se vê quanto vale para o Brasil, para o Ceará ou mesmo para a Magnesium do Brasil a tal jazida sepultada que, nos seus 15 anos de exploração produziu apenas 40.000 toneladas de magnesita, em média 2.500 toneladas anuais, por maior que seja o espanto causado ao Economista Edgard Teixeira Leite, escandalizado com o "mito de Orós".

Estes os fatos e os homens que se opunham à construção de Orós, prólogo talvez longo, mas que julgamos necessário preceder ao que vai agora escrito.

Em 1959, o Departamento Nacional de Obras Contra as Secas, tendo à frente o Engenheiro José Cândido Pessoa e uma plêiade de competentes, desassombrados e experimentados auxiliares, em perfeita consonância com os objetivos do Governo Kubitschek de dar água ao Nordeste, mal saído de uma pavorosa seca, iniciava as obras de construção da grande represa de Orós. Projeto novo, barragem de terra, audacioso, econômico, idealizado e executado por gente nova e em ritmo novo de construção, rompendo antigas concepções cristalizadas na velha IFPCS.

Mal iniciados os preparativos para dar começo à obra, surgiu também, outra vez, a luta surda ou na imprensa contra a construção do açude, na base da mesma argumentação sedida e inconsistente do afogamento da jazida e pelas mesmas pessoas. No Ceará, o Dr. Quesado que não tem estatura para vêr uma grande obra que

beneficia a sua terra e a sua gente e no Rio, a grei Leonardos — Othon e Olivero, que nada tendo em comum com o Ceará e os cearenses, muito têm com a defesa de mesquinhos interesses. Prevaleceu, como era de esperar, o ponto de vista justo. O Prof. Joaquim Maia, representante da Escola de Minas de Ouro Preto, no Conselho de Minas e Metalurgia, pulverizou a argumentação capciosa no confronto entre o sepultamento da jazida e o açude e pôs em termos a valia da pureza da magnesita corrente, decantada e gloriada a granel.

A obra teve início, processando-se os trabalhos em ritmo nunca antes conhecido no Nordeste e deveria estar concluída dentro de um ano de serviços. Mas, em março do corrente ano, a barragem ainda em construção, sobreveio sobre a região um curto período de chuvas mais do que excepcionais, chuvas catastróficas. A obra corria perigo que se alastraria a todo o baixo Jaguaribe. Após uma luta titânica contra os elementos, sobressaindo-se nela o Eng. Anastácio Maia, resolveu-se sacrificar parte do trabalho já executado e amenizar os perigos e os prejuízos que, mesmo assim, foram enormes.

Foi uma comação geral no país, com repercussão internacional. Na noite de maior perigo eu vi gente chorar com desespero e quando houve a ordem para demolição de parte da barragem a ansia dada e a angústia eram verdadeiramente comoventes. Mas, estou vendo também que gente houve que só viu na tragédia uma oportunidade para mostrar sua oposição ao Governo, para pôr críticas ou menoscar o Diretor do DNOCS (críticas de fatos passados, como disse o Dr. Maurício Joppert). Alguns também viram na catástrofe um motivo para tirar a sua vingancazinha, uma vez não conseguido o seu propósito de impedir a construção de Orós. Foi o que me ocorreu ao ler o artigo do Prof. Othon H. Leonardos no número 184, de abril, da revista Engenharia, Mineração e Metalurgia, sob o título "Engenharia ou malandragem". Já o título deixa a gente de pulga atrás da orelha, sabendo-se quem o subscreve e não nos abalancaríamos na sua análise não fôsse a soma enorme de injustiças, contradições e espertezas que contem. Vejamo-las segundo a ordem em que aparecem.

Com referência ao Projeto Berrêdo que substituiu o dos americanos, para a construção do Orós, sempre ouvi referido que êle se fundava

no abandono do "boqueirão" cujas rochas não ofereciam segurança para implantação de uma barragem de alvenaria. A construção, a jusante do boqueirão, onde seria locada, com uma altura igual à projetada em princípio, importaria pela sua extensão em obra extremamente dispendiosa e esta a razão por que se diminuiu a altura da capacidade de acumulação, forçando-se diminuir a sua importância como fonte de energia elétrica. É a primeira vez que ouço dizer que a mudança do local da barragem e diminuição da sua altura foram causadas por padecer a bacia hidrográfica dos grandes desvios de chuvas. Pode ser... Também é a primeira vez que vejo alguém afirmar que "a questão das secas é antes de tudo problema geológico". Pensei sempre, como a maioria das pessoas, que o problema fôsse muito mais complexo, que envolvesse questões de construção de portos, de estradas de ferro, de rodagem, de grande e pequena açudagem, de agricultura, de pecuária, de piscicultura e várias outras (sociais e econômicas), de que a botânica, a zootécnica, a hidrologia, a geologia etc. seriam auxiliares na sua planificação; que estes problemas todos só podem ser resolvidos mediante planos a serem realizados sem descontinuidade, como foi tentado por Arrojado Lisboa, geólogo e administrador de nomeada, e vêm sendo, de uma ou outra forma continuado pelos subsequentes Diretores do DNOCS Aires de Souza, Palhano de Jesus, Luiz Vieira, Vinicius Berêdo, Ribeiro Gonçalves e José Cândido Pessoa, engenheiros civis e administradores de nomeada.

O Prof. Leonardos parece preferir para acumulação de água no Nordeste uma das soluções propostas pelos geólogos Taltasse e Stretta, da Unesco — barragens de "under flows", para usar um termo estranho. Este tipo de barragem não sacrificaria a mina de Orós, mas também não resolveria o problema. Estas são barragens, tais como as submersíveis, preconizadas por Euzébio de Oliveira, que apenas retêm os lençóis subterrâneos, mas incapazes de solucionar os problemas da grande irrigação e outros que decorrem das secas. Entretanto, vamos transcrever o que dizem aqueles geólogos em "Os problemas hidrológicos do Polígono das Secas" (Boletim da

Sociedade Brasileira de Geologia, Volume 8, n.º 1, maio de 1959), na sua parte conclusiva:

"Nas zonas sedimentares, isto é, em menos de 1/3 deste território, a solução-padrão, mais econômica ainda pela utilização da energia eólica, permanece a perfuração.

Quanto ao resto, na ausência total de terrenos permeáveis, o problema é de reter as águas do escoamento superficial difuso, ora construindo grandes barragens de irrigação, cujos locais adequados são cada vez mais difíceis de determinar (?), ora criando lençóis freáticos artificiais (barragens de aluviões)" (o grifo e o ponto de interrogação são nossos).

Vê longe o Prof. Othon Leonardos, o que mesmo um geólogo de apelido teria visto, isto é, o que não viram no seu "primarismo" os engenheiros que primeiro projetaram Orós — que as rochas onde se implantaria a barragem não dariam boas fundações. Então o renomado Geólogo Arrojado Lisboa não seria geólogo nem de apelido. Mas não é esse o caso. É que o Geólogo Othon Leonardos no seu afã de criticar, de demolir, de vingar-se da construção de Orós, permite-se até afirmações contraditórias. É o seu feito. E vai longe, reclamando porque não se discutiu amplamente o projeto. Pois não é que, enquanto se discutisse e mais durasse a discussão, poderia sempre surgir a possibilidade de as obras nunca serem iniciadas. E até estranha que só agora se saiba que Orós inundará 372 milhões de metros quadrados e só irrigará 100.000 ha. Não será um absurdo? Mas onde está aqui a relação de causa e efeito? O prof. talvez saiba e nos diga.

Não está sozinho nesta cruzada o Prof. Othon Henry Leonardos. O colega, Prof. José Alves Quesado o acompanha e pretende dar quinário em questões de hidráulica aos experientados engenheiros do DNOCS.

Felizmente é uma causa perdida a desses professores. Contra os seus mesquinhos e personalíssimos interesses o país todo já deu seu parecer, sancionado pelo Governo, mandando apressar as obras. E, assim, até o fim do ano Orós estará construído.

Sob suas águas ficarão sepultadas uma jazida de magnesita e muita vaidade de seus pequeninos opositores.



# A ERRADICAÇÃO DA PIRANHA NOS AÇUDES DO NORDESTE

Biologista *Osmar Fontenelle*  
Chefe do Serviço de Piscicultura do DNOCS

Hércules Florence, membro da expedição realizada pelo cônsul da Rússia, barão de Langsdorff, no período de 1825 a 1829, pelo interior do Brasil, no seu livro "Viagem Fluvial do Tietê ao Amazonas" (tradução de Visconde de Taunay), disse: "A piranha não tem mais de oito polegadas de comprimento e seis de largo, entretanto é o mais temível dos peixes desses rios pela voracidade com que acomete todo e qualquer animal que caia dentro d'água. Possui dentes agudíssimos. Com essas armas atira-se à onça e obriga-a a acelerar sua passagem em rios. Não é raro pescarem-se peixes sem cauda nem nadadeiras: é obra de piranha".

Ele retratou, fielmente, as indesejáveis peculiaridades desse peixe que é encontrado, também, entre as espécies regionais de cinco das mais importantes bacias hidrográficas localizadas na área delimitada pelo "Polígono das Sêcas", a saber: Parnaíba, Acaraú, Jaguaribe, Apodi, Piranhas ou Açu, São Francisco e Paraguaçu.

Diariamente, nas inúmeras coleções d'água pertencentes às bacias acima mencionadas, acidentes são ocasionados por piranhas. Embora sejam poucos os casos fatais provocados

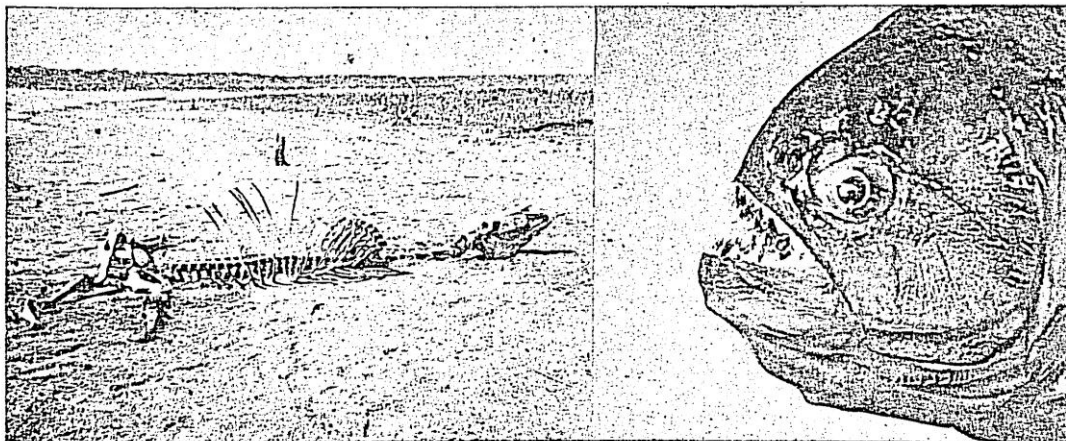
por esse peixe indesejável, contam-se aos milhares entre nossos sertanejos que trazem no corpo cicatrizes ou mesmo mutilações, recordando a agressividade desse habitante da água doce; a despeito de raros, têm sido registrados, também, casos de emasculação.

Os prejuízos acarretados aos rebanhos alcançam, em algumas regiões, cifras consideráveis. A amputação de têtas e de lábios nos bovinos constitui fato comum nos bebedouros e poços de rios infestados por piranhas.

Os caçadores, poucas vezes, conseguem apropriar-se da caça abatida, quando esta cai em água habitada por esse peixe, pois o sangue constitui um grande atrativo para a piranha, ocasionando a afluência de cardumes.

Em 1938, quando o Serviço de Piscicultura do DNOCS estudava a possibilidade de aclimação do tão afamado mandi amarelo do Rio São Francisco em açudes localizados em diferentes regiões do "Polígono das Sêcas", tivemos o desprazer de presenciar uma cena chocante. Após exaustivas 22 horas ininterruptas de viagem em caminhão, ao serem introduzidos cerca de 1.600 mandis no açude "Boqueirão de Piranhas", hoje "Eng. Avidos", no Estado da Paraíba, vimos, estarecidos, grande

Foto n.º 1 — Cabeça de piranha (*Serrasalmus*), vendo-se os maxilares providos de aguçados dentes. Restos de esqueleto de um cavalo, à margem do açude "Santo Antônio de Russas", do qual foi retirado após ter sido totalmente devorado por piranhas ao tentar atravessar determinado trecho dessa coleção d'água.



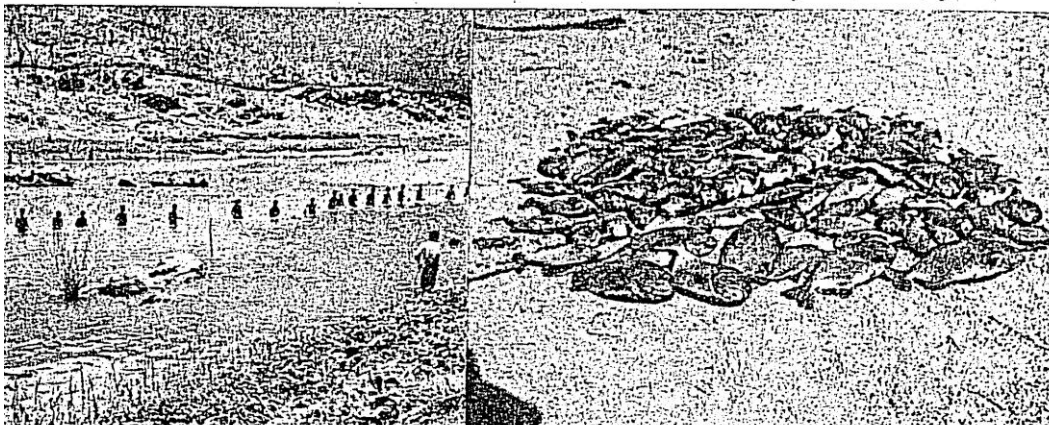


Foto n.º 2 — Operação de erradicação de Piranhas. Várias bacias hidrográficas estão livres de tal espécie ictiológica graças ao extermínio que a elas vem movendo o DNOCS no Polígono. Lotes de exemplares abatidos com pó de timbó são recolhidos e consumidos pelos habitantes ribeirinhos.

número desses peixes ser dizimado pela piranha. Inúmeros mandis tentavam escapar de seus perseguidores nadando para locais mais rasos do açude, alguns com o corpo reduzido, apenas, à metade, vítimas da agressividade desse peixe carnívoro.

Sem dúvida, os que mais sofrem a ação nefasta deste peixe são os pescadores. Pescar em águas onde há piranhas é pôr em perigo sua integridade física e expor suas rédes de pesca à total destruição; há casos de pescador, em poucas horas de trabalho, perder totalmente seu aparelho de pesca, inteiramente novo, completamente destruído por piranhas.

Por outro lado, há os imprudentes: mesmo reconhecendo o perigo a que se expõem, praticam o temeroso esporte de capturar piranhas a mão, nas locas de pedra muitas vezes à regular profundidade da água.

O programa de construção de açudes de diferentes capacidades em toda a área do "Polígono", em execução pelo Governo Central, tem proporcionado a formação de ambientes aquáticos nos quais a piscicultura extensiva está dia a dia avultando em importância pelos recursos de alimentação que proporciona às populações dessa região. Entretanto, para que seja possível auferir todas as vantagens oferecidas pela piscicultura extensiva em um açude tornam-se indispensáveis providências de ordem técnica tendentes a anular determinados fatores negativos.

O Serviço de Piscicultura do Departamento Nacional de Obras Contra as Secas, do Ministério da Viação e Obras Públicas, ao lado dos benefícios que vem proporcionando às populações do "Polígono das Secas" pela introdução de espécies de peixe de boa qualidade, prolíficas e precoces, tem também, como atribuição a eliminação de espécies daninhas (item III, do Art. 21, do Regimento do Departamento Nacional de Obras Contra as Secas).

No cumprimento dessa sua finalidade, está o Serviço de Piscicultura desenvolvendo um grande programa de extermínio de piranhas nos açudes em construção e em alguns dos já construídos.

A erradicação de piranhas é uma operação relativamente dispendiosa; entretanto, sua execução merece ser considerada diante da dificuldade com que se debate a população do Nordeste por falta de proteína animal indispensável à sua alimentação.

Na destruição da piranha é empregado o pó de timbó, procedente da Amazônia, obtido pela trituração e tamisação de raízes de determinadas plantas nativas da Amazônia, principalmente das famílias das leguminosas e sapindáceas.

Reside o poder ictiotóxico do timbó no princípio ativo que possui: a rotenona. Também muito eficiente como inseticida, sua ação sobre o peixe incide sobre os capilares, ocasionando constrições, distúrbios circulatórios e,

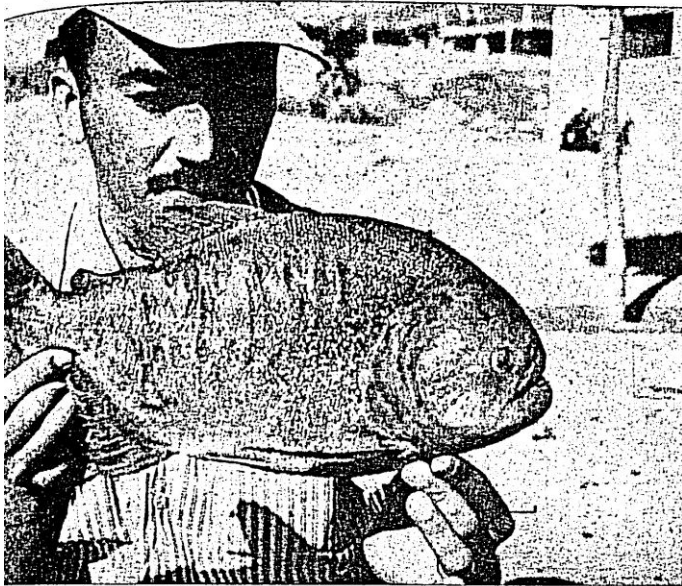


Foto n.º 3 — Um dos inúmeros exemplares de piranha (*Serrasalmus*) morto pela ação do pó de timbó no açude São Vicente, sendo exibido pelo Veterinário Emmanoel M. dos Santos Lima, em 24/7/1958.

finalmente, a morte por auto-intoxicação. Disto resulta poder ser utilizado como alimento pelo homem, sem nenhum perigo, o peixe morto pela ação do timbó.

Nesse combate de extermínio à piranha, organizado nos moldes do que de mais moderno existe no mundo, é utilizado desde a rádio transmissão até as meticulosas análises de laboratório.

O tinguimento, isto é, a ação de “envenenar” a água para provocar a morte de peixes, é bastante conhecida e muito praticada pelos indígenas; entretanto, o Serviço de Piscicultura está realizando o tinguimento seletivo, pois, utilizando a dosagem adequada, poucos exemplares de outras espécies, além da piranha, vêm a perecer quando não é ultrapassada a concentração em rotenona letal para a espécie a eliminar. Sem dúvida, isso complica o trabalho, exigindo, inicialmente, a determinação, em laboratório, do teor de rotenona, em cada partida do pó recebida, expressa em porcentagem.

Após repetidos testes realizados, em laboratório, chegou-se à evidência de que, utilizando-se pó de timbó com 6% de rotenona, numa concentração de três partes por milhão (3 ppm) em água comum, a piranha perece em 11 minutos enquanto as demais espécies ictiológicas regionais resistem, perfeitamente.

Os rios da região do “Polígono”, quase todos temporários, durante a época do verão interrompem o seu curso permanecendo os peixes acumulados em poços de diferentes proporções cujo volume d’água se reduz constantemente chegando muitos deles a secar totalmente perecendo, em consequência, todos os espécimes ali existentes.

Mesmo nos poços maiores, é grande a competição vital. Nesses ambientes tão restritos a falta de alimento atua como fator limitante na maior expansão da espécie ictiológica piranha. Entretanto, barrado um curso d’água, maior volume d’água acumulado cria condições favoráveis a proliferação dessa espécie flagelo chegando a alcançar proporções assustadoras.

No Açude Público “Poço do Barro”, de 54.703.500 m<sup>3</sup>, sito no Município de Morada Nova, Estado do Ceará, no fim de 1959, era tão grande a quantidade de piranha existente que um pescador com um anzol de vara tendo por isca um simples pedaço de pano vermelho capturava dezenas dêsse peixe carnívoro por dia.

Nos grandes reservatórios em construção, nas bacias onde há piranhas, enquanto os engenheiros constroem a barragem, os biólogos aproveitam as estiagens, quando os rios temporários “cortam”, para percorrer a bacia hidrográfica, exterminando a piranha em todas as coleções d’água localizadas a montante.



Foto n.º 4 — Operários do Serviço de Piscicultura do DNOCS, preparados para trabalhar com o pó no extermínio de piranhas, protegidos com máscaras contra a ação irritante da rotenona.

Bebedouros, poços, cacimbas, lagoas e açudes são cuidadosamente examinados e criteriosamente tingujados.

A técnica usada no tingujamento consiste em transformar o pó de timbó em pasta e, em seguida, colocá-la em sacos de tecido de algodão, poroso, dissolvendo-a em toda a área coberta de água.

Os operários encarregados do preparo da pasta protegem os olhos e o nariz da ação irritante da rotenona, usando máscaras (óculos e respiradouro).

A pasta é imediatamente transportada para os locais de distribuição; nos mais rasos, o timbó é distribuído por operários que, andando lentamente, dispostos em filas contínuas, agitam constantemente os sacos na água dissolvendo a pasta neles contida.

Depois de percorrido todo o contorno da coleção d'água do modo acima descrito, são utilizados barcos movidos a remo, que se deslocam lentamente, de uma margem a outra, nos lugares profundos, em filas organizadas, tripulados por operários que espalham timbó nas mesmas condições já descritas.

Finalmente, em lugares de maiores profundidades, por medida de segurança, em ca-

noas com funil provido de longa mangueira distendida por um peso na extremidade inferior, a qual permite que a solução de pó de timbó introduzida no funil aludido atinja as camadas mais profundas da água.

Tendo em vista o elevado preço do pó de timbó importado da Amazônia, os técnicos responsáveis pela execução do tingujamento de qualquer coleção d'água, ante a suspeita da existência de piranhas, realizam, antes, cuidadosos testes e colhem minuciosas informações entre as pessoas que residem nas proximidades.

Consistem os testes na efetivação de pescarias com diferentes aparelhos, cuidadoso exame dos peixes capturados, não só para ser verificada a existência de piranhas, em suas diferentes fases de desenvolvimento, como também para ser investigada a existência de lesões nos demais que comprovem a ação predadora dessa espécie indesejável. São utilizadas, também, cargas de dinamite nos locais mais profundos ou mesmo tingujamento de limitadas áreas.



Foto n.º 5 — Pescador do açude "Riacho do Sangue", Ceará, exibindo a mão direita cujo dedo mínimo sofreu mutilação parcial em consequência de acidente provocado por piranha (*Serrasalmus*), perdendo duas falanges.



Em caso de dúvida, sempre é adotado o tingujamento total da coleção d'água, pois, a sobrevivência de um único casal de piranhas pode resultar na perda total de todo trabalho realizado na bacia hidrográfica de um açude.

Conforme foi dito linhas atrás, o extermínio de piranhas de acôrdo com a técnica em uso pelo Serviço de Piscicultura do DNOCS é executado antes da acumulação de grandes volumes de água, por ser mais econômico e oferecer maior margem de segurança.

Já foi erradicada a piranha pelo processo descrito na bacia hidrográfica dos seguintes açudes públicos: "Poço da Cruz" (capacidade de acumulação de 504.000.000 m<sup>3</sup>, sôbre o Rio Moxotó, da bacia do São Francisco, Estado de Pernambuco); "Araras" (capacidade de acumulação de 1.000.000.000 m<sup>3</sup>, sôbre o Rio Acaraú, bacia do mesmo nome, Estado do

Ceará); "Riacho dos Cavalos" (capacidade de acumulação de 17.699.000 m<sup>3</sup>, sôbre o Riacho Sant'Ana, bacia do Açú, Estado do Rio Grande do Norte); "Nova Floresta" (capacidade de acumulação de 7.618.500 m<sup>3</sup>, sôbre o Riacho Manuel Lopes, bacia do Jaguaribe, Estado do Ceará); "Banabuiú" (capacidade de acumulação de 1.500.000.000 m<sup>3</sup>, sôbre o Rio Banabuiú, bacia do Jaguaribe, Estado do Ceará); "Velame" (capacidade de acumulação de 2.555.900 m<sup>3</sup>, sôbre o riacho do mesmo nome, bacia do Jaguaribe, Estado do Ceará); "Estreito" (capacidade de acumulação de 63.561.275 m<sup>3</sup>, sôbre o Rio Verde Pequeno, bacia do "São Francisco", nos Estados de Minas Gerais e Bahia); e "Orós" (capacidade de 4.000.000.000 m<sup>3</sup>, sôbre o Rio Jaguaribe, no Estado do Ceará) (\*).

(\*) — Em face do acidente ocorrido com a barragem do açude Orós, em 26-3-1960, êsse serviço ficou totalmente perdido.

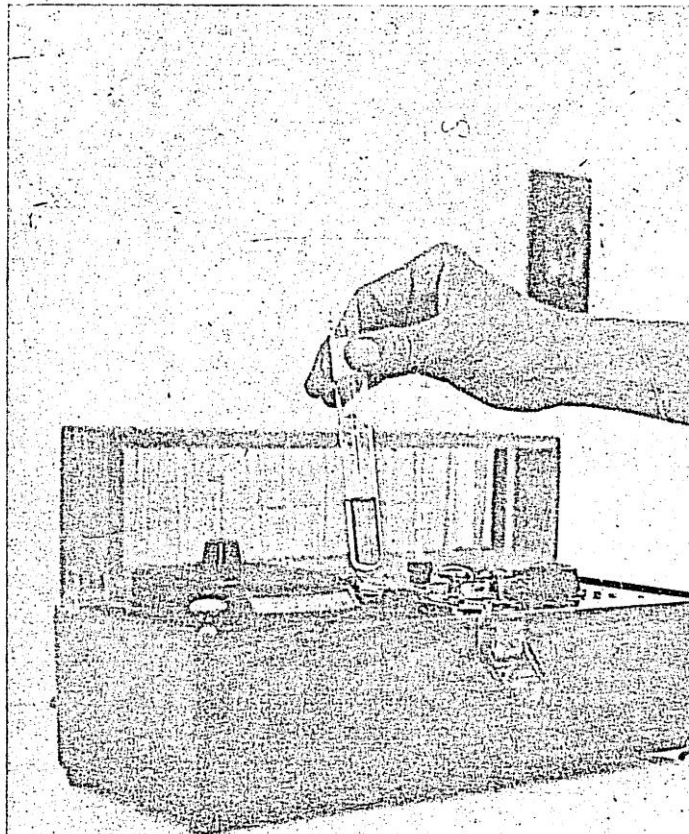


Foto n.º 6 — Dosagem de rotenona contida em pó de timbó pela fotometria, com o colorímetro Lumetron, modelo 400 G.

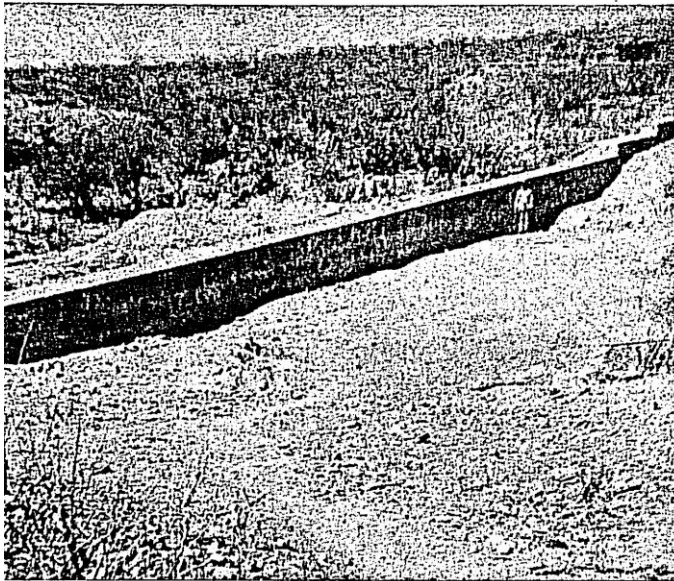


Foto n.º 7 — Escama-peixe, estrutura de alvenaria à prova de reingresso de piranhas, construído a jusante do sangradouro do açude "Paço da Cruz", Estado de Pernambuco.

Não podendo permanecer indiferente ao apêlo de alguns proprietários de açude no sentido de que fosse exterminada a piranha de seus reservatórios, em face dos prejuízos ocasionados aos rebanhos por essa espécie ictiológica predadora, o Serviço de Piscicultura do DNOCS extinguiu-a, também, em 3 (três) açudes particulares, denominados respectivamente, "Nova Holanda", "Santa Rita" e "Ben-vinda".

Sem dúvida, o serviço de extermínio de piranhas exige de seus executores verdadeiro espírito de sacrifício visto que, pela própria natureza do trabalho que realizam, palmilhando cuidadosamente, o leito de todos os cursos d'água da bacia hidrográfica dos açudes, a partir de suas cabeceiras, desempenham trabalho com a insegurança e o desconforto de pioneiros compensados pela certeza de que tornarão mencionados ambientes aquáticos exploráveis pela pesca e onde os rebanhos se dessententarão de futuro sem o perigo de serem vitimados por piranhas.

Não se justifica hoje em dia que boqueirões sejam fechados, permitindo-se que reservatórios de grande capacidade passem a constituir viveiros de espécies ictiológicas dani-

nhas. É necessário que tudo seja realizado com o objetivo de evitar que outros reservatórios não venham se reunir ao "Eng. Avidos" (ex-"Piranhas"), "Estevam Marinho" (ex-"Curema"), "Riacho do Sangue", "Aires de Souza" e "Santo Antônio de Russas", onde pululam piranhas com graves prejuízos para a relevante finalidade sócio-econômica das obras respectivas.

Todo serviço de erradicação de piranhas é complementado com a construção de "escama-peixe", obstáculo construído a jusante do sangradouro e destinado a impedir o reingresso de exemplares da espécie exterminada, por acaso existentes abaixo daquele dispositivo de segurança do açude, por ocasião dos períodos de repleção.

Nos açudes livres de piranhas a água poderá ser utilizada sem o constante sobressalto da ação agressiva desse peixe flagelo. Os pescadores poderão exercer suas atividades sem a preocupação de ter seus aparelhos de pesca danificados ou destruídos. Não haverá restrição na utilização da rede de "platil", moderno e produtivo aparelho de pesca. E, principalmente, muito mais fácil será a aclimação de espécies ictiológicas selecionadas, dada a ausência dessa daninha espécie ictiológica.

# Execução de pequenas Obras de Irrigação

Eng. ANTONIO RIOS LOPEZ

Traduzido pelo ENG. LUIZ CARLOS MARTINS PINHEIRO (Seção de Estudos e Projetos do DNOCS) da Revista "Ingenieria Hidraulica en México", n.º 4, vol. XII, outubro/desembro de 1958.

## VANTAGENS E INCONVENIENTES DAS PEQUENAS OBRAS

Existe a crença mal formada de que os países pouco desenvolvidos devem fazer exclusivamente pequenas obras de rega. Tanto estas como as grandes têm características especiais, com suas vantagens e inconvenientes, que precisam meditação cuidadosa para a eleição da mais conveniente.

Do ponto-de-vista da distribuição, as pequenas obras auxiliares de irrigação são baratas; porém em igualdade de serviço, com águas reguladas para seu melhor aproveitamento, seu custo unitário será maior que o das grandes obras. Os custos de administração e operações serão, necessariamente, mais altos nelas, já que para superintender determinada área equivalente a uma grande unidade, tendo-se em vista a dispersão das pequenas obras, será necessário mais pessoal e maiores custos de conservação, devido a maior extensão de canais por hectares irrigados.

No estudo e na execução de obras para beneficiar a mesma superfície de terras, a vantagem pende a favor das grandes realizações.

O Eng. Emilio Gutierrez Ayala, no estudo que fez sobre as vantagens e desvantagens da construção de grandes e pequenas irrigações, assinala o seguinte:

"Desde 1926 quando se iniciou a política de irrigação no México, se tem discutido muito a cerca das conveniências e inconveniências que apresentam as obras de pequena ou grande irrigação, tendo igual número de partidários umas como outras, porém sem que nenhum dos grupos apresentem razões sobre as mais econômicas, que justifiquem preferir as pequenas irrigações ou às grandes ou vice-versa.

Até hoje se tem dado em muitas ocasiões razões de ordem social, aparentemente ponderáveis, para a preferência da pequena irrigação, tais como a proteção a pequenos povoados por serem mais necessitados; entretanto, a realidade, a nosso juízo, é que deve haver opção pela realização das obras cuja inversão por hectare seja a mais baixa e, o que é mais importante, escolher àquelas cuja operação por hectare resulte mais barata.

Com o objetivo de elucidar do ponto-de-vista estritamente econômico este problema, tem-se organizado um quadro em função das distribuições anuais por conceito de operação, durante o tempo de funcionamento dos distritos de rega, cujas áreas são conhecidas e assim a distribuição anual da operação por hectare.

Dêsse quadro derivou-se o *Quadro I*, no qual também se calculou a inversão por hectare por construção, em cada um dos distritos que nele apareçam.

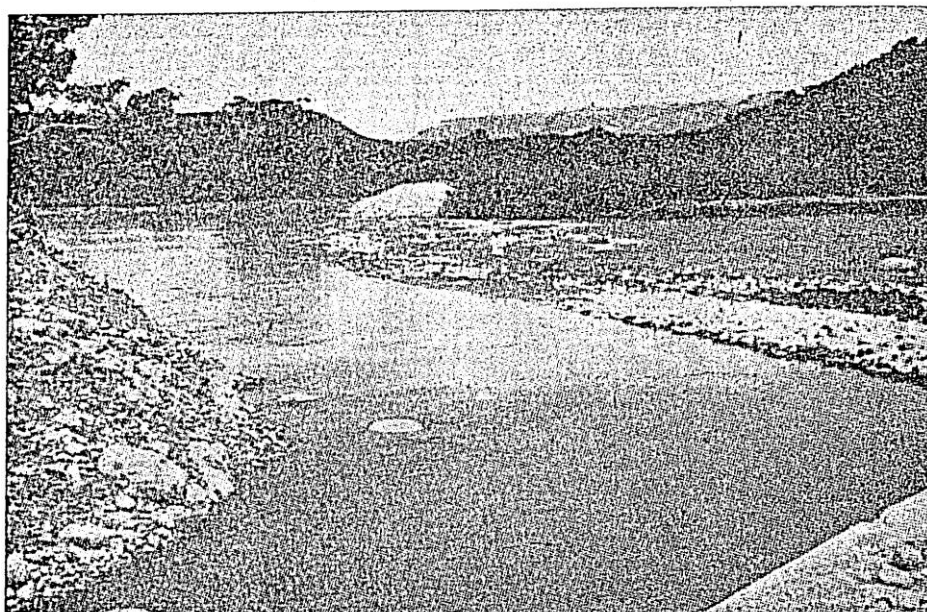
Para a comparação tomou-se distritos com condições similares de nível econômico, porém sendo uns de grande irrigação e outros de pequena. Do confronto das colunas das aplicações por hectares, conclui-se que em todos os casos é preferível construir distritos de grande irrigação.

No Rio Colorado, B. C., para aproveitamento de 180.972 ha houve uma inversão de 2.014,17 pesos em Tijuana, B. C., com apenas 1.000 ha esta atingiu 12.916,00 pesos/ha. Quanto às taxas de operação, estas foram de 37,31 e 64,31 pesos anualmente por hectare.

Em Tula, Hgo., com 2.800 ha inverteu-se na construção 1.032,69 pesos/ha e em Tula-cingo, Hgo. ascendeu a 1.885,73 pesos/ha. Quanto à operação tivemos 46,92 e 103,43 pesos/ha, anualmente.

Finalmente, no Rio Yaquí, Son., que tem 214.355 ha sob rega, houve a inversão de 1.004,40 pesos/ha. E Altar, Son., com somente 3.000 ha esta atingiu 5.651,17 pesos/ha. Tais distritos apresentam despesas operacionais anuais de 29,66 e 119,63 pesos/ha.

Com os dados anteriores, que foram tomados nas contabilidades dos distritos respectivos, se demonstra com toda clareza que para a nação é preferível construir obras de grande irrigação e relegar as de pequena irrigação a segundo plano.



Represa Esperança — Dique vertedor, visto da margem direita e canal de comunicação

## QUADRO I

## COMPARAÇÃO DOS CUSTOS DE CONSTRUÇÃO E OPERAÇÃO EM DISTRITOS DE GRANDE E PEQUENA IRRIGAÇÃO

DISTRITOS DE REGRA	ÁREA (ha)	CUSTOS EM PESOS POR ha		ANOS OBSERVADOS
		ANUAL DE OPERAÇÕES	CONSTRUÇÃO	
RIO COLORADO, B. C. ....	180.972	37,31	2.014,17	10
TIJUANA, B. C. ....	1.000	64,13	12.916,00	9
CIUDAD DELICIAS, CHIH. ....	53.703	30,74	1.914,09	10
SAN BUENAVENTURA, CHIH. ....	7.000	95,58	1.669,71	5
TULA, HGO. ....	28.000	46,92	1.032,69	10
TULANCINGO, HGO. ....	800	103,43	1.885,73	10
ALTO RIO LERMA, GTO. ....	93.569	26,33	529,37	10
ZAMORA, MICH. ....	10.000	57,52	1.077,59	1
RIO YAQUI, SON. ....	214.355	29,66	1.004,40	6
ALTAR, SON. ....	3.000	119,63	5.651,17	6



Acreditamos que a forma de proceder nestes casos, é construir tôdas as grandes obras que sejam possíveis, tratando de esgotar a capacidade da corrente alimentadora com uma só obra e que somente quando isto não seja possível, se façam obras de menor porte curso acima, porém maiores possíveis, quer dizer, implantar uma ou duas obras de mediana irrigação ao invés de muitas pequenas.

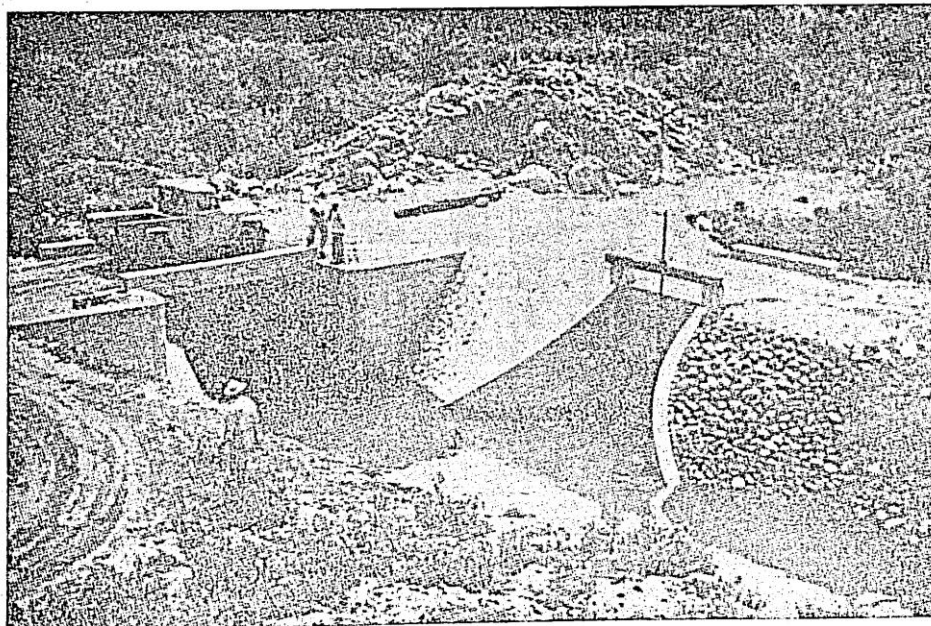
Quando as correntes alimentadoras forem pequenas, também se recomenda a irrigação em curta escala, por não permitir grandes obras, sem dúvida, em todos os casos, deverá tender-se a realizar precisamente uma só obra ao invés de várias."

Focalizando-se o problema sob o aspecto humano, atendendo ao ponto-de-vista social, certamente tôdas as vantagens serão a favor das pequenas obras. Nossas classes pobres, principalmente as camponesas, se enraizam na terra, sendo necessário levar-lhes obras de benefício social ao lugar em que se encontram para poderem subsistir. O carinho à terra de seus antecessores é tão forte que somente assim se explica o comovedor drama do "Vale del Mezquital" onde, contra tôda razão o homem se aferra a um deserto que nada pode oferecer-lhe.

As pequenas obras de rega resolvem de imediato o difícil problema da colonização pois cada hectare que se rega pode ser imediatamente trabalhado por verdadeiros agricultores para os quais a água, em suas pequenas parcelas, pode significar a grande diferença entre comer e não comer.

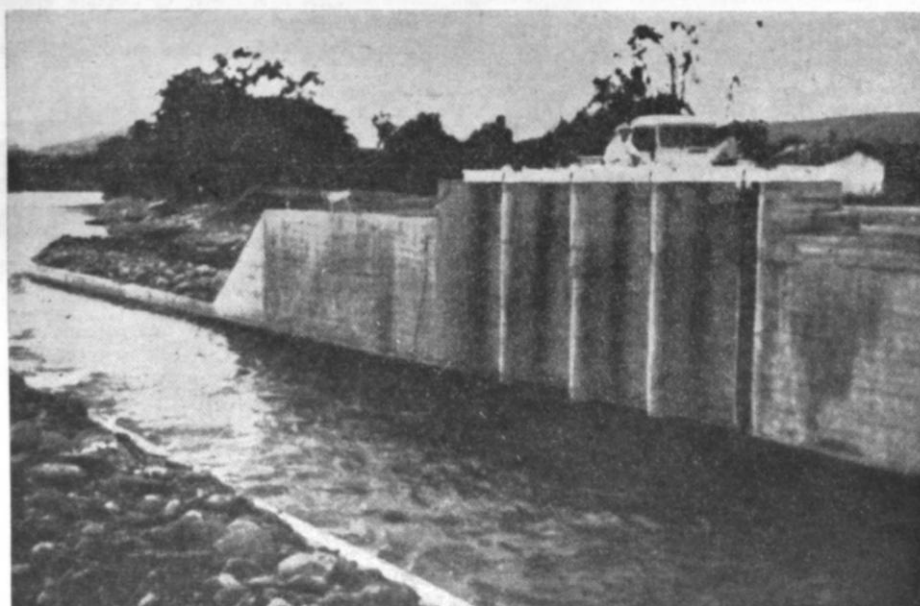
As grandes obras de irrigação têm tido êxito inegável, pois produzem grandes colheitas vitais ao país e formam agricultores prósperos em zonas antes desérticas e despovoadas. Talvez o exemplo mais destacável seja de Mexicali, Baixa Califórnia, onde a colonização se logrou à base de gente com espírito de empresa e com algumas economias para subsistir, que tinha como único chamariz conseguir grande área irrigável, tão grande quanto pudessem comprar. Dêstes colonos alguns eram agricultores, porém muitos foram políticos, comerciantes, profissionais etc. Muitos se mobilizaram com suas famílias, porém grande parte dêles, com a grande área adquirida, preferiram viver nas grandes cidades e manejar seus negócios agrícolas através um administrador, seguindo o sistema implantado pelos latifúndios que originou a Revolução. Este tipo de agricultor ausentista se dedica à exploração exaustiva da terra, já que os lucros da agricultura se destinam a proporcionar-

Represa Esperança — Saída do canal de comunicação. À esquerda se vê a ponte de manobra para operar as comportas de descarga do canal de comunicação. Acima das águas de descarga, à direita, se vê a comporta de contrôlo de canalização, a entrada do canal principal.

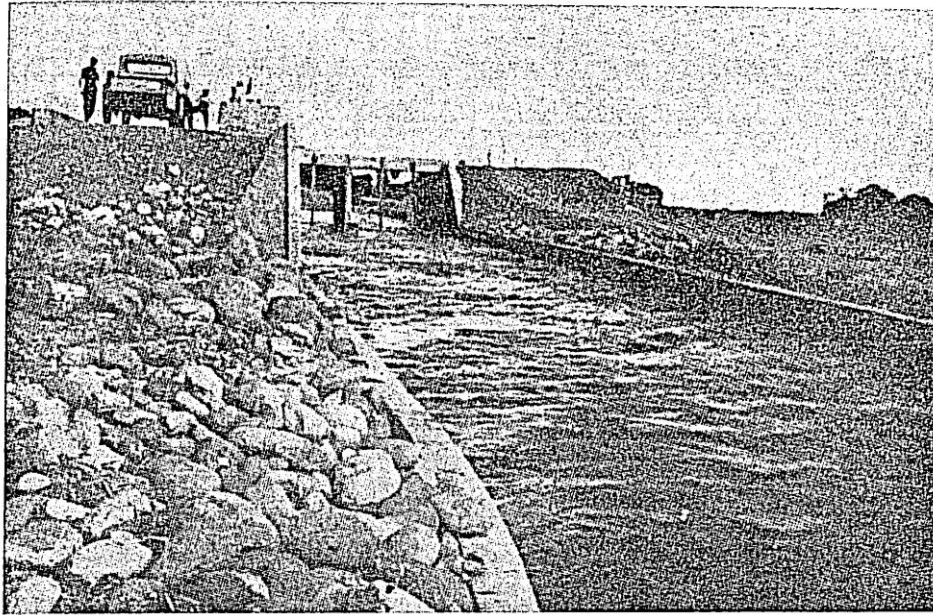




Represa de Santa Rosa — Vista do dique à margem direita. Ao fundo, a formação de Santa Rosa.



Represa de Santa Rosa — Entrada do canal de comunicação mostrando, à direita, as comportas de controle de irrigação.



Reprêsa Santa Rosa — Canal de comunicação. À esquerda, as comportas da obra de tomada. Sobre o canal de comunicação, as comportas de agulhas de descarga. As agulhas são colocadas nas secas, durante as cheias fica o canal livre

lhes vida plena de comodidade e não se preocupam com inversões, por mínima que seja de tais rendas para melhorá-la e chegará o momento em que esses solos, aproveitados com sacrifício, fiquem totalmente inutilizados.

Com ritmo acelerado com que se executaram as grandes obras de irrigação nas zonas despovoadas, o material humano e o capital colonizador era cada vez mais escasso, pelo que foi muito mais conveniente moderar o ritmo de construção.

Em termos gerais, o desenvolvimento agrícola mais favorável à nação se obterá com o melhoramento harmônico da realização das grandes obras de irrigação, de baixo custo unitário, que ponham em jôgo os capitais privados para sua exploração, limitando razoavelmente à superfície por proprietário, grandes obras que propiciem acomodação de população pobre e pequena com finalidades estritamente social nos locais em que se conta com terras agrícolas e possibilidades de regá-las.

É conveniente o estudo prévio e detalhado de tôdas as obras para seleção dos projetos de execução imediata, isto é, daquelas que resultem custos unitários mais baixo, de forma a que, quando em exploração, produzam

riquezas que financie a ultimação, no futuro, dos projetos menos favoráveis.

## 2 — CRITÉRIO PARA PROJETAR PEQUENAS OBRAS

Para tirar mais proveito da inversão em pequenas obras de irrigação, é conveniente que seu desenvolvimento seja gradual e de acôrdo com o progresso econômico da região. Possivelmente necessitariam demais de engenheiros "mas engenheiros" que os que se dedicam às grandes obras, já que estas dispõem sempre de especialistas que lhes resolvem os problemas mais difíceis. Deve-se formar um quadro de engenheiros capazes de resolver cada caso com o "ôlho rancheiro" rápida, efetiva e economicamente.

Esta classe de pessoal, que necessita ser de estudiosos, com experiência e critério, não abunda nesta época de especialistas, já que na efetivação das grandes obras não se estudam os problemas e sim consulta-se ao técnico correspondente e o mais que se faz é adaptação de um projeto-tipo, que talvez não seja o mais adequado para as condições locais e como segurança não será o mais econômico.

O projeto-tipo é de qualidade suprema: o "Cadillac" das obras hidráulicas desenvolvidas dar-se-á países de rica situação financeira. Para as nações latinas convém fazer a adaptação ao "Volkswagen", que dê um serviço excelente dentro das limitações que se impõem de baixo custo. Para lograr esta finalidade, o engenheiro não deve copiar projetos-tipo e especificações, e sim servir-se deles como guia para aplicar aos princípios clássicos da Engenharia.

Devemos entender que o projeto para aproveitar 100 m<sup>3</sup>/seg é substancialmente distinto daquele que aproveita 100 l/seg; o custo não se reduz proporcionalmente.

Não é conveniente uma redução em escala de um projeto grande a um pequeno, já que esta redução geralmente resulta muito cara quando comparada com o projeto específico para a obra que se necessita executar.

Para dar idéia destas possibilidades, suponhamos que se conta com quatro milhões de pesos, programados a razão de um milhão por ano, para regar 2.000 h.

No primeiro ano se fará a parte principal da represa de derivação da tomada d'água e um trecho de canal principal, com derivações para regar 100 ha no ano seguinte.

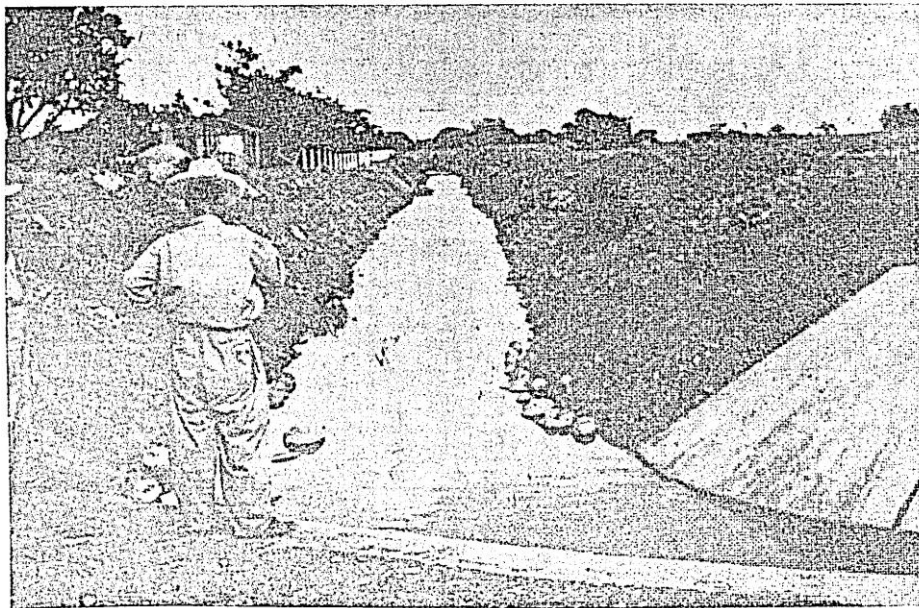
No segundo ano completar-se-á o reservatório, a obra de tomada e prolongar-se-á o canal principal com suas ramificações de forma a beneficiar 300 ha no outro ano.

No terceiro e quarto ano far-se-ão canais e obras complementares para regar 800 ha em cada ano.

Desta forma no quinto ano ter-se-á irrigado toda a área projetada ocasionando a pronta recuperação do capital aplicado.

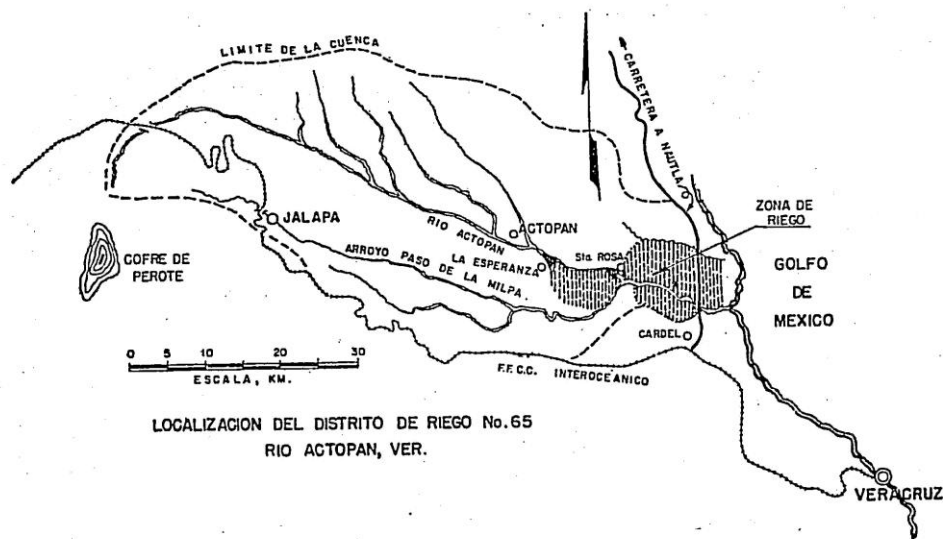
Este progresso gradual da zona irrigada apresenta, também, outras vantagens:

a) — facilitar o ensino da técnica da rega, evitando-se o costume do uso de procedimentos defeituosos. Um técnico pode facilmente preparar os usuários da primeira etapa de irrigação de 100 ha. Com a experiência deste é fácil instruí-los na etapa seguinte e assim sucessivamente;



Represa Santa Rosa — Princípio do canal principal. À direita, a passagem de saída da obra de tomada.





b) — os defeitos de obra saltarão à vista, conforme vão entrando em operação e poder-se-á corrigi-la quando ainda se tem o equipamento próprio, por tanto ao cabo do programa, se logrou distribuição quase perfeita da água;

c) — o desenvolvimento paulatino permite a capacitação técnico-agrícola do camponês, com o mesmo ritmo e mínimo custo. Esta regra tem sido esquecida embora de relativa e fácil aplicação. Assusta-no a palavra técnica e por outro lado nos parece difícil lograr a tecnificação do campo. O camponês necessita relativamente de poucos conhecimentos para melhorar seu nível de vida, sempre que tenha assistência técnica oportuna para resolver os problemas comuns de fertilização, rega oportuna, seleção de sementes, combate às pragas etc. e os que menos freqüentemente se apresentam de salgamento de solos ou aparição de pragas desconhecidas.

A preparação técnica do irrigante é tão importante, que poderá dizer-se que faz diferença entre um agricultor pobre e um próspero, um povo que não produz o necessário à sua alimentação e outro que vende seus excedentes; uma nação em que as obras se pagam prontamente e passam a cooperar para irrigar mais terras e outra que anualmente subvenção seus agricultores, a fim de que possam

continuar a rega. Um agricultor francês, com mínima parcela consegue nível de vida de um burguês sem chegar a ser um técnico agrônomo. Seus conhecimentos são os indispensáveis para os labores que executa.

Aplicação prática destes princípios. Distrito de Riego Num. 65, Rio Actopan, Ver.

Tive a sorte de ser o planificador e consultor das obras de aproveitamento do Rio Actopan, em Vera Cruz, e a fortuna de colaborar com o *Eng. Enrique Espinosa*, destacado agrônomo que nos representou na Bolívia num plano de ajuda técnica do México. Naquela nação irmã e por vários anos fui gerente geral em Culiacán, Sin., onde obtive muita experiência em operação de irrigação. O *Eng. Enrique Espinosa*, se encarregou realizar e operar posteriormente o Sistema de Rega que ia criar e que hoje é denominado Sistema de Riego Num. 65.

Por contar com a absoluta confiança de nossos chefes nos foi dada carta branca para fixação das diretrizes da obra, pelo que decidimos fazer a planificação total e os projetos na mínima. Isto permitiu-nos contornar muitos obstáculos, que contados na unidade de tempo podemos avaliá-lo em seis meses de demora e ter a segurança de poder projetar aproveitando as vantagens locais, saindo mais baratas e os defeitos de operação que temos anotado em outras realizações em serviço.

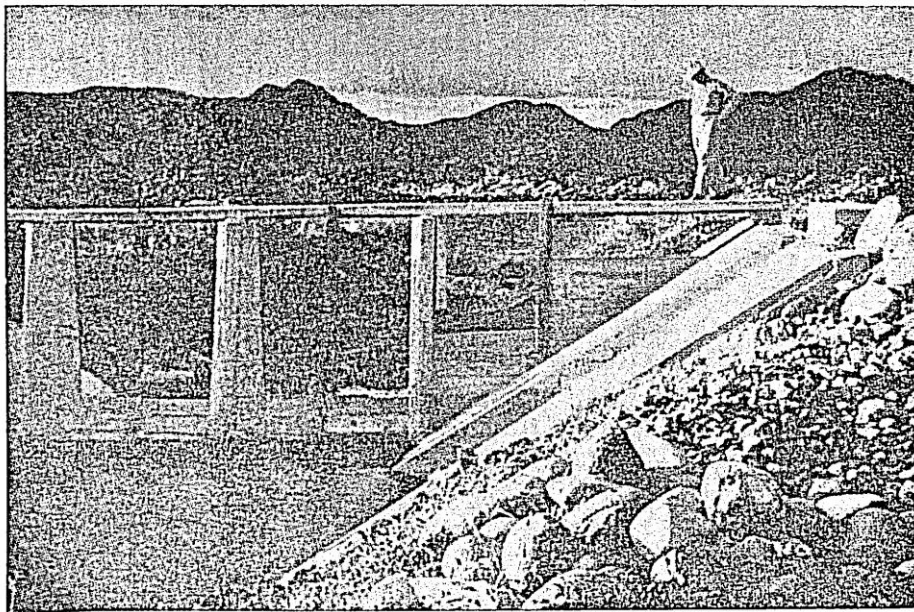
O Rio Actopan se origina na zona chuvosa "Cofre de Perote" e tem regime muito regular em torno de  $10 \text{ m}^3/\text{seg.}$  nas estiagens, com vazões ordinárias de  $300 \text{ m}^3/\text{seg.}$  registradas até 1954. Excepcionalmente, no Ciclone Janet, que ocorreu em setembro de 1955, quando apenas se iniciavam os estudos, a vazão foi quádrupla da citada e em 1956 se apresentou outra que avaliamos em  $700 \text{ m}^3/\text{seg.}$  De acôrdo com o regime da corrente, a primeira etapa nos permitiria regar 10.000 ha, com obras simples de derivação.

Ao fazer o reconhecimento preliminar, encontramos 8 tomadas diretas com as quais se regavam precàriamente as várzeas. Delas, apenas uma era permanente. As demais reconstruíam-se anualmente. Com o ciclone se destruíram tôdas, inclusive a permanente, feita em alvenaria de pedra. Esta circunstância nos permitiu maiores liberdades já que o número de reprêas existentes dificultava o projeto definitivo pois nos conduziria a uma operação embaraçosa. Procuramos reduzi-las, reconstruindo três imediatamente em forma

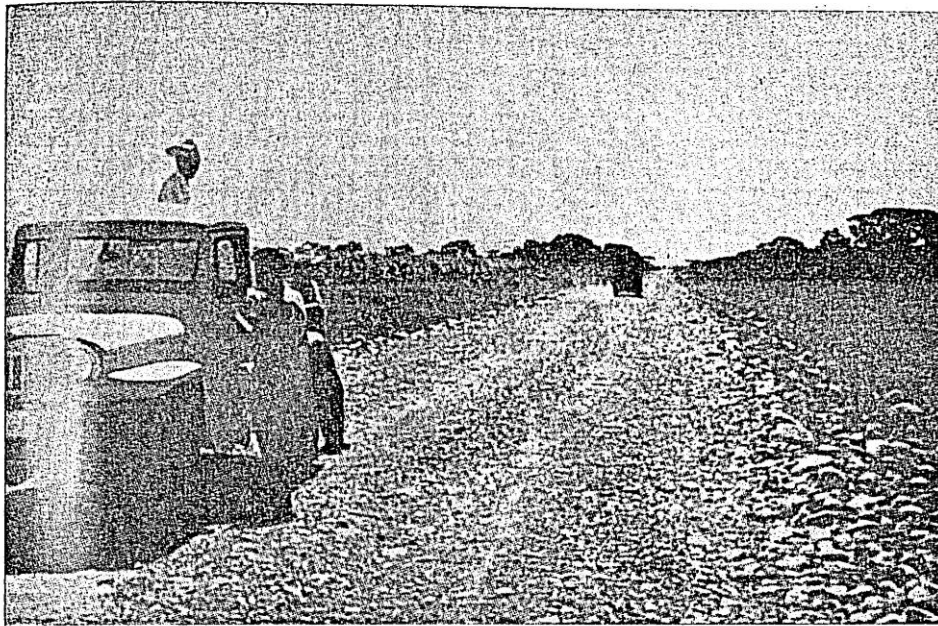
definitiva e possivelmente será necessária uma quarta para aproveitamento da grande ilha situada entre dois braços do rio.

Existiam anteprojetos para as reprêas de derivações, que possivelmente eram adaptações do açude de derivação de Culiacan, e que cada uma estava orçada em 1,5 milhões de pesos. Ante êstes excessivos gastos para nossas disponibilidades, elaboramos um projeto de acôrdo com as vantagens condicionais locais e aproveitando os materiais a mão. A primeira reprêa terminada em 1956, resultou com o custo aproximado, com sua tomada, de 0,5 milhão de pesos, pelo que se logrou pôr em serviço outras duas no mesmo ano, em forma provisional, além de se recuperar todos os serviços destruídos pelo ciclone e se levantou quase a totalidade da topografia.

Intencionalmente não se fez nenhum trabalho de construção de canais até têrmos tôda a topografia levantada e projetada a rede principal. Em terrenos montanhosos é aventura iniciar-se a construção de canais antes de saber-se o que se vai irrigar. Por tal motivo, ape-



Reprêas no canal principal de Santa Rosa. À direita, se vê a comporta de contrôle lateral.



Caminho central de serviço. Este caminho foi construído de forma a estar sempre aberto ao tráfego.

sar de contar com pouco dinheiro, decidimos que era uma inversão sã gastar o máximo possível nos trabalhos topográficos, que desta forma foram terminados em tempo recorde de seis meses, sem portanto retardar o projeto e a execução do primeiro trecho de canal principal e sua rede secundária para rega da zona por êle dominada.

O projeto dos canais secundários apresentou problemas especiais. O perfil transversal do terreno apresentava grandes desníveis. Recorreu-se então ao processo usado em Valsequillo: utilização de parte das diferenças de cotas para o escoamento das águas, ficando a restante em quedas, o qual redundou caro em escavações e obras d'arte.

Outra alternativa era projetar canais atravessados de maior comprimento, para reduzir a descida, porém cruzavam cortes de drenagem natural que exigiriam obras especiais. A

solução final foi muito vantajosa: os canais seguiram a linha máxima de declividade aproveitando que o material superficial do solo é uma mistura de cascalho e argila resistente à velocidades de mais de 1 m/seg. Para evitar velocidades erosivas aumentou-se o perímetro molhado, fazendo uma seção de canal larga e pouco profunda. Tal solução baixou muito o custo da construção, pois nos evitou tocar a camada que se encontra a um metro de profundidade, de material muito compacto, cujo preço de escavação é igual ao de rocha branda. Estes canais que funcionam com velocidade de até 1,5 m/seg., com dois anos de serviço, encontram-se em perfeitas condições de operação.

Como as dotações orçamentárias liberadas anualmente não permitem aproveitar o máximo as instalações e equipamento da obra, geralmente programa-se aplicar o orçamento nos

quatro ou seis primeiros meses de cada ano. Este critério permite as seguintes vantagens:

a) — a obra entra em serviço no mesmo ano de sua execução, mais tardar depois de setembro, quando geralmente há necessidade de rega nas culturas;

b) — o pessoal da residência da obra ocupa-se da construção nos primeiros meses e do estudo e projeto da obra para o ano seguinte, nos demais meses.

Os sistemas construtivos adotados e o estudo particular de cada caso, tem permitido pôr em serviço provisoriamente 9.000 ha com baixo custo unitário, em torno de mil pesos por hectare. Com o apoio de nossos superiores creio se logrará a contribuição dos usuários para o melhoramento gradativo do Distrito.

Face as limitações de funcionamento dos "Distritos de Irrigação" relativamente pouco

temos conseguido no sentido do ensino agrícola, porém contamos com a boa-vontade dos estagiários da Secretaria de Agricultura, pelo que somos pessimistas e cremos que obtenhamos algum avanço em tal sentido.

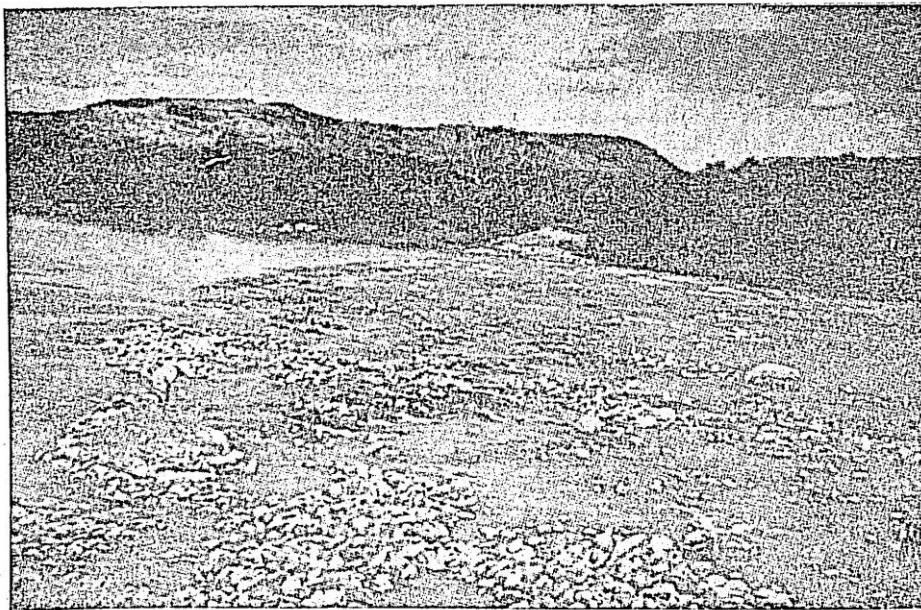
Quero proclamar que esta classe de obra só pode ser realizada por engenheiros de amplos conhecimentos, experiência, dinamismo e responsabilidade. E a única forma de baratear é executá-las com rapidez sem prejuízo de eficiência que devem apresentar quando em serviço.

Julgo conveniente citar este incidente: na parte alta do Distrito havia o Açude Esperança, de propriedade particular e que em 1955 precariamente regava 1.300 ha.

Seu canal principal era defeituoso. Perdera muita água por infiltrações.

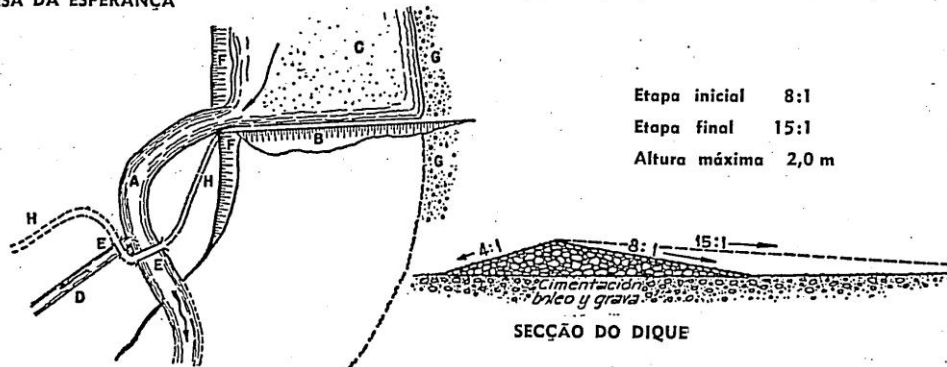
O ciclone rompeu a represa e entulhou grande parte do canal. Os usuários gastaram 40 mil pesos na sua desobstrução e construção de uma derivação provisória, que deixou de

Os danos causados pelas cheias de 15 de julho de 1958 no enrocamento do dique de Esperança foram leves.



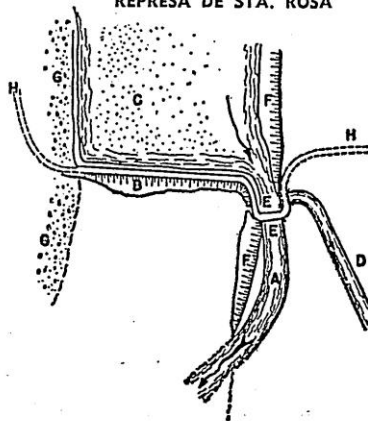


## REPRÉSA DA ESPERANÇA



- A — Canal de tomada
- B — Dique de enrocamento
- C — Depósito
- D — Canal de rega
- E — Pontes de manobras das comportas
- F — Paredão
- G — Caminho de serviço

## REPRÉSA DE STA. ROSA



Reprêsas de derivação — Distrito de rega n.º 65

funcionar quando o nível do rio baixou. Nessa época com o auxílio dos próprios agricultores, em 15 dias restabeleceu-se a irrigação com regime permanente. Em reconhecimento propuseram anexá-la ao Distrito.

Com o auxílio da Secretaria de Recursos Hidráulicos no valor de 35 mil pesos salvou-se uma colheita de 7 milhões de pesos, que sem água haver-se-ia perdido. A rapidez na recuperação da obra permitiu salvar 200 pesos com a inversão de 1 pêso.

Atualmente Esperança está totalmente concluída: tomada e canal principal à prova de infiltrações, erosão e entupimento.

Temos a satisfação de apresentar em dois anos e meio de trabalho a exploração de 9.000 ha, quase a primeira etapa com simples derivação do que nos havíamos fixado. A operação do Distrito é simples, talvez a mais fácil, e a água de estiagem  $9 \text{ m}^3/\text{seg.}$  é suficiente para regar toda a área em serviço, apesar de quase 45% das culturas serem de arroz.

Este exemplo demonstra que, mediante técnica adequada podemos pôr em serviço pequenos Distritos de Irrigação a baixo custo inicial, em prazo curto e com operações muito fáceis.

### 3 — CARACTERÍSTICAS DAS OBRAS DE DERIVAÇÃO

As reprêsas de derivação têm sido projetadas de acôrdo com as características do Rio Actopan, evitando-se intercepções do serviço por atêrro do açude ou do canal. Foi possível reduzir seu custo sem afetar a segurança de estrutura.

O dique é feito com pedras grandes, depositadas diretamente sobre o leito do rio formado de solo encascalhado; após cada enchente, há assentamentos do dique ao serem carregados os finos da fundação. Compensa-se este recalque com reposição de pedra. Após cinco enchentes considera-se o dique suficientemente estável para ser revestido definitivo.

O canal de tomada tem capacidade para esgotar o triplo do gasto na estiagem, tomado como mínimo. Assim, a barragem de Santa Rosa, cujo coroamento serve de estrada, fica submersa poucas vezes, interrompendo-se as travessias do rio. Sua grande capacidade evita a obstrução do canal com os depósitos formados na represa. As obras de tomadas não têm sofrido danos, embora tenha sofrido em parte uma enchente de 1.000 m<sup>3</sup>/seg. Foram projetadas e construídas para resistir às mais fortes cheias.

Na cheia de 15 de julho de 1958, a mais forte registrada com as obras em operação, apenas inferior a verificada durante o Ciclone Janet, houve apenas danos ligeiros no enrocamento de "La Esperanza" e sérios na de Santa Rosa, avaliados em 60 mil pesos. Os danos nos diques estão previstos, já que foram projetados para funcionar como válvulas de segurança nas grandes enchentes. Os trabalhos de irrigação em Santa Rosa, se reiniciaram uma semana após, não tendo causado, por isto, danos às culturas. A regularização do tráfego levou 15 dias.

Até hoje, aos dois anos e meio de operação, as obras funcionam satisfatoriamente nos canais principais: quase não houve sedimentação.

#### 4 — DESENVOLVIMENTO DO DISTRITO N.º 65

##### 4.1 — ANO DE 1955:

Terras com irrigação precária: 3.000 ha. Ocorreu em 27 de setembro o Ciclone Janet, quando apenas estavam iniciados os trabalhos preliminares.

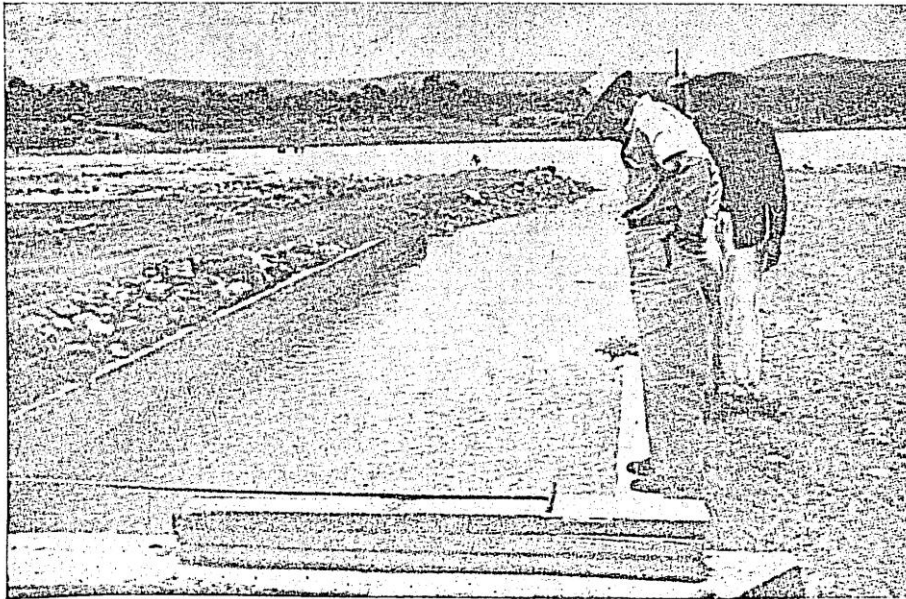
A Secretaria de Recursos Hidráulicos recuperava os serviços destruídos pelo Janet, evitando a perda das colheitas.

##### 4.2 — ANO DE 1956:

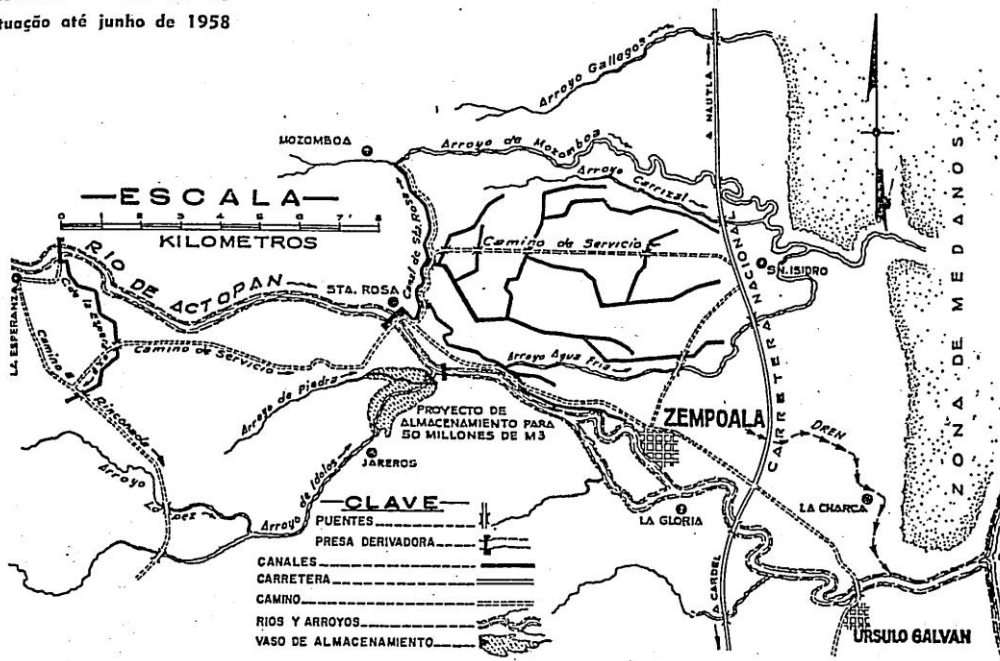
Constroem-se e entram em funcionamento La Esperanza e Santa Rosa.

Iniciou-se a construção do canal principal de Santa Rosa. Ampliação e melhoramento dos canais antigos assegurando a rega dos 3.000 ha primitivos.

A represa de Santa Rosa uma semana após as cheias. Nota-se o canal de comunicação funcionando ligando ao canal principal. Ao fundo, o dique firme suportando cheias de mais de 1.000 m<sup>3</sup>/seg.



DISTRITO DE REGA N.º 65  
Situación até junho de 1958



4.3 — ANO DE 1957:

Continuou a construção do canal principal de Santa Rosa e iniciou-se a rede secundária. Ampliação do canal de La Esperanza com a anexação de mais 3.000 ha.

4.4 — ANO DE 1958:

Conclusão do canal principal de Santa Rosa. Atacou-se os secundários e ampliou-se a rede de La Esperanza para umidecer outros 3.000 ha, totalizando-se então 9.000 ha, dos quais 4.000 plantados de arroz, com vazão de estiagem de 9 m<sup>3</sup>/seg. Cobrir esta área como cultivo de alto consumo d'água, tem sido possível mediante operação bem planejada para recuperar ao máximo a água usada no arroz, evitando desperdícios.

Antes de concluídas suas obras, este Distrito já é a maior unidade de irrigação do Estado de Veracruz. Seu desenvolvimento rápido e sem propaganda é responsável por seu desconhecimento.

4.5 — ANO DE 1959:

Prevista a continuação das obras e instalação da rede telefônica para facilitar o controle da distribuição d'água.

5 — CONCLUSÕES

A Engenharia Hidráulica no México atual tem uma garantia de 30 anos de experiência no emprêgo das mais refinadas técnicas de projeto e construção; nas pequenas obras é, todavia conveniente desenvolver projetos e processos construtivos que mais se enquadram com a força econômica do país e suas necessidades sociais, que permitam construir com o menor investimento possível, a fim de deixar o capital de trabalho necessário para que as obras sejam reprodutivas.

A idéia de formar uma Engenharia nitidamente mexicana está inspirada no exemplo da dos EE.UU. há um século.

Tendo copiado a técnica européia contemporânea, elaborou seus próprios projetos e métodos executivos aproveitando ao máximo os materiais que dispunha e resultou converter-se na nação mais rica do mundo.

O "Sistema de Riego Num. 65", em cuja construção temos aproveitado a idéia exposta, se distingue pela falta de espetacularidade, porém logrando-se a finalidade almejada: dar rega segura e eficiente à maior unidade agrícola do Estado de Veracruz, em prazo curto e a baixo custo.

# PROBLEMA DO SAL EM SOLOS

"O presente trabalho tem por objetivo chamar a atenção do problema do sal nas águas de irrigação bem como as suas causas.

Foi adaptado e traduzido pelo ETA, Escritório técnico de Agricultura Brasil-Estados Unidos, dos seguintes boletins do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos:

- "Problema do Sal em Solos Irrigados" — Boletim 190.
- "Determinação da Qualidade da Água de Irrigação" — por L. V. Wilcox.
- "Explicação e Interpretação da Análise da Água de Irrigação. (°)"

## 1. — ORIGENS E CAUSAS DA ACUMULAÇÃO SALINA

### 1.1. — DE ONDE PROVÉM O SAL?

O sal provém dos minerais da crosta terrestre. O intemperismo os decompõe liberando o sal na forma solúvel.

Regiões úmidas, geralmente possuem precipitações pluviométricas suficientes a fim de lixiviarem este sal através do solo para os lençóis subterrâneos, os quais por sua vez o conduzem para os rios; e estes transportam-no para os oceanos.

Em regiões áridas as chuvas são bastante escassas para lixiviarem o sal do solo. As chuvas são em grande parte dissipadas pela evaporação e a retirada pelas plantas.

Ambos os processos - evaporação e utilização pelas plantas - ocorrem em escala maior em regiões áridas do que em regiões úmidas.

Precipitações escassas, evaporação e a utilização pelas plantas favorecem a acumulação do sal em regiões áridas. Entretanto, a acumulação salina causada somente por estes fatores, geralmente não é suficientemente ampla para causar dificuldades. Uma acumulação prejudicial ocorre quando um campo recebe continuamente sal proveniente de outros locais. O sal é trazido para a área por meio da água superficial ou subterrânea. A irrigação freqüentemente acelera este processo.

### 1.2. — QUAL A CAUSA DO SAL SE ACUMULAR NO SOLO?

O sal se acumula quando a água evapora na superfície ou é retirada pelas plantas. Ambos os processos separam o sal da água. O sal per-

manece no solo. O sal é retirado do solo pelo movimento descendente da água através da zona radicular para o subsolo ou para o sistema de drenagem do lençol aquífero.

A rapidez pela qual o sal se acumula na zona radicular é determinada pela qualidade da água de irrigação, o método de irrigação, o tipo de drenagem, e outras condições.

### 1.3. — QUALIDADE DA ÁGUA DE IRRIGAÇÃO

Toda água de irrigação contém sais dissolvidos. O conteúdo salino varia de 0,1 de tonelada a 5 toneladas por 1.230 metros cúbicos. Já que são aplicados 6.150 ou mais metros cúbicos numa única estação, é possível para que uma área de 4.047 metros quadrados receba um tanto quanto 25 toneladas neste período.

É extremamente importante que a água de irrigação seja analisada para que se determine a sua qualidade. Uma análise da qualidade da água poderá alertar o fazendeiro de dois riscos — a presença de salinidade ou a possibilidade da formação de um solo não salino-alcálico. Também poderá revelar a presença de excessiva quantidade de bicarbonato, ou boro, ou ambos. O bicarbonato é prejudicial quando o seu conteúdo na água de irrigação for elevado em relação ao cálcio e magnésio. Embora o boro em quantidades diminutas seja essencial para o desenvolvimento das plantas, é tóxico para muitas plantas quando em concentrações ligeiramente acima daquelas requeridas para o desenvolvimento normal.

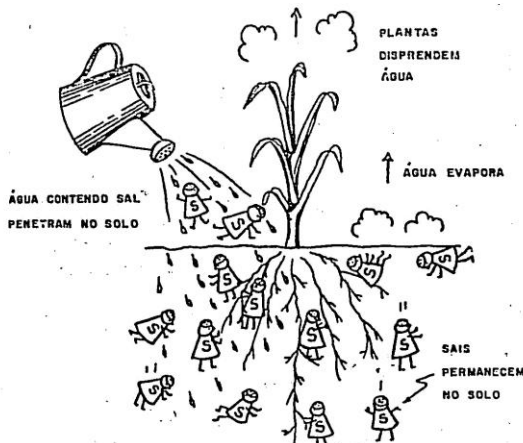
(°) Transcrito da Pub. do GTA.



# IRRIGADOS

## 1.4. — MÉTODO DE IRRIGAÇÃO

No início de um projeto de irrigação geralmente o abastecimento de água é abundante. Conseqüentemente, água em demasia é aplicada. Este excesso freqüentemente ocasiona mais mal do que bem, em virtude da tendência de elevar o lençol aquífero e por conseguinte aumentar os problemas de drenagem.



Tôda água de irrigação contém sais. Os sais acumulam-se no solo quando a quantidade de água aplicada é somente suficiente para atender às necessidades da cultura.

De outro lado, a água em escassez evita o processo natural de lixiviação pela qual os sais são arrastados para além da zona radicular das plantas.

A quantidade adequada de água de irrigação aplicada a um campo deve ser suficiente para refazer as perdas ocasionadas pela transpiração e evaporação das plantas, e lixiviar os sais que tenham acumulado durante irrigações anteriores.

Tôda água de irrigação contém sais. Os sais acumulam-se no solo quando a quantidade de água aplicada é somente suficiente para atender às necessidades da cultura.

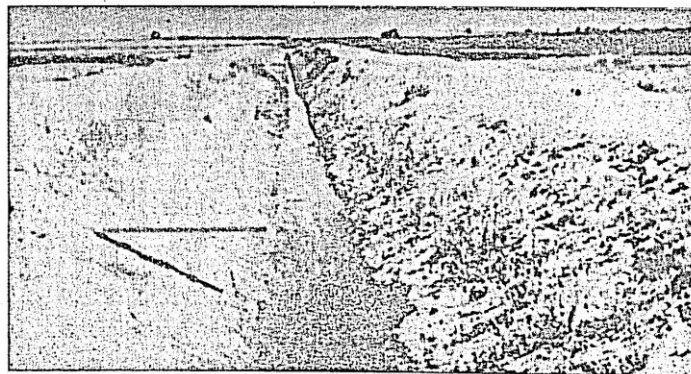
## 1.5. — TIPOS DE DRENAGEM

A drenagem adequada é importante para se manter o nível de salinidade baixo. Se um campo não fôr adequadamente drenado, poderá haver a acumulação de água na zona radicular, e a saturação do solo. Isto acelera a ascensão do lençol aquífero. Quando o lençol aquífero se eleva até cerca de 1,50 ou 1,80 m da superfície do solo, a água subterrânea contendo sais ascende e penetra na zona radicular, atingindo mesmo a superfície. O motivo para que a drenagem seja adequada é que a água subterrânea tem a tendência de se elevar para os solos mais secos. Portanto, a água subterrânea contribui para a condição de salinidade do solo.

A drenagem adequada evita a ascensão do lençol aquífero e permite o escoamento da água antes que esta tenha a oportunidade de se elevar para a zona do solo ocupado pelas raízes da cultura.

## 1.6. — OUTRAS CONDIÇÕES

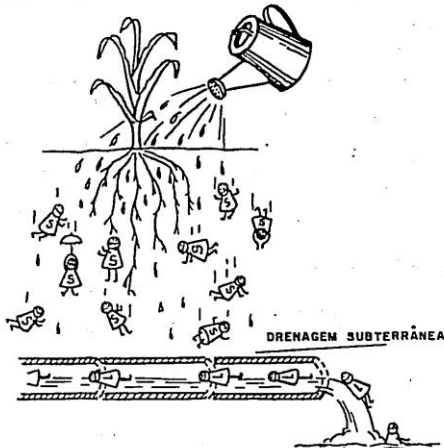
Algumas áreas acumulam sal em virtude da sua localização, por não serem em nível ou porque o solo é impermeável. Os campos localizados às margens dos riachos são geralmente irrigados em primeiro lugar, em virtude da proximidade da água. Como a irrigação terá que se expandir, atingindo os campos mais altos, que também deverão ser irrigados, continua-se



Dreno principal recebendo os drenos laterais.

subindo até que finalmente se tem uma disposição de patamares.

A água de irrigação aplicada no campo mais alto drena para o lençol d'água dos campos inferiores. Portanto, o campo mais baixo, recebe tôda as drenagens e tornar-se-á excessivamente salinizado.



Um campo que não esteja em nível tem a tendência de acumular sal. Pouca água favorece o acúmulo de sal. Por isso as partes altas, que só ocasionalmente recebem água suficiente, se salinizam com mais facilidade.

Os solos diferem na sua permeabilidade isto é, a sua capacidade de absorver a água. Os solos menos permeáveis são geralmente os mais vulneráveis para acumulação salina em virtude da água não poder se locomover prontamente através da mesma. Solos sobrepondo formações muito compactas agravam o problema.

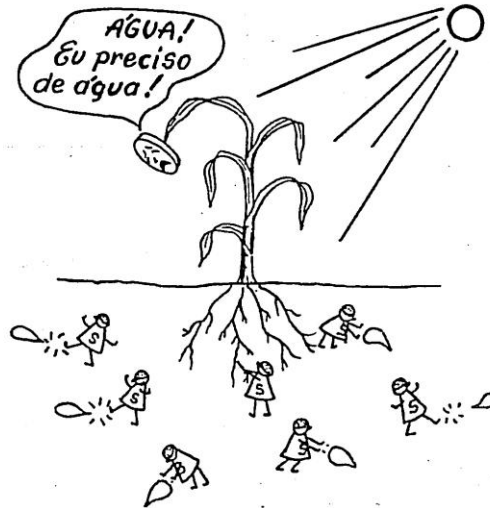
Onde a drenagem natural não é adequada, manilhas ou drenos de céu aberto auxiliam na zona radicular.

## 2. — EFEITO NAS PLANTAS E SOLO

### 2.1. — DE QUE FORMA O SAL EM EXCESSO AFETA AS PLANTAS?

- 1) Impede-se de receber água suficiente, mesmo que o solo esteja bem irrigado. Nisto resulta a paralisação temporária das plantas que freqüentemente possuem uma coloração azul esverdeada característica. Se o sal estiver uniformemente distribuído num campo, tôdas as plantas apresentarão paralisação temporária, e as colheitas poderão ser reduzidas em 25%.
- 2) Possui um efeito tóxico direto às plantas. A maioria das árvores frutíferas são suscetíveis a danos em virtude da toxicidade do sal. Um crestamento característico das folhas aparece; e as folhas caem. As árvores poderão fenecer quando quantidades nocivas de sódio ou cloreto são acumuladas. No entanto a maioria das forragens e legumes po-

derão acumular maiores quantidades de sódio ou cloreto nas folhas sem que haja o aparecimento visível de sintomas da toxidez.

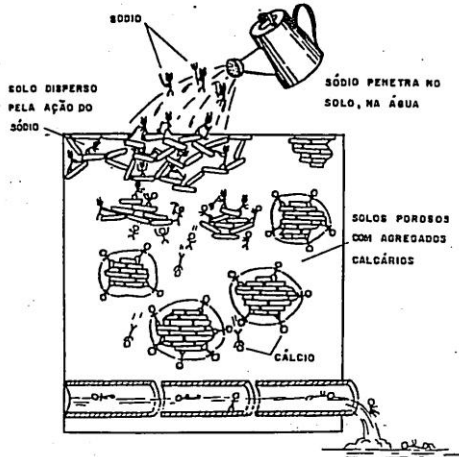


A presença de sais no solo dificulta a retirada da água do solo pelas culturas.

O boro e o bicarbonato são tóxicos a todas as espécies de plantas, porém o nível de tolerância poderá variar de uma cultura a outra.

## 2.2. — DE QUE MANEIRA O SAL EM EXCESSO AFETA O SOLO?

Solos afetados pelo sal são solos que foram danificados por sais solúveis. Estes solos são classificados em três grupos diferentes: solos salinos, sódicos e salinos sódicos.



Quando a água de irrigação contendo uma alta proporção de sódio for aplicada a um solo poroso e agregado no qual o cálcio se acha absorvido, o sódio repõe o cálcio fazendo com que as partículas do solo se reagrupem a fim de formarem poros pequenos através dos quais a água atravessa lentamente. Este processo é reversível quando cálcio solúvel for aplicado ao solo e forem empregadas práticas no sentido de melhorar a estrutura do solo.

### 2.2.1. — SOLOS SALINOS

Solos que contêm sais solúveis em demasia são denominados solos salinos.

Estes solos geralmente são floclados, isto é, as partículas do solo estão agrupadas em torrões. Os torrões são friáveis portanto não se mantendo coesos; a água e ar movimentam-se livremente através dos mesmos. Embora esta condição melhore a estrutura do solo, o sal solúvel reduz a capacidade de absorção da água e, conseqüentemente, o desenvolvimento das plantas é retardado.

### 2.2.2. — SOLOS SÓDICOS

Solos que possuem apreciáveis quantidades de sódio adsorvido (aderentes) nas suas partículas individuais, são denominados solos sódicos. Estes solos não são floclados em virtude das partículas de solo nas quais o sódio se acha adsorvido separarem-se dos torrões floclados. Esta separação faz com que as aberturas entre os torrões se tornem menores. A água e o ar não podem se movimentar livremente através do solo, embora possa haver mais aberturas. Em algumas regiões, o solo se torna uma massa entumescida gelatinosa que é impermeável ao ar e à água. Este efeito adverso do sódio se torna quando a quantidade de sais solúveis for baixa.

Solos sódicos quando secos são duros. As partículas de solo dispersas conservam-se unidas e formam uma crosta que retarda ou impede a germinação. O solo se parte em torrões duros quando arado.

O sódio também é tóxico a certas plantas. Contudo, sinais visíveis de toxidez, geralmente não aparecem até que a concentração de sódio tenha alcançado um ponto que seja suficiente para danificar o solo fisicamente, embora as árvores e algumas outras plantas sejam sensíveis a concentrações mais baixas.



Área improdutiva em virtude de ter se tornado Salino-Sódico.

Solos sódicos são formados por um processo químico. O sódio, realmente um constituinte salino, existe em solução na forma de "catiônio".

Os catiônios são partículas do solo, dotadas de carga negativa, atraem os catiônios de sódio de carga positiva. Como resultado, catiônios de sódio são adsorvidos nas partículas de solo.

Quando a água de irrigação contendo uma alta proporção de sódio for aplicada a um solo poroso e agregado no qual o cálcio se acha absorvido, o sódio repõe o cálcio fazendo com que as partículas do solo se reagrupem a fim de formarem poros pequenos através dos quais a água atravessa lentamente. Este processo é reversível quando cálcio solúvel aplicado ao solo e forem empregadas práticas no sentido de melhorar a estrutura do solo.

Outros catiônios, ou partículas com cargas positivas que aderem às partículas do solo são cálcio e magnésio. Cálcio e o magnésio são os catiônios dominantes na maioria dos solos produtivos em regiões áridas.

Quando solos produtivos forem irrigados com águas contendo alto teor de sódio, o sódio repõe parte do cálcio e magnésio. Esta reação denomina-se troca de catiônios. É um processo reversível. A capacidade do solo para adsorver e trocar catiônios é limitada. A percentagem desta capacidade que o sódio ocupa é denominada a percentagem de sódio trocável. Solos que foram danificados por sódio adsorvido geralmente possuem uma percentagem de sódio trocável de 15 a mais.

#### 2.2.3. — SOLO SALINO-SÓDICO

Solos salino-sódicos ocorrem quando a salinidade e solo adsorvido afetam o solo ao mesmo tempo.

#### 2.3. — COMO PODEM OS SOLOS SALINOS SEREM RECONHECIDOS?

O desenvolvimento de culturas em solos salinos é geralmente fraco e mosqueado em virtude do sal retardar ou impedir a germinação de sementes. Mesmo que as sementes germinem, as plantinhas novas poderão logo fenecer. Em consequência, há o aparecimento de manchas desnudas irregulares. Esta concentração fraca e mosqueada bem como as manchas desnudas irregulares são geralmente circundadas por áreas de desenvolvimento desigual. Outro sinal de solo salino é o aparecimento de uma crosta branca na superfície do solo. Entretanto, este sinal, pode não ser uma indicação fidedigna de salinidade já que solos não salinos que contêm gesso também possuem crostas brancas.

Não é sempre possível reconhecer por meio de uma inspeção visual quando um campo contém sal em demasia. Um plano melhor é se fazer a análise de solos suspeitos. É mais econômico fazer-se a análise do que aguardar o aparecimento de sinais visíveis. Quando os sinais visíveis aparecem, geralmente é demasiadamente tardio para salvar a cultura.

#### 2.4. — DE QUE MANEIRA PODEM SER RECONHECIDOS OS SOLOS SÓDICOS?

Solos sódicos exibem depósitos pretos na superfície. Tal solo é ocasionalmente referido como "alcali preto". Os depósitos pretos apresentam-se em virtude do sódio dissolver a matéria orgânica do solo. Pequenas áreas irregulares de solo sódico são denominados "slick spots".



Vista típica de um campo solinizado.



Embora os solos sódicos absorvam água lentamente, este fato não é uma indicação segura, porquanto outros tipos de solos - solos

argilosos, solos que possuem uma camada impermeável, e aqueles cultivados quando úmidos também absorvem água lentamente.

### 3. — MELHORAMENTO DE SOLOS AFETADOS PELO SAL

#### 3.1. — COMO PODEM SER CORRIGIDOS OS SOLOS SALINOS?

Solos salinos podem ser corrigidos por meio da lixiviação. A lixiviação é o processo pelo qual água suplementar é aplicada ao solo permitindo-se que a mesma penetre pelo solo e drene para o subsolo.

Um processo comum de lixiviação é represar a água sobre a superfície do terreno. A lixiviação não é eficiente quando o lençol aquífero estiver demasiadamente próximo à superfície. No caso em que a drenagem natural não possa cuidar da água suplementar, drenos artificiais deverão ser instalados. Às vezes a água excessiva é retirada por meio de bombas operando em poços. Profundidades permissíveis para os lençóis aquíferos variam de acordo com o tipo de solo sendo irrigado.

A quantidade de água de lixiviação que penetra no solo pela inundação da superfície determina a quantidade de sal removido do solo. Quando a água lixivia através do solo; uma altura de 15 centímetros para cada 30 cm. de profundidade de zona radicular lixiviara 50% do sal. Trinta centímetros de água para cada 30 cm. de zona radicular lixiviara 80% do sal. Sesenta centímetros de água por 30 cm. de zona radicular lixivia 90% do sal. Adicionando-se água de lixiviação ao solo por métodos que

não seja represamento, quantidades maiores serão necessárias para alcançar os mesmos resultados.

O movimento ascendente da água salina proveniente de lençóis aquíferos rasos pode causar a acumulação de sal na zona radicular das plantas. Um lençol aquífero deve se encontrar no mínimo a 1,40 m a 1,50 m abaixo da superfície durante a maior parte do período de crescimento da cultura.

A medição freqüente do lençol aquífero feito em buracos distribuídos pelo campo indicará se a drenagem é adequada ou não.

O nivelamento cuidadoso do terreno tornará possível uma aplicação de água mais uniforme e um controle melhor da salinidade. Pontos altos em terrenos irregulares poderão não receber água suficiente para o bom desenvolvimento da cultura ou para as finalidades de lixiviação.

#### 3.2. — COMO PODEM SER CORRIGIDOS OS SOLOS SÓDICOS?

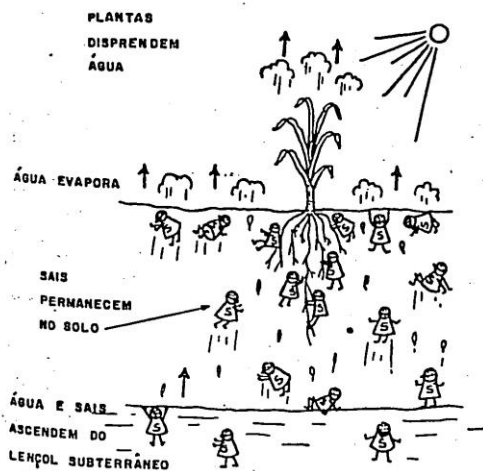
Solos sódicos podem ser corrigidos pela aplicação de corretivos químicos, lixiviando o solo, e em seguida empregando práticas que reconstruam a estrutura do solo.

##### 3.2.1. — APLICAÇÃO DE CORRETIVOS QUÍMICOS

A maioria dos solos sódicos necessita de corretivos químicos a fim de restaurar a sua produtividade. Muitos corretivos adequados são disponíveis: o gesso e o enxofre são os mais comuns. Desde que a maioria dos corretivos são caros, é sempre aconselhável fazer-se a análise do solo a fim de determinar o tipo e as quantidades necessárias.

A aplicação de corretivos nem sempre é necessária para a melhoria de solos sódicos. Alguns solos sódicos, por exemplo, contêm sulfato de cálcio (gesso), e que quando lixiviados a água dissolve o gesso libertando o cálcio. Este cálcio dissolvido substitui o sódio absorvido. Os sais de sódio resultante desta reação podem ser removidos por lixiviação.

Sais acumulam-se no solo em virtude de lençóis aquíferos rasos.



Algumas águas de irrigação contêm apreciáveis quantidades de cálcio e magnésio. Quando tais águas são utilizadas em solos sódicos uma reação de troca ocorre. O sódio é substituído e retirado do solo.

3.2.2. — LIXIVIANDO O SOLO

Solos sódicos devem ser lixiviados após a aplicação de corretivos. Este processo é necessário a fim de se retirar o sódio do solo. Para a maioria dos corretivos, o solo pode ser lixiviado imediatamente após a aplicação do corretivo. Contudo, se se aplicar enxofre, é melhor aguardar de 2 a 3 meses antes que se faça a lixiviação. Este período de espera é necessário a fim de permitir que se processem as necessárias reações químicas. As reações se processam prontamente quando o solo estiver úmido.

3.2.3 — MELHORAMENTO DA ESTRUTURA DO SOLO

A subsolagem ou a aração profunda às vezes é útil na restauração da estrutura de solos sódicos. Contudo, estas práticas isoladamente têm pequeno valor a não ser que se empregue um corretivo.

A aplicação de esterco animal ou outro tipo de matéria orgânica ao solo também contribuirá para o melhoramento da estrutura do mesmo.

3.3. — COMO PODEM SER MELHORADOS OS SOLOS SALINO-SÓDICOS

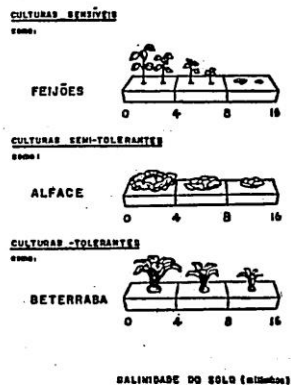
Solos salino-sódicos podem ser recuperados da mesma maneira que os descritos para os solos sódicos. Geralmente é melhor aplicar corretivos antes da lixiviação. No caso em que a lixiviação for feita primeiramente, a permeabilidade do solo diminui acentuadamente e o andamento da recuperação é retardado.

3.4. — ATÉ QUE PONTO A RECUPERAÇÃO É ACONSELHÁVEL

A recuperação completa de solos afetados pelo sal não é sempre economicamente exequível. Um ou mais dos seguintes fatores podem ser envolvidos, como por exemplo:

- a) o alto custo de corretivos químicos;
- b) baixa permeabilidade do solo;
- c) drenagem inadequada;
- d) o emprêgo inevitável de águas de irrigação de baixa qualidade.

Se o solo não pode ser completamente recuperado, práticas de manejo poderão ser benéficas na conservação da produção.



As culturas variam amplamente quanto à sua tolerância ao sal.

20

3.5. — SELEÇÃO DAS CULTURAS

As culturas variam amplamente quanto à sua tolerância ao sal. Beterraba açucareira, algodão e cevada podem tolerar até 10 vezes mais sal como a maioria dos trevos, feijões e árvores frutíferas. Para a maioria das culturas de tolerância moderada e sensíveis, não existe um "limite de segurança" de salinidade. Mesmo em níveis baixos de salinidade poderá haver alguma paralisação temporária das plantas e uma redução na produção sem que haja sintomas visíveis de danos.

A medida que os solos vão se tornando mais salinos, a paralisação temporária se faz mais pronunciada e as colheitas se tornam menores.

A acumulação de sódio trocável nas partículas do solo possui um efeito adverso em muitas culturas. Culturas de ciclo longo que mostram toxicidade específica ao sódio incluem amêndoas, abricot, abacate, citrus e ameixa. Culturas tais como, beterraba, cevada, capim, trigo alto, são relativamente tolerantes ao sódio.

3.6. — MÉTODO DE ARADURA

Solos afetados pelo sal requerem métodos especiais de aração a fim de auxiliarem no controle da salinidade e do sódio. Estes solos não devem ser arados quando úmidos. Maqui-

naria pesada não deve ser transportada sobre os mesmos. Irrigação mais freqüente, especialmente durante os períodos de germinação e das plantulas freqüentemente contribuem para amolecer a crosta dos solos sódicos e contribuem para uma concentração melhor da cultura. Modificando os métodos de irrigação e o formato das sementeiras pode-se alterar consideravelmente a tendência do sal de se acumular próximo à semente. Por exemplo, a irrigação pré-emergência feita em sulcos especiais colocados próximos à semente reduz a concentração de sal solúvel ao redor da semente e permite a germinação. Após as planturas tenham se estabelecido, os sulcos especiais podem ser abandonados e outros serão feitos entre linhas.

### 3.7. — MÉTODOS DE IRRIGAÇÃO

Os principais métodos de aplicação de água são: inundação, irrigação por sulcos, aspersão, e sub-irrigação. A inundação proporciona um controle melhor da salinidade quando o terreno for suficientemente plano e a cultura seja do tipo que possa ser inundada.

A irrigação por sulcos se adapta bem a culturas em fileiras, especialmente em se tratando de terrenos demasiadamente íngremes para serem irrigados por inundação. Embora este método permita a acumulação do sal nas fileiras, arando e revolvendo completamente a superfície do solo periodicamente, evita sérios aumentos do conteúdo salino no solo.

## 4. — ANÁLISE DA ÁGUA E DO SOLO

Recomenda-se a análise química das águas de irrigação a serem utilizadas e dos solos suspeitos. Uma análise da qualidade da água deve incluir testes para a determinação da quantidade total de sais em dissolução, cálcio mais magnésio, sódio, bicarbonato e boro.

Por meio de testes apropriados, o manejo do solo e da água pode ser ajustado de maneira a manter um solo livre de sal, ou para evitar que solos ligeiramente afetados pelo sal se tornem imprestáveis em virtude do alto teor salino.

### DETERMINAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA DE IRRIGAÇÃO

A qualidade de uma água de irrigação depende da qualidade e quantidade de sais que estiverem dissolvidos na mesma.

O acúmulo de sais no solo durante o período de crescimento das plantas, pode ser removido mediante uma lixiviação fora de tempo.

A irrigação por aspersão permite um controle estreito da quantidade e distribuição da água. Agricultores podem aplicar muito pouca água por meio deste método, conseqüentemente, a lixiviação completa dos sais para além da zona radicular não se verifica.

A sub-irrigação não se adapta quando a salinidade é um problema.

A umidade dos solos salinos deve ser mantida tão elevada quanto praticável, especialmente durante o período vegetativo.

A quantidade de água aplicada deve ser suficiente para atender às necessidades da cultura bem como às das exigências de lixiviação, porém, não em quantidades que sobrecarreguem o sistema de drenagem. Se exceder à capacidade do sistema, o lençol aquífero se eleva a um nível perigoso. Também, é importante a manutenção do sistema de drenagem. Isto implica na conservação dos drenos subterrâneos e na manutenção dos drenos abertos que devem ser limpos e de declividade adequada.

### 3.8. — OUTRAS PRÁTICAS

Também se incluem nas boas práticas de manejo a adoção de tratamento especiais tais como o emprego de corretivos e matéria orgânica, e cultivo de capins a fim de se manter a estrutura do solo.

Uma análise química indicará quais os sais presentes e em que quantidade, determinando assim se a água é ou não conveniente para irrigação.

Os objetivos desse trabalho são:

- a) descrever as características de uma água de irrigação que determinam sua qualidade;
- b) indicar o tipo de análise de água necessária;
- c) mostrar como julgar a qualidade das análises da água.

5. — SAIS NA ÁGUA DE IRRIGAÇÃO

Que sais se encontram presentes?

A água, à medida que se põe em contato com as rochas e solos, dissolve os sais ali existentes.

Estes sais incluem substâncias bem conhecidas como gesso (sulfato de cálcio,  $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ ), sal amargo (sulfato de magnésio,  $Mg SO_4 \cdot 7H_2O$ ), sal de Glauber (sulfato de sódio  $Na_2 SO_4 \cdot 10H_2O$ ), bicarbonato (bicarbonato de sódio,  $NaHCO_3$ ) e sal de cozinha (cloreto de sódio,  $NaCl$ ).

Os sais perdem a sua identidade quando dissolvidos na água separando-se em íônios. Por conseguinte, quando o cloreto de sódio se dissolve na água, êle se decompõe em íônios de sódio e cloreto. Portanto, é comum relatar e usar análise de água de irrigação em termos de íônios ao invés de em termos de sais.

Os principais íônios encontrados na água de irrigação são:

IÔNIOS	SÍMBOLO QUÍMICO
Cálcio .....	Ca <sup>++</sup>
Magnésio .....	Mg <sup>++</sup>
Sódio .....	Na <sup>+</sup>
Potássio .....	K <sup>+</sup>
Carbonato .....	CO <sub>3</sub> <sup>- -</sup>
Bicarbonato .....	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>
Sulfato .....	SO <sub>4</sub> <sup>- -</sup>
Cloreto .....	Cl <sup>-</sup>
Nitrato .....	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>

Os quatro primeiros são catiônios ou íônios básicos, e os cinco últimos são aniônios ou íônios ácidos. O potássio, o carbonato e o nitrato geralmente ocorrem em concentração menores.

O boro se encontra presente em toda água de irrigação, porém na maioria dos casos, ocorre somente em concentração muito baixas. Este difere dos outros constituintes das águas na qual ocorre na forma de ácido bórico não ionizado. Para conveniência, é referido como elemento boro (símbolo químico B).

6. — USO DA ÁGUA SALINA NA IRRIGAÇÃO

Três problemas poderão surgir como resultado do uso de água salina para irrigação:

- 1) Um problema de salinidade.
- 2) Um problema de sódio.
- 3) Um problema de boro.

Entende-se por "problema de salinidade" a acumulação de sal no solo a ponto de danificar as culturas. Isto poderá acontecer caso a drenagem fôr deficiente, se a irrigação fôr inadequada, ou uma água muito salina fôr empregada para irrigação.

Um "problema de sódio" poderá aparecer caso a quantidade de sódio na água de irrigação fôr elevada, comparada com a quantidade de

cálcio mais magnésio. Sob tais condições o solo não absorverá água rapidamente, será pegajoso ou "liso" quando úmido, e duro e difícil de arar quando seco.

O "problema de sódio" pode ser agravado caso o conteúdo de bicarbonato bem como o de sódio, fôr elevado em relação ao cálcio mais magnésio. Em tal caso, o cálcio é depositado no solo na forma de carbonato de cálcio ou calcário. Com menos cálcio na solução, o sódio é mais prejudicial devido a se tornar uma fração maior do que os sais totais remanescentes na solução.

O boro é requerido por todas as culturas para o seu desenvolvimento normal, porém danos poderão surgir caso a quantidade na água de irrigação fôr muito elevada.

7. — QUALIDADE DA ÁGUA

De que forma poderão ser obtidas informações da qualidade da água?

Mandando fazer uma análise da água.

Usando a análise a fim de julgar a qualidade da água.

Que espécie de análise é necessária?

Mande fazer uma análise química num laboratório para as seguintes substâncias e apresente os resultados:

ANÁLISE PARA:	DE OS RESULTADOS EM:
Condutibilidade Elétrica	Micromhos/cm a 25°C
Cálcio mais magnésio	Miliequivalentes/ltr.
Sódio	Miliequivalentes/ltr.
Carbonato mais bicarbonato	Miliequivalentes/ltr.
Boro	Partes por milhão

O cálcio e o magnésio podem ser determinados separadamente e em seguida somados, embora um método que determine ambos conjuntamente seja satisfatório.



De que forma a qualidade da água é determinada pela análise?

Siga as quatro etapas descritas abaixo e em seguida considere o parágrafo final.

### 7.1. — ETAPA 1. SALINIDADE

Determine onde o valor da condutibilidade se enquadra na relação de salinidade dada abaixo. Por exemplo: uma condutibilidade de 1.500 enquadra-se na seção "C3" entre as condutibilidades de 750 a 2.250 e representa uma água com salinidade elevada. A descrição de C3 não somente explica a qualidade das águas, como também, até onde a tolerância da salinidade se concerne:

Classificação da água	(Micromhos/cm a 25°C) Condutibilidade elétrica
C1 - Água de Baixa Salinidade - pode ser empregada na irrigação da maioria das culturas e na maioria dos solos com pequena probabilidade do aparecimento de um problema de salinidade. É necessária alguma lixiviação o que ocorre sob condições normais a não ser em caso de solos de permeabilidade extremamente baixa .....	0 a 250
C2 - Água de Média Salinidade - pode ser utilizada se uma lixiviação moderada ocorrer. Plantas de tolerância moderada ao sal, podem ser cultivadas na maioria dos casos sem práticas especiais de controle de salinidade .....	250 a 750
C3 - Água de Alta Salinidade - não pode ser empregada em solos de drenagem limitada. Mesmo com drenagem adequada, práticas especiais para o controle da salinidade podem ser necessárias, e plantas com boa tolerância ao sal devem ser escolhidas .....	750 a 2.250
C4 - Água de Muito Alta Salinidade - não é apropriada para irrigação sob condições normais, porém poderá ser empregada ocasionalmente sob condições muito especiais. Os solos devem ser permeáveis, a drenagem deve ser adequada, a água de irrigação aplicada em abundância a fim de proporcionar lixiviação apreciável e deve-se selecionar culturas muito tolerantes ao sal .....	2.250 a 5.000

### 7.2. — ETAPA 2. SÓDIO

a) Observe o diagrama de sódio, figura 1. Nota-se que ao longo da margem esquerda há uma escala para o sódio em miliequivalentes por litro numerada de 0 a 32 de baixo para cima. Nota-se também que ao longo da margem inferior existe uma escala para cálcio mais magnésio em miliequivalentes por litro numerada de 0 a 35 da esquerda para a direita.

b) Tome o valor para o cálcio mais magnésio da água e determine onde este valor se enquadra na escala cálcio mais magnésio na margem inferior do diagrama. Tome o valor para o sódio da análise da água e localize a sua posição na escala do sódio na margem esquerda do diagrama.

Desloque este ponto para a direita através do diagrama até que este se situe exatamente acima do valor cálcio mais magnésio previamente localizado na escala inferior. Observe em que área este ponto se localiza no diagrama, isto é, elevado ou muito elevado teor de sódio. Em seguida observe o parágrafo abaixo que explica a qualidade da água no que diz respeito ao sódio.

Exemplo: Suponhamos que a análise de uma água indica para cálcio mais magnésio 8, e para sódio 16 miliequivalentes por litro. Marque 16 na escala de sódio. Caminhe para o outro lado do diagrama a uma posição diretamente acima do 8 na escala cálcio mais magnésio. Este ponto se encontra indicado por um sinal de mais (+) próximo ao centro do diagrama, encontrando-se na área "S2" correspondendo a médio teor de sódio. O parágrafo abaixo "S2" teor médio de sódio explica o problema de sódio referente ao uso dessa água.

### 7.3. — CLASSIFICAÇÃO DO SÓDIO

#### 7.3.1. — ÁGUA DE BAIXO TEOR DE SÓDIO (S1)

Pode ser utilizada em irrigação na maioria dos solos, porém com um pequeno perigo do aparecimento de um problema de sódio. Contudo, culturas sensíveis ao sódio, tais como árvores frutíferas de caroço, podem acumular quantidades nocivas de sódio nas folhas.

#### 7.3.2. — ÁGUA DE MÉDIO TEOR DE SÓDIO (S2)

Podem apresentar um problema moderado de sódio em solos de textura fina (argilas) a menos que haja gesso no solo. Esta água pode ser utilizada em solos de textura grossa (arenosas) ou orgânicos que absorvam água facilmente.

7.3.3 — ÁGUA DE ALTO TEOR DE SÓDIO (S3)

Poderá produzir difíceis problemas de sódio na maioria dos solos, e necessitará de práticas especiais - boa drenagem, lixiviação elevada e incorporação de matéria orgânica. Se houver abundância de gesso no solo, talvez o problema não se apresente por algum tempo. Se o gesso não estiver presente, este ou outro material semelhante terá que ser incorporado.

7.3.4. — ÁGUA DE MUITO ALTO TEOR DE SÓDIO (S4)

Geralmente não é satisfatória para irrigação exceto em níveis baixos ou médios de salinidade onde o emprêgo de gesso ou outro tipo de corretivo torna possível o uso de tal água.

7.4. — ETAPA 3. BORO

Observe a Tabela 1 a qual ilustra a tolerância relativa ao boro de um certo número de culturas. A lista se encontra dividida em grupos intitulados "Tolerantes", "Semi-tolerantes" e

"Sensíveis". Em cada grupo, as culturas mais tolerantes se encontram no alto e as mais sensíveis abaixo.

Na parte superior e inferior de cada coluna se encontra um valor indicando partes por milhão (p.p.m.) de boro na água de irrigação. A quantidade de boro indicada na parte superior da coluna pode causar ligeiros danos à maioria das culturas mais tolerantes e sérios danos às culturas mais sensíveis naquele grupo.

Por exemplo: Suponhamos que a análise da água indique 200 ppm de boro. Esta quantidade de boro seria demasiada para as culturas no grupo das sensíveis. As culturas da parte superior da lista das semi-tolerantes seriam ligeiramente danificadas enquanto que as da parte inferior da lista seriam danificadas mais severamente.

Provavelmente tôdas as culturas na lista das tolerantes poderiam ser irrigadas com água contendo 2,0 ppm de boro sem causar sérios danos.

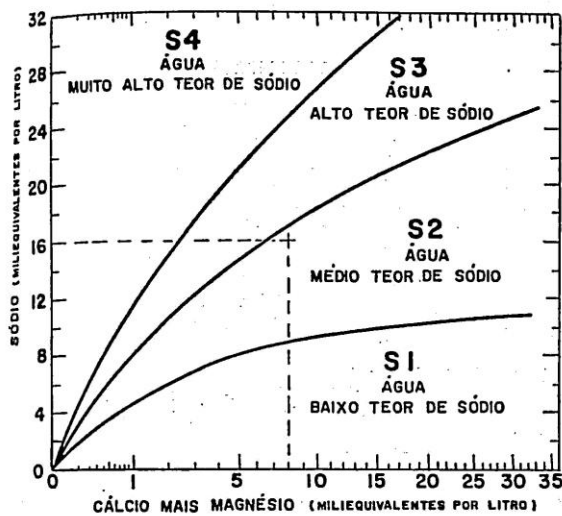
TABELA 1

TOLERÂNCIA RELATIVA DE CULTURAS AO BORO

Em cada coluna as primeiras culturas são consideradas como sendo mais sensíveis e as últimas da lista mais tolerantes.

SENSÍVEIS (Podem apresentar algum dano caso o boro exceda de 0.5).	SEMI-TOLERANTES (Não há danos maiores desde que o boro não exceda 1 p.p.m.)	TOLERANTES (Não há danos maiores desde que o boro não ultrapasse 2 p.p.m.)
Limão Grape fruit Abacate Laranja Pêssego Caqui Figo (Kadota) Uva (Sultana e Malaga) Maçã Pera Ameixa Feijão (var. Navy) Alcachofra (var. Jerusalém) Nogueira Pecan	Feijão (var. Lima) Batata doce Pimentão Tomate Abóbora Aveia Sorgo Milho Cevada Oliva Ervilha Rabanete Ervilha de cheiro Algodão (var. Pima) Algodão (var. Acala) Batata Girassol (nativa)	Cenoura Alface Repólho Nabo Cebola Vagem Alfafa Beterraba Beterraba forrageira Palmeira (P. Canariensis) Tamareira (Phoenix dactylifera) Aspargo

Figura 1



Lembre-se:

É importante considerar cada uma dessas 4 etapas:

salinidade - sódio - boro - bicarbonato

Quando estiver julgando a qualidade de uma água de irrigação pelas 4 etapas descritas acima, supõe-se que:

- o solo absorverá a água rapidamente;
- a drenagem será bem feita;
- suficiente água de irrigação será aplicada a fim de evitar a acumulação salina na zona radicular;
- as culturas que tiverem tolerância ao sal e boro, serão cultivadas. Poderão surgir dificuldades caso estas condições não forem observadas.

#### 7.5. — ETAPA 4. BICARBONATO

Subtraia o miliequivalente por litro de cálcio mais magnésio fornecido pela análise da água, do miliequivalente por litro de carbonato mais bicarbonato. Se o resultado estiver compreendido entre 0 e 1,25, com toda probabilidade a água é livre de perigo. Se o valor estiver entre 1,25 e 2,50, apesar da água estar próxima aos limites, um bom manejo e o uso adequado de corretivos pode tornar possível o uso da água com sucesso. Se o valor for maior que 2,5 a água com toda probabilidade não é adequada para irrigação.

### 8. — EXPLICAÇÃO E INTERPRETAÇÃO DA ANÁLISE DA ÁGUA DE IRRIGAÇÃO

As análises químicas minuciosas da água de irrigação fornecem as qualidades importantes, identificam as substâncias mais importantes que estiverem presentes e indicam a sua concentração.

Todas as águas utilizadas para irrigação transportam quantidades variáveis de certas substâncias químicas que são referidas como sais dissolvidos. Se sua concentração não for muito elevada, alguns dos constituintes desses sais dissolvidos melhoram o desenvolvimento das plantas, outros são prejudiciais às plantas e ao solo. A concentração de sais dissolvidos na maioria das águas de irrigação varia de 100 a 1.500 p.p.m.

Os constituintes mais importantes dessa água são: Cálcio, Magnésio e Sódio, conhecidos como Catiônios; e Bicarbonato, Sulfato e Cloreto, como Aniônios; Potássio, Carbonato, Nitrato, Sílica e Boro, geralmente estão presentes, porém, na maioria dos casos, em concentrações baixas. Pequenas quantidades de outras substâncias poderão ser encontradas em algumas águas, porém o seu efeito na qualidade da água para irrigação não é importante e eles geralmente não são considerados numa análise.

O objetivo desse trabalho é de explicar, em linguagem não muito técnica, o significado dos diversos itens numa análise de água e a interpretação da análise em termos de conveniência do uso da água para irrigação.

9. — COLETA DAS AMOSTRAS DE ÁGUA

Como uma análise detalhada de água é demorada e onerosa, deve-se tomar cuidado a fim de que a amostra represente o riacho ou poço, do qual esta foi tirada. As amostras tiradas de riachos devem ser coletadas em água corrente bem abaixo dos afluentes. As amostras de poços devem ser coletadas depois do mesmo ter sido utilizado por algum tempo. Devem ser usados frascos limpos com rólhas de borracha. Uma vez colhidas as amostras, estas devem ser remetidas imediatamente ao laboratório.

ABREVIATURAS EMPREGADAS

As seguintes abreviaturas e símbolos são empregados em análise de amostras d'água:

e.p.m.	Equivalente por milhão	B Boro
p.p.m.	Partes por milhão	Ca Cálcio
t/m <sup>3</sup>	Toneladas p/metro cúbico	Mg Magnésio
m <sup>3</sup> .s.	Metros cúbicos p/segundo	Na Sódio
° C	Gráus Centígrados	K Potássio
pH	Acidez ou alcalinidade	CO <sub>3</sub> Carbonato
S.D.	Sólidos dissolvidos	HCO <sub>3</sub> Bicarbonato
C.E.	Condutibilidade elétrica	SO <sub>4</sub> Sulfato
mho/cm	Unidade de condutibilidade elétrica	Cl Cloreto
		NO <sub>3</sub> Nitrato
K × 10 <sup>6</sup>	Antigamente empregada como abreviatura de condutibilidade elétrica	SiO <sub>2</sub> Sílica
		> maior que
		< menor que

10. — EXPLICAÇÃO DE UMA ANÁLISE

Para melhor esclarecer, segue abaixo uma análise típica de uma amostra de água de rio utilizada na irrigação de milhares de hectares de terra.

ANÁLISE DE LABORATÓRIO REBIDOUX  
AMOSTRA D'ÁGUA N.º 18.985

Condutibilidade Elétrica (C.E. x 10 <sup>6</sup> à 25°)	mho/cm	1.140
Percentagem de sódio		51
Boro	p.p.m.	0,16
Sólidos dissolvidos	t.m <sup>3</sup>	7,9
pH		7,9
Sílica	p.p.m.	24

CATIÔNIOS	EQUIVALENTES POR MILHÃO	ANIÔNIOS	EQUIVALENTES POR MILHÃO
Cálcio	4,07	Carbonato	traços
Magnésio	1,30	Bicarbonato	3,58
Sódio	5,87	Sulfato	4,95
Potássio	0,24	Cloreto	3,08
		Nitrato	0,01
Total	11,48	Total	11,62

Os itens acima descritos podem ser explicados como segue:

10.1. — PARTES POR MILHÃO

1 p.p.m. é igual a uma parte, em peso do constituinte, por um milhão de partes em peso de água.

10.2. — EQUIVALENTES POR MILHÃO

A unidade "Equivalente por milhão" é definida como sendo um equivalente peso de um elemento, iônio, ou um sal em um milhão de pesos de solução. O equivalente, uma unidade introduzida por químicos, é particularmente útil na análise de água. É o peso, numa escala relativa, daquela quantidade de um elemento ou composto que reagirá exatamente com outro elemento ou composto para completar uma certa reação química padrão (deve combinar ou ser igual a 8 unidade de oxigênio).

Assim, 23 partes, ou 1 equivalente, de sódio combina com 35,5 partes, ou 1 equivalente de cloreto para formar cloreto de sódio, ou simples sal de cozinha.

As duas características de importância, em conexão com essa unidade (e.p.m.) são: (1) 1 equivalente de qualquer elemento combinará exatamente com, ou será equivalente a, 1 equivalente de qualquer outro elemento, e (2) qualquer solução, como uma água de irrigação, a soma de aniônios deve ser igual a soma dos catiônios em termos de equivalentes.

10.3. — CATIÔNIOS

Cálcio, Magnésio, Sódio e Potássio, são os chamados catiônios, ou constituintes básicos. Cálcio, Magnésio e Potássio são nutrientes indispensáveis às plantas. O sódio é absorvido livremente por muitas plantas embora não seja essencial. Cálcio e Magnésio são benéficos ao solo, embora o sódio produza reações adversas. Os catiônios são dados em equivalentes por milhão.



#### 10.4. — ANIÔNIOS

Os aniônios são carbonato, bicarbonato, sulfato, cloreto e nitrato. O carbonato faz com que a água seja fortemente alcalina; bicarbonato torna-a ligeiramente alcalina. A quantidade total e proporções relativas dos dois determinam grandemente a alcalinidade total, bem como o valor do pH da água.

Sulfato e Nitrato são nutrientes essenciais às plantas e em águas de irrigação são desejáveis em quantidades razoáveis.

Cálcio e Sulfato formam o sal de solubilidade limitada conhecido como gesso, o qual é benéfico na maioria dos solos. Os aniônios são dados em equivalentes por milhão.

#### 10.5. — pH

Esta é uma expressão da intensidade do ácido ou álcali na água. A escala é representada de 0, fortemente ácida, passando por 7, neutros até 14, fortemente alcalina. A maioria das águas comuns é ligeiramente alcalina enquadrando-se entre 7 e 8,5.

#### 10.6. — CONDUTIBILIDADE ELÉTRICA

Uma água que contenha sais dissolvidos tem a propriedade de conduzir uma corrente elétrica. A intensidade da corrente depende da quantidade e qualidade dos sais dissolvidos. Esta propriedade é utilizada nas determinações de condutibilidade elétrica, a qual é um seguro de determinar o conteúdo de sais na água.

Não há nenhuma relação simples entre a condutibilidade elétrica e outras medidas de concentração total, porém a relação dá valores aproximados que podem ser úteis. Condutibilidade elétrica ( $EC \times 10^6$  a  $25^\circ$ ) dividida por 100 é aproximadamente igual ao total de aniônios ou catiônios em equivalente por milhão. A condutibilidade elétrica multiplicada por 0,7 é aproximadamente igual a sólidos dissolvidos em par-

tes por milhão. Referindo a análise da pág. 31  $1.140 \div 100 = 11,4$  e.p.m. aniônios ou catiônios, o qual é aproximadamente igual aos valores determinados e  $1.140 \times 0,7 = 798$  p.p.m. sais dissolvidos.

#### 10.7. — PERCENTAGEM DE SÓDIO

O resultado da análise da percentagem de sódio de uma água, deve ser dado em equivalente por milhão.

A quantidade de sódio é então dividida pela soma das quantidades de cálcio, magnésio, sódio e potássio e o resultado expresso em percentagem.

É importante conhecer isto, porque as águas que contenham elevada percentagem de sódio reagem com o solo. Assim, a aração se torna difícil, o solo é duro quando seco, pegajoso quando úmido e a absorção da água é lenta.

#### 10.8. — BORO

Este é o elemento característico dos compostos conhecidos como bórax e ácido bórico. É requerido por todas as plantas em pequenas quantidades, porém é prejudicial em concentrações maiores. É dado em partes por milhão de boro.

#### 10.9. — SÍLICA

Este constituinte se encontra geralmente presente em concentrações inferiores a 60 p.p.m. e, em tais condições, é essencialmente inerte no tocante a solos e plantas. É dada em partes por milhão de  $SiO_2$ .

#### 10.10. — SÓLIDOS DISSOLVIDOS

A determinação da quantidade total de material dissolvido arrastado pela água é feita evaporando uma amostra da água filtrada e pesando o resíduo. O resultado é dado em partes por milhão.

### 11. — INTERPRETAÇÃO DA ANÁLISE

Qualquer método para a interpretação da análise de uma água de irrigação é baseado na suposição de que a água será utilizada sob condições médias, como relacionada à quantidade,

permeabilidade do solo, drenagem, clima e culturas. O método de interpretação aqui proposto, portanto, não é aplicável diretamente sob condições excepcionais.

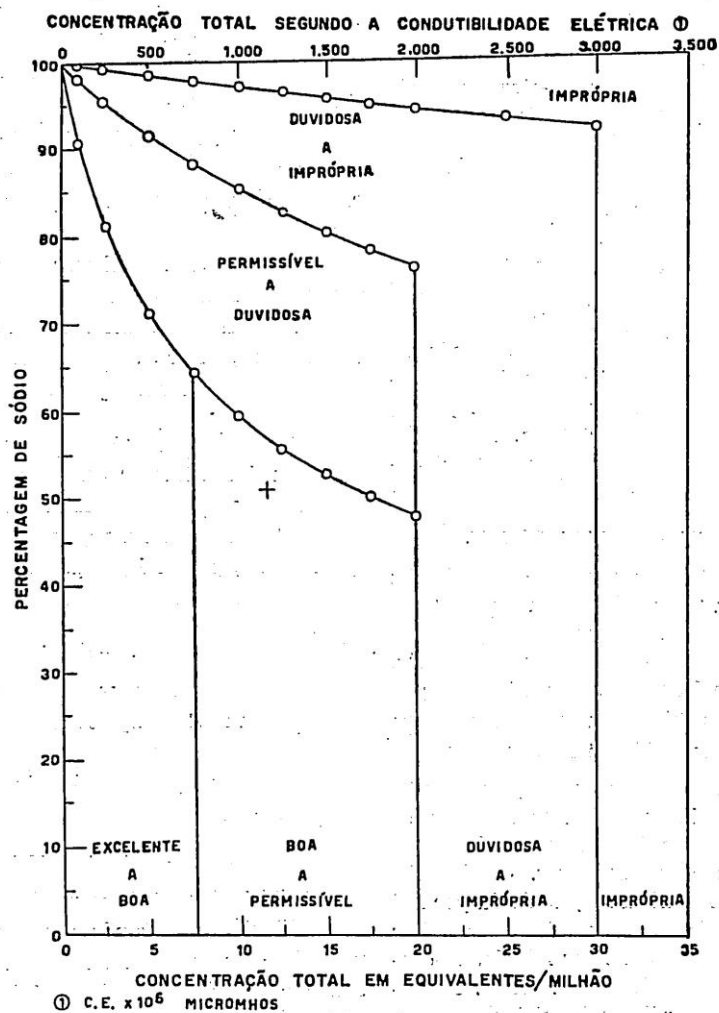


Figura 2 — Diagrama para uso na interpretação da análise de uma água de irrigação.

Antes de fazer-se uma estimativa da qualidade da água, deve ser feita uma análise que mostre a concentração total de constituintes dissolvidos, a percentagem de sódio e a concentração de boro. A concentração total pode ser expressa quer em termos de condutibilidade elétrica, em equivalentes por milhão, totais de aniônios ou catiônios ou sólidos dissolvidos. Se a condutibilidade não fôr dada na análise, um valor aproximado pode ser obtido multiplicando equivalentes totais por milhão de aniônios ou catiônios por 100, ou dividindo sólidos dissolvidos em partes por milhão por 0,7, como indicado anteriormente.

O diagrama indicado na figura 2, é utilizado na interpretação de uma análise de uma água de irrigação. Na margem esquerda do diagrama são indicados os valores (0 a 100) por cento de sódio, a margem inferior dividida numa escala de concentração total em equivalentes por milhão (0 a 35), e na margem superior a concentração total segundo a condutibilidade elétrica (0 a 3.500). Para usar o diagrama, localize o ponto correspondente aos valores da condutibilidade e percentagem de sódio como indicado na análise. A posição desse ponto determina a classificação da qualidade para a qual a água é recomendada. Por exemplo, a análise da pg. 31 indica uma percentagem de sódio de 51 e uma condutibilidade de 1.140. A fim de localizar este ponto no diagrama correspondente a estas

especificações, siga pela escala da percentagem de sódio (margem esquerda) até o valor 51, em seguida, caminhe horizontalmente para a direita até interceptar o valor correspondente a 1.140 na escala da condutibilidade elétrica (margem superior):

Uma (+) indica este ponto no diagrama, e a água seria classificada como sendo boa a permissível.

Em se julgando a qualidade de uma água de irrigação, o boro deve ser considerado, em virtude de estar presente em concentração suficiente e prejudicial às plantas.

Os limites permissíveis para o boro em diversas classes de água de irrigação estão indicados na tabela 2 e a tolerância relativa de diferentes grupos de culturas ao boro, na tabela 1.

TABELA 2  
LIMITES PERMISSÍVEIS PARA O BORO EM DIVERSAS CLASSES DE ÁGUA DE IRRIGAÇÃO

Grupo de Culturas			
Classes de água	Sensíveis p.p.m.	Semitoleraentes p.p.m.	Toleraentes p.p.m.
Excelente	< 0,33	< 0,67	< 1,00
Boa	0,33 a 0,67	0,67 a 1,33	1,00 a 2,00
Permissível	0,67 a 1,00	1,33 a 2,00	2,00 a 3,00
Duvidosa	1,00 a 1,25	2,00 a 2,50	3,00 a 3,75
Imprópria	> 1,25	> 2,50	> 3,75

## 12. — FATORES DE CONVERSÃO E CONSTANTES

A fim de converter uma análise dada em partes por milhão para equivalentes por milhão, a concentração de cada constituinte em partes por milhão é dividida pelo seu peso equivalente. O equivalente, ou o peso de combinação de um constituinte é o peso molecular dividido pela sua valência.

Para converter uma análise dada em equivalentes por milhão para partes por milhão, a concentração de cada constituinte em equivalentes por milhão é multiplicada pelo seu peso equivalente.

Dureza total, é igual ao equivalente de carbonato de cálcio (Ca CO<sub>3</sub>) do conteúdo de cálcio e magnésio da água. Este pode ser calculado como segue:

Como Ca CO<sub>3</sub> em partes por milhão =  $50 \times (\text{Ca} + \text{Mg})$ , expressa em equivalentes por milhão.

Por exemplo, o peso molecular do cálcio é 40,08 e a valência 2, portanto, o seu peso equivalente é  $40,08 \div 2 = 20,04$ . O peso equivalente dos constituintes mais comuns são:

CATIÔNIOS	Peso equivalente	ANIÔNIOS	Peso equivalente
Cálcio	20	Carbonato	30
Magnésio	12,2	Bicarbonato	61
Sódio	23	Sulfato	48
Potássio	39,1	Cloreto	35,5
		Nitrato	62

# Efeitos da Sêca sôbre a Economia

## Banco do Nordeste do Brasil S. A.

O Banco do Nordeste do Brasil S. A. realizou várias pesquisas sôbre os efeitos da sêca de 1958, das quais resultaram suas publicações: "A Sêca de 1958 — Conseqüências da Sêca e Sugestões Para Minimizar Seus Efeitos" e "A Sêca de 1958 — Informações Complementares ao Relatório Publicado em Agosto".

Esses trabalhos foram apreciados pelo Conselho Consultivo do Banco, na reunião de 12 de dezembro de 1958, na qual foi aprovada uma recomendação no sentido de o Banco prosseguir nas pesquisas, publicando, oportunamente, um relato geral sôbre os efeitos da estiagem que assolou o Nordeste no ano passado.

O documento que ora transcrevemos, atualiza e completa as informações constantes dos trabalhos divulgados anteriormente e visa oferecer uma análise dos efeitos da sêca na economia agropecuária do Nordeste, no ano de 1958.

### 1. — LOCALIZAÇÃO E INTENSIDADE

Este documento <sup>(1)</sup> apresenta uma síntese dos resultados de várias pesquisas e estudos realizados pelo Banco do Nordeste do Brasil S. A. <sup>(2)</sup> sôbre os efeitos da sêca na produção agropecuária e no suprimento alimentar do Polígono das Sêcas <sup>(3)</sup>.

No seu desenvolvimento procuramos examinar, da maneira mais objetiva, a intensidade da sêca e seus efeitos na economia agrícola regional; traçar um paralelo com sêcas anteriores e delimitar numérica e gráficamente as diferentes zonas afetadas; contabilizar perdas no rebanho, frustração da safra algodoeira e de culturas de subsistência; referir o trabalho assistencial através do *DNOCS* e *DNER* em relação com anos anteriores e oferecer sugestões que objetivem amenizar os efeitos das sêcas vindouras na economia agropecuária nordestina.

(1) — Preparado por Oswaldo Lamartine de Faria, Eduardo de Castro Bezerra Neto e Pedro Guimarães Mariz Filho, sob a supervisão do Dr. George W. Barr, economista agrícola da FAO, em missão de Assistência Técnica junto ao Banco do Nordeste do Brasil S. A., e de Rubens Vaz da Costa, economista-chefe do BNB.

(2) — O Banco do Nordeste publicou os seguintes trabalhos: "A Sêca de 1958"; "A Sêca de 1958 — Informações Complementares" e "Sugestões de um Programa para Reduzir Perdas no Setor Pecuário nos anos de Sêca no Nordeste do Brasil". No Anexo II está descrita a metodologia utilizada na elaboração desses trabalhos.

Os registros pluviométricos e a própria tradição oral do Nordeste apontam 1958 como uma das mais fortes sêcas ocorridas nos últimos tempos, sendo de intensidade semelhante às de 1915 e 1919 (Gráfico n.º 1). Nesses três anos a pluviosidade registrou menos de 40% do normal — conforme constatou-se pelas anotações de sete postos espargidos pela área <sup>(4)</sup>.

O exame do Gráfico n.º 1 faz concluir que nos anos de 1930-2, 1942, 1951 e 1953 as chuvas se situaram abaixo de 60% do normal. As sêcas de 1930-2, 1951 e 1953 — abarcando períodos de três anos — colocaram-nas na categoria das mais graves <sup>(5)</sup>.

A análise dos registros pluviométricos e as pesquisas de campo efetuadas por técnicos do Banco do Nordeste, permitiram concluir que a sêca de 1958 assolou diversamente o Polígono

(3) — O Polígono das Sêcas compreende áreas dos Estados do Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe, Bahia e Minas Gerais e foi delimitado pela Lei n.º 1.348, de 10-II-1951.

(4) — Crato, Iguatu e Quixeramobim (CE); Currais Novos (RN); Pombal (PB) e Ouricuri (PE).

(5) — GUERRA, Felipe — Sêcas do Nordeste — Natal. Edição do Centro de Imprensa S. A., 1951, p. 33: Registra a partir de 1559 a 1942: "uma sêca de cinco anos, cinco sêcas de três anos, oito de dois anos e dezesseis de um ano, a saber: 1559, 1564, 1592, 1614, 1690-2, 1723-7, 1744-6, 1766, 1777-8, 1808-9, 1814, 1817, 1825-6, 1833, 1837, 1844-5, 1860, 1868-9, 1877-9, 1885, 1888-9, 1891-2, 1898, 1900, 1902-4, 1907-8, 1915, 1919, 1930-2 e 1942.



# Agropecuária do Nordeste - 1958

no, destacando-se três zonas afetadas (6), conforme mapa:

a) — Zona 1 — Abrangendo, aproximadamente, 60% dos Estados de Ceará, Rio Grande do Norte e Paraíba — sombreada mais fortemente no mapa — incluindo os postos meteorológicos informantes de: Sobral, Crateús, Quixeramobim, Limoeiro, Angicos, Currais Novos, Pombal e Soledade. Em toda esta zona a pluviosidade foi inferior a 40% do normal e, em algumas subáreas, inferior a 20% do normal.

(6) — A maior ou menor precisão das linhas divisionais está, naturalmente, na dependência do acervo de informes pluviométricos. Daí admitirmos que os limites traçados no mapa já oferecem um retrato bem aproximado da realidade. Apenas algumas lacunas, em diferentes subáreas, impediram um maior rigorismo na linha divisora das zonas. No caso, a interrupção da coleta e a pequena densidade de postos pluviométricos relativos à região que se

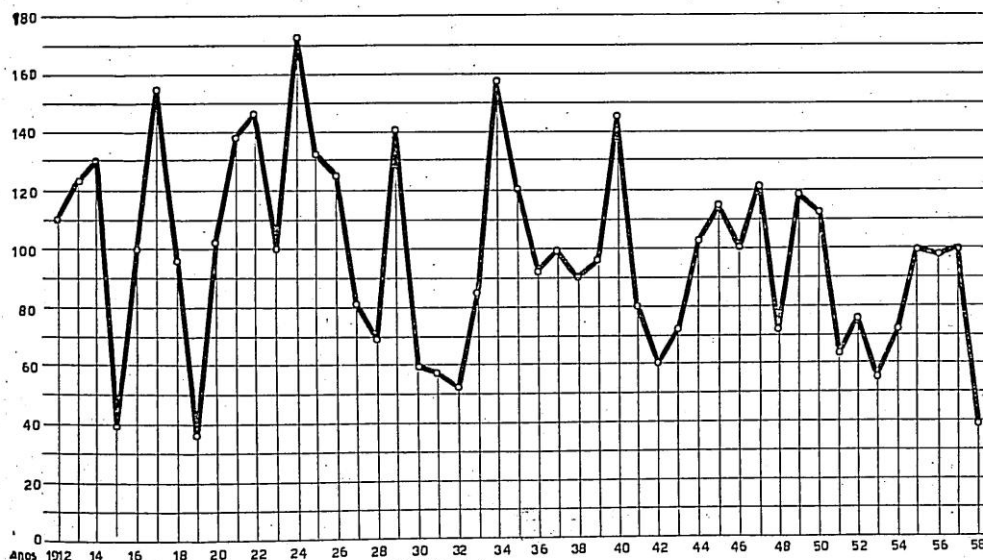
b) — Zona 2 — Interessando cerca de 40% do Piauí, sul do Ceará, oeste da Paraíba e noroeste de Pernambuco — sombreada menos fortemente — onde a seca foi menos intensa. Nela a pluviosidade oscilou de 40% a 66% do normal — segundo informes pluviométricos dos postos Barras e Jaicós (PI); Iguatu e Crato (CE) e Ouricuri e Sertânia (PE).

inicia às margens do Rio Parnaíba (ao sul da Cidade de Floriano) e se prolonga ao norte e nordeste baiano (Xique-Xique, Senhor do Bonfim — até as proximidades de Petrolândia). Os resultados do Posto de Pão-de-Açúcar (AL) divergiam substancialmente dos circunvizinhos. A ausência de uma constelação de postos em derredor dessa área para testar os dados divergentes impediu concluir pela existência de um microclima. Assim, prudentemente, temos de admitir tratar-se de um resultado passível de erro e que não retrata a situação da área. Naturalmente que essas lacunas longe estão de invalidar o retrato geral do quadro com suas diferentes divisões pluviométricas. Mas é importante que sejam anotadas para uma futura e desejável correção.

## GRÁFICO 1

1912 — 1958

PLUVIOMETRIA — MÉDIA DOS ANOS 1912-56 = 100



Médias das estações de: Pombal, Crato, Ouricuri, Currais Novos, Iguatu, Limoeiro e Quixeramobim. ETENE/BNB. CEARÁ — JAN. — 1959. \* Obs.: — O ano de 1957 foi determinado por estimativa

c) — Zona 3 — Uma faixa que, partindo da margem direita do Parnaíba (com vértices nas imediações de Teresina e Floriano), vai-se alargando na direção sudeste, penetrando no sudoeste de Pernambuco e norte da Bahia — para se estreitar — subindo pelos limites oeste de Sergipe e Alagoas. Medianamente assolada, a pluviosidade variou de 66% a 90% do normal, e inclui os postos de Pesqueira, Petrolândia e Queimadas.

d) — Zona 4 — Cobrindo o sul do Piauí, Bahia e a faixa litoral até os contrafortes da Borborema (do Rio Grande do Norte a Sergipe). Zona que não sofreu, em volume registrável, decréscimo nas safras e rebanhos.

O levantamento das três zonas assoladas em 1958 deve somar, em derredor de 500.000 km<sup>2</sup> e dez a onze milhões de habitantes.

## 2. — EFEITOS

### 2.1 — PECUÁRIA

A maior perda econômica isolada, no setor agrícola, diz respeito à pecuária. O assunto foi objeto de estudo por parte de técnicos do Banco do Nordeste, que em junho, julho (7) e outubro (8) de 1958 realizaram pesquisas de campo na parte seca do Polígono. As conclusões do estudo partiram da compreensão do modo pelo qual se explora a pecuária bovina na região.

O gado, geralmente sem aptidão definida, criado em sua maioria para corte, é explorado sob regime extensivo, solto nos campos de vegetação natural, onde a forragem é constituída de pasto (9) e rama (10) — abundantes e verdes no inverno (11) normal — escassas e fibrosas nos últimos meses de estiagem anual. Concentrado nas fazendas em razão do volume disponível nos anos abundantes, o gado vacum disputa esse pasto competindo ainda com o rebanho de caprinos e ovinos.

Escasseada a pastagem, no segundo semestre do ano, o suprimento forrageiro passa a ser feito pelo manejo do rebanho, de um cercado para outro, ou pela reserva dos restos culturais das lavouras. É habitual as vacas em lactação receberem suplemento de concentrado — normalmente torta de algodão — no seu arraçoamento.

Ao findar o período das chuvas, começa igualmente a preocupação em prover o suprimento líquido ao rebanho, que passa a depender do açude, poço ou cacimba mais acessível.

(7) — V. 7.1.

(8) — V. 7.2.

(9) — Por pasto designa-se toda a mescla natural de porte herbáceo com predominância, em geral, de gramíneas e leguminosas.

(10) — Rama — forragem fornecida pelas folhas das árvores e arbustos.

Quando se iniciou a seca de 1958, já esgotadas as reservas proporcionadas pelo inverno anterior, apelaram os criadores para a alternativa das retiradas para zonas menos adversas, ou para o recurso do trato artificial. Este pode compreender o aproveitamento de xerófilas forrageiras (palma, xique-xique, cardiro, macambira etc.), a utilização de pastos arbóreos (juazeiro, canafistula, feijão brabo etc.) e um pouco de culturas de vazante. Compreende-se aqui, entretanto, apenas uma pecuária de "sustentação", que reclamará um ano abundante, para a recuperação das reses remanescentes, e até mais para atingir o estado em que se encontravam ao sobrevir a seca.

Via de regra o algodão cultivado na grande área assolada fornece alimentação complementar ao rebanho. Inexistindo o hábito de preparação de reservas para fazer face às secas, verifica-se, quando estas ocorrem, um crescimento da demanda de torta de algodão e, conseqüentemente, dos preços. Em 1958, aumentou de Cr\$ 2,50 no início do ano, para Cr\$ 6,50 a 8,00 por quilo em outubro.

Em síntese, os efeitos da seca sobre o rebanho, determinaram:

a) — retiradas para áreas menos, ou não afetadas, com o fim de salvar parte do rebanho;

b) — aumento do número de abates, para aproveitamento da carne enquanto está disponível, visto ser contínuo o processo de emagrecimento do gado;

c) — em áreas em que as retiradas foram maiores, houve falta de reses para corte e, em conseqüência, ao invés de aumento, verificou-se redução dos abates;

(11) — Inverno no Nordeste tem a significação de período das chuvas.

d) — incremento da taxa de mortalidade das crias e das vacas paridas, em virtude de insuficiência alimentar;

e) — perda de peso do gado remanescente.

Os pesquisadores do Banco do Nordeste tentaram obter um indicio, pelas informações coletadas em 16 municípios (12), da magnitude do deslocamento de gado para fora da área, da quantidade de abates, das perdas e da redução do gado restante. Os dados levantados permitiram a organização da tabela abaixo:

### QUADRO I

#### ESTIMATIVA DOS EFEITOS DA SÊCA DE 1958, SÔBRE A PECUÁRIA NO NORDESTE

Peso em termos de carne — (toneladas)

	SITUAÇÃO NORMAL	SITUAÇÃO EM 1958 1.º/1/58 A 30/9/58
I - 16 MUNICÍPIOS ESTUDADOS		
INPUT (1)		
a - Inventário inicial	85.000	85.000
OUTPUT (2)		
b - Abates	11.000	5.000
c - Retirado da área		20.000
d - Inventário final	85.000	38.000
e - Output total (b+c+d) (3)	96.000	63.000
DEFICIT EM 1958 (9 meses) em 16 municípios		33.000
II - DEFICIT EM 1958 (9 meses)		220.000
(Cálculo das perdas nas áreas dos Estados do Ceará, R. G. do Norte, Paraíba e Pernambuco, situados no Polígono, das quais os 16 municípios representam 15% da população bovina).		

(1) e (2) — Palavras inglêsas que vêm sendo traduzidas por "entradas" e "saídas" em português e por "insumo" e "produto" em espanhol.

(3) — A hipótese configura uma situação em que não há aumento líquido do rebanho. Se supuséssemos tal aumento, que naturalmente ocorreria num ano normal, maior seria o deficit da pecuária, em consequência da seca de 1958.

Os dados enumerados na Tabela I mostram a diferença entre uma situação normal, apresentada na primeira coluna de algarismos — onde os inventários iniciais e finais são aproximadamente idênticos — e a situação nos primeiros 9 meses de 1958, nos 16 municípios relacionados.

Quando o deficit de 9 meses, em 16 municípios (33.000 t de carne) é aplicado numa base proporcional à área da seca, a perda total eleva-se a 220.000 t de carne.

Não há dados disponíveis para o último semestre de 1958, que continuou seco, registrando provavelmente, um acentuado volume de perdas. Uma estimativa razoável da perda total deveria atingir cerca de 300.000 t de carne.

As perdas ocorridas no rebanho bovino não se restringiram a essas 300.000 t. O gado sobrevivente é composto de animais enfraquecidos por uma desnutrição que reclamará algum tempo para ser recuperado. É o caso das reses que tiveram seu crescimento retardado pela carência de alimentos, e que se tornarão vacas atrofiadas, de crias raquíticas e de reduzida capacidade leiteira, ou bois de pequeno porte.

#### 2.2 — ALGODÃO

A lavoura que detém o maior volume econômico na área do Polígono, é o algodão (13). Dentre os diferentes tipos cultivados, destaca-se o Mocó (14). De grande resistência às estíagens, vem de ano para ano dilatando a área de cultura, originariamente restrita à zona do Seridó, no Rio Grande do Norte.

E, sendo a lavoura básica da zona seca, foi naturalmente afetada no ano de 1958, constituindo, em casos extremos, até recurso forrageiro para o rebanho local.

A estimativa oferecida pelas maiores firmas algodoeiras, para a safra de 1958, apre-

(12) — Sobral, Cratêus, Tauá, Crato, Juazeiro do Norte, Iguatu, Senador Pompeu, Quixeramobim, Quixadá, Baturité, Cabaceiras, São João do Cariri, Patos, Santa Cruz do Inharé, Currais Novos e Caicó — constituindo 16 municípios que representam juntos 15% do rebanho bovino do Polígono (V. 7.2).

(13) — Em 1955 a produção de algodão do Nordeste foi de 3,9 bilhões de cruzeiros, dos quais 3,7 bilhões de cruzeiros foram produzidos na zona seca.

(14) — Algodão Mocó — *Gossypium purpurascens* Poir. De porte arbustivo, perene e fibra longa, 36/38 mm.

senta um deficit de 55.000 t de pluma de mocó com relação à safra anterior:

**QUADRO II**  
SAFRA DE ALGODÃO MOCÓ (PLUMA)

ESTADOS	PRODUÇÃO EM 1.000 t	
	1957	1958
CEARÁ .....	42	15
R. G. DO NORTE .....	19	11
PARAÍBA .....	26	10
PERNAMBUCO .....	8	4
<b>TOTAL .....</b>	<b>95</b>	<b>40</b>

Naturalmente que a recuperação dos algodais depende, em grande parte, da distribuição das chuvas em 1959. Se o inverno tardar, ou sobrevier uma sêca, enorme serão as perdas de plantas nos algodais sobreviventes. A formação de novas áreas ou a recuperação das existentes, muito dependem da ajuda oficial, da enfraquecida economia sertaneja e, também, da disponibilidade de boas sementes. Infelizmente há falta de sementes selecionadas, mormente após um ano como o de 1958 em que se verificou frustração de 55 a 60% do volume da safra.

### 2.3 — OUTRAS CULTURAS

Em julho de 1958, três equipes de técnicos do Banco do Nordeste realizaram uma pesquisa de campo na área sêca <sup>(15)</sup> com o obje-

(15) — Constituíram o primeiro grupo: Dr. George W. Barr (FAO), Carlos Brandão da Silva e J. Franácio de Castro; o segundo grupo: Mário Rocha e Pedro Guimarães Mariz Filho e o terceiro: Eduardo de Castro Bezerra Neto e Pedro Hudson de Paiva Silveira.

tivo de tentar conhecer o volume da frustração das culturas de subsistência e dos recursos forrageiros regionais. Essa era época conveniente para aferir os efeitos da sêca nesses setores:

Calculou-se, então, que nos Estados do Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba e Pernambuco a cultura do milho seria apenas 15% da safra de 1957; feijão 15%; mandioca 50%; banana 50%; café 90% e cana-de-açúcar 90%.

Uma estimativa da produção do Polígono no ano de 1958, em milhares de toneladas, segue-se abaixo, ao lado da produção em 1957 — números entre parênteses — para efeito de comparação: algodão em pluma 115 (160); mandioca 2.700 (4.300); feijão 140 (400); milho 240 (725); banana 400 (860); batata doce 170 (270).

### 2.4 — SUMÁRIO DAS PERDAS

Os prejuízos oriundos da sêca de 1958 não se limitaram aos números alinhados acima. Todavia, dada a dificuldade de um levantamento mais minucioso, teve-se de investigar os produtos de maior valor econômico, sem reporte às culturas de legumes consorciadas, a pecuária de pequeno porte (caprinos, ovinos e suínos), às aves e ovos etc.

Os números aqui citados, em totais arredondados, são resultados de estimativas realizadas pelas equipes que efetuaram as pesquisas de campo, entrevistando as pessoas mais bem informadas e ligadas aos problemas, em cada município.

Os cálculos indicam que o deficit proveniente da sêca de 1958, situa-se por volta de 300.000 t de carne, e, provavelmente, 150.000 t de leite. O saldo negativo referente à lavoura deve orçar em cerca de 700.000 t de culturas de substância (feijão, milho e banana). Em termos de preço por atacado, nos mercados centrais do Nordeste, em janeiro de 1959, essas perdas, conquanto compensadas, em parte, pelo aumento dos preços (consequência da escassez e da inflação), se situam, no setor agropecuário, entre 15 a 20 bilhões de cruzeiros.



### 3. — AÇÃO GOVERNAMENTAL

#### 3.1 — GASTOS COM A SÊCA DE 1958

Em 1958 as dotações da União, para combater à sêca, elevaram-se a quase dez bilhões de cruzeiros, importância correspondente a 10,7% da receita prevista do Governo Federal, ou Cr\$ 940,00 por habitante da zona assolada.

Mais da metade dessa quantia, aproximadamente seis bilhões, foi despendida através do *Departamento Nacional de Obras Contra as Sêcas (DNOCS)*; seguem-se: o *Departamento Nacional de Estradas de Rodagem (DNER)*, com pouco mais de dois e meio bilhões; o o 1.º *Grupamento de Engenharia*, com seiscentos e setenta e cinco milhões; a *Comissão Federal de Abastecimento e Preços (COFAP)*, com quatrocentos milhões; o *Instituto Nacional de Imigração e Colonização (INIC)*, com cinquenta milhões; a *Legião Brasileira de Assistência (LBA)*, com perto de trinta e quatro milhões; o *Departamento Nacional de Obras e Saneamento*, com vinte milhões e, finalmente, o *Governo do Estado de Pernambuco*, com quinze milhões.

#### 3.2 — COMPARAÇÃO COM OS ANOS ANTERIORES

A assistência econômica do Governo Central ao Nordeste, data do Império. A partir de 1909, com a criação da *Inspetoria Federal de Obras Contra as Sêcas*, a atuação do Governo passou a ser feita através de órgão específico. Mesmo nos anos secos os trabalhos dependiam de dotações extra-orçamentárias que, praticamente, se interrompiam nos anos de inverno regular.

O gráfico n.º 2 retrata os esforços da União no combate às sêcas no período 109-58. Ressalta à primeira vista os pontos culminantes, interessando os períodos 1921-2 e 1931-2, que coincidem com o *Governo Epitácio Pessoa* e a gestão *José Américo de Almeida*, no Ministério da Viação e Obras Públicas, e o ano de 1958.

### 4. — SUGESTÕES DE UM PROGRAMA PARA A PECUÁRIA

O maior prejuízo causado à agricultura do Nordeste foi a perda de gado bovino e, em grau menor, a perda de ovinos e suínos. A pecuária exigirá, certamente, todo o ano de 1959,

#### 3.3 — POPULAÇÃO AFETADA E MIGRAÇÃO

A sêca de 1958 afetou principalmente os Estados de Ceará, Paraíba e Rio Grande do Norte e de modo menos drástico o Piauí e Pernambuco.

Os três primeiros Estados tinham uma população conjunta, em 1957, de aproximadamente 6,3 milhões de habitantes. O mais populoso era o Ceará com 3,9 milhões, seguido pela Paraíba com 2 milhões e o Rio Grande do Norte com 1,1 milhões.

A deficiência de chuvas em princípios de 1958 fez a população rural viver em permanente expectativa até fins de março, quando compreendeu — mortas as esperanças — não haver alternativa diante da realidade do estio. Nessa primeira etapa nenhuma ação direta foi tomada pelos Estados ou mesmo pela União.

Começaram no sertão, os trabalhadores rurais, a deixar as fazendas à procura de trabalho nas obras de emergência.

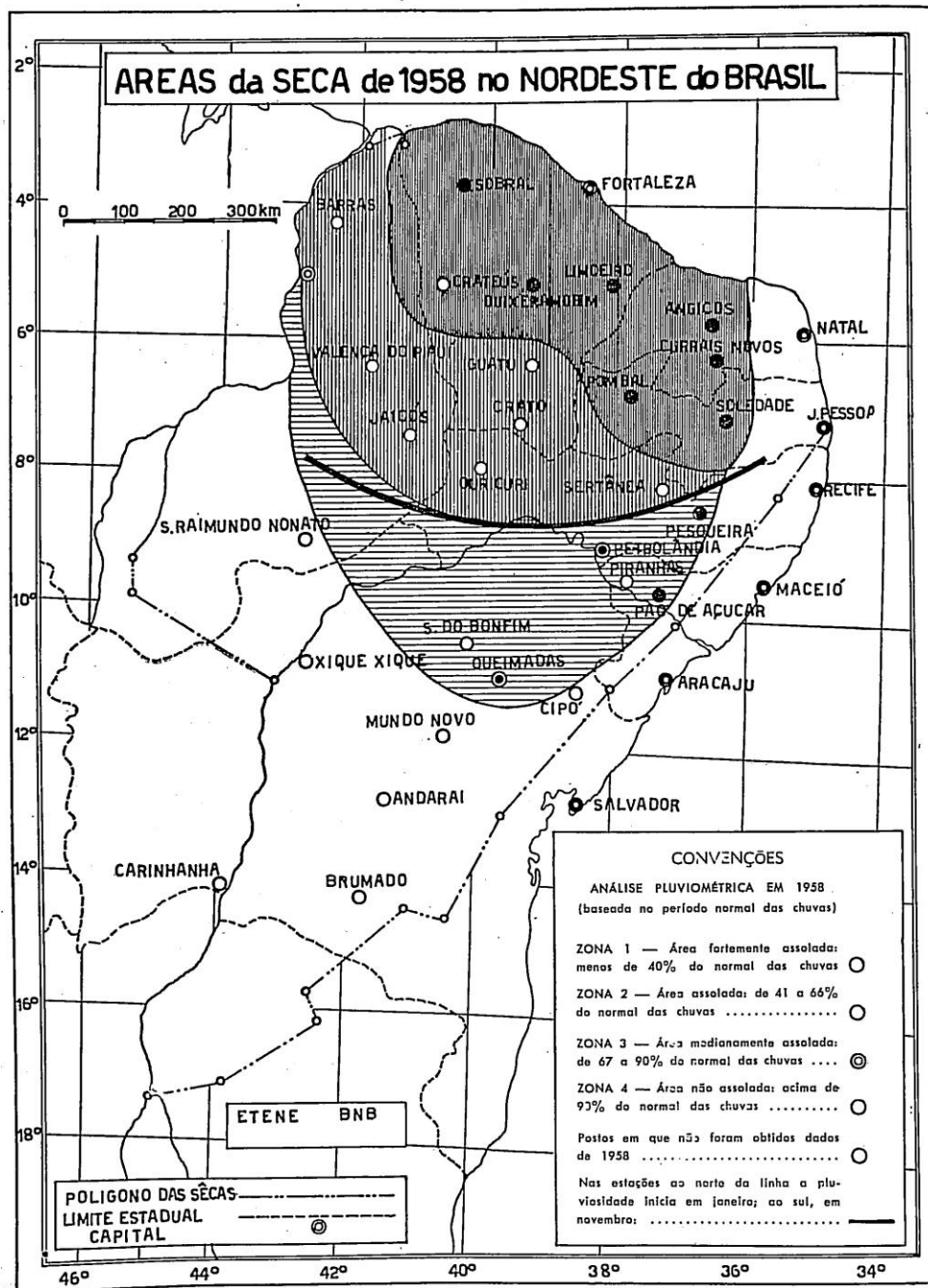
Já em abril, cerca de 220.000 pessoas estavam empregadas em serviços públicos, com o salário de Cr\$ 40,00 por dia. Em conjunto com seus dependentes constituíam 14% da população total dos três Estados. No mês seguinte a cifra subiu para 400.000 trabalhadores nas obras de emergência. Tomando-se em consideração êsses trabalhadores e seus dependentes, cerca de 1,6 milhões de pessoas, ou seja, 25% da população total da área fôra afetada pela sêca. Em julho o número cresceu para 438.000 pessoas registradas em projetos públicos. Assim, cerca de 1,8 milhões de pessoas foram diretamente afetadas pela sêca, o que corresponde a 28% da população dos três Estados (Ceará, Rio Grande do Norte e Paraíba). Nos últimos meses do ano de 1958 o número de pessoas afetadas contava cerca de 2 milhões de habitantes.

Segundo os dados mais recentes fornecidos pelo *INIC* saíram da região durante o ano, aproximadamente, 200.000 pessoas. A grande corrente migratória dirige-se para o Sul — São Paulo, Paraná e Rio de Janeiro. Número substancial toma a direção Oeste — especialmente Maranhão e, menor quantidade para Goiás, atraídos pela construção de Brasília.

admitindo-se um bom inverno, para restabelecer-se.

O problema, do ponto de vista da pecuária é, primariamente, de reorganização da produ-

GRÁFICO 2



ção de gado bovino, obedecendo a um plano que precisa ser considerado pelos criadores, mas que deve ser liderado pelo Governo, e que proporcione adequada redução em número de cabeças de gado nas secas futuras (16).

Um plano satisfatório para o tratamento do gado, nos anos em que houver ameaça de seca, dependerá da ação a ser tomada, não depois de diversos meses de contínua perda de peso, mas após o primeiro mês de seca.

Nas partes secas dos Estados do Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba e na maior parte de Pernambuco e Piauí, as principais chuvas ocorrem em quatro meses: de janeiro a abril. Nas partes secas da Bahia, Sergipe, Alagoas e sudeste de Pernambuco e Piauí, normalmente chove em novembro e continua a chover até abril, ou data posterior.

Foi idealizado um esquema por meio do qual é possível estimar com relativa precisão, no correr dos quatro primeiros meses do ano, a extensão e gravidade da seca (17). Se houver falta de chuvas até o fim de janeiro, ainda poderá chover em fevereiro, março ou abril, mas a estação chuvosa, provavelmente, não produzirá, em três meses de chuva, a mesma quantidade de forragem e de culturas, que produziria em quatro meses. Se não houver chuvas em janeiro, ou digamos, se chover menos de 2/3 do normal, criar-se-á, imediatamente, uma situação séria por causa da prática, comumente adotada, de manter tantas cabeças de gado bovino e caprino, quantas a área comporta em ano de precipitação normal. Isto significa que faltará forragem, a não ser que haja redução do número de cabeças de gado (18).

(16) — A alternativa seria a importação de forragens e concentrados. Mesmo que tais alimentos estivessem disponíveis em outras regiões ou em áreas do Nordeste não afetadas, sua importação não seria, economicamente, viável.

(17) — V. Anexo II d.

Se as chuvas acumuladas de janeiro e fevereiro forem inferiores a 2/3 das chuvas normais desses dois meses, a situação se configurará muito mais séria e se a pluviosidade acumulada de janeiro a março for menos de 2/3 da normal, ter-se-á um ano seco.

A redução do número de cabeças de gado deve iniciar-se imediatamente. No princípio de fevereiro, as autoridades e o público devem ser informados, onde estão as áreas secas, qual sua extensão e para onde poderá ser transferido o gado, a fim de conseguir forragem. Se não houver excedentes disponíveis em lugar acessível, os criadores e os abatedores deverão ser aconselhados, encorajados, e, se necessário, subsidiados pelo Governo, para que aumentem o abate do gado pronto para o mercado.

Depois de fevereiro, um segundo relatório dos postos meteorológicos mostrará as áreas secas em janeiro e fevereiro ou apenas em fevereiro. Haverá, então, nova oportunidade para os criadores ajustarem-se à situação. Se nesses meses ocorrer uma seca severa, o Governo deverá insistir mais para que medidas sejam tomadas. Poderá ser necessário aumentar subsídios e encorajar o transporte de gado para fora da área.

A medida acima deverá ser mantida até abril. Depois de abril, se uma área permanecer seca, o plano governamental não deverá compreender, apenas, um mês, mas todo o período até a próxima estação chuvosa. O início de maio é a época para o Governo iniciar a execução de um plano para reduzir os efeitos da situação criada pela seca e que, com toda a probabilidade, sem essa ajuda oficial, agravar-se-á cada vez mais, mês após mês, até a estação chuvosa seguinte.

(18) — BARR, George W. — Sugestões de um programa para reduzir perdas no setor pecuário, nos anos de seca no Nordeste do Brasil — em "A Seca de 1958 — Informações Complementares" — Banco do Nordeste do Brasil — dezembro de 1958.

## 5. — PROBLEMAS DA ESTOCAGEM DE ALIMENTOS

O preparo para os anos secos tem suscitado uma série de medidas, tendendo, por um meio ou por outro, suprir de alimentos a população e os rebanhos do Nordeste são.

Uma das soluções ventiladas tem sido a estocagem. Em realidade, é a mais desejável, se considerado possibilitar que se lance mão das reservas quase que de imediato, tão logo a escassez se faça sentir. Igualmente desejável, por permitir o forrageamento dos rebanhos, em contraposição à pecuária generalizada que as secas têm acarretado.

Ocorre, entretanto, que o calendário evidencia, em cada década, a ocorrência de uma grande seca e de outra de menor intensidade — sem a constância aritmética que permitisse um plano econômico de armazenamento de forragem e alimentos.

Admite-se que em um país com extensão territorial e diversidade de clima do nosso, ao invés de estocar alimentos, com o objetivo de atender as necessidades em um ano vindauro seco, aconselhável seria considerar o fato de que as áreas não assoladas podem suprir de

gêneros a faixa seca. A estiagem de 1958 ilustra bem esta afirmativa.

Naturalmente que o problema do fornecimento de gêneros tende a se suavizar com o crescente desenvolvimento da rede de transportes e organização de mercados.

## 6. — A NATUREZA DO POLÍGONO DAS SECAS

O Polígono das Secas compreende áreas parciais de 9 Estados da Federação. Sua delimitação não corresponde exatamente aos limites da área semi-árida do Nordeste<sup>(19)</sup>. Parte do agreste de Pernambuco e da Paraíba e partes do Rio Grande do Norte e de Alagoas estão incluídas no Polígono, embora nessas áreas nem sempre o fenômeno de irregularidade pluviométrica se apresente sob a forma de secas e sim de estiagens prolongadas.

No Polígono há áreas que se distinguem por melhor regularidade e quantidade de chuvas, como os vales úmidos e algumas serras. Essas faixas são mais propícias à atividade agrícola, principalmente à lavoura, e nas secas mais severas apresentam, ainda, volume razoável de produção, furtando-se a um recesso econômico desastroso. Servem de amparo às zonas circunvizinhas, afetadas duramente pela ausência de chuvas.

Nas áreas de pluviosidade ou de umidade relativa do ar mais elevadas, dentro do Polígono, a população dedica-se, geralmente, à lavoura ou à criação de bovinos de raças selecionadas. Nas grandes extensões das caatingas, a atividade predominante é a criação de bovinos de raças crioulas nativas e de caprinos, ovinos, suínos e aves domésticas. Criação extensiva, sem cuidados zootécnicos especiais e sem refinamento nas técnicas pastoris.

Há no Polígono das Secas áreas em que se encontram tipos de atividades adequados às condições locais. Poderíamos citar como exemplo o Seridó no Rio Grande do Norte, com a associação da cultura do algodão mocó à criação do gado Schwitz em mestiçagem com o zebu; a zona de tomate de Pesqueira; as zonas de palma forrageira<sup>(20)</sup> com gado holandês mestiçado com zebu; em terras altas da Paraíba, Pernambuco e Alagoas; a zona de fumo ao redor de Arapiraca, no último Esta-

A estocagem, além de reclamar um aparelhamento material grande, organização de um sistema de classificação e uma campanha educativa especial, teria contra si ainda as possibilidades de pressões e interferências de ordem não econômicas, sobretudo políticas.

### 6.1 — POPULAÇÃO DA ÁREA SÉCA

O Polígono das Secas, com aproximadamente 78% da área do Nordeste, concentra cerca de 65% de sua população.

Estima-se a população do Polígono em pouco mais de 10,5 milhões de habitantes, de um total de 16,4 milhões para todo o Nordeste, segundo o último Censo Demográfico<sup>(21)</sup>.

A densidade demográfica no Polígono é extremamente desigual. Nas áreas de condições melhores para as lavouras, a concentração é maior. A lavoura ocupa abundante mão-de-obra, ao passo que as atividades pecuárias utilizam reduzida força de trabalho.

Excetuando algumas cidades no litoral, o maior centro populacional no interior do Polígono das Secas é Campina Grande, com cerca de 100.000 habitantes. Em toda a área apenas 23 cidades (inclusive 7 nos vértices) possuíam mais de 10.000 habitantes, em 1950.

### 6.2 — ATIVIDADE ECONÔMICA

A atividade predominante no Polígono é a agricultura. Em épocas normais podemos estimar a produção agrícola do Polígono entre 60 a 70% do total do Nordeste<sup>(22)</sup>.

O principal produto agrícola na área seca é o algodão, com cerca de 3,7 bilhões de cruzeiros num total de 3,9 bilhões de cruzeiros para toda a região em 1955. Outros produtos de grande importância são: cera de carnaúba, mamona, feijão, milho, agave, café, mandioca

(19) — O Nordeste é aqui considerado como a região formada pelos Estados abrangidos pelo Polígono das Secas, exceto Minas Gerais. Os Estados são: Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe e Bahia.

(20) — *Opuntia ficus indica*.

(21) — Censo Demográfico de 1950.

(22) — O produto bruto da agricultura nordestina, em 1956, segundo cálculos da Fundação Getúlio Vargas, foi de 40 bilhões de cruzeiros. A base da estimativa de 60 a 70%, teríamos para o Polígono um total de 24 a 28 bilhões de cruzeiros.



e banana com mais de 6,5 bilhões de cruzeiros de um total de 8,2 bilhões de cruzeiros para o Nordeste em 1955.

A parte dos diversos rebanhos, dentro do Polígono, pode ser estimada nos seguintes montantes, partindo-se de levantamentos do Serviço de Estatística da Produção (em números arredondados):

**QUADRO III**  
**REBANHOS NO NORDESTE E DO POLÍGONO**  
**DAS SÉCAS — 1956**

	NÚMEROS EM 1.000 CABEÇAS		VALOR EM Cr\$ 1 MILHÃO	
	NOR-DESTE	POLÍ-GONO	NOR-DESTE	POLÍ-GONO
Bovinos .....	11.500	6.500	33.500	18.900
Suínos .....	7.500	6.000	6.000	4.800
Ovinos .....	6.000	5.000	1.500	1.500
Caprinos .....	8.000	7.000	1.500	1.300
<b>TOTAL .....</b>	<b>—</b>	<b>—</b>	<b>42.500</b>	<b>26.300</b>

Obs.: — Estimativa feita no ETENE, à base de dados do SEP.

O valor dos efetivos dos rebanhos do Polígono representa, aproximadamente, 60% do total da região. A distribuição e o tipo de exploração do rebanho variam muito, de Estado a Estado.

Nas caatingas do Nordeste baiano, dos sertões pernambucano, paraibano, rio-grandense-do-norte, cearense e piauiense predomina a criação extensiva, sobretudo a de gado crioulo, em vastas fazendas de pastagens são melhores, predominam os mestiços de raças zebuínas, gado de porte mais elevado e de maior peso-médio. Todas essas áreas se dedicam à cria e à engorda extensivas para venda nos mercados litorâneos, sobressaindo, de modo especial, entre esses, o mercado do Recife e da zona da mata de Pernambuco.

Ao redor dos centros populacionais de maior expressão se desenvolve a pecuária leiteira especializada, podendo-se citar a bacia leiteira de Fortaleza, como uma das de maior relevo na área do Polígono.

Algumas zonas de umidade relativa do ar mais elevada, dentro do Polígono, particularmente a zona de S. Bento do Una, os Cariris

Paraibanos é parte da caatinga úmida de Alagoas, vêm experimentando, há alguns anos, a criação de gado selecionado, de aptidão leiteira. Pode-se incluir, também, a zona do Seridó, no Rio Grande do Norte. As forragens básicas nas duas primeiras áreas são a palma forrageira, a torta do caroço do algodão, a vegetação nativa e uma incipiente ensilagem de milho ou de sorgo. O gado predominante é o mestiço de holandês com zebu. No Seridó, os fazendeiros se orientam mais para a mestiçagem do Schwitz com zebu e a forragem básica é a torta e os capins das vazantes dos açudes.

A importância da açudagem se faz sentir principalmente no uso da água para as populações e pecuária regional, além do desenvolvimento de piscicultura como fonte de alimento e do eventual aproveitamento de energia elétrica.

O Gráfico n.º 3 ilustra a utilização da área agrícola nas fazendas e a estimativa das possibilidades irrigáveis do Nordeste. Mostra que, presentemente, a faixa irrigada soma apenas seis mil hectares — ou dezoito mil se consideradas as culturas de vazante e da faixa seca. Estima ainda que as possibilidades teóricas máximas de irrigação não atingem a 2% da área dos estabelecimentos agrícolas do Nordeste, mesmo considerando as diversas fontes de água (rios perenes, açudes presentes e futuros, lençóis subterrâneos, lagoas e poços), ou seja, 800.000 h, suficientes para fixar 80.000 famílias, isto é, cerca de 400.000 pessoas. É importante salientar que o crescimento demográfico do Nordeste, em um ano, excede essa capacidade teórica de fixação da área irrigável.

### 6.3 — CRESCIMENTO DEMOGRÁFICO

Calcula-se que a população nordestina está crescendo de 500.000 habitantes por ano. São mais 500.000 bocas a alimentar — já que a válvula migratória tem sido estreita, pedra e desorganizada e, representando na década de 1940/50, uma média inferior a 40.000 pessoas por ano.

Supondo-se que se mantenha inalterada a taxa de crescimento da população e a estrutura de emprego de 1950, deverão ser criados 917.000 novos empregos na agricultura, além de 370.000 nos outros setores, totalizando quase 1,3 milhões de novas oportunidades, na década 1950/60 (23).

(23) — BARBOSA, Raul — A Sêca de 1958 — Depoimento perante a Comissão Especial de Estudos das Sêcas, do Senado Federal, dezembro de 1958. Estimativa admitindo que a população economicamente ativa continuasse participando com 30% da população total.

Outro raciocínio concluiria que, nestes 10 anos, mais de 2,8 milhões de pessoas atingem a idade de trabalho, sendo que dessas, 1,9 milhões residem no campo. A diferença é explicável pelo fato de grande parte da população feminina permanecer sempre como potencialmente ativa, não conquistando empregos remunerados que a promoveria para a definição censitária de economicamente ativa.

O prolongamento do cálculo para o decênio seguinte, isto é, 1960/70 — concluiria pela necessidade de mais de 1,1 milhão de empregos nas atividades rurais. Por sua vez, a população potencialmente ativa (em idade de trabalhar), aumentaria de 3,5 milhões de pessoas, das quais mais de 2,3 milhões nos qua-

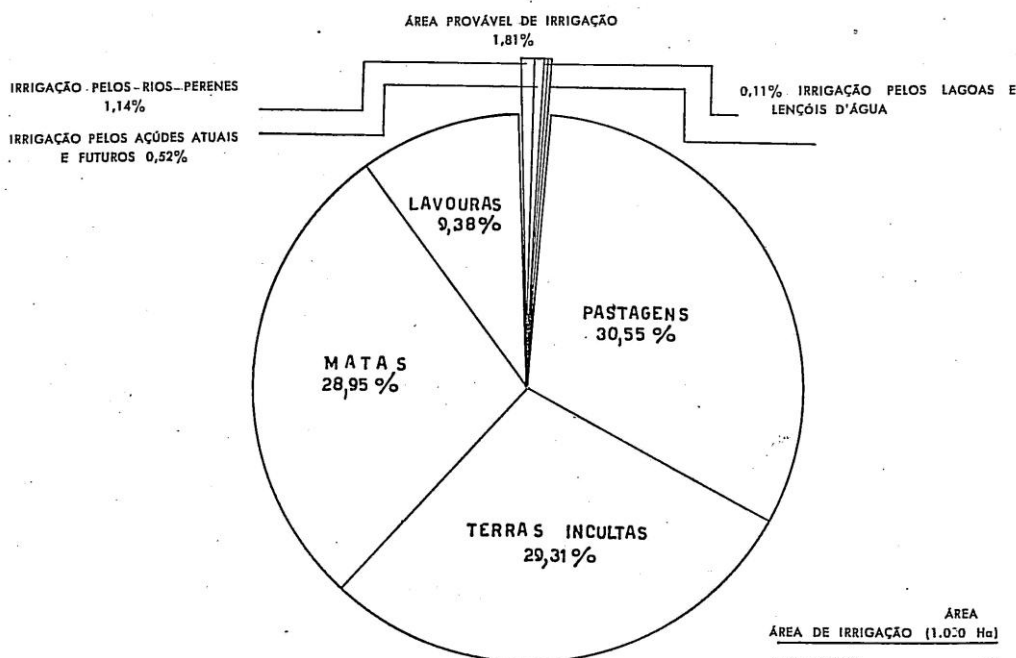
dros rurais. Daí a interrogação: tem a economia nordestina e especialmente a agricultura capacidade para absorver essa gente? De tudo, conclui-se:

a) — o Nordeste é uma região com extraordinário potencial migratório, o qual pode ser utilizado para integrar na economia brasileira novas áreas de território nacional;

b) — as migrações de nordestinos têm sido relativamente pequenas, representando menos de meio por cento da população.

GRÁFICO 3

ÁREAS DOS ESTABELECIMENTOS AGRÍCOLAS PELA UTILIZAÇÃO E ESTIMATIVA DAS ÁREAS DE IRRIGAÇÃO NO NORDESTE



ÁREA	
ÁREA DE IRRIGAÇÃO (1.000 Ha)	
RIOS PERENES	500
AÇÚDES ATUAIS E FUTUROS	230
LAGOAS E LENÇÓIS D'ÁGUA	50
POÇOS	20
TOTAL	800

Fonte — CENSO AGRÍCOLA - 1950  
ESTIMATIVA DO ENG.º  
J. G. DUQUE

ETENE/BNB  
JANEIRO — 1959

## 7. — METODOLOGIA

### 7.1 — METODOLOGIA UTILIZADA EM "A SÉCA DE 1958"

As observações, idéias e sugestões do Relatório são resultados de pesquisa sistemática na área afetada pela seca de 1958, feita por três grupos de técnicos (economistas e agrônomos) seguindo três roteiros diferentes<sup>(24)</sup>. Praticamente, foram cobertas tôdas as áreas economicamente importantes e afetadas pela falta de chuvas.

A pesquisa foi cuidadosamente preparada, tanto o roteiro como o "check list" para uso em campo. Cada grupo reuniu a massa de informações colhidas, em relatórios separados, e apresentou um documentário fotográfico. A base desses relatórios parciais e dos questionários preenchidos foi feito o relatório, que contém, também, uma apreciação crítica e interpretativa do fenômeno das secas, de suas conseqüências e de medidas tomadas e a serem tomadas.

### 7.2 — METODOLOGIA NO CÁLCULO DAS PERDAS NO SETOR DA PECUÁRIA BOVINA DA ÁREA SÉCA

a) — Coleta de informes em 44 municípios situados na área;

b) — seleção de dezesseis desses municípios, com base na fidedignidade e volume dos informes colhidos;

c) — balanço das perdas em cada município, separadamente;

d) — totalização das perdas em uma tabela;

e) — estimativa dos prejuízos na área em estudo, partindo do balanço global para os dezesseis municípios selecionados, conhecido que, pelas estatísticas da década anterior, representam eles 15% da população pecuária bovina da mesma;

f) — a estimativa dos abates e retiradas da área nos anos normais (v. Quadro I, its. b e c — 11.000 t) foi feita com base na percentagem revelada pelas estatísticas oficiais, no período 1949/56.

(24) — Constituíam o primeiro grupo: Dr. George W. Barr (FAO), Carlos Brandão da Silva e J. Franácio de Castro; o segundo grupo: Mário Rocha e Pedro Guimarães Mariz Filho e o terceiro: Eduardo de Castro Bezerra Neto e Pedro Hudson de Paiva Silveira.

### 7.3 — METODOLOGIA DO ROTEIRO DO DEPOIMENTO PRESTADO PELO DR. RAUL BARBOSA, PRESIDENTE DO BANCO DO NORDESTE DO BRASIL S. A., PERANTE A COMISSÃO ESPECIAL DE ESTUDOS DAS SÉCAS, NO SENADO FEDERAL

Na elaboração do roteiro, apenas deu-se forma gráfica às estatísticas do SEP-FGV-DNOCS-IBGE, reunidas, adaptando-as ao fim a que se destinavam.

Por processo aritmético, estabeleceram-se proporções para comparação, ou apenas se cotaram os totais obtidos, ano a ano.

Referência especial merece ser feita apenas ao cálculo do incremento decenal da força de trabalho do Nordeste, onde se procedeu a uma projeção do crescimento populacional, guardando-se a proporcionalidade da população "economicamente ativa" e "potencialmente ativa", revelada em 1950.

### 7.4 — METODOLOGIA UTILIZADA NA ANÁLISE PLUVIOMÉTRICA DO POLÍGONO

As conclusões sobre os índices numéricos indicadores dos anos de inverno ou seca, foram determinados pela:

a) — coleta da pluviosidade mensal dos anos 1912 a 1956, de cada estação selecionada;

b) — cálculo das medianas;

c) — considerou-se a mediana igual ao índice 100;

d) — cálculo da percentagem das chuvas, acumuladas por mês em relação à mediana. Ex.: o posto de Quixeramobim (CE) acusou nos meses de janeiro e fevereiro (acumulados) de 1912 a 1956, 149 mm de mediana (significa que havia registros de 22 anos acima dos 149 mm e outros 22 anos situados abaixo); a acumulada em fevereiro de 1958 (janeiro + fevereiro) foi de 30 mm de precipitação; calculada a percentagem desse mês em relação à mediana de 1912/56 do mesmo mês, temos:

$$149 : 100 :: 30 : x = 20\%;$$

e) — arbitrado que acima de 67% (com relação à mediana acumulada significa inverno e abaixo de 66%, seca — conclui-se que em Quixeramobim houve seca, entre janeiro e fevereiro de 1958. Os cálculos prosseguiram mês a mês.

# Norma recomendada pela Associação Brasileira de Mecânica

As exigências decorrentes do incomum progresso de nossa terra e a dedicação de um grupo de pioneiros e seguidores fizeram com que, em pouco mais de 20 anos, a Mecânica dos Solos atingisse no Brasil um grau de importância altamente respeitável. A não rara solicitação de especialistas brasileiros para a cooperação na solução de problemas de outros países sul-americanos e os convites para o desempenho de funções na INTERNATIONAL SOCIETY OF SOIL MECHANICS AND FOUNDATIONS ENGINEERING imprimem, a esse ramo da nossa engenharia, um cunho de prestígio internacional.

Campo de aplicação da Mecânica dos Solos que — por sua própria natureza e pelo grande número de interessados que envolve — assume importância invulgar é, sem dúvida, o das fundações. Mais cedo ou mais tarde, em escala maior ou menor, em um projeto, construção ou fiscalização, apresenta-se o problema da fundação à grande maioria dos engenheiros.

Se o problema, em si, já contém as dificuldades que todos conhecemos outras se apresentam, principalmente, ao principiante, não menos desconcertantes. Em um assunto em constante evolução, que obriga o engenheiro a se afastar do seu tradicional formalismo da Física-Matemática e cuja bibliografia extensa mostra tendências diversas que continuamente se renovam, qual o rumo a seguir, o que deve ser rejeitado, o que pode ser considerado como pacífico, bom e consagrado?

Se a normalização "taxativa" fixa os padrões que regulam a produção nacional, é à norma de caráter "didático" ou "educativo" que devemos recorrer para resolver o problema enunciado. Elaborada, em princípio, por especialistas dos mais categorizados no assunto e ampliada com a contribuição da experiência e dos conhecimentos de todos os colegas interessados, não só fixará os rumos do presente, mas

APRESENTAÇÃO POR

**SAMUEL CHAMECKI**

Presidente da A.B.M.S.

será o receptáculo no qual decantará a essência do progresso contínuo do futuro.

Por sentir esse problema e por desejar realizar, em sua gestão, algo de realmente útil para a engenharia brasileira fez, a atual Diretoria da A.B.M.S., da elaboração de um projeto de Norma Brasileira para Projeto e Execução de Fundações, o escopo de suas realizações. Um esboço de anteprojeto foi inicialmente elaborado (29/3/1959), a nosso pedido pessoal, pelos colegas A. J. DA COSTA NUNES, A. D. FERRAZ NAPOLES NETO e JOSÉ MACHADO. O Conselho Diretor da A.B.M.S., aprovando e dando curso à iniciativa, nomeou a Comissão constituída dos colegas ODAIR GRILLO, MILTON VARGAS, A. J. DA COSTA NUNES, LAURO RIOS e A. D. FERRAZ NAPOLES NETO que, em 31 de outubro de 1959, concluiu um anteprojeto de Norma, distribuído aos associados para receber emendas e sugestões, até 15 de janeiro de 1960. A comissão para apreciar as sugestões e elaborar o projeto final foi a mesma já mencionada acrescida dos colegas MÁRIO BRANDI PEREIRA e OTHELO MACHADO. O texto que se segue acaba de ser enviado à A.B.N.T., como colaboração preconizada nos Estatutos da A.B.M.S. (Artigo 3.º letra k).

É para nós, Diretores da A.B.M.S., motivo de verdadeiro júbilo o de podermos apresentar esse resultado antes de finda a nossa gestão. Foi um esforço tremendo, felizmente coroado de êxito. Devemo-lo ao trabalho, compreensão e boa vontade dos membros da Comissão, de toda a Diretoria e de muitos dos colegas permanentes interessados na elevação do padrão da engenharia brasileira.

# dos Solos para Projeto e Execução de Fundações

## 0. OBJETIVO

A presente norma se destina a fixar as condições básicas a serem observadas no projeto e execução de fundações de edifícios e outras obras correntes.

## 1. PROJETO

### 1.1. O TERRENO DE FUNDAÇÃO

#### 1.1.1. Sondagens

A investigação do subsolo, por meio de sondagens ou poços, nos locais de novas construções ou de alteração de construção já existentes, é considerada indispensável no caso de não haver dados suficientes sobre o subsolo para elaboração do projeto de fundações. Conforme o caso, as sondagens poderão ir das de simples reconhecimento, manuais ou mecanizadas, até as especiais para a retirada de amostras indeformadas das camadas do subsolo que interessem ao projeto.

#### 1.1.1.1. Execução das sondagens

As sondagens de reconhecimento serão executadas de acordo com a norma *NB-12 da A.B.N.T.* As sondagens especiais e os poços terão as suas características fixadas em cada caso.

#### 1.1.1.2. Apresentação dos resultados das sondagens

Os resultados das sondagens serão apresentados isoladamente em perfis individuais, onde figurarão todos os elementos colhidos em sua execução, e, conjuntamente, em cortes ou seções do subsolo, onde aparecerão em destaque os caracteres comuns a todas as sondagens, que definem o subsolo de um modo geral, figurando as particularidades junto às sondagens em que foram registradas.

1.1.1.2.1. A classificação das amostras bem como a descrição das camadas serão feitas de acordo com a terminologia *TB-3 da A.B.N.T.*

#### 1.1.2. ENSAIOS DE AMOSTRAS DE SOLOS

As amostras extraídas das sondagens serão submetidas a ensaios, quando julgados necessários para a determinação de propriedades das camadas que interessem ao projeto. Conforme o caso, os ensaios poderão ser de simples classificação ou visando à determinação de características mecânicas dos solos a partir de amostras indeformadas.

#### 1.1.3. ENSAIOS DE CAMPO

Além das sondagens e ensaios referidos em 1.1.1. e 1.1.2., são recomendáveis, para verificação do projeto ou sua boa execução e eventual modificação, outros ensaios feitos no local de construção, como as provas de carga, diretamente sobre o terreno ou sobre elementos de fundação, as quais deverão obedecer, no que couber, às normas *NB-20 e NB-27 da A.B.N.T.*, os de penetrômetros e outros para determinação de propriedades dos solos "in situ".

#### 1.1.3.1. OBSERVAÇÃO DAS OBRAS

São considerados de especial interesse, não só para o controle da obra em si, como também para o progresso da técnica de fundações e da melhoria dos conhecimentos sobre as condições locais de fundação, a observação das obras no que se refere ao comportamento de suas fundações bem como à interação estrutura-solo de fundação. Tal observação, que se recomenda às administrações públicas competentes e organizações especializadas, poderá ser mesmo requerida nos casos de projetos difíceis ou singulares ou naqueles casos em que se julgue necessária a verificação da segurança de obras fundadas sob condições especiais.

#### 1.1.4. PRESSÕES ADMISSÍVEIS

##### 1.1.4.1. Generalidades

1.1.4.1.1. Entende-se por pressão admissível sobre uma camada do terreno de fundação, aquela que aplicada sobre a mesma nas condições fixadas em cada caso, provoca apenas recalques que a construção pode suportar sem inconvenientes e, simultaneamente, oferece um coeficiente de segurança satisfatório contra a ruptura ou o escoamento do solo.

1.1.4.1.2. As pressões admissíveis dependem da sensibilidade aos recalques da construção projetada, especialmente aos recalques diferenciais os quais, de ordinário, são os que prejudicam a estabilidade e a utilização das construções.

1.1.4.1.3. Os recalques dependem principalmente:

- a) da compressibilidade das diferentes camadas de solo abaixo da base da fundação;



- b) do valor das pressões que são transmitidas ao solo pelas cargas das construções consideradas e das próximas, e pelo peso das camadas de solo superiores;
- c) das dimensões, forma e profundidade das mesmas fundações.

1.1.4.1.4. No caso de não haver dúvida sobre as propriedades do solo, conhecidas com segurança, como resultado da experiência local ou fruto de sondagens, pode-se considerar como pressões máximas admissíveis sobre o solo as indicadas na tabela anexa.

1.1.4.1.5. A pressão admissível de camadas de solos a profundidades maiores que um metro serão as indicadas na tabela anexa acrescidas de um valor igual à pressão mínima que o solo acima da cota daquelas camadas exerce sobre as mesmas. Sob "pressão mínima" entende-se a correspondente à menor altura de solo que se pode considerar como permanente, acima das camadas citadas, sendo tal pressão calculada a partir do peso específico aparente do solo, levando em conta a redução do mesmo peso específico pelo empuxo hidrostático, no caso de material imerso ou podendo vir a sê-lo.

1.1.4.1.6. No caso do resultado das sondagens, a geologia e a topografia locais, ou a natureza do edifício e o valor das cargas do mesmo, deixarem dúvidas sobre o valor e a nocividade dos recalques a esperar ou sobre a possibilidade de rupturas do solo, deve-se proceder a um cálculo de recalques e aos demais estudos especiais que se impuserem.

1.1.4.1.7. É sempre permissível ultrapassar os valores das pressões admissíveis indicadas na tabela anexa e sujeitas às condições fixadas nos itens 1.1.4.1.1. a 1.1.4.1.6., desde que se demonstre a segurança dos valores adotados, com base em estudos específicos e, quando indicados, ensaios de solos, efetuados por Instituto ou profissional especializado que possam assumir a responsabilidade da decisão.

1.1.4.1.8. As construções que, pela natureza do solo sobre o qual se acham fundadas e o tipo de fundações adotado, tenham recalques previstos elevados, devem ser separadas das construções vizinhas, por meio de juntas de movimento, que permitam o deslocamento independente dos prédios e pequenas inclinações dos mesmos, dentro dos limites previsíveis.

#### 1.1.4.2. Prescrições especiais para fundações diretas

1.1.4.2.1. No cálculo da pressão sobre uma camada de solo qualquer, como simplificação tolerável do método baseado na teoria matemática da elasticidade, pode-se admitir que as pressões se distribuem uniformemente sob um ângulo de espraçamento de 60° com a horizontal, a partir da base da fundação.

1.1.4.2.1.1. Deve-se considerar no cálculo das pressões sobre uma camada de solo a influência de construções vizinhas, cujas pressões são supostas se superporem de acordo com o ângulo de espraçamento citado, e investigar se para todas as camadas de solo abaixo da fundação, a pressão calculada é inferior à admissível.

1.1.4.2.2. Para que seja permitida a utilização dos valores das pressões admissíveis indicados na tabela anexa, deve-se obedecer às seguintes prescrições:

a) a base da fundação deve-se encontrar pelo menos 1,00m abaixo da superfície do solo, e ter uma dimensão mínima de 2,0m (ver 1.1.4.2.4., 1.1.4.2.5. e 1.1.4.2.6.);

b) abaixo da base da fundação deve-se encontrar, em todos os pontos, camadas de solo pelo menos tão resistentes quanto a em exame;

c) os recalques presumíveis não devem ultrapassar o valor permissível para a construção em estudo, o que deve ser demonstrado para os solos das classes *j* e *k*, no caso de ocorrerem dúvidas sobre o assunto;

d) tratando-se de solo não coesivo, não devem ser esperadas vibrações de importância.

1.1.4.2.3. No caso de fundações solicitadas por cargas excêntricas deve-se obedecer às seguintes condições:

a) quando todas as influências das cargas verticais e horizontais forem devidamente consideradas no cálculo, pode-se admitir para as pressões extremas de bordo valores até 30% maiores do que os fixados na tabela anexa, contanto que a pressão média se mantenha abaixo do valor fixado pela tabela;

b) em nenhum caso a pressão máxima calculada deve ser maior do que três vezes a pressão mínima.

1.1.4.2.4. No caso da base da fundação direta encontrar-se a mais de 1 m de profundidade da superfície do solo, pode-se aumentar a pressão admissível, indicada na tabela, de acôrdo com 1.1.4.1.5.

1.1.4.2.5. Prescrições especiais para solos não coesivos

Quando se encontram abaixo da cota de fundação até uma profundidade de 2 vezes a largura da construção apenas solos das classes *e, f, g, ou h* (areias e pedregulhos) e obedecidas as prescrições do item 1.1.4.2.2., pode-se aumentar a pressão admissível em função da largura *L* do corpo de fundação, de acôrdo com a fórmula abaixo, desde que tal largura seja maior que 2 m.

$$\sigma_{ndm} = \sigma^0_{ndm} [1 + 0,2 \times (L - 2)] < 2,5 \sigma^0_{ndm}$$

em que  $\sigma^0_{ndm}$  é a pressão admissível de acôrdo com a tabela anexa e *L* a largura em *m*.

1.1.4.2.5.1. Para larguras de corpos de fundação menores do que 2m, vale a mesma fórmula para cálculo da pressão admissível, a qual será menor do que a fornecida pela tabela.

1.1.4.2.6. Prescrição especial para solos coesivos

As pressões admissíveis indicadas na tabela anexa para solos coesivos (classe *i a k*) entendem-se aplicáveis a um corpo de fundação não maior do que 50 m<sup>2</sup>. Para maiores áreas carregadas ou na fixação da pressão média admissível sob um conjunto de corpos de fundação ou a totalidade da construção, deve-se reduzir os valores na tabela anexa, de acôrdo com a fórmula abaixo:

$$\sigma_{ndm} = \sigma^0_{ndm} \times \sqrt{\frac{50}{S}} > 0,5 \times \sigma^0_{ndm}$$

em que *S* é a área total da parte considerada, ou da construção inteira.

1.2. A FUNDAÇÃO

1.2.1. Generalidades

1.2.1.1. Dimensões

Os corpos de fundação das construções de qualquer tipo, serão projetados e dimensionados de modo que a solicitação resultante de tôdas as cargas permanentes e acidentais, verticais e horizontais, transmitidas ao terreno de fundação seja, no máximo, igual à pressão admissível neste.

1.2.1.1.1. As cargas consideradas serão determinadas de acôrdo com os itens 1.2.2.

1.2.1.1.2. As pressões admissíveis serão determinadas de acôrdo com os itens 1.1.4.

1.2.1.2. Condições de vizinhança

1.2.1.2.1. Precauções quanto às construções vizinhas

Qualquer obra que venha a ser executada nas proximidades de uma construção existente, de tal forma que venha a modificar as condições de equilíbrio do maciço de terra de que depende a estabilidade das fundações vizinhas, deverá ser projetada e executada de maneira tal que não prejudique a referida estabilidade.

Para elaboração de um projeto de fundações ou escavações, cumpre conhecer as características, tipo, dimensões, profundidade e se possível, cargas das fundações dos prédios contíguos. No caso de não se dispor de plantas das fundações das construções vizinhas, as mesmas deverão ser investigadas por escavações convenientemente projetadas e executadas por partes, a menos que ditas fundações vizinhas, por sua profundidade e situação do nível d'água, não sejam acessíveis, sem riscos. Neste caso dever-se-á admitir a hipótese mais desfavorável quanto à situação das mesmas.

1.2.1.2.2. Cursos d'água

As construções em terrenos marginais a cursos d'água, sujeitos a erosão, deverão ser fundadas abaixo da cota de erosão máxima previsível.

1.2.1.2.3. Solos e águas agressivos

Em locais em que ocorrem solos ou água agressivos aos materiais constituintes do corpo de fundação, devem ser tomadas medidas que evitem a deterioração dos mesmos.

1.2.1.3. Associação dos elementos de fundação isolados

Deverão ser ligados os elementos de fundação isolados por meio de vigas convenientemente calculadas nos seguintes casos:

- a) fundações superficiais junto a divisas;
- b) fundações com cargas excêntricas;
- c) fundações sujeitas a carga horizontais, a menos que se demonstre a estabilidade das fundações sem as mencionadas vigas.

1.2.1.4. Segurança ao deslizamento

A segurança quanto ao deslizamento deve ser verificada quando:

- a) a construção fôr situada em terreno inclinado;

b) a disposição das camadas do solo fôr favorável a um deslizamento de uma camada em relação a outra;

c) a construção fôr solicitada por fôrças horizontais.

Na verificação do coeficiente de segurança ao deslocamento dever-se-á considerar os casos mais desfavoráveis de carregamento, incluindo as cargas de pequena duração, sem entretanto levar em conta a majoração dada pelos coeficientes de impacto. Nessa verificação:

a) não serão computadas as cargas acidentais favoráveis à estabilidade;

b) o empuxo passivo só poderá ser considerado caso a estrutura possa, sem prejuízo para sua estabilidade, experimentar o deslocamento necessário e qualquer empuxo, quando favorável à estabilidade, só poderá ser levado em conta desde que seja assegurada a ação contínua ou permanente do maciço.

#### 1.2.2. Cargas estáticas e dinâmicas nos corpos de fundação

1.2.2.1. Na determinação dos esforços solicitantes da estrutura na fundação deve-se:

a) obedecer às normas estruturais brasileiras (NB-5, 6 e 7) referindo-se às cargas permanentes e acidentais;

b) considerar as pressões de água integralmente e as pressões das terras de acôrdo com o empuxo compatível com a deslocabilidade da estrutura;

c) em se tratando de estruturas sensíveis a recalques diferenciais, levar em conta esforços secundários daí decorrentes;

d) em quaisquer casos, os efeitos favoráveis à estabilidade, tais como empuxo de terras ou de água não serão considerados, desde que não seja possível garantir-se sua atuação contínua e permanente.

1.2.2.2. Não se deverá contar com o empuxo passivo das terras para estabilidade dos elementos estruturais calculados na hipótese de não ocorrerem os deslocamentos horizontais que a consideração daquele empuxo exige.

1.2.2.3. No caso das cargas da construção comportarem efeitos alternativos ou vibrações de quaisquer natureza, como por exemplo: nas fundações de máquinas, pontes rolantes ou vias de tráfego intenso, que possam entrar em ressonância com a freqüência própria de vibração

da estrutura ou do solo, as fundações dos elementos de carga, enquadrando-se em tal hipótese, deverão ser separadas do conjunto e dotadas de amortecedores convenientes. A recomendação torna-se mais importante no caso de solos pulverulentos, mais sensíveis a vibrações.

1.2.2.4. No caso de terrenos sujeitos a compactação pelas vibrações e existindo prédios vizinhos fundados sobre as mesmas camadas, deverão ser adotadas providências para reduzir ao mínimo as vibrações resultantes de máquinas de construção utilizadas na execução de novas edificações.

#### 1.2.3. Disposições especiais referentes às fundações

##### 1.2.3.1. Definição

Estacas são elementos estruturais esbeltos que, colocados no solo por cravação ou perfuração do mesmo, têm a finalidade de receber cargas ou compactar o solo. As que tem por finalidade transmitir cargas se classificam, de acôrdo com a maneira como irão trabalhar, entre os casos extremos de estacas de atrito e estacas de ponta.

1.2.3.2. A soma das cargas transmitidas ao solo pelas estacas de um mesmo bloco não deve ser maior que a admissível para uma fundação direta, na mesma cota. Admite-se que as pressões se distribuam linearmente, no solo, sob um ângulo de espraimento de 60° com a horizontal e a partir do plano à meia altura de comprimento das estacas. A área considerada como suportando a carga não deverá ir além da intersecção do espraimento com o do grupo de estacas adjacentes.

1.2.3.3. As estacas serão dimensionadas como pilares de acôrdo com o art. 31 da NB-1 no caso de serem de concreto armado, levando-se em conta a contenção do solo no cálculo do comprimento livre de flambagem. No caso de estacas pré-fabricadas, as mesmas deverão ainda ser projetadas tendo em vista as solicitações de transporte e manipulação.

1.2.3.3.1. As estacas dimensionadas para cargas axiais não devem suportar as que não o sejam.

1.2.3.4. As distâncias mínimas, de centro a centro de estacas, não devem ser menores que duas vezes o diâmetro do círculo de mesma área do fuste e não inferiores a sessenta centímetros. Para estacas moldadas no terreno sem escavação, a mínima distância, de centro a centro, será duas vezes e meia o diâmetro externo do tubo de moldagem da estaca.

1.2.3.4.1. No caso de estacas com a ponta em rocha viva este espaçamento poderá ser reduzido a uma vez a dimensão da estaca, conforme descrito no parágrafo anterior, mais trinta centímetros, desde que tal espaçamento não provoque danos às estacas.

1.2.3.4.2. O afastamento das estacas dos limites de propriedade deve ser pelo menos a metade dos fixados no item 1.2.3.4.; exceto tratando-se de estacas de cortina de escoramento.

1.2.3.5. No caso de estacas de comprimento inferior a 3 metros deve-se demonstrar a estabilidade das mesmas.

1.2.3.6. A carga admissível das estacas é função das dimensões das mesmas e da maneira pela qual foram executadas; o cálculo dessa carga admissível deverá levar em conta as propriedades do solo após a execução das estacas.

1.2.3.6.1. A determinação da carga admissível pode ser feita utilizando-se prova de carga, executada de acordo com a *NB-20*. Na determinação da carga admissível, o fator de segurança contra ruptura deverá, no mínimo, ser igual a dois. No caso de não se levar a prova até

a ruptura, adotar-se-á como admissível  $\frac{1}{1,5}$  da carga que conduza, na prova de carga, a um recalque total da estaca de 15mm. No caso de estacas longas (mais de 15 m) poder-se-á deduzir do recalque total a deformação elástica do material da estaca, calculado como coluna apoiada nas extremidades, e considerar como admissível 10 mm para o recalque total subtraído da referida deformação elástica.

1.2.3.6.2. As fórmulas dinâmicas, para determinação da carga admissível de estacas cravadas, só podem ser utilizadas em solos não coesivos e, assim mesmo, só depois que se tenha demonstrado inspirarem confiança, mediante experiências locais e provas de carga. Os dados empregados na determinação da resistência à cravação, deverão ser obtidos durante a cravação e não durante a recravação, desde que entre as 2 operações haja decorrido um intervalo de tempo igual ou superior a uma hora.

1.2.3.7. Estacas parcialmente enterradas deverão ser verificadas quanto à segurança à flambagem.

1.2.3.8. A tolerância máxima de diferença de locação das estacas será de 20% da menor dimensão nas estacas isoladas e sem vigas de ligação adequadamente calculadas, e 15 cm nas que trabalharem em grupo ou forem ligadas por vigas ao conjunto.

1.2.3.9. A tolerância máxima de diferença de inclinação da estaca em relação à projetada será de 1% da sua projeção horizontal.

1.2.3.10. As estacas verticais poderão ter armadura apenas na cabeça para ligação com os blocos ou ser armadas em todo o comprimento dependendo do valor da carga a ser suportada e da natureza do solo.

#### 1.2.4. DISPOSIÇÕES ESPECIAIS REFERENTES ÀS FUNDAÇÕES EM TUBULÕES

##### 1.2.4.1. Definição

Entende-se por tubulão um elemento estrutural construído concretando-se um poço aberto no terreno ou fazendo descer, por escavação interna, um tubo, geralmente de concreto armado ou de aço, que é posteriormente cheio com concreto simples ou armado. No caso de revestimento com tubo metálico, este poderá, ou não, ser recuperado.

##### 1.2.4.2. Escavação

A escavação poderá ser executada manual ou mecanicamente, a céu aberto ou com auxílio de ar comprimido. Merece especial atenção a execução sob ar comprimido, seja quanto às condições de segurança do trabalho, seja quanto à influência sobre as propriedades do solo local.

##### 1.2.4.3. Dimensionamento

Os tubulões deverão ser dimensionados como colunas de acordo com a *Norma Brasileira NB-1* caso sejam de concreto armado, levando-se em conta a contenção do solo para o cálculo do comprimento livre de flambagem.

No caso dos tubulões com revestimento de camisa metálica esta poderá ser considerada como contribuindo para a resistência do tubulão desde que desprezada uma espessura de 15, mm para levar em conta a corrosão e o solo não seja considerado como agressivo, caso em que deverão ser feitos estudos especiais (veja-se art. 1.2.1.2.3.).

A contribuição da chapa na resistência do tubulão poderá ser levada em conta seja considerando-a como armação longitudinal seja como cintamento.

##### 1.2.4.4. Ângulo da base

Sempre que o ângulo de transição do fuste para a base for maior que 30° deve-se verificar se há necessidade de armação na base.

## 1.2.4.5. Tolerância de execução

Sempre que fôr verificado, após a execução do tubulão, que o mesmo apresenta um erro de locação maior que 15% da menor dimensão e um desaprumo maior que 1% do comprimento, deve-se verificar a resistência do tubulão às solicitações decorrentes de tais imperfeições.

## 1.2.4.6. Tubulões curtos

No caso de tubulões de comprimento inferior a 3 metros deve-se demonstrar a estabilidade dos mesmos.

## 2. EXECUÇÃO

## 2.1. GENERALIDADES

## 2.1.1. Observância do projeto

A rigorosa observância do projeto na sua fase de realização é condição essencial a uma boa execução. Nenhuma modificação será introduzida no projeto pelo seu executor sem prévia audiência do projetista, a não ser em caso de emergência, o que não exclui a comunicação ao mesmo.

2.1.1.1. Para assegurar a observância requerida, são condições importantes uma demarcação antecipada e perfeita dos trabalhos a serem executados no canteiro, com o estabelecimento de um sistema de referências, quer em planta quer em elevação, que permita a qualquer momento uma verificação do serviço em execução.

2.1.1.2. Quando uma fundação deve ser construída por etapas, o projeto e a execução deverão tratar com igual rigor cada uma das etapas, bem como as fases de transição.

## 2.2. INFLUÊNCIA DAS ESCAVAÇÕES SOBRE AS FUNDAÇÕES

2.2.1. As escavações deverão ser executadas de modo a não se tornarem danosas à vida e à propriedade. Quando se tornar necessário serão escoradas por meio de cortinas com contrafortes, estacas pranchas etc. As escavações permanentes serão protegidas por muros de arrimo ou estruturas semelhantes que previnam movimento ou escoamento do solo adjacente.

2.2.2. Nas escavações próximas a construções ou vias públicas, serão tomados os cuidados necessários para ser evitada, ou reduzida ao mínimo, a ocorrência de qualquer das perturbações oriundas dos fenômenos a seguir descritos:

## 2.2.2.1. Escoamento ou ruptura do terreno de fundação

Quando a escavação atinge nível abaixo da base de fundações num terreno imediatamente vizinho, este terreno poderá deslocar-se para o lado da escavação produzindo recalques ou ruptura geral. Ainda que a escavação não ultrapasse a cota de base das fundações vizinhas, poderá ocorrer diminuição da pressão normal confinante, causando deformação ou ruptura do terreno vizinho. Estes fatos são notados, principalmente, nos terrenos sem coesão compressíveis, fôfos e saturados.

## 2.2.2.2. Decompressão do terreno de fundação

Quando um escoramento, executado para proteger uma escavação, se deslocar ou se deformar, poderá causar inchamento ou aumento de volumes do terreno de fundação vizinha, produzindo recalques prejudiciais à construção. Fato idêntico se verifica quando se processam movimentos em talude não escorado.

## 2.2.2.3. Carregamento pela água

Quando a escavação tiver de atingir cota abaixo do nível d'água natural e houver necessidade de esgotamento, este poderá causar instabilidade ou mesmo carregamento das partículas finas de solo inconsistente ou não coesivo e solapamento do terreno das fundações vizinhas.

## 2.2.2.4. Rebaixamento do nível d'água

Quando o terreno fôr constituído de camada permeável sobrejacente a camadas moles profundas, será verificada a possibilidade de efeitos prejudiciais de recalques nas construções vizinhas, decorrentes do adensamento das camadas moles, provocado pelo aumento, sobre estas, da pressão efetiva resultante da eliminação de água na camada permável.

## 2.3. ESCAVAÇÕES EM ENCOSTAS

Nas escavações em encostas, serão tomadas precauções especiais para prevenir escorregamentos ou movimentos de grandes proporções nos maciços adjacentes.

2.3.1. Deve-se remover, neste caso, com especial cuidado, as pedras e blocos soltos.

## 2.4. OBRAS DE TERRA

2.4.1. O projeto de obras de terra, tais como: aterros, galerias e túneis, nas proximidades



dades de construções existentes, deverá conter os elementos demonstrativos de que as mesmas obras não virão afetar a estabilidade das citadas construções.

2.4.2. Na execução de escavações para obras de terra próximas a construções existentes, deverão ser tomadas as precauções necessárias para que não haja carreamento de partículas finas do solo por infiltração, e para que não se escave um volume de terra superior ao da cava (perda de terra).

2.4.3. No caso de aterros sobre solos compressíveis, deverão ser tomadas precauções necessárias para que não se produzam movimentos do referido solo sob o peso do atêrro, capaz de prejudicar as construções vizinhas.

### T A B E L A

#### PRESSÕES ADMISSÍVEIS SOBRE O TERRENO DE FUNDAÇÃO

OBS.: O uso desta tabela está condicionado às prescrições contidas no art. 1.1.4.2.2. e seus parágrafos, bem como nos arts. 1.1.4.2.3.1., 1.1.4.2.4., 1.1.4.2.5., 1.1.4.2.6. e 1.1.4.1.6. desta Norma.

a) — Rocha viva, maciça sem laminações, fissuras ou sinal de decomposição, tais como: gnaisse, granito, diábase, basalto ..... 100 kg/cm<sup>2</sup>

b) — Rochas laminadas, com pequenas fissuras, estratificadas, tais como: xistos e ardósias .....	35 kg/cm <sup>2</sup>
c) — Depósito compactos e contínuos de matações e pedras de várias rochas .....	10 kg/cm <sup>2</sup>
d) — Solo concrecionado ..	8 kg/cm <sup>2</sup>
e) — Pedregulhos compactos, e misturas compactas de areia e pedregulho .....	5 kg/cm <sup>2</sup>
f) — Pedregulhos fôfos e misturas de areia e pedregulho. Areia grossa, compacta ....	3 kg/cm <sup>2</sup>
g) — Areia grossa fôfa, e areia fina compacta	2 kg/cm <sup>2</sup>
h) — Areia fina fôfa .....	1 kg/cm <sup>2</sup>
i) — Argila dura .....	3 kg/cm <sup>2</sup>
j) — Argila rija .....	2 kg/cm <sup>2</sup>
k) — Argila média .....	1 kg/cm <sup>2</sup>
l) — Argila mole .....	} são exigidos estudos especiais ou experiência local.
m) — Argila muito mole ..	
n) — Aterros .....	
o) — Outros solos não incluídos nesta tabela.	

NOTA: — As pressões admissíveis indicadas para os solos das classes c) e e) até h) correspondem a solos submersos.

#### BIBLIOGRAFIA

- 1) — A.B.N.T. — (Profs. Brandi Pereira e Costa Nunes) — Anteprojeto de Norma Brasileira de Fundações, 1947.
- 2) — Costa Nunes, A. J. da — Pressão admissível sobre o terreno de fundação. Trabalho apresentado à A.B.N.T. em 1951, revisto em 1959.
- 3) — Zulassige Belastung des Baugrundes — Richtlinien — DIN 1054 — 1953.
- 4) — National Building Code of Canadá, 1953.
- 5) — Building Code of the City of Boston, 1944 — Proposta de revisão do mesmo, janeiro de 1958.
- 6) — Prefeitura do Distrito Federal — Código de Fundações e Escavações, 1952.
- 7) — American Standards Association-American Standard Building Code Requirements For Excavations and Foundations, 1952.
- 8) — Núcleo Regional de São Paulo da A.B.M.S. — Redação sugerida para os capítulos Escavações e Fundações do Anteprojeto do Código de Obras da Prefeitura de São Paulo — 1952.
- 9) — Relatório da Comissão de Estudos sobre Desabamentos. Clube de Engenharia do Rio de Janeiro — 1959.
- 10) — Relatório da Comissão de Estudos sobre Desabamentos do C.R.E.A. da 5ª Região — Rio de Janeiro — 1958.
- 11) — Napolos Neto, A. Ferraz, Costa Nunes A. J. da, e Machado José, — Esboço de um projeto de Norma Nacional para o Projeto e Execução de Fundações — preparado a pedido do Sr. Presidente da A.B.M.S. — Março de 1959.

# O chamado "Polígono das Sêcas", seus

## 1 — TOPOGRAFIA, ACIDENTES GEOGRÁFICOS, SOLO, CLIMA E VEGETAÇÃO

### 1.1 — GENERALIDADES

A área chamada "Polígono das Sêcas", com cêrca de 1.000.000 km<sup>2</sup> e 20 milhões de habitantes, divide-se naturalmente em duas partes:

- a) o Nordeste, compreendendo a totalidade do Ceará e Rio Grande do Norte e parcialmente os Estados do Piauí, Paraíba, Pernambuco, Alagoas e Sergipe;
- b) a segunda parte, que é a do Sul, está encravada em forma de ponta de lança nos Estados da Bahia e Minas Gerais, estendendo-se até Pirapora, que é o extremo sul do "Polígono das Sêcas".

A primeira parte, isto é, o Nordeste, tem área pouco menor que a segunda, mas apresenta maior importância em vista de sua grande população, da ordem de 15 milhões de habitantes, de possuir cidades populosas com algumas indústrias e de dispor de ampla faixa litorânea e terras férteis. Quanto à Zona Sul do "Polígono das Sêcas", a área mais importante e que deve ser estudada em conjunto, é a faixa marginal ao Rio São Francisco, face à sua grande quantidade de água perene para irrigação, que poderá ser levada, para as áreas a irrigar, por gravidade e mediante recalque, ou ainda pela combinação dos dois sistemas.

No restante da área Sul do "Polígono das Sêcas" os problemas devem ser estudados isoladamente para cada uma das áreas parciais.

### 1.2 — ACIDENTES GEOGRÁFICOS DO "POLÍGONO DAS SÊCAS"

Em relação aos cursos de água, o "Polígono das Sêcas" só possui dois cursos d'água perenes: rios São Francisco e Paraíba.

O Rio São Francisco atravessa grande parte da zona semi-árida do "Polígono das Sêcas" e o Rio Paraíba, que serve de limite entre o Piauí e o Maranhão, é praticamente o limite da zona semi-árida do Nordeste com a zona chuvosa que se estende e abrange toda a Amazônia.

Excluindo êsses dois cursos de água, o "Polígono das Sêcas" não possui outro naturalmente perene, pois mesmo o Rio Jaguaribe, que apresenta grande bacia hidrográfica, "corta" no fim de cada estiagem, mesmo nos anos chuvosos, ficando então reduzido a um leito geralmente arenoso entremeado por poças de água que vai evaporando à medida que as sêcas se prolongam.

Nas grandes estiagens, como a de 1958, as únicas fontes de água naturais perenes no "Polígono das Sêcas" foram as da encosta da Chapada do Araripe, que formam o Rio Salgado, porque esta chapada é formada de terreno poroso (arenoso) constituindo, na verdade, um grande reservatório que alimenta as nascentes do Rio Salgado, na zona do Cariri.

No entanto, nas maiores estiagens, estas águas não atingem o leito do Rio Salgado, em virtude da evaporação e infiltração que se processam ao longo dos seus formadores e afluentes.

Quanto à topografia, a Zona Sul do "Polígono das Sêcas" é em geral acidentada, muitas vezes com serras de encostas escarpadas e desnudas de vegetação como sói acontecer no sertão da Bahia, na região das cabeceiras do Rio das Contas e Paraguaçu e no Norte do Estado de Minas Gerais.

O Nordeste semi-árido é formado por planícies (áreas planas e fracamente onduladas) de pequena altitude, entremeadas por serras estreitas e alongadas, com altitudes que raramente vão além de 800 m. A Chapada do Araripe é uma das raras serras de certa amplitude, provindo daí o seu nome. O solo é em geral pouco profundo, com exceção dos terrenos aluvionares.

As vias terrestres de comunicação do Nordeste evitam as serras mencionadas, principalmente as vias férreas, com exceção das Centrais ferroviária e rodoviária de Pernambuco, que não tiveram outra alternativa senão transpor a serra e galgar a chapada de Pernambuco, em demanda da Cidade de Arcoverde, que fica já no Agreste, a 664 metros de altitude, o que lhe garante clima bastante agradável.

## 1.3 — CLIMATOLOGIA DO "POLÍGONO DAS SÊCAS"

Na Zona Sul do "Polígono das Sêcas", compreendendo Bahia e Minas Gerais, o clima é em geral quente durante o dia. Nas zonas das serras e chapadas, com altitude acima de 500 metros, à noite o clima é ameno. Nas baixas altitudes, principalmente no Estado da Bahia, o clima à noite também é quente.

Quanto ao Nordeste semi-árido, fora das serras, a temperatura à sombra não vai geralmente além de 30°C no interior, descendo de 2 a 3 graus durante a noite.

Durante a estação seca, o grau de umidade é normal no litoral e seco no sertão. À noite toda a região é batida pelo vento de Nordeste, que começa a soprar depois das 9 horas da noite e é conhecido sob a denominação regional de "aracati".

Na estação chuvosa, que começa geralmente em fins de fevereiro, o grau de umidade se eleva até 90%, cessando a ventilação, o que dá a sensação de que a temperatura se elevou. Aliás este fenômeno acontece na zona central do País. Nas regiões serranas e suas encostas a temperatura é amena, principalmente à noite.

É bem conhecido o clima agradável das pequenas cidades situadas nas serras de Baturité, Ibiapaba e Chapada do Araripe, no Ceará, e das cidades de Garanhuns e Arcoverde, em Pernambuco, onde o termômetro desce, nas noites de verão, freqüentemente a 22°C e, no inverno local, a cerca de 10°C.

## 1.4 — PLUVIOSIDADE DA REGIÃO

Não é de se admirar que o "Polígono das Sêcas" seja uma região semi-árida, pois a maior parte das regiões áridas e desérticas da Terra está compreendida entre os paralelos 8° e 35° de altitude meridional ou setentrional, correspondendo portanto ao Nordeste.

Aliás o fenômeno pode ser explicado, mas apenas de maneira geral.

Basta considerar que as chuvas de caráter geral são geralmente oriundas de perturbações atmosféricas produzidas por massas frias que se deslocam dos pólos para o Equador. Estas massas vão sendo aquecidas pelas massas quentes e amortecidas mais ou menos pelos acidentes geográficos, não atingindo certas áreas da faixa equatorial e não as beneficiando por isso as chuvas que provocam em sua passagem.

A altura de chuva média anual no "Polígono das Sêcas" é da ordem de 400 mm, o que coloca a nossa região seca em situação privilegiada em relação às áreas áridas dos Estados Unidos, Norte da África e Austrália, onde a altura de chuva média anual das zonas habitadas é da ordem de 170 mm a 230 mm.

Paradoxalmente, esta vantagem a nosso favor veio transformar-se em desvantagem, porque permitiu a colonização intensiva da região, com pecuária e agricultura, sem o recurso à irrigação, pois em vários anos seguidos a precipitação permite essas atividades.

Basta citar o caso de Fortaleza, que está situada na zona semi-árida do "Polígono das Sêcas" e que nos anos chuvosos tem altura pluviométrica maior do que no Rio de Janeiro. Nas sêcas periódicas é também uma das regiões em que menos chove.

O que mais prejudica a produção agrícola e a pecuária do "Polígono das Sêcas" é principalmente a irregularidade das chuvas, pois muitas vezes acontece que a precipitação se dá sob a forma de grandes aguaceiros, seguidos de extensos períodos de estiagem. Além desse fenômeno, que é freqüente, existem as sêcas periódicas, com espaçamentos que vão de 6 a 10 anos, quando então a agricultura quase nada produz e a pecuária fica sacrificada, com perda de grande parte dos rebanhos. A duração das sêcas é de um a dois anos.

O fenômeno da deficiência e irregularidade de chuva no "Polígono das Sêcas" não foi ainda devidamente esclarecido.

As explicações baseiam-se principalmente em hipóteses, em vista da falta de uma rede de estações meteorológicas que abranja todo o Norte do País, incluindo o "Polígono das Sêcas" e também as zonas limítrofes de grande pluviosidade.

Para dar uma idéia das possíveis causas, vamos indicar em resumo como se produzem as chuvas na Terra e particularmente no Brasil.

De início, convém observar que hoje é aceito, sem contradição, que a maior parte das nuvens é de formação marítima e transportada pelos ventos para o interior dos continentes. As nuvens originariamente contêm a água em forma de vapor. Para as nuvens se transformarem em chuva é necessário que se condensem,

isto é, se transformem em gotículas de água, que depois se reúnem para precipitar-se em forma de chuva.

Sabe-se hoje que a condensação das nuvens é produzida, pelo menos em grande parte, pela nucleação, que é a condensação do vapor de água em torno de partículas sólidas sempre existentes na atmosfera, em maior ou menor quantidade, e constituídas por partículas de sal (cloreto de sódio), que sobem para a atmosfera com a evaporação, ou são levadas pela poeira levantada da terra pelos ventos turbilhonares.

Acredita-se também que a queda de meteoritos na atmosfera contribua para formação de núcleos de condensação. Há mesmo uma velha crença entre os agricultores que a frequência das "estrêlas cadentes" é indício de chuva próxima.

Nas nuvens condensadas a água fica sob a forma de gotículas, tornando-se aquelas mais densas e baixas. A nuvem condensada pode ou não precipitar-se sob a forma de chuva. A precipitação das nuvens condensadas, em forma de chuva, é devida a três causas principais, a saber:

- a) deslocamento das massas frias, geralmente no sentido dos pólos para o Equador;
- b) chuvas orográficas, produzidas pela presença de serras extensas e de grande altitude;
- c) perturbações atmosféricas locais.

Como veremos a seguir, quaisquer das três causas produz grupamento e agitação das nuvens.

Se não houvesse grupamento das nuvens a precipitação seria insignificante, pois, por um estudo técnico, chegou-se à conclusão de que, se toda a umidade atmosférica caísse uniformemente sobre a terra, sob forma de chuva, a sua altura seria apenas de 20 mm.

A primeira causa citada (alínea a) é a mais importante, pois produz as chuvas gerais das zonas temperadas e subtropicais. No caso particular do Brasil, que está situado no Hemisfério Sul, as massas frias do Pólo Sul deslocam-se periodicamente por sobre o mar e o continente, até um pouco ao Norte de Belo Horizonte, onde são geralmente contidas pela massa de ar quente equatorial.

Ao longo do litoral do Brasil, as massas frias avançam geralmente até Salvador, na Bahia, por não existirem obstáculos à sua movimentação, o que parece contribuir para pro-

vocar as grandes precipitações da faixa litorânea do Sul da Bahia, que atinge a altura impressionante de 3.000 mm anuais.

O fenômeno da precipitação, nesse tipo de chuva, pode ser assim explicado. No verão, as massas frias do Pólo Sul, deslocando-se na direção do Equador, penetram por baixo da massa quente existente na região, impregnada de umidade, em parte já condensada e a fazem precipitar-se sob a forma de chuva, formando desse modo as chuvas gerais de verão do Sul e Zona Central do Brasil.

Essas chuvas não atingem geralmente o "Polígono das Sêcas", pois as chuvas do Centro do País começam geralmente em outubro e, as do "Polígono das Sêcas", em fevereiro.

As massas frias citadas, que se deslocam no Pólo Sul para o Equador, depois de aquecidas voltam ao Pólo Sul pelas camadas mais elevadas da atmosfera, fechando o ciclo.

Por outro lado, as massas frias do Pólo Norte deslocam-se periodicamente também na direção do Equador, não atingindo porém o Nordeste brasileiro pois, para tanto, teriam de vencer a ampla massa quente da faixa equatorial, de um e outro lados da linha do Equador.

Esse tipo de formação de chuva não beneficia a região do Nordeste, com não deve também beneficiar a Região Amazônica, que no entanto tem precipitação regular e elevada.

A segunda causa citada de formação de chuva (alínea b), isto é, presença de anteparos orográficos, é fato bem conhecido, dispensando explicações.

Esta segunda causa beneficia pouco o Nordeste porque as serras desta região são de pequena altitude, raramente ultrapassando 700 m e formam cadeias paralelas aos ventos dominantes e não normais, como conviria, para as nuvens. Estas serras só servem de anteparo às nuvens baixas e de área limitada, de modo que, no verão dos anos de sêcas, as nuvens que são pouco densas "passeiam" pelo Nordeste sem se precipitar, ou precipitam-se ligeiramente nas cristas das serras mais altas.

As grandes precipitações da região amazônica, por outro lado, só podem ser explicadas por esse tipo de chuva, pois a Cordilheira dos Andes constitui um anteparo considerável e, além disso, os seus cumes sempre cobertos de neve constituem fatores que contribuem para a precipitação da região, por produzirem massas frias que diminuem à medida que se afastam dessa Cordilheira.

A terceira causa de precipitação. (alínea c) é a agitação da atmosfera por ventos ciclônicos locais, devido à diferença de temperatura de regiões próximas.

A nucleação que, como já dissemos, produz a condensação das nuvens, contribui, portanto, para formar os três tipos de precipitação pluvial e, naturalmente, quanto maior a nucleação mais freqüentes e intensas serão as chuvas. É evidente que só a nucleação, isoladamente, não produz chuvas, sendo necessário que exista uma das três causas que citamos nas alíneas a, b e c para ocasioná-la. A prova disso é que existem ilhas marítimas áridas ou semi-áridas, como acontece com a de Fernando Noronha, que são sujeitas às mesmas sêcas do Nordeste.

As causas reais da irregularidade das precipitações no "Polígono das Sêcas", e particularmente no Nordeste, que é a zona mais importante, não estão ainda completamente esclarecidas, pois não foi feito na região um estudo sobre a nucleação, para verificar se há deficiência de partículas de poeira ou de sal na atmosfera, dificultando a condensação das nuvens. Além disso as causas da precipitação são atualmente hipotéticas, por falta de estações meteorológicas convenientemente localizadas, para o estudo do movimento das massas frias de ar.

O que se sabe é que o Nordeste tem temperatura muito estável, medianamente quente, devido a receber correntes equatoriais quentes que vêm da África, e não recebe diretamente as massas frias polares, o que exclui a possibilidade de existirem as chuvas gerais de verão produzidas pelas massas frias do Pólo Sul, como acontece ao Centro e ao Sul do País.

Todo o povo do Nordeste, principalmente o do Ceará, sabe que as primeiras chuvas que se seguem a uma grande estiagem vêm sempre de Oeste, pois as chuvas começam sempre pelo Estado do Piauí.

Esse fato dá a entender que, pelo menos, as primeiras chuvas do Nordeste são produzidas por massas frias que se deslocam no sentido "Oeste-Leste". Pode-se por isso supor que essas massas frias são provenientes da Cordilheira dos Andes, através da bacia amazônica, que, sendo coberta de matas, pouco aquece essas massas.

Em abono desta hipótese pode-se citar o fenômeno, conhecido por "friagem", que se observa ao longo do Rio Paraguai, em Mato Grosso, e também no Território do Acre; neste último, aliás, costuma matar muitos peixes.

As chuvas e sêcas periódicas do Nordeste poderiam, então, ser explicadas pelo maior ou

menor avanço dessas massas frias. No entanto, a irregularidade das chuvas no Nordeste pode também ser causada pela redução periódica da nucleação da atmosfera da região, o que só uma medição direta esclarecerá.

Como já dissemos, a climatologia do "Polígono das Sêcas" não foi ainda estudada convenientemente e mesmo o recente estudo da UNESCO, de 1958, publicado em inglês e cujo título pode ser traduzido por: "Climatologia das Zonas Áridas do Mundo", nem sequer cita o Nordeste como uma das regiões áridas ou semi-áridas do mundo.

Sem um estudo completo de climatologia do "Polígono das Sêcas" não se pode sequer afirmar se a causa da irregularidade de precipitação pluvial da região é parcialmente removível. Na prática, a única deficiência que pode ser corrigida é a insuficiência de nucleação.

#### 1.5 — CHUVA ARTIFICIAL

É freqüente falar-se no Brasil, e especialmente no Nordeste, em resolver o problema das sêcas por meio de chuvas provocadas artificialmente. Damos por isso nosso ponto-de-vista a respeito desse assunto. De início, deve-se considerar que não é uma utopia a chuva provocada artificialmente, pois já se tem obtido algum resultado a esse respeito.

Os métodos tentados baseiam-se na nucleação artificial, que aliás é o único no estado atual de nossos conhecimentos.

No entanto, até hoje o problema não foi resolvido na prática, nem mesmo nos Estados Unidos, nem técnica nem economicamente. Há já visto que o "Bureau of Reclamation", principal órgão oficial que trata dos problemas ligados à hidrologia nos Estados Unidos, não acredita, até hoje, na praticabilidade da chuva artificial e continua a construir a sua ampla rede de canais de irrigação, com os seus grandes reservatórios, nisso despendendo bilhões de dólares.

Da mesma maneira pensa e age o "Corp of Engineers", outro órgão oficial daquele país e também especializado nesse setor. No estado atual dos nossos conhecimentos não é possível, portanto, pensar em resolver o problema das sêcas do Nordeste com chuva artificial.

De passagem diremos que, mesmo chegando, no futuro, prática e economicamente, à obtenção de chuvas artificiais, a açudagem não perderia sua utilização, porque tem finalidade múltipla, inclusive a criação de peixes, perenização dos cursos de água, produção de energia elétrica etc.

Para encarecer a importância da açudagem basta dizer que o maior rio do Nordeste, que é



o Jaguaribe, após cessado o período das chuvas "corta" dois outros meses depois. É que o solo do Nordeste é de pequena espessura em relação às camadas impermeáveis e por isso não tem capacidade de armazenar água para perenizar os cursos de água, como acontece no Centro e no Sul do País.

#### 1.6 — VEGETAÇÃO DO "POLÍGONO DAS SÊCAS"

O solo do "Polígono das Sêcas", e particularmente o Nordeste, é sempre revestido de vegetação. Mesmo as pequenas áreas arenosas, que existem em algumas regiões, são fixadas pela vegetação, muitas vezes raquítica, não se falando naturalmente das dunas litorâneas, cuja área é relativamente pequena e que existem em todo o litoral do País.

Nas áreas das planícies, a vegetação dominante é a chamada da caatinga, cujo porte varia com a natureza e inclinação do terreno.

Na sua maior parte, as folhas dessa vegetação caem anualmente na estação seca, permanecendo a planta em uma espécie de vida latente, de modo que se cobrem logo de nova folhagem sob a ação das primeiras chuvas.

A espécie vegetal natural que resiste à seca, sem perder as folhas, são as chamadas xerófilas, constituídas por várias famílias, inclusive leguminosas com boa porcentagem de proteína, prestando-se à alimentação dos rebanhos.

As principais xerófilas de utilidade para o homem são a oiticica, juazeiro, quixaba, cajueiro, palmáceas (carnaúba e côco da Bahia) e cactáceas (xique-xique, mandacaru, palmas etc.)

Das plantas hidrófilas a que melhor resiste às sêcas é a mangueira, devido à sua grande vitalidade e capacidade de se adaptar ao solo para sua existência. É, além disso, a fruteira que mais produz nos períodos de seca, pois mesmo o cajueiro, que é uma xerófila, reduz sua produtividade nas estiagens, por ter necessidade de umidade atmosférica para a polinização, exigindo para isso alguma chuva.

Grande parte da vegetação da zona semi-árida do "Polígono" é dotada de raízes em for-

ma de tubérculo, como acontece com o umbu, que armazena água para utilizá-la nas épocas sêcas. A previdência dessas plantas sugere uma solução para os homens da região.

As serras da região e suas encostas são muitas vezes revestidas de florestas tropicais, com excelentes madeiras de lei, que em grande parte já foram devastadas pelo homem, expondo o solo à erosão produzida pelas chuvas torrenciais, de modo que as xerófilas passarão a substituir as matas tropicais das regiões serranas.

Aliás, a propósito de desmatamento, muito se tem dito sobre a sua influência quanto à deficiência das chuvas no Nordeste e algures.

Hoje está porém estabelecido que o destamamento não tem praticamente influência na precipitação pluvial. O que é verdade é que a mata auxilia a regularização dos cursos de água, e isso é outra coisa. Para o caso em geral o assunto não merece sequer ser citado porque, a não serem as serras, que representam uma pequena parcela da área, a região nunca possuiu florestas, o que é atestado pela própria natureza do solo pouco profundo e pelas características da vegetação.

Do Estado da Paraíba até ao Sul da Bahia as zonas sempre foram caracterizadas pelas denominações de Zona da Mata, Agreste e Caatinga (ou Sertão), mantendo até hoje essas denominações, apesar da Zona da Mata haver sido completamente desmatada na Paraíba, Pernambuco e Sergipe.

Fala-se freqüentemente em resolver o problema do Nordeste com o florestamento, o que é outra fantasia, pois não há tipo de essência de valor industrializável resistente às sêcas periódicas da região. O eucalipto já foi tentado à margem da BR. 13, próximo de Fortaleza e sofreu grandes danos na seca de 1958.

Útil seria, sim a cultura de xerófilas forrageiras, como algaroba e a quixaba, para criação de gado, pois não existe xerófila que se preste à produção de madeira para a indústria. A quixaba presta-se a construções rurais, mas é de pequeno porte.

## 2 — PRODUÇÃO AGRÍCOLA

A produção agrícola do "Polígono das Sêcas", e particularmente do Nordeste, é a seguinte:

2.1. *Cereais*, que constituem a base da alimentação do nordestino em geral, isto é, feijão, mi-

lho e arroz, sendo que, quanto ao milho e feijão, a produção dos anos de chuvas normais pode exceder, como tem ocorrido várias vezes, ao consumo da região.

O Estado do Ceará normalmente é considerado o 4.º produtor de feijão no Brasil. O arroz

é pouco produzido no sertão nordestino e só tem consumo nas cidades. A área de produção de cereais abrange quase toda a região, concentrando-se as culturas nas regiões mais férteis, principalmente nas terras de aluvião que acompanham os cursos de água. Nos anos de seca a plantação limita-se às pequenas áreas irrigadas, havendo extrema deficiência de produção, o que obriga a importar cereais de outras zonas do País, ou mesmo de outras áreas do "Polígono das Secas", pois, de maneira geral, as secas periódicas não o afetam totalmente.

2.2. A mandioca é empregada na fabricação de farinha, que constitui também alimentação indispensável ao sertanejo da região.

A cultura faz-se geralmente em todo o "Polígono das Secas", sendo a área da sua maior densidade a Chapada do Araripe, no Ceará, cujo terreno arenoso, com certa porcentagem de argila e humus, constitui a terra de bom rendimento.

A produção da mandioca nos anos de chuvas normais (300 a 400 mm) excede ao consumo.

Nos anos secos a produção reduz-se e torna-se insuficiente. A muda (rama) é preservada no campo, em forma de vida latente, por maior que seja a seca, pois a mandioca tem uma grande resistência, apesar de ser planta hidrófila.

2.3. *Cana-de-açúcar* — É cultivada nas regiões serranas do Nordeste e na zona do Cariri (Ceará) principalmente para fabricação da rapadura e açúcar, sendo a rapadura gênero alimentício de grande consumo no Nordeste.

Em algumas áreas da região serrana fabrica-se também aguardente de cana, o que é um inconveniente porque sob o ponto-de-vista é um produto de valor nulo, para não dizer negativo, pois não tem valor como alimento e ocupa áreas da pequena irrigação existente, cuja melhor utilização seria na cultura de cereais.

Nos anos de seca a cultura da cana fica também prejudicada, mas preserva-se sempre a muda (olhadura).

2.4. *Culturas das zonas irrigadas* — Nas zonas irrigadas, que infelizmente constituem ainda áreas mínimas, cultivam-se de preferência a bananeira, laranjeira, coqueiro da Bahia, mandioca e feijão. Não se cultiva o milho pois ele não se presta ao tipo de cultura com irrigação por infiltração; e a irrigação por aspersão, que seria a indicada, é um tipo antieconômico para o produto, cujo preço unitário é barato.

Hoje já se vão cultivando também os legumes e verduras, pois a população começa a

acostumar-se a esse tipo de alimento. Quanto aos tubérculos, a batata doce é um dos tradicionais alimentos do nordestino, como em todo o interior do Brasil.

A alimentação proveniente da pesca dos açudes já entrou nos hábitos da população residente nas imediações dos açudes, principalmente durante as secas periódicas do Nordeste porque, com a redução do volume de água dos açudes durante a seca, a pesca é mais favorecida em produtividade.

2.5. A produção de frutos tropicais é tradicional, principalmente a manga, caju, melancia, abacaxi ou ananás etc. Com a açudagem e irrigação, a produção principia a generalizar-se na zona irrigada, mesmo durante os anos secos.

A exploração do côco da Bahia faz-se geralmente na faixa litorânea chuvosa, nos Estados da Bahia, Alagoas, Sergipe, Pernambuco e Paraíba, sendo os coqueirais nativos acrescidos com novas culturas, em vista dos lucros proporcionados pelo produto da industrialização do côco, cuja gordura vem substituindo a animal, com vantagem para a saúde.

Nas zonas irrigadas do Ceará e outros Estados, vem sendo cultivado o coqueiro, com irrigação, o que garante a sua maior produtividade na Zona do Sertão.

2.6. Outros produtos agrícolas do Nordeste que se destinam mais à industrialização são as fibras, principalmente o algodão de fibra longa (tipo Mocó), o sisal e o caroá, que, sendo xerófilas, resistem mesmo às maiores secas, tendo apenas reduzida a produção.

Dois tipos de produção do Nordeste, carnaúba e mamona, destinam-se à indústria.

A carnaúba é um produto nativo tradicional do Nordeste e particularmente do Ceará. Os carnaubais naturais têm sido acrescidos com novas áreas cultivadas.

O babaçu é um coqueiro nativo do Piauí e principalmente do Maranhão, explorado rudimentarmente até agora.

A mamona foi há pouco introduzida e está sendo cultivada com sucesso, graças à sua grande resistência às secas.

A cultura da cana-de-açúcar em grande escala, para produção industrial do açúcar e álcool, é feita na faixa litorânea úmida (Zona da Mata), nos Estados de Pernambuco, Paraíba, Alagoas e Bahia, ficando portanto fora do "Polígono das Secas".

É uma cultura análoga às dos Estados do Rio de Janeiro, São Paulo e outros Estados sulinos.

### 3 — PRODUÇÃO DA PECUÁRIA E PEQUENOS ANIMAIS DOMÉSTICOS

3.1. *Gado bovino* — A criação do gado bovino no "Polígono das Sêcas" é bem desenvolvida, sendo que no Nordeste, nos anos normais, é da ordem de 13.000.000 de cabeças, suficiente para abastecer a população do sertão e das Capitais dos Estados nordestinos, cuja população total é da ordem de 22 milhões de habitantes.

Comparando com o resto do País, onde existe um rebanho de cerca de 50 milhões de cabeças, para uma população da ordem de 41 milhões de habitantes e levando em conta que o gado do Sul pesa bem mais do que o do Nordeste, verifica-se que o sulista come mais carne do que o nordestino, fato, aliás, bem sabido.

No entanto a diferença não é tão grande quanto parece à primeira vista, porque a região Sul do País exporta carne para o exterior e, na época das sêcas, supre o Nordeste de xarque.

As sêcas periódicas que assolam o Nordeste devastam grande parte desse rebanho e o restante fica extremamente magro e doente.

Ao contrário da agricultura, que é reconstruída logo que se apresenta um ano chuvoso, a pecuária demora vários anos para refazer-se e é de novo dizimada na seca seguinte.

Felizmente há compensação porque as pequenas sêcas que afetam a agricultura não produzem grandes danos à pecuária.

Somente nas sêcas longas e intensas é que os pecuaristas são obrigados a vender a maior parte de seu gado, ou enviá-lo para as regiões onde ainda há pastagens, geralmente no Piauí ou mesmo no Maranhão e para a zona da Mata, no litoral de Pernambuco, Alagoas e Bahia.

Isso mostra as dificuldades periódicas com que lutam os pecuaristas locais, muitas vezes também agricultores, pois sendo os períodos de seca prejudiciais à pecuária de 10 em 10 anos, seus rebanhos sofrem constantemente, tornando instável a sua economia. É verdade que o "Polígono das Sêcas", e em especial o Nordeste, possui plantas forrageiras resistentes à seca, dotadas de capacidade alimentícia, umas mais outras menos suficientes, porém que servem para manter o gado num período de um ou dois anos, ou seja a duração máxima da seca.

Estas plantas são as xerófilas (cactos, quixaba, juazeiro etc.) além de variedades importadas de outras regiões, como a algaroba, sendo

esta uma leguminosa trazida do Peru e cultivada agora com sucesso no Nordeste.

Em algumas regiões dos Estados de Pernambuco, Paraíba e Bahia, os pecuaristas plantam a variedade de palmas sem espinhos e outra, pequena, contendo açúcar, que alimenta melhor o gado. As gramíneas forrageiras e a própria cana-de-açúcar plantada nas proximidades dos pequenos açudes ajudam essa alimentação.

No entanto, noutras regiões e principalmente no Estado do Ceará, os pecuaristas são de uma imprevidência de pasmar, pois não cultivam as conhecidas forrageiras resistentes às sêcas e mesmo alguns criadores que possuem açudes não plantam gramíneas forrageiras nas suas imediações, para irrigá-las quando faltarem as chuvas.

Aliás, nem o *Ministério da Agricultura*, nem as Secretarias de Agricultura dos Estados possuem postos agrícolas para orientar os pecuaristas, como devem eles proceder para salvar o gado na estiagem; outrossim não lhes fornecem mudas e sementes das plantas forrageiras xerófilas nem os orientam na sua plantação, até que ela se transforme em rotina.

Em conclusão, o problema da pecuária no "Polígono das Sêcas" tem solução, mesmo independente da irrigação, bastando generalizar-se a cultura de plantas xerófilas forrageiras (algaroba, quixaba, cactos sem espinhos etc.), que podem constituir alimentação para o gado nos períodos de seca e bem assim nos períodos normais. Mesmo o problema de água para o gado não é tão importante, contanto existam a cultura da palma grande sem espinhos etc.), que podem constituir alimentação para o gado nos períodos de seca e bem assim nos períodos normais. Mesmo o problema de água para o gado não é tão importante, contanto existam a cultura da palma grande sem espinhos, que dessedenta o gado, e açudes públicos convenientemente distribuídos.

3.2. *Rebanhos ovino e caprino* — São bem numerosos os rebanhos ovino e caprino para satisfazer a procura da carne de carneiro e cabrito, muito apreciada na região e, além disso, devido a resistirem melhor à seca do que o gado vacum. A criação desses rebanhos é feita geralmente pelos agricultores que cuidam também do mencionado tipo de criação.

Não obstante a maior resistência ao flagelo da seca, ovinos e caprinos também sofrem nas secas de maior duração, quando então falta completamente a água para dessedentá-los.

3.3. *Pequenos animais domésticos* — Os agricultores do Nordeste criam igualmente suínos

e aves domésticas (galinhas, patos e galinhas) para sua alimentação própria e venda dos excedentes.

Referido tipo de criação é em grande parte devastado pelas secas periódicas do Nordeste por lhes faltarem o milho e a alimentação verde.

#### 4 — PRODUÇÃO INDUSTRIAL DO "POLÍGONO DAS SECAS"

A produção industrial do "Polígono das Secas" é constituída de:

4.1. Extração de sal da água do mar por meio de salinas em Macau, Areia Branca, Fortaleza e outros locais, sendo o Nordeste o maior produtor de sal do Brasil, justamente por ser a região seca, o que garante um grande rendimento, pois a evaporação é natural.

4.2. Pesca e sua industrialização em pequena escala, quer no mar, quer nos açudes públicos e particulares e no Rio São Francisco.

Apesar da ampla faixa marítima que possui o Nordeste, a pesca e sua industrialização são relativamente pouco desenvolvidas, mas contribuem em muito para a alimentação dos habitantes das cidades e povoações marítimas.

A pesca no mar ainda se faz utilizando a antiquada jangada, o que dá reduzido rendimento.

Só há pouco os japoneses vêm operando nos mares do Nordeste com embarcações modernas, dedicando-se principalmente à pesca do atum, ora adquirido a preço acessível.

No entanto, mesmo a técnica adotada pelos japoneses não é perfeita. Basta dizer que o atum vendido apresenta uma carne escura, de aspecto pouco atraente, devido à coagulação do sangue, quando uma providência simples, consistindo apenas em sangrá-lo ao ser pescado, torná-lo-ia de carne branca e de melhor paladar.

O "peixamento" dos açudes do Nordeste, bem como a pesca, são feitos com técnica esmerada sob a orientação do DNOCS, que tem um *Serviço de Piscicultura* com organização técnica e administrativa adequadas. No momento, o DNOCS programa a criação de novos postos em outras regiões do Nordeste, para "peixamento" dos açudes, por meio de alevinos criados nesses postos. O transporte de alevinos é feito, como convém, por meio de caminhões e qualquer demora faz perder todo o material. Daí a necessidade da criação de novos postos, como está programada.

4.3. O Nordeste, e particularmente o Ceará, adotava até há pouco processo rudimentar para industrialização da cera da carnaúba, mas já se

começaram a instalar fábricas, que, além de darem maior rendimento, fazem bastante melhor o beneficiamento do produto.

4.4. A oiticica é, como se sabe, um produto nativo do Ceará. Hoje industrializa-se principalmente em Fortaleza, produzindo o óleo de oiticica, que veio substituir o óleo de tungue na fabricação de tintas.

A sua produção tende a aumentar, pois o "*Serviço Agro-Industrial*" do DNOCS estudou uma variedade de oiticica precoce, que pode ser cultivada no Nordeste com grande sucesso.

4.5. Outro produto nativo que pode ter tanto sucesso como a oiticica, e mesmo maior, é o babaçu, cuja industrialização vem sendo há muito tentada e agora parece que vai ser ampliada em grande escala. Até aqui a industrialização tem sido rudimentar, produzindo pequeno rendimento. O habitat do babaçu é o Piauí, e principalmente o Maranhão, onde forma verdadeiros bosques ao longo dos cursos de água, pois é árvore hidrófila.

4.6. Beneficiamento da fibra do algodão e do agave (sisal), inclusive fiação e tecelagem.

As principais fábricas são localizadas em Recife, Campina Grande e Fortaleza. Como acontece com as demais indústrias, a deficiência de energia elétrica retardou durante muito tempo a expansão dessa indústria.

4.7. *Fábrica de cimento* — A fábrica de cimento mais importante é localizada no Recife e sua produção é insuficiente para o abastecimento do Nordeste, principalmente agora que a indústria de construção civil invadiu todo o Norte do País, em especial Salvador, Recife, Campina Grande, Fortaleza e Belém, onde os arranha-céus estão sendo levantados em todas as zonas rurais dessas cidades.

O Estado da Paraíba possui também uma fábrica de cimento, satisfazendo às necessidades do Estado.

Outra fábrica de cimento foi recentemente construída em Salvador, Bahia; sua produção é apenas capaz de suprir o consumo do Estado.

4.8. *Metallurgia* — Não existe siderurgia no Nordeste do País, sendo os produtos básicos obtidos do Sul do País ou importados. O que há nas Capitais do Norte são pequenas metalúrgicas que fabricam parafusos, molas, bronzes etc.

O aço em barra para concreto, atualmente muito consumido no Norte do País, vem do Sul, quando poderia ser produzido nas principais Capitais do Nordeste e Norte, por meio de fornos de aço e laminadores utilizando-se, como material de transformação, a sucata, completada pelo gusa recebido das siderúrgicas do Centro do País, como aliás fazem até hoje São Paulo e os demais Estados do Sul.

4.9. *Industrialização da cana-de-açúcar* — No "Polígono das Sêcas" a industrialização da cana-

de-açúcar destina-se à fabricação da rapadura e aguardente em pequenos engenhos ou banguês.

As grandes usinas de açúcar e álcool ficam localizadas no litoral chuvoso (Zona da Mata) dos Estados da Paraíba, Pernambuco, Alagoas e Bahia.

4.10. *Indústria petrolífera* — Está sob monopólio estatal como convém às indústrias básicas, e encontra-se localizada na faixa chuvosa do litoral da Bahia, que é formada em grande parte por terreno sedimentar.

O "Polígono das Sêcas" não deve possuir petróleo, pois está todo situado no chamado complexo cristalino, cujo embasamento são os gneiss e o granito.

A outra zona de possibilidade petrolífera do Norte do País começa no Maranhão e se estende pela Bacia Amazônica.

## 5 — PROBLEMAS DO "POLÍGONO DAS SÉCAS" E SOLUÇÕES

Os problemas principais que afligem o "Polígono das Sêcas", e em especial o Nordeste, são os seguintes:

- o flagelo das sêcas periódicas e seus reflexos sobre a população da região (deficiência de água e alimentação);
- açudagem e irrigação;
- deficiência de vias de comunicação;
- deficiência de energia elétrica;
- deficiência de produção industrial;
- reforma agrária para a região;
- problemas dos excedentes de população.

Estudaremos cada um desses problemas separadamente, para melhor compreensão.

### 5.1 — GENERALIDADES

Examinando os problemas do Nordeste, resumidos nos sete itens citados anteriormente, verifica-se desde logo a complexidade de qualquer solução simplista ou a curto prazo.

Basta que se diga que, em todo o mundo, país algum resolveu problema semelhante, para uma área tão vasta como o "Polígono das Sêcas", que é da ordem de 1.000.000 km<sup>2</sup>.

Mesmo os Estados Unidos, com seu vasto potencial e industrial e depois de gastos astronômicos, conseguiram resolver o problema apenas para uma área de 400.000 hectares (4.000 km<sup>2</sup>) de sua zona árida, que é da ordem

de 1.200.000 km<sup>2</sup>, um pouco maior portanto do que a área do nosso "Polígono das Sêcas".

O Egito, auxiliado pelos ingleses, resolveu o problema somente para uma estreita faixa ao longo do Nilo, satisfazendo apenas a uma pequena parte da população deste País.

Os judeus, com todo o potencial econômico que possuem no mundo, estão lutando em Israel para irrigar uma pequena parte de seu território que tem uma área total inferior à do Estado de Alagoas. A área que estão irrigando destina-se a manter a população atual de Israel, de apenas 2 e meio milhões.

A Austrália, colonizada por ingleses e fazendo parte da "Commonwealth" britânica, dispondo também de grande capacidade econômica e industrial, está a braços com o mesmo problema e não pensa em dar-lhe solução próxima, pois isso seria impossível.

Possuindo um continente, os australianos somam hoje apenas 10 milhões de habitantes, concentrados principalmente nas encostas das montanhas de Leste da grande ilha, onde praticam a agricultura enquanto que com a pecuária, auxiliada pela cultura de cereais, avançam aos poucos sobre a zona árida, obtendo geralmente água do desvio das cabeceiras dos cursos fluviais da região serrana e por meio de poços, pois a região possui muita água no subsolo, contrariamente ao nosso Nordeste cujo solo é em grande parte impermeável.



A França, nas suas colônias no Norte da África, luta com o mesmo problema secular e não pensa resolvê-lo senão parceladamente, apesar dos vultosos recursos já investidos em grandes obras de Engenharia Hidráulica que estão em prosseguimento.

Temos, portanto, de contentar-nos também em resolver os problemas do "Polígono das Sêcas" por etapas, atacando naturalmente as de maior premência.

Já dissemos que na zona árida do Nordeste do Brasil, sendo mais privilegiada do que as suas congêneres do globo, — por apresentar maior altura de chuvas anual (cêrca de 400 mm) enquanto que as demais regiões têm de 170 a 230 mm — esta vantagem veio criar maiores dificuldades, porque possibilitou a colonização extensiva e intensiva de tôda a região do Nordeste, obrigando-os a atendê-la logo em conjunto.

Vamos passar a estudar os problemas do "Polígono das Sêcas" sintetizados nos sete itens citados.

#### 5.1.1 — O FLAGELO DAS SÊCAS PERIÓDICAS E SEUS REFLEXOS SÔBRE A POPULAÇÃO DA REGIÃO (DEFICIÊNCIA DE ÁGUA E ALIMENTAÇÃO)

É sem dúvida o problema mais urgente a ser encarado, pois está ligado ao desemprego e à fome periódica de considerável parte da população da região e, como consequência, pelo desespêro, podendo levar à subversão da ordem pública.

Trata-se de um problema sobretudo agropastoril, como vamos esclarecer, e como tal deve ser resolvido, uma vez que não se pode nem é conveniente transformar uma região agropastoril em área inteiramente industrializada.

Nos anos de precipitação normal, que vai de 300 a 400 mm, quando as chuvas são bem distribuídas, a agricultura e a pecuária prosperam razoavelmente no Nordeste e a produção agropecuária é suficiente para suprir a região inclusive as Capitais dos Estados.

Tôda a região e as grandes cidades do litoral têm fartura alimentar, inclusive com as deliciosas frutas tropicais e isso em períodos que algumas vêzes se estendem por dez anos.

Sobrevem então o período da seca, que geralmente dura de um a dois anos e então os fazendeiros e os maiores pecuaristas, finda a última esperança de chuvas, no mês de março, dispensam os seus empregados, que são assalariados, por não poder mantê-los sem produzir, e estes vão formar o primeiro grupo de desempregados (flagelados).

Os fazendeiros e pecuaristas mudam-se então para as pequenas cidades próximas ou mesmo para as Capitais dos Estados, quando possuem mais recursos. Os donos de pequenos açudes resistem em suas propriedades até o açude se esgotar.

Ao primeiro grupo de flagelados, citado, vão-se incorporando os sitiados que não possuem recursos nem crédito para passar o período do flagelo, abandonando ou vendendo suas terras.

Ajuntam-se, a esses, uns poucos elementos deslocados das cidades e povoações do interior e formam levas de flagelados sem alimento, aos quais o Governo Federal tem assistido, criando serviços de emergência para aqueles que podem trabalhar e estes, por sua vez, vão mantendo suas famílias. Infelizmente ficam ao desamparo os velhos e viúvas com filhos pequenos, que não possuem arrimo.

O êxodo migratório torna-se mais intenso, porém o número de retirantes é pequeno em relação ao número de flagelados, por falta de recursos e dificuldades de localização e condução.

O comércio e a indústria em geral não dispensam os seus empregados, porquanto, devido ao auxílio federal, a vida comercial e industrial continua, embora com menor intensidade, pois o povo passa a comprar apenas o indispensável.

A produção agrícola cai praticamente a zero no que diz respeito à produção de cereais e farinha de mandioca, base da alimentação do sertanejo; e a pecuária é grandemente prejudicada, não podendo fornecer carne, porque o gado fica excessivamente magro.

Os únicos alimentos locais são provenientes das regiões dos açudes, inclusive a pesca, bem como da pesca do litoral que praticamente só beneficia as cidades e povoações litorâneas.

O abastecimento de gêneros alimentícios às cidades do Nordeste, normalmente feito pela agricultura e pecuária do sertão, inverte o seu curso e as cidades litorâneas que possuem portos, como Salvador, Aracaju, Maceió, Recife, João Pessoa e Fortaleza, passam a receber esses gêneros pelo mar, redistribuindo-os ao mesmo tempo pelo sertão. Colaborando com o abastecimento via marítima, hoje os caminhões transportam gêneros, do Sul do País e de outras regiões do Norte, em tôrno da zona flagelada e não atingida pela seca.

O número de flagelados aumenta em tôdas as sêcas do "Polígono", especialmente no Nordeste, apesar dos trabalhos de açudagem que o DNOCS vem executando, devido principalmente

ao acréscimo da população do Nordeste, a qual praticamente duplicou neste século.

Assim, em 1942 o número de flagelados foi de 35 mil; em 1953, de 119 mil; e, em 1958, atingiu a 500 mil flagelados socorridos diretamente, o que, com suas famílias, corresponde a cerca de 2.500.000 pessoas.

Um fato precisa ficar bem esclarecido ao se estudar o problema do flagelo da seca no "Polígono das Sêcas": o DNOCS não possui organização permanente para atender aos flagelados, isto é, não foi organizado como órgão de assistência social. Trata-se apenas de um departamento de obras relacionadas com a seca, com organização apenas para construir obras programadas. Tampouco o DNER, habitualmente chamado a dar trabalho a dezenas de milhares de flagelados, dispõe de recursos humanos, de chefia e de comandos hierarquicamente escalonados, como lhe falecem aparelhamento material e organização apropriados para repentinamente ter de empregar levas e mais levas de flagelados.

O serviço de assistência aos flagelados tem sido até aqui improvisado portanto de pouca eficiência.

Proseguindo no estudo anterior, sabemos que, nas grandes estiagens, todos os cursos de água naturais do Nordeste deixam de correr, "cortam" na linguagem popular, e, se não existisse a açudagem, mesmo incompleta como ainda está, não seria possível manter a população atual no interior da região flagelada, por falta de água. Nem mesmo seria possível manter o gado e os demais animais domésticos, que morreriam de sede.

Também se não existisse a ampla rede rodoviária que o Nordeste possui atualmente, quase toda construída pelo Governo Federal como obra de emergência, seria praticamente impossível o socorro à população flagelada do interior; nem mesmo haveria possibilidade de seu êxodo para as regiões não afetadas pela seca. A Rio-Bahia, por muitos atacada como "despovoadora", constitui a rigor verdadeira válvula de escape e evita que os flagelados se aglomerem nas Capitais nordestinas, criando problemas sócio-econômicos de solução imprevisível.

#### 5.1.1.1 — PROBLEMA AGRÍCOLA

O problema da agricultura nas zonas não irrigadas, na época das sêcas periódicas, não tem solução na região, pois as plantas xerófilas, a não ser o coqueiro da Bahia e o cajueiro, não se prestam em geral à alimentação humana,

senão indiretamente. Como, porém, nos anos normais há excesso de cereais (milho e feijão) e de farinha de mandioca, a solução para alimentar as populações do sertão na época das sêcas é construir, por organizações governamentais, silos e armazéns, comprando os gêneros na colheita, a preços razoáveis, o que incentivará mais a produção.

Não quer isso dizer que a açudagem e a irrigação não auxiliem a agricultura. Muito pelo contrário, elas auxiliam e ajudarão ainda mais no futuro, quando a açudagem e a irrigação forem ampliadas. Basta dizer-se que um hectare irrigado pode produzir, em qualquer época, dez vezes mais do que um hectare sem irrigação nos anos chuvosos, pois excepcionalmente é possível serem obtidas duas colheitas por ano.

Uma referência especial deve ser feita sobre o "Plano de Irrigação do Vale do São Francisco", ora em andamento. É sem dúvida o maior plano de irrigação do "Polígono das Sêcas", pois a quantidade de água é praticamente ilimitada em relação à área irrigável, principalmente depois da construção da *Barragem de Três Marias* e das outras que virão.

Como se trata de uma grande área, a sua produção agrícola já está beneficiando os Estados da Bahia, Pernambuco e Minas Gerais e, num futuro relativamente próximo, poderá abastecer o Nordeste, em vista da facilidade de comunicações, já existentes e em melhoramentos, entre esse vale e o Nordeste, quer via rodoviária, ferroviária e fluvial.

#### 5.1.1.2 — PROBLEMA DA PECUÁRIA

O problema da pecuária pode ser resolvido, sem o recurso da irrigação, por meio da pequena e média açudagem e onde fôr possível conseguir água por meio de poços.

A alimentação dos rebanhos será obtida pela ampliação do cultivo das xerófilas forrageiras, como a algaroba, quixaba, palma etc.

Nos anos chuvosos o consumo das xerófilas será menor, permitindo a reconstrução das culturas, pois o gado alimentar-se-á também das ramas forrageiras existentes na região.

Medida de grande utilidade será a criação, no "Serviço Agro-Industrial" do DNOCS, de um setor que se incumba de orientar os pecuaristas como organizar uma fazenda com a cultura das xerófilas forrageiras, para resistir à seca, fornecendo sementes e mudas das variedades mais indicadas.

Ao que nos parece, a orientação do "Serviço Agro-Industrial" do DNOCS tem sido até aqui o aproveitamento das áreas irrigadas pelos açudes, o que também é de grande importância.

Justifica-se a ampliação do "Serviço Agro-Industrial", neste setor, uma vez que o Ministério da Agricultura não cuida dele por ser problema regional e a maior parte das Secretarias de Agricultura dos Estados não possui recursos nem pessoal técnico especializado para fazê-lo.

Mesmo melhorando o problema da pecuária no Nordeste ou, de maneira mais geral, no "Polígono das Sêcas", e planejando a localização dos excedentes de população do Nordeste, o flagelo produzido pela seca não terá solução senão num período de tempo longo, pois temos de convencer-nos de que o problema do Nordeste é de solução a longo prazo. Deve ser, porém, apressada a solução por etapas.

Assim é indispensável o Governo Federal iniciar quanto antes o estudo de um programa de obras, para ser executado no próprio Nordeste e nas regiões que interessam à localização dos excedentes da população, a fim de não se fazer improvisação por ocasião do flagelo, como tem acontecido até agora.

Esse programa deve compreender a construção de canais de irrigação, pequena açudagem e estradas de importância, que podem ser construídos manualmente, com técnica pouco esmerada, como acontece com as obras executadas pelos flagelados.

Por ocasião das secas os projetos já devem estar prontos e as admissões dos flagelados precisam ser feitas para obras bem determinadas, pois existe grande resistência na transferência do pessoal de um serviço para outro, de improviso, em virtude do problema de família que cada um geralmente tem.

#### 5.1.2 — AÇUDAGEM, IRRIGAÇÃO E POÇOS

Pelo exposto pode-se afirmar, sem possibilidade de erro, qualquer que seja o plano para resolver os problemas do "Polígono das Sêcas", e particularmente do Nordeste, que a açudagem com irrigação e a construção de rodovias são uma constante, a menos que se despove o sertão, o que é uma idéia extravagante para quem conhece o Nordeste. É evidente que a pecuária e a cultura de fibras para a indústria de tecidos são as atividades mais adequadas à região, mas não é possível prescindir da agricultura.

A açudagem, em regiões áridas como o Nordeste, tem funções múltiplas, algumas das quais indispensáveis e insubstituíveis para um povo civilizado de mentalidade ocidental como

o nosso. As principais funções podem ser resumidas nos 8 itens seguintes:

- a) utilização direta pelo homem e animais domésticos para suas necessidades vitais, inclusive abastecimento de água às cidades e povoados;
- b) higiene;
- c) irrigação para manutenção da agricultura e pecuária;
- d) criação de peixes de variedades selecionadas;
- e) produção de energia elétrica;
- f) servir de vias de transporte subsidiárias;
- g) recreação sobre água;
- h) ação benéfica sobre o clima local (microclima), que é muito seco nas estiagens.

Existe na imprensa do Rio e do Nordeste uma discussão bizantina sobre grande, média e pequena açudagem, como se tais tipos de açudagem fossem incompatíveis.

É um erro esse ponto-de-vista, porque o "Polígono das Sêcas" necessita dos três tipos de açudagem e eles até se completam.

A desvantagem da pequena açudagem é que geralmente não resiste às grandes secas. O DNOCS tem procurado corrigir este inconveniente fazendo exigências técnicas para a construção dos pequenos açudes em cooperação com os fazendeiros. Essas exigências, entre outras condições, estabelecem açudes profundos para reduzir a evaporação.

Atualmente o DNOCS está experimentando o emprêgo de uma camada oleosa nos pequenos açudes para reduzir a evaporação. A questão em dúvida é saber se essa camada vai prejudicar a aeração da água e, portanto, a vida dos peixes. Se a experiência for coroada de êxito, ter-se-á resolvido o problema da pequena açudagem.

Em relação aos poços, apesar do Nordeste ter em geral pouca água no subsolo, existem algumas regiões de solo mais profundo e permeável onde a utilização dos poços tubulares é possível e econômica, como em regiões do Rio Grande do Norte, Piauí e mesmo do Ceará.

Esse fato é importante porque todas as maiores cidades do sertão, inclusive Fortaleza, têm deficiência de água e o meio econômico de obtê-la é o abastecimento por meio da açudagem ou poços.

O emprêgo de poços tubulares, onde existir água no subsolo, só é econômico para as pequenas cidades e povoados. Para o abastecimento das cidades médias e grandes a solução é açudagem.

Só agora o *DNOCS* e o *SESP* vêm cuidando do abastecimento de água das cidades do Nordeste, já tendo completado alguns serviços e estando mais de 50 outros em obras. Uma parte desses abastecimentos é obtida por meio de poços e, a outra, por açudagem. Trata-se de um programa de grande envergadura, com grandes inversões, mas de inegável utilidade.

Mesmo considerando que no futuro se consiga técnica e economicamente a chuva artificial, a açudagem continuará a ser de utilidade, pois não seria possível fazer chover durante todo o ano, devido a razões de economia e porque empobreceria o solo.

Os Estados do "Polígono das Sêcas" que mais sofrem são o Ceará e o Rio Grande do Norte, por não possuírem faixa litorânea chuvosa, como acontece aos Estados da Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe e Bahia, ambos apresentando grande densidade demográfica e por nêles ser a incidência da seca mais frequente. Na última seca de 1958, o Estado do Ceará foi o mais afetado, como geralmente acontece, em virtude da sua grande população, na sua totalidade habitando zona sujeita a seca.

Do total de cerca de 500 mil flagelados atendidos diretamente pelo Governo Federal na seca de 1958, o Estado do Ceará contribuiu com quase a metade, isto é, aproximadamente 240 mil pessoas, o que mostra ter sido o Estado mais atingido pelo flagelo.

A situação do Ceará tende a melhorar em futuro próximo. Com efeito, o programa de açudagem que o *DNOCS* aí está executando vai dotá-lo dos 4 maiores açudes do Nordeste, que são: *Orós*, com a capacidade de 4,0 bilhões de m<sup>3</sup>; *Castanheiro*, com 1,5 bilhões de m<sup>3</sup>; *Banabuiú*, com 1,5 bilhões; *Araras*, com cerca de 1,0 bilhão. O *Araras* já está construído; *Orós* e *Banabuiú* em construção; *Castanheiro* em projeto.

Com a construção destes 4 açudes e a do *Caxitoré*, também em construção, ter-se-ão perenizado os três cursos de água principais do Ceará: o Jaguaribe, o Curu e o Acaraú. Depois de concluídos os seus sistemas de irrigação darão ao Ceará três grandes áreas irrigadas, próximas a Fortaleza e a Sobral, as quais, com a região do Cariri, raramente afetada pela seca, vão compensar a falta que o Ceará tem de uma faixa litorânea chuvosa.

Enquanto é construída a rede de irrigação desses açudes, que demorará vários anos, em vista de sua complexidade e seu alto custo, a região ribeirinha destes cursos de água já

pode ser beneficiada pela irrigação com bombeamento isolados.

Além disso, os açudes utilizar-se-ão imediatamente da pesca, pois, logo que o *DNOCS* termina um açude, faz o seu "peixamento" com espécies escoñhidas.

Um grande melhoramento adotado pelo *DNOCS* ultimamente é a chamada "Operação Piranha", que consiste em matar na estiagem toda a piranha existente no curso de água a montante de cada represa, a fim de exterminar essa variedade de peixe existente em todos os cursos de água do Nordeste e que é extremamente voraz, devorando os outros peixes com maior valor econômico. O extermínio é feito por meio do timbó em pó (cujo alcaloide é a rotenona) adquirido na Amazônia.

Está prevista a açudagem também no Rio Grande do Norte, sendo que em algumas regiões deste Estado obtém-se água por meio de poços tubulares, com êxito. O Estado do Rio Grande do Norte não deve contar com grandes açudes, porque não possui grandes bacias hidrográficas, mas poderá obter açudes de média capacidade.

É comum ouvir-se a crítica de que a açudagem não resolverá o problema do "Polígono das Sêcas" e para isso costumam fazer um cálculo muito simplista consistindo em dizer que, com a açudagem, só é possível irrigar uma área no máximo de 800.000 hectares (8.000 km<sup>2</sup>) da região, cuja área total é da ordem de ..... 1.000.000 km<sup>2</sup>.

A crítica é completamente infundada, por várias razões. Primeiramente, os técnicos que há 30 anos trabalham no "Polígono das Sêcas" nunca pensaram em resolver o complexo problema da região somente com a açudagem e irrigação. O que fizeram foi atacar os serviços mais importantes e urgentes: açudagem e rodovias.

Além disso, a comparação habitualmente feita das áreas por uma simples regra de três é em geral errada porque uma certa área irrigada pode produzir cerca de 10 vezes mais que a mesma área árida, como já dissemos e, além disso, a área irrigada vai produzir tipos de cultura, como frutas, legumes e verduras que frutificarão o ano inteiro, o que não seria possível obter sem irrigação. Por outro lado, não encaram a utilidade múltipla do açude.

No Estado do Piauí, que periodicamente sofre também com a seca, embora menos que os dois Estados citados, seu problema de água pode ser solucionado em grande parte por meio de poços, pois o seu solo é mais permeável e a po-



pulação mais rarefeita, e seus habitantes cuidam mais da pecuária que da agricultura. Devido à sua vizinhança com as zonas chuvosas do Maranhão, o gado do Piauí pode ser levado para aquele Estado nas secas; porém para tornar mais fácil esse transporte é necessário construir mais estradas pioneiras, que servirão também para ampliar a colonização.

O Piauí resente-se da falta de produção agrícola, que poderá em futuro próximo ser obtida em seu próprio território, porquanto o Sul do Estado, a Oeste do Rio Gurgéia, é constituído por uma ampla faixa de terra de boa qualidade para a agricultura, dotada de cursos de água perenes, pois a região é chuvosa. A única dificuldade à colonização é a falta de estradas pioneiras para essa zona que, aliás, oferece facilidade para construção, dado o terreno ser pouco acidentado.

Outro Estado que sofreu muito com a seca de 1958 foi a Paraíba, devido a ter a sua Zona do Sertão densamente povoada.

Com a construção do sistema de irrigação dos açudes gêmeos "*Estevam Marinho (ex-Curema) - Mãe d'Água*" e de outros açudes programados pelo DNOCS, a situação do sertão da Paraíba melhorará. O número de flagelados na Paraíba em 1958 foi de mais de 100 mil pessoas, aproveitadas pelo Governo Federal em obras de emergência, principalmente em estradas e pequenos açudes.

O Estado de Pernambuco pouco sofreu com o flagelo de 1958, pois o número de flagelados atendidos pelo Governo Federal foi no máximo de 20 mil pessoas. É que a produção de cereais na Zona da Mata daquele Estado naquele ano foi considerável.

Cabe uma observação geral sobre a utilização da açudagem: suas águas devem ser utilizadas de preferência na irrigação e no abastecimento de água, devendo portanto o fornecimento de energia elétrica pelos açudes ser considerado como subsidiário, não podendo por isso o funcionamento das usinas dos açudes sacrificar a principal finalidade, que é a irrigação e o abastecimento de água em geral.

Dos outros Estados nordestinos, Alagoas e Sergipe, pouco se fala de suas secas periódicas.

O Estado de Alagoas porque tem uma ampla faixa litorânea chuvosa, só apresentando uma pequena zona seca, enclavada entre os Estados de Pernambuco e Bahia.

Sergipe é o Estado do Nordeste cuja população melhor se acomodou às condições da região, de maneira que tem vivido praticamente sem auxílio das Obras Federais Contra as Sê-

cas, apesar de necessitar de açudes pequenos e médios, principalmente para abastecer as cidades e dessedentar o gado.

### 5.1.3 — DEFICIÊNCIA DE VIAS DE COMUNICAÇÃO E DE PORTOS

Apesar de possuir o Nordeste uma extensa rede rodoviária e uma razoável rede ferroviária, a rede de estradas de rodagem não cobriu ainda toda a zona densamente povoada da região, apesar de existirem caminhos carroçáveis por toda parte, em vista da facilidade de construí-los. É, por isso, necessário completar a rede rodoviária nas zonas em que há deficiência, como acontece com o Oeste do Ceará e todo o Sul do Piauí.

A rodovia Fortaleza - Brasília, ora em construção pelo DNOCS, já vai servir de via principal para os dois Estados, pois seu itinerário é *Fortaleza - Boa Viagem - Tauá - Picos - São Raimundo Nonato - Barreiras - Brasília*, atravessando assim o Oeste do Ceará e o Sul do Piauí e facilitando a construção de vias secundárias.

Infelizmente as estradas atacadas como obras de emergência da seca têm em parte apenas importância local, pois a finalidade era dar trabalho aos flagelados com o mínimo deslocamento possível, a fim de não afastá-los de suas famílias. Não fôra este cuidado, levando em conta o fator humano e poder-se-ia ter executado, mesmo com os flagelados, obras muito mais úteis à região.

Outro tipo de obra rodoviária importante é a melhoria do traçado das estradas-tronco do Nordeste e sua pavimentação, o que vem sendo feito pelo Governo Federal, através do DNER, DNOCS e *Batalhões do Exército* e também em cooperação com os DER estaduais.

Além destas estradas situadas na própria zona do "Polígono das Secas" é indispensável prosseguir a construção das estradas nos Estados limítrofes do "Polígono das Secas" para facilitar a colonização de suas áreas com os migrantes do Nordeste, que são o tipo de colono ideal para povoar as regiões do Norte onde a precipitação fôr mais regular.

Entre essas estradas podem-se citar as ligações do Ceará com a BR-14, através do Maranhão, isto é, as BR-21 e BR-22, que ambas ligarão o Nordeste ao Pará através do Maranhão. A BR-22 já está em construção e em pouco tempo o Nordeste ficará ligado a Belém do Pará.

Outra ligação de importância, com o mesmo objetivo, é a rodovia BR-5, que se desenvolve da Bahia à Cidade do Rio de Janeiro,



através da zona cacauceira e de florestas do Sul da Bahia e Espírito Santo, possibilitando densificar a colonização da faixa úmida do Sul da Bahia e Norte do Espírito Santo, que ainda é pouco colonizada. A BR-5 está em grande parte construída, faltando apenas o trecho de cerca de 200 km no Sul do Estado da Bahia e algumas pontes de grandes extensões.

Quanto à questão portuária, o Nordeste está relativamente bem servido, principalmente depois que se ultimou a primeira etapa do *Pôrto de Fortaleza*, estando em prosseguimento as obras de proteção do pôrto contra o assoreamento, por meio de molhes de pedra jogada.

Para completar as obras portuárias do Norte do País é necessária porém a construção do *Pôrto de Itaqui*, que já se encontra com seu projeto pronto para concorrência e que servirá igualmente aos Estados do Maranhão e Piauí; será um pôrto de grande profundidade e, sem dúvida, um dos melhores do País, em vista das condições naturais da enseada, já perfeitamente conhecidas. Como é um pôrto que vai servir a dois Estados, convém seja explorado pela Federação.

Outro pôrto que está em estudo e que é de grande importância para a faixa litorânea da Bahia e também para o "Polígono das Sêcas" é o *Pôrto de Ilhéus*.

Trata-se de obra difícil de ser projetada. Está sendo estudada pelo DNPRC, em modelo reduzido, no seu próprio laboratório.

Os *portos de Recife e Salvador*, os dois mais importantes do Norte do País, vêm sendo ampliados para satisfazer às necessidades de suas zonas de influência.

#### 5.1.4 — DEFICIÊNCIA DE ENERGIA ELÉTRICA

A principal fonte de energia elétrica que convém ser adotada no Brasil é a hidrelétrica, principalmente pela deficiência da qualidade de nosso carvão, porque temos um grande potencial de energia hidráulica e, sobretudo, devido às instalações hidrelétricas serem de grande duração, simples operação e produzindo energia barata e de boa qualidade.

Por esse motivo, a principal fonte de energia elétrica do "Polígono das Sêcas" deve ser a de *Paulo Afonso* e de outros aproveitamentos existentes em suas imediações, no próprio Rio São Francisco, que no futuro poderão produzir potência da ordem de 10 milhões de kw. Portanto, a energia de *Paulo Afonso* deve ser transmitida à área do "Polígono das Sêcas" até o limite de suas possibilidades técnica e econômica.

Quando não fôr possível estender linhas de transmissão, face a razões de economia da empresa estatal que explora o serviço de eletricidade, então o Governo Federal poderá dar o auxílio orçamentário preciso para a transmissão da energia às regiões de importância econômica a serem desenvolvidas.

Os Estados da Bahia, Sergipe, Alagoas, Pernambuco e Paraíba já foram contemplados e, ao que sabemos, está elaborado o programa para prolongar a linha de transmissão da Paraíba até à Cidade de Natal, no Rio Grande do Norte, e construir mais duas linhas de transmissão, sendo uma para servir às regiões marginais do São Francisco, até Juazeiro, na Bahia, e, outra, para a região do Cariri, no Sul do Estado do Ceará.

Como o DNOCS está construindo um sistema de três grandes açudes na Bacia do Jaguaribe, isto é, *Orós, Banabuiú e Castanheiro*, que vão produzir potência da ordem de 50.000 cv, esta energia é suficiente para servir à região em torno dos referidos açudes e fornecer um grande excedente para Fortaleza, atualmente apenas dispendo de energia térmica insuficiente e de má qualidade.

A linha de transmissão de *Paulo Afonso ao Cariri* (Ingazeira) poderá, por isso, ser prolongada no futuro até à região de Orós, para se interligar ao sistema dos açudes e aumentar o fornecimento de energia, quando preciso. Mas, para isso, deverá ser prevista essa ampliação futura no projeto da linha de transmissão de *Paulo Afonso ao Cariri* (Ingazeira). A região de Sobral poderá ser suprida de energia do *Açude de Araras* e pelo desvio das águas do Ribeirão Macambeira, afluente do Rio Poti, para a Bacia do Acaraú.

Para fornecer energia ao Piauí, inclusive sua Capital e para a Cidade de São Luís, no Maranhão, é indicada a construção de uma barragem no Rio Parnaíba, acima de Floriano, com finalidade múltipla e construir a seu pé uma usina hidrelétrica que, segundo os estudos preliminares do DNOCS, é da ordem de 250.000 cv.

Os outros, grandes e médios açudes do "Polígono das Sêcas", já construídos ou a construir, deverão proporcionar energia aos centros populosos de suas imediações.

#### 5.1.5 — DEFICIÊNCIA DA PRODUÇÃO INDUSTRIAL

Já dissemos em outro capítulo que a industrialização do Nordeste, isoladamente, não vai resolver o problema do flagelo devido às sêcas

periódicas do "Polígono das Sêcas", problema de natureza agropecuária e sem dúvida o mais grave. O incentivo à industrialização é necessário principalmente porque vai evitar a descapitalização do Nordeste, provocada pela importação de produtos industriais do Centro e do Sul do País. Criando novas indústrias no Norte os capitalistas nordestinos poderão aplicar aí os seus recursos, ao invés de transferi-los para o Sul, descapitalizando o Nordeste. Aliás, o fenômeno é geral para todo o interior do País.

A industrialização do Nordeste tenderá, portanto, a acabar com o conhecido ciclo econômico: "a União remete para o Nordeste recursos monetários para serem aplicados em obras ou forma de assistência social e esses recursos são devolvidos para o Sul pela iniciativa privada (comerciantes e industriais)".

A industrialização não vai, porém, resolver o sério problema do flagelo das sêcas periódicas da região, pois não produzirá gêneros alimentícios para a população e não pode, nem lhe convém, assimilar as populações do Sertão sujeitas ao desemprego periódico.

Poderá, quando muito, absorver os excedentes das populações citadinas, que vivem num desemprego mais ou menos disfarçado. Deve-se em conta a circunstância da indústria moderna empregar poucos operários.

Os tipos de indústria mais indicados para o Nordeste são ligados à agropecuária, porque auxiliam a alimentação das populações, principalmente na época do flagelo, e incentivam a cultura de espécies vegetais resistentes às sêcas. Essas indústrias são as xarqueadas, industrialização do cacau da Bahia, carnaúba, mamona, oiticica, babaçu, bem como fibras, quais sejam o algodão, sisal e caroa.

A modernização e ampliação da pesca marítima no Nordeste, bem como a sua industrialização, são medidas das mais acertadas, pois o nordestino é naturalmente um bom marinheiro e a ampla costa do Nordeste é bem piscosa.

Em relação às indústrias de base mineral, deve-se levar em conta serem indústrias caras, para grandes mercados, e que não é possível instalá-las em cada Estado do Nordeste, mesmo que todos eles possuíssem recursos naturais, o que é comum, pois elas requerem grande quantidade de energia, geralmente muita água e matérias-primas. Por outro lado, deve-se considerar que a construção de uma indústria em um único Estado do Nordeste pouco beneficiará os outros, a não ser em casos especiais.

Dessas grandes indústrias o Nordeste comporta perfeitamente uma ou duas fábricas de cimento, devendo ficar uma delas localizada no

Ceará, que tem condições naturais para sua instalação, principalmente na zona do Cariri, pres-tes a dispor de energia em abundância e possuindo calcário.

Quanto ao cobre, sabemos da existência de uma jazida próxima a Viçosa do Ceará e outra no Norte da Bahia, ambas com teor de cobre relativamente pequeno. Fala-se também na sua ocorrência no Estado da Paraíba.

Trata-se de um metal de valor inestimável ao País, principalmente para a indústria de equipamentos elétricos e redes de iluminação, onde é insubstituível. Seria por isso de grande utilidade que se industrializassem em grande escala essas jazidas, com estudos prévios técnicos e econômicos.

Quanto à instalação da grande siderurgia no Nordeste, só seria indicada se existissem na região jazidas de minério, em teor e quantidade suficientes a oferecerem matéria-prima à indústria pelo menos durante um século.

No Norte só conhecemos as jazidas em torno da Cidade de Jequié, na Bahia, aliás situadas bem próximo ao litoral, o que é uma grande vantagem. O minério está sendo exportado em pequena quantidade pelo Pôrto de São Roque, por estrada de ferro de traçado e via permanente precários.

Para instalação da siderurgia no litoral baiano será necessário, porém, calcular o volume mínimo das jazidas e a construção de um pôrto profundo no litoral, que poderá ser em Ilhéus ou Campinhos, a fim de receber vários navios carvoeiros para alimentar a siderurgia. A localização da usina siderúrgica teria que atender ao problema de transporte de minério e carvão e ao problema do abastecimento de água doce, pois a grande siderurgia exige muita água.

No momento, porém, a siderurgia que o Nordeste necessita é a do aço laminado, isto é, instalação de fornos de aço e laminadores nas principais cidades nordestinas, empregados como matéria-prima a sucata da região e o gusa procedente dos altos fornos do Centro do País. É o tipo de siderurgia adotado pelos Estados sulinos, inclusive São Paulo e Rio Grande do Sul, duas grandes potências econômicas do Brasil.

Muitos países importantes do mundo, como o Japão, empregam este tipo de siderurgia e, mais do que isso, importam sucata e gusa de outros países, despendendo cambiais preciosos. É um tipo de indústria que pode ser explorada pela iniciativa privada, orientada pelo Governo Federal e financiada por bancos particulares ou mesmo governamentais.

A indústria de alumínio tem possibilidade de ser instalada na zona de influência da *Usina de Paulo Afonso*, mas só convém a sua instalação se houver mercado certo para consumir seus produtos no País, pois já existem duas fábricas no Brasil, sendo uma em São Paulo e outra em Ouro Preto, ambas em fase de expansão.

#### 5.1.6 — REFORMA AGRÁRIA PARA A REGIÃO

Sempre pensamos que uma reforma agrária no Brasil deve ser regional, em virtude da diversidade apresentada pelas várias regiões do País.

A criação da pequena propriedade no Nordeste só deve ser adotada quando a área tem possibilidade de ser irrigada, pois nesse caso o aproveitamento da mesma pode ser bem maior com o minifúndio.

A pequena propriedade, denominada "sítio", é altamente desvantajosa se localizada em áreas que não podem ser irrigadas, pois os pequenos proprietários não têm capacidade econômica para resistir às secas periódicas que assolam o Nordeste e ficam em situação mais penosa do que as dos assalariados, curtindo a miséria em suas casas, com suas famílias, com pesar de deixar abandonadas as próprias terras e as pequenas criações que têm.

Depois de passada a seca o assalariado volta a trabalhar com seus antigos patrões, enquanto o sitiante não pode, de imediato, retornar à lavoura por falta de recursos ou crédito para preparar as terras, comprar ferramentas e sementes e manter-se com sua família na sua gleba, até à colheita.

O normal das propriedades agrícolas ou pecuárias do Nordeste sem irrigação seria uma propriedade média que tivesse local para construção de um pequeno açude, ou água no subsolo para a abertura de um poço tubular.

#### 5.1.7 — PROBLEMA DO EXCEDENTE DA POPULAÇÃO DO NORDESTE

O problema dos excedentes de população do "Polígono das Secas" restringe-se aos Estados nordestinos do Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas e Sergipe.

O Estado do Piauí tem ainda uma população pequena em relação à sua área e os excedentes dos outros Estados referidos podem ser deslocados para o Sul do Piauí, onde ainda existem terras para colonização com agricultura.

O Estado da Bahia tem ainda população rarefeita do Sertão e quando houver excedente podem ser eles localizados na sua ampla faixa úmida do Sul, principalmente quando for ultimada a construção da BR-5.

Os excedentes localizados nas áreas ao longo do vale do Rio São Francisco poderão deslocar-se para as faixas que estão sendo irrigadas ao longo desse rio, as quais comportarão uma grande população no futuro, quando a irrigação abranger grande parte dessa área.

Os excedentes de população dos Estados citados (Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas e Sergipe) podem ser estimados em cerca de 300 a 400 mil pessoas por ano, que na sua maioria devem migrar para as áreas dos Estados vizinhos, como por exemplo o do Maranhão, onde o flagelo da seca não se faz sentir.

Será um grande erro orientar a migração dos excedentes para áreas também sujeitas a secas semelhantes às do Nordeste árido, porque isso seria a ampliação das zonas áridas de grande densidade populacional, dificultando ainda mais a solução do problema. A colonização deve ser feita na base do trinômio "solo-água-estrada" podendo a água ser do subsolo, mas em abundância, e a região bem chuvosa.

A zona de imigração dos excedentes do Nordeste deve ser, de preferência, no Maranhão e Pará, ao longo das BR-21 e BR-22, bem como da BR-14 e ramais entroncando com estas três rodovias federais.

Com a últimação da BR-5 será possível colonizar o Sul da Bahia e Norte do Espírito Santo com nordestinos. Para isso o Governo Federal deverá organizar o serviço de imigração e colonização, com um setor para as migrações de nacionais, vendendo-lhes terras loteadas, com pagamento a longo prazo. Deve também ser facilitada e incentivada a migração natural para as diversas zonas novas do País, a fim de auxiliar e manter a estabilização da população do Nordeste no nível atual.

Aliás, não é novidade essa estabilização de população no Brasil, pois o Estado de Minas Gerais durante muitos anos teve sua população praticamente estacionária, em torno de 7 milhões, devido à migração que dele naturalmente se processou para toda a zona Central do País e, para o Sul, até o Estado do Paraná.

# Estágio no Laboratório Nacional de Engenharia Civil

## Relatório

Eng. DALMO LEME PRAGANA  
Chefe do Serviço de Estudos do DNOCS

"Dentro do programa de aperfeiçoamento do pessoal técnico do DNOCS, estagiou no Laboratório Nacional de Engenharia Civil, em Lisboa, Portugal, o Chefe do Serviço de Estudos que apresentou, em seu regresso, o relatório que a seguir transcrevemos pelo que de útil apresenta para os leitores do Boletim do DNOCS".

### 1.0 — INTRODUÇÃO

Em decorrência de convite do *Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC)*, através carta de 24 de setembro de 1957, autorização do *Excelentíssimo Senhor Presidente da República*, exarada na Exposição de Motivos n.º 85 GM de 21 de janeiro de 1958, do M.V.O.P., publicada em D.O. de 14 de março do mesmo ano, partimos a 10 de julho de 1958 rumo a Lisboa, Portugal.

Durante um ano de permanência naquele país, tivemos ocasião de estagiar nas diversas seções do *L.N.E.C.* e cerca de 20 dias na Direção-Geral dos Serviços Hidráulicos. Paralelamente realizamos demorado estágio na firma *Hidrotécnica Portuguesa*, com a finalidade de manter maior contacto com projetos de barragens-abóbada.

### 2.0 — PROGRAMA DE ESTÁGIO

O programa elaborado pela *Seção de Barragens*, previu nossa passagem pelas diversas seções do *Laboratório*. De acordo com o mesmo, permanecemos seis meses no *Setor de Modelos Reduzidos*, cerca de 45 dias na *Seção de Fundações* e 10 a 15 dias em cada uma das demais seções (*Estruturas, Hidráulicas, Concreto e Aglomerantes, Setor de Observações e Setor de Rochas de Fundação*). Como já dissemos além do estágio no *L.N.E.C.*, estivemos cerca de três semanas, na *Direção-Geral dos Serviços Hidráulicos*.

### 3.1 — SEÇÃO DE BARRAGENS

Iniciando a descrição dos trabalhos levados a efeito nesta Seção, daremos idéia da constituição e das atribuições da mesma. Compõe-se de três setores: *Rochas de Fundação, Modelos Reduzidos e Observação de Obras*. Na época de nosso estágio, contava com cerca de 15 engenheiros, além de número razoável de agentes técnicos (engenheiros-auxiliares) e pessoal menos categorizado (auxiliares especializados).

As atribuições da Seção estão focalizadas no estudo pormenorizado de cada setor, que veremos a seguir.

#### 3.1.1 — SETOR DE ROCHAS DE FUNDAÇÃO

Cabe-lhe o estudo em laboratório e "in situ", das propriedades das rochas que servirão de fundação à barragem.

Através ensaios visam sobretudo a determinação do módulo de elasticidade da rocha e de suas condições de permeabilidade. A determinação do módulo de elasticidade é realizado no interior de galerias, especialmente abertas para este fim. A técnica de execução destes ensaios é sobretudo especializada, não cabendo sua descrição neste relatório. A publicação n.º 93 do *L.N.E.C.* trata do assunto com riqueza de detalhes, abordando com pormenores a técnica utilizada em Portugal.



Conjuntamente com os ensaios levados a efeito no local da barragem outros são realizados em laboratório, com amostras para tal extraídas.

### 3.1.2 — SETOR DE MODELOS REDUZIDOS

Veremos com maior detalhe as atividades deste setor, por se tratar de técnica relativamente nova e em evolução. Nêle desenvolvemos a maior parte de nossas atividades.

O *L.N.E.C.* não projeta barragens, procedendo tão-somente à determinação experimental das tensões devidas à pressão hidrostática e dos deslocamentos produzidos pela mesma carga. Os modelos, que devem obedecer às condições de semelhança do protótipo, são executados, normalmente, com um material proveniente, de mistura de gesso e diatomita. A pressão hidrostática é obtida, geralmente, por intermédio de mercúrio, colocado em sacos de borracha e que atuam sobre o paramento de montante da barragem. Relatório completo sobre um ensaio constitui-se de vários itens, como sejam:

- a) determinação das direções das tensões principais, pelo método dos vernizes frágeis (stress-coat);
- b) determinação, em valor e direção, das tensões principais para certo número de pontos (escolhidos de forma a se poder fazer estudo comparativo entre o cálculo teórico e o ensaio experimental);
- c) determinação dos deslocamentos radiais e tangenciais em pontos previamente escolhidos;
- d) determinação, em certos casos, das tensões devidas ao péso próprio (em geral nos encontros);
- e) considerações e sugestões finais.

Os ensaios são sempre realizados sobre dois modelos idênticos, executados e ensaiados nas mesmas condições, a fim de possibilitar comparação de resultados. Em muitas ocasiões os ensaios experimentais têm levado alterações profundas ao projeto inicial. Tais modificações visam, de um modo geral, a segurança e a economia da obra.

Analisando o valor do ensaio experimental vejamos, com mais vagar, a técnica de execução dos modelos e dos ensaios propriamente ditos.

#### 3.1.2.1 — CONFEÇÃO DO MODELO

Problema que se apresenta inicialmente é a escolha da escala para execução do modelo. É fixada em função das características da barragem a estudar e do material de que será feito o modelo. Em geral a escala varia de 1/100 a 1/500. As maiores que 1/100 não são via de regra adotadas, por conduzirem a valores de tração elevados nos modelos, podendo em certos casos, dar mesmo origem a rupturas do material.

Como dissemos salvo em casos especiais, os modelos são executados com mistura de gesso e diatomita. As proporções utilizadas variam de acordo com as propriedades elásticas que se pretende obter. Para os casos normais, utilizam-se as relações gesso/diatomita = 2 e água/gesso = 2. O módulo de elasticidade que se obtém, para as proporções acima, é da ordem de 15.000 kg/cm<sup>2</sup>. A finalidade de adição da diatomita ao gesso é dupla: tornar o material mais trabalhável, baixando simultaneamente o módulo de elasticidade do gesso. Cumpre notar que o material obtido não é perfeitamente elástico, mas atende, satisfatoriamente aos requisitos exigidos para a execução de modelos.

Em certos estudos utilizam-se também modelos em plástico. Estes apresentam módulos de elasticidade muito baixos (3.000 a ..... 5.000 kg/cm<sup>2</sup>) e são sensíveis à mudança de temperatura e umidade.

Fixada a escala do modelo e as proporções de gesso e diatomita que se irão empregar, funde-se o bloco, que após esculpido, dará origem à barragem. A fusão é feita em forma projetada em função da escala escolhida, dentro de tanque de concreto armado com rigidez suficiente para não alterar os resultados dos ensaios. Os tanques são também projetados especificamente para cada barragem, tendo igualmente em vista a escala adotada.

A técnica acima é empregada somente para os modelos homogêneos (mesmo módulo de elasticidade para a fundação e para a barragem). Com modelos heterogêneos, há certa dificuldade, pois os módulos de elasticidade do terreno e da barragem são diferentes. Neste caso, funde-se preliminarmente o terreno com material de módulo de elasticidade geralmente mais baixo. Após estar o terreno seco funde-se sobre ele o bloco no qual será esculpida a barragem. A ligação terreno-barragem deverá ser feita com extremo cuidado, para que se evite má união, com resultados desastrosos para os en-



saíam. A maior relação que se consegue no caso de modelos heterogêneos é de 1:4 (módulo de elasticidade do terreno igual à quarta parte do módulo de elasticidade da barragem).

Após a moldagem, os blocos são levados a estufa (cêrca de 30°C), onde permanecem de 30 a 60 dias, de acôrdo com as dimensões do bloco e com a proporção água/gêsso. Finda a secagem, passam para a sala de modelagem. Sãc esculpidos, de acôrdo com os elementos remetidos ao *Laboratório* pela entidade que solicitou os ensaios. A técnica de corte do modelo é extremamente delicada, de vez que se deverá ter redução perfeita do original. A topografia do terreno é também reproduzida integralmente, já que muitas vêzes, constitui pontos de apoio da barragem. O corte é realizado por meio de freza, que atua apoiada em sistema pantográfico. Antes de terem início os ensaios, os modelos têm suas espessuras cuidadosamente verificadas pelo engenheiro encarregado dos estudos.

Como paralelamente à moldagem do bloco e ao corte do modelo, e confeccionado o saco de borracha e o contra molde de apoio do mesmo. O contramolde dista do paramento de montante da barragem cêrca de 2 cm e é rigidamente ligado ao tanque de concreto. Sua função é sustentar o mercúrio que ficará dentro do saco de borracha, quando o modelo estiver carregado.

### 3.1.2.3 — MATERIAL E A APARELHAGEM UTILIZADA

A medição das extensões é feita utilizando-se extensômetros elétricos de várias origens. Os mais empregados são da marca *Baldwin* (americanos), modelos A<sub>1</sub> e A<sub>2</sub>. Usa-se, em menor número, extensômetros *Philips* (holandeses) e *Tepic* (suíços). As resistências dêsses extensômetros variam de 50 a 500 ohms. Os mais comuns (entre os quais os A<sub>1</sub> e A<sub>2</sub> de fabricação *Baldwin*) têm 120 ohms. A aparelhagem de leitura das extensões é das marcas *Baldwin* (americano) e *Bruel* (dinamarquês). Este tem dado magníficos resultados, apresentando a grande vantagem de possibilitar o emprêgo de três voltagens diferentes, para a fonte de alimentação dos extensômetros.

Pouco antes da nossa saída do *L.N.E.C.*, foi adquirido um aparelho *Brush*, que possibilita a leitura e registro simultâneo de seis extensômetros. Empregam-se, ainda, defletômetros para a medição dos deslocamentos radiais e tangenciais.

Os primeiros ensaios são realizados sôbre seis prismas de 15 x 6 x 6 cm, fundidos na mesma ocasião que o modelo e submetidos ao mesmo processo de secagem. Neles são colados extensômetros elétricos, longitudinal e transversalmente. Submetidos a compressões de 1, 2 e 3 kg/cm<sup>2</sup>, determinam-se as extensões longitudinais e transversais. Em face dêsstes resultados calcula-se o módulo de elasticidade e o Coeficiente de Poisson de cada prisma. A média dos seis fornecerá o módulo de elasticidade e o Coeficiente de Poisson para o modelo em estudo.

Para os ensaios no modelo, deve-se antes de mais nada, elaborar um plano de colocação, o qual terá em vista a futura comparação com o cálculo teórico.

A escolha dos pontos convem coincidir com as interseções dos arcos e consolas de cálculo, para permitir estudo comparativo entre o ensaio experimental e o cálculo analítico.

Antes da colocação dos extensômetros elétricos, a barragem será totalmente pintada com goma-laca, que impermeabilizará os paramentos e evitará possíveis absorções de umidade.

A colagem dos extensômetros, também é operação delicada. Só pode ser feita por pessoal já afeito a êsse trabalho. A superfície sôbre a qual será colado o extensômetro será lixada muito de leve. Após estar bastante lisa, receberá fina camada de cola *Duco* especial.

Após cêrca de um minuto, é então colado o extensômetro, devendo-se sôbre êle exercer pressão com o dedo por uns 2 ou 3 minutos. Termina-se a operação de colagem com a aplicação de outra camada de cola *Duco*.

Em cada ponto escolhido são feitas três colocações sucessivas: uma horizontal, outra vertical e a terceira inclinada a 45° com o horizontal.

Obtidas as extensões nessas três direções, determina-se pelo Círculo de Mohr, o valor e a direção das extensões principais. Levando-se em conta as relações de semelhança existentes, calcula-se, a partir das extensões principais, as tensões principais na barragem real. Proceda-se de forma análoga com as tensões devidas ao pêso próprio. Comparadas com as tensões obtidas no cálculo teórico da barragem, teremos perfeita imagem da qualidade do projeto.

Cuidadosa análise dos resultados obtidos, fornecerá ao projetista elementos suficientes para modificações, possibilitando, não raro, grande economia. Já disse que outras determinações são feitas, além de tensões principais. As medições dos deslocamentos radiais e tangenciais, também servirão para a comparação com os deslocamentos calculados teoricamente.

A medição destes deslocamentos, como já dissemos atrás, é realizada com defletômetros de 0,01 ou de 0,001 mm de precisão.

### 3.1.2.3 — EXPERIÊNCIAS REALIZADAS

Tivemos oportunidade de participar dos trabalhos levados a efeito com a *Barragem da Chicamba*, a ser construída em Moçambique. Para o estudo experimental desta barragem, foram executados quatro modelos à escala 1/300. Nos modelos homogêneos, o módulo de elasticidade conseguido foi vizinho de 15.000 kg/cm<sup>2</sup> e nos modelos heterogêneos, obteve-se módulo de elasticidade para o terreno à volta de 5.000 kg/cm<sup>2</sup> e para a barragem à volta de 15.000 kg/cm<sup>2</sup>. A relação entre os módulos, foi portanto de 1:3.

Participamos ainda de ensaios levados a efeito para outras barragens, entre as quais a do *Salto do Funil*, no Rio Paraíba do Sul.

Além dos trabalhos de rotina, efetuamos alguns ensaios, visando a substituição dos extensômetros americanos A<sub>1</sub> e A<sub>2</sub> (*Boeing*) por extensômetros ingleses marca *Tinsley*. Estes são apresentados com várias resistências e dimensões.

O *L.N.E.C.* está realizando ensaios de rotura em modelos, visando a determinação do coeficiente de segurança nas barragens-abóbada.

### 3.1.3 — SETOR DE OBSERVAÇÃO DE OBRAS

A descrição das atividades e das técnicas utilizadas neste Setor, merece também tratamento especial, por relacionar-se com assuntos que interessam de perto ao *DNOCS*.

Ao *Setor de Observações* cumpre acompanhar as diversas fases da vida de uma barragem, determinando os deslocamentos, extensões, temperaturas da massa de concreto e aberturas de juntas, ocasionados pelas variações externas de temperatura e da pressão hidrostática.

Periódicamente, em função dos dados fornecidos pela aparelhagem existente na barragem (\*), são elaborados relatórios, nos quais se analisam as diversas variações, ocasionadas pela variação da cota de água do reservatório e da temperatura externa.

(\*) O Boletim do *DNOCS*, n.º 2, Vol. 18, novembro de 1958, publicou trabalho do Prof. Casemiro I. Munarski, no qual recomenda uso de aparelhagens para este fim:

A leitura dos instrumentos é em geral feita com intervalo de 15 dias. Há casos em que são semanais ou mesmo diárias (início da vida da obra).

Cumpre notar, que a observação do comportamento das barragens, quer sejam elas de terra ou de concreto, é uma imposição de ordem técnica, econômica e social. É realizada em todos os países, nos quais a técnica de construção de barragens atingiu posição de relevo. Da análise cuidadosa dos dados coligidos pode-se formar opinião segura sobre a estabilidade e segurança da obra. Obtem-se, ainda, elementos preciosos para futuros projetos.

Pelo *Setor de Observações da Seção de Barragens*, são atualmente realizadas as medições seguintes:

- a) deslocamentos de pontos da barragem;
- b) movimento de juntas;
- c) umidade e pressão de água nos poros do concreto;
- d) subpressão;
- e) temperaturas na massa do concreto (estado do arrefecimento);
- f) tensões e extensões.

Analisemos pormenorizadamente as diversas medições e os aparelhos utilizados para realizá-las.

Antes da descrição das medições, devemos chamar a atenção para um ponto importante, qual seja da elaboração do plano de observação. Este plano, que é, sem dúvida, função da verba de que se irá dispôr, deverá ser bem estudado, não só quanto à quantidade de aparelhos que se colocarão mas, especialmente, quanto a escolha judiciosa dos pontos observados.

#### 3.1.3.1 — DESLOCAMENTO DE PONTOS DA BARRAGEM

##### 3.1.3.1.1 — MEDIÇÃO DE DESLOCAMENTOS ABSOLUTOS

A medição dos deslocamentos, de pontos escolhidos da barragem é geralmente feito pelo processo geodésico. Baseia-se este na escolha de certo número de pontos de observações, além de outros, situados em regiões reconhecidamente estáveis, como base para as medições a serem feitas. A determinação dos deslocamentos se faz por interseção de visadas. Utili-

za-se também o método dos alinhamentos, que consiste na escolha de linha rígida de referência, passando por um ponto da barragem. Este é, sem dúvida, mais simples, porém nem sempre poderá ser empregado.

Para a medição dos deslocamentos verticais, emprega-se o nivelamento de precisão.

### 3.1.3.1.2 — MEDIÇÃO DE DESLOCAMENTOS RELATIVOS

(Deslocamentos pendulares)

Tais deslocamentos são medidos com pêndulos suspensos de pontos elevados da barragem. Os pêndulos são montados em poços deixados no interior da barragem. Estes que inicialmente eram circulares (de 0,80 m de diâmetro) estão sendo substituídos por poços de seção elítica (1,00 m no eixo maior e 0,60 m no eixo menor).

O prumo ou pêndulo é constituído de dispositivo de fixação, fio inoxidável de alta resistência e peso de 60 kg, o qual fica mergulhado em água ou óleo. O peso é provido de 4 palhetas que evitam rotações.

São deixadas em vários pontos (especialmente nas interseções das galerias com os poços) bases para coordenômetros. Estes aparelhos permitem ler, diretamente, os deslocamentos havidos na barragem, por coordenadas. A precisão da medição vai a 0,1. A comparação dos resultados obtidos com o pêndulo com os deslocamentos conseguidos pelo método geodésico, permitem que se conclua se há ou não deslocamentos da barragem em relação à sua fundação.

### 3.1.3.2 — MEDIÇÃO DOS MOVIMENTOS DE JUNTAS

A medição das aberturas e fechamento das juntas de construção é realizada com aparelhos projetados especialmente para este fim. Os medidores de juntas, como são chamados, são de dois tipos principais: *Galileo*, que utiliza cordas vibrantes e *Carlson*, que emprega resistências elétricas.

O medidor de juntas *Galileo*, baseia-se na vibração de uma corda quando o aparelho sofre alongamentos ou encurtamentos.

O medidor *Carlson*, tem sua construção baseada na variação de resistência elétrica, em consequência de variações de comprimento sofrido por essa resistência.

A amplitude dos medidores de juntas é, em geral, de 5 mm para a abertura e 0,8 mm para o fechamento.

Além dos aparelhos mencionados, que são colocados dentro da massa de concreto, medem-se também as aberturas das juntas externamente ou no interior das galerias, com elongômetros. Nos pontos escolhidos, são fixadas bases de elongômetros no concreto, que ficam permanentemente protegidas, para não sofrerem choques.

Com a finalidade de colher resultados susceptíveis de comparação, é freqüente colocarem-se na mesma junta e no mesmo nível, medidores de juntas *Carlson* (ou *Galileo*) e bases para elongômetros.

### 3.1.3.3 — MEDIÇÃO DA UMIDADE E DA PRESSÃO D'ÁGUA NOS PÓROS DO CONCRETO

A medição da umidade no concreto é realizada, pela medição da resistência elétrica entre dois pratos de cobre, deixados na massa do concreto. Para efeito comparativo, um outro par de pratos de cobre, idêntico ao já citado, é hermêticamente fechado dentro de uma caixa de cobre, cheia de concreto. A diferença de leituras entre o aparelho medidor e o comparador, permite determinar a umidade do concreto nesse ponto. As leituras são efetuadas por meio de Ponte *Phillips*.

Para a medição da pressão d'água nos poros do concreto empregam-se aparelhos *Carlson*, projetados especialmente para tal mistério. Trata-se de aparelho inteiramente semelhante à Célula *Carlson* usada na determinação de tensões. Como única diferença apresenta um diafragma elástico, onde a pressão atua após atravessar a argamassa porosa.

### 3.1.3.4 — MEDIÇÃO DA SUBPRESSÃO

A medição da subpressão faz-se diretamente como emprêgo de manômetros normais. O furo, por onde passa a tubulação destinada à medição, mergulha no interior do terreno de fundação, até uma profundidade de 2 a 3 metros.

### 3.1.3.5 — MEDIÇÃO DAS TEMPERATURAS NA MASSA DE CONCRETO

A avaliação das temperaturas do concreto, se no caso das barragens, reveste-se de muita importância, já que a sua influência nos resul-

tados das medições feitas, é bastante sensível. Há que se ter conhecimento bastante definido do estado térmico da barragem a fim de poder corrigir as diversas leituras feitas, bem como determinar o momento mais oportuno para executar as injeções nas juntas. O enorme calor desenvolvido em grandes massas de concreto, obrigam, muitas vezes, o emprêgo de um sistema de arrefecimento. Um dos grandes méritos apresentados pelos cimentos pozzolânicos é justamente, o seu baixo calor de hidratação.

Após estas considerações de ordem geral, descreveremos como é feita a determinação da temperatura em diversos pontos. Pode ser realizada por aparelhos específicos, como sejam os pares termelétricos ou os termômetros de resistência. Contudo, os aparelhos *Carlson*, em virtude de sua disposição construtiva, permitem, além da determinação específica, para o qual foi construído (medidores de movimentos de juntas, pressão nos póros, tensões, extensões etc.) a determinação simultânea da temperatura no local de instalação do aparelho.

Esta é sem dúvida, uma das razões que justificam a escolha da aparelhagem *Carlson*, a par de sua magnífica e robusta construção.

A medição das temperaturas pode ainda ser feita com extensômetros acústicos (corda vibrante).

### 3.1.3.6 — MEDIÇÃO DE TENSÕES E EXTENSÕES

A medição das extensões pode ser realizada com extensômetros acústicos ou elétricos.

Os extensômetros acústicos funcionam baseados na variação de frequência de vibração de uma corda, submetida a determinada tensão. Todos os extensômetros acústicos são constituídos por um tubo de cobre, em cujo interior se encontra um fio de aço fixado a duas bases, situadas nas duas extremidades. A vibração da corda é provocada por um electroímã, comandado do aparelho de medição. Faz-se a medição da frequência, por comparação com outra corda vibrante. Dentre os extensômetros elétricos, os mais conhecidos e empregados são ainda os de fabricação *Carlson*.

O princípio em que se baseiam os extensômetros elétricos, é o da variação da resistência em função do alongamento ou encurtamento do fio da resistência.

Para a medição direta das tensões, utiliza-se aparelhos especiais. Dentre eles o que melhores resultados têm apresentado, é a Célula *Carlson*, de fabricação sueca.

### 3.2 — SEÇÃO DE HIDRÁULICA

Devido ao curto espaço de tempo de que dispuzemos nesta Seção, não foi possível tomar parte ativa em qualquer dos processos em curso na mesma. Como havíamos no entretanto, em nosso estágio na Direção-Geral dos Serviços Hidráulicos, tido contacto com a *Barragem do Maranhão*, resolvemos estudar com cuidado o relatório existente na Seção, com relação ao descarregador em túnel estudado para aquela barragem. Este descarregador, que tivemos oportunidade de visitar "in loco", apresenta duas comportas de 27 metros de largura cada uma e foi dimensionada para uma vazão de 1.600 m<sup>3</sup>/s, valor máximo do caudal de cheia amortecida. Para esta vazão, a lâmina d'água sobre o vertedouro é de 3 metros. Além do estudo experimental do túnel foi também feito o estudo experimental do amortecimento da cheia.

Além desse trabalho, tivemos oportunidade de verificar o funcionamento de outros modelos, entre os quais, o do *Salto do Funil*, no Rio Paraíba.

### 3.3 — SEÇÃO DE CONCRETOS E AGLOMERANTES

Por idêntica razão, não participamos de nenhum trabalho em curso nesta Seção. Aliás, nosso objetivo era unicamente verificar o funcionamento da Seção e ler algum relatório que tivesse maior interesse para o *DNOCS*.

Convém salientar a magnífica impressão que nos deixou esta Seção, na qual tivemos oportunidade de ler, com detalhes, alguns relatórios, entre os quais um sobre a análise das pozolonas de diversas procedências e seu emprêgo em obras de hidráulicas.

A publicação n.º 126 do *L.N.E.C.*, aborda o assunto relativo a pozolonas e a cimento pozzolânicos em detalhes.

### 3.4 — SEÇÃO DE ESTRUTURAS

Nossa permanência nesta Seção foi igualmente curta e teve por finalidade um conhecimento superficial das suas missões e dos principais trabalhos que levou a efeito.

Nela, são realizados todos os ensaios experimentais relativos às diversas estruturas, tais como: postes para fios de alta tensão; vações de estrada de ferro; pontes etc. Os setores mais importantes da Seção, são: *Observações de Estruturas, Concreto e Modelos.*

Além de uma passagem rápida pelos setores, tivemos oportunidade de ler dois relatórios elaborados pelo Setor de Concreto relativos à determinação das condições de emprego de aços especiais.

Acompanhamos também alguns ensaios realizados com vigas armadas com aços Torstahl 40 a 60.

#### 4 — ESTÁGIO REALIZADO NA DIREÇÃO GERAL DOS SERVIÇOS HIDRÁULICOS

Dos mais proveitosos e interessantes foi o estágio que realizamos, por um período de três semanas, na *Direção-Geral dos Serviços Hidráulicos*. Nesse lapso de tempo, efetuamos visita pormenorizada às diversas seções de Repartição de Estudos, cujo funcionamento muito nos interessava conhecer. Essa repartição se compõe de quatro seções: *Topografia, Geologia, Hidrologia e Projetos.*

A *Seção de Topografia*, como seu nome bem claramente indica, trata dos levantamentos topográficos realizados nas bacias hidráulicas das barragens e nas redes de irrigação. Tais trabalhos são atualmente, executados por uma firma particular, especializada nesse mister. Essa firma é a *ARTOP Ltda*, que executa tais levantamentos, utilizando a aërofotogrametria. São, em geral, executados nas escalas de 1/2.000 e 1/1.000, com curvas de nível equidistantes de 1,00 m ou 0,50 m. O apoio terrestre é, em vários casos, realizado pelo próprio serviço, o que barateia em parte os trabalhos executados. A firma *ARTOP Ltda*, sem apresentar as condições de instalações de uma Cruzeiro do Sul, dispõe de técnicos excelentes e experientes e é dotada de material moderníssimo. A *Seção de Topografia* é chefiada por engenheiro geógrafo, dispondo, ainda de mais dois engenheiros, também geógrafos.

A *Seção de Geologia*, executa estudo geológico dos locais escolhidos para implantação de barragens. O material de que dispõe a Seção é antigo e o pessoal técnico superior não muito numeroso (um geólogo-chefe e dois auxiliares). Quanto aos sondadores, não tivemos

oportunidade de verificar de perto a habilidade desses elementos, embora as informações gerais fizessem a eles os maiores elogios.

Com relação à *Seção de Hidrologia*, acompanhamos mais de perto suas atividades, já que nela nossa permanência foi mais longa, além da oportunidade que tivemos de realizar uma viagem pelo interior da Província do Alentejo, inspecionando a instalação de postos hidrológicos e verificando o funcionamento de outros já existentes. A Seção está levando a cabo, uma campanha de renovação e modernização dos equipamentos empregados nos postos; instalando pluviógrafos, limnígrafos e outros aparelhos, bem como construindo vertedouros, para medidores de caudais. Estabelecida a curva desses vertedouros, poder-se-á, a qualquer momento, determinar a vazão em função da altura da lâmina d'água. Outro detalhe curioso que despertou nossa atenção é a adoção de azulejos na construção das réguas medidoras da altura das águas. O emprego de azulejos, além de facilitar sobremodo a instalação das réguas, possibilita a imediata substituição de um ou outro elemento.

Finalmente, tomamos contacto com a *Seção de Projetos*. Esta Seção, de posse dos elementos topográficos, geológicos e hidrológicos fornecidos pelas restantes Seções, procede à elaboração do projeto. Na impossibilidade de acompanharmos demoradamente um projeto em curso, julgamos ser de maior proveito a leitura de alguns relatórios de projetos, já elaborados. Dessa maneira, tomamos contacto com o projeto da *Barragem de Silves* (em terra) e com os projetos da rede de irrigação dos vales do Sado e do Sorraia. Além da parte de consulta aos relatórios, conseguimos um número bastante elevado de publicações, inclusive alguns projetos completos, os quais poderão ser extremamente úteis ao *Serviço de Estudos do DNOCS*.

#### 5 — VISITAS EM GERAL

De acôrdo com o programa de estágio, nos foi também proporcionada uma série de visitas.

Ficamos, dessa forma, conhecendo a quase totalidade das barragens portuguesas. Fizemos de início viagem à bacia do Rio Cavado, observando as barragens de *Salamonde, Caniçada, Venda Nova, Paradela* e *Alto Rabagão*. As três primeiras são do tipo abóbada, a quarta é de enrocamento e a última, que está em construção, será de contrafortes, com uma abóbada



central. Nesta última permanecemos seis dias, acompanhado os trabalhos de estudos das rochas de fundação, juntamente com o engenheiro do laboratório da obra. Seguiu-se viagem às obras de *Douro Internacional*, onde vimos a *Barragem do Picote*, já concluída e a *Miranda*, em início de construção.

Mais tarde fomos às barragens do Rio Zezere, *Castelo do Bode*, *Bouçã* e *Cabril* (a mais alta barragem portuguesa, com 112 metros de altura, tipo abóbada delgada). Conhecemos ainda a *Barragem da Bravura* ou *Odeaxere*, no Sul de Portugal. É do tipo abóbada delgada, fundada em terreno extremamente máu (módulo de elasticidade da ordem de 20.000 kg/cm<sup>2</sup>). Constitui um dos mais arrojados projetos de engenharia no campo de barragens arco.

Visitamos também, as barragens do *Maranhão*, *Trigo* e *Moraes* além de outras menores, quando em viagem de inspeção aos postes hidrológicos do Alentejo. Visitas de caráter geral fizemos a firmas industriais encarregadas de construção de comportas e material para aproveitamentos hidro-agrícolas.

## 6 — CONCLUSÃO E SUGESTÕES

O estágio realizado foi, sem dúvida, de grande proveito e trouxe muitos ensinamentos úteis. Permitiu que tomássemos contacto com técnicas novas utilizadas no dimensionamento experimental das barragens de concreto, acompanhássemos ensaios para determinação das características elásticas das fundações das barragens, tivéssemos um conhecimento real de como são realizadas as observações das barragens etc.. É nossa opinião que um estágio dá alto rendimento, quando precedido de uma série de medidas, entre as quais: a) o estagiário deve estar suficientemente entrosado no assunto em que pretende se especializar; b) deve dominar suficientemente uma ou mais línguas estrangeiras (em especial francês e o inglês), pois grande parte da literatura técnica é escrita nestas línguas.

Acreditamos que a instituição de cursos, à semelhança do que se faz em outros órgãos públicos (Petrobrás, por exemplo), dará resultados muito bons. Nêles, além das matérias fundamentais à compreensão dos problemas técni-

cos que se apresentam, poderiam também ser ministradas as línguas estrangeiras mais faladas (francês e inglês).

Com relação aos problemas do Nordeste, julgamos absolutamente indispensável um reestudo, sério e completo, da hidrologia da região. Paralelamente a êsse reestudo, ter-se-ia que estudar e completar a rede de postos pluviométricos, utilizando-se, um número grande de pluviógrafos. Poder-se-ia também, providenciar a instalação de certo número de limnógrafos nos açudes já construídos e a construção de alguns medidores de caudais, nos sistemas pouco conhecidos. Para mais facilmente conseguir os objetivos pretendidos, pensamos trazer ao Nordeste um engenheiro português, com grande experiência em assuntos de hidrologia, o qual, paralelamente ao estudo da hidrologia nordestina, ministraria um curso aos engenheiros do Departamento. A vinda desse hidrólogo, aliás, está na dependência exclusiva de um convite oficial, que lhe seria feito, através do *Ministério das Obras Públicas de Portugal*.

Outra sugestão a apresentar é a do emprêgo de algumas turmas do Serviço de Estudos, para a realização de um levantamento cadastral completo, de todos os açudes existentes, inclusive aqueles que não foram construídos pelo DNOCS. Tal medida possibilitaria verificar as disponibilidades de água em cada bacia, para construção de novos açudes.

Lembrando a questão da observação das barragens, somos de opinião que se poderia tentar um princípio de observação, prevendo-se, inclusive, nos novos projetos, a instalação de aparelhagem especializada, a fim de se poder acompanhar a vida da obra.

Com relação ao *Serviço de Estudos*, acreditamos que algumas modificações terão que ser feitas, no futuro. Assim, parece-nos que, nos levantamentos topográficos de grandes áreas, ter-se-á que recorrer sistematicamente ao emprêgo da aero-fotogrametria, utilizando-se o levantamento clássico para os pequenos açudes. Cumpre desta forma, preparar alguns topógrafos do Serviço, para executar os serviços de apoio para a restituição, bem como continuar o treinamento e formação de novos operadores para multiplex. Outra falta sensível do Serviço de Estudos, diz respeito à Seção de Geologia. Haverá necessidade de admitir e especializar um ou mais geólogos, para cumprimento cabal da missão atribuída à Seção.

# O Algodão de Fibra Extra-Longa e o Polígono das Sêcas

Eng. JOSÉ RODRIGUES FERREIRA

Transcrevemos este trabalho elaborado pelo ENG. JOSÉ RODRIGUES FERREIRA, no Rio de Janeiro, a 24 de maio de 1944. Falecido a 10 de outubro de 1952, na Paraíba, com 63 anos de idade, o ENG. JOSÉ RODRIGUES FERREIRA iniciou sua vida profissional no DEPARTAMENTO NACIONAL DE OBRAS CONTRA AS SÊCAS, em 1915, trabalhando nesse setor até 1927. Construiu diversos açudes públicos e particulares, rodovias, a Estrada de ferro Ceará-Paraíba, e exerceu a chefia dos Distritos do DNOCS no Rio Grande do Norte e Paraíba, durante vários anos; a Chefia do Departamento de Engenharia do Estado do Rio de Janeiro, durante o GOVÉRNO DO INTERVENTOR ARY PARREIRAS; e, proprietário da Fazenda Acauã (Sousa, Paraíba), durante cerca de 25 anos, ali se destacou pelas atividades progressistas que imprimiu à lavoura irrigada, à criação adiantada e à industrialização de óleos vegetais, bem como à educação dos empregados e suas famílias.

O ENG. RODRIGUES FERREIRA, a par destas atividades, era dotado de um espírito cristão e de princípios morais dos mais insígnis. Todos os que o conheciam se impressionavam pela sua personalidade rara, pela sua simpatia, pela sua bondade e pela sua cultura e inteligência. Do seu consórcio com D. MARTHA RICHARD RODRIGUES FERREIRA, falecida em 1928, deixou os seguintes filhos: LÍDIA FERREIRA LOUREIRO, professora, casada com o SR. RAYMUNDO DA SILVA LOUREIRO, comerciante, residente em Fortaleza; MARIANA FERREIRA DE MENEZES, professora, casada com o ENG. AGR.-BIOLOGISTA RUI SIMÕES DE MENEZES, do SERVIÇO DE PISCICULTURA DO DNOCS, atualmente à disposição do Govérno da Bahia; PAULO RODRIGUES FERREIRA, médico, assistente da Faculdade de Medicina da Universidade do Recife, casado com a DENTISTA ALBA SIMÕES DA MOTA RODRIGUES FERREIRA; ENG. NEWTON RODRIGUES FERREIRA, da Prefeitura do Recife, casado com a SRA. TERESA RODRIGUES FERREIRA - R.S.M.

## MEMÓRIA JUSTIFICATIVA

Em face da calamidade das sêcas que têm assolado o Nordeste Brasileiro, surgiram opiniões aberrantes, algumas veiculadas por pessoas de responsabilidade nacional, preconizando a emigração das populações flageladas para outras regiões, onde as condições meteorológicas são propícias ao cultivo de suas terras.

O bom senso, entretanto, evidencia que tais opiniões sobre serem errôneas, são antipatrióticas.

Deverá, então, ser abandonada pelo poder público uma vasta região, dotada de clima salubre, somente por ser irregular a ocorrência das suas chuvas?

Não será possível, sob o ponto-de-vista econômico, atenuar a má distribuição da queda pluviométrica, criando indústrias apropriadas à região semi-árida, proporcionando, assim, meio seguro à manutenção dos seus habitantes? Em muitos casos, não será possível resolver com vantagem o problema das sêcas com o recurso

da açudagem, irrigação, perfuração de poços, captação da energia hidráulica e ainda, com o auxílio da agricultura moderna?

Não transformaram os ingleses e americanos regiões áridas — verdadeiros desertos — em extensos campos de cultura e parques industriais?

Que se proporcionem ao Nordeste os meios necessários ao seu progresso é a opinião da totalidade dos brasileiros, opinião que se consubstanciou em programa, que está sendo executado, em vários períodos presidenciais, pelo Govérno Federal.

Neste particular é justo se ressalte o mérito do *Presidente Getúlio Vargas*, que pessoalmente conheceu a região nordestina e a cujo govérno vinculou o projeto, para breve execução (\*), do aproveitamento da energia hidráulica do Rio São Francisco e outros empre-

(\*) Ao Presidente Eurico Dutra, coube a concretização deste projeto.

endimentos que transformarão o Nordeste em campo de produção e dos mais importantes parques industriais do mundo.

Não fôssem as condições meteorológicas, únicas, do Nordeste, não teríamos a cera de carnaúba, oiticica, maniçoba, caroá, algodão arbóreo de fibra longa, campos de pastagem livres de carrapatos e bernes, ótimas condições para a indústria salineira e uma população diligente e corajosa, retemperada em meio hostil, através de várias gerações, em luta pela conservação de uma existência de labor.

Acima das previsões mais otimistas, revelaram-se zonas consideradas improdutivas, como distritos ricos em minérios raros, de grande procura e utilidade na produção de material bélico e até mesmo minas de ouro têm sido descobertas.

Em outras zonas, ingratas à agricultura, porém cobertas de macambira e caroá, está sendo esta última fibra aproveitada, proporcionando trabalho e produção.

O futuro do Nordeste reserva-lhe condições de paridade a outras regiões do País, ricas e férteis, dotadas de produções e características próprias, regiões que pelo intercâmbio econômico e intelectual entre si e, também, com o mundo exterior, transformarão o *Brasil Grandioso*, como o designou, em conferência, o *Dr. Pedro Rache*, em um dos países mais prósperos do futuro.

Entre as produções do Nordeste Brasileiro nenhuma tem a significação econômica equivalente a do algodão. A cultura da cana-de-açúcar, apesar da sua importância, é feita de preferência na parte litorânea, pequena fração da área total; os cereais plantados em todo Nordeste têm sua produção condicionada à regularidade das chuvas, condição excetuada nos terrenos irrigados, de áreas muito limitadas, em comparação com a área global; os carnaubais e oiticicas beneficiam apenas limitado número dos seus proprietários, enquanto o algodão é a cultura geral, popular, do nordestino.

Nas zonas úmidas planta-se o algodão herbáceo e nas zonas semi-áridas, cultiva-se de preferência o algodão arbóreo, que resiste às sécas e sobrevive alguns anos.

Enquanto o algodão herbáceo sofrerá sempre a concorrência dos grandes centros produtores, o algodão arbóreo, não fôsse a irregularidade da sua fibra, devido à hibridação

e mistura, estaria acima daquela concorrência e seria reputado de elevada cotação comercial.

A falta da necessária eficiência quanto à economia dirigida, os agricultores, em regra, agem individualmente, segundo a mentalidade de cada um. A curta distância de cultura, em se tratando de pequenas propriedades ou de comunhão de terras, encontram-se, misturadas, plantações de algodão mocó, sertão comum, verdade, herbáceo e até, em casos raros, a consorciação do arbóreo com o herbáceo em carreiras intercaladas! Daí essa irregularidade de fibras, depreciando a produção algodoeira nordestina, com prejuízo para os agricultores e a economia nacional.

A Região do Seridó, no Rio Grande do Norte, onde se cultiva, desde há muitos anos, exclusivamente o algodão chamado mocó ou seridó, apresenta ao mercado o Tipo Seridó, de comprimento de fibra média de 34 milímetros, mercadoria disputada pela indústria cotonificia. Felizmente o algodão Seridó já está sendo cultivado com êxito, em outras regiões do Nordeste, por alguns agricultores adiantados, demonstrando assim a sua adaptabilidade.

Julgo de incalculável alcance econômico, o programa patriótico traçado pelo *Interventor Dr. Ruy Carneiro*, de selecionar o algodão mocó, conseguindo do mesmo mais alto rendimento de pluma e maior comprimento de fibra.

É notável o trabalho de genética feito por parte do governo do Estado da Paraíba, com êxito, pelo professor da Escola de Agronomia do Nordeste, *Dr. Carlos Farias*, conforme se verifica em relatórios oficiais. É assim que conta hoje o Nordeste Brasileiro com um tipo de algodão extra-longo, de fibras média de 38 milímetros a maior, rivalizando com o algodão do Egito, com a vantagem de ser arbóreo, rústico, subsistente às sécas e produzindo anos seguidos.

Em nossa propriedade denominada "Acauã", Paraíba, cultivamos com êxito o algodão mocó selecionado, de fibra média de 38 milímetros, cultura que estamos ampliando de modo a transformar a referida propriedade em um campo de vasta proporção, de onde poderão ser fornecidas sementes selecionadas aos agricultores, com o intuito de generalizar e valorizar sua produção.

A generalização da cultura de algodão arbóreo extra-longo, de fibra de 38 milímetros, a maior, graças a um trabalho de genética apropriado a cada zona, representaria conquista da economia dirigida e proporcionaria matéria-pri-

ma para uma indústria de tecelagem extra-fina de incalculável valor, acabando de vez com as crises, tão frequentes, do mercado algodoeiro nordestino.

Para o êxito da campanha a prol da indústria cotonifícia do Nordeste três fatores devem concorrer: a) — financiamento; b) — padronização; c) — mercado.

**FINANCIAMENTO** — O financiamento da produção algodoeira e da sua indústria está, em parte, atendido pela Carteira de Crédito Agrícola e Industrial do Banco do Brasil. O cooperativismo, porém, terá que completar a eficiência das operações financeiras, tornando-se acessíveis aos próprios trabalhadores rurais, que não possuem bens a serem cadastrados. O cooperativismo proporcionará, ainda, aos agricultores assistência técnica e desempenhará sua finalidade educativa e de previdência social. Deveriam os agricultores de cada Município reunir-se numa comunhão cooperativa, supervisionada pelo Ministério da Agricultura, para atenderem aos seus próprios interesses.

**PADRONIZAÇÃO** — A padronização de tipos valiosos, adequados às diversas regiões do Nordeste, é obra da economia dirigida e está a cargo dos governos Estadual e Federal. A verdade, porém, é que neste particular, apesar das conquistas obtidas pela ação administrativa governamental, muito está por ser feito. O serviço de classificação de algodão em carogo, como parte integrante, já vai produzindo benéficos resultados. O cooperativismo também contribuirá em favor da padronização.

**MERCADO** — A situação do mercado algodoeiro nordestino tem sido, até agora, de franca instabilidade. Mesmo no decorrer de uma safra verificam-se oscilações tão bruscas e imprevistas, que podem promover incalculáveis prejuízos aos agricultores e ao comércio.

Sem a segurança de uma indústria especializada, que possa concorrer com os centros fabris mundiais, ficamos na condição de colônia produtora de matéria-prima. Até agora temos estado na dependência da indústria inglesa, alemã, japonesa e outras, e já fomos compradores, no estrangeiro, de tecidos fabricados com algodão brasileiro.

Desejoso de concorrer para o advento da emancipação econômica da produção algodoeira nordestina, organizei, graças ao conhecimento especializado da firma Glossop & Co., em matéria de indústria têxtil, um projeto de fábrica moderníssima de fiação extra-longa. É meu propósito montar a referida fábrica no alto

sertão paraibano, em nossa propriedade "Acauã". Justifico a localização pelas seguintes razões:

a) — "Acauã" é uma vasta propriedade compreendida nas melhores terras de irrigação do Estado da Paraíba, e que tem a montante 2 grandes açudes públicos — "São Gonçalo" e "Piranhas" —, sendo cortada pelo Rio Piranhas, que se tornou perene por alguns quilômetros, abrangendo nossas terras, que assim se tornaram de fácil irrigação.

b) — Encontra-se em Acauã uma Estação ferroviária ligando-a à Fortaleza, e em futuro próximo estará ligada às praças do Recife, João Pessoa e Natal. É também servida por estrada de rodagem federal e está a curta distância de campos de aterragem.

c) — A 40 km, aproximadamente, de Acauã, existe um dos maiores açudes do Nordeste — Açude "Curema" —, de cuja estação hidrelétrica poderá obter a fábrica projetada a potência necessária ao seu funcionamento. Mesmo que necessário fôsse usar de outras fontes de energia, Acauã poderia dispor de matas para alimentar um grupo termelétrico, e até de óleo combustível a ser destilado da rocha piro-betuminosa existente em seu subsolo, no caso do emprêgo de um sistema Diesel-elétrico.

d) — Com a situação da fábrica em plena zona de produção, será exercido um controle perfeito e imediato sobre a qualidade da matéria-prima e assegura a garantia da sua procedência.

e) — O algodão sendo comprado diretamente ao produtor lhe dará o lucro que, de outra forma, iria beneficiar intermediários.

f) — Devendo a fiação extra-fina trabalhar exclusivamente com algodão de fibra extra-longa, promoverá a generalização da sua cultura e lhe assegurará elevado preço.

g) — Por ser o algodão adquirido em rama, deverá ser beneficiado na própria fábrica, em descarçadores modernos de rolo, em substituição aos maquinismos até hoje empregados no Brasil. É sabido que os descarçadores de serras cortam as fibras do algodão, diminuindo a proporção das fibras longas e desvalorizando o produto.

h) — Será feita, no beneficiamento, uma seleção de tipos de modo a oferecer aos agricultores as melhores sementes para os novos e mais amplos plantios.

i) — O produto da fiação, por ser artigo raro e de considerável valor, justifica despesas de transporte, mesmo elevadas.

j) — Será uma instalação ultramoderna e servirá de padrão e estímulo a outras de maiores proporções que se venham a fundar.

Nada mais sugestivo para o apoio de uma idéia projetada do que a demonstração prática do seu valor: daí o meu propósito de fundar uma fábrica moderníssima, de caráter pioneiro ou bandeirante.

Vem a propósito narrar um episódio precursor da atual indústria de óleo de oiticica.

Ao tempo em que chefei comissões federais no Nordeste, tive ocasião de conhecer seus vastos oiticicais. Mais tarde, conhecendo por intermédio dos diretores da "Fábrica de Tintas Sardinha", que a composição do óleo de oiticica lhe atribuía qualidades preciosas idênticas às do óleo tungue, da China, com que os norte-americanos fabricam tintas, esmaltes, vernizes e linóleos, de alta qualidade, de acordo com os progressistas industriais, Sr. Orlando Sardinha e Dr. José Sardinha, mandei vir para o Rio de Janeiro uma partida de oiticica, proveniente de Acauã, para realizar experiências sobre o aproveitamento daquele produto na indústria de tintas a óleo.

Em 1927, convidado pelo meu colega e amigo, Eng. Porto d'Ave, para dirigir a construção do Hospital Gaffrée Guinle, propuz ao Dr. Arnaldo Guinle fôsse feita uma concorrência entre os melhores representantes de tintas a óleo, nacionais e estrangeiros, para demonstração prática da melhor pintura, feita a pistola, a ser empregada nas paredes e esquadrias do edificio.

Em rigoroso e imparcial julgamento, ficou provada a excelência da tinta composta com o óleo de oiticica, com resultado incontestável, que surpreendeu a industriais e construtores e constitui o marco inicial de uma grande indústria nordestina.

Atualmente funcionam no Nordeste numerosas fábricas do óleo de oiticica e daí a circulação anual de milhões de cruzeiros, transfusão de dinheiro que concorre para vitalizar o organismo econômico do alto sertão, nos Estados do Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte e Paraíba.

De forma análoga, isto é, por meio de uma demonstração prática, realizada com a instalação de uma fábrica moderníssima, será possível

obter um resultado de alcance, precursor de futura indústria cotonificia extra-fina no Nordeste do Brasil, em vasta proporção.

A indústria mundial tem fome do algodão de fibra extra-longa, cujo *habitat* é condicionado a meio e clima de características excepcionais, que só se verificam em poucas regiões do mundo, como o Vale do Nilo no Egito, limitados terrenos da América, destacando-se notadamente, pela sua extensão considerável, o alto sertão do Nordeste Brasileiro. De fato, a estatística evidencia que a produção de algodão de fibra extra-longa corresponde a menos de 3% da produção global do mundo inteiro (escrito em 1944): daí a sua procura e o elevado preço dos seus preciosos produtos.

Os conceitos expandidos na presente *Memória* justificam, sob o aspecto patriótico e econômico — a montagem, no centro produtor da matéria-prima, de uma fábrica de fiação extra-fina, cujos lucros serão bastante elevados, tal como o demonstra os seus movimentos financeiros.

#### MOVIMENTO FINANCEIRO (dados de 1944)

Potência necessária a uma fábrica de .....	10.000 fusos	.. 500 Kw
Preço por Kw/h .....	Cr\$ 0,20	
Salário por 8 horas .....	Cr\$ 15,00	
Tít. médio do fio produzido	120	
Preço por quilo de fio, título 120, binado e retorcido ..	Cr\$ 120,00	
Quebra do algodão em pluma no maquinismo ....	20%	
Preço do algodão, em caroço, de fibra média de 38 mm, /quilo .....	Cr\$ 3,00	

#### Descaroçamento

Rendimento de pluma 30%	
Impurezas .....	3%
Caroço .....	67%

#### ORÇAMENTO PARA A PRODUÇÃO DE FIO BINADO, RETORCIDO E DE TÍTULO 120

Algodão em caroço a ser empregado diariamente e sua distribuição:

Quantidade .....	1.250 kg	1.250 kg
Produção de fio título médio 120 .....	300,00 kg	
Quebra (algodão rejeitado pelo maquinismo) .....	75,00 kg	
Impurezas .....	37,50 kg	
Caroço .....	837,50 kg	
	1.250 kg	1.250 kg



*Custo da produção diária*

	Cr\$	Cr\$	Cr\$
<i>Energia:</i>			
500 x 24 x 0,20 .....	2.400,00		
20 operários a Cr\$ 60,00 (4 turnos) ..	1.200,00		
Gerência .....	200,00		
Algodão em caroço 1.250 kg Cr\$ 3,00	3.750,00	7.550,00	
<i>Quebra:</i>			
(Algodão rejeitado) 75 x Cr\$ 1,00 ....			75,00
<i>Caroço de algodão:</i>			
837,5 x Cr\$ 0,40 ..			335,00
300 kg de fio 120 a Cr\$ 120,00 .....			36.000,00
Balanco .....		28.860,00	
		<u>36.410,00</u>	<u>36.410,00</u>

	Cr\$	Cr\$	Cr\$
<i>Orçamento anual:</i>			
Produção em 300 dias Cr\$ 36.410,00 x 300 .			10.923.000,00
Despesas em 300 dias: Cr\$ 7.550,00 x 300 .	2.265.000,00		
Juros de 7% sobre Cr\$ 8.500.000,00 .....	595.000,00		
Administração .....	500.000,00		
Impostos .....	700.000,00		
Eventuais .....	250.000,00		
Depreciação maquinis- mo 5% .....	425.000,00		
Balanco, saldo a favor	6.188.000,00		
	<u>10.923.000,00</u>	<u>10.923.000,00</u>	

O resultado do presente orçamento demonstra que em 17 meses estará resgatado o capital empregado na fundação da fábrica em aprêço.

**ORÇAMENTO PARA A PRODUÇÃO DE FIO BINADO, RETORCIDO E DE TÍTULO 140**

Algodão em caroço a ser empregado diariamente e sua distribuição:

Quantidade de algodão em caroço .....		937,5 kg
Produção de fio título médio 140, duplo e retorcido .....	225,00 kg	
Quebra (algodão rejeitado pelo maquinis- mo) .....	56,25 kg	
Impurezas .....	28,13 kg	
Caroço .....	628,12 kg	
	<u>937,50 kg</u>	<u>937,5 kg</u>

*Custo da produção diária:*

	Cr\$	Cr\$
Energia 500 x 24 x Cr\$ 0,20 .....	2.400,00	
20 operários a Cr\$ 60,00 (4 turnos) .....	1.200,00	
Gerência .....	200,00	
Algodão em caroço — 937,5 kg a Cr\$ 3,00 .	2.812,50	
	<u>6.612,50</u>	
Quebra (algodão rejeitado pelo maquinismo) 56,25 kg a Cr\$ 1,00		56,25
<i>Caroço de algodão:</i>		
628,12 kg a Cr\$ 0,40		251,25
225 kg de fio título 140 a Cr\$ 160,00 .....		36.000,00
Balanco .....	29.695,00	
	<u>36.307,50</u>	<u>36.307,50</u>

*Orçamento anual:*

Produção em 300 dias: Cr\$ 36.307,50 x 300		10.892.250,
Despesas em 300 dias: Cr\$ 6.612,50 x 300 ..	1.983.750,00	
Juros de 7% sobre Cr\$ 8.500.000,00 .....	595.000,00	
Administração .....	500.000,00	
Impostos .....	700.000,00	
Eventuais .....	250.000,00	
Depreciação de maqui- nismo 5% .....	425.000,00	
Balanco saldo a favor	6.438.500,00	
	<u>10.892.250,00</u>	<u>10.892.250,00</u>

Da mesma forma que o orçamento anterior, este, relativo a fio de título 140, demonstra que em menos de 16 meses estará resgatado o capital aplicado na fundação da fábrica projetada.

Nesta última hipótese, em que a quantidade de matéria-prima a ser empregada anualmente é apenas de  $937,5 \text{ kg} \times 300 = 281.250 \text{ kg}$  ou 19.000 arrôbas, bastará a cultura de algodão de fibra extra-longa de Acauã, com uma fácil ampliação feita dentro do período de compra e montagem da fábrica para supri-la.

A fábrica em aprêço está projetada de modo a ser facilmente ampliada, de acordo com a aceitação dos seus produtos.

#### TECELAGEM

Na hipótese de ser anexada à fiação uma seção de tecelagem finíssima, haveriam as seguintes vantagens:

- melhor aproveitamento da instalação de força;
- economia quanto à administração;
- maior facilidade de transporte por ser o produto de preço mais elevado e de menor volume;
- mercado próximo às capitais dos estados nordestinos, além da possibilidade de exportação para grandes distâncias.

De acordo com os dados aproximados por excesso, que me foram fornecidos pela firma Glossop & Cia., organizei uma demonstração do movimento financeiro da Seção de Tecelagem:

#### MOVIMENTO FINANCEIRO

Número de teares .....	100
Potência necessária .....	100Kw
Preço por Kw/h .....	Cr\$ 0,20
Salário dos operários, por 8 hs.	Cr\$ 15,00
Preço por metro de tecidos finíssimos, (prevendo a concorrência de após guerra) .....	Cr\$ 10,00
Produção diária de 294 kg de tecido, ou, em comprimento médio .....	600m
Quantidade de fio de título 120 empregado diariamente .....	300Kg
Preço do fio de título 120 ....	Cr\$ 120,00
Quebra da matéria-prima .....	2%

#### CUSTO DA PRODUÇÃO DIÁRIA

Energia:		Cr\$	Cr\$
100 Kw x 24h x Cr\$ 0,20 .....		480,00	
Fólia Operária .....		1.200,00	
Gerência .....		300,00	
Confecção artística inclusive ingredientes para tintura e merce-rização .....		1.000,00	
Matéria-prima 300 kg de fio de título 120, a Cr\$ 120,00 .....		36.000,00	
Soma .....		38.980,00	
Produção de 6.000 metros de tecido finíssimo a Cr\$ 10,00 ..			60.000,00
Balanco — Saldo a favor .....		21.020,00	
		60.000,00	60.000,00

#### PRODUÇÃO ANUAL

	Cr\$	Cr\$
Valor da produção em 300 dias, Cr\$ .....		18.000.000,00
60.000,00 x 300 ....		
Despesas em 300 dias, Cr\$ 38.980,00 x 300 .	11.694.000,00	
Juros de 7% sobre Cr\$ 2.500.000,00 .....	175.000,00	
Impostos .....	500.000,00	
Eventuais .....	300.000,00	
Depreciação de maquinismo 5% .....	125.000,00	
Balanco — Saldo a favor .....	5.206.000,00	
	18.000.000,00	18.000.000,00

No Rio de Janeiro, em 1944, um metro de cambraia finíssima, de confecção artística, tem um valor muito acima de Cr\$ 50,00, enquanto que, em nosso orçamento, computamos a mercadoria apenas por Cr\$ 10,00.

#### CAPITAL

Apesar de não ter, ainda, Glossop & Cia. recebido da América do Norte todos os orçamentos das diversas seções de fábrica, forneceu-me, entretanto, dados aproximados, com os quais pude fazer os cálculos seguintes:

	Cr\$	Cr\$
Seção de descaroçamento	100.000,00	
Seção de fiação .....	4.000.000,00	
Máquinas e torcedoiras e máquinas enroladeiras .....	400.000,00	
Seção de ar condicionado .....	500.000,00	
Casa de força .....	800.000,00	
Construção de prédios	700.000,00	
Transportes e direitos	1.000.000,00	7.500.000,00
<hr/>		
Máquinas de tecelagem	2.000.000,00	
Transportes e direitos	400.000,00	
Construção de prédio	100.000,00	2.500.000,00
<hr/>		
Custo total das instalações .....		10.600.000,00

São assim, duas hipóteses a serem adotadas:

1.ª) Indústria de fiação, exclusivamente.

Nesta hipótese o custo da instalação seria de Cr\$ 7.500.000,00, e o valor da produção de Cr\$ 6.300.000,00, ou 66% de lucro.

2.ª) Indústria de fiação e tecelagem.

Na segunda hipótese o custo da instalação seria de Cr\$ 10.000.000,00, e o valor da produção subiria a Cr\$ 6.300.000,00, proveniente da fiação, somado a Cr\$ 5.200.000,00, relativo à tecelagem ou Cr\$ 11.550.000,00, ou 115% de lucro.

Para garantia de êxito de um empreendimento de grande vulto, como o presente projeto da fábrica de fiação e tecelagem, é indispensável que tal indústria tenha um suprimento certo de algodão de fibra de 38mm a maior, produção de extrema raridade.

#### CULTURA DO ALGODÃO

A propriedade Acauã, por ser uma das maiores do alto sertão da Paraíba, dotada das melhores terras para a cultura do algodão de fibra extra-longa, apresenta-se indicada para uma grande lavra de algodão selecionado.

Reputo indispensável a incorporação da propriedade Acauã à indústria têxtil em aprêço, como garantia do suprimento da matéria prima necessária, de modo a serem produzidos fios de títulos 120 a 140.

Por ser o algodão mocó selecionado uma planta arbórea, que vive durante alguns anos, a cooperação agrícola com qualquer dos governos citados seria mantida, apenas por um a dois anos, enquanto fundássemos uma lavra com a amplitude compatível às necessidades industriais da fábrica

Não levei em consideração no custo das instalações o valor da propriedade Acauã, visto que só as rendas decorrentes dos seus produtos naturais — oiticica e cêra de carnaúba — atingem em média a Cr\$ 250.000,00, são suficientes para cobrir os juros de um capital elevado, além do que o valor das safras anuais do algodão corresponderá a um lucro de cêra de Cr\$ 300.000,00 (dados de 1944).

A propriedade Acauã tem uma área aproximada de 80.000.000 m<sup>2</sup>, contém um oiticical de cêra de 5.000 pés, um carnaúbal que produz 3.000 quilos de cêra e sua atual produção de algodão é de 100.000 quilos aproximadamente.

#### LUCROS EXTRAORDINÁRIOS

De acôrdo com a Lei referente a "Lucros Extraordinários", êstes lucros, caso não sejam aplicados no desenvolvimento de indústrias, terão que ser consideravelmente reduzidos sob a forma de pesado imposto.

A incorporação da propriedade Acauã, graças às suas possibilidades, dará lugar a uma aplicação vantajosa dos lucros extraordinários, com a criação de indústrias reunidas, tais como de beneficiamento de cêra de carnaúba, extração de óleos vegetais, notadamente de óleo de oiticica, destilação de xisto petrolífero, contendo parafina, existente na propriedade, ampliação da indústria têxtil, como a fabricação de lonas para pneumáticos, criação de gado e outras.

#### CONCLUSÃO

Julgo, em resumo, que o estabelecimento de uma empresa de fiação e tecelagem extra-fina em Acauã, seria um empreendimento de alcance patriótico e, ao mesmo tempo, um negócio de resultado lucrativo.

# Monografias sôbre o problema das

## 1 — A NUCLEAÇÃO ARTIFICIAL DA ATMOSFERA COMO CONTRIBUIÇÃO NA LUTA CONTRA AS SÉCAS

### 1.1 — POSIÇÃO ANTE O PROBLEMA

A aplicação bem dirigida das modernas técnicas de nucleação atmosférica poderá ser valiosa contribuição na luta contra as sécas e, talvez o complemento decisivo para a solução do problema básico do Nordeste.

Julgar sua utilidade é coisa que só pode ser feita após análise e crítica de resultados experimentais obtidos em grande número e em condições várias.

Estudar, porém, dentro de uma base lógica, tomada como hipótese de trabalho, os pontos que apoiam ou refutam sua indicação é perfeitamente cabível. É pena que o assunto já tenha sido tratado com os prejuízos do sensacionalismo e da má vontade. Os resultados dessas atitudes aprioristicamente extremas foram confusão e a desconfiança das opiniões, já que as argumentações relativas à meteorologia moderna com seus componentes especializados, estão em geral ao largo da crítica autorizada. Não obstante, impõe-se retomar a questão com serenidade e isenção de espírito, trazê-la para termos de mais completa e mais fácil compreensão, tratando-a sem pretensões eruditas, mas o objetivo do esclarecimento.

A climatologia do Nordeste brasileiro não é tão simples como à primeira vista parece. Dentro desta região é possível separar zonas de clima diverso, consistindo as diferenças em particularidades que podem ser mínimas ou bastante acentuadas, conforme o caso. No Estado de Pernambuco, por exemplo, encontramos as zonas de litoral, da mata, do agreste e do sertão, cada uma com características climáticas e, conseqüentemente, biogeográficas próprias, interpretando-se às vezes, de outras bruscamente limitadas. Esta situação não é generalizável, porém, pois se Alagoas esbarra no São Francisco sem espaço para muito sertão, no Ceará êste vem olhar o mar. Ao subdividirmos em zonas o Nordeste encontraremos, é certo, manchas de verdura e umidade mais ou menos constantes, mas verificaremos também que o sertão sêco sobrepuja tudo, dominando em extensão territorial e abrangendo mais ou menos de todos os Estados nordestinos, caracterizado como zona de baixa média

pluviométrica, além de sujeito a profundas variações anuais nas precipitações.

A diminuição esporádica das chuvas define a estiagem e a repetição do fenômeno em duas ou três estações seguidas constitui a grande séca, o temido flagelo, com todo o cortejo de seus efeitos que se estendem a todos os âmbitos. E como isto vem acontecendo desde antes da colonização, aí está como conseqüência, o Nordeste entravado no desenvolvimento de sua civilização, demograficamente instável e economicamente inconstante sustentado a sangue, suor e lágrimas pela tenacidade de sertanejos "antes de tudo fortes" mas acima de tudo cansados de uma situação historicamente heróica.

Vale dizer que muito se tem feito para minorar os efeitos do rigor climático, mas é justo concluir que os resultados alcançados deixam ainda a desejar. Neste sentido nem todos os meios foram empregados e aqueles que o foram não atingiram plenitude dos resultados. De modo geral a luta contra a séca tem sido orientada em termos elementares de sobrevivência e travada em ímpetos acossados de emergência.

Atualmente, dada a interação e a convergência de vários fatores, é possível encontrar para cada indesejável aspecto da calamidade uma causa próxima que se mostre bem nítida e pareça independente. Agrupando-se porém, conjuntamente, é possível verificar que possuem um denominador comum: água. Se, antecedendo os primeiros colonizadores, tivessem vindo olímpicas criaturas dispostas a fazer a morada neste pedaço do Brasil, de certo teriam logo pedido ao todo poderoso Júpiter que abrandasse a hostilidade da terra mandando chuva. Mais chuva e chuvas mais regulares. E seja-nos permitido imaginar ainda o que seria o Nordeste sob estas condições, com o crescimento biologicamente regular de seus núcleos de população conduzindo naturalmente à uniformidade da produção e à estabilização de uma economia previsível e administrativamente organizável. Não teríamos o problema dos excedentes demográficos nas capitais nem a exagerada predominância da população feminina. A agricultura seria menos mo-

# chuvas artificiais

• Prof. João Ramos Pereira da Costa

nótona e a pecuária menos latifundiária; as circunstâncias de formação e evolução cultural, menos críticas também, teriam dado margem a um progresso mais homogêneo.

Mas, deixando à parte a fantasia, não é difícil perceber a coincidência dos anseios nordestinos com as situações apontadas: ensaístas, sociólogos, economistas, romancistas e poetas afirmam-na técnica e literariamente. E tudo gira, em torno de uma carência crônica de água. Exatamente como os imaginários tráfugas do Olimpo, vivemos pedindo também a deuses e homens, mais chuvas e chuvas mais regulares, na mais literal expressão destas palavras ou no mais eufêmico de seus equivalentes.

Os "bons invernos" são marcos na vida do nordestino: vivem no seu espírito como saudade e esperança fundidas em fluida mistura invadindo o presente e justificando que mais um ano se passe e mais uma safra ele espere.

A importância do meteoro pluvial é tão grande para o Nordeste que a alma simples do povo admite mesmo a participação mágica e não recusa soluções cândidas para o seu problema. Já ouvimos, apontada como heróica medida, a transferência de água do São Francisco para o Jaguaribe ou desmonte de Borborema sob o martelo das bombas atômicas. A expressão "chuvas artificiais" em todos os tipos, no título e no texto de periódicos, alvo-roçou pensamentos e gerou controvérsias. Em torno do assunto e oscilando entre extremos de ingênuo otimismo e de intocável descrença ainda se fala, opina, discute e induz a opinião pública. É muito natural que isto aconteça; a mesma situação já foi vivida em outros recantos do mundo, com mais intensidade até. Felizmente, porém, já se define um interesse mais equilibrado, já se procura ler antes de falar, já aparece uma sobriedade mais séria na imprensa; nos meios universitários a curiosidade intelectual busca fundamentos e redescobre explicações. É o caso, portanto, de perguntar: QUEM PODERÁ DEFINIR O EXATO VALOR DOS MÉTODOS DE NUCLEAÇÃO ARTIFICIAL DA ATMOSFERA COMO MEIO DE COMBATE ÀS ESTIAGENS?

Evidentemente ninguém poderá fazê-lo, a rigor, antes de possuir a respeito dados concretos, e para obtê-los precisará chegar a re-

sultados decisivos por meio de experiências bem conduzidas, sendo, assim, indiscutível a enorme importância de obter esses dados e de levar a termo tais experiências. Talvez haja quem se dê por satisfeito ao ver resultar chuva da "semeadura" de uma nuvem com gelo seco, mas não faltará também a afirmação de que a chuva viria mesmo sem isso. E enquanto se trava uma discussão acadêmica sobre a casualidade do fenômeno — sem chegar a nenhuma conclusão — a opinião pública e o interesse dos órgãos administrativos decepcionam-se vendo finar-se melancolicamente a questão, amortilhada em gases filosóficas.

Outra é a nossa posição no Instituto do Nordeste. Absolutamente convencidos da necessidade e da legitimidade científica da orientação experimental trabalhamos para pô-la em execução, mas não esquecemos que o assunto envolve o interesse nacional e deve, por isso mesmo, ser tratado com uma clareza sincera e democraticamente ampla. É assim que lutamos contra as intromissões da suficiência vaidosa e da burla sensacionalista procurando divulgar e esclarecer, simplificando sem perda de exatidão, os meios de julgamento crítico aos métodos capazes de contribuir para a solução de um problema que constitui a razão incorporativa de nossa agremiação. A satisfação de ver corretamente encaminhada a questão, com possibilidade de chegar-se a resultados honestos e sem eiva de dúvida, é exata justificativa da posição que assumimos.

## 1.2 — FUNDAMENTOS METEOROLÓGICOS

O envoltório gasoso do Globo é como que o sangue da terra: pulsa e circula, transporta e distribui. Sob o influxo da energia solar, pulsa ao ritmo das estações assumindo situações extremas nos solstícios opostos. E, ao pulsar, circula, transportando água e calor, que distribui, servindo aos reinos da natureza e com eles formando degraus às transformações de energia que são a própria vida do Universo.

Os movimentos do geóide, a natureza e a estrutura de sua superfície, a repartição nesta de terras e águas — constantes ou uniformemente variáveis, e regidas pelos princípios fundamentais da física — tornam a circulação atmosférica esquematizável. De outra parte, as variações quantitativas e qualitativas da



radiação solar — só parcialmente submetidas ao determinismo astrodinâmico ao lado de outros fatores de menor monta, introduzem no esquema alterações que não chegam a ser tão grandiosas a ponto de pô-lo a perder. No sistema CIRCULATÓRIO da atmosfera, ao lado de ARTÉRIAS calibrosas e grossas veias, há também rêdes capilares e é possível encontrar vários corações. São êstes formados por zonas de altas pressões e zonas de baixas pressões, entre as quais desloca-se o ar, constituindo o vento. Nas asas do vento vai ar quente do Equador para o Polo, de onde, já frio, volta ao ponto de partida para aquecer-se, fazendo o percurso em vôos altos ou rasteiros o que importa em dizer que há dois aspectos opostos da circulação: o de altitude e o da superfície. Se o trajeto não chega a ser um simples circuito fechado, de Equador a Polo em altitude e de Polo a Equador em superfície, é porque, em consequência do movimento de rotação da terra, da inércia das massas de ar e da variação da força centrífuga com a latitude, os caminhos do vento fazem curvas, enroscando-se como serpentes do espaço. Apesar de tudo, a circulação geral continua esquematizável, agora dividindo-se em células distribuídas ao longo dos meridianos, entre o Equador e o Polo, contendo nesta direção progres-

sivamente menos água e calor, e deslocando-se para o Norte ou para o Sul, acompanhando o maior aquecimento de cada hemisfério. (Fig. 1).

Nestas células a circulação se faz em direções suficientemente nítidas para defini-las como circuitos isolados; entretanto, por se tratar de massas fluidas em movimento, seus limites são imprecisos e elas se põem em íntimo contacto nos deslocamentos, o que, afinal, permite ao ar cumprir por etapas o trajeto Equador Polo ou vice-versa e, mesmo, passar de um para outro hemisfério.

O esquema da circulação atmosférica não pode ser, pelo visto, um quadro rígido; possui uma certa deformabilidade, embora limitada. O deslocamento das células, que constitui o pulsar da circulação faz com que as zonas de altas como os de baixas pressões tenham seus centros de ação em permanente variação não obstante esta se faça em tórno de situações mais freqüentes no tempo e no espaço, de modo a ser possível traçar mapas mundiais característicos das mesmas em função das posições singulares da terra, em relação ao sol, ou seja, em janeiro e em julho (Figs. 2 e 3).

E assim, partindo da base esquemática, determinados os valores constantes e apreendidos estatisticamente os fatores responsáveis pelas variações, verifica-se que os deslocamentos das massas de ar trazem alguma coisa de seu processo e desvendam um pouco de seu porvir, dando margem à prognose. Além disso o sistema é tão íntimamente relacionado em seus órgãos que as modificações são entrelaçadas — interdependentes e simultaneamente compensatórias — o que origina uma seqüência habitual para os fenômenos meteorológicos e oferece maior segurança à previsões.

Há evidente exagêro em procurar ligar por um nexco causal fenômenos isolados e particularmente característicos como um nevoeiro em Londres e uma pancada de chuva no Rio, mas não é sem razão que os meteorologistas europeus vivem atentos ao tempo reinante em tórno da Islândia. Em certas regiões do mundo a seqüência meteorológica é uma rotina imutável; já em outras o tempo é mais vário. Na Índia marcam-se datas, enquanto no Canadá já se disse "*We don't have climate, only samples of weather*". De modo geral, porém, a certeza prognóstica

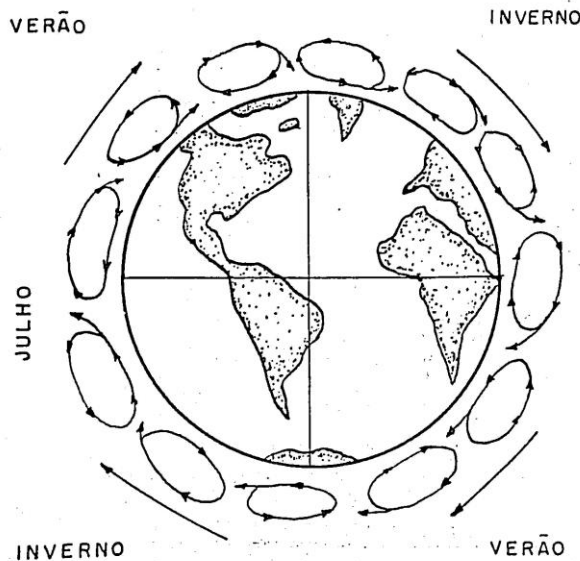


Fig. 1 — Esquema da circulação atmosférica

é uma função direta da magnitude e da generalidade do processo no qual se fundamenta.

Observamos ainda que as previsões requeridas modernamente por diversos ramos da atividade humana são previsões do tempo que se processará na superfície da terra, relativas, portanto, a fenômenos da atmosfera inferior. Ora, é por parte da superfície que se introdu-

zem no esquema circulatório as variações locais que restringem a antecedência e o grau de certeza dos prognósticos. O mesmo não acontece quanto à circulação superior, onde os efeitos das ações locais de superfície não se fazem sentir apreciavelmente ou se integram em uma regularidade que a tornam mais constante e definida, embora menos dócil e

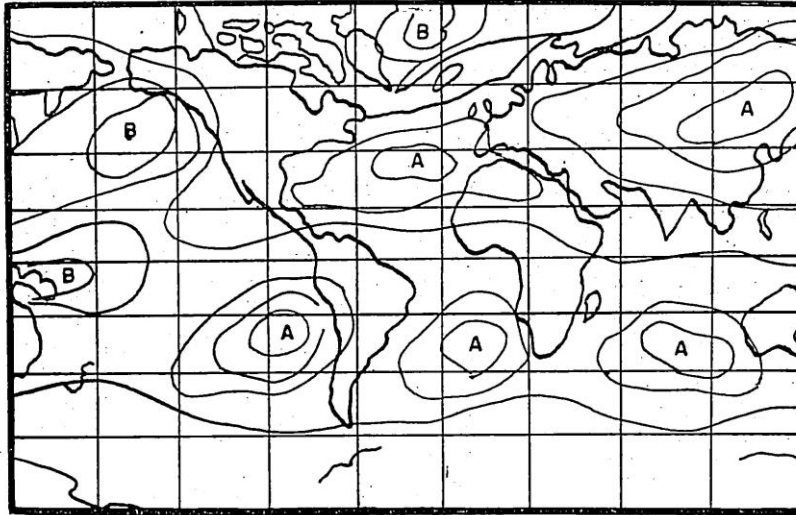


Fig. 2 — Isobaras em Janeiro

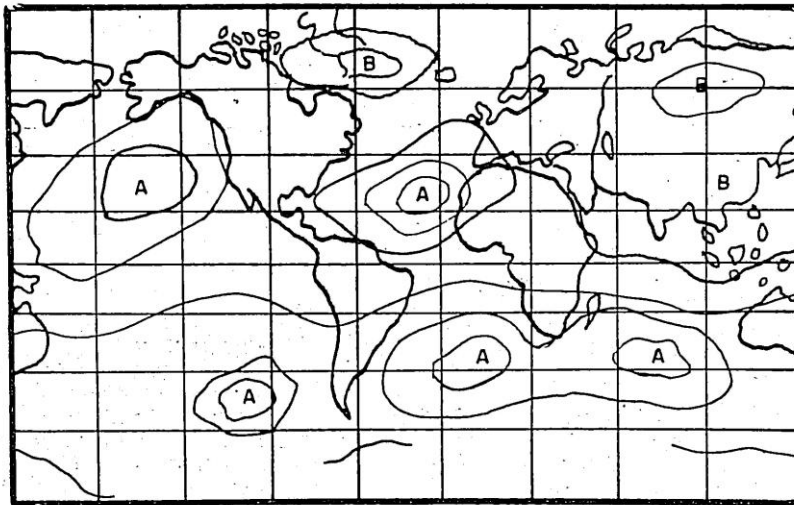


Fig. 3 — Isobaras em Julho

acessível à observação. Pôsto que o entrosamento circulatório é fundamental, não é difícil aceitar o estabelecimento de um sistema de prognose meteorológica a partir de dados colhidos na observação da atmosfera superior, fornecendo previsões que apresentam caráter mais geral e maior antecipação, tornando-se, por isso, objeto de interesse mais universal. Evidencia-se, então, que o estudo da evolução das situações e condições meteorológicas não prescinde o âmbito de tôdas as dimensões do espaço, e que prever um fenômeno importa em levar na devida consideração a sinose de um conjunto. Baseada nesta ordem de idéias, a rotina meteorológica das previsões pode ser compreendida partindo-se de dados colhidos na observação da atmosfera superior, completados pelos da observação de superfície e normalizados pela análise estatística de situações anteriores.

Dada a interdependência dos processos meteorológicos de caráter geral, os serviços especializados dos diversos países realizam o intercâmbio das informações por força de convênios internacionais. A radiocomunicação, colaborando com a rapidez e a universalidade de sua essência, permite ao especialista o traçado das cartas sinóticas e a norma prognóstica com maior ou menor facilidade, em função da organização do sistema em que opere. De tudo se conclui não ser dificuldade intransponível nem excessivo dispêndio o estabelecimento de um sistema eficiente, capaz de fornecer os dados sinóticos necessários ao estudo mais detalhado e ao conhecimento do campo experimental em tôrno do tempo no Nordeste.

Diga alguém que isto é luxo desnecessário e que o serviço de meteorologia do *Ministério da Agricultura*, possuindo êstes dados, poderia estudá-los ou fornecê-los para estudo, e perguntaremos se é possível sobrecarregar mais o pessoal técnico do *Serviço de Meteorologia*, já escasso em seus quadros, cumprindo o serviço pela dedicação e capacidade de trabalho — do que somos testemunha — ou será útil perder a antecipação das previsões com a protelação de um fornecimento sujeito as inerentes dificuldades da burocracia.

### 1.3 — ASPECTOS METEOROLÓGICOS DO NORDESTE

Indiscutivelmente estabelecido que da abundância e distribuição das chuvas depende, em todos os sentidos, a vida do Nordeste, nada mais elementarmente indicado que pro-

curar em seus fundamentos meteorológicos as condições que lhes regem a origem e motivam a variação. É possível adiantar inicialmente — e explicar em considerações posteriores — que nem tôdas as zonas nordestinas são regadas por chuvas pertencentes a um mesmo sistema originário. O sertão, porém, só recebe chuvas substanciais sob uma condição: quando a massa de ar que separa a circulação dos hemisférios terrestres e marca com um cinturão de nuvens o Equador meteorológico — o "doldrum" equatorial, na terminologia própria — se desloca para o Sul, arrastado pela compensação circulatória, o que só acontece, como veremos, no verão.

Para compreendermos, porém, a complexidade climatológica do Nordeste e darmos ordem ao raciocínio é necessário começar de outro ponto, — do inverno.

Ao iniciar-se o inverno no hemisfério Sul, todo o esquema circulatório desloca-se para o Norte (*Fig. 1*). As massas de ar do Polo Sul tendem a encaminhar-se no sentido do Equador, forçando à frente massas tropicais. O ar polar e o ar tropical estão, entretanto, em condições profundamente diferentes quanto a calor e umidade, dê forma que a massa polar mostra bem nítida uma superfície de descontinuidade separando-a da massa tropical e a frente de seu avanço torna-se o que se chama em meteorologia uma frente polar. Como o movimento das massas de ar obedece ao pulsar da circulação, as massas polares avançam e recuam com uma intensidade que depende da energia que as impulsiona, ou seja, da pressão em que se mantêm com relação às massas vizinhas, nestas introduzindo cunhas de ar frio que vão diluir-se em seu caminho para o Equador produzindo efeitos de resfriamento.

Cercando a América do Sul (*Figs. 2 e 3*) há duas zonas de altas pressões que correspondem a acúmulos de ar polar e cujos centros de ação estão submetidos, como já vimos antes, a variações em tôrno de posições mais freqüentes, constituindo estas variações a origem de frentes polares: a frente polar do Atlântico (F.P.A.) e a frente polar do Pacífico (F.P.P.) vendo-se nas *Figs. 4 e 5* o âmbito de suas zonas de formação nas situações de verão e de inverno, respectivamente. Entre os dois citados centros de alta existe sôbre o continente sul americano uma zona de baixas pressões, mais meridional e mais intensa no vetrão, porém ainda nítida no inverno servindo como elemento de mediação, para os mesmos.

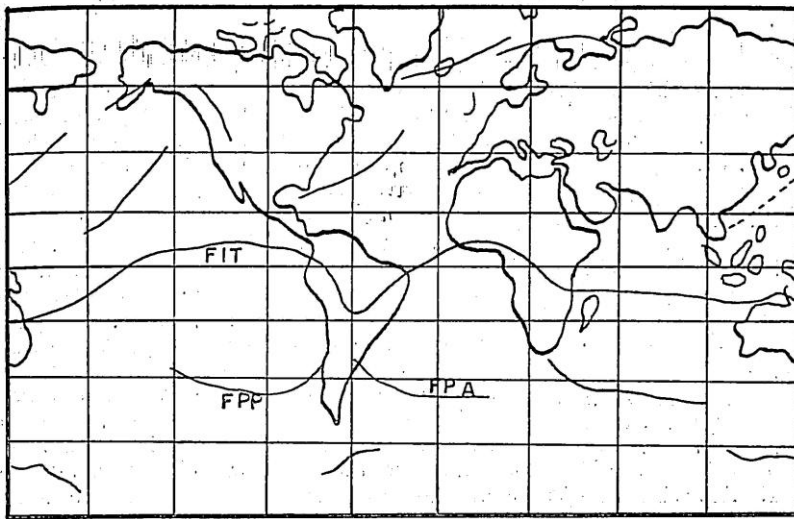


Fig. 4 — Âmbito das frentes em Janeiro

Assim, quando atraída pela zona de baixas pressões e arrastada pela circulação superior, a massa de ar do Pacífico, formando a F.P.P. consegue ultrapassar os Andes, introduz sob a massa continental uma cunha de ar frio que provoca a elevação desta. O resfriamento conseqüente à diluição que é o término da evolução frontal — a frontólise — da origem às precipitações características do inverno centro-continental.

Esta seqüência de fenômenos se continua pela reação produzida na massa polar do Atlântico, que avança formando a F.P.A. após o recuo do centro de ação do Pacífico. Deslocando-se para penetrar no continente, em razão das mesmas causas anteriores, a F.P.A. esbarra na Serra da Mantiqueira, dobrando-se em dois ramos, um continental e outro marítimo. A dissolução do ramo continental vai produzir seus efeitos de resfriamento pelo

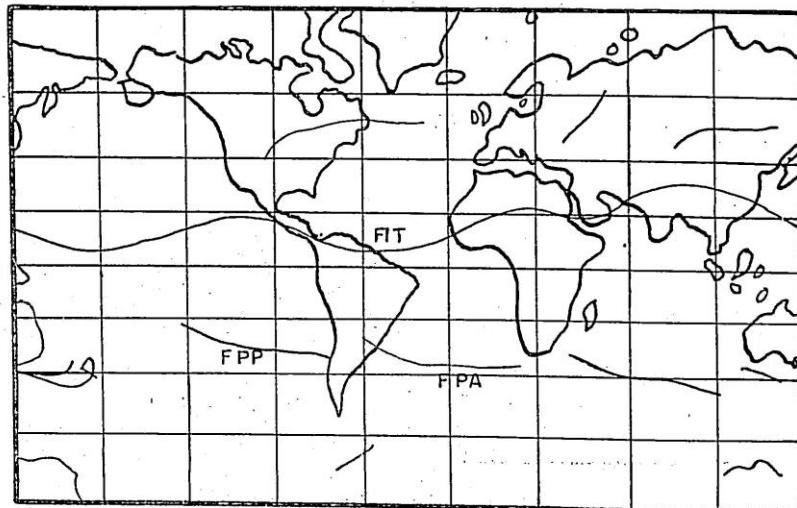


Fig. 5 — Âmbito das frentes em Julho

Brasil Central, de Mato Grosso ao Amazonas, enquanto a frontólise do ramo marítimo atinge latitudes baixas, ao longo de um trajeto maior, indo levar os efeitos das descontinuidades aos alísios de SE (Fig. 6).

É justamente neste ponto que a seqüência meteorológica esboçada vem tocar mais de perto o clima do Nordeste. Esfriado o alísio, éste penetra no Nordeste levando umidade do Atlântico em condições propícias a chuvas, ao mesmo tempo que os efeitos da frontólise do ramo Atlântico da F.P.A. na atmosfera superior reforçam estas condições.

Mas existe uma orografia que impede a continuação das precipitações para o interior nordestino: o sistema orográfico do Nordeste — um arco aberto para o Norte — serve de barreira ao inverno. As vertentes a barlavento do alísio fazem o acúmulo orográfico das

nuvens e promovem sua elevação convectiva, facilitando as precipitações (Fig. 7-A). Ultrapassando estas barreiras, as nuvens já estão fraturadas, espoliadas de água, e, descendo a vertente oposta entram em condições ainda mais desfavoráveis pelo deslocamento adiabático da situação da água nas mesmas.

É assim que as chuvas de inverno se limitam à orla costeira de Alagoas, Pernambuco e parte da Paraíba, estabelecendo as características climatológicas da zona da mata. O pouco de umidade aproveitável que consegue vencer o obstáculo do relêvo ou se escoar por suas aberturas, somado a que penetra com as brisas dos rios mais importantes (Fig. 7-B) vai formar nuvens orográficas ao longo das pequenas serras do interior do hemicírculo, condicionando zonas de transição, como o "brejo" da Pa-

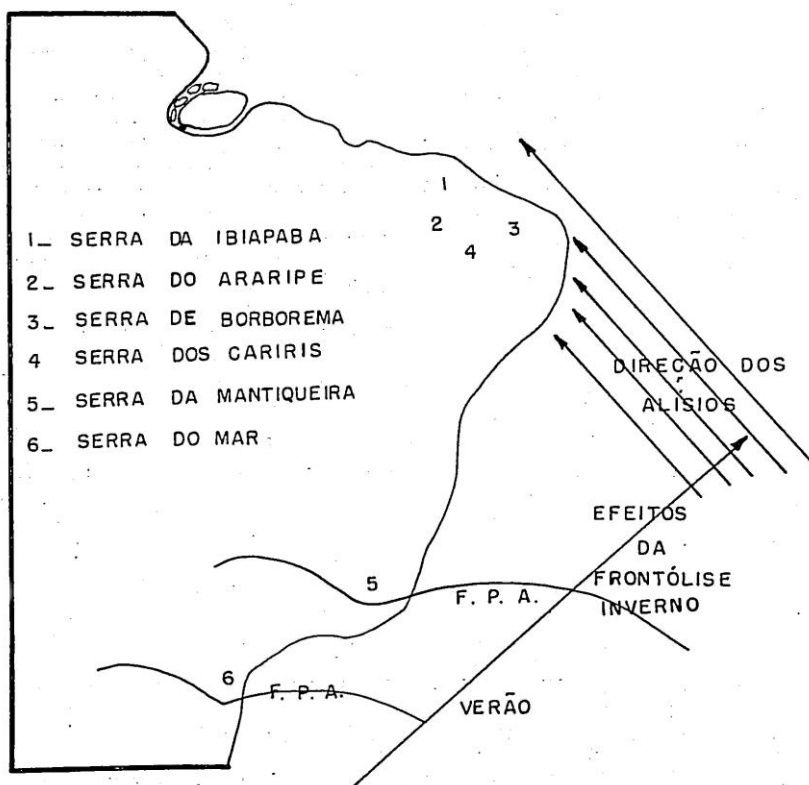


Fig. 6 — Esquema das condições importantes para a meteorologia nordestina



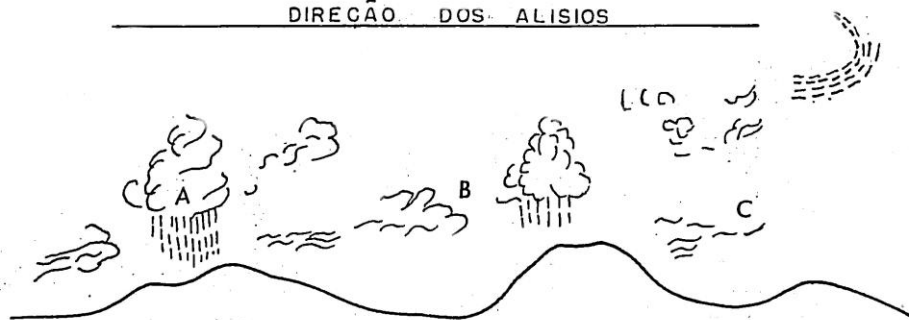


Fig. 7 — Consequências da orografia no clima do Nordeste

raíba ou as “serras” do Ceará. Daí para a frente (Fig. 7-C) e espoliação de água, aliada à convecção intensa, não permite mais o estabelecimento de condições favoráveis à chuva e as nuvens levadas pelo vento, agora mais livre do freio orográfico, esgarçam-se em busca dos caminhos de altitude.

E nisto se resume o inverno para o Nordeste: chuvas regulares e abundantes em uma faixa de 30 km ao longo de uma extensão menor que um terço de seu litoral; chuvas escassas e irregulares em pequenas áreas orograficamente privilegiadas. O sertão não tem chuvas de inverno; apenas, quando este está no início ou entra em seu término, os equinócios condicionam uma intensidade menor dos fenômenos frontais e a zona de baixas continental expande-se trazendo sua convectividade e umidade residual para favorecer certas regiões a sotavento dos alísios. Assim, chove nestas épocas a NW das serras do Piauí, Dois Irmãos e Vermelha, que completam o relevo nordestino, e as chuvas chegam, às vezes até a Chapada do Araripe, criando uma ligeira diferenciação entre o alto e o baixo sertão de Pernambuco.

E com a ronda das estações o verão penetra no hemisfério sul. Agora todo o esquema da circulação se desloca inversamente; as frentes polares oscilam mais ao Sul e a estabilidade das massas tropicais tende a resolver os fenômenos frontais com descontinuidades do tipo frente quente. Entretanto, ainda sob o estímulo da F.P.P., as oscilações da F.P.A. continuam no pulsar circulatório; são, porém, menos intensas suas invasões e, mais meridionais, esbarram agora na Serra do Mar, dobrando-se ainda em dois ramos. A frontólise do ramo continental é mais rápida sob a convecção intensa e o resfriamento do alísio, produzido pelo ramo marítimo mais afastado, vem

apenas produzir as ondas de Leste, com sua nebulosidade característica. Pela costa SE do Brasil caem boas chuvas mas a história das ondas de Leste é muito recuada para que elas venham servir apreciavelmente ao Nordeste. Mesmo assim, as poucas chuvas que delas se originam sofrem a mesma limitação territorial que vimos antes.

Acontece, porém, que estamos no verão e a evolução frontal no Sul se faz em saltos mais nítidos; logo o centro de ação da zona de altas do Atlântico Sul recua para o Polo, arrastando no mesmo sentido a circulação. Já a esse tempo as massas de ar do hemisfério norte tendem a deslocar-se no sentido do Equador — pois lá é inverno — e uma particularmente interessante para nós, a que define o centro de altas dos Açores, comprime então a massa equatorial que separa a circulação dos dois hemisférios. Esta massa de ar, mercê de sua localização, apresenta características especiais de grande unidade e intensa convecção, o que conduz à formação e evolução dos sistemas de nuvens que constituem o DOLDRUM equatorial. Aqui a água evapora, condensa e precipita seguindo a variação diurna da radiação solar e, conseqüentemente, da pressão e da temperatura, fazendo com que as regiões habitualmente cobertas pela massa do DOLDRUM sejam sujeitas a chuvas durante todo ano.

Arrastada pelo recuo dos centros de ação das zonas de alta do Sul e sob o consentimento da expansão da zona alta dos Açores, a massa, do DOLDRUM desloca-se para o Sul, constituindo seus deslocamentos a chamada frente intertropical (F.I.T.) cujo âmbito pode ser visto Figs. 4 e 5 e no verão e no inverno, respectivamente. A frente intertropical não apresenta nitidez de descontinuidade das frentes polares — a denominação é mesmo uma

extensão forçada do conceito de frente — mas como elas se comportam em seus avanços e recuos. Estes não se fazem subindo e descendo regularmente as latitudes e sim em incursões mais ou menos caprichosas e mais ou menos profundas, que chegam às vezes a ultrapassar o extremo meridional da área nordestina.

Para F.I.T. as portas da muralha orográfica estão abertas e por elas entra o inverno do sertão constituído de aguaceiros de verão, progressivamente menos freqüentes e mais tardios de Norte para Sul. São estas as chuvas que cabem ao sertão nordestino, constituindo uma limitação à agricultura e à pecuária pois a elas só estão perfeitamente adaptadas a flora e a fauna nativas. Do exposto se conclui que o sertão do Nordeste há de ser uma zona de baixa pluviosidade, porém se esta, se mantivesse oscilando pouco em torno da média os problemas seriam parciais e, mais ainda, se a média estivesse mais próxima dos valores mais elevados caberiam à terra as palavras de nosso primeiro cronista.

O que acontece é que estas chuvas escasseiam ou faltam em certos anos e em anos seguidos, às vezes. E por que? Buscando razões de ordem meteorológica chegaremos à conclusão de que as chuvas faltam quando são menos profundas as invasões da F.I.T. e isto em consequência de uma menor atividade frontal no Sul e de uma menor expansão meridional da zona de baixas continental ou, em suma, de uma circulação geral menos dilatada no sentido meridiano. Iremos encontrar as causas fundamentais na variação da radiação solar em sua origem: a freqüência das manchas solares que, modificando a quantidade de energia emitida e sua distribuição pela gama irradiada, vem influir na intensidade e disposição da circulação atmosférica. Sobre este ponto não se pode esquecer o magnífico trabalho de *Sampaio Ferraz* (1) sobre o qual acumula-se boa carga de significação heurística.

E como se vê, as condições meteorológicas que envolvem o Nordeste estão sinóticamente entrosadas no sistema do tempo universal. Suas particularidades mais características se originam de ações da superfície que, postas em face dos fenômenos circulatórios gerais, criam condições extremamente típicas. Também é claro que as situações que retratamos correspondem a ampliações de um esquema geral do qual muitos detalhes foram desprezados ou apenas conceitualmente sugeridos para efeito de simplificação. Não obstante, torna-se fácil

perceber que estes detalhes estão ligados a situações específicas de atualidade das quais nos darão conta cartas regionais de tempo cuja continuidade de elaboração mostra-se importante para o estudo destas situações sendo mesmo exigível para o trabalho de previsão mais restrita.

#### 1.4 — COMPONENTES FISIOQUÍMICOS

É indiscutível que a meteorologia não pode explicar satisfatoriamente a variância dos fenômenos de precipitação e fundamentar em estreita causalidade seus prognósticos a este respeito, mesmo ingressando pelo campo da termodinâmica sob uma roupagem matemática. É necessário um pouco mais; sem desprezar o apoio do ramo analítico, sinótico e físico da meteorologia, torna-se preciso considerar certos componentes fisicoquímicos dos fenômenos meteorológicos ao lembrar que a molécula da água é — no dizer de *Schaefer* (2) — a unidade básica no sistema de transferência energética da atmosfera. É a molécula da água, com peculiaridades estruturais refletidas na evolução de suas propriedades em função do estado térmico, o principal fator das dificuldades encontradas para encerrar a capa gasosa da terra nos domínios da física.

Deliberadamente, fizemos até agora abstração da presença da água na atmosfera. Para simplificar nosso raciocínio, tratamos da circulação, das massas de ar, dos fenômenos frontais empregando, por vezes, os termos umidade, nuvens e chuvas como objetos de conhecimento sensível, sem procurarmos penetrar em sua essência física. Vejamos, porém, a seguir, como se forma, como se desenvolve e como se desfaz uma nuvem.

A superfície terrestre aquecida pela radiação solar evapora água, consumindo neste trabalho uma certa quantidade de calor (590 calorias por grama de água evaporada a 0°C) que se transfere assim à atmosfera, de cujas camadas superiores será mais tarde irradiada para o espaço, constituindo a radiação terrestre. A água evaporada dos mares e do solo passa à atmosfera no estado vapor e aí se comporta, enquanto neste estado permanece, quase como uma solução de gás em gás (*Fig. 8-1*). O aquecimento do ar e do vapor d'água nêlo contido promove a elevação do conjunto até níveis em que a temperatura não é mais compatível com a concentração original de vapor d'água (ponto de orvalho), tendendo este a condensar, formando nuvens (*Fig. 8-2*). Em

sua atmosfera desprovida de partículas eletrizadas-iontesgasosos ou poeiras com carga essencial ou de absorção é possível fazer chegar o vapor d'água à condição de supersaturação. Isto é fácil em condições artificiais de laboratório, constituindo a câmara de *Wilson*, empregada no estudo da física das radiações, um exemplo de aplicação, porém dificilmente poderia ser observado na atmosfera natural, onde a ionização e a presença de poeiras fornecem NÚCLEOS DE CONDENSAÇÃO em torno dos quais se agrupam moléculas de água em número e arranjo que definem o estado líquido. Praticamente todas as gotículas de uma nuvem correspondem aos núcleos existentes no ar, dispersos como aerossol, por ocasião da condensação.

As gotículas formadas e o vapor remanescente ficam então em um equilíbrio regido pela temperatura e pela pressão em que se encontra o sistema. A elevação da temperatura tende a diminuir a gotícula por evaporação, do mesmo modo que o abaixamento da pressão; inversamente, tendem a fazê-la crescer por condensação o abaixamento da temperatura e a elevação da pressão. É de importância lembrar que ao condensar-se o vapor d'água liberta-se o calor de evaporação que, passando a distribuir-se no sistema água, vapor e ar, vem a ser o principal fator na situação do equilíbrio.

Uma nuvem formada por gotículas circundadas de vapor e de ar é bem semelhante a uma dispersão coloidal em que a fase dispersa estivesse também dissolvida na fase dispersante: A química pode fornecer um exemplo do caso com um emulsão de clorofórmio em água. As condições que regem o equilíbrio de DISPERSÃO da água na nuvem são semelhantes às que regem o equilíbrio coloidal, um pouco mais grosseiras, porém, em razão da agitação mecânica da turbulência que se verifica sempre em maior ou menor grau na nuvem. Nestes sistemas dispersos os limites de massa e volume das partículas são, por isso, mais largos: o diâmetro das gotículas varia entre 0,006 mm e 0,12 mm e a massa de água contida no volume de um metro cúbico pode ir de 0,1 g a 4,8 g, de modo que as gotículas podem estar separadas por distâncias largamente variáveis (*Fig. 8-2 A e B*).

Se a nuvem continua a elevar-se alcança, acima de certa altitude, variável com o local e a ocasião (*Fig. 8-3*), temperaturas inferiores a 0°C (nível de congelamento), e sob esta condição deve a água passar ao estado sólido. Já neste ponto não acontece o mesmo que se verificou acerca da condensação. O fenômeno

da cristalização da água não é tão facilmente realizado em condições naturais; frequentemente a água continua líquida, em sobre-fusão, (*Fig. 8-3 A*) até a temperatura de 12°C, quando lhe não é possível o estado líquido. A formação de cristais de gelo se faz, geralmente, pela deposição e arranjo de um certo número de moléculas da fase vapor em torno de NÚCLEOS DE SUBLIMAÇÃO, não havendo evidência forte acerca da importância da solidificação da fase líquida. Os núcleos de sublimação não são da mesma natureza que os de condensação (pois é possível formar nuvens artificiais com gotículas a -38,5°C) mas se encontram também dispersas na atmosfera como aerossol, embora seja frequente que em muito escassa concentração.

Uma vez formados alguns cristais de gelo, o sistema passa a ser constituído pelas três fases: vapor, água e gelo, embora transitória-mente, pois a pressão de vapor da água é maior que a do gelo à mesma temperatura (22% maior a -20°C) o que acarreta a sublimação de moléculas da fase vapor para a superfície dos cristais ao mesmo tempo que a evaporação de moléculas das gotículas a fim de repôr a concentração do equilíbrio. Através desta cadeia de sublimação e de evaporação a água se transporta das gotículas aos cristais, que crescem até atingir muitas vezes dimensões incompatíveis com a dispersão. Neste caso segue-se a sedimentação dos cristais o que corresponde a uma precipitação de neve ou de chuva, dependendo principalmente das temperaturas ao longo do percurso da sedimentação, e de rapidez com que este é vencido. Contudo, se a concentração dos núcleos de sublimação é muito elevada forma-se um número muito grande de pequenos cristais, pois a competição não lhes permite crescer o suficiente para ultrapassar os limites de dispersão, resultando uma nuvem de gelo cuja evolução está regulada segundo um equilíbrio difásico gelo-vapor (*Fig. 8-4*).

O mecanismo de precipitação fundamentado na essencial instabilidade do sistema trifásico foi primeiramente proposto por *Bergeron* (3) e depois detalhadamente estudado por *Findeisen* (4), recebendo comprovação experimental por parte de vários autores (5) e (6). Por seu intermédio só se explicam os fenômenos de precipitação a partir de nuvens que possuam água em sobre-fusão, isto é, que tenham ultrapassado a isoterma 0°. Para dar conta da formação de chuva em nuvens quentes, abaixo do nível de congelamento, propôs *Petterson* (7) outro processo baseado no crescimento preferencial pela diferença de pressão de vapor conseqüente a discretas variações de

temperatura entre as gotículas, no seio da nuvem. Apesar de cuidadosamente elaborado do ponto de vista teórico, o esquema de *Petersen* não logrou comprovação experimental, pelo contrário, encontrou oposição nos cálculos de *Langmuir* <sup>(8)</sup>.

Não obstante, observações <sup>(9)</sup> referentes a chuvas abundantes provindo de nuvens que se achavam a temperaturas superiores a 0°C, sem água em sobrefusão, portanto, reclamavam explicação. *Langmuir* <sup>(10)</sup>, interpretando certas observações do PROJETO CIRRUS, levantou a hipótese de que a precipitação, nestes casos, poderia ser provocada pelo rápido crescimento das gotículas através de um processo encadeado de colisão e captura originadas em diferenças na velocidade de sedimentação entre gotículas de diâmetro diverso. Logo a seguir *Blanchard* <sup>(11)</sup>, por meio de engenhosa técnica, forneceu o crédito experimental à hipótese.

O mecanismo de *Langmuir*, embora apoiado nestas experiências e escudado pela defesa matemática que lhe proporcionou o autor, tem um ponto vulnerável: é necessário aceitar a existência de gotículas maiores para que se inicie o processo mantendo-se obscura a razão que leva algumas gotículas a tomar este maior volume e assim adquirir maior velocidade de sedimentação. Quando há duas camadas de nuvens e da superior cai chuva originada pelo mecanismo de *Bergeron-Findeisen*, as gotas de chuva que atravessam as nuvens inferiores colidem com as gotículas destas, capturam-nas, crescem, multiplicam-se, — tudo perfeitamente explicado de acôrdo com o esquema; mas se há apenas um lençol estatiforme de pouco desenvolvimento vertical, por exemplo, é preciso apelar para a coalescência entre as gotículas a fim de encontrar a causa da condição desencadeada. Esta coalescência, porém, requer uma objetivação causal para que se torne plenamente aceitável o mecanismo de *Langmuir*.

É isto o que oferece *Schaefer* <sup>(2 e 12)</sup>, partindo de dados colhidos por *Woodcock* <sup>(13)</sup>, confrontando observações feitas em Pôrto Rico e na América continental e chamando a atenção para uma possível relação entre a riqueza atmosférica em núcleos higroscópicos e a precipitação de nuvens quentes. Acredita aquele autor que os cristais deixados como resíduo pela evaporação das gotículas de água do mar, lançadas à atmosfera no quebrar das ondas, podem servir como núcleos de formação de chuva. Em virtude de possuírem massa rela-

tivamente elevada, estes núcleos teriam tendência a sedimentar a velocidades superiores às das gotículas da nuvem, arrastando-as por colisão provocando coalescência entre as mesmas ou favorecendo, por diferença de pressão de vapor, o crescimento daquelas em que se dissolvessem.

Este ponto de vista é coerente com o que se observa no Nordeste brasileiro. O litoral nordestino, ao mudar de direção bruscamente ao nível do Cabo de São Roque, sofre profunda modificação na abundância e no regime de chuvas. Ao Sul deste acidente geográfico são freqüentes os afloramentos de recifes coralinos que se oferecem mais positivamente ao embate das ondas, criando condições favoráveis para a gênese de núcleos salinos; mais para o Norte os afloramentos praticamente não existem e as ondas chegam às praias com menor tumulto. De outro lado, a direção dos ventos dominantes é quase perpendicular à costa no lado Sul e quase paralela no lado Norte do ângulo formado (*ver Fig. 6*). Tudo isto concorre para que sejam mais abundantes e possam penetrar mais para o interior, ao Sul, os núcleos higroscópicos que favorecem a precipitação das nuvens quentes. É preciso considerar ainda que os núcleos salinos são partículas relativamente grandes, que não podem alcançar altitudes consideráveis e que são arrastados pela chuva que formam, vindo influir apenas de modo apreciável no regime de chuvas da zona da mata.

No curso de experiências de nucleação e em vôos feitos a título de observação ou de transporte, verificamos que é coisa rara encontrar entre Recife e Natal uma nuvem bem desenvolvida com o tópo mergulhado no nível de congelação; em geral, antes de atingir a isoterma 0° as formações estratocumuliformes mais densas produzem, nesta zona, abundantes chuvas. Contrariamente, nas imediações de Fortaleza é fácil encontrar cúmulus orográficos com tópo em torreão penetrando níveis de temperatura abaixo de 0°, sem deixar cair uma gota d'água.

Quanto aos sistemas de nuvens formadas na massa do doldrum, a convecção provoca sua rápida elevação, mas, freqüentemente, uma inversão superior de temperatura limita as possibilidades de chuva. Sob estas condições é comum ver-se no sertão "o tempo formado" — no dizer do sertanejo — decepcionar a esperança de um aguaceiro. Ora, as nuvens de rápida evolução convectiva são em geral, exemplos de instabilidade dispersológi-



ca e só a provável escassez de NÚCLEOS DE COALESCÊNCIA permite que elas se percam como fontes de chuvas.

É sobre este ponto que fundamentamos a nossa confiança na utilidade da nucleação atmosférica no Nordeste como meio de aumentar o rendimento pluvial de certas situações sinóticas.

#### 1.5 — AS TÉCNICAS DE NUCLEAÇÃO ARTIFICIAL REFERÊNCIAS

O desejo de modificar o tempo, criando para a agricultura, a pecuária, a aviação e outros ramos da atividade humana condições mais favoráveis, ou evitando condições catastróficas, acompanhou a civilização até os dias presentes. Milhares de processos foram propostos e a cada nova grande descoberta da ciência correspondeu uma tentativa empírica de modificação dos fenômenos meteorológicos.

Enquanto isso, os cálculos da termodinâmica atmosférica, mostrando os monumentais valores de energia relacionados com os meteoros mais comuns, estabeleciam que a ordem de grandeza das transformações energéticas estava fora do alcance das possibilidades industriais e econômicas mais avançadas, consolidando uma posição de ceticismo que persiste até hoje.

Entretanto, quando *Findeisen* (4) estudou os aspectos coloidais da meteorologia não lhe passaram despercebidas as possibilidades de vir a técnica a aproveitar-se da própria energia que em certos processos meteorológicos mantinha-se em potencial como instabilidade, pondo-a em ação sem despesa termodinamicamente apreciável. São suas as palavras: "The recognition of the fact that quite minute, quantitatively inappreciable elements, are the actual cause setting into operation weather phenomenon of the highest magnitude, gives the certainty that, in time, human science will be able to effect an artificial control on the course of meteorological phenomenon".

O ceticismo a que nos referimos dominava, porém, os arraiais da meteorologia, de forma que nenhum meteorologista se aventurava em pesquisas sobre modificações artificiais de situações atmosféricas. Estas eram feitas por pessoas que possuindo apenas esboço de conhecimento científico não podiam realizar o policiamento crítico necessário à experimentação, resultando de suas provas um amontoado inaproveitável de dados empíricos. Só alguns anos após as proféticas conclusões de *Findeisen* é que — em consequência de um plano de estudos acerca de problemas aero-

náuticos relacionados com a meteorologia — resultados experimentais inequívocos vieram reforçar-lhes o significado.

*Schaefer* (14), reproduzindo em laboratório o fenômeno da sobrefusão de gotículas dispersas como nas nuvens, verificou que a aparição de um certo número de cristais de gelo no meio da dispersão conduzia a uma precipitação após rápido crescimento dos mesmos, conformando assim o mecanismo de *Bergeron*. Seu equipamento experimental para isto não era dos mais complicados: um refrigerador de tipo doméstico, com abertura na parte superior, de paredes internas cobertas de veludo negro, possuindo um sistema de iluminação por um feixe oblíquo de raios paralelos, em cujo interior uma nuvem de gotículas sobrefundidas podia formar-se pelo simples exalar da respiração. Esta nuvem mantinha-se estável por largo tempo a menos que um objeto resfriado a temperatura inferior a  $-39^{\circ}\text{C}$  en-

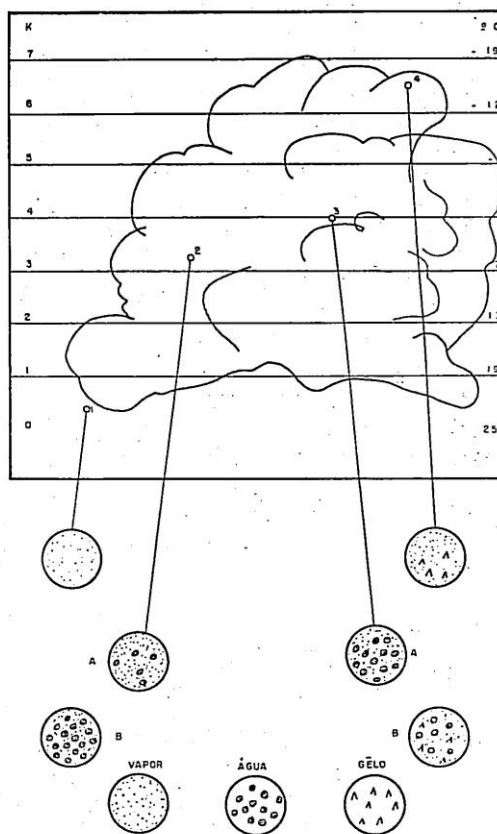


Fig. 8 — Condições da água nas nuvens



trasse em contacto com suas gotículas, caso em que apareciam vários cristais de gelo — visíveis sob a iluminação e contáveis em parte alíquota do volume — os quais, crescendo, sedimentavam, podendo ser colhidos em uma lâmina revestida de verniz capaz de fornecer réplicas de moldagem. A variabilidade regulável da temperatura, a contagem dos cristais e as fotomicrografias das réplicas serviam como elementos de estudo.

Com êstes meios, observou *Schaefer* que pequenos fragmentos de gelo sêco (dióxido de carbono em estado sólido) eram capazes de provocar o aparecimento de grande número de cristais e a conseqüente dissipação da nuvem artificial por precipitação. Em seguida, talvez induzido pelas sugestões de *Findeisen*, levou à atmosfera a técnica de laboratório. Sua primeira experiência em nuvens naturais foi feita a 13 de novembro de 1946 com a "semeadura" de 6 libras de gelo sêco em uma nuvem (altostratus) à temperatura de  $-18,5^{\circ}\text{C}$ ; cinco minutos após a nuvem estava completamente transformada em neve <sup>(15)</sup>. ESTA FOI A PRIMEIRA EXPERIÊNCIA DE MODIFICAÇÃO ARTIFICIAL DE UM METEORO FEITA EM BASES RIGOROSAMENTE CIENTÍFICAS.

O mesmo autor <sup>(16, 17 e 18)</sup> repetiu suas experiências em outras condições e desenvolveu um intenso trabalho cuja repercursão levou à organização de um programa de investigação — o PROJETO CIRRUS — a ser realizado pela equipe de pesquisadores do *General Electric Research Laboratory*, tendo a direção de *Irving Langmuir*, sob os auspícios de entidades militares do Exército, Marinha e Aeronáutica dos U.S.A. O programa, compreendendo a elucidação de dezena de itens, foi levado a termo com a realização de mais de uma centena de vôos experimentais e vários milhares de observações e medidas no solo.

Um dos itens de maior importância referia-se às determinações de concentração dos núcleos de sublimação em amostras de ar atmosférico e os resultados obtidos pela aplicação da técnica da câmara de nuvens artificiais de *Schaefer* <sup>(19 e 20)</sup> permitiram estabelecer os seguintes pontos:

a) — as concentrações dos núcleos de sublimação variam em condições naturais entre menos de 10 e mais de 10 milhões por metro cúbico;

b) — são mais freqüentes as contagens abaixo da média;

c) — uma mesma amostra de ar fornece valores diferentes a diferentes temperaturas;

d) — as temperaturas em que começam a demonstrar sua atividade os núcleos de sublimação são, geralmente inferiores a  $-20^{\circ}\text{C}$ ;

e) — as contagens altas coincidem com determinadas direções do vento.

Êstes resultados conduziram ao estudo do comportamento de partículas de várias procedências como núcleos de sublimação <sup>(12)</sup> solos, cinzas vulcânicas, lama aluvional, esporos de fungos, substâncias químicas naturais e sintéticas foram experimentados. Coube a *Vonnegut* <sup>(22 e 23)</sup> fazer, nesta altura uma grande descoberta: os microcristais de iodeto de prata serviam como núcleos de sublimação mesmo a  $-4^{\circ}\text{C}$ , isto é a temperatura muito acima daquelas em que são ativos os núcleos naturais.

Salta à primeira vista a importância deste fato bastante representativo como um dos poucos casos em que o homem fez melhor que a natureza — se considerarmos a diferença na altitude que uma nuvem deve atingir para passar da isoterma  $-4^{\circ}\text{C}$  à  $-20^{\circ}\text{C}$ .

Além disso a estabilidade dos microcristais de iodeto de prata permite que eles sejam obtidos por meio de geradores de núcleos <sup>(24)</sup> situados no solo, aproveitando-se a convecção para disseminá-los nas nuvens.

As precipitações conseqüentes à nucleação pelo iodeto de prata podem ser explicadas às custas do mecanismo de *Bergeron-Findeisen*, que também é chamado a justificar os resultados da nucleação com gelo sêco. Entretanto há pontos de diferença entre os dois métodos de nucleação: o primeiro age por sua temperatura ( $-78^{\circ}\text{C}$ ), produzindo cristais de gelo pelo fato de ultrapassar o ponto crítico dos  $-39^{\circ}\text{C}$ , cristais êstes que crescem, se fraturam continuando a crescer e a produzir fragmentos, uma verdadeira reação em cadeia, enquanto os microcristais de iodeto de prata servem diretamente como centros de deposição das moléculas de água em fase vapor.

Utilizando ambos os agentes de nucleação é possível ultrapassar largamente o número útil de cristais em crescimento. Promovendo pela competição um limite ao mesmo e levando à estabilização da nuvem que se converte em uma dispersão de cristais de gelo. Pode-se ademais, empregar o gelo sêco ou o

iodeto de prata na atmosfera livre de nuvens porém supersaturada em vapor d'água com relação a gelo para promover a cristalização do excesso de vapor de água (25, 26 e 27).

Considerada a situação sinótica e observadas as condições locais de gradientes de pressão e de temperatura, bem como de umidade, direção do vento e orografia é possível projetar a aplicação desta ou daquela técnica, conforme o fim que se tenha em mira e os meios de que se disponha. Esta aplicação técnica dos princípios científicos da meteorologia experimental não pode, porém, evidentemente, prescindir o apoio dos dados fornecidos pelos demais ramos da meteorologia e não

deve ser tentada por quem os desconheça ou despreze.

Convém ainda referir que, além das duas técnicas de nucleação anteriormente vistas, *Langmuir* (8) sugeriu como meio de provocar chuva em nuvens quentes a sementeira das mesmas com água. O processo de precipitação em que se fundamenta este método é puramente mecânico e não físico-químico. A sementeira de nuvens com gotas de água não é propriamente uma técnica de nucleação e os resultados das experiências levadas a efeito neste particular não entusiasmaram *Schaefer* (2) e foram mais tarde postos em dúvida por *Houghton* (28).

## 2 — AS CHAMADAS "CHUVAS ARTIFICIAIS"

A provocação artificial de chuva vem sendo um objetivo da civilização há muito tempo. Um sem número de métodos foram apontados ou empregados, em várias épocas, com a finalidade de produzir modificações na atmosfera; todos, porém, essencialmente empíricos porque a meteorologia, mantendo seu aspecto observacional, nenhum apoio científico poderia trazer aos mesmos.

Só nos últimos anos, graças a necessidades técnicas da aviação, iniciou-se uma renovação na meteorologia, que passou a empregar também métodos experimentais. As missões que as U. S. Air Forces deviam cumprir em regiões extremamente frias fizeram aparecer problemas como a deposição de gelo nas bordas de ataque das asas e das hélices, problemas esses que foram confiados para estudo a certas entidades técnicas oficiais e privadas. Uma série de investigações a respeito coube à equipe do Laboratório de Pesquisas da General Electric, orientado por *Irving Langmuir*, chegando-se à verificação de que os depósitos de gelo eram devidos a presença de gotículas d'água em sobrefusão nas nuvens atravessadas pelo avião. A necessidade de estudo das condições que levavam a água a manter-se ao depositar nas aludidas superfícies, levou *Schaefer* (5) a reproduzir no laboratório nuvens em condições de superresfriamento, isto é, formadas por gotículas d'água à temperatura abaixo de zero. O citado autor verificou que nuvens artificiais, formadas dentro de uma câmara frigorífica, podiam permanecer naquele estado de instabilidade por períodos relativamente grandes nas condições experimentais, passando porém, muito rapidamente a uma suspensão de cristais se um fragmento de gelo seco era lançado na câmara.

A explicação do fenômeno é simples: as gotículas d'água resfriadas a uma temperatura abaixo de zero podem permanecer em estado líquido se o ar em que estão dispersas for suficientemente desprovido de partículas outras capazes de provocar o processo de cristalização. Essas partículas, que servem como núcleos para a cristalização, agem induzindo as moléculas d'água, que estão no equilíbrio em fase vapor, ao arranjo característico do estado sólido. Não obstante, o resfriamento não pode ultrapassar um certo limite, que é de 39° abaixo de zero, e o gelo seco conduz a esta condição, pois sua temperatura é de 78° abaixo de zero.

A descoberta deste efeito do gelo seco permitiu relacionar o fenômeno experimental com a explicação dada por *Bergeron* (3) e posteriormente atualizada por *Findeisen* (4), para o mecanismo das precipitações atmosféricas. De acordo com o esquema proposto, uma nuvem ao elevar-se chegaria, por vezes, a altitudes correspondentes a temperaturas abaixo de zero, o que significa entrarem as gotículas de que é formada na condição de sobrefusão. Tal nuvem seria um sistema em instabilidade físico-química e a presença de partículas ativas como núcleos provocaria a aparição de cristais de gelo. Estes cresceriam arrastando uma certa quantidade de vapor para sua estrutura, por um processo de sublimação. Ao mesmo tempo as gotículas vizinhas diminuiriam, evaporando, exatamente porque a condição pressão de vapor a saturação é menor no gelo que na água à mesma temperatura, permitindo assim o crescimento preferencial do primeiro. A aparição, por um dado motivo, de alguns cristais — um certo número crítico, evidentemente — conduziria a nuvem a uma situação análoga à de uma floculação coloidal,

já que o crescimento dos cristais de gelo levá-los-ia a dimensões incompatíveis com a estabilidade da dispersão, ocorrendo então uma precipitação cujas características seriam determinadas principalmente pela extensão do crescimento e pela temperatura abaixo da nuvem.

Pondo à prova este mecanismo, *Schaefer* <sup>(16)</sup> levou à atmosfera natural as experiências realizadas em laboratório e os resultados obtidos foram tão interessantes que daí resultou a elaboração de um vasto plano de investigação, o famoso projeto *Cirrus*. Ao mesmo tempo em outros países, outros pesquisadores <sup>(32 e 33)</sup> realizaram também, na mesma base, estudos experimentais sobre a física das nuvens, criando-se assim a Meteorologia Experimental.

A formação de cristais de gelo nas nuvens superresfriadas deve-se, como já vimos — e era de esperar a partir da físico-química teórica — à presença de certos núcleos, especialmente núcleos de sublimação, que promovem uma estruturação das moléculas d'água da fase vapor quando esta se acha supersaturada em relação ao gelo. Tais núcleos seriam fornecidos por partículas originadas no solo e arrastadas pelo ar, partículas pequeníssimas que poderiam manter-se em suspensão como um aerosol, agindo conforme sua natureza a temperaturas específicas, sempre abaixo de zero.

No decurso das experimentações, com a elaboração de métodos que permitem a contagem dos núcleos de sublimação <sup>(15)</sup>, tornou-se evidente que, muitas vezes, eles são raros na atmosfera, sendo portanto comum a existência de nuvens superresfriadas. Com nuvens artificiais, em laboratório, *Schaefer* estudou a potência relativa de vários materiais (solos, minerais, cinzas vulcânicas, esporos etc.) que seriam provavelmente a origem de núcleos naturais e usando os mesmos métodos, verificou *Vonnegut* <sup>(22)</sup> que microcristais de iodeto de prata servem como núcleos de sublimação mesmo a temperatura em que as demais substâncias estudadas não têm ação. Desenvolvendo as técnicas de obtenção dos microcristais de iodeto de prata conseguiu ainda *Vonnegut* <sup>(24 e 25)</sup> meios favoráveis de fornecer à atmosfera os núcleos de sublimação que às vezes lhe faltam e assim criar um novo método, à mesma base do mecanismo *Bergeron-Findeisen*, para provocar a precipitação artificial de nuvens superresfriadas.

A nucleação de nuvens com gelo seco e iodeto de prata foi rigorosamente estudada no projeto *Cirrus*, verificando-se sua exequibilidade e determinando-se as condições de sua utilidade. Ficou evidente, desde cedo, a importância da concentração da água líquida na nuvem nucleada: de uma nuvem contendo 1 g d'água por metro cúbico a precipitação que se pode obter é ridícula, enquanto é valiosa de outra que contenha 3 g/m<sup>3</sup>. Outro ponto a considerar é a rapidez com que aparecem cristais de gelo e o grande número deles que se forma em nuvem nucleada artificialmente, o que não acontece em condições naturais, isto indicando que uma nucleação adequada produz precipitações mais substanciais do que as advindas de condições naturais.

A divulgação dos resultados das nucleações experimentais acarretou grande celeuma em torno de sua utilidade. Houve os que esperavam estar encontrada a chave do domínio atmosférico e houve também os que não percebiam a possibilidade de ser utilizada praticamente a enorme energia potencial de sistemas em instabilidade como as nuvens superresfriadas. A estes últimos responde *Langmuir* <sup>(34)</sup> analisando os resultados nas provas de New Mexico e argumentando após um estudo probalístico <sup>(35)</sup>: "*The synoptic situation is important only insofar as it determines the probability that a shower will occur. It does not directly cause the shower to occur at a given time and place*".

Entretanto o progresso obtido pelos pesquisadores americanos foi bastante adiante. *Langmuir* <sup>(8)</sup> propôs a possibilidade de um mecanismo de precipitação de nuvem sob certas condições e *Blanchard* <sup>(11)</sup> verificou no laboratório a sua possibilidade e as suas limitações. De outra parte, as observações feitas em Porto Rico por *Schaefer* <sup>(12)</sup> indicam a existência de um mecanismo diferente do de *Bergeron-Findeisen* na precipitação de certas nuvens tropicais. A partir de dados *Woodcock* <sup>(13)</sup> aponta *Schaefer* <sup>(36)</sup> a importância dos núcleos higroscópicos provenientes de sais da água do mar.

Os dois últimos mecanismos podem ser relacionados sem inconveniência lógica e merecem uma cuidadosa investigação sobre a coparticipação nas precipitações de nuvens tropicais. É possível que núcleos higroscópicos promovendo a coalescência de gotículas d'água, levem-nas a dimensões capazes de iniciar o processo de multiplicação observado por *Blanchard* <sup>(11)</sup>.

Não encontramos nenhuma referência a tentativa ou método de emprêgo de núcleos higroscópicos com a finalidade de servirem como núcleos de coalescência; entretanto chegamos a utilizá-los com essa finalidade sem podermos, porém, fazer uma averiguação rigorosa de sua utilidade por falta de equipamento experimental. Para consegui-lo, construímos um gerador de núcleos constituído de um cadinho refratário munido de um injetor de combustível (gasolina ou óleo diesel) sob corrente forte de ar, provocando uma chama tangencial às paredes internas do cadinho. Neste, quando a temperatura atingia ao rubro, lançamos sal de cozinha triturado, verificando-se a saída de espesso fumo que se verificou, pela análise dos depósitos obtidos em lâminas de vidro, ser constituído de cloreto e de óxido de sódio, principalmente.

Fizemos também, por várias vezes, emprêgo das técnicas de *Schaefer* e de *Vonnegut*; a primeira foi usada mais a título demonstrativo que outra coisa e, por isso, as nuvens nucleadas foram cumulus orográficos bem isolados; enquanto a segunda ressentiu-se também da falta de equipamento para averiguação dos resultados.

Dessa maneira é possível falar apenas em termos de coincidência e estas aconteceram no decurso das provas que realizamos.

Relativamente à importância que teria para as secas nordestinas o emprêgo das técnicas científicas de nucleação, não é possível afirmá-la ou infirmá-la em bases sólidas, pois uma coisa é certa: NÃO SABEMOS ATÉ QUE PONTO UMA SECA TEM CAUSA NA FALTA DE NÚCLEOS OU NA FALTA DE CONDIÇÕES SINÓTICAS FAVORÁVEIS À CHUVA.

### 3 — CHUVA, NEVE, GRANIZO

O problema de como se transforma uma nuvem em chuva, neve ou granizo foi um dos que mais custou a ser esclarecido no campo da meteorologia.

A primeira explicação clara deve-se a *Bergeron* (37) que teve suas idéias justificadas pela concepção coloidal de *Findeisen* (4). o chamado mecanismo de *Bergeron-Findeisen* entretanto, dá conta apenas da formação de precipitação de nuvens superresfriadas, isto

é, daquelas que possuem pelo menos parte a temperaturas abaixo de 0°C.

Para compreendê-lo mais facilmente imaginemos um grande cumulus estendendo-se por vários quilômetros de altura, conforme a *Fig. 9*.

Constitui este tipo de nuvem, uma dispersão de gotículas d'água em vapor d'água em uma situação que poderíamos chamar de metacolooidal, o que se esquematiza na *Fig. 10*.

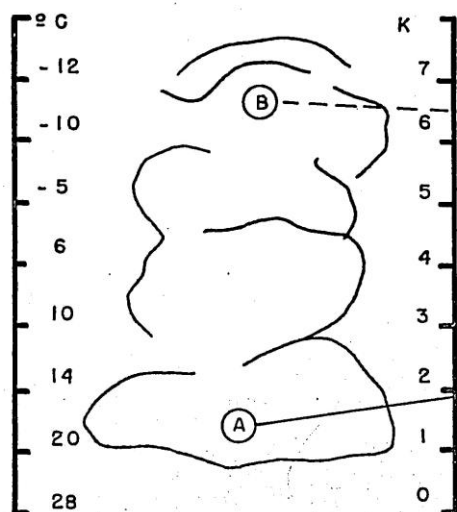


Fig. 9

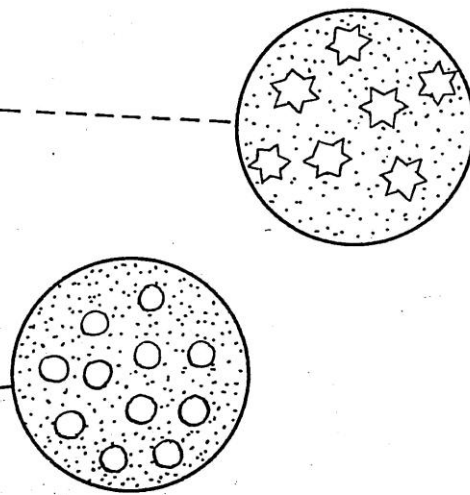


Fig. 10

Em qualquer parte da nuvem as concentrações de líquido e de vapor variam de acôrdo com a temperatura que rege o equilíbrio entre as duas fases. Simplificando, poderíamos expressar êsse equilíbrio pela equação

$$\frac{C_l}{C_v} = K T, \text{ onde } C_l \text{ é a concentração do líquido, } C_v \text{ a concentração de vapor, } K \text{ um coeficiente de correlação e } T \text{ a temperatura.}$$

Em níveis baixos da nuvem (A), onde a temperatura mantém-se acima de 0°C, o esquema da Fig. 2, com mais gotículas e menos vapor ou menos gotículas e mais vapor, conforme a altitude, dá perfeita idéia da situação. Em níveis altos (B), onde a temperatura seja inferior a 0°C, era de esperar que a água assumisse o estado líquido, passando as gotículas a cristais de gelo, como procura mostrar a Fig. 11.

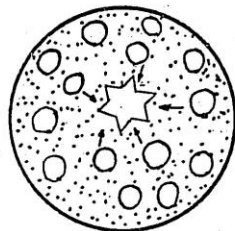


Fig. 12

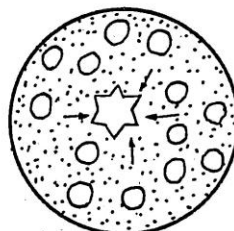


Fig 13

Se no sistema água sobrefundida-vapor d'água aparecer um cristal de gelo, logo êste começará a crescer por sublimação às custas da fase vapor (Fig. 12), pois mantém menor pressão de vapor em equilíbrio que a água líquida à mesma temperatura (22% mais baixa a -20°C). Disso resulta que a fase vapor espoliada pela sublimação entra em desequilíbrio com o líquido das gotículas e estas para reporem a situação anterior evaporam (Fig. 13).

Em conseqüência diminuem de diâmetro as gotículas cresce exageradamente o cristal até que passa a ter massa incompatível com a situação de dispersão metacolooidal e sedimenta com rapidez maior que a ascensão convectiva do ar.

Dependendo do número de cristais formados, da turbulência na nuvem, da concentração total de água e das temperaturas ao longo

Tal não acontece, porém, senão nas nuvens do tipo cirrus, a enormes altitudes e muito baixas temperaturas. É comum que uma nuvem do tipo cumulus atinja temperaturas muito baixas (geralmente chegam a quase -15°C) conservando suas partículas no estado líquido, na situação que a química física chama de sobrefusão. *Cwilong* (38), *Schaefer* (3), *Smith-Johannsen* (39), entre outros, mostraram que a água pode conservar-se líquida até cerca de -40°C e que o fenômeno da sobrefusão é fácil de reproduzir no laboratório e freqüente de encontrar na natureza.

Uma nuvem com gotículas em sobrefusão diz-se vulgarmente um anuvem superresfriada. E uma nuvem superresfriada é essencialmente instável.

do percurso de sedimentação, define-se a espécie de sedimentação. Se o número de cristais é bastante grande, a concentração de água razoavelmente pequena, a turbulência pouca e as temperaturas baixas, forma-se neve; se é relativamente pequeno o número de cristais, grande a turbulência, ocasionando colisões e acréscimos alta a concentração de água e próximas a 0°C as temperaturas do percurso, cai granizo ou saraiva.

A formação de chuva e de neblina dependet principalmente do nível térmico dos estágios inferiores da nuvem, que devem fornecer o calor de fusão do gelo. A concentração total de água e o número de cristais inicialmente gerados são responsáveis pela intensidade do meteoro.



A maior parte das precipitações nas altas latitudes é explicada por meio deste mecanismo — o chamado mecanismo de *Bergeron-Findeisen* — que funciona à base de um sistema trifásico, essencialmente instável, exigindo a presença de gotículas em sobrefusão e a gênese de cristais de gelo.

A aparição dos primeiros cristais de gelo em ausência de partículas estranhas depende de que seja atingida a temperatura limite de sobrefusão ( $-40^{\circ}\text{C}$ ) e em presença de poeiras, da natureza e das propriedades destas.

Dessa forma, se introduzimos no meio das gotículas superresfriadas algo que lhes comunique uma temperatura abaixo de  $-40^{\circ}\text{C}$  é fatal que se formarão cristais de gelo. Este raciocínio levou *Schaefer* (<sup>2, 5, 16 e 17</sup>) primeiro em laboratório e depois na natureza a empregar o gelo seco, que tem a temperatura de  $-78^{\circ}\text{C}$  como agente de nucleação artificial. Consiste a técnica de *Schaefer* em lançar na nuvem pequenos fragmentos de gelo seco SEMPRE QUE NELA EXISTA A CONDIÇÃO DE SOBREFUSÃO, o que importa em dizer que esteja pelo menos em parte a TEMPERATURA INFERIOR A  $0^{\circ}\text{C}$ .

Posteriormente, *Vonnegut* (<sup>22, 23 e 24</sup>) estudando partículas que serviam como núcleo para a formação dos cristais de gelo, chegou a conclusão que microcristais de iodeto de prata eram as mais eficientes, pois começavam a ser ativas como núcleos a partir de  $-4^{\circ}\text{C}$ , enquanto os núcleos naturais — poeiras dispersas no ar — geralmente só mostravam atividade a temperaturas da ordem de  $-20^{\circ}\text{C}$ . Criou-se assim mais uma técnica de nucleação artificial, a técnica de *Vonnegut*, consistindo na dispersão na atmosfera, feita de aeronave ou do solo, de microcristais de iodeto de prata. Esta como a anterior, exige também a presença de água em sobrefusão, pois põe em jogo o sistema trifásico de *Bergeron-Findeisen*. Ambas as técnicas de nucleação artificial anteriormente vistas foram experimentadas no Nordeste com resultados realmente positivos porém, sofrendo uma certa limitação: a pequena quantidade de nuvens que chega a ultrapassar a isoterma  $0^{\circ}\text{C}$ .

Este fato, aliado à impressão de que a maior parte das chuvas no Nordeste não vêm de nuvens superresfriadas, mudou o rumo de nossas experiências. É observação antiga dos pilotos aéreos e chamou a atenção dos físicos e meteorologistas (<sup>12, 40 e 41</sup>) nas últimas décadas, o fato de que chove muitas vezes abundantemente de nuvens que não atingiram a isoterma  $0^{\circ}\text{C}$ . Ora, nesse caso é impossível

apelar para a explicação trifásica de *Bergeron-Findeisen* pois não pode existir a fase gelo.

Um mecanismo mais geral, baseado na diferente velocidade de queda de gotas de diferente tamanho conduzindo conseqüentemente a colisões e coalisões foi proposto por *Houghton* (<sup>42</sup>) em 1938, inicialmente encarado com suspeição mas hoje comprovado pela evidência experimental. A esse respeito um dos mais convincentes resultados foi recentemente obtido por *Braham Jr.* (<sup>43</sup>)

O autor empregando uma técnica relativamente simples de microfotografia das gotículas das nuvens, verificou que naquelas em que o processo de formação de chuva estava em curso havia a presença de gotas gigantes. As *Figs. 14 e 15* são decalques das fotos de seus trabalhos. Para explicar a aparição dessas gotas o autor apela para a ação higroscópica dos chamados "núcleos gigantes" que os trabalhos de *Howell* (<sup>44</sup>), *Lodge* (<sup>45</sup>) e *Byers* e col (<sup>46</sup>) indicavam existir na atmosfera.

A origem desses núcleos é conforme toda a evidência, a água do mar. Trabalhos iniciais de *Woodcock* (<sup>43</sup>) mostravam haver correlação entre a riqueza de partículas salinas na atmosfera e a pluviosidade de certas regiões na Austrália. Logo em seguida a mesma explicação foi dada por *Schaefer* (<sup>47</sup>) confrontando observações feitas em Porto Rico e na América continental. As gotas d'água do mar levadas a atmosfera pelo embate das ondas e pela formação de bolhas no oceano, conforme demonstraram recentemente trabalhos de *Woodcock*, *Blanchard* e col. (<sup>48 e 49</sup>) e de *Moore* e *Mason* (<sup>50</sup>), evaporam deixando um resíduo de microcristais que se dispersa na atmosfera como aerossol.

Esses microcristais salinos de origem marítima foram inicialmente considerados como núcleos de condensação por *Aitken* (<sup>51</sup>). Classificados por *Junge* (<sup>52</sup>) e amplamente estudados por *Wright* (<sup>53 e 54</sup>), *Dessens* (<sup>55</sup>), *Woodcock* (<sup>56 e 57</sup>), *Lodge* (<sup>58 e 59</sup>), *Reitam* e *Braham Jr.* (<sup>60</sup>), *Twomey* (<sup>61</sup>) e outros. Atualmente sua importância na formação de chuva de certos tipos de nuvem é claramente reconhecida em trabalhos recentes de *Braham Jr.* (<sup>43</sup>) e *Houghton* (<sup>62</sup>).

Muito embora esta importância não mais possa ser negada nenhuma explicação plenamente satisfatória foi até agora dada pelos autores acerca do mecanismo em que agem os núcleos salinos. Como vimos pelas microfotografias de *Braham Jr.* (<sup>43</sup>) a chuva se forma em nuvens acima de  $0^{\circ}\text{C}$  quando aparecem gotas gigantes. O futuro destas está cercado pe-

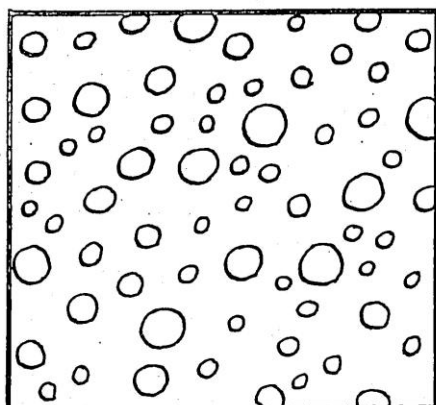


Fig. 14 — Nuvens estáveis

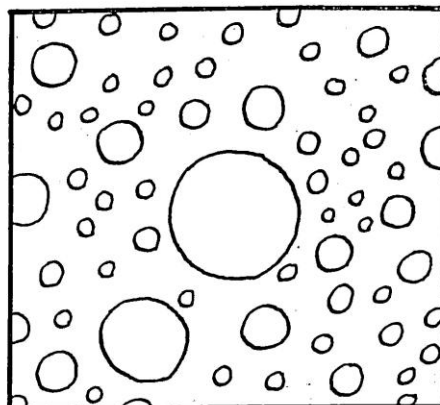


Fig. 15 — Nuvens em precipitação

las condições antes vistas: crescerão, ultrapassando a condição de velocidade terminal em relação ao ar ascendente e comportar-se-ão como *Blanchard* (<sup>61 e 62</sup>) demonstrou experimentalmente, fraturando-se em outras gotas ainda gigantes, continuando o processo em cadeia, como sugeriu *Langmuir* (<sup>8 e 63</sup>) e procuram mostrar as *Figs. 16 e 17*.

Portanto o que resta a explicar é o mecanismo de formação das primeiras gotas gigantes. Nos boletins do Bureau de Estudos das Secas aventamos uma hipótese baseada na diferença de pressão de vapor das gotículas nucleadas com as suas vizinhas não nucleadas.

Suponhamos que uma das gotículas da nuvem capture um microcristal salino; ela

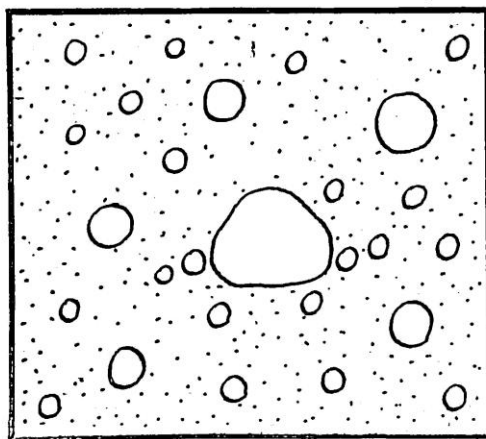


Fig. 16 — A gota chega a um tamanho limite

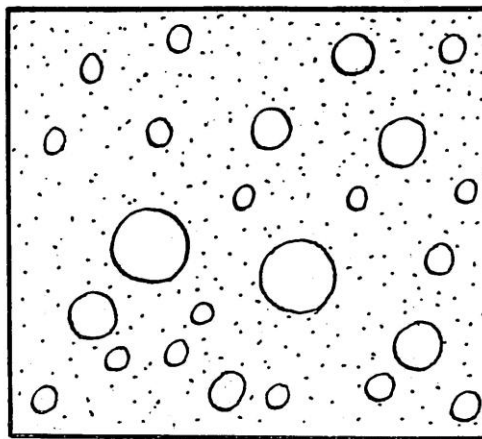


Fig. 17 — A gota fratura-se em gotas ainda gigantes

passará a ser não mais uma gotícula de água pura e sim uma gotícula de solução salina. Em consequência a sua pressão de vapor é menor que a das gotículas vizinhas, de água pura, o suficiente para retirar vapor d'água do ambiente, alterando o equilíbrio e obrigando as vizinhas a reporem água para a fase vapor. Assim, como indicam as *Figs. 18 e 19*, de modo análogo ao mecanismo de *Bergeron-Findeisen*, a gotícula nucleada cresce por um processo de condensação, enquanto suas vizinhas diminuem por evaporação.

O crescimento por condensação deve preponderar até um certo diâmetro da gota, quando começa o processo de colisão e captura; este se intensifica e o percurso de queda passa a ser fator definitivo da precipitação, havendo um percurso mínimo para que o crescimento atinja um valor que garanta a sobrevivência da gota em seu caminho abaixo da nuvem. Em tabela adaptada de dados de *Langmuir, Braham Jr.* (<sup>43</sup>) mostra em seu último trabalho que uma gotícula com tamanho inicial de 10 micra de raio necessita um percurso de queda na nuvem de 1.460 m, gastando

48 minutos, se a concentração de água for 1 G/M<sup>3</sup> e de 490 m, gastando 16 minutos se a concentração chegar a 3 G/M<sup>3</sup>, para atingir um tamanho de 250 micra de raio.

O exato mecanismo da formação de chuva nas nuvens que não chegam a temperaturas inferiores a 0°C, como se vê, só recentemente recebeu esclarecimentos substanciais, não obstante as técnicas de nucleação artificial proposta para este tipo de nuvens tem sido várias.

A nucleação com água pura foi proposta por *Langmuir* (<sup>8</sup>) em 1948 em uma técnica de pulverização no topo da nuvem que foi experimentada por vários autores, entre os quais *Braham Jr.* e col. (<sup>63</sup>) e mais tarde por *Bowen* (<sup>64</sup>) que desenvolvera uma teoria indicadora da sementeira na base da nuvem.

Ainda *Langmuir* (<sup>65</sup>), em 1947, propõe também o cloreto de sódio como agente de nucleação e nós (<sup>30</sup>) em 1952, descrevemos um gerador de microcristais que vínhamos experimentando na atmosfera livre, na Serra de Maranguape, no Ceará, onde cumulus orográ-

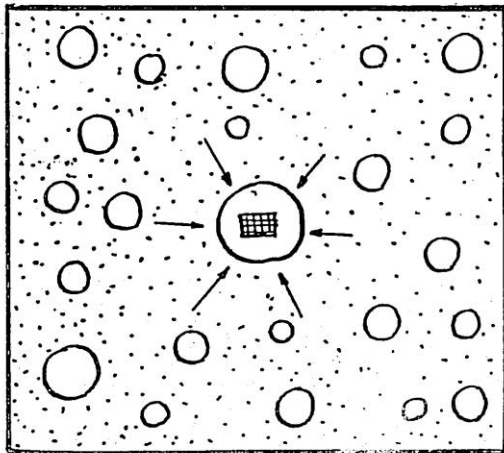


Fig. 18 — A gota nucleada cresce por condensação

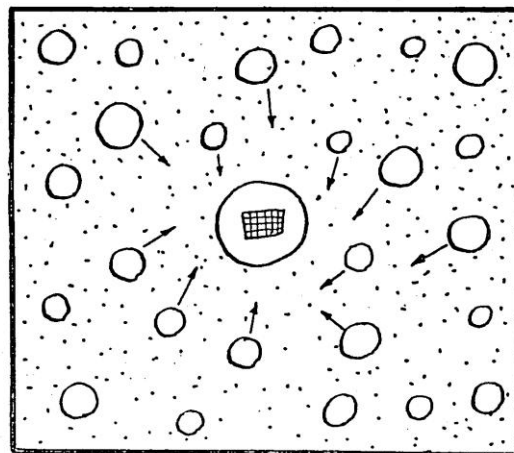


Fig. 19 — As gotículas vizinhas evaporam para repôr o equilíbrio

ficos bem desenvolvidos passavam a pouca distância dos experimentadores. Constituiu-se este gerador de um cadinho de material refratário que se levava ao rubro pela chama de um combustor de caldeira ou de um lançachamas agrícola queimando óleo diesel e onde se lançavam intervalos pequenas porções de sal de cozinha.

A aplicação prática desses geradores, onde o calor era usado apenas para transformar o cristal grosseiro do sal em um microcristal facilmente dispersável na atmosfera, ficava limitada pela existência de correntes convectivas que levassem os núcleos formados a altitudes onde fossem úteis, já que, por sua construção, não podiam ser conduzidos em avião. Esta limitação nos levou a experimentar em 1958 a pulverização da solução saturada do mesmo sal conduzida em tanques de aço inoxidável e lançadas a atmosfera por meio de um dispositivo pulverizador colocado na cauda do avião. Os resultados das primeiras experiências levaram a uma aplicação mais vasta do método no início deste ano no Nordeste e recentemente em Minas Gerais.

Publicação leiga<sup>(6)</sup>, em 1958, nos dá conta do emprêgo por *Van Straten*, do Naval Weather Service (U.S.A.) de negro de fumo, como agente de nucleação. Fundamenta-se a técnica no fato de que as gotículas que capturarem uma partícula negra tornam-se receptores de energia radiante e evaporam rapidamente supersaturando o ambiente em vapor e fornecendo portanto o crescimento por condensação das gotículas restantes, um mecanismo inverso àquele que foi visto para a ação dos núcleos salinos.

Três agentes de nucleação artificial para as nuvens tropicais foram experimentados e empregados nos últimos anos; a escolha de um deles deve obedecer, a nosso ver, às peculiaridades das condições de tempo prevalentes e à conjuntura aerológica e orográfica da região.

De qualquer forma é necessário verificar qual o mecanismo pôsto em jôgo mais freqüentemente nas condições naturais para usar a técnica a êle correspondente. No Nordeste (como parece acontecer também à primeira vista com o território de Minas Gerais) as condições aerológicas, com nítida dominância dos alísios, aliada à direção da costa a partir da ponta de Touros, no R. G. do Norte e à barreira orográfica do hemicíclo nordestino, fazem presumir uma pobreza da atmosfera em núcleos salinos, razão pela qual demos preferência ao cloreto de sódio como agente de nucleação.

Além disso, em experiência que fizemos a 6-1-59, usando negro de fumo e solução saturada de sal de cozinha em dois vôos consecutivos de mesma duração aproximada, sobre o mesmo tipo de nuvens em regiões vizinhas, observamos dissipação com o emprêgo do negro de fumo, enquanto obtínhamos precipitação regular com o cloreto de sódio.

Não é demasiado chamar a atenção para a necessidade de buscar-se um método de interpretação dos resultados em operações de nucleação artificial da atmosfera baseado na análise estatística de situações sistematicamente escolhidas. Essa deve ser a orientação em qualquer trabalho futuro no campo da modificação artificial dos hidrometeoros.

#### REFERÊNCIAS

- (1) — Sampaio Ferraz, J., Iminência duma "grande" seca nordestina. Sep. Rev. Bras. Geog. Rio, 1950.
- (2) — Schaefer, V. J., Experimental Meteorology. Sep. J. App. Math. Phys. Basel, 1950
- (3) — Bergeron, T., On the Physics of Clouds and Precipitation. Sep. Union Geodesic Geophys Int. Lisboa, 1933.
- (4) — Findeisen, W., Meteorol. Zeitsch. 55: 121-133, 1938.
- (5) — Schaefer, V. J., Science 104: 457, 1946.
- (6) — Brun, E. & L. Demon., Cocpt. Rend. 225: 953-954, 1947.
- (7) — Pettersen, S., Weather Analysis and forecasting (Mac Graw Hill), New York, 1940.
- (8) — Langmuir, I., J. Meteorol. 5: 175-192, 1948.
- (9) — Kotsch, W. J., Bull. Amer. Meteorol. Soc. 28: 87, 1947.
- (10) — Langmuir, I., Occ. Rep. Project Cirrus n. 1, Schenectady, 1948.
- (11) — Blanchard, D. C., Occ. Rep. Project Cirrus n. 7, Schenectady, 1948.

- (12) — Schaefer, V. J., Occ. Rep. Project Cirrus n. 12, Schenectady, 1949.
- (13) — Woodcock, A., J. Mar. Res. 8: 177-197, 1949.
- (14) — Schaefer, V. J., Bull. Amer. Meteorol. Soc. 29: 175-182, 1948.
- (15) — Schaefer, V. J., The Formation of Ice Crystals in the laboratory and in atmosphere Sep. Union Geod. Geophys. Int., 1948.
- (16) — Schaefer, V. J., Trans. Amer. Geophys. Union 29: 492-498, 1948.
- (17) — Schaefer, V. J., Chem. Rev. 44: 291-320, 1949.
- (18) — Schaefer, V. J., Weatherwise 1: 3-5, 1948.
- (19) — Schaefer, V. J., Occ. Rep. Project Cirrus n. 9, Schenectady, 1949.
- (20) — Schaefer, V. J., Occ. Rep. Project Cirrus n. 20, Schenectady, 1950.
- (21) — Schaefer, V. J., Proc. of First Nat. Air Pollution Synop. 1: 26-35, 1949.
- (22) — Vonnegut, B., J. App. Phys. 18: 593-595, 1947.
- (23) — Vonnegut, B., Chem. Rev. 44: 277-289, 1949.
- (24) — Vonnegut, B., J. Colloid Sc. 5: 37-48, 1950.
- (25) — Schaefer, V. J., J. Inst. Navig. 1: 172-174, 1947.
- (26) — Vonnegut, B., Bull. Amer. Meteorol. Soc. 31: 151-157, 1950.
- (27) — Schaefer, V. J., Cent. Proc. Royal Meteorol. Soc., 42-50, 1950.
- (28) — Houghton, H. G., Bull. Amer. Meteorol. Soc. 32: 39-46, 1950.
- (29) — Leopold, L. B. & M. H. Halstead Bull. Amer. Meteorol. Soc. 29: 523-534, 1948.
- (30) — Ramos, J., Bol. Sec. Agr. Ceará, 3: 97-102, 1952.
- (31) — Langmuir, I., Science 97: 1-7, 1943.
- (32) — Orr, J. L. Frazer, D.; Pettit, K. G., National Research Council of Canada. Report MD — 32, 1949.
- (33) — Smith, E. J., Austral. J. Sci. Res. 2: 78-91, 1949.
- (34) — Langmuir, I., Project Cirrus. Occ. Report n. 21, Schenectady, 1950.
- (35) — Langmuir, I., Project Cirrus. Occ. Report n. 22, Schenectady, 1950.
- (36) — Schaefer, V. J., J. Appl. Mat. and Phys. (Zanp) 1: 153-236, 1950.
- (37) — Bergeron, T., Proc. 5<sup>th</sup> Assembly Intern. Union Geodesy and Geo-Phys. Lisbon, 1935.
- (38) — Cwilong, B. M., Proc. Roy. Soc. 190: 137, 1947.
- (39) — Smith-Johannsen, R. Science 108: 652-654, 1948.
- (40) — Byers, H. R. & Hall, R. K. J. Meteorol. 12: 176, 1955.
- (41) — Byers, H. R. & Braham —r., R. R. The Tundetrstorm (Gov. Print, Off), Washington, 1949.
- (42) — Houghton, H. G. Bull. Am. Meteorol. Soc. 19: 152, 1938.
- (43) — Braham Jr., R. R. Science 129: 123-129, 1959.
- (44) — Howell, W. D. J. Meteorol. 6: 134, 1949.
- (45) — Lodge, J. P., J. Meteorol. 12: 493, 1958.
- (46) — Byers, H. R. & Allii in Artificial Stimulation of Rain (pergamon), New York, 1957.
- (47) — Woodcock, A. H. & Allii Nature 172: 1.144, 1953.
- (48) — Moore, D. J. & Mason, B. J. Quart. J. Roy. Met. Soc. 80: 583, 1954.
- (49) — Aitken, J., Collected Scientific Papers (Camb. Univ. Press), Cambridge, 1923.
- (50) — Junge, C. Ber Dent, Wetterdienstes 35: 261, 1952.
- (51) — Wright, H. L. Quart. J. Roy. Met. Soc. 66: 3-11, 1940.
- (52) — Wright, H. L. Ibid. 66: 11-12, 1940.
- (53) — Dessens, H., Comp. Rend. Acad. Sci. 223: 915-917, 1946.
- (54) — Woodcock, A. H., Meteorol. 9: 200-212, 1952.
- (55) — Woodcock, A. H., Ibid. 10: 363-371, 1953.
- (56) — Lodge, J. P., Anal. Chem. 26: 1.829-1.831, 1954.
- (57) — Lodge, J. P., J. Meteorol. 12: 493-499, 1955.
- (58) — Reitan, C. H. & Braham Jr. R. R., J. Meteorol. 11: 503-506, 1954.
- (59) — Twomey, S. J., Meteorol. 12: 81-86, 1955.
- (60) — Houghton, H. G., Science 129: 307-313, 1959.
- (61) — Blanchard, D., Occ. Rep. n. 7 Project Cirrus, Schenectady, 49.
- (62) — Blanchard, D., Occ. Rep. n. 17 Project Cirrus, Schenectady, 45.
- (63) — Braham R. R. & Allii Meteorol. Mongr. 2: 47-85, 1957.
- (64) — Bowen, E. G. Aust. J. Sci. Res. 3: 193-213, 1950.
- (65) — Langmuir, I., Trans. N. Y. Acad. Sci. 14: 40-44, 1951.
- (66) — Anônimo, Time, October 6, 1958.

N. R. — Transcrita de publicação distribuída pela Seção de Hidrologia da Comissão Estadual de Energia Elétrica do Rio Grande do Sul.



# Contribuição à Bibliografia das Sêcas no Brasil

Eng. Agr. RUI SIMÕES DE MENEZES

BIOLOGISTA DO DNOCS

Nesta publicação reunimos informações valiosas para os estudiosos das sêcas no Brasil. Em trabalho paciente de pesquisa bibliográfica seu autor demonstra o carinho com que encara os problemas humanos resultantes da irregularidade pluviométrica no Brasil e fornece-nos um manancial inesgotável de informações acerca do assunto.

No N.º 1, Vol. 18 de agosto de 1958 deste Boletim, tivemos oportunidade de publicar as primeiras contribuições que nos apresentou à Bibliografia das Sêcas Nordestinas. Novas contribuições acabamos de receber. Dada a oportunidade da matéria, resolvemos anglobar umas e outras em uma nova edição.

- AAMODT, O. S. 1952 — Nova esperança para as pastagens de terras sêcas, "O Estado de São Paulo" 16-9-53.
- AGRIPINO, JOÃO 1942 — Irrigação (Vila do Espírito Santo, (Paraíba) "Chácaras e Quintais", São Paulo 66 (2) : 210.
- A. C. & LINDEN, RUBER VAN DER 1925 — Poços artesianos no Ceará, "Chácaras e Quintais", São Paulo 85 (2) : 198.
- A. G. 1951 — A sêca na Paraíba, "Diário Congr. Nac.", Rio, 21 novembro 1951, p.p. 11500-1.
- ALBANO, ILDEFONSO 1917 — "O Secular Problema do Nordeste" — Imprensa Nacional, Rio, 1.ª ed., pp. 1-91, 1918, 2.ª ed., pp. 1-164, figs.
- ALBANO, ILDEFONSO 1918 — "A Pecuária no Ceará", Imprensa Nacional, Rio, pp. 1-16 (Sêcas: pp. 54-60).
- ALBUQUERQUE, BALTHAZAR CAVALCANTE D'; HAMBERGER, C; ABDON, FRANCO; PYLES, G. & NUNO, CARLOS 1917 — O problema das forragens nas sêcas do Nordeste, "Chácaras e Quintais" 15 (2) : 118-9.
- ALBUQUERQUE, PAULO DE 1917 — As sêcas e a Economia, "Observador Econômico e Financeiro", Rio (23). 19?.
- ALENCAR, JOSÉ DE 1943 — As sêcas no Ceará "Fauna", São Paulo 2 (6) : 38.
- ALENCAR, LUIZ ROCHA DE 1955 — Criação de uma mentalidade irrigatória no Nordeste, "Diário Comércio", São Paulo, 28-6-55.
- ALMEIDA, FENELON 1951 — Ferreiro da maldição. Repete-se, com as obras contra a sêca, a tragédia secular do Ceará. No DNOCS, quando há trabalho, falta dinheiro; quando há dinheiro, faltam engenheiros. "O Povo", Fortaleza, 23 de outubro de 1951.
- ALMEIDA, JOSÉ AMÉRICO DE 1923 — O Martírio, in "A Paraíba e seus Problemas", Paraíba, pp. 117-181.

- ALMEIDA, JOSÉ AMÉRICO DE 1953 — “As sêcas do Nordeste”. Depoimento sôbre as Sêcas, em novembro 1953, na Câmara dos Deputados. Publ. Serv., Documentação, Ministério de Viação e Obras Públicas, Rio. pp. 1-109, 1 mapa.
- ALVES, ALUIZIO 1952 — O Nordeste está morrendo em vão, “Nordeste Econômico e Financeiro”, Fortaleza, 4 (12): 11-3.
- ALVES, JOAQUIM 1935 — Aspectos econômicos da açudagem, “Ceará Agrícola”, Centro Acadêmico da Escola de Agronomia, Fortaleza, 1 (1): 22-3.
- ALVES, JOAQUIM 1937 — A influência das Sêcas na Economia Cearense, “Nordeste Agrícola”, Fortaleza, 2 (9/10): 230-34.
- ALVES, JOAQUIM 1939 — Clima Cearense, “Rev. Soc. Cearense Geografia e História”, Fortaleza, ano 3, vol. 5 (1): 33-46.
- ALVES, JOAQUIM 1943 — Migrações Cearenses, “Unitário”, Fortaleza, edições de 4.6, 8-6, 15-7 e 1-8-43. “Bol. Geográfico”, Rio, 1 (6): 122-3.
- ALVES, JOAQUIM 1951 — Política da sêca, “Correio do Ceará”, Fortaleza, 30 março 1951.
- ALVES, JOAQUIM 1953 — “História do Ceará”. Monografia n.º 23 (1.º vol.), História das Sêcas (Séculos XVII a XIX). “Edit. Inst. Ceará”, Fortaleza, pp. 1-242.
- ALVIM, PAULO DE T. 1950 — Observações ecológicas sôbre a flora da região semi-árida do Nordeste, “Ceres”, Viçosa, Minas Gerais, 8 (44). “Boletim Geográfico”, Rio 8 (53): 75-82.
- AMARAL, EDILBERTO 1946 — Levantamento do mapa de solos da bacia de irrigação do açude público Santo Antônio de Russas (município de Russas, Estado do Ceará), “Revista Brasileira de Geografia”, Rio, 8 (3): 351-366.
- ANDRADE, EDMUNDO NAVARRO DE 1928 — Eucaliptos secando poços, “Chácaras e Quintais”, 38 (3): 283.
- ANDRADE, FRANCISCO ALVES DE 1954 — A propriedade rural no Nordeste Sêco (Situação do Ceará). Normas de acesso à exploração agrária, “Nordeste Econômico e Financeiro”, Fortaleza (agosto): 37-41.
- ANDRADE, FRANCISCO ALVES DE 1954 — A propriedade rural no Polígono das Sêcas, Publ. n.º 1, Série C (Divulgação), Escola Agron. Ceará, pp. 1-39.
- ANDRADE, FRANCISCO ALVES DE 1955 — A Pecuária Cearense e o Crédito no Polígono das Sêcas. Trabalho apresentado ao Congresso de Salvação do Nordeste, Recife, agosto 1955.
- ANDRADE, HUMBERTO R. DE 1928 — Orós, “Correio Ceará”, Fortaleza, 2, julho 1928.
- ANDRADE, HUMBERTO R. DE 1928 — Orós, “Nordeste Agrícola”, Fortaleza 2 (1/2): 6-7.
- ANDRADE, LOPES DE 1943 — Breve discurso sôbre a Sociedade e as Sêcas do Nordeste.

- ANDRADE, LOPES DE 1948 — "Introdução à Sociologia das Sêcas", Edit. "A Noite", Rio.
- ANDRADE, LOPES DE Forma e efeito das Migrações do Nordeste, "Diário de Pernambuco", Recife.
- ANDRADE, LOPES DE 1955 — Pobreza e Migração no Nordeste, "Diário de Pernambuco", Recife, 27 fevereiro 1955.
- ANÔNIMO 1 — Sêca de 1825, "Rev. Inst. Hist. Geogr. Brasil", 35:80.
- ANÔNIMO 18 — Sêca de 1791-1793. O Governo de Mota Feo e a Sêca, "Rev. Inst. Ceará", 4:7.
- ANÔNIMO 18 — Sêca de 1791-1793, "Rev. Inst. Ceará", 1:83.
- ANÔNIMO 18 — Sêca de 1804, "Rev. Inst. Ceará", 3:170.
- ANÔNIMO 1 — Rio Grande do Norte e Ceará, "Rev. Inst. Hist. Geogr. Brasil", p. 243 (de que volume?).
- ANÔNIMO 1 — Descrição geographica do Ceará, "Rev. Inst. Hist. Geogr. Brasil", 60:109.
- ANÔNIMO 1878 — A Sêca, "O Independente", n.º 1, de 12 de maio 1878. Combate a Imigração.
- ANÔNIMO 1878 — A Sêca e o Governo, "O Independente", n.º 3, de 26 de maio 1878.
- ANÔNIMO 1884 — "Ensaio sobre a irrigação agrícola na Província do Ceará", Rio de Janeiro (Bibl. Inst. Ceará — Coisas do Ceará, vol. 249).
- ANÔNIMO 1888 — Écos da Sêca, "O Ceará" ou "O Independente", 15 de junho 1888.
- ANÔNIMO 1888 — A Sêca. Abertura do Crédito de 800 contos para continuação dos trabalhos de Estrada de Ferro-Sobral, "O Ceará", 2 setembro 1888.
- ANÔNIMO 1906 — A Fome no Apodi, "Rev. Inst. Hist. Geogr., Rio Grande do Norte", 4: sêca de 1825.
- ANÔNIMO 1908 — Regulamento da Açudagem, Col. Studart., Fortaleza, Ceará.
- ANÔNIMO 1911 — Um Congresso Internacional de Lavoura Sêca. Assunto de capital importância para muitas zonas do Brasil, "Chácaras e Quintais", São Paulo, 3 (4): 3.
- ANÔNIMO 1911 — Medidas contra as Sêcas, "A Lavoura", Rio, p. 406.
- ANÔNIMO 1913 — Da irrigação, "A Lavoura", Rio, 17 (9/10): 283-9.
- ANÔNIMO 1915 — Construção de Açude, "Chácaras e Quintais", 12 (4): 273-5.

- ANÔNIMO 1916 — O Algodão é uma salvaguarda contra a seca. Um campo de algodão é quase tão bom como um açude, "Chácaras e Quintais", São Paulo, 13 (4) : 271-2.
- ANÔNIMO 1916 — O problema das forragens nas secas do Nordeste, "Chácaras e Quintais", 14 (6) : 903-5.
- ANÔNIMO 1919 — A ensilagem no Ceará, "Chácaras e Quintais", 20 (2) : 125. — "Na seca última o Nordeste perdeu nada menos de 2 milhões de cabeças bovinas, que, ao preço de 100\$, perfazem o valor de 200 mil contos. O animal bovino come 10 k de milho ensilado, por dia, alimentando-se bem. A seca durou 440 dias. Donde, se houvesse silos, cada boi teria consumido, para ser salvo, 4.400 k. Uma tonelada de milho ensilado no Ceará (os cálculos de lá, podem ser estendidos a todo o Nordeste), custa 7\$200. Temos que com 31\$680 se livrariam da morte animal, até os 2 milhões perdidos. Porque nos Estados flagelados de secas não se cogitou, exceto agora no Ceará, da ensilagem, dada a sua tão indiscutível quão poderosa função econômica?".
- ANÔNIMO "Memorial do litoral da zona das secas ao Brasil Central. Estrada de Ferro Mossoró ao Rio São Francisco". Atelier Escossia, Typ., Photogr. e Pap., Mossoró, Rio Grande do Norte, pp. 1-28, I-XXIV.
- ANÔNIMO 1922 — Seis mil e quarenta e cinco quilômetros pelo Nordeste. As obras contra as secas, "Ilustração Brasileira", Rio, outubro 1922, 30 pp., mapas, figs.
- ANÔNIMO 1925 — Geografia Econômica, "Rev. Inst. Hist. Geográfico Rio Grande do Norte", 1923-25:81.
- ANÔNIMO 1932 — Serviço de Reflorestamento e postos agrícolas do Nordeste. "O Campo", Ro, 3 (11) : 60-1.
- ANÔNIMO 1933 — O Nordeste brasileiro, "O Campo", Rio, 4 (7) : 35.
- ANÔNIMO 1934 — Esboço das excursões da Comissão Científica de Exploração no Ceará e regiões vizinhas (1860), "Rev. Inst. Hist. Geogr. Brasil". "Inst. Panamericano Geogr. Inst. Vol. II, Assembléia Inaugural 1932-1933. Imprensa Nacional, Rio, p/. entre pp. 584-5.
- ANÔNIMO 1934 — Um dos postos agrícolas do Nordeste, "Chácaras e Quintais", São Paulo, 50 (5) : 577.
- ANÔNIMO 1935 — Açude público "Piranhas", "Revista do Clube de Engenharia", Rio 1 (11) : 464-5.
- ANÔNIMO 1935 — O plano das Obras contra as Secas, "Revista do Clube de Engenharia", Rio, 2 (13) : 646-8.
- ANÔNIMO 1936 — As recentes obras do Nordeste Brasileiro, "Revista do Clube de Engenharia", Rio 2 (17) : 896-7.

- ANÔNIMO 1937 — Sêca e Chuvas! "Chácaras e Quintais", São Paulo, 56 (6) : 720.
- ANÔNIMO 1938 — O Norte e o Nordeste, "Observador Econômico e Financeiro", Rio, 3 (25) : 90-9.
- ANÔNIMO 1938 — Obras Contra as Sêcas, "Observador Econômico e Financeiro", Rio, 3 (31) : 71-86.
- ANÔNIMO 1939 — A Defesa contra as Sêcas, "Observador Econômico e Financeiro", Rio, 4 (47) : 80-5.
- ANÔNIMO 1940 — Obras Contra as Sêcas, "Observador Econômico e Financeiro", Rio, 4 (48) : 113.
- ANÔNIMO 1942 — A zona das sêcas como produtora de águas minerais. "Bol. Min. Agric.", Rio 31, (2) : 54.
- ANÔNIMO 1942 — Modificação do meio nordestino pelo Reflorestamento. "Bol. Min. Agric.", Rio 31 (4) : 57-9.
- ANÔNIMO 1942 — O Nordeste revive pela água dos açudes, "Bol. Min. Agric.", Rio 31 (12) : 112-3.
- ANÔNIMO 1942 — Reflorestando terrenos áridos, "Chácaras e Quintais", 66 (6) : 749-50.
- ANÔNIMO 1944 — A favela do Nordeste e seu óleo, "Chácaras e Quintais", 69 (1) : 85-6.
- ANÔNIMO 1945 — Sêca e Erosão, "Observador Econômico e Financeiro", Rio, 10 (109) : 61-6.
- ANÔNIMO O Brasil, Região Nordeste, "Observador Econômico e Financeiro", Rio, Fortaleza, Ceará, 11 (131) : 54-64.
- ANÔNIMO 1946 — Planejamento contra as sêcas, "Unitário", Fortaleza, 6 novembro 1946.
- ANÔNIMO 1947 — O atraso dos diaristas de obras do Departamento Sêcas no Ceará, "O Democrata", Fortaleza, 7 de abril 1947.
- ANÔNIMO 1947 — Aumenta o sofrimento das grandes massas populares. É difícil a situação dos operários "diaristas de obras" do Departamento de Sêcas, "O Democrata", Fortaleza, 19 de julho 1947.
- ANÔNIMO 1947 — Combate às Sêcas, "Boletim da Secretaria de Agricultura e Obras Públicas", 1 (1) : 100-1.
- ANÔNIMO 1948 — Piscicultura e os nossos açudes. "A União", Teresina, 13 maio 1948.
- ANÔNIMO 1948 — Em debate, no Instituto do Nordeste, uma questão de grande interesse para o Ceará. A regulamentação do parágrafo 1.º, do art. 198 da Constituição, "Correio do Ceará", Fortaleza, 29 novembro 1948.



- ANÔNIMO 1948 — Planos de irrigação, "Unitário", Fortaleza, 20 junho 1948.
- ANÔNIMO 1949 — A estiagem e o problema da irrigação, "O Estado de São Paulo", 31 agosto 1949.
- ANÔNIMO 1949 — O aproveitamento da água na irrigação, "O Estado de São Paulo", 2 abril 1949.
- ANÔNIMO 1949 — Senhores latifundiários estão dando prejuízos à irrigação, "Correio do Ceará", 18 agosto 1949.
- ANÔNIMO 1949 — Barragens, lagoas e açudes, "O Estado de São Paulo", 20 setembro 1949.
- ANÔNIMO 1949 — Construção de açudes no Nordeste, "O Estado de São Paulo", 3 fevereiro 1949.
- ANÔNIMO 1949 — A partir de primeiro de junho, poderão ser despachados os requerimentos de empréstimos para pequenos açudes, "Unitário", Fortaleza, 24 abril 1949.
- ANÔNIMO 1949 — Pequenos açudes, "O Democrata", Fortaleza, 11 janeiro 1949.
- ANÔNIMO 1949 — Defesa contra a seca. Forragens resistentes à seca, especialmente o cactus, na União da África do Sul (Tradução para uso exclusivo dos técnicos da Com. Serv. Complem. Insp. Secas), (Boletim da Secretaria de Agricultura, Indústria e Comércio", Salvador, Bahia, 2.ª fase, 45 (3) : 102-56.
- ANÔNIMO 1950 — A pesca nos açudes do Nordeste, "O Estado de São Paulo", 29 novembro 1950.
- ANÔNIMO 1950 — Água subterrânea no Piauí, "O Estado de São Paulo", 10 janeiro 1950.
- ANÔNIMO 1950 — Poços artesianos, "O Estado de São Paulo", 22 agosto 1950.
- ANÔNIMO 1950 — Grandes secas no Nordeste em 1955. "O Estado de São Paulo", 2 março 1950.
- ANÔNIMO 1951 — Seca no Rio Grande do Norte, "O Estado de São Paulo", 30 outubro 1951.
- ANÔNIMO 1951 — O problema da açudagem no Nordeste. "Correio da Manhã", Rio, transcrito no "Correio do Ceará", Fortaleza, 3 novembro 1951.
- ANÔNIMO 1951 — La piscicultura y obras de riego en Norte del Brasil. "Noticiário de las Naciones Unidas", Washington, 6 (10) : 1.
- ANÔNIMO 1951 — As obras contra as secas e o regime latifundiário. Necessidade de uma taxa de melhoria no caso da futura retificação do Rio Paraíba. O problema da valorização das terras irrigáveis do Nordeste, "O Estado de São Paulo", 7 outubro 1951.

- ANÔNIMO 1951 — Paulo Afonso, fonte de energia para o Nordeste. Irrigação, transporte, energia, tríplice programa a ser realizada se se quiser fixar o homem do Nordeste à terra, "O Estado de São Paulo", 22 novembro 1951.
- ANÔNIMO 1951 — Piauí. Efeitos calamitosos da estiagem, "O Estado de São Paulo", 21 dezembro 1951.
- ANÔNIMO 1951 — O drama de miséria que se desenrola nas obras de Pentecoste. Três mil operários às voltas com a exploração, a fome e as doenças, "O Povo", Fortaleza, 11 maio 1951.
- ANÔNIMO 1951 — A irrigação na América Latina, "O Estado de São Paulo", 30 agosto 1951.
- ANÔNIMO 1951 — Açudagem em cooperação, "Unitário", Fortaleza, 23 de janeiro 1951.
- ANÔNIMO 1951 — Construção de açudes e poços profundos para transformar o panorama econômico do Nordeste. Irrigação de um milhão de hectares, que produziriam vinte bilhões de cruzeiros. O represamento do Rio Acaraú. A piscicultura e a produção de energia elétrica, "O Povo", Fortaleza, 31 outubro 1951, (transcrição do "Correio da Manhã", Rio).
- ANÔNIMO 1951 — Dotações do Departamento Nacional de Obras Contra as Secas nos exercícios de 1944 a 1950. "Diário do Congresso Nacional", Rio, 16 outubro 1951, p. 9583.
- ANÔNIMO 1950 — A obra de Getúlio Vargas. As secas do Nordeste. "O Estado de São Paulo", 9 agosto 1950.
- ANÔNIMO 1951 — Obras Contra as Secas, "Observador Econômico e Financeiro", Rio, 16 (183) : 100-1.
- ANÔNIMO O problema das secas periódicas. Construção de pequenos e médios açudes nas regiões assoladas, "Boletim da Secretaria de Agricultura, Indústria e Comércio", Salvador, Bahia, 2.ª fase, 48 (9) : 148-50.
- ANÔNIMO 1951 — Sêca no Nordeste, "Observador Econômico e Financeiro", Rio, 166 (183) : 5. "Não foram os grandes açudes feitos apenas para os efeitos da piscicultura nem para servir tão pouca a uma estreita zona de influência".
- ANÔNIMO 1951 — As secas no Nordeste e a produção, "Conjuntura Econômica", Rio, 5 (6) : 6-9.
- ANÔNIMO 1952 — O drama da sêca, "Boletim da Secretaria de Agricultura e Obras Públicas", Fortaleza, (3) : 103-110.

- ANÔNIMO 1952 — O flagelo das sêcas, "Boletim da Secretaria de Agricultura e Obras Públicas", Fortaleza, (3) : 117-19.
- ANÔNIMO 1952 — Nordeste, "Observador Econômico e Financeiro", Rio, 17 (194) : 5.
- ANÔNIMO 1952 — Panorama econômico-social do Ceará", Conjuntura Econômica", Rio, 6 (8) : 38-45.
- ANÔNIMO 1952 — As obras contra as sêcas, "O Estado de São Paulo", 15 abril 1952.
- ANÔNIMO 1952 — Defesa do Nordeste do flagelo das sêcas periódicas. Estudos para a elaboração de um projeto de lei sobre irrigação das terras no Polígono das Sêcas. Sêcas e desapropriações. Enfrenta a Com. de Política Agrária um assunto que nos aflige desde o Império, "Correio do Ceará", 18 agosto 1952.
- ANÔNIMO 1952 — Inquérito nas obras contra as sêcas, "Unitário", Fortaleza, 6 setembro 1952.
- ANÔNIMO 1952 — O drama da seca, "O Estado de São Paulo", 16 março 1952.
- ANÔNIMO 1952 — Medidas apresentadas pela reunião dos Governadores, "Unitário", Fortaleza, 8 março 1952. — 6.º) — Exploração imediata da pesca nos açudes mediante concessão às empresas que se organizarem para esse fim".
- ANÔNIMO 1952 — Reunião da Com. de Inquérito sobre verbas do DNOCS. Fundamental o açude de "Orós" para o combate aos efeitos da seca. Vinicius Berredo responde a cinco itens sobre o palpitante assunto. Existe verba. Podem ser perfeitamente superados os efeitos da falta de inverno. Mauricio Joppert e Virgilio Távora intervêm nos debates, "Correio do Ceará", Fortaleza, 19 agosto 1952.
- ANÔNIMO 1952 — O Nordeste quer saber, "Unitário", 29 junho 1952.
- ANÔNIMO 1953 — O drama do Nordeste, "Observador Econômico e Financeiro", Rio, 18 (207) : 5-6.
- ANÔNIMO 1953 — O Nordeste Ainda Vale a Pena. Opinam Apolônio Sales, Aluísio Alves, Paula Sarazate, Muniz Falcão", "Observador Econômico e Financeiro", Rio, 18 (207) : 62-70.
- ANÔNIMO 1953 — Uma árvore que "combate" as sêcas, "Chácaras e Quintais", São Paulo, 38 (6) : 875. "Na África do Sul, investiga-se e seleciona-se uma espécie de *Prosopis* (leguminosa) que se desenvolve em qualquer terreno e suporta longos períodos de estiagem. A sua resistência à seca decorre da profundidade a que atingem as raízes: mais de 20 m. Segundo os técnicos, esta árvore deverá ser cultivada nas zonas sêcas e poderá servir como fonte de alimentação para o gado, pois produz frutos abundantes, que são ótimo alimento para as espécies animais". (Nota de L'Agromomie Tropicale").

- ANÔNIMO 1953 — As irregularidades no *DNOCS*, "O Estado de São Paulo", 8 maio 1953.
- ANÔNIMO 1953 — Socorro às populações atingidas pelas sêcas, "Diário de Pernambuco", Recife, 10 novembro 1953.
- ANÔNIMO 1953 — A irrigação do algodão, "O Estado de São Paulo", 10 maio 1953.
- ANÔNIMO 1953 — O Grande êrro, "Jornal do Comércio", Recife, 13 março 1953.
- ANÔNIMO 1953 — Uma solução para o flagelo das sêcas. Além da irrigação os açudes podem fornecer alimentos para as populações nordestinas. A piscicultura no polígono das sêcas, "O Mundo Agrário", Rio de Janeiro, 1 (2) : 4-8.
- ANÔNIMO 1953 — "Não é por que êsse ou aquele defeito que uma obra como o "Orós" pode ser condenada" diz Virgílio Távora. Tendência para a adoção do tipo "rockfill" na construção do açude — Comentário do "Correio da Manhã". Unitário, Fortaleza, 5 julho 1953.
- ANÔNIMO 1953 — "Orós", "Diário do Povo", Fortaleza, 5 julho 1953.
- ANÔNIMO 1953 — Localização de nordestinos em terras desapropriadas. Lei especial será solicitada do Congresso para aproveitamento de terras beneficiárias dos açudes do Nordeste", "O Estado de São Paulo", 15 maio 1953.
- ANÔNIMO 1953 — Os problemas do Nordeste, bem solucionados, trarão à Região economia de alto valor, "Diário de Pernambuco", 13 março 1953.
- ANÔNIMO 1953 — Morte misteriosa em João Pessoa revela irregularidades no *DNOCS*. "O Estado de São Paulo", 19 abril 1953.
- ANÔNIMO 1954 — *DNOCS*, "Revista do Clube de Engenharia", Rio de Janeiro (213).
- ANÔNIMO 1954 — Irrigação do polígono das sêcas; parecer do Conselho Nacional de Economia sôbre o anteprojeto de lei elaborado pela Comissão Nacional de Política Agrária, "Revista do Conselho Nacional de Economia", Rio, março-abril 1954: 3-9.
- ANÔNIMO 1954 — O Governo esposa a tese da Insolubilidade do Problema das Sêcas no Nordeste. "O Democrata", Fortaleza, 10 outubro 1954.
- ANÔNIMO 1954 — O plano de Lucas Lopes, "O Democrata", Fortaleza, 20 novembro 1954.
- ANÔNIMO 1954 — 16 setembro 1954.
- ANÔNIMO 1954 — O *DNOCS*, com nova direção, "Correio do Ceará",

- ANÔNIMO 1954 — Transferência do *DNOCS*, para Fortaleza. Fundidos num estatuto todos os projetos relativos ao Nordeste. Plano permanente de obras e serviços. Desapropriação de terras e colonização, "Unitário", Fortaleza, 10 janeiro 1954.
- ANÔNIMO 1954 — Provável a construção do Canal Sobradinho-Moxotó. Engenheiro italiano estudará a questão. Beneficiará Pernambuco, "J. Comércio", Recife, 29 outubro 1954.
- ANÔNIMO 1954 — Revisão e atualização dos planos do *DNOCS*, "Correio do Ceará", 11 dezembro 1954.
- ANÔNIMO 1954 — Irrigação do Polígono das Sêcas. "Rev. Cons. Nac. Econ.", Rio, 3 (23/4) : 3-9.
- ANÔNIMO 1954 — Coordenação de trabalhos para solução dos problemas do Nordeste. Deverão ser revistos e atualizados os planos do *DNOCS*. Programa de emergência. Finalidades da Comissão de Investimentos criada no Ministério da Viação, "Diário de Notícias", Rio, 12 dezembro 1954.
- ANÔNIMO 1955 — A algaroba, árvore forrageira para as zonas sêcas do Brasil. "Chácaras e Quintais", São Paulo, 92 (3) : 353-4.
- ANÔNIMO 1955 — Novamente a sêca. Águas Belas, Surubim e Vertentes. "Jornal do Comércio", Recife, 3 dezembro 1955.
- ANÔNIMO 1955 — "Tentativa" de Ribeiro Gonçalves I. "O Povo", Fortaleza, 26 dezembro 1955.
- ANÔNIMO 1955 — A irrigação mecânica de superfície e o Nordeste, "Seleções Agrícolas", Rio, 10 (108) : 47-8.
- ANÔNIMO 1955 — Perfuração de poços nas zonas ameaçadas de sêca, "O Jornal", Rio, 3 julho 1955.
- ANÔNIMO O governo do Estado cuida de amenizar as sêcas que flagelam o sertão baiano, "Boletim da Secretaria de Agricultura, Indústria, e Comércio", Salvador, Bahia, 3.ª fase (12) : 143-44.
- ANONYME Chez les céariens, La secca, son intermittence et ses cruautés, "Brazil Terre da Sta. Cruz. Bull. Oeuvres Bénédictines au Brésil", 2 (16) : 305-8.
- ANÔNIMO 1955 — "Barragens fluviais". Trabalho apresentado ao Congr. Salvação Nordeste, Recife, agosto 1955.
- ANÔNIMO 1955 — Economias regionais — IX. Inacabadas as obras de açudagem no Ceará. Águas inaproveitadas por falta de canais de irrigação — O flagelo cíclico das sêcas — Irregularidade e não escassez de chuvas — Todo o Estado no Polígono, "Correio da Manhã", Rio, 16 junho 1955.



- ANÔNIMO 1955 — Elementos sobre as secas. Trabalho apresentado ao Congresso de Salvação do Nordeste, Recife, agosto 1955.
- ANÔNIMO 1955 — O Dinheiro do Nordeste, "A União", João Pessoa, 6 janeiro 1955. "38 milhões Cr\$ deixaram de ser empregados no Nordeste em 1954".
- ANÔNIMO 1955 — Irrigação no Ceará, "Correio da Manhã", Rio, 16 janeiro 1955.
- ANÔNIMO 1955 — Chuvas no Nordeste, "Jornal do Comércio", Recife, 25 janeiro 1955.
- ANÔNIMO 1955 — A recuperação do Nordeste não depende tão-somente de água. "O Norte", João Pessoa, Paraíba, 15 janeiro 1955.
- ANÔNIMO 1955 — Convênios firmados pela Secretaria da Agricultura e Banco do Nordeste. Objetivo: desenvolver a economia sertaneja. Açudagem e irrigação. "Diário de Pernambuco", Recife, 5 outubro 1955. — "Diário da Noite", Recife, 5 outubro 1955.
- ANÔNIMO 1955 — Prejudicial o eucalipto às zonas secas do Nordeste. "Jornal do Brasil", Rio, 2 março 1955. — "Caça e Pesca", São Paulo, 14 (166) : 28.
- ANÔNIMO 1955 — Chuvas irregulares têm os efeitos de uma seca. "Última Hora", São Paulo, 9 março 1955.
- ANÔNIMO 1955 — Estímulo à pequena açudagem. "A Tarde", Salvador, Bahia, 10 fevereiro 1955.
- ANÔNIMO 1955 — Secas do Nordeste, "Correio da Manhã", 16 fevereiro 1955.
- ANÔNIMO 1955 — Cinco Milhões à Zonas Flageladas na Bahia, "Diário de Notícias", Rio, 3 agosto 1955.
- ANÔNIMO 1955 — Provocando chuvas artificiais por processos eletrônicos. O método seria ineficaz para o Nordeste, pois só opera com nuvens. Conf. do cient. uruguaio Oscar Mendoza Otamendi. O prof. Silvío Froes de Abreu, diretor do I.T.N., disse que o método do prof. Mendoza, conquanto diverso do que se baseia no lançamento do gelo seco sobre a nuvem, parte de um mesmo princípio: é imprescindível a existência de nuvens, no local a ser banhado por águas pluviais. E isso, o anulava para uma região necessitada de chuvas, o Nordeste, onde, no firmamento, por meses e meses a fio não se vislumbra o mais tênue fio de nuvem.
- ANÔNIMO 1955 — Interferência colonizadora no problema do combate às secas. "O Democrata", Fortaleza, 22 outubro 1955.

- ANÔNIMO 1956 — A água está sendo desperdiçada no Nordeste. "A Noite", Rio, 1 março 1956.
- ANÔNIMO 1956 — Diversificação no problema das sêcas. "Correio do Ceará", 25 janeiro 1956.
- ANÔNIMO 1956 — O eterno problema. "Correio da Manhã", Rio, 12 fevereiro 1956.
- ANÔNIMO 1956 — Falta administração no *DNOCS*. "Gazeta de Notícias", Fortaleza, 2 março 1956. (Transcrito "Correio da Manhã", 28 fevereiro 1956.
- ANÔNIMO 1956 — Missão federal no Nordeste. Palavras do Sr. Helvécio Xavier Lopes, incumbido de examinar a extensão dos danos causados pela sêca. "Jornal do Comércio", Rio, 1 julho 1956.
- ANÔNIMO 1956 — Para evitar a morte nas caatingas calcinadas. O drama de Sergipe: enfrenta uma das piores estiagens de sua história. A falta de chuvas aniquilou tudo. "Correio da Manhã", 1 julho 1956.
- ANÔNIMO 1956 — Sêcas em Minas. "Diários de Minas", Belo Horizonte, 28 fevereiro 1956.
- ANÔNIMO 1956 — Suicídios no sertão por causa da sêca. "A Tarde", Salvador, 21 junho 1956.
- ANTUNES, JACINTO A. R. 1951 — Intensificação dos trabalhos de irrigação e drenagem dos açudes públicos. Críticas aos processos atualmente usados, "O Estado", Fortaleza, 22 novembro 1951.
- ARARIPE, ANTONIO DE ALENCAR 1948 — Açudes, "Correio da Manhã", Rio, 20 agosto 1948.
- ARARIPE, ANTONIO DE ALENCAR 1948 — O Departamento de Sêcas ainda não tomou providências para a barragem de Orós, "O Povo", Fortaleza, 14 junho 1948.
- ARARIPE, ANTONIO DE ALENCAR 1951 — Orós: pesca e irrigação (Memorial da bancada Cearense no Congresso à Comissão Mista Brasil-Estados Unidos). "Diário Congr. Nac.", 21 novembro 1951, pp. 11493-4.
- ARARIPE, ANTONIO DE ALENCAR 1949 — "Orós", "A Redenção do Nordeste". (Trabalhos parlamentares). Impr. Oficial, Fortaleza, Ceará, pp. 1-141. Valor pescado "Cedro" 2,08 vezes maior que o custo da construção da barragem (p-56).
- ARARIPE, ANTONIO DE ALENCAR 1949 — Comentários à resposta do *DNOCS* ao pedido de informações sobre Orós, "Correio do Ceará", Fortaleza, 1 agosto 1949.
- ARARIPE, ANTONIO DE ALENCAR 1951 — Orós e a sêca, "Diário Congr. Nac.", Rio, 26 abril 1951, pp. 2431-2; 1 maio 1951, pp. 251<sup>a</sup>-21.

- ARARIPE, ANTONIO DE ALENCAR 1951 — Estudos, projetos e construção de barragens submersas nos rios Salgado e Jaguaribe, de uma rede de canais de irrigação das águas das fontes da serra do Araripe etc. "Diário Congr. Nac.", Rio, 11 maio 1951, pp. 2725-8.
- ARARIPE, ANTONIO DE ALENCAR 1952 — Está Ficando Impossível a Vida das Populações Nordestinas. O problema da seca não é encarado pelo Governo com a objetividade necessária. Faltam verbas, equipamentos e pessoal técnico ao DNOCS. Reivindicações do Nordeste desde 1877. Diferença de tratamento até para indenizar vítimas de desastres. "O Povo", Fortaleza, 12 maio 1952.
- ARARIPE, ANTONIO DE ALENCAR 1953 — Importância da açudagem, "O Povo", Fortaleza, 1 junho 1953.
- ARARIPE, ANTONIO DE ALENCAR 1877 — "Discurso sobre as providências relativas às secas do Ceará". Câmara dos Deputados, sessão de 27 junho 1877. — Rio de Janeiro, 33 pp. Typ. de J. Villeneuve & Cia.
- ARRAES, MONTE 1950 — A Economia nordestina e as obras contra as secas, "Revista do Servidor Público", Rio, ano 13, 4 (1) : 5. 1950.
- ATHANASSOF, N. 1930 — Os recursos forrageiros para o gado nos sertões do Nordeste do Brasil. A palma sem espinhos (Cactus Burbank), "Chácaras e Quintais", 42 (5) : 78-9.
- AUGUSTO, JOSÉ Política das Secas "Observador Econômico e Financeiro", Rio, 18 (208) : 65-8.
- AUGUSTO, JOSÉ 1954 — "Seridó", Bibl. Hist. Norte-Riograndense — VI. Borsoi, Editor, Rio de Janeiro, 1: 1-285. p. 74 — *A Piscicultura no Seridó*. Os pequenos açúdes nordestinos, os seridoenses entre eles, sempre foram bastante piscosos, constituindo um acontecimento relevante a *pescaria* à *tarrafa*, tradicional naquelas paragens, feita em épocas determinadas do ano. O Dept. de Obras Contra as Secas instituiu há tempos uma Comissão Técnica de Piscicultura, entregue de começo ao prof. Ihering destinada ao desenvolvimento da pesca nas regiões flageladas, aproveitando-se para o fim os reservatórios existentes e para aclimação de outras espécies, porventura adaptáveis as condições locais. As experiências até agora feitas vão produzindo frutos benéficos e resultados apreciáveis, tudo indicando que tal riqueza poderá vir a constituir uma fonte de alimentação, e de produtividade não desprezível para os que ali habitam.
- AUGUSTO, JOSÉ 1954 — As secas não se acabam mas suas conseqüências danosas podem ter fim. O aproveitamento dos recursos naturais do Nordeste como meio de tornar a vida mais feliz. A politicagem desvirtuando a missão do DNOCS, "O Povo", Fortaleza, 3 novembro 1954.

- AUGUSTO, JOSÉ 1955 — Um aspecto do problema do combate às sêcas — água, "J. Comércio", Rio, 17 julho 1955.
- BANCO DO NORDESTE DO BRASIL (Editor) 1955 — Planejamento do Combate às Sêcas", Publ. n.º 4, pp. 1-58.
- BANDEIRA, BOLIVAR 1946 — Lavoura Sêca, "Chácaras e Quintais", São Paulo, 74 (6) : 735-6.
- BARBOSA, A. 1920 — "A Homeopatia. Reflexões Inócuas. As Sêcas do Norte", Rio, 184 pp.
- BARBOSA, P. FLORENTINO 1920 — "O Problema do Norte".
- BARBOSA, J. S. DE CASTRO 1910 — "Liga Nacional contra as sêcas do Norte", Rio de Janeiro, 34 pp.
- BARBOSA, ORRIS 1935 — "Sêca de 32 (Impressões sobre a crise nordestina) Adersen-Editores, Rio de Janeiro, pp. 1-198.
- BARREIRA, AMÉRICO 1951 — Fisionomia do interior cearense, "Revista dos Municípios do Ceará", Fortaleza, 1 (2) : 9-14.
- BARREIRA, INÁCIO ELLERY DOURADO, AGOSTINHO MARQUES 1951 — "Observações sobre algumas forrageiras e meios de sua conservação no nordeste". Publ. n.º 145, Série I, A, Departamento Nacional de Obras Contra as Sêcas, pp. 1-53. pls. e quadros fora texto.
- BARREIRA, LUCIANO 1948 — Ê de miséria e de fome a situação dos camponeses do agude Cedro, em Quixadá, "O Democrata", Fortaleza, 22 março 1948.
- BARRETO, ADAHIL 1951 — A sêca no Ceará e no Nordeste, "Diário Congr. Nac.", Rio, 2 junho 1951, pp. 3.500.
- BARRETO, ADAHIL 1951 — Discurso sobre a sêca. "Diário do Congresso Nacional", 20 novembro 1951, p. 11410.
- BARRETO, CASTRO 1951 — "Povoamento e população. Política populacional brasileira". Livraria José Olympio, Rio, pp 1-411. — Já no comêço dêste século, Leopoldo Pereira alertava-nos ao escrever que o "norte de Minas está condenado a tornar-se um deserto por falta d'água" (p. 36) — Referências às sêcas: pp. 195-201.
- BARRETO, CASTRO 1954 — Capins para o Ceará, "Chácaras e Quintais", São Paulo, 89 (6) : 750. "As gramíneas que se impõem neste sertão (Quixadá), são CAPIM DE RODES, CAPIM ELEFANTE, e sobretudo o SORGO — variedades BRANCO E PRÊTO —, chamado no Uruguai FETERITA e no Ceará — MILHO TRIGO. Uma única chuva de fim de inverno, leva-o até a produção do pendão. Atualmente estamos cultivando o CAPIM GUATEMALA".
- BARRETO, CASTRO 1954 — A soja. Contribuição para a recuperação do polígono das sêcas, "Boletim da Agricultura", Minas Gerais — "Seleções Agrícolas", Rio, 8 (95) : 29-36.
- BARROS, MORAES 1923 — "Impressões do Nordeste Brasileiro", Editora Monteiro Lobato, São Paulo.

- BARROS, SOUZA 1953 — "Êxodo e Fixação", Série Estudos Brasileiros, n.º 5, Serviço de Informações Agrícolas do Ministério da Agricultura, Rio, pp. 1-206, figs. fora texto.
- BARROS, SOUZA & FREIRE, ANTÔNIO 1937 — Pernambuco e as Sêcas, "Observador Econômico e Financeiro", 2 (13) : 81-85.
- BASTOS, JOSÉ HUGO A Sêca — Neutralização de Seus Efeitos, "Nordeste Agrícola", Fortaleza, 2 (4) : 112-14.
- BAYMA, A. DA CUNHA "Irrigação mecânica do Nordeste". Serviço de Informações Agrícolas, Ministério da Agricultura, Rio, 123 pp., ilus., mapa.
- BAYMA, A. DA CUNHA Irrigação Mecânica do Nordeste, "Observador Econômico e Financeiro", 9 (97) : 30-40.
- BAYMA, A. DA CUNHA 1951 — Irrigação no Acarape, "Seleções Agrícolas", Rio, 6 (57) : 27-8.
- BENCHIMOL, SAMUEL 1945 — O Cearense na Amazonia, "Revista de Imigração e Colonização", Rio, 6 (4) :
- BERREDO, VINICIUS "Obras contra as sêcas", Departamento Nacional de Obras Contra as Sêcas, Rio, pp. 1-46, 2 mapas.
- BERREDO, VINICIUS 1943 — "Atividades da Inspeção de Sêcas com relação ao Rio São Francisco", Inspeção de Sêcas, Rio, 18 pp. (mimeografado).
- BERREDO, VINICIUS 1948 — Discurso proferido na inauguração da maior ponte de cimento armado do Nordeste, "O Povo", Fortaleza, 28 outubro 1948.
- BERREDO, VINICIUS 1950 — Informações sobre açudagem, "Diá. Congr. Nac.", Rio, 29 junho 1950, pp. 4981-3.
- BESNARD, W. 1949 — A marcha para o deserto, "O Estado de São Paulo", 11 dezembro 1949.
- BEZERRA, ALCIDES O Dr. Oto Quelle e o problema das sêcas, "Revista da Sociedade de Geografia do Rio de Janeiro", 35 (1.º semestre) : 59.
- BEZERRA, ALCIDES As Sêcas na Futura Constituição" (tese apresentada ao I Congresso de Problemas do Nordeste). Oficinas Gráficas do Arquivo Nacional, Rio de Janeiro.
- BHERING, FRANCISCO 1907 — "O problema do Norte", "Revista da Academia Cearense", 12:120-138. "Jornal do Comércio", Rio.
- BITANCOURT, AGESILAU 1930 — Plantio de forrageiras na região nordestina, "Chácaras e Quintais", 41 (3) : 223.
- BLOCH, E. 1921 — Die Trockenheit in Ceará, "Lateinamerika (B), Mitteilungen über Brasilien", Berlin (14) : 156-7.



- BLOCH, E. 1921 — Die Albeiten zur Bekämpfung der Trockenheit in Nordosten Brasilien, "Lateinamerika (B), Mitteilungen über Brasilien", Berlin (16/17): 213-16; (20): 240-2; (21): 256-7; (23): 227-9; (24): 293-4.
- BOMFIM, UBALDINO 1923 — A favelira, como produtora de óleo e de forragem, "Chácaras e Quintais", 28 (2): 103-4.
- BORBA, LAURO 1953 — "Sistemas de Irrigação", Recife, pp. 1-12.
- BORBA, ROSY FRONTINI DE 1953 — Uma nova visão do problema das sêcas no Nordeste, "O Estado de São Paulo", 10 abril 1953.
- BORGES, JOÃO PEREIRA 1932 — Problemas sertanejos; meio de combater as sêcas pela regularização dos cursos d'água. "Bol. Secret. Agric., Ind. e Viação", Recife, 1 (3/4): 377-86.
- BORGES, THOMAZ  
POMPEU ACCIOLY 1954 — Análise crítica do relatório do Dr. H. W. Singer sobre o Nordeste (Estudo Apresentado ao Banco de Desenvolvimento Econômico). "Série Planificação Econômica, "II Comissão de Desenvolvimento Econômico de Pernambuco, Recife, pp. 144, quadros I-VII.
- BORGES, THOMAZ  
POMPEU ACCIOLY 1955 — O sentido de uma verdadeira reforma agrária no Nordeste. "Diário de Notícias", Rio, 28-8-1955. Sêcas — Açudes — Irrigação. Os açudes públicos, como se sabe, fertilizam as terras adjacentes e as valorizam comercialmente. Quem ganha com isso? Os grandes proprietários de terra em que estão encravadas essas obras públicas. O mesmo sucede com a construção de canais de irrigação. Os açudes por cooperação, bem como os poços tubulares, largamente difundidos na Região, quase sempre só estão ao alcance dos médios e grandes proprietários, "pois o pequeno agricultor não dispõe de recursos financeiros, nem de influência e acesso às autoridades, para requerer e obter a colaboração técnica e financeira do DNOCS. Em suma, o desenvolvimento econômico da Região e o êxito do programa oficial de combate aos efeitos das sêcas dependem estreitamente de uma reforma agrária que mereça de fato esse nome".
- BOUCHARDET, J. O Problema do Norte. Sua solução, Rio, Paris, (sem data), pp. 1-392, 1 mapa.
- BOUCHARDET, J. "Solução radical e científica do problema das secas". Complemento da obra: "O problema do Norte e sua solução", Rio de Janeiro, pp. 1-88.
- BRAGA, ALOISIO J. P. 1951 — O Rio São Francisco e a sêca, "Uma excursão ao São Francisco", Faculdade de Direito, Recife.
- BRAGA, C. 1919 — "Sêcas do Nordeste e Reorganização Econômica", Rio de Janeiro, 88 pp.
- BRAGA, DIRCEU DUARTE 1945 — O problema das sêcas no Brasil, "Boletim do Ministério da Agricultura", Rio de Janeiro, 34 (5): 29-48.

- BRAGA, IVO 1953 — O Nordeste na economia nacional, "Digesto Economia", São Paulo, dez. 1953: 196-205.
- BRAGA, RENATO 1944 — Um capítulo esquecido da economia pastoril do Nordeste, "Cultura Política", Rio de Janeiro, 4 (38): 70-78 (sêca: p. 75).
- BRAGA, RENATO 1949 — Açudagem — Orós — Irrigação, "Revista da Escola de Agronomia do Ceará", Fortaleza, 1 (1): 65-80.
- BRAGA, RENATO 1953 — Mais nacional do que estadual a projeção da construção do "Orós", Ceará, Paraíba, Pernambuco e Rio Grande do Norte serão beneficiados. Ficaria perene o Jaguaribe numa extensão de 200 quilômetros. 10 mil cavalos com a descarga do açude. "Complexo do Orós". "Unitário", Fortaleza, 5 julho 1953.
- BRANCO, LYDIA CASTELO Bibliografia de interêsse econômico do Nordeste (em preparação). Série Problemas de Região, Comissão de Desenvolvimento Econômico de Pernambuco, Recife.
- BRANDÃO, E. SOUZA 1920 — "Feixe de artigos". Contribuição para minoração dos efeitos que as sêcas motivam em nossa região nordestina", Rio de Janeiro.
- BRANNER, J. C. 1909 — O problema das sêcas do norte do Brasil, "Boletim do Ministério da Viação e Obras Públicas", Rio, 1 83-110, figs.
- BRANNER, J. C. & CRANDALL, R. & WILLIAMS, H. E. 1908 — Mapa de parte dos Estados da Bahia, Pernambuco, Piauí e dos Estados de Sergipe e Alagoas. Publ. n.º 92, Série I, G, da Inspetoria Federal de Obras Contra as Sêcas.
- BRANNER, JOHN CASPER 1911 — Aggraded limestone plains of the interior of Bahia and the climatic changes suggested by them. "Bull. Geological Soc.", Rochester 22 : 187-206.
- BRASIL, MOURA 1910 — Sêca e agricultura no Ceará, "Revista Acadêmica Cearense", Fortaleza, 15 : 189-198.
- BRASIL, THOMAZ POMPEU DE SOUZA 1862 — "Ensaio Estatístico da Província do Ceará", Fortaleza.
- BRASIL, THOMAZ POMPEU DE SOUZA 1877 — Estudo Meteorológico da Província do Ceará, "Correio Mercantil", transcrito na "Reforma" de maio de 1877, Rio.
- BRASIL, THOMAZ POMPEU DE SOUZA 1877 — "Memória sobre o clima e as sêcas do Ceará", Rio, 100 pp.
- BRASIL, THOMAZ POMPEU DE SOUZA 1902 — Irrigação no Ceará, "Revista Acadêmica Cearense", Fortaleza, 7 : 69-121.
- BRASIL, THOMAZ POMPEU DE SOUZA O problema das sêcas do Ceará e a sua Solução Sêca e fome no Ceará, nos anos de 1825-1827, Econômica, "Revista Acadêmica Cearense", Fortaleza, 13:137-216.

- BRASIL, THOMAZ POMPEU DE SOUZA 1909 — O Ceará no comêço do século XX”, Fortaleza, Ceará, i-vi, 5-779, i-xl.
- BRASIL, THOMAZ POMPEU DE SOUZA 1922 — “O Ceará no centenário da Independência do Brasil”, Tipografia Minerva, Fortaleza, Ceará, 1 : “Rev. Inst. Ceará”, 9 : 5.
- BRASIL, THOMAZ POMPEU DE SOUZA 1932 — Prados permanentes para regiões sêcas, “Chácaras Quintais”, 45 (2) : 214.
- BRITO, F. S. RODRIGUES DE 1913 — As Sêcas do Norte (Artigos publicados no “Jornal do Commercio”, Recife, 164 pp.
- BRITO, F. S. RODRIGUES DE 1916 — “As Sêcas do Norte”, “Ann. 4.<sup>a</sup> Conf. Geogr. Brasil”, Recife, 2:341-50.
- BROWN, BEN 1953 — A alimentação do gado leiteiro em terras sêcas, “O Estado de São Paulo”, 27 maio 1953.
- CABRAL, VALLE 1955 — Litoral, Tabuleiro e Chuvas. Trabalho apresentado ao Congresso de Salvação do Nordeste, Recife, agosto 1955.
- CALDAS, RAUL SENA 1928 — Questões de sêcas. “Rev. Brasil. Engenharia”, Rio. As velhas Estradas do Nordeste Sêco, “Revista do Arquivo Municipal”, São Paulo, ano 17, vol. 135 (set.) : 57-65.
- CALDAS, LUIS R. DE SENA 1953 — 1.250 km de Sêca, “Observador Econômico e Financeiro”, Rio, 18 (207) : 33-42.
- CALLADO, ANTÔNIO 1953 — “Açude pode dar peixe (a piscicultura nos açudes já criou um fator importante de alimentação nas zonas flageladas), mas não preenche suas funções básicas”.
- CÂMARA, D. 1919 — “Coleção no Amazonas dos flagelados do Nordeste”, Manaus, pp. 1-78.
- CÂMARA MUNICIPAL DE PRESIDENTE PRUDENTE 1952 — “Êxodo dos Nordestinos”. Tese apresentada ao II Congresso Nacional dos Municípios do Brasil.
- CAPANEMA, G. S. DE 1877 — “As sêcas do Ceará”, “Revista do Instituto Politécnico Brasil”, Rio 10, 12 pp. — “Jornal do Comercio”, Rio, 23 outubro 1877.
- CAPANEMA, G. S. DE 1878 — “Apontamentos sôbre sêcas do Ceará”, Rio de Janeiro, 22 pp.
- CAPANEMA, B. DE 1904 — A sêca do Norte, “Revista Acadêmica Cearense”, Fortaleza, 9 : 165-195.
- CARNEIRO, B. PIQUET 1904 — Irrigação no Ceará, “Revista Acadêmica Cearense”, Fortaleza, 9:93-101. “Açude de Quixadá”, Fortaleza.
- CARNEIRO, B. PIQUET 1914 — “Serviços federais na zona sêca do Norte”, Rio, 78 pp.

- CARNEIRO, B. PIQUET 1935 — "O Nordeste. Memorial justificativo de providências complementares das que se acham em execução pela Inspetoria Federal de Obras Contra as Sêcas", Tip. Jornal Comércio, Rio, pp. 1-10.
- CARNEIRO, HUMBERTO 1947 — Algumas Determinações Físico-Mecânicas à Margem da Irrigação, "Boletim da Secretaria de Agricultura, Indústria e Comércio", Recife, 14 (1): 128-39.
- CARNEIRO, LUCIANO 1949 — O drama de Orós, "O Cruzeiro", Rio, 21 (32), (28 maio 1949); 45-8, 56, 60.
- CARREIRA, LIBERATO DE CASTRO 1879 — "A Sêca do Ceará", (artigos publicados no "Jornal do Comércio", Rio, entre 1877-79).
- CARVALHO, C. M. DELGADO DE 1922 — Dados Pluviométricos relativos ao nordeste do Brasil. Período 1912-1920. Publ. n.º 47, Série I, B, da Inspetoria Federal de Obras Contra as Sêcas.
- CARVALHO, C. M. DELGADO DE 1923 — Atlas pluviométrico do nordeste do Brasil. Mapas pluviométricos gerais. Publ. n.º 53, Série I, B, da Inspetoria Federal de Obras Contra as Sêcas.
- CARVALHO, C. M. DELGADO DE 1924 — Atlas pluviométrico do nordeste do Brasil. Mapas pluviométricos mensais. Publ. n.º 55, Série I, B, G, da Inspetoria Federal de Obras Contra as Sêcas.
- CARVALHO, C. M. DELGADO DE 1924 — Atlas pluviométrico do nordeste do Brasil. Mapas pluviométricos anuais. Publ. n.º 54, Série I, B, G, da Inspetoria Federal de Obras Contra as Sêcas.
- CARVALHO, C. M. DELGADO DE 1924 — Atlas pluviométricos do nordeste do Brasil. Mapas pluviométricos de percentagens e isoamplitudes. Publ. n.º 59, Série I, B, G, da Inspetoria Federal de Obras Contra as Sêcas.
- CARVALHO FILHO, JOAQUIM IGNACIO DE 1918 — O Rio-Açu. "Rev. Inst. Hist. Geogr. Rio Gr. Norte", 16 (1/2): 125-83. (Sêcas: 171-83).
- CARVALHO, MAXIMIANO MARQUES DE 1877 — "Apreciação das causas físicas da sêca do Ceará e outras províncias limitrophes", Rio, 12 pp.
- CARVALHO, ORLANDO BARBOSA DE 1922 — Uma leguminosa forrageira das sêcas, "Chácaras e Quintais", 26 (2): 102.  
"É forragem leguminosa, muito apreciada por toda a criação, e goza da vantagem de mitigar a sede, durante muitos dias, aos animais que se alimentam nos seus pastos, ainda que se atravesse a mais rigorosa sêca".
- CASTELO, PLACIDO 1936 — "Açudes, Canais de Irrigação, poços e outros serviços contra as sêcas". Tipografia Minerva, Fortaleza, pp. 1-58.
- CASTELO, PLACIDO ADERALDO A fixação do homem à terra nordestina será possível pelo aproveitamento das bacias irrigáveis dos açudes públicos, "Boletim da Secretaria de Agricultura e Obras Públicas", Fortaleza, (3): 113-17.

- CASTRO, FLAVIO TORRES RIBEIRO DE 1913 — Tipos de perfis para barragens de alvenaria. Série A — barragens insubmersíveis. Publ. n.º 31, Série II, L, da Inspeção Federal de Obras Contra as Secas.
- CASTRO, FLAVIO TORRES RIBEIRO DE 1913 — Barragens insubmersíveis. Anexo à publ. n.º 31, Série II, L, da Inspeção Federal de Obras Contra as Secas.
- CASTRO, FLAVIO TORRES RIBEIRO DE 1914 — Tipos de perfis para barragens de alvenaria — Série B — Barragens submersíveis. Publ. n.º 38, Série II, L, da Inspeção Federal de Obras Contra as Secas.
- CASTRO, JOSÉ LUIZ DE 1936 — O Nordeste, "Rev. Soc. Cearense Geogr. Hist.", Fortaleza, 1 (2) :106-21.
- CASTRO, JOSUÉ DE 1955 — A Fome e as secas do Nordeste, "Emancipação", Rio, 7 (66), maio: 6. — "O sertão na Idade Média", loc. cit. 7 (67) ; junho: 15.
- CASTRO E SILVA, JOSÉ LOURENÇO 1849 — Climatologia do Ceará, "Ann. Brasil. Medicina", Rio, 17 : 223.
- CATÃO, D. DUQUE 1943 — Um Oásis Mal Aproveitado, "Observador Econômico e Financeiro", Rio, 8 (92) :27-40.
- CATÃO, DARCY D. 1948 — Sugestão sobre a agricultura da região, e outros problemas econômicos da Bahia, "Boletim da Secretaria de Agricultura, Indústria e Comércio", Salvador, Bahia, 2.ª fase, 45 (1) :130-64.
- CAVALCANTI, DAVID FELINTO 1949 — Salinidade de Solos do Nordeste, "Nordeste Econômico e Financeiro", Fortaleza, 1 (2) :43-5.
- CAVALCANTI, PAULO 1944 — Aspectos do Problema Florestal no Sertão de Pernambuco, "Boletim da Secretaria de Agricultura, Indústria e Comércio", Recife, 11 (3/4) :31-41.
- CAVALCANTI, VALDEMAR 1953 — As Secas na Literatura, "Observador Econômico e Financeiro", Rio, 18 (207) :17-8.
- CENTRO DOS IMPORTADORES DE FORTALEZA Memorial apresentado ao Senhor Dr. José Carlos de Matos Peixoto, Presidente do Estado, Fortaleza.
- CÉSAR, GETÚLIO 1944 — O Serviço de Fomento em Pernambuco, "Boletim da Secretaria de Agricultura, Indústria e Comércio", Recife, 11 (3/4) :17-30.
- CHAVES, LOHENGRIN MEIRA DE VASCONCELOS 1956 — Carta a propósito de "Falta administração no DNOCS". "Correio da Manhã", 3 março 1956.
- CLARK, MENDONÇA 1956 — Secas do Nordeste. "Jornal do Comércio", Rio, 10 fevereiro 1956. "O Mundo", Rio, 18 fevereiro 1956.
- CLEOPHAS, JOÃO 1932 — A pequena açudagem no Estado. "Bol. Secret. Agric., Ind. e Viação", Recife, 1 (1) :13-5.
- CLEOPHAS, JOÃO 1953 — Secas no Nordeste. In "Exposições de Motivos", Serv. Inform. Agric., Rio, 2 :1-54.



- CLEOPHAS, JOÃO 1953 — Áreas irrigáveis em Estados do Nordeste, "Revista Brasileira de Municípios", Rio, 6 (23) :223-8.
- CLEOPHAS, JOÃO 1953 — Exposição do Ministro da Agricultura sobre a situação do Nordeste, "O Estado de São Paulo", 3 maio 1952.
- COIMBRA, ESTACIO 1929 — Irrigação. "Bol. Min. Agric.", Rio, 18 (1) :19-20.
- COLARES, GERVASIO 1955 — Pereira de Miranda, Eng.º do DNOCS, fala sobre devolução de verbas. "Mesa redonda" com o ponto IV para discussão do velho problema das sêcas. Precisamos de técnicos. 30 milhões ameaçados de devolução em 55 por falta de aplicação. Necessário um entendimento do DNOCS, BND e Governo do Estado com os técnicos do Ponto IV. "Correio do Ceará", 21 outubro 1955.
- COLLARES, OTACILIO 1954 — Açudagem e irrigação. "Diário de Pernambuco", 24 janeiro 1954.
- COMISSÃO CENTRAL CEARENSE 1879 — "Relatório e Contas da Subscrição promovida em favor das vítimas da Sêca do Ceará, pela Comissão Central Cearense organizada nesta Côrte em 7 de maio de 1877". Rio, 128 pp.
- COMISSÃO DE ABASTECIMENTO DO NORDESTE 1953 — "O que foi a CAN. Suas atividades. Seus planos. Suas contas", Rio de Janeiro, pp. 1-207.
- COMISSÃO POLÍGONO DAS SÊCAS 1951 — "Diário do Congresso Nacional", 13 junho 1951, pp. 3904-7.
- COOK, VERNON T. 1912 — Lavoura Sêca. "Bol. Min. Agric.", Rio, 1 (5) : 16-31. — Pe., Pb., RGN., Ce.
- COOK, VERNON T. 1913 — Lavoura sêca no Brasil, "Chácaras e Quintais", São Paulo, 7 (3) :5-8.
- COOK, VERNON T. 1913 — Serviço de Lavoura Sêca. (Relatório). "Bol. Min. Agric.", Rio, 2 (4) :47-51.
- CORDEIRO, OSCAR 1942 e 1956 — O congresso das sêcas. "Diário de Notícias", Salvador, 27 julho 1956. D. Nota "O Povo", 1 abril 1942.
- CORRÊA, SAMPAIO 1925 — "As obras do Nordeste", Rio de Janeiro, 98 pp.
- COSTA, ROBINSON DE VASCONCELOS 1955 — Vencer as sêcas e redimir o homem, "Emancipação", Rio, 7 (69) 10. - Reimpresso no n.º 70: 11-2. "O estabelecimento de uma piscicultura promissora já útil à economia nordestina, e o resultado dessas inversões. . . Os poços tubulares, a açudagem pequena, média, as rêdes de canais, o cultivo irrigado, a piscicultura, as estradas e vias de acesso aos açudes são formas justas e práticas parcelas de um conjunto harmonioso. Os recursos estatais devem se distribuir racionalmente entre as grandes e pequenas obras, de modo a que um empreendimento custoso seja acompanhado de centenas de pequenas iniciativas, mais ao alcance da economia agrícola local".

- COSTA NETO, INACIO MACHADO DA 1913 — Sobre a introdução nos quatro Estados da sêca, da árvore da chuva. "Chácaras e Quintais", 7 (6): 55-7.
- CRANDALL, RODERIC 1908 — Relatório sobre o Rio Gurgueia (manuscrito). Este interessante relatório nunca foi publicado, de modo que o público não pode utilizar-se das suas informações. (Small, H. L.). "O Gurgueia nasce na Serra Itabatinga, no sudoeste do Piauí. As águas são rápidas, tem 35 metros de largura, mais ou menos. De Paranaguá recebe, a leste 3 pequenos cursos d'água, nenhum dos quais pode ser considerado perene, e, a oeste, entre os 2 mencionados pontos, 18 cursos perenes e numerosos riachos pequenos".
- CRANDALL, RODERIC Geografia, Geologia, Suprimento d'Água, Transportes e Açudagem nos Estados Orientais do Norte do Brasil. Ceará, Rio Grande do Norte e Paraíba. Publ. n.º 4, Série I, D, E, Inspetoria Federal de Obras Contra as Sêcas, 2.ª edição, pp. I-XLIII, 1-137, figs. 1-50.
- CRANDALL, RODERIC 1913 — General Geography and climate of northeastern Brasil, "Atti Congresso Intern. Geografia", 10 th, Roma, pp. 966-77.
- CUNHA, ARNALDO PIMENTA DA 1913 — Coordenadas geográficas do Estado do Ceará. Publ. n.º 27, Série II, da Inspetoria Federal de Obras Contra as Sêcas.
- CUNHA, ARNALDO PIMENTA DA 1922 e 1923 — Determinação de coordenadas geográficas nos Estados do Paraíba, Pernambuco e Rio Grande do Norte. Publ. n.º 56, Série I, G, da Inspetoria Federal de Obras Contra as Sêcas.
- CUNHA, ERNESTO LASSANCE 1900 — "Estudos sobre as sêcas do Ceará", Pôrto Alegre.
- CUNHA, EUCLIDES DA 1944 — "Os Sertões (Campanha de Canudos)", Livr. Francisco Alves, Rio, 17.ª edição corrigida, pp. i-x, 1-646, mapas, figs, fora texto. (Sêcas: capítulos IV-V, 1.ª parte: A Terra, pp. 32-61.
- CUNHA, OLIVINA C. DA 1948 — Curemas, "Rev. Inst. Hist. Geográfico Paraibano", 11:129-37.
- DANIN, F. W. 1946 — Panorama econômico-financeiro do Ceará. "Digesto Econômico", São Paulo, 2 (21): 41-4 (Sêcas).
- DAKER, ALBERTO 1954 — Importância e ligeiro histórico da irrigação; "Bol. Agric.", Dept. Prod. Vegetal, Secret. Agric., Belo Horizonte, 3 (1/2-39-46. — Referência Nordeste: pp. 44-5.
- DANTAS, PAULO 1955 — O fantasma de nova sêca ameaça o sertanejo do interior de Alagoas, "O Tempo", São Paulo, 31 julho 1955.
- DARESTE, M. 1857. — Aclimação do dromedário nos sertões do Norte do Brasil, e cultura da tamareira. Tradução de F. L. C. Burlamaqui. Tipografia Nacional, Rio de Janeiro, pp. 1-89. 1 estampa.

- D. E. E. "Açudes e poços tubulares". Of. D.E.I.P., Natal, R. G. Norte, pp. 1-48.
- DEPARTAMENTO ESTADUAL DE 1941 — "Açudagem no Ceará", Fortaleza, 16 pp.  
IMPrensa E PROPAGANDA
- DEPARTAMENTO ESTADÍSTICA "Getúlio Vargas e o Nordeste". Publ. n.º 5, 82 pp.,  
E PUBLICIDADE DA PARAÍBA ilustr. (Reportagem das grandes obras de açuda-  
gera e irrigação executadas na Paraíba pela Ins-  
petoria de Obras Contra as Sêcas.
- DEPARTAMENTO NACIONAL DE 1949 — O "Orós" pode ser construído com a percentagem  
OBRAS CONTRA AS SÊCAS legal com que concorre a União para o cum-  
primento do plano contra as sêcas, "Unitário", For-  
taleza, 18 junho 1949.
- DEPARTAMENTO NACIONAL DE "Departamento Nacional de Obras Contra as Sê-  
OBRAS CONTRA AS SÊCAS cas, Exposição Internacional de Indústria e Co-  
mércio, Quitandinha". Impr. Com. Redação. "Bol.  
D.N.E.F.", Rio, pp. 1-23.
- DEPARTAMENTO NACIONAL DE 1951 — "Legislação do DNOCS, pp. 1-110, Rio de Janeiro.  
OBRAS CONTRA AS SÊCAS
- DERBY, ORVILLE ADALBERT 1878 — As sêcas e as manchas solares, "Diário Oficial",  
de 8 e 9 de junho de 1878.
- DERBY, ORVILLE ADALBERT 1885 — As manchas solares e as sêcas, "Rev. Engenharia",  
Rio de Janeiro, p. 85.
- DERBY, ORVILLE ADALBERT 1907 — Regime das chuvas no sertão do Ceará, "J. Co-  
mércio", Rio, 8 outubro 1907.
- DERBY, ORVILLE ADALBERT 1907 — Medidas contra os efeitos das sêcas, "J. Comércio",  
Rio, 8 outubro 1907.
- DERBY, ORVILLE ADALBERT O regime das chuvas nas regiões das sêcas, "Re-  
vista Acadêmica Cearense", Fortaleza, 11:48-60.
- DERBY, ORVILLE ADALBERT 1907 — O regime das chuvas nas regiões sêcas do Norte  
do Brasil, "Revista Acadêmica Cearense", Forta-  
leza, 12:104-15. "Jornal do Comércio", Rio, 17 de  
maio de 1907.
- DERBY, ORVILLE ADALBERT 1910 — Regime das águas no centro do Ceará, "Jornal do  
Comércio", Rio.
- DERBY, ORVILLE ADALBERT 1913 — O aproveitamento das terras áridas e semi-áridas.  
"Bol. Min. Agric.", Rio, 2 (1) : 98-103.
- DIAS, A. DE PADUA 1920 — Construção de barragens, "Chácaras e Quintais",  
21 (2) : 139.
- DIAS, JOÃO DE DEUS 1949 — O Problema Social das Sêcas em Pernambuco.  
DE OLIVEIRA Recife.
- DIEGUES, JR., MANUEL 1953 — As sêcas no Folclore Regional, "Observador Eco-  
nômico e Financeiro", Rio, 18 (207) : 55-59.

- DIEGUES, JR., MANUEL 1948 — Despovoamento da Área Sertaneja. "Obs. Econ. Fin.", Rio, 13 (147) : 129-36. (Sêcas) : 131-6.
- DINIZ, ALBERICO 1914 — Criação de peixes larvópagos nos açudes. Publ. n.º 36, Série I, C, da Inspetoria Federal de Obras Contra as Sêcas.
- DIVERSOS AUTORES 1952 — "Estudos da zona de influência da Cachoeira de Paulo Afonso". Cons. Nac. Geografia, Rio, pp. 1-428.
- DOMINGUES, OCTAVIO 1953 — Mandacaru sem espinhos, "Chácaras e Quintais", São Paulo, 88 (5) : 669.
- DOMINGUES, OCTAVIO 1955 — Capanema, as sêcas e a fenação, "Diário de Notícias", Rio, 3 abril 1955, 3.ª seção, página 5.
- DRAENERT, F. M. 1902 — Zum Klima Staates Ceará, (Klima von Quixeramobim), "Meteor. Zeit", 19: 552-9.
- DRAENERT, F. M. 1903 — Zum Klima des Staates Ceará, (Met. Zeit".
- DUARTE, SAMUEL 1951 — Transformação do DNOCS em autarquia, "O Povo", Fortaleza, 11 maio 1951.
- DUARTE, SAMUEL 1951 — Plano de assistência econômica e social à região atingida pela sêca, "Diário Congr. Nac.", Rio, 11 maio 1951, p. 2715-6.
- DUQUE, JOSÉ GUIMARÃES 1944 — "Algumas questões da irrigação no Nordeste". pp 1-24 (Mimeografado).
- DUQUE, JOSÉ GUIMARÃES 1950 — Apreciações sobre os solos do Nordeste. Separata "Anuais do Instituto Nordeste", Fortaleza.
- DUQUE, JOSÉ GUIMARÃES 1951 — A exploração dos açudes públicos, "Rodovia", Rio de Janeiro, junho 1951:41-53.
- DUQUE, JOSÉ GUIMARÃES 1953 — Solo e água no Polígono das Sêcas, Publ. n.º 154, Série I, A, Departamento Nacional de Obras Contra as Sêcas. Agro-Industrial, Fortaleza, Ceará, 3.ª edição, pp. 1-306, 86 pls. e mapas fora texto. — 1.ª edição, pp. 1-135, pls. e quadros fora texto (1949). — 2.ª edição, pp. 1-220, pls. e quadros fora texto. (1951).
- EGLER, WALTER ALBERTO 1951 — Contribuição ao estudo da caatinga pernambucana. Separata da "Rev. Brasil. Geografia", Rio, 18 pp.
- ERICHSEN, ALBERTO G. 1953 — Polígono das Sêcas. Súmula dos seus recursos minerais, "Rev. Brasil. Geografia", Rio, 51 (3) : 485-9.
- FALCÃO, ARMANDO Sêca, assunto para propaganda do Governo, "Nordeste Econômico e Financeiro", Fortaleza, 5 (14) : 9-11.

- FALCÃO, ARMANDO 1952 — As sêcas equipararam o Brasil à China e à Índia. Até 1919. Morreu mais de um milhão de Nordestinos. Epiácio Pessoa enfrentou o problema, mas Bernardes e depois Vargas impediram que fôsse solucionado. "Diário Carioca", Rio, 4 maio 1952. — "O peixe dos açudes igualmente contribuiu, em muitos casos, para atenuar as desastrosas consequências do flagelo".
- FALCÃO, ARMANDO 1954 — O mais novo aliado da seca, "Correio do Ceará", 16 outubro 1954.
- FALCÃO, ARMANDO 1954 — Exército e DNOCS, "Correio do Ceará", Fortaleza, 18 dezembro 1954.
- FAO Alguns aspectos del fomento del riego de superficie em las regiones aridas. "Cuaderno del Fomento", n.º 21.
- FAO Aprovechamiento de los recursos hidráulicos en Sudamerica — Aspectos legales y de otra índole.
- FARIA, CARLOS V. 1951 — O Nordeste reclama o estudo sério das sêcas sob novos aspectos, "O Povo", Fortaleza, 18 agosto 1951.
- FARIA, CARLOS V. A algaroba promete ser a redenção da pecuária do Nordeste. "Chácaras e Quintais", São Paulo, 92 (3):341-2. — Já disse alguém que a solução dos problemas dos desertos deveria ser encontrada nos próprios desertos. Calculam os americanos a produção de algaroba de 5 a 25 ton.-hectare. Na fazenda São Miguel (G. G. Norte), obtivemos 54 k/planta, o que teóricamente representa 10-ton./ha, com apenas 207 mm, pluviosidade desértica. A algaroba frutifica de outubro em diante, quando falta no Nordeste alimentação para o gado. A solução para o Nordeste é a estabilização da pecuária, representando isto: sobrevivência e possibilidade de criarmos aqui nova civilização, baseada na exploração racional de nossos recursos criatórios sem o pavor das sêcas.
- FEIO, MARIANO 1954 — Perspectivas da Açudagem no Nordeste Sêco, "Rev. Brasil. Geografia", Rio, 16 (2): 213-27.
- FERNANDES, ANDRÉ 1951 — Discurso sobre sêcas. "Diário do Congresso Nacional", 11 outubro 1951, pp. 9404-5; 10 outubro 1951, pp. 9317-8.
- FERNANDES, ANDRÉ 1951 — "Comissão do polígono das sêcas. Projetos números 2.355, de 1952, e 609, de 1951". Câmara dos Deputados, Rio.
- FERNANDES, EDGAR 1955 — Reforma Agrária: solução para o problema da seca. "Fôlha da Manhã", Vespertino, Recife, 9-8-55.



- FERNANDES E SILVA, RAYMUNDO 1936 — A salvação da pecuária nas zonas semi-áridas de Pernambuco, "Boletim do Ministério da Agricultura", 25 (11/12) : 33-50.
- FERRAZ, J. DE SAMPAIO 1925 — Causas prováveis das sêcas do Nordeste Brasileiro, "O Brasil Técnico", 1 e 2 (7/8) : ... 1941, Ministério da Agricultura, Rio — 1948, "Boletim Geográfico", Rio, 6 (63) :210-28.
- FERRAZ, J. DE SAMPAIO 1929 — A previsão das sêcas do Nordeste. Rio de Janeiro, Ministério da Agricultura.
- FERRAZ, J. DE SAMPAIO 1929 — Sir Gilbert Walker's formula for Ceara's droughts. Suggestions for its physical explanation, "The Meteorological Magazine", May 1929, p. 81.
- FERRAZ, J. DE SAMPAIO 1952 — Iminência duma "grande" sêca nordestina (Algumas indicações empíricas de sua possível ocorrência em torno de meados do atual decênio), "Boletim da Secretaria de Agricultura e Obras Públicas", Fortaleza, (3) :125-36. — "Revista Brasileira de Geografia", Rio de Janeiro, 12 (1).
- FERRAZ, J. DE SAMPAIO 1953 — A atual sêca nordestina, "Revista Brasileira de Geografia", Rio, 15 (1) :162-4.
- FERRAZ, J. DE SAMPAIO 1953 — As sêcas no Nordeste, "O Estado de São Paulo", 1 de dezembro 1953.
- FERRAZ, J. DE SAMPAIO 1955 — Só se o sol mudar de proceder voltaremos às chuvas copiosas. Porfiem os cientistas na previsão da época em que acabará o atual período de sêca. Cálculo otimista do alemão Gleissberg, contrariado pelos estudos do engenheiro Sampaio Ferraz. Floresta é produto da chuva e não causa. "Gazeta de Notícias", Fortaleza, 10 novembro 1955.
- FERREIRA, OTAVIO & PEQUENO, ANTONIO FIUZA 1928 — Como foram negociados os recursos financeiros para a construção do "Orós", "O Ceará", Fortaleza, 27 junho 1928.
- FONSECA, PADRE ANTONIO CAETANO DA 1912 — As sêcas do Ceará — Sua causa e meios que se devem empregar para obstar às suas repetições (Do "Manual do Agricultor dos Gêneros Alimentícios", publicado em 1864), "Almanaque Agric. Brasileira 1912" : 289-91.
- FONSECA, VINICIUS 1953 — Donos da terra, Donos da Água, "Observador Econômico e Financeiro", Rio, 18 (207) :44-54
- FONTENELE, L. F. 1955 — Departamento Nacional de Obras Contra as Sêcas. Fundação Getúlio Vargas, Escola Brasil. Adm. Publ., Curso Planejamento Regional, Rio. Série "Casos" (4) :1-126.
- FOURNIER, LUIZ MARIANO DE BARROS 1920 — "O problema das sêcas do Nordeste", Rio.
- FRANCO, EMMANUEL 1952 — Sergipe e o Polígono das Sêcas, "Seleções de Agricultura", Rio, 7 (69) :25-30.

- FREISE, F. 1936 — Die Waldverhaltrisse in Dürregebiet des Nordostens von Brasilien. "Zeitschrift für Weitforstwirtschaft", 4: 307-29.  
1937
- FREISE, F. 1937 — Das Wasser im Dürregebiet des Nordostens von Brasilien". *Chemie der Erde*, 11s 45-72, 223-43.
- FREISE, F. 1937 — Beobachtungen an den Binnenlanddünen des Nordöstlichen Dürregebiet von Brasilien. "Petermann's Mitteilungen", 83: 135-7.
- FREISE, F. 1938 — The Drought Region of Northeast Brasil. "Geographical Review", 28: 363-87.
- FREITAS, M. M. DE 1882 — "Estradas & Cardos (Descrição Histórica dos Sertões Baianos, suas Lendas, suas Riquezas e seu Povo — Vida Sertaneja — Prenúncio de sécas — Arsenais de Tortura — O Catingueiro etc.)".
- FREITAS, HONORATO DE 1951 — A alimentação dos rebanhos nos períodos de seca, "Seleções de Agricultura", Rio, 6 (61): 41-3.
- FREITAS, HONORATO DE 1951 — Lavoura seca, "Seleções de Agricultura", Rio, 6 (66) 73-5.
- FREITAS, HONORATO DE 1951 — Solo e água na região nordestina, "Seleções de Agricultura", Rio, 6 (64): 41-2.
- GABAGLIA, G. RAJA 1877 — "Ensaio sobre alguns melhoramentos tendentes à prosperidade da província do Ceará", Rio, 2.<sup>a</sup> edição.
- GABAGLIA, G. RAJA 1877 — "A questão das sécas". Tipografia Nacional.
- GALVÃO, OLAVO 1955 — O desenvolvimento econômico do Nordeste: ausência de coordenação regional. Conferência no Palácio do Itamarati, a 13 de julho de 1955. 36 pp. (dactilografado).
- GOMES, PIMENTEL 1936 — Vencendo a seca, "Nordeste Agrícola", Fortaleza, 1 (5/7): 128-30.
- GOMES, PIMENTEL 1937 — Lavoura seca no Norte. Chácaras e Quintais", 56 (6): 750.
- GOMES, PIMENTEL 1938 — A luta contra a incerteza, "Gazeta de Notícias", Fortaleza, setembro 1938, Cooperativa Instituto do Algodão e Crédito Agrícola, Fortaleza, Ceará, Publicação n.º 2: 37-41.
- GOMES, PIMENTEL 1938 — Aproveitamento das águas salgadas, "Chácaras e Quintais", 58 (4): 472.
- GOMES, PIMENTEL 1938 — Como cultivar uma fazendola na zona semi-árida do Brasil, "Chácaras e Quintais", 57 (3): 451-4.
- GOMES, PIMENTEL 1939 — A pequena irrigação no Nordeste, "Chácaras e Quintais", 60 (2): 195-201.

- GOMES, PIMENTEL 1946 — Uma fazenda na região semi-árida, "Boletim do Ministério da Agricultura", Rio, 35 (4/6): 49-61.
- GOMES, PIMENTEL 1946 — No Rio Grande do Norte, "O Povo", Fortaleza, 29 outubro 1946. "No Seridó, a água das chuvas se acumula em centenas de pequenos açudes. Só o município de Caicó tem uns 500. Cada açude é um núcleo de produção intensa, abundantíssima, que vai do feijão e do milho à mandioca e às batatas, dos bananais às forrageiras. É grande a produção de peixe, em terra tão seca".
- GOMES, PIMENTEL 1950 — Sêca no Nordeste, "O Povo", Fortaleza, 23 fevereiro 1950.
- GOMES, PIMENTEL 1952 — Panorama do Nordeste Oriental, "Digesto Econômico", São Paulo (janeiro): 142-47.
- GOMES, PIMENTEL 1954 — O problema das sêcas, "Seleções de Agricultura", Rio, 9 (9): 6.
- GOMES, PIMENTEL 1951 — Domando a sêca, "Fôlha da Manhã", Recife, 7 abril 1951.
- GOMES, PIMENTEL 1951 — Impasse nas sêcas, "O Povo", Fortaleza, 14 julho 1951.
- GOMES, PIMENTEL 1952 — Contribuindo ao estudo do aproveitamento agropecuário da região semi-árida. pp. 1-10 (mimeografado).
- GOMES, PIMENTEL 1953 — O Nordeste sem planejamento, "J. Comercio", Recife, 29 novembro 1953.
- GOMES, PIMENTEL 1954 — Sobral é uma demonstração do que se pode fazer na zona semi-árida (potencial econômico do Ceará — I), "Diário de Notícias", Rio, 15 agosto 1954.
- GOMES, PIMENTEL 1955 — O problema das sêcas, "Fôlha da Manhã", matutina, Recife, 27 fevereiro 1955.
- GOMES, PIMENTEL O Piauí. "O Povo", Fortaleza. — "O prefeito de Campo Maior comprou uma máquina de perfurar poços, com a qual pretende atingir o lençol artesianos sobre o qual repousa o município feliz. A água dos poços, no que se informa, jorrará a grande altura e possibilitará a irrigação barata de amplas áreas. Pretende construir três barragens".
- GONÇALVES, L. M. RIBEIRO 1929 — "Aspectos do Problema Econômico Piauiense". Impr. Oficial, Teresina. pp. 5-85 (Arquivo Teresina, n.º 839).  
"A pequena e média açudagem poderá ser realizada às expensas dos municípios associados, também com o auxílio do Estado".
- GONÇALVES, L. M. RIBEIRO 1953 — Departamento Nacional de Obras Contra as Sêcas. Discurso de posse do Eng. Ribeiro Gonçalves no cargo de Diretor-Geral, "Revista do Clube de Engenharia", Rio (203): 40-3.

- GONÇALVES, L. M. RIBEIRO . . . 1954 — Impressões de viagem de inspeção ao Nordeste, "Revista do Clube de Engenharia", Rio (209): (210).
- GONÇALVES, L. M. RIBEIRO . . . 1954 — Tentativa de Planejamento de Atividades e Obras Contra os Efeitos das Sêcas, "Revista do Clube de Engenharia", Rio (219):25-9, 56; (220):53-7-62; (221):25-8. Trabalho apresentado ao Congresso de Salvação do Nordeste, Recife, agosto 1955. (222), (224), (225) e (227). Separata com 40 pp.
- GUEDES, ARMANDO MARQUES 1954 — Política hidráulica, "Diário de Notícias", Rio, 15 agosto 1954.
- GUEDES, ARMANDO MARQUES 1954 — Política hidráulica em Portugal, "Diário de Notícias", Rio, 28 novembro 1954.
- GUERRA, OTTO  
"A Batalha das Sêcas. O Nordeste e a missão do Departamento Nacional de Obras Contra as Sêcas". Col. "Cadernos do Centro de Estudos Sociais", Centro de Imprensa, Natal, Rio Grande do Norte, pp. 1-46.
- GUERRA, PHELIPE . . . . . 1927 — "Ainda o Nordeste", Natal.
- GUERRA, PHELIPE . . . . . 1948 — "A sêca de 1915: Crônica documentada. Com um Capítulo sobre a Estrada de Ferro de Mossoró". Tip. "J. Comércio", Rio, pp. 1-100.
- GUERRA, PHELIPE . . . . . 1951 — "Sêcas do Nordeste. Resumo histórico. Anos de 1559 a 1942". Centro de Imprensa S. A., Natal, Rio Grande do Norte, pp. 1-33.
- GUERRA, PHELIPE  
& GUERRA, TH. . . . . 1909 — "Sêcas contra a sêca", Tip. e Liv. Cruz Coutinho, Rio de Janeiro, pp. 1-314.
- GUERRA, SAMUEL DOURADO . . . 1946 — Relegados ao abandono os sertões do Piauí, "Tribuna Popular", Rio, 28 julho 1946. — "No município de Paranaguá não temos nenhum depósito artificial de água, nesta parte (vila de Geti), (que é sêca e não possui nenhum abastecimento natural), construído pelos cofres públicos".
- GUIMARAES, SALES . . . . . 1905 — Estudo sobre as Águas subterrâneas em Araruna, "Rev. Inst. Hist. Geogr. Paraíba", 1 : 157-70.
- GULLICKSON, T. W. . . . . 1936 — Vacas atingidas pela sêca, "Almanaque Agric. Brasileira, 1936": 187.
- HAMMON, JOSEPH B. . . . . 1955 — Report to the Government of Brazil on Irrigation Development at Petrolândia. FAO, Rept. No. 384, Restricted, TA 273/S313, Proj. BRA/1. Rome, May 1955. pp. 1-22, 2 mapas.  
"The manager, project engineer, and technicians should receive adequate salaries so that the present practice of paying them commissions for materials, labour and equipment purchased by the colony can be abandoned. Much confusion, unne-

- HAMMON, JOSEPH B. (cont.)      necessary expense in inferior work and inferior materials, and the loss of material and equipment is attributed to this practice. The Petrolândia nucleo as failed 3 times in the past, not because of faulty planning, but because there was no one with practical experience to implement the plans and put into effect the practices necessary for proper use of water on the land".
- HERRERA, FILHO      1941 — O Despontar do Nordeste, "Observador Econômico e Financeiro", Rio, 6 (66):17-22.
- HULL, FRANCIS REGINALD      1942 — A frequência das sêcas no Estado do Ceará e sua relação com a frequência dos anos de manchas solares mínimas, "Almanaque Ceará", Fortaleza, 1942:47 — 1953. "Boletim da Secretaria de Agricultura e Obras Públicas", Fortaleza (4):58-63.
- HULL, FRANCIS REGINALD      1946 — Chuvas no interior, "O Estado", Fortaleza, 22 dezembro 1946.
- HULL, FRANCIS REGINALD      1950 — Não haverá sêca, no Ceará até 1975, "O Povo", Fortaleza, 28 fevereiro 1950.
- HUMBERTO, JOSÉ      1947 — O Serviço de Açudagem e Irrigação. "Boletim da Secretaria de Agricultura, Indústria e Comércio", Recife, 14 (1):102-27, 7 pls.
- IBIAPINA, J. DE MATOS      1923 — A Verdade sôbre as obras do Nordeste, "Tribuna", Rio de Janeiro, 18 janeiro 1923.
- IGLESIAS, FRANCISCO DE ASSIS      1951 — "Caatingas e chapadões (notas, impressões e reminiscências do meio-norte brasileiro). 1912-1918". Cia. Edit. Nac., Bibl. Pedagógica Brasileira, Série 5.ª, "Brasiliana", Vol. 271, pp. i-xiii, 1-658. São Paulo. (Sêcas: pp. 85-100) (Piranhas: 617, 622-4).
- IGNACIO FILHO, JOAQUIM      1919 — Vale do Upanema, "Rev. Inst. Hist. Geogr. Rio Grande do Norte", 17 (1/2): 5-44. (Sêcas).  
"A situação territorial dominante é o regime dos latifúndios prejudicialíssimos em tôda a parte, pelas conseqüências lamentáveis e sabidas que acarretam. Urge fazer a subdivisão da terra como meio mais seguro de sua segura utilização".
- IHERING, RODOLFO VON      1895 — Ceará und die Plane ur Verbesserung seines Klimas, "Globus", Braunschweig 57:33-5.
- IHERING, RODOLFO VON      1932 — O valor do peixe nos açudes "Paraíba Agrícola", João Pessoa (8/9, fevereiro-março): 169-171.
- INACIO FILHO, JOAQUIM      1935 — "A Lei das Sêcas", Natal.
- INACIO FILHO, JOAQUIM      1936 — "Sêcas e Inundações", Natal.
- INSPETORIA FEDERAL DE OBRAS CONTRA AS SÊCAS (Colab. ANTÔNIO BEZERRA DE MENEZES).      1910 — Mapa do Estado do Ceará ampliado da publ. n.º 3, na escala de 1:650.000. 2.ª edição. Publ. n.º 6, Série I, G.



- INSPETORIA FEDERAL DE OBRAS CONTRA AS SÊCAS 1910 — Memórias e projetos de açudes estudados e elaborados pelas Comissões do "Açude de Quixadá" e de "Açudes e Irrigação", chefiadas pelos engenheiros B. Piquet Carneiro e José Ayres de Souza. Publ. n.º 8, Série II, 4.
- INSPETORIA FEDERAL DE OBRAS CONTRA AS SÊCAS 1910 — Memórias e projetos de barragens elaborados, em parte ou totalmente, pela Inspetoria de Obras Contra as Sêcas. Publ. n.º 9, Série II, H.
- INSPETORIA FEDERAL DE OBRAS CONTRA AS SÊCAS 1912 — Açudes particulares no Rio Grande do Norte e Paraíba. Publ. n.º 17, Série II, H, da Inspetoria Federal de Obras Contra as Sêcas.
- INSPETORIA FEDERAL DE OBRAS CONTRA AS SÊCAS 1912 — Açudes particulares no Piauí e Ceará. Publ. n.º 22, Série II, H.
- INSPETORIA FEDERAL DE OBRAS CONTRA AS SÊCAS 1912 — Açudes Públicos no Rio Grande do Norte e Paraíba. Publ. n.º 21, Série II, H.
- INSPETORIA FEDERAL DE OBRAS CONTRA AS SÊCAS 1912 — Açudes Públicos e particulares em Pernambuco, Sergipe e Bahia. Publ. n.º 20, Série II, H.
- INSPETORIA FEDERAL DE OBRAS CONTRA AS SÊCAS 1912 — Açudes no Ceará. "Estreito", "Riacho do Sangue" e "Poços dos Paus". Publ. n.º 19, Série II, H.
- INSPETORIA FEDERAL DE OBRAS CONTRA AS SÊCAS 1912 — Planta dos Hortos Florestais do Quixadá, no Ceará, e Juazeiro, na Bahia. Anexo à Publ. n.º 18, Série I, G, da Inspetoria Federal de Obras Contra as Sêcas.
- INSPETORIA FEDERAL DE OBRAS CONTRA AS SÊCAS 1913 — "Relatórios" de 1913, 1915, 1916, 1917, 1922, 1922-23, 1923-24, 1924, 1921, 1920, 1925, 1931-33, 1934, 1935, 1936, 1937, 1935 (res.), 1936 (res.), 1937 (res.), 1938 (res.), 1939, 1940, 1942, 1913-53.
- INSPETORIA FEDERAL DE OBRAS CONTRA AS SÊCAS 1913 — Açudes particulares no Rio Grande do Norte. Publ. n.º 24, Série II, H.
- INSPETORIA FEDERAL DE OBRAS CONTRA AS SÊCAS 1914 — Açudes particulares nos Estados do Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Alagoas e Bahia. Publ. n.º 39, Série II, H.
- INSPETORIA FEDERAL DE OBRAS CONTRA AS SÊCAS 1914 — Hortos Florestais (do Juazeiro na Bahia, e do Quixadá, no Ceará). Publ. n.º 40, Série I, A.
- INSPETORIA FEDERAL DE OBRAS CONTRA AS SÊCAS 1919 — Instrução para execução dos serviços na zona flagelada do Nordeste e que serão executadas pela Inspetoria, em épocas de calamidade. Publ. n.º 88, Série II, L.
- INSPETORIA FEDERAL DE OBRAS CONTRA AS SÊCAS 1919 — Instruções relativas ao regime administrativo dos serviços de irrigação e arrendamento de terrenos de vazantes e outros nos açudes a cargo da IFOCS. Publ. n.º 89, Série I, E.
- INSPETORIA FEDERAL DE OBRAS CONTRA AS SÊCAS 1927 — Estradas de rodagem e carroçáveis construídas no Nordeste Brasileiro pela IFOCS nos anos de 1919 a 1925. Publ. n.º 61, Série I, G. pp. 1-232, I-XLV, figs., mapas.

- INSPETORIA FEDERAL DE OBRAS CONTRA AS SÊCAS 1931 — Regulamento aprovado pelo dec. n.º 19.726, de 20 de fevereiro de 1931. Publ. n.º 99, Série I, E.
- INSPETORIA FEDERAL DE OBRAS CONTRA AS SÊCAS 1934 — (Hoje Departamento Nacional de Obras Contra as Sêcas).  
e 1942 — “Boletim da Inspeção Federal de Obras Contra as Sêcas”. 17 vols. (Publicação suspensa com o Vol. 17, n.º 1, janeiro-março 1942).
- INSPETORIA FEDERAL DE OBRAS CONTRA AS SÊCAS 1935 — Album — Seções Tipo de Barragens constantes do plano de açudagem em realização. Publ. n.º 83, Série II, L.
- INSPETORIA FEDERAL DE OBRAS CONTRA AS SÊCAS 1937 — “Notice sur les Travaux contre la Sécheresse au Nord-Est Brésilien”, Rio de Janeiro, pp. 1-35, 23 figs., mapas e gráficos fora texto.
- INSPETORIA FEDERAL DE OBRAS CONTRA AS SÊCAS 1937 — Síntese das Realizações até 1935. Publ. n.º 83, Série I, E.
- INSPETORIA FEDERAL DE OBRAS CONTRA AS SÊCAS Guia Rodoviário, interessando os Estados do Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe e Bahia. Publ. n.º 87, Série I, G.
- INSPETORIA FEDERAL DE OBRAS CONTRA AS SÊCAS 1940 — Mapa Resumido de Açudes e Rodovias no Nordeste. Publ. n.º 93, Série I, G.
- INSPETORIA FEDERAL DE OBRAS CONTRA AS SÊCAS Album “Getúlio Vargas e o Nordeste” (Reportagens das grandes obras de açudagem e irrigação executadas na Paraíba pela Inspeção de Sêcas). Publ. n.º 82, Série I, E.
- INSPETORIA FEDERAL DE OBRAS CONTRA AS SÊCAS Mapa do Nordeste do Brasil, escala 1:2.000.000. Publ. n.º 94, Série I, G.
- INSPETORIA FEDERAL DE OBRAS CONTRA AS SÊCAS Portaria n.º 43, Instruções para serem observadas nos estudos de campo dos açudes públicos e particulares (complementares das expedidas com a Portaria n.º 6, de 26 de janeiro de 1912). Publ. n.º 97, Série II, L.
- JACQUES, JOÃO 1948 — Critério preferencial, “O Povo”, Fortaleza, 27 março 1948.
- JACQUES, JOÃO 1952 — “Aspectos econômicos do Ceará”, Tip. Progresso, e Fortaleza, pp. 1-150. (sêcas: pp. 21-23, 69-127).  
1953
- JAMES, PRESTON E. 1952 — Observations on the physical geography of northeast Brazil. “Ann Assoc. Aer. Geographers” 42 (2): 153-76.
- JESUS, Pe. JOSÉ BARBOSA DE 1913 — “O Rio Acaraú. Abastecimento e Esgoto de Fortaleza. A seca de 1900”. Fortaleza, (Bibl. Publ. Co., n.º 34, Ceará, Hist.).
- JESUS, PALHANO DE 1929 — A Construção do Orós. Relatório apresentado ao Ministro da Viação. “Jornal do Comércio”, Fortaleza, 21 e 22 agosto 1929.
- JOFFILY, IRINEU 1892 — “Notas sobre a Paraíba”. Tip. J. Comercio, Rio, pp. i-xvi, 1-256. (Sêcas: pp. 95-109).
- JOPPERT, MAURICIO - vêr  
SILVA, MAURICIO JOPPERT DA

- JORGE, PAULO DE MELO 1955 — O milagre da água, "Unitário", Fortaleza, 22 janeiro 1955.
- JORGE, PAULO DE MELO 1953 — Sobre a estiagem, "J. Comércio", Recife, 9 agosto 1953.
- KAUFMANN, KARL ERNEST 1956 — "O mal do Nordeste não é a seca: está nas relações entre os proprietários e operários". "Fôlha da Noite", São Paulo, 9 março 1956.
- LAGES FILHO, JOSÉ 1934 — "À margem das secas do Nordeste". Maceió.
- LAMARTINE, JUVENAL 1957 — O problema das secas do Nordeste, "Digesto Econômico", São Paulo, 7 (81):88-98. — "Diário do Congresso Nacional", Rio de Janeiro, edição de 26-6-1951, pp. 4.382-4 (?).
- LAMARTINE, JUVENAL 1955 — As secas do Nordeste. — "Tribuna do Norte", Natal, 22 maio 1955.
- LAMEGO, ALBERTO RIBEIRO 1954 — Aspectos Geológicos e Mineralógicos do "Polígono das Secas". "Rev. Cons. Nac. Econ.", Rio, 3 (29/30): 41-3.
- LANE, GUILHERME 1912 — Mapa de parte dos Estados de Pernambuco, Piauí e Bahia. Publ. n.º 14, Série I, G, da Inspeção Federal de Obras Contra as Secas.
- LANE, GUILHERME 1912 — Mapa da bacia do Rio Itapicuru, Estado da Bahia. Publ. n.º 15, Série I, G, da Inspeção Federal de Obras Contra as Secas.
- LANE, GUILHERME 1926 — Mapa do Estado da Paraíba. Nova edição correta. Publ. n.º 30, Série I, G, da Inspeção Federal de Obras Contra as Secas.
- LANE, GUILHERME & MILLER, ROBERTO 1915 — Mapa do Estado de Pernambuco. Publ. n.º 42, Série I, G, da Inspeção Federal de Obras Contra as Secas.
- LANE, GUILHERME & PINHEIRO, VIRGILIO 1917 — Mapa do Estado de Alagoas. Publ. n.º 44, Série I, G, da Inspeção Federal de Obras Contra as Secas.
- LARA, GUILLERMO A. FERNANDEZ 1953 — Hydrology and utilization of hydraulic resources in the arid and semi-arid areas of Latin America. Brazil. "Rev. Res. Arid Zone Hydrology. Arid Zone Programme — I. UNESCO, Paris, Ns. 51.III.IA. pp. 159-60, 172-8.
- LASERRE, GUY 1943 — Um drama da Economia Tropical: O Nordeste Brasileiro. "Boletim Geográfico", Rio, 6 (66): 581-597.
- LEITÃO, EVARISTO 1933 — O Nordeste brasileiro. "O Campo", Rio, 4 (10): 33-6, 68.
- LEITÃO, EVARISTO 1937 — "O Problema Social e Econômico das Obras Contra as Secas". Relatório apresentado em julho de 1953, ao Ministro da Viação e Obras Públicas, Dr. José Américo de Almeida. Publ. n.º 95, Série I, G, da Inspeção Federal de Obras Contra as Secas.

- LEITE, RISERIO 1953 — Brumado e a Sêca, "Revista Brasileira dos Municípios", Rio, 6 (24:329-31).
- LEITE, ROGACIANO 1951 — A sêca, "O Povo", Fortaleza, 12 junho 1951.
- LELLIS, ALCEU DE 1922 — O Nordeste, in Geografia do Brazil, 1832-1822", 1, 32 pp., ilust.
- LELLIS, ALCEU DE 1926 — Perfuração de Poços no Nordeste do Brasil. Publ. n.º 69, Série II, J, da Inspetoria Federal de Obras Contra as Sêcas.
- LEMOS, UBIRATAN DE & MORAES, MARIO DE 1955 — Uma tragédia brasileira. Os páus-de-arara. "O Cruzeiro", Rio, 22 outubro 1955, pp. 70-8, 82.
- LEVY, HERBERT 1955 — Plano quinquenal. Solução do problema das sêcas. "Gazeta de Notícias", Fortaleza, Ceará, 18 outubro 1955 (transcrição do "Correio da Manhã", Rio de Janeiro). — "Correio do Ceará", 24 outubro 1955.
- LIMA, ALVARO SOUZA 1951 — A situação no Nordeste, "O Estado de São Paulo", 5 junho 1951.
- LIMA, ALVARO SOUZA 1951 — Ceará e Rio Grande do Norte, os mais atingidos pela sêca, "O Povo", Fortaleza, 29 agosto 1951.
- LIMA, JOSÉ OCTAVIO PEREIRA 1954 — "Terra nordestina-Problemas, homens e fatos". Mossoró, Tip. Escocia. 64 pp. (Col. Mossoroense, I, Série C).
- LIMA, LUCIO 1935 — O grave problema do Nordeste, "Diário do Povo", Fortaleza, 10 de julho 1935.
- LIMA E SILVA, R. 1950 — Deve ser ampliado o programa da açudagem, "Unitário", Fortaleza, 7 dezembro 1950.
- LIMA E SILVA, R. 1950 — Ausência de projetos objetivos de acôrdo com a realidade das sêcas. O "Orós" é uma realidade concreta há anos, na cabeça dos técnicos do DNO CS. Um tunel inútil, custoso e abandonado. O sistema de açudes comunicantes. Os mirabolantes e desvairados projetos do DNOCS, "Unitário", Fortaleza, 1.º dezembro 1950.
- LIMA E SILVA, R. 1950 — Não se atacam obras programadas do DNOCS pela ausência de projetos que devem ser aprovados, "Unitário", Fortaleza, 2 dezembro 1950.
- LIMA E SILVA, R. 1950 — Deve ser ampliado o programa da açudagem em cooperação do DNOCS. Açudes quase abandonados e sem a menor serventia por falta de ajuda. Para que não fiquem improdutivas e inaproveitadas as terras de suas bacias. O DNOCS precisa ir mais adiante e dar uma explicação, "Unitário", Fortaleza, 1 dezembro 1950.
- LIMA FILHO, ANDRADE 1953 — Vida, paixão e morte do Nordeste. Discurso em 1953, na Assembléia Legislativa de Pernambuco. In "3 Discursos", Recife, pp. 43-66.
- LIMA SOBRINHO, ALEXANDRE BARBOSA 1948 — O polígono das sêcas, "Bol. Técn. secret. Viação Obras Públicas", Recife, ano X, Vol. XVII (1): V-X.

- LIRA, PIMENTA 1949 — A construção do Orós, "O Povo", Fortaleza, 16 abril 1949.
- LISBOA, ARROJADO 1913 — O Problema das Sêcas, "Anais da Biblioteca Nacional", Rio de Janeiro, 35:129-46. Publicado em separata em 1926.
- LISBOA, C. "Problemas urgentes. Oligarquias, Sêcas do Norte e Clericalismo". Rio. 246 pp., \$250,00 (Instituto Brasileiro de Antiguidades Numismáticas), R. México, 148 - sobreloja, Caixa Postal 4468, Rio.
- LOBO, OTAVIO 1951 — Combate às sêcas, "Diário Congr. Nac.", Rio, 24 maio 1951, pp. 3176-7.
- LOFGREN, ALBERTO 1910 — Mapa botânico do Estado do Ceará. Escala 1:3.000.000. Publ. n.º 5, Série I, G, Inspeção Federal de Obras Contra as Sêcas.
- LOFGREN, ALBERTO 1912 — A tamareira e seu cultivo. Publ. n.º 13, Série I, A, da Inspeção Federal de Obras Contra as Sêcas.
- LOFGREN, ALBERTO 1912 — Die Trockenzone im Nordem von Brasilien, "Brasilianische Rundschau", Rio 1 638-55, ilustr.
- LOFGREN, ALBERTO 1916 — O problema da forragem nas sêcas do Nordeste. Mandacaru sem espinhos — Medas e fardos — Silo econômico e prático para o Norte, "Chácaras e Quintais", São Paulo 14 (4) : 741-7.
- LOFGREN, ALBERTO 1917 — O Feijão "Tepari", novo legume para regiões sêcas, "Almanaque Agric. Brasil. 1917" : 127-8.
- LOFGREN, ALBERTO 1923 — Notas botânicas (Ceará). Publ. n.º 2, Série I, A, da Inspeção Federal de Obras Contra as Sêcas. 2.ª edição pp. I-XLII, 1-35, figs. 1-48.
- LOFGREN, ALBERTO 1923 — Contribuições para a questão florestal da região do nordeste do Brasil, Publ. n.º 18, Série I, A, da Inspeção Federal de Obras Contra as Sêcas, 2.ª edição. pp. I-XLII, 1-131, figs. 1-49.
- LOPES, ILDEFONSO SIMÕES 1933 — "As sêcas do Nordeste", Sociedade Amigos de Alberto Torres, Rio de Janeiro, pp. 1-23, 5 pls.
- LOPES, J. STENIO 1951 — Pereira de Miranda e o Ceará, "Correio do Ceará", 22 maio 1951.
- LOPES, J. STENIO 1951 — O fracasso da irrigação no Ceará (A propósito da "nota oficial" do sr. Guimarães Duque), "Correio do Ceará", Fortaleza, 25 de setembro de 1951.
- LOPES, J. STENIO 1952 — Valia da pequena açudagem, "Unitário", Fortaleza, 20 julho 1952.
- LOPES, J. STENIO 1953 — O açude é anti-higiênico! "Unitário", Fortaleza, 1 novembro 1953.



- LOPES, J. STENIO 1953 — O *DNOCS* como autarquia, "Unitário", Fortaleza, 20 outubro 1953.
- LOPES, J. STENIO 1953 — Os planos de açudagem do novo Min. da Viação, "Unitário", Fortaleza, 26 junho 1953. p. 2.
- LOPES, J. STENIO 1953 — Temerário construir-se "Orós" agora sem levar a termo o plano atual. "Araras" e "Banabuiú". Prioridade nas obras imediatas da grande açudagem pública do *DNOCS* no nosso Estado. Estudos imperiosos para a medida das vantagens de "Orós". Impossível, não, porém muito difícil, a efetivação das obras do grande açude central, "Unitário", Fortaleza, 5 julho 1953.
- LOPES, J. STENIO 1956 — As indenizações no *DNOCS*. "Correio do Ceará", 23 de abril 1956.
- L. P. 1953 — O Serviço de irrigação do Nordeste. "O Campo", Rio, 4 (11) : 24-5, 27.
- LUETZELBURG, PHILIPP VON Estudo botânico do Nordeste, 1. 1-108; 2: 1-126; 3: i-xvi, 1-283. Publ. n.º 57, Série I, A, da Inspeção Federal de Obras Contra as Sêcas.
- LUETZELBURG, PHILIPP VON 1922 — Mapa fitogeográfico do Estado do Piauí. Publ. n.º 49, Série I, G, da Inspeção Federal de Obras Contra as Sêcas.
- LUETZELBURG, PHILIPP VON 1922 — Mapa fitogeográfico do Estado da Paraíba. Publ. n.º 50, Série I, G, da Inspeção Federal de Obras Contra as Sêcas.
- LUETZELBURG, PHILIPP VON 1922 — Mapa fitogeográfico do Estado da Paraíba. Publ. n.º 50, Série I, G, da Inspeção Federal de Obras Contra as Sêcas.
- LUETZELBURG, PHILIPP VON 1922 — Mapa fitogeográfico do Estado do Rio Grande do Norte e Ceará sul. Publ. n.º 51, Série I, G, da Inspeção Federal de Obras Contra as Sêcas.
- LUETZELBURG, PHILIPP VON 1922 — Mapa fitogeográfico parcial da Serra do Araripe. Publ. n.º 52, Série I, G, da Inspeção Federal de Obras Contra as Sêcas.
- LUETZELBURG, PHILIPP VON 1933 — Propostas para o reflorestamento do Nordeste. "O Campo", Rio, 4 (4) : 69-75.
- LUSTOSA, ANTONIO DE ALMEIDA (Dom) A Igreja e a Sêca, "Boletim Geográfico", Rio, 1 (8) : 55.
- LYRA, A. TAVARES DE "O Rio Grande do Norte", p. VII, 39.
- LYRA, A. TAVARES DE 1919 — "As sêcas do Nordeste", Rio, 32 pp.
- LYRA, A. TAVARES DE 1919 — As sêcas do Nordeste, "Revista do Instituto de História e Geografia do Brasil", Rio, 85:364-81.
- LYRA, A. TAVARES DE 1922 — Sêcas (do Estado do Rio Grande do Norte), Dicionário de História, Geografia e Etnografia do Brasil". Rio, 2:458-63.

- LYRA, A. TAVARES DE 1924 — Sêcas (do Estado do Rio Grande do Norte), "Cronografia do Rio Grande do Norte", Rio, pp. 49-63.
- LYRA, JORGE 1955 — O Departamento Nacional de Obras Contra as Sêcas no Norte de Minas. "Jornal do Brasil", Rio, 28 setembro 1955.
- MAC CONNELL, J. W.  
MAC-MILLEN, H. "A irrigação no Norte do Brasil".  
Perfuração de poços — Instruções compiladas. Publ. n.º 98, Série II, J, da Inspeção Federal de Obras Contra as Sêcas.
- MACEDO, MARCOS ANTONIO DE 1871 — "Observações sobre as sêcas do Ceará e os meios de augmentar o volume das águas nas correntes do Cariri". Stuttgart, Tip. Emil Mueller, pp. 1-104. 1 mapa — 1878, "Revista do Instituto Politécnico do Brasil". Rio de Janeiro 11:1-78. (Biblioteca Fenix Caixeiral, Fortaleza).
- MACHADO NETO, BRASÍLIO 1955 — Pior que a sêca, "J. do Brasil", Rio, 27 janeiro 1955.
- MAGALHÃES, A. 1921 — "Nordeste Brasileiro" (O Habitat e a Gens), Recife, 120 pp.
- MAGALHÃES, CÉSAR "Pela Brasilidade", Tip. A Pernambucana, Rio, pp. 1-360.
- MAGALHÃES, JOSA 1952 — Previsões folclóricas das sêcas e dos invernos no Nordeste brasileiro, "Rev. Inst. Ceará", 56:253-68.
- MAGARINOS TORRES, F. E. & 1942 — Contribuição para o regime das chuvas no Nordeste Brasileiro. "Anais do IX Congresso Brasileiro de Geografia" 2.  
FERRAZ, J. DE SAMPAIO
- MAIA, ANTONIO LEMOS 1953 — Plantas que auxiliam no combate às sêcas, "A União", João Pessoa, 12 julho 1953.
- MAIA, JOSÉ OSTERNE FERREIRA 1914 — Cata-ventos americanos no Ceará. "Chácaras e Quintais", 9 (3):46.
- MAIOR, FERNANDO SOUTO 1955 — Valorizando o sertão, "J. Comercio", Recife, 29 janeiro 1955.
- MARQUES, ARNALDO 1955 — "Sobre certas particularidades climáticas no Nordeste, em relação aos hábitos e à produtividade dos seus habitantes". Trabalho apresentado ao Congr. Salvação Nordeste, Recife, agosto 1955.
- MATTOS, ALIRIO H. DE 1925 — Catálogo de pares de estrélas para determinação da hora pelo método de "Zinger". Publ. n.º 68, Série II, L, da Inspeção Federal das Obras Contra as Secas. pp. 1.181.
- MAVIGNIER, JOSÉ 1951 — Pela construção da barragem de Orós, "O Povo", Fortaleza, 5 junho 1951.
- MEDEIROS, FR. S. V. 1924 — O valor econômico dos trabalhos de açudagem e irrigação do nordeste, "Anais da Conferência Internacional Algodoeira", 2:347-56.

- MEDEIROS, J. R. C. DE 1922 — As sêcas (do Estado da Paraíba) — “Dicionário de História, Geografia e Etnografia do Brasil”, Rio, 2:668-71.
- MEDEIROS, JOÃO MAURICIO DE 1932 — A pequena açudagem como fator econômico, “Paraíba Agrícola”, João Pessoa, 4 (7):137-42.
- MEDEIROS, V. DE 1877 — “Ponderações sobre a memória do Sr. André Rebouças: A seca nas províncias do Norte”, Rio, 50 pp.
- MEDEIROS NETO, DEPUTADO 1951 — A seca em Alagoas, “Diário Congr. Nac.”, Rio, 3 abril 1951, pp. 1765-7.
- MEDEIROS SOBRINHO, J. HORTENCIO DE 1953 — “Procissão dos flagelados. O Nordeste brasileiro visto sob todos os ângulos”. Edit. Jornal dos Livros, São Paulo, pp. 1-178.
- MEIRA E SA, F. 1913 — “Êcos do Sertão — Estrada de Ferro de Mossoró ao S. Francisco”. Tip. D’ A República. Natal. 123 pp.
- MELO, J. E. A. 1936 — Mapa dos Estados do Ceará, Rio Grande do Norte e Paraíba, na escala de 1:1.000.000. Nova Edição correta. Publ. n.º 3-A, Série I, G.
- MELO, M. RODRIGUES DE 1940 — “Várzea do Açú (Paisagens, tipos e costumes do Vale Açú)”, Oficina Gráfica “Edegraf”, São Paulo, Edição dos Cadernos, 187 pp. (Capítulo sobre a seca e a retirada).
- MELO, PEDRO BANDEIRA DE 1920 — Forrageiras para o Nordeste, “Chácaras e Quintais”, São Paulo, 2 (3): 217.
- MELLO, A. DA SILVA 1953 — “Nordeste Brasileiro. Estudos e impressões de viagem”, Col. Doc. Brasil, n.º 73, Livraria José Olympio Editora, Rio, pp. 1-410.
- MELLO, F. E. DE SOUZA 1950 — Estudo agrológico da bacia de irrigação do açude público “São Gonçalo”, na Paraíba, “Anais 1.ª Reunião Brasil. Ciência Solo”, Rio, 6 a 20 outubro 1947, pp. 288-389; mapas e tabelas fora texto.
- MELLO, F. E. DE SOUZA 1954 — Adubação mineral em bacia de irrigação. Publ. n.º 156, Série I, A, do Departamento Nacional de Obras Contra as Sêcas, pp. 1-23, quadro e figuras, fora texto.
- MELLO, J. MACHADO DE 1914 — “O Nordeste do Brasil”, Rio, 20 pp.
- MELLO, O SILVEIRA 1933 — O problema das sêcas. A mirindiba na regularização do clima. “O Campo”, Rio, 4 (1): 40.
- MENDES, J. E. TEIXEIRA 1940 — A Sêca, “Revista do Instituto do Café”, São Paulo, 15 (166):2.037-42.
- MENDONÇA, RENATO DE 1954 — Exigiria uma inversão de mais de 700 milhões anuais, durante 20 anos, a recuperação do Nordeste. Contribuiriam as unidades da Federação mais bem dotadas de recursos produtivos, “Diário de Notícias”, Rio, 24 agosto 1954.

- MENEZES, BEZERRA DE 1877 — Breves considerações sobre as sécas no Norte, "Globo", Maio 1877.
- MENEZES, DJACIR 1937 — "O Outro Nordeste (Formação Social do Nordeste)".
- MENEZES, HILDEBRANDO DE 1940 — Sécas, Açudes e Irrigação, "Observatório Econômico e Financeiro", Rio, 5 (52) :39-45.
- MENEZES, HILDEBRANDO DE 1953 — O Nordeste do futuro, "Jornal do Comércio", Recife, 5 julho 1953.
- MENEZES, HILDEBRANDO DE 1953 — A Sêca e os técnicos, "Jornal do Comércio", Recife, 29 março 1953.
- MENEZES, HILDEBRANDO DE 1953 — Catastrófica para o Nordeste a sêca de 1932. O flagelo teve início em 1930 e o gado pereceu em cerca de 60% — Espantosa redução do poder aquisitivo das populações regionais — Mais aconselhável a construção de médios açudes do que levantar Orós — O problema e a sua solução em diversos Estados do Polígono, "O Povo", Fortaleza, 5 outubro 1953.
- MENEZES, HILDEBRANDO DE 1955 — O flagelo da sêca, "Jornal do Comércio", Recife, 27 agosto 1955.
- MENEZES, JOSÉ GONZAGA 1956 — O Flagelo das Sécas, "Diário Bahia", Salvador, 21 junho 1956.
- MENEZES, JOSÉ VITORINO DE 1954 — Malhando em ferro frio, "O Nordeste", Fortaleza, 21 de janeiro 1954.
- MENEZES, RUI SIMÕES DE 1944 — O peixe dos açudes em face das sécas, "A Voz do Mar", Rio, 24 (196) :12.
- MENEZES, RUI SIMÕES DE 1946 — Produção de peixes em açudes públicos do Ceará, "O Campo", Rio, 17 (203) :40.
- MENEZES, RUI SIMÕES DE 1947 — A importância econômica do peixe dos açudes, "O Campo", Rio, 18 (205) :31-35.
- MENEZES, RUI SIMÕES DE 1947 — Importância da Piscicultura da Economia do Nordeste, "Boletim da Secretaria de Obras Públicas", Fortaleza, 1 (1) :64-77.
- MENEZES, RUI SIMÕES DE 1948 — Notas de viagem ao sertão do Piauí, "O Campo", Rio de Janeiro, 19 (219/220) :3-10.
- MENEZES, RUI SIMÕES DE 1950 — Chuvas no Nordeste e Leste do Brasil, "Correio do Ceará", Fortaleza, 13 outubro 1950.
- MENEZES, RUI SIMÕES DE 1950 — A Verdade sobre o DNOCS — 1, 2, 3, 4. "O Nordeste", Fortaleza, 4-12, 6-12, 7-12, 11-12-1950.
- MENEZES, RUI SIMÕES DE 1950 — Técnicos mal pagos e em pequeno número. A propósito das acusações ao Departamento Nacional de Obras Contra as Sécas, "Unitário", Fortaleza, 2-12-1950.

- MENEZES, RUI SIMÕES DE 1951 — O açude "Poço Verde" e o DNOCS, "Correio do Ceará", Fortaleza, 12-6-1951.
- MENEZES, RUI SIMÕES DE 1951 — Ainda a irritação nos açudes públicos, "O Nordeste", Fortaleza, 1º e 31 outubro, 12 novembro 51.
- MENEZES, RUI SIMÕES DE 1951 — Irrigação nos açudes públicos, "O novo", Fortaleza, 10-5-1951.
- MENEZES, RUI SIMÕES DE 1954 — O problema das sêcas, "O Nordeste", Fortaleza, 15 setembro 1951; "O Povo", Fortaleza, 17-9-1951.
- MENEZES, RUI SIMÕES DE 1951 — A sede do DNOCS no Polígono das sêcas, "O Povo", Fortaleza, 31 março, Fortaleza, 31 março 1951.
- MENEZES, RUI SIMÕES DE 1952 — Poços no "polígono das sêcas", "Chácara e Quintais", São Paulo, 86 (3) : 346-7.
- MENEZES, RUI SIMÕES DE 1952 — O prof. Sternberg e a seca de 1951, "O Povo", Fortaleza, 4 de janeiro 1952.
- MENEZES, RUI SIMÕES DE 1953 — Os engenheiros Francisco Saboya, Pereira de Miranda e o Nordeste, "Correio do Ceará", Fortaleza, 2 julho 1953.
- MENEZES, RUI SIMÕES DE 1954 — Canal de 400 km, para irrigar as terras do sertão de Pernambuco com água do Rio São Francisco — Possibilidades de beneficiamento do Ceará, "O Nordeste", Fortaleza, 16 de janeiro de 1954.
- MENEZES, RUI SIMÕES DE 1954 — DNOCS, "Unitário", Fortaleza, 10 de dezembro de 1954.
- MENEZES, RUI SIMÕES DE 1954 — Obras contra as sêcas "O Povo", Fortaleza, 18 de outubro de 1954.
- MENEZES, RUI SIMÕES DE 1954 — Valor do Pescado Amazônico nos Açudes Nordestinos, "Seleções Agrícolas", Rio, 9 (100) :15-17. "Fauna", São Paulo, 13 (9) :21-22. "Nordeste Econômico e Financeiro", Fortaleza (agosto) :42-43.
- MENEZES, RUI SIMÕES DE 1955 — A respeito da "salvação do nordeste", "Correio do Ceará", 8 de julho de 1955.
- MENEZES, RUI SIMÕES DE 1955 — Remuneração justa para os técnicos do DNOCS., "Correio do Ceará", Fortaleza, 18 julho 1955.
- MENEZES, RUI SIMÕES DE 1955 — "Não construam açudes no Nordeste semi-árido". Importantes declarações do professor Mariano Feio, da Universidade de Lisboa. Apreciações do Engenheiro-Agrônomo Rui Simões de Menezes sobre o assunto. "Correio do Ceará", 5 novembro 1955.
- MILLER, ROBERTO 1913 — Mapa parcial do Estado da Bahia. Publ. n.º 29, Série I, G, da Inspeção Federal de Obras Contra as Sêcas.
- MILLER, ROBERTO Mapa referente ao indicado canal S. Francisco-Jaguaribe. Publ. n.º 28, Série I, G, da Inspeção Federal de Obras Contra as Sêcas.



- MILLER, ROBERTO Mapa do Estado do Rio Grande do Norte. Publ. n.º 71, Série I, G, da Inspetoria Federal de Obras Contra as Secas.
- MIRANDA, JOSÉ 1943 — Agua subterrânea. "Bol. Min. Agric.", Rio 32 (8): 65-76.
- MIRANDA, PEREIRA DE 1951 — Setenta e uma requisições de poços profundos ao Distrito local do DNOCS. Um problema, não há perfuratrizes em número suficiente para tantas solicitações, "Correio do Ceará", 20 julho 1951.
- MIRANDA, SAINT-CLAIR DE MONTEIRO, ALENCAR 1955 — "Memórias Sôbre Poços Artesianos no Ceará". Duzentas casas cobertas d'água e duas mil pessoas ao desabrigo na represa do açude "Pentecoste", "Unitário", Fortaleza, 24 setembro 1955.
- MORAES, PASCHOAL DE 1911 — As forragens das zonas secas. As "Opuntias" — as "nopaleas" — os "cereus" — as "mamílias" e as "peireskias" e várias "cactáceas" brasileiras. "Chácaras e Quintais", 4 (5): 53-5.
- MORAES, PASCHOAL DE 1913 — A cultura da tamareira na zona seca do Brasil. Sua indispensável e valiosa adaptação, "Chácaras e Quintais", 8 (6): 63-5.
- MORAES, LUCIANO JACQUES DE 1934 — Inscrições rupestres no Brasil. Publ. n.º 64, Série I, D, da Inspetoria Federal de Obras Contra as Secas, pp. 1-56, figuras 1-4, mapas.
- MORAES, LUCIANO JACQUES DE & GUIMARÃES, DJALMA 1924 — Serras e Montanhas do Nordeste. 1: I-XI, 1-122, figs. 1-42, 2: 1-120, figs. 1-35, 1 mapa. Publ. n.º 53, Série I, D, da Inspetoria Federal de Obras Contra as Secas.
- MORAIS, MELO Alguns aspectos climatológicos do Nordeste, "Boletim Geográfico", Rio, 3 (28): 569-71.
- MOREIRA, ARTHUR XAVIER 1907 — As matas e as secas em Sergipe, "Rev. Agrícola", 1 outubro 1907, pp. 471-2.
- MOREL, EDMAR 1949 — O homem vence a seca no Nordeste, "O Povo", Fortaleza, 3 dezembro 1949.
- MOTA, LEONARDO 1938 — Seca e chuva no Ceará, "Chácaras e Quintais", 57 (1): 127-8.
- MOTA, WALTER 1945 — Considerações sôbre os solos da região seca do Nordeste. Publ. n.º 142, Série I, A, da Inspetoria Federal de Obras Contra as Secas, pp. 1-28.
- NASCIMENTO, FERNANDO MELO DO 1946 — Aspectos do problema florestal do nordeste brasileiro, "Boletim do Ministério de Agricultura", Rio, 35 (7/12): 47-59.
- NEIVA, ARTUR & PENNA, BELISARIO Viagem científica pelo Norte da Bahia, sudoeste de Pernambuco, sul do Piauí e de norte a sul de Goiás (Estudos feitos à requisição da Inspetoria de Obras Contra as Secas. Direção: Dr. Arrojado Lisboa), "Mens. do Instituto Oswaldo Cruz", Rio, 8 (3): 74-224, 1 mapa, 28 estampas, (Secas: pp. 77-8, 83).

- NERI, J. MUNIZ A irrigação no mundo e no Brasil, "Ceres", Viçosa, Minas Gerais, 2 (7) :3-39.
- NETO, FRANCISCO 1956 — O Nordeste continua dominado pela seca. "O Mundo", Rio, 10 fevereiro 1956.
- NEVES, A. DOS SANTOS 1919 — "O maior problema econômico nacional. A Sêca de 1919. A Bahia e o Norte de Minas Gerais", Rio, 88 pp.
- NEVES, LOURENÇO BAETA 1911 — Lavoura das zonas secas. Dê-se ao Norte do Brasil a umidade de que carece a sua terra e a fartura lhe virá por todo o canto, "Chácaras e Quintais", 3 (5) :49-55.
- NEVES, LOURENÇO BAETA 1911 — "Sêcas e florestas". O Estado e a floresta particular. Imp. Oficial, Belo Horizonte, 44 pp.
- NEVES, LOURENÇO BAETA 1911 — Teoria e prática da lavoura das zonas secas, "Chácaras e Quintais", São Paulo, 3 (6) : 4-9; 4 (1) : 22-8.
- NEVES, JOAQUIM BATISTA 1955 — "A sêca na Serra Geral (Bahia)". Trabalho apresentado ao Congr. Salvação Nordeste, Recife, agosto 1955.
- NOGUEIRA, F. DE A. 1950 — O Serviço de Irrigação no Ceará, "Revista dos Servidores Públicos", Rio, ano 13, Vol. II, (2) :89.
- NOGUEIRA, JOÃO 1928 — A Barragem e a serra de Orós, "Correio Ceará", Fortaleza, 27 de junho de 1928.
- NOVAIS, ANTONIO 1956 — Bombeamento das águas do Médio São Francisco. "Jornal do Comércio", Recife, 16 fevereiro 1956.
- NOVAES, HENRIQUE DE 1935 — Combate às secas do Nordeste, "Revista do Clube de Engenharia", Rio, 1 (8) :360-71, 374-80.
- NOVAES, HENRIQUE DE 1935 — Um subsídio para a história da Inspeção de Obras Contra as Secas, "Revista do Clube de Engenharia", Rio (janeiro 1935) :251-5.
- NOVAIS, MANUEL 1951 — A Bahia e as secas, "Diário Congresso Nacional", Rio, 25 outubro 1951, p. 10054.
- O., B. S. 1954 — Falemos do Nordeste, "O Nordeste", Fortaleza, 11 dezembro 1954.
- O. FERREIRA & CIA & PEQUENO, FIUZA 1928 — Construção do açude de Orós pelo regime de concessão, "O Nordeste", Fortaleza, 26 junho 1928.
- OLIVEIRA, A. J. DE 1878 — Sêca do Ceará. Açudes, Arborização, Estradas de Ferro, "Revista do Instituto Politécnico Brasileiro", Rio, 13. 83 pp.  
"Memória sobre secas do Ceará".
- OLIVEIRA, A. J. DE
- OLIVEIRA, C. A. BARBOSA DE 1938 — "L' Homme et la Sêcheresse en Particulier Dans le Nord-Est Brésilien".
- OLIVEIRA, EUZEBIO DE 1935 — Barragens submersíveis no Nordeste. "Boletim do Ministério de Agricultura", Rio, 24 (4/6) :45-50.

- OLIVEIRA, LUIZ BEZERRA DE "Análises de águas do Nordeste". Publicação n.º Série , do Dept. Nac. Obras Contra as Sêcas", Serv. Agro-Industrial, Fortaleza, Ceará.
- OLIVEIRA, MANUEL ALVES DE 1946 — Pragas e moléstias das fruteiras nos sertões nordestinos. I — Citrus — (Doenças). Publ. n.º 144, Série I, A, Departamento Nacional de Obras Contra as Sêcas, pp. 1-64.
- OLIVEIRA, OLAVO 1951 — A desapropriação de áreas irrigáveis dos açudes públicos, "O Estado", Fortaleza, 6 janeiro 1951.
- OLIVEIRA NETTO, JORGE DE 1955 — "Sergipe e o Problema da Sêca". Consultório Técnico de Assuntos Econômicos e Financeiros, Secretaria Fazenda, Produção Obras Públicas. Aracaju, Sergipe. Publ. n.º 20, novembro 1955, pp. 1-177.
- O'MEARA, P. 1918 — "Irrigation of the Jaguaribe Valley". Traduzido e publicado in "Revista do Instituto do Ceará", 1918, vol. 32, p. 92.
- OTERO, JORGE R. DE 1954 — Capim para terrenos salgados; "Chácaras e Quintais", São Paulo, 89 (3) : 302.
- OTERO, JORGE R. DE 1954 — Forrageamento nas sêcas (Casa Nova, Bahia), "Chácaras e Quintais", São Paulo, 89 (1) : 97.
- PACHECO, JANOT 1951 — As chuvas artificiais poderão mudar a figura das sêcas no Nordeste. "O Povo", Fortaleza, 15 maio 1951.
- PAIVA, TANCREDO DE BARROS 1924 — O Rio São Francisco. Notas bibliográficas. "Revista do Instituto Geografia e História da Bahia", (49) :263-73.
- PAIVA, TANCREDO DE BARROS 1928 — Bibliografia do Clima Brasileiro, "Bol. Min. Agric, Rio, 17 (5) : 638-49; (6) : 807-26 (Bibl. Esc. Agron. Ceará).
- PALHANO, ALVARO 1940 — A irrigação do São Francisco com o aproveitamento da força hidráulica das suas cachoeiras, "Boletim Técnico da Secretaria de Viação e Obras Públicas", Recife, ano 2, vol. 2 (abril-junho) : 368-8.
- PALMEIRA, RUY 1955 — A sêca em Alagoas. "Jornal do Comércio", Rio, setembro 1955.
- PARAHYM, ORLANDO "O problema alimentar no sertão". Imp. Indust., Recife, pp. 1-105. (sêcas: pp. 68-75).
- PATERNOSTRO, JULIO 1936 — O Nordeste, "Rev. Soc. Cearense Geogr. Hist.", Fortaleza, 1 (2) :101-5.
- PEDREIRA OYAMA 1949 — Porque não é maior o número de açudes na Bahia; "A Tarde", Salvador, 23 abril 1949.

- PEDROZA, SYLVIO PIZA 1954 — O problema das sêcas, "Mensagem referente a 1953, apresentada à Assembléa Estadual". pp. 39-53.
- PEREIRA, Pe. JOAQUIM JOSÉ 1906 — Memória sobre a extrema fome e triste situação em que se achava em 1798 o sertão da ribeira do Apodi, da capitania do Rio Grande do Norte, da Comarca da Paraíba, onde se descrevem os meios de acorrer a êstes males futuros etc., Rev. Inst. Hist. Geográfico Rio Grande do Norte, 4 (1): 71-84.
- PEREIRA, NILO 1952 — Discurso sobre sêcas no Nordeste, pronunciado na Assembléa Legislativa, em 28-5-52, "Diário Oficial", Recife, 29-7-1952.
- PEREIRA, NILO 1955 — Nordeste Brasileiro, "Folha da Manhã", matutina. Recife, 5 de julho de 1955.
- PEREZ, Pe. PRUDENCIO & BONDAR, GREGORIO 1940 — Poços com água salgada (Rio Branco, Bahia), "Chácaras e Quintais", 61 (5): 669.
- PERIQUITO, LUIZ 1946 — Sertão abandonado, "Unitário", Fortaleza, 3 novembro 1946.
- PESSOA, EPITACIO & LISBOA, ARROJADO 1925 — "As obras do Nordeste. Resposta ao Exmo. Sr. Senador Sampaio Corrêa", pp. 1-97.
- PESSOA, FROTA 1906 — "O açude do Quixadá".
- PICARD, L. 1953 — Esquisse de la geologie des eaux souterraines dans les regions arides. "Actes Colloque Ankara Hydroi Zone aride", Paris, UNESCO pp. 171-83, Alimentation des nappes. Reservoirs. Roches impermeables de reteave Structure.
- PIMENTEL, MENEZES 1942 — "Açudagem no Ceará". Fortaleza.
- PINTO, LUIS 1944 — Perspectives das sêcas no Nordeste, "Cultura Política", Rio, 4 (41): 52-58.
- PIRES, ANTONIO OLYNTHO DOS SANTOS 1906 — "Relatório sobre irrigação e poços artesianos".
- PIRES, ANTONIO OLYNTHO DOS SANTOS Noticia dos estudos e obras contra os efeitos da Secca, "Boletim do Ministério da Industria, Viagem e Obras Publicas", Rio, 3:11-100, mapas, planos.
- PIRES, PEDRO P, 1936 — As caatingas da Bahia. Região baramente estéril; maravilhosamente exuberante, "Chácaras e Quintais", 53 (6): 695-7.
- PITTA, ROCHA 1880 — "História da América Portuguesa" (referência sobre a sêca de 1722-23: pp. 316-7).
- POMAR, PEDRO 1948 — Desviadas as verbas do DNOCS para manobras políticas, "O Democrata", Fortaleza, 17 maio 1948.
- POMPEU SOBRINHO, THOMAZ 1902 — Irrigações no Ceará, "Rev. Academia Cearense", Fortaleza, 7:69-121.

- POMPEU SOBRINHO, THOMAZ 1908 — O problema das sécas no Ceará e a sua solução econômica. "Rev. Academia Cearense", Fortaleza, 13:137-216.
- POMPEU SOBRINHO, THOMAZ 1912 — Açude "Quixeramobim", "Revista Trimestral do Instituto Ceará", Fortaleza, 26:215-79.
- POMPEU SOBRINHO, THOMAZ 1914 — A Cultura no Ceará, "Unitário", Fortaleza.
- POMPEU SOBRINHO, THOMAZ 1915 — Florestamento e Reflorestamento, "Revista Comercial", Fortaleza.
- POMPEU SOBRINHO, THOMAZ 1915 — "Meios de Desenvolver a Indústria Pastoril no Ceará", Tipografia Gadelha, Fortaleza.
- POMPEU SOBRINHO, THOMAZ 1915 — A Sêca, "Correio do Ceará", Fortaleza, 1915.
- POMPEU SOBRINHO, THOMAZ 1916 — "O problema das Sécas no Ceará", Fortaleza, 1.ª edição à 2.ª edição em 1920. Tipografia Gadelha, Fortaleza.
- POMPEU SOBRINHO, THOMAZ 1917 — "A Indústria Pecuária no Ceará". Tipografia Gadelha, Fortaleza.
- POMPEU SOBRINHO, THOMAZ 1918 — A produção no Ceará, "Revista Comercial", Fortaleza, abril 1918.
- POMPEU SOBRINHO, THOMAZ "A Questão da Alimentação do Gado no Ceará", Tipografia Gadelha, Fortaleza.
- POMPEU SOBRINHO, THOMAZ 1922 — O problema das sécas no Ceará, "Jornal do Comércio", Rio, 4 de janeiro de 1920.
- POMPEU SOBRINHO, THOMAZ 1922 — O crédito agrícola e a instrução técnica e profissional no Ceará, "Revista Comercial", Fortaleza, setembro 1922.
- POMPEU SOBRINHO, THOMAZ 1922 — Esboço Fisiográfico do Ceará, "Anais do Congresso de Geografia", Bahia. Reeditado em 1922, Tipografia Minerva, Fortaleza.
- POMPEU SOBRINHO, THOMAZ 1922 — Notas Relativas à Questão da Irrigação das Terras do Ceará, "Ilustração Brasil", Rio.
- POMPEU SOBRINHO, THOMAZ 1924 — Ligeiros Reparos à Última Conferência do dr. Paulo de Moraes Barros, "Jornal do Comércio", Rio, dezembro 1923; "Anais do Congresso Brasileiro", novembro 1924.
- POMPEU SOBRINHO, THOMAZ 1924 — Chuvas no Ceará em 1923, "Revista do Instituto do Ceará", Fortaleza, novembro 1924.
- POMPEU SOBRINHO, THOMAZ 1924 — O Nordeste e sua Influência no futuro da Nação, "Jornal do Comércio", Fortaleza, novembro de 1924.
- POMPEU SOBRINHO, THOMAZ 1924 — O Rio Jaguaribe, sua Bacia e Aproveitamento agrícola do Respectivo Vale, "Revista do Instituto Politécnico", Fortaleza, novembro 1924.



- POMPEU SOBRINHO, THOMAZ 1925 — A Fixação do Homem no Nordeste, "Rev. Inst. Politécnico", Fortaleza, novembro 1925.
- POMPEU SOBRINHO, THOMAZ 1925 — As Sêcas no Nordeste (1825-1925), "Diário de Pernambuco", Recife, 1.º centenário, pp. 49-52.
- POMPEU SOBRINHO, THOMAZ 1925 — As Terras Agrícolas do Ceará, "Boletim da Sociedade Cearense de Agricultura", Fortaleza, julho 1925.
- POMPEU SOBRINHO, THOMAZ 1926 — "A Construção do Açude Orós, sua Significação Econômica e Humanitária", Tipografia Gadelha, Fortaleza.
- POMPEU SOBRINHO, THOMAZ 1927 — A Capacidade Irrigatória do Açude Orós, "Revista Trimestral do Instituto do Ceará" pp. 41 :159.
- POMPEU SOBRINHO, THOMAZ 1927 — A Sêca, "A Cultura e Trabalho", Rio, fevereiro 1927.
- POMPEU SOBRINHO, THOMAZ 1927 — A Terra das Sêcas, "Cultura e Trabalho", Rio de Janeiro, dezembro 1927.
- POMPEU SOBRINHO, THOMAZ 1928 — Os Maiores Problemas Econômicos do Ceará, "Gazeta de Notícias", Fortaleza, setembro e outubro 1928.
- POMPEU SOBRINHO, THOMAZ 1928 — Valor das Forragens Nativas do Ceará, "Revista dos Industriais", Fortaleza, dezembro 1928.
- POMPEU SOBRINHO, THOMAZ 1929 — O açude Orós, "Gazeta de Notícias", Fortaleza, 1.º janeiro 1929.
- POMPEU SOBRINHO, THOMAZ 1929 — Origens e desenvolvimento da indústria agropecuária no Ceará, "Revista dos Industriais", Fortaleza, fevereiro de 1929.
- POMPEU SOBRINHO, THOMAZ 1929 — A Produção no Ceará e o seu tardo desenvolvimento, "Revista dos Industriais", Fortaleza, janeiro 1929.
- POMPEU SOBRINHO, THOMAZ 1929 — A Terra das Sêcas, "Revista dos Industriais", Fortaleza.
- POMPEU SOBRINHO, THOMAZ 1931 — Problemas Econômicos do Ceará, "O Povo", Fortaleza.
- POMPEU SOBRINHO, THOMAZ 1932 — O Salário da Sêca, "O Povo", Fortaleza.
- POMPEU SOBRINHO, THOMAZ 1933 — O Fator Moral na Construção dos Grandes Açudes, "Revista do Instituto do Ceará", Fortaleza. 47:78.
- POMPEU SOBRINHO, THOMAZ 1933 — "O Fator Moral na Construção dos Grandes Açudes" e "As Grandes Barragens Cearenses". Tipografia Meton Gadelha, Fortaleza.
- POMPEU SOBRINHO, THOMAZ 1933 — Açude Orós, "O Povo", Fortaleza.

- POMPEU SOBRINHO, THOMAZ 1934 — Sugestões para a organização de um plano sistemático de combate às sêcas, apresentadas à Sociedade dos Amigos de Alberto Tôrres, "Jornal do Comércio", Rio.
- POMPEU SOBRINHO, THOMAZ 1935 — Mapa do Estado do Ceará, Publ. n.º 76, Série I, G, da Inspetoria Federal de Obras Contra as Sêcas.
- POMPEU SOBRINHO, THOMAZ 1936 — O Algodão com subsidiário das Obras Contra as Sêcas, "Nordeste Agrícola", 1 (8/9):151-58.
- POMPEU SOBRINHO, THOMAZ 1936 — Sugestões para a Lei Orgânica das Sêcas, "Nordeste Agrícola", Fortaleza, 1 (5/7):11-25.
- POMPEU SOBRINHO, THOMAZ 1951 — O açude Orós. Histórico — Estudos — Projetos — Tentativas de construção — Situação atual — A melhor solução, "Boletim da Secretaria de Agricultura e Obras Públicas", Fortaleza, (2):70-6.
- POMPEU SOBRINHO, THOMAZ 1953 — Impraticável e inconveniente a construção do "Orós". Pelos dois projetos existentes seria possível o arrombamento da obra, o que determinaria uma catástrofe tremenda, de conseqüências imprevisíveis. Projetos quase impraticáveis, dadas as dificuldades de construção e custo do material. Fundações difficilimas no boqueirão do "Orós". Solução ideal: barragem "rock-fill". "Unitário", Fortaleza, 28 junho 1953.
- POMPEU SOBRINHO, THOMAZ 1954 — A luta contra as sêcas e seus problemas, "Revista da Academia Cearense de Letras", Fortaleza (58) (26):252-62. Separata, pp. 1-11.
- POMPEU SOBRINHO, THOMAZ Meios de Salvar o Ceará com os seus Próprios Recursos, "Correio do Ceará", Fortaleza.
- POMPEU SOBRINHO, THOMAZ Posição de Fortaleza, "Jornal do Comércio", Fortaleza.
- PONTE, POMPEU FERREIRA DA 1884 — "Ensaio sobre irrigação agrícola na Provincia do Ceará".
- PORTELA, LUIZ DE A. 1953 — O futuro do nordeste com o bombeamento das águas do Rio São Francisco, "Revista do Clube de Engenharia", Rio de Janeiro (202):31-36.
- PORTELA, LUIZ DE A. 1954 — O problema da sêca no Nordeste, "Revista do Clube de Engenharia", Rio (209).
- PORTO, CARLOS EUGÊNIO 1955 — "Roteiro do Piauí". Serv. Documentação, Min. Educação e Cultura, Rio. pp. 1-186. (Sêcas: 103-8) (Peixes: 99-103).
- PORTO, COSTA 1947 — A zona sertaneja de Pernambuco, no polígono das sêcas. Discurso na Câmara dos Deputados. Resumo in "O Povo", Fortaleza, 3 outubro 1947.

- PRADO, FERNANDO DE ALMEIDA; ANSARAH, CAMILO; CARVALHO, JOAQUIM MONTEIRO DE & MELO, ALBIANO DE 1955 — Recuperar o Nordeste a fim de torná-lo mercado efetivo da produção nacional, "Diário S. Paulo", 27 fevereiro 1955.
- PRAZERES, OTTO 1954 — O sorvedouro das sêcas . . . , "J. Comércio", Rio, 10 e 17 outubro 1954.
- QUELLE, OTTO 1915 — Die Behorde zur Bekämpfung der Trockenheiten in Nordostzrasilien und ihre bisherigen Leistungen, "Mittel. Deutsch. Sudamer. Inst." 3:71-5.
- QUELLE, OTTO Das Problem der Durreperioden Nordostbrasilien, "Iberoamerikan Archiv", Bonn 1:59-61.
- QUELLE, OTTO & POMPEU SOBRINHO, THOMAZ 1933 — Contribuição para a bibliografia da literatura das "sêcas", "Revista do Instituto do Ceará", Fortaleza, 47:26-236.
- RAMOS, GRACILIANO 1937 — A propósito de sêca, "Observador Econômico e Financeiro", Rio, 2 (13):86.
- RAMOS, JOÃO 1952 — As chamadas "chuvas artificiais", Boletim da Secretaria de Agricultura e Obras Públicas", Fortaleza, (3):97-102.
- RANDO, GUIDO 1950 — O valor social e econômico da irrigação, "O Estado de São Paulo", 4 janeiro 1950.
- RAWITSCHER, FELIX; HUECK, KURT; MORELLO, JORGE & PAFFEN, KARL H. 1952 — Algumas observações sobre a Ecologia da Vegetação das Caatingas, "An. Acad. Brasil. Ciências", Rio, 24 (3): 287-301.
- REBOUÇAS, ANDRÉ 1877 — "A sêca nas Províncias do Norte", Rio.
- RÊGO, COSTA 1948 — A pequena açudagem, "Boletim da Secretaria de Agricultura, Indústria e Comércio", Salvador, Bahia, 2.ª fase, 45 (2):95-6.
- RÊGO, JOSÉ LINS DO 1948 — No Instituto Agronômico (São Gonçalo, Paraíba), "O Povo", Fortaleza, 19 maio 1948.
- REIS, AARÃO 1920 — Obras novas contra as sêcas executadas de 3 de setembro de 1915 a 31 de outubro de 1918", Rio, 246 pp., mapas, planos, figs.
- REIS, A. L. DE CARVALHO 1885 — "O açude de Quixadá", Rio de Janeiro, 150 pp.
- REIS, ARTHUR CEZAR FERREIRA 1953 — O flagelo Econômico e Financeiro", Rio, 18 (207): 26-31.
- REIS, NESTOR MOREIRA 1934 — Das sêcas do Nordeste e sua legislação, "Bol. da Secretaria de Agricultura Indústria e Viação", Recife, 3 (2):213-6.
- RENASCENÇA DO CEARÁ 1916 — "Relatório da Diretoria e do Comitê Pró-Flagelados e Poços Artesianos, apresentado em 10 agosto 1916", Fortaleza.

- RETUMBA, FRANCISCO SOARES DA SILVA 1912 — Memória sobre os melhoramentos de que precisa a província da Paraíba, "Rev. Inst. Hist. Geogr. Paraibano", 4:163-228. *Sêcas*: pp. 210-7.
- REVY, J. J. 1881 — Exposição sobre açudes. Apenso ao Relatório do Senador Leão Veloso, a 30 de junho de 1881.
- REVY, J. J. 1882 — Reservatório de Quixadá. Relatório apresentado ao conselheiro J. Antônio Saraiva.
- REVY, J. J. "Reservatório sobre o açude de Lavras" (oficial).
- REZENDE, JULIO DE MELLO 1926 — O problema do Ceará-Mirim. Aos meus ilustres e colegas da Inspetoria Federal de Obras Contra as Sêcas. "Rev. Inst. Hist. Geogr. Rio Grande do Norte", 23-24; 241-56.
- RIBEIRO, LUIZ AUGUSTO DE CARVALHO 1955 — DNOCS e o Nordeste Brasileiro. Trabalho apresentado ao Congresso de Salvação do Nordeste, Recife, agosto 1955.
- RIBEIRO, RAYMUNDO FRANCISCO 1921 — O Vale do Rio Salgado e sua Irrigação, "Revista do Instituto do Ceará", Fortaleza, 35:146.
- RIBEIRO, RAYMUNDO FRANCISCO ROBEAUX, ALBERT Rearborização do Ceará, "Revista do Instituto do Ceará", Fortaleza, 36:246. Conferência feita no Clube de Engenharia pelo Prof. Albert Robeaux. O problema da seca no Nordeste. O equipamento das águas permanentes. Os pequenos equipamentos particulares, "Revista do Clube de Engenharia", Rio de Janeiro (204):43-47.
- ROCHA, NEWTON DA 1945 — Sobre as Zonas Agro-Ecológicas do Nordeste, "Boletim da Secretaria Agrícola, Indústria e Comércio", Recife, 12 (2):88-96.
- RODRIGUES, J. A. FONSECA 1919 — "As Sêcas do Ceará. Ensaio Teórico". Extraído do "Boletim do Instituto Paulista de Engenharia", São Paulo, pp. 1-123.
- RODRIGUES, J. A. FONSECA 1920 — As soluções do problema das sêcas". Extraído do "Boletim do Instituto Paulista de Engenharia", São Paulo, pp. 1-17.
- RODRIGUES, J. A. FONSECA 1940 — O Futuro do Nordeste com o aproveitamento da Cachoeira de Paulo Afonso. Separata do "Boletim do Instituto Paulista de Engenharia", São Paulo, n.º 149, 43 pp.
- ROHAN, HENRIQUE DE BEAUREPAIRE 1877 — Considerações acêrca dos melhoramentos de que, em relação às sêcas, são suscetíveis algumas províncias do norte do Brasil, "Globo", agosto 1877.
- ROHAN, HENRIQUE DE BEAUREPAIRE 1877 — "As sêcas do Ceará". Typ. Impr. e Constr. de J. Villeneuve & Cia., Rio. pp 1-8.

- RONDON, CANDIDO; BARROS, MORAES & LOPES, SIMÕES 1924 — "Obras do Nordeste. Resposta da Comissão de Inspeção"
- ROSA, JAIME SANTA 1943 — "Óleo de Favela, Nova Riqueza da Região das Sêcas". Inst. Nac. Tecnologia, Ministério do Trabalho, Rio.
- R. P. 1952 — Poços artesianos no Ceará, "Chácaras e Quintais", São Paulo, 86 (3):346". Em nossa fazenda em Aracati, Ceará, existem 3 poços profundos, dois dos quais, Lagoa do Mato e Lagoa da Pedra, são artesianos, tendo um 80 m e outro 90 m de profundidade, ambos com uma vazão de 300 litros/hora; o de L. do Mato foi perfurado em 1922 e ainda hoje tem o mesmo jorro; O de L. da Pedra foi perfurado o ano passado, jorrando até com 6 m acima do nível do solo".
- RUFFIER, F. 1918 — A ensilagem no Nordeste Brasileiro, "Chácaras e Quintais", 17 (4):305-6.
- SÁ, CARVALHO "O problema das sêcas e a unidade nacional". (Discurso). Imprensa Oficial, Salvador, pp. 1-16.
- SÁ, WALTER BEZERRA DE 1954 — Na Câmara Federal a solução do problema da seca, "Unitário", Fortaleza, 17 agosto 1954.
- SABOYA E SILVA, JOÃO THOMÉ DE 1919 — Causas das Sêcas. In "Mensagem à Assembléia Legislativa, 1.º junho de 1919".
- SALES, APOLÔNIO 1943 — O Rio São Francisco. "O Campo", Rio, 14 (161): 13-23.
- SALES, APOLÔNIO 1953 — Considerações sobre a situação econômica de Pernambuco. VIII. Ainda o problema da pecuária — Recursos para o plano de incremento — Forragem — Campos de palma, "Jornal do Comércio", Recife, 2 de agosto 1953.
- SALLES, ANTONIO 1915 — As sêcas no Ceará, "Fôlha do Povo", n.º 1074, de 30 de agosto de 1915.
- SAMPAIO, ALVARO XAVIER 1956 — Levantamento de barragens para irrigação do Nordeste. "Diário Notícias", Rio, 9 fevereiro 1956.
- SANTOS, JOSÉ AMÉRICO DOS 1879 — Observações meteorológicas. Sobre a necessidade de observações nas zonas das sêcas. "Rev. Industrial, (22) (Abril) :.
- SANTOS, JOSÉ AMÉRICO DOS 1883 — "Sêcas do Norte do Brasil", Rio, 36 pp.
- SANTOS, LINDALVO BEZERRA DOS 1952 — Considerações sobre alguns problemas do Nordeste, "Boletim Carioca de Geografia", Rio de Janeiro, 5 (3/4):13-24.
- SARAIVA, MARIO Os solos do Nordeste Brasileiro, "Revista do Clube de Engenharia", Rio, 1 (6):284-6.
- SARASATE, PAULO 1946 — O dispositivo sobre as obras contra as sêcas, "O Povo", Fortaleza, 14 março 1946.



- SARASATE, PAULO 1946 — O problema econômico do Nordeste em face da nova Constituição, "O Povo", Fortaleza, 29 abril 1946.
- SARASATE, PAULO 1946 — Verba das Sêcas e Horto Florestal de Sobral, "O Povo", Fortaleza, 10 outubro 1946.
- SARASATE, PAULO 1946. — 205 mil contos para as obras contra as sêcas. "O Povo", Fortaleza, 23 outubro 1946.
- SARASATE, PAULO 1947 — Em defesa dos operários de obras contra as sêcas, "O Povo", Fortaleza, 17 outubro 1947.
- SARASATE, PAULO 1950 — Cem milhões de cruzeiros perdidos pelo Nordeste! "O Povo", 18 dezembro 1950.
- SARASATE, PAULO 1954 — Plano de defesa os efeitos da sêca. Palestra no ciclo de conferências do Inst. Brasil. de Administração, da Fundação Getúlio Vargas, "O Povo", Fortaleza, 7 janeiro 1954.
- SCHMIDT, FREDERICO M. 1936 — Fatores ecológicos e meios de acomodação dos vegetais observados no Estado do Piauí, "Boletim do Ministério de Agricultura", Rio, 25 (10/12) :121-139.
- SCHMIDT, FREDERICO M. 1937 — Ligeiras considerações à margem do problema florestal do Nordeste, "Chácaras e Quintais", 56 (3) :315-7.
- SCHMIDT, HUGO 1954 — Aproveitamento do nordeste baiano, "Boletim da Secretaria de Agricultura, Indústria e Comércio", Salvador, 3.ª fase 50 (13) :41-49.
- SEGUNDA REUNIÃO REGIONAL DE ECONOMIA RURAL 1942 — Para o soerguimento econômico do Nordeste. As conclusões a que chegaram os técnicos ultimamente reunidos nesta capital. "O Estado", Fortaleza, 12, 14, 21, 26 e 28 fevereiro. 5, 8, 13, 18, 19 e 22 março, 2, 11 e 23 abril 1942. "Bol. Min. Agric.", Rio, 31 (3) : 23-35.
- SEREBRENICK, SALOMÃO 1943 — Notas sobre o clima do Brasil, "Bol. Min. Agric.", 32 (11) :13-46.
- SERRA, ADALBERTO 1945 — Meteorologia do nordeste brasileiro, "Revista Brasileira Geografia", 7 (3) :357-444.
- SERRA, ADALBERTO 1946 — As sêcas do Nordeste. Serv. Meteorologia. Rio, 28 p. Mimeografados, 200 p., inum. ilus.
- SERRA, ADALBERTO 1954 — As Sêcas do Nordeste. "Bol. Geográfico", Rio, 12 e (123) :419-21. (Transcrito de "A Lavoura", Rio, março-abril 1954).  
1956 — S. F. Plantas em zonas áridas. "Chácaras e Quintais", 93 (2) :296.

- SERVIÇO GEOLÓGICO & INSPEÇÃO FEDERAL DE OBRAS CONTRA AS SÊCAS 1910 — Mapa dos Estados do Ceará, Rio Grande do Norte e Paraíba, com partes dos Estados limítrofes, na escala de 1:1.000.000. Publ. n.º 3, Série I, G. Inspeção Federal de Obras Contra as Sêcas, 3.ª edição.
- SILVA, CLODOMIRO PEREIRA DA 1920 — "O problema do Nordeste. As Sêcas", Rio, 208 pp., 1 mapa, Cr\$ 50,00 (Livraria Santana, R. Assembléia, 87, 1.º andar — Rio).
- SILVA, CLODOMIRO PEREIRA DA 1936 — O problema das Sêcas no Nordeste brasileiro: as incógnitas, "Boletim do Instituto Paulista de Engenharia", São Paulo, 23 (120):3-13; (121):37-53.
- SILVA, CLODOMIRO PEREIRA DA 1937 — "O Problema das Sêcas no Nordeste Brasileiro". Separata do Anuário da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo", para 1937.
- SILVA, EDMUNDO 1934 e 1932 — O problema das águas subterrâneas no alto sertão de Pernambuco, "Rev. Inst. Arqueol. Hist. Geogr." 32 (151-154):27-32.
- SILVA, MAURICIO JOPERT DA 1951 — Serão socializadas as terras do Nordeste. Acabará os latifúndios em benefício da coletividade. Açudagem e irrigação, "O Povo", Fortaleza, 6 outubro 1951 (transcrição de "O Mundo", Rio).
- SILVA, MAURICIO JOPERT DA 1951 — A situação atual do problema das sêcas do Nordeste brasileiro. Discurso na Câmara dos Deputados, em 27 e 31 julho 1951, "Rev. Clube Eng.", Rio, (180):241-53, 267.
- SILVA, MAURICIO JOPERT DA; VIEIRA, LUIZ & STERNBERG, HILGARD O'REILLY 1953 — Recuperação Econômica do Nordeste. Estudos para a Solução do Problema da Sêca. "Rev. Cons. Nac. Econ.", Rio, 2 (13):7-17.
- SILVA, MAURICIO JOPERT DA 1953 — Projeto de lei n.º 2.969, de 1953, da Câmara dos Deputados (Parecer do Prof. Joppert sobre o projeto que autoriza o Poder Executivo a contratar os estudos de um plano para elevação das águas do Rio São Francisco e seu lançamento pela Serra do Araripe até os vales dos rios Jaguaribe e Piranhas e dá outras providências), "Revista do Clube de Engenharia", Rio, (202):37-38.
- SILVA, MAURICIO JOPERT DA 1956 — Entrevistas. "Jornal do Brasil", Rio, 17 junho 1956.
- SILVA, RAYMUNDO PEREIRA DA 1908 — O problema do Norte, "Revista da Academia Cearense", 13:37-101. 1909. "Revista do Clube de Engenharia", Rio, (19):7-108. (2 exemplares na Biblioteca Pública do Ceará, estante 0-1, n.º 357-A). 1908. "Quase sempre os traçados de estrada de ferro obedecem à influência da politicagem inconsciente que os tem alongado além dos limites razoáveis, do que às direções propostas pelos engenheiros que os estudaram".

- SILVA, RAYMUNDO PEREIRA DA 1910 — Estudos e trabalhos relativos aos Estados da Paraíba e Rio Grande do Norte. Publ. n.º 12, Série I, E, da Inspetoria Federal de Obras Contra as Sêcas.
- SILVA, RAYMUNDO PEREIRA DA 1942 — O suprimento de Água no Nordeste, "Revista do Clube de Engenharia", Rio, 8 (79):17-22.
- SILVA, TEMISTOCLES CASTRO 1951 — Poderão ser admitidos cerca de quinze mil trabalhadores, "Diário de Pernambuco", 10 abril 1951.
- SILVA, TOMAZ GOMES DA 1901 — "Os Donativos a S. Vicente de Paula do Ceará por motivo da seca de 1900", Fortaleza, (Bibl. Públ. Ce., Estante Ceará, n.º 356).
- SILVEIRA, ALVARO ASTOLPHO DA 1923 — "Fontes, Chuvas e Florestas". Impr. Oficial, Belo Horizonte, pp. 1-344, 1-XX. Estamps 1-CLVII.
- SILVEIRA, OLEGARIO 1921 — Cultura seca a opuncia, "Almanaque Agric. Brasil. 1921": 103-4.
- SILVEIRA, OSMAN DA 1935 — A seca e a produção algodoeira nordestina, "Bol. Min. Agric.", Rio, 24 (4/6):69-71.
- SIMAS, AMÉRICO FURTADO DE 1934 — Contribuição para o plano sistemático de combate às secas no Brasil e principalmente na Bahia. "Bahia Rural", Salvador, 2 (14):91-2; 1935, 2 (17):237-8.
- SIMAS, AMÉRICO FURTADO DE 1941 — Energia hidráulica, viação e o problema das secas no Estado da Bahia. Escola Politécnica Bahia, Monografia n.º 3, pp. 1-116, mapas.
- SIMAS, AMÉRICO FURTADO DE Sugestões para organização de um plano sistemático de combate às secas, "Ciência e Arte", Salvador, (2/3).
- SIMAS FILHO, AMÉRICO FURTADO DE 1946 — Considerações sobre um plano de combate às secas, "Revista de Direito Municipal", Bahia, 2 (1).
- SIMÕES, JOSÉ QUIRINO DE AVELAR 1948 — Sobre o boqueirão "Poço da Cruz", "Bol. Tecn. Secret. Viação Obras Públicas", Recife, ano X, vol. XVII (1):109-14.
- SIQUEIRA, ARMANDO CURSINO DE 1952 — "Abastecimento d'água por meio de Poços Tubulares". Tese ao I Congresso Municipal de Alto e Baixo Sertão, Pernambuco. Sertânia, Pernambuco, maio 1952.
- SMALL, HORATIO L. 1913 — Geologia e suprimento d'água subterrânea no Ceará e parte do Piauí. Publ. n.º 25, Série I, D, da Inspetoria Federal de Obras Contra as Sêcas, 2.ª edição.
- SMALL, HORATIO L. 1914 — Mapa da parte norte e central do Estado do Piauí e adjacências. Publ. n.º 33, Série I, G, da Inspetoria Federal de Obras Contra as Sêcas.

- SMALL, HORATIO L. 1923 — Geologia e suprimento d'água subterrânea no Piauí e parte do Ceará. Publ. n.º 32, Série I, D, da Inspetoria Federal de Obras Contra as Sêcas, 2.ª edição, pp. I-XLII, 1-137.
- SMITH, HERBERT 1879 — "Brasil, the Amazons and the Coast". Charles Scribners sons. (Capítulo 13: "O Ceará e a Sêca").
- SOCIEDADE CEARENSE DE AGRICULTURA 1928 — "Em tôrno das obras do Nordeste". Tipografia Urânia, Fortaleza, Ceará, pp. 1-33.
- SOPPER, RALPH H. 1914 — Geologia e suprimento d'água subterrânea em Sergipe e no nordeste da Bahia. Publ. n.º 34, Série I, D, da Inspetoria Federal de Obras Contra as Sêcas, pp. I-XLII, 1-93, figuras 1-80, 4 mapas.
- SOPPER, RALPH H. 1914 — Mapa do Estado de Sergipe e da parte nordeste da Bahia. Publ. n.º 35, Série I, G, da Inspetoria Federal de Obras Contra as Sêcas.
- SOPPER, RALPH H. 1923 — Geologia e suprimento d'água subterrânea no Rio Grande do Norte e Paraíba. Publ. n.º 26, Série I, D, da Inspetoria Federal de Obras Contra as Sêcas, 2.ª edição, pp. I-XLII, 1-60, figs. 1-40, 1 mapa.
- SOUZA, AGUINALDO JOSÉ DE 1943 — Notas sôbre a climatologia do Estado do Ceará, "Boletim do Ministério da Agricultura", Rio, 32 (6) :49-65, 8 plantas coloridas.
- SOUZA, BELLARMINO JOSÉ DE 1880 — "A sêca perante a Ciência e a Religião, pelo vigário de Cachoeira". Tip. Constitucional, Fortaleza, Ceará, 30 pp.
- SOUZA, ELOY DE 1906 — "Sêcas do Norte e Cabotagem Nacional", Rio, 74 pp.
- SOUZA, ELOY DE A irrigação na economia geral do Nordeste, "Anais da 1.ª Conferência Algodoeira", São Paulo, 2:109-40.
- SOUZA, ELOY DE 1916 — "A irrigação na economia geral do Nordeste", Rio, 28 pp.
- SOUZA, ELOY DE 1938 — "O Calvário das Sêcas", Imprensa Oficial, Natal, pp. i-ix, 1-207, i-ii.
- SOUZA, ELOY DE Sêcas do Nordeste, "Rev. Inst. Hist. Geográfico Rio Grande Norte", 10.
- SOUZA, J. COLOMBO DE 1944 — A sêca, sua incidência e medidas para minorar seus efeitos. Conceituação. Causas. Ocorrências. Meios de combate à sêca. "Boletim Geográfico, Rio, 2 (14) :181-3.
- SOUZA, J. COLOMBO DE 1950 — O drama do Nordeste (uma sugestão), "Unitário", Fortaleza, 3 dezembro 1950.
- SOUZA, J. COLOMBO DE 1951 — "Recuperação do Nordeste (Uma exigência da defesa nacional)". Fortaleza.
- SOUZA, JOSÉ BONIFÁCIO DE 1949 — O Engenheiro Revy: — Pioneiro da Açudagem no Ceará", "Nordeste Econômico e Financeiro", Fortaleza, 1 (4) :16-9.

- SOUZA, JOSÉ BONIFÁCIO DE 1950 — O Barão de Capanema das sêcas, "Nordeste Econômico e Financeiro", Fortaleza, 2 (5):51-5.
- SOUZA, WILLIAM W. COELHO DE 1935 — Grandioso plano de irrigação no S. Francisco — uma riqueza que se forma em pleno sertão árido de Pernambuco. "O Campo", Rio, 6 (10):53-5.
- STERNBERG, HILGARD O'REILLY 1953 — Aspectos da seca de 1951, no Ceará, "Revista Brasileira de Geografia", Rio de Janeiro, 13 (3): 327-369. Publ. em Separata, em 1953.
- STERNBERG, HILGARD O'REILLY 1952 — Açudes nada resolvem. Inócuos os meios usados para o combate às sêcas. Debatido no Cong. Geográfico de Washington o problema do Nordeste, "Correio do Ceará", 19 agosto 1952.
- STERNBERG, HILGARD O'REILLY 1953 — "A Paisagem Nordestina e o Problema das Sêcas". Palestra realizada na Escola Superior de Guerra, em 20-1-1953.
- STERNBERG, HILGARD O'REILLY 1955 — "A Geografia e o Problema das Sêcas no Nordeste". Conferência realizada no dia 15 agosto 1955, na Escola de Comando e Estado-Maior da Aeronáutica (Ponta do Galeão). Noticiada em "Diário de Notícias", Rio, 12 agosto 1955.
- STUDART (Barão de) 1892 — "A História do Ceará", pp. 417 e seguintes.
- STUDART FILHO, OSWALDO 1946 — A Constituição e o problema econômico do Nordeste. Os serviços agroindustrial e piscicultura, "Diário Assembléia Constituinte", Rio, 4 setembro 1946. "O Estado", Fortaleza, 13 setembro 1946.
- TANNEHILL, IVAN R. 1947 — "Draught — Its causes and its effects". Princeton Univ. Press.
- TAVORA, ADEMAR 1948 — Falta de chuva, "O Povo", Fortaleza, 17 janeiro 1948.
- TAVORA, ADEMAR 1951 — Projeto oportuno, "O Povo", Fortaleza, 16 junho 1951.
- TAVORA, ADEMAR 1952 — A solução definitiva, "O Povo", Fortaleza, 22 março 1952.
- TAVORA, EDILSON DE MELO 1947 — Açudes para o Ceará, "O Povo", Fortaleza, 20 outubro 1947.
- TAVORA, JUAREZ 1955 — Ainda o Nordeste, "Diário de Notícias", Rio, 28 setembro 1955.
- TAVORA, MANUEL DO NASCIMENTO FERNANDES 1948 — Irrigação no Nordeste, "Correio do Ceará", 16 agosto 1948.
- TAVORA, VIRGILIO 1951 — Organização autárquica de Departamento Nacional de Obras Contra as Sêcas, "Diário Congr. Nac.", Rio, 9 junho 1951, pp. 3772-5.
- TEIXEIRA, ADALTO DA SILVA 1938 — Irrigação da Região do São Francisco em Pernambuco, "Boletim da Secretaria de Agricultura, Indústria e Comércio", Recife, 3 (1):24-7.
- TEIXEIRA, ADALTO DA SILVA 1943 — Perfuração de poços (Notas práticas), "Boletim da Secretaria de Agricultura, Indústria e Comércio", Recife, 10 (2):69-73, 3 pls.



- TEIXEIRA, EDGARD F. 1950 — A água na recuperação das terras agrícolas, "O Estado de São Paulo", 4 janeiro 1950.
- TENORIO, IGOR 1951 — Ainda sobre a seca, "J. de Alagoas", Maceió, 12 abril 1951.
- TENORIO, IGOR 1955 — Eletrificação e irrigação. Trabalho apresentado ao Congresso de Salvação do Nordeste, Recife, agosto 1955.
- THEOPHILO, FERNANDO DE OLIVEIRA 1946 — Contas culturais. Bases para orçamento do trabalho agrícola. Publ. n.º 146, Série II, L, do Departamento Nacional de Obras Contra as Secas, pp. 1-93, ilustrado.
- THEOPHILO, RODOLPHO 1883 — "História da seca do Ceará (1877-1880)", Fortaleza, 502 pp. — 2.ª edição, Rio de Janeiro, 436 pp., ilustrado.
- THEOPHILO, RODOLPHO 1901 — "Sêcas do Ceará", Fortaleza.
- THEOPHILO, RODOLPHO 1901 — "Sêcas do Ceará" (Segunda metade deste século XIX) 283 pp.
- THEOPHILO, RODOLPHO 1915 — As manchas do sol e as secas (a causa destas e os meios de atenuar os seus efeitos), "Folha do Povo", n.º 951, de 8 de abril de 1915.
- THEOPHILO, RODOLPHO 1919 — "A seca de 1915", Fortaleza.
- THEOPHILO, RODOLPHO 1922 — "Sêcas do Ceará (Segunda metade do século XIX). Impr. Inglesa, Rio, 264 pp.
- THEOPHILO, RODOLPHO 1922 — "A fome. Cenas da Sêca do Ceará". Impr. Inglesa, Rio, pp. 1-363.
- THEOPHILO, RODOLPHO 1922 — "A Sêca de 1919".
- THEOPHILO, RODOLPHO 1923 — Imprevidência do Norte, "Chácaras e Quintais", São Paulo, 28 (6) :517.
- THILING, WALTER VON 1932 — A açudagem, o único meio de salvar o sertão. "Bol. Secret. Agric. Ind. e Viação", Recife, 1 (1) : 49-50.
- THILING, WALTER VON 1932 — A seca em Pernambuco. "Bol. Secret. Agric., Ind. e Viação", Recife, 1 (2) :142-57.
- TIGRE, CARLOS BASTOS 1947 — A Horticultura nas bacias de irrigação dos postos agrícolas. Departamento Nacional de Obras Contra as Secas, Publ. n.º. (?)
- TIGRE, CARLOS BASTOS 1949 — Barragens subterrâneas e submersas como meio rápido e econômico de armazenamento d'água, "Anais do Instituto do Nordeste", Fortaleza, 1949:13-29.
- TIGRE, CARLOS BASTOS 1951 — Iminência de uma "grande" seca nos Estados do Nordeste (resumo trabalho Dr. J. de Sampaio Ferraz), "Correio do Ceará", 21 março 1951.
- TIGRE, CARLOS BASTOS 1951 — Desapropriação de terras irrigáveis, "Correio do Ceará", 22 junho 1951.
- TIGRE, CARLOS BASTOS 1952 — Barragens subterrâneas e submersas com meio rápido e econômico de armazenamento d'água, "Nordeste Econômico e Financeiro", Fortaleza, 4 (12) :29-44.

- TIGRE, CARLOS BASTOS 1954 — Catecismo do agricultor irrigante, Publ. n.º 155, Série I, A, Departamento Nacional de Obras Contra as Sêcas, pp. 1-77.
- TORREND, CAMILLO & BITANCOURT, AGESILAU 1930 — Prados permanentes para regiões sêcas, "Chácaras e Quintais", São Paulo, 42 (1) :69-71.
- TORREND, CAMILLO & CARVALHO, ORLANDO BARBOSA DE 1922 — Camaratuba — extraordinária forrageira das sêcas. Contemporaneamente vieram à CHÁ. E QUI., as fôlhas da Bahia e as sementes do Piauí, "Chácaras e Quintais", 25 (4) :283-4.
- TRINDADE, JOSÉ AUGUSTO 1933 — Pastos arbóreos para as regiões das sêcas, "Chácaras e Quintais", 47 (4) :445-6.
- TRINDADE, JOSÉ AUGUSTO 1933 — A Agricultura e a Sêca, "Observador Econômico e Financeiro", Rio, 2 (14) :19-27.
- TRINDADE, JOSÉ AUGUSTO 1937 — Os Serviços Agrícolas da Inspetoria de Sêcas, "Nordeste Agrícola", Fortaleza, 2 (5) :119-29; (6/7) :177-85.
- TRINDADE, JOSÉ AUGUSTO 1941 — Os postos agrícolas da Inspetoria Federal de Obras Contra as Sêcas, "Revista do Clube de Engenharia", Rio, 7 (71) :35-44.
- TRINDADE, JOSÉ AUGUSTO 1947 — As sêcas e a irrigação, "Seleções Agrícolas", Rio, 2 (16) : 13-4.
- UNDERLOWN, M. 1910 — A Região semi-árida do Oeste, "Revista Acadêmica Cearense", Fortaleza, 15 :217-24.
- UNESCO "Guia de Instituciones dedicadas a la investigación en las Zonas áridas y semi-áridas del mundo", ("Directory of Institutions engaged in Arid Zones Research"), 110 pp.
- UNITED NATIONS TECHNICAL ASSISTANCE PROGRAMME 1953 — "Economic Development of North-Eaestern Brazil", Restricied ST-TAA-J-BRAZIL-R. 2", New York, pp. i-vi, 1-75. Traduzido para o português pelo Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico, Rio de Janeiro.
- VAGELER, PAULO 1953 — Contribuição para o problema da sêca, "Revista Brasileira de Geografia", Rio, 15 (1) :156-61, 1954, "Boletim Informativo CODEPE", Recife, 1 (3) :8-10.
- VAGELER, PAULO 1953 — Leis fundamentais da produção vegetal. O aumento da produção agrícola depende da mecanização da lavoura, do emprêgo sistemático da adubação e da irrigação, "O Estado de São Paulo", 24 maio 1953.
- VALPASSOS, OSWALDO 1956 — Soluções para o Problema do Norte Através de Providências Recuperadoras. Utilização da hidráulica e açudagem. 2.º de uma série de 4 artigos. "Diário de Notícias", Rio, 8 abril 1956.
- VARGAS, GETULIO 1950 — Discurso pronunciado em Fortaleza. "Jornal da Manhã", Fortaleza, 24 agosto 1950. — Açudes, poços, piscicultura, irrigação.
- VASCONCELLOS, AMARILIO & FOLGLARE, HENRIQUE 1882 — "O prolongamento da estrada de ferro de Baturité e os açudes no Ceará", Fortaleza.

- VASCONCELLOS, NILO C. L. DE 1919 — "O Problema do Nordeste — Seus aspectos físico-socio-políticos", Fortaleza.
- VASCONCELOS, SOBRINHO — "As regiões naturais de Pernambuco. O meio e a civilização". Livraria Freitas Bastos, Rio, pp. 1-219. (Sêcas: 101-15).
- VELHO, REGIS 1920 — Irrigação para o Norte, "Almanaque Agric. Brasil. 1920": 169-70.
- VERISSIMO, GAL. INACIO JOSÉ 1953 — Modificação total dos planos de recuperação do Nordeste. O general Inácio José Verissimo preconiza a criação de um órgão autônomo de planejamento que substitua o *DNOCS*. Resultado da viagem ao Polígono das Sêcas, "Unitário", Fortaleza, 19 maio 1953.
- VERISSIMO, GAL. INACIO JOSÉ 1953 — A Tragédia das sêcas no Nordeste, "Seleções Agrícolas", Rio, 8 (86):85-8.
- VERONA, O. 1953 — Alcuni aspetti biologici dell' irrigazione a pioggia, "Univ. Pisa, Oss. region. Fitopatol.", N.º 292, 30 p., fig., tabl. 3 dlp. h.t. — "Irrigation en pluie provoque un abaissement de la du sol, variant avec la nature de celui-ci. Elle permet auss de maintenir la teneur en eau du sol aux environs de 18-22 % et d'améliorer quantitativement et qualitativement la flore microbienne. Elle permet d'éviter un certain nombre de maladie parasitaires ou cryptogamiques chez les plantes".
- VIANNA, U. 1916 — Poços tubulares na Região Norte-mineira, "Almanaque Agric. Brasil. 1916": 149.
- VIEIRA, FIRMINO RODRIGUES 1891 — "Estudos sobre as sêcas do Brasil". Tip. da "Era Nova", Aracaju, Sergipe, 27 pp.
- VIEIRA, FLAVIO — O Polígono das Sêcas Brasileiras, "Boletim Geográfico", Rio, 9.
- VIEIRA, LUIZ A. DA SILVA 1936 — Um importante depoimento do Eng. Luiz Vieira sobre as atividades da Inspetoria de Sêcas. Resposta ao deputado Plínio Pompeu, "Revista do Clube de Engenharia", Rio, 3 (25):1037-50, 1073.
- VIEIRA, LUIZ A. DA SILVA 1937 — As obras do Nordeste, "Revista do Clube de Engenharia", Rio, 4 (39):1764-5.
- VIEIRA, LUIZ A. DA SILVA 1939 — A rodovia e o combate à sêca no Nordeste. Comunicação ao VII Congresso Nacional de Estradas de Rodagem. Oficinas Gráficas IFOCS, Rio, pp. 1-20, ilustr.
- VIUDAS, A. MURCIA 1953 — "Águas Subterrâneas, Prospeccion y Alumbramiento para Riegos", pp. 1-295. (Livr. Kosmos — Rua do Rosario, 135-7 — Rio, D. F. Cr\$ 100,00).
- VIVEIROS, AMERICO DUARTE DE 1956 — Esboço de um plano para solucionar o problema das sêcas do nordeste brasileiro. "Rev. Clube Eng.", Rio (223) (março): Rio de Janeiro, D. F., 1.º julho 1956.
- VOSS, E. L. 1909 — As chuvas no nordeste do Brasil, "Boletim do Ministério da Indústria, Viação e Obras Públicas", Rio, 1:139-44, 1 mapa.

- WANDERLEY, ALLYRIO MEIRA 1954 — Águas perdidas, "Diário de Pernambuco", 29 outubro 1954.
- WARING, GERALDO A. 1912 — Irrigation in Northeastern Brasil, "Western Engineering", San Francisco, 20 pp. 11ustr.
- WARING, GERALDO A. 1922 — Notas sôbre as medições e descargas de rios. 2.<sup>a</sup> edição. Publ. n.º 16, Série I, D, da Inspeção Federal de Obras Contra as Sêcas, pp. I-VLII, 1-25, 1-16.
- WARING, GERALDO A. 1923 — Supprimento d'água no nordeste do Brasil. Publ. n.º 23, Série I, D, da Inspeção Federal de Obras Contra as Sêcas. 2.<sup>a</sup> edição, pp. I-XLII, 1-78, figs. 1-9, 1 quadro.
- WEBER, O. 1911 — Meteorologia e Climatologia do Estado do Ceará, 1896-1909, Supl. "Boletim Telegráfico", Rio 21: 46 pp., 30 fls.
- WENDT, GERALD 1953 — La ciencia gaña terreno en el desierto, "perspectivas de la UNESCO", Paris (99) (12 junio 1953): 8-10.
- WICAR, EUCLIDES 1955 — Reclamação contra atos do Ministério da Viação desprestigiando o DNOCS, "Correio do Ceará", Fortaleza, 23 abril 1955.
- WILLIAMS, HORACE & CRANDALL, RODERIC 1910 — Carta pluviométrica da região semi-árida do Brasil. Publ. n.º 11, Série I, 6, B, da Inspeção Federal de Obras Contra as Sêcas.
- WILLIAMS, HORACE & CRANDALL, RODERIC 1910 — Mapa Geológico dos Estados do Ceará, Rio Grande do Norte e Paraíba, escala 1:3.000.000, Publ. n.º 7, Série I, G, da Inspeção Federal de Obras Contra as Sêcas.
- WILLIAMS, HORACE & CRANDALL, RODERIC 1910 — Carta hipsométrica da região semi-árida do Brasil. Anexo à Publ. n.º 10, Série I, B, D, da Inspeção Federal de Obras Contra as Sêcas.
- WILLIAMS, HORACE & CRANDALL, RODERIC Chuvas e climatologia das regiões das sêcas, pluviometria do Norte do Brasil e suas relações com a vazão das correntes e com a açudagem. Publ. n.º 10, Série I, B, D, da Inspeção Federal de Obras Contra as Sêcas. (Ainda não foi feita a publicação).
- XAVIER, LAURO P. 1953 — Primeiro viver, depois filosofar, "Correio do Ceará", 3 junho 1953.
- ZARUR, JORGE 1944 — Estudo sôbre as caatingas, "Anais IX do Congresso Brasileiro de Geografia", Rio, 3:70.
- ZEHNTNER, LEO 1914 — Estudo sôbre as maníobas do Estado da Bahia, em relação ao problema das sêcas. Publ. n.º 41, Série I, A, da Inspeção Federal de Obras Contra as Sêcas, pp. 1-113, figs. 1-84.

# NOTÍCIAS DIVERSAS

*“Nesta seção pretendemos reunir notícias sumárias que possam interessar aos técnicos dedicados às especialidades previstas para o campo de atuação do DNOCS. Para tanto pedimos a colaboração indispensável de nossos leitores, principalmente daqueles que se encontrem a frente de serviços de estudos, projetos ou execução de obras deste Departamento, solicitando-lhes que enviem ao “Boletim do DNOCS” informações sobre fatos especiais verificados em seu trabalho diário cuja publicação deva ser feita neste Boletim”.*



## — RODOVIA NORDESTE-BRÁSÍLIA (BR-44A)

A construção da *Rodovia Nordeste-Brásília* foi iniciada em outubro de 1958, com o aproveitamento do trabalho de flagelados existentes no Estado do Ceará e Piauí. Flagelados, foram transportados pelo DNOCS para Barreiras, na Bahia, onde foram abertos outras frentes de serviço. Com o término da seca, em fevereiro de 1959, a obra teve prosseguimento com recursos decorrentes do Decreto n.º 46.388, de 7-7-59, que abriu o crédito de Cr\$ 145.869.000,00.

Em dezembro de 1959, os serviços foram quase que totalmente paralisados, devido à falta de recursos financeiros e a inexistência de créditos. A execução da obra foi reiniciada na segunda quinzena de janeiro de 1960, estando os serviços orientados no sentido de serem intensificados com prioridade, na região do Vale do Paraná.

**CARACTERÍSTICAS DO PROJETO:** A *Rodovia Nordeste-Brásília* foi projetada quase que totalmente através de fotografias aéreas, apanhadas numa faixa que tem o rumo aproximado de 232 graus, partindo-se de Fortaleza.

Verificou-se que uma rodovia lançada nessa faixa atravessa quase que exclusivamente regiões próximas a divisores d'água não encontrando grandes rios, o que evita vultosas despesas com obras d'arte. Também a topografia apresenta condições extremamente favoráveis à construção de uma obra rodoviária com características de primeira classe. Por essa razão, foi possível locar inúmeras tangentes superiores a 50 km e até mesmo uma que chega a atingir 215 km.

Diante das dificuldades encontradas em fotografar impôs-se o lançamento do respectivo projeto sem que se possuísse fotografias aéreas. Os estudos realizados nesse trecho mostravam dois traçados diferentes, sendo um no divisor do Rio São Francisco com o Tocantins, passando por Sítio de Abadia e o outro através do Vale

do Paraná. Apesar do trajeto através desse vale ser mais oneroso, existindo maior número de obras de arte e exigindo um volume de terraplenagem muito superior ao outro traçado, concluiu-se pela conveniência de ser aberto, desde logo, um acesso a essa rica região, que será, futuramente, um dos centros de abastecimento da Capital do País.

Em relação ao projeto de Barreiras ao Nordeste houve certas divergências sobre o traçado que se devia adotar. Alguns técnicos defendiam essa ligação direta a Salvador. A ligação — Salvador-Barreiras — já está construída até à Cidade de Seabra, faltando, entretanto, o trecho de Seabra até à margem direita do Rio São Francisco, região de topografia com características bastante difíceis para lançamento de uma obra de baixo custo. Além disso, seria necessária a construção de uma ponte sobre o Rio São Francisco, cujo orçamento ultrapassará, em muito, uma centena de milhões de cruzeiros.

O traçado escolhido para a obra em questão, de Barreiras ao Nordeste, obedeceu rumo idêntico ao da linha escolhida inicialmente, lançando-se a obra a São Raimundo Nonato, no Piauí, com a extensão de 440 km. Naquele município já existe acesso em condições precárias, em pequenos trechos, porém bastante satisfatório em quase toda a extensão, para todas as capitais do Nordeste brasileiro. De acordo com esse traçado, a Cidade de Fortaleza, que dista de Brasília muito mais que Belém, será ligada à Capital da República com cerca de 400 km menos que a capital do Pará. Essa obra terá razoável tráfego, tão logo seja aberto, pois tornará também o acesso de grande área do Nordeste ao Sul do país menos extenso que através da atual Rio-Bahia (BR-4).

O trecho Barreiras-São Raimundo Nonato não apresenta qualquer obstáculo de difícil transposição, havendo apenas o Rio Prêto, que exigirá a construção



de uma ponte. Entretanto, será vencido, inicialmente, através de um sistema de balsas.

**EXECUÇÃO:** Devido à falta de recursos orçamentários e na dependência da concessão de créditos especiais, o DNOCS procurou orientar a execução da obra no sentido de possibilitar sua entrega ao tráfego, o mais rápido possível. Foram abertas várias frentes de serviço localizadas nos trechos onde o acesso se fazia difícil, havendo o DNOCS providenciado a locação de todo o eixo da rodovia. Paralelamente, foram providenciados o desmatamento e o destocamento, trabalho acompanhado por estradas de serviço.

**TERRAPLENAGEM:** Os serviços de terraplenagem, foram atacados nos trechos pesados, já existindo razoável volume construído. Com um pouco mais de trabalho, todos esses trechos que impossibilitam o tráfego estarão em condições satisfatórias de trânsito. Pode-se calcular, grosseiramente, que um quilômetro de terraplenagem custe, no mínimo, um milhão de cruzeiros. Daí se infere que a Rodovia Nordeste-Brasília requer recursos na ordem de 1 bilhão e 800 milhões de cruzeiros para a conclusão de toda a sua terraplenagem.

A aplicação de apenas Cr\$ 145.869.000,00 com os serviços executados pelos flagelados da seca de 1958, mostrou a conveniência da orientação já referida, estabelecendo-se que os trechos planos não teriam terraplenagem, limitando-se somente à passagem de uma patrol, como primeira etapa. Assim, seria aberto o tráfego, continuando os serviços de terraplenagem desses trechos à medida em que fossem colocados novos recursos à disposição do DNOCS.

**SEGURANÇA DE TRÁFEGO AÉREO:** Ao lado da Rodovia Nordeste-Brasília foram construídos campos-de-pouso para operação de aviões tipo C-47 em pontos convenientemente estudados, estando, no momento, assegurada perfeita segurança de voo. Em São Raimundo Nonato, no Piauí, foi instalado um rádio-farol. Outro já existia em Barreiras. Um sistema de comunicação através de rádio foi também montado nas diversas frentes de serviço, permitindo o contato direto com a Administração Central no Rio de Janeiro.

**ETAPA ORA EM EXECUÇÃO:** O reinício dos trabalhos são orientados de forma a possibilitar a imediata conclusão do trecho Barreiras-Brasília, cuja extensão é de 568 km. Sua construção ficou dividida em três partes. O trecho Formosa-Posse, com 263 km, encontrava-se quase concluído, com 145 km desmatados e destocados. Já existindo pequena terraplenagem realizada, partindo de Formosa. Para esse fim, usou-se patrolha pertencente ao DNOCS. A descida do Vale do Paraná é região de topografia pesada. Exigiu a imediata execução para abertura do tráfego na rodovia e acesso aos trechos em construção. Os trabalhos da referida patrolha já permitiram acesso a essa parte da estrada, possibilitando a imediata intensificação com equipamento pesado. Lançou-se equipamento pesado de companhias particulares na execução desse trecho. Essa rodovia, ao chegar ao Vale do Paraná propriamente dito, não encontra grandes obstáculos a vencer. O terreno é constituído de uma base muito boa, não havendo problemas de revestimento do leito da rodovia, devido à abundância de cascalho.



## — SISTEMA DO PARNAÍBA

### (levantamento aero-fotogramétrico)

Uma das principais preocupações da atual administração do DNOCS, tem sido, sem dúvida, o aproveitamento do Vale do Parnaíba: o estudo das possibilidades de aproveitamento hidrelétrico do grande rio e seus principais afluentes; o estudo das possibilidades de aproveitamento irrigatório da área do vale; a regularização da descarga do rio e a perenização dos seus afluentes maiores; a navegação do canal principal, têm ocupado posição de destaque nos planos de trabalho destes últimos anos no DNOCS.

Após criar a Comissão de Aproveitamento do Rio Parnaíba, a direção do DNOCS como passo inicial para as futuras atividades dos escalões técnicos da Comissão,

contratou a cobertura fotográfica de uma área com cerca de 280.000 km<sup>2</sup>. O contrato respectivo foi firmado em 13 de março de 1957, com a firma especializada Serviços Aerofotogramétricos Cruzeiro do Sul S.A.

Essa firma havia já contratado com o DNOCS a cobertura fotográfica de uma área com cerca de 80.000 km<sup>2</sup> no Estado do Ceará. O serviço foi concluído e entregue em 1959. Durante a execução dos trabalhos a firma contratante ia procedendo a entregas parceladas, à medida que iam progredindo os trabalhos de cobertura fotográfica.

O trabalho de levantamento aerofotográfico é constituído de uma série de operações relativamente com-

plexas. O avião sobrevôa a área a fotografar mantendo-se constantemente a uma certa altura que é determinada em função da distância focal da câmara fotográfica empregada e da escala escolhida para as fotografias. No caso do Parnaíba a aeronave fotografou sempre a uma altura de 3.825 m sobre o nível mé-

ou de particular interesse. Essas câmaras são elétricas e de funcionamento automático. Os filmes empregados são de base topográfica, estáveis, sendo que tanto o seu tratamento e a sua guarda são feitos em laboratórios e ambientes especiais, dotados de controle de umidade e temperatura.

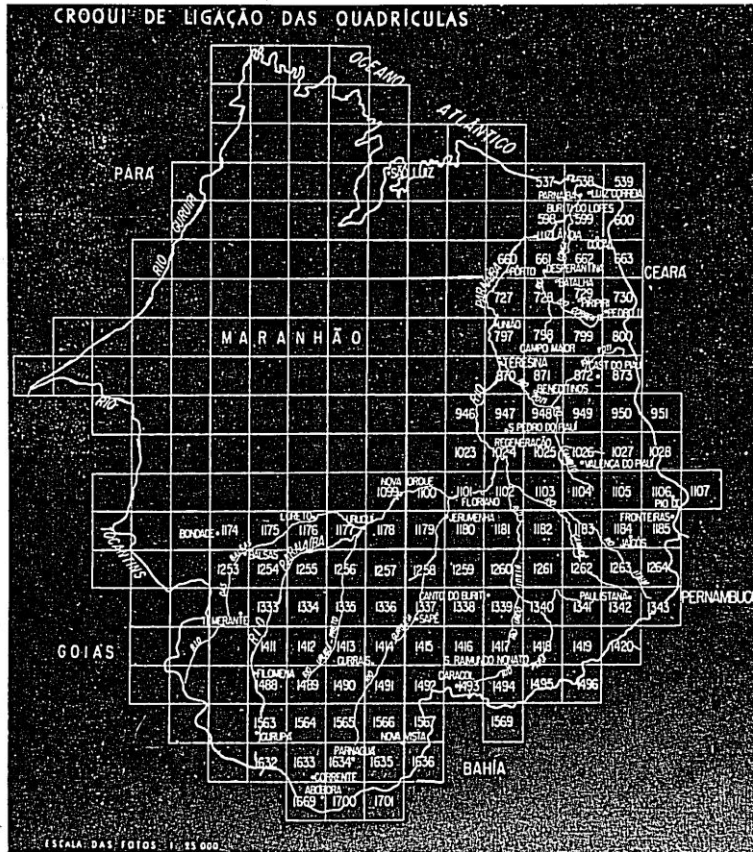


Fig. 1

dio do terreno, a fim de obter fotografias na escala aproximada de 1:25.000. A distância focal da câmara era 153 mm. A escala das fotos é sempre considerada "aproximada" porque conquanto a distância focal da câmara é fixada, o avião sofre variações de altura durante o vôo, motivadas pela sua passagem em camadas atmosféricas de densidades diferentes. Além disso a altura dos aviões é indicada por altímetros barométricos sujeitos a pequenos erros.

As câmaras utilizadas são sempre cartográficas, de precisão, a fim de atender, no futuro, à eventual necessidade de restituição de determinadas áreas de maior

Os vôos fotográficos são feitos em dias de céu azul, isto é, sem nuvens. O período aproveitado é sempre das 9 horas da manhã às 3 horas da tarde, de forma a evitar sombras que impeçam a observação perfeita do terreno fotografado.

As fotos têm formato de 23 x 23 cm, são tomadas em faixas e com uma superposição longitudinal de 60%. Isto permite a observação do terreno em modelos tridimensionais (estereoscopia). Por sua vez as faixas guardam entre si recobrimentos laterais de cerca de 25%, com o que se assegura a continuidade do terreno fotografado.

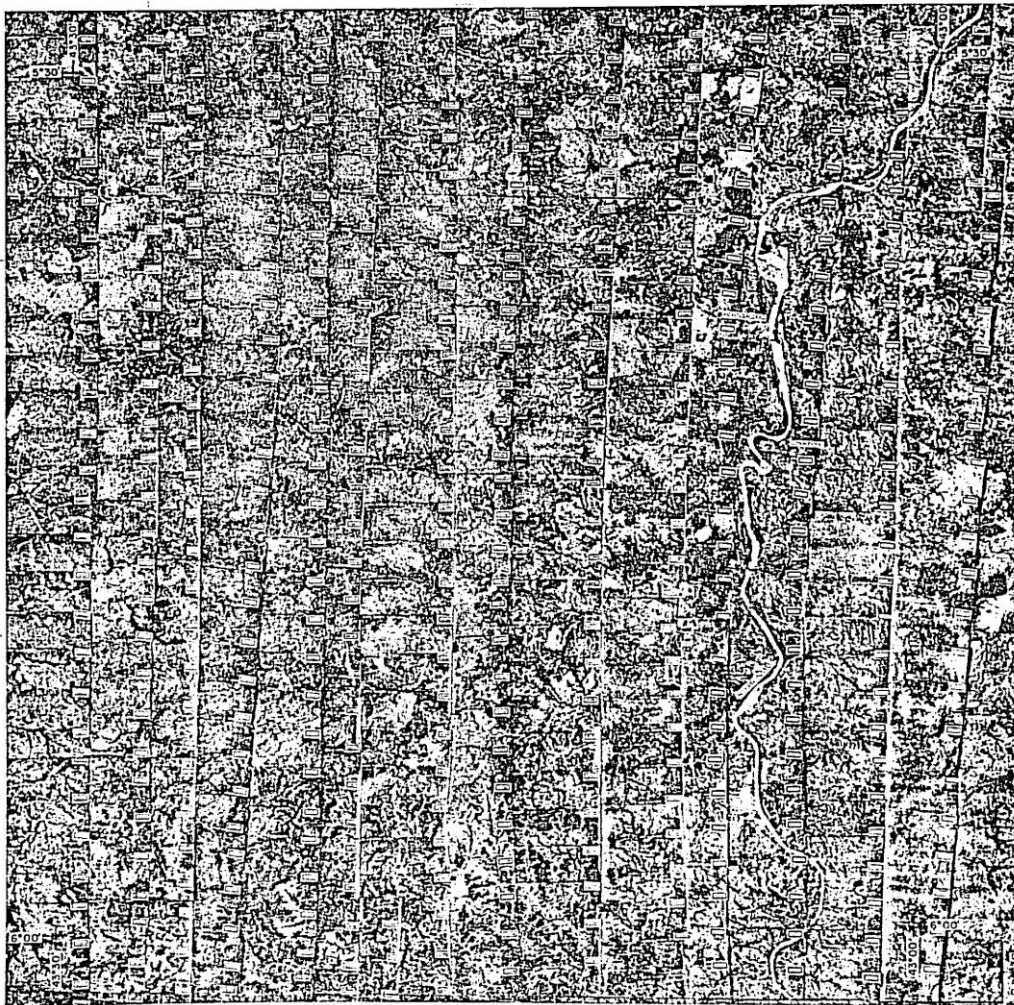
No levantamento aerofotográfico do Rio Parnaíba foram gastas 800 horas de voo (fotográficos e de tentativas). Consumiram-se 10,5 km de filme fotográfico e foram batidas 45.000 fotografias diferentes! A área total fotografada foi de cerca de 300.000 km<sup>2</sup>.

A forma de apresentar um trabalho dessa natureza e extensão constitui também uma tarefa especial. A Cruzeiro apresentou a cobertura fotográfica, dividindo a área coberta em quadriculas de meio grau de lado (0° 30' x 0° 30'), conforme o esquema da *fig. 1*.

Cada uma dessas quadriculas de fotoíndice se constitui numa unidade de entrega. Sua escala é de aproximadamente 1:100.000 (redução a 1/4 das fotos originais) e são apresentadas em folhas de formato 70 x 70 cm acondicionadas em alburnos especiais. As folhas de fotoíndice levam indicação das suas coordenadas limites bem como identificação das principais cidades, vilas, rios e outros dados toponímicos de interesse.

Dessa forma pode o técnico interessado em determinado trecho de rio ou área identificar em poucos

Fig. 2 — Folha de Fotoíndice

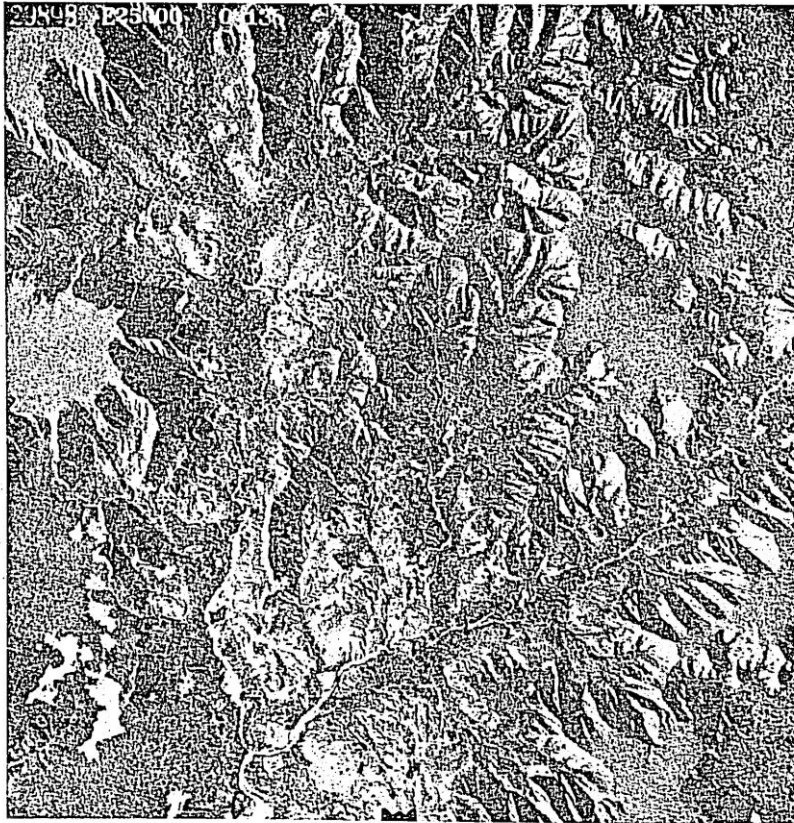


segundos exatamente quais as fotos que lhe interessam e apanhá-las imediatamente no arquivo correspondente. Tal fato se torna grandemente importante quando se recorda que a Bacia do Parnaíba é abrangida por mais de 40.000 fotografias.

A utilização desse material por técnicos no assunto possibilita um sem número de estudos e projetos no campo da hidrologia, solos, botânica geral, engenharia rodoviária e ferroviária, lançamento de dutos, linhas de transmissão etc.

cas, mercê da grande facilidade de refazer os trechos anteriores uma dada passagem é ou deve ser abandonada.

Deve ainda fazer menção que o sigilo, proporcionado pelo método, evita especulações locais em torno dos terrenos a serem beneficiados pela nova ligação. Essas e muitas outras práticas poderão ser auxiliadas pela utilização de aerofotografias. Planejamento, execução, fiscalização e controle remoto dos trabalhos em andamento, no campo e no escritório, vêm fornecendo cada



Fotografia Aérea (Piauí)

Da mera observação estereoscópica das fotografias o engenheiro rodoviário, por exemplo, consegue identificar as melhores passagens para uma estrada, ao longo da diretriz ideal. Um reconhecimento assim realizado nos dá, além da grande rapidez de execução, a certeza de que nenhuma passagem favorável pode ser omitida na análise, em virtude da grande área que se pode pesquisar. Por outro lado, a linha terá sempre um aspecto geral bem adaptado às condições orográficas

vêz mais elementos subsidiários para a solução de inúmeros problemas seja de ordem técnico-executiva, seja no âmbito das pesquisas geoeconômicas, em grande ou pequena escala.

O reconhecimento da ligação Rodoviária Nordeste-Brasília (BR-44A) já foi realizado segundo essa moderna técnica. Também o foram o estudo de outras ligações que o DNOCS está promovendo.





## — O LEITE DA CABRA É BEM APROVEITADO NA HOLANDA

HAIA, junho (S.H.I.) — A criação de cabras é considerado, por muita gente, mais como um passatempo do que propriamente como uma indústria. No entanto, as cabras podem produzir quantidades de leite de boa qualidade, como revelam, claramente, os dados relativos à produção de leite na Holanda, em 1955. Naquele ano, as cabras registradas da Holanda produziram, em 293 dias, uma quantidade média de 803 litros de leite com um teor de manteiga de 3,85, ou

seja de 2,5 a 3 litros por dia. Há cabras, contudo, que produzem quantidades de leite muito maiores. Uma cabra da Zelândia, com 9 anos, foi que bateu o recorde, produzindo cerca de 5 litros por dia, com um teor de manteiga de 4,46 ou 1.760 litros por ano. Uma cabra de quatro anos da Província de Gueldria produziu 1.638 litros e uma cabra com um ano apenas, da Holanda Meridional, produziu 1.258 litros, com um teor de manteiga de 4,84.



## — NOTAS QUE TRANSCREVEMOS:

### SIDERURGIA DO RIO BALSAS

Procurando desenvolver sua produção siderúrgica o México projeta instalar uma usina para 300.000 t anuais de produtos acabados visando atender as necessidades de sua indústria no que concerne a lingotes de aço, e consequentemente libertar seu comércio exterior, do onus de sua importação. É o que noticia a *Revista CIC*, órgão do Colégio dos Engenheiros Civis do México em seu n.º 94 de outubro de 1959, em trabalho publicado em três capítulos.

No *Capítulo I*, apresenta os antecedentes de ordem político-administrativa que concluíram pela fixação do plano siderúrgico do Baixo Balsas, na costa do Pacífico. Foi criada a "Comisión del Tepalcatepec", que acessoriada pela Empresa Krupp, cuidou da organização do respectivo projeto.

No *Capítulo II*, é feita análise do mercado mexicano. Verifica-se que apesar do consumo "per capita", de lingotes de aço ter progredido de 13,3 kg em 1959, para 38,4 kg em 1955, tendo passado pelo máximo 42,2 kg em 1951 quando houve um aumento acentuado da importação. O déficit da produção mexicana em 1955, foi da ordem de 55% de sua produção ou sejam 400.310 t para 727.350 t saídas de suas usinas.

Pelos projetos em andamento exceto, o do Baixo Balsas, espera o México elevar sua produção em 1960 a 1.953.300 t.

O *Capítulo III*, mostra as possibilidades de matéria prima. As reservas de minério de ferro conhecidas, são estimadas em 500 milhões de toneladas.

O coque de Coahuila ou de San Marcial, garante o empreendimento. Somente em San Marcial pode explorar-se comercialmente mais de 10 milhões de toneladas.

Em "Las Playas de Enenedio" calcula-se existir mais de 20 milhões de toneladas de calcário.

"El Ocotito, Gro" poderá fornecer dolomita. San Luis Potosi, Coahuila y Guerrero darão fluorita e Axtlan propiciará magnésio.

O *Capítulo IV*, trata da energia elétrica.

"O projeto siderúrgico do Rio Balsas, em sua segunda etapa de produção que será de 500.000 t anuais

de produtos acabados, requer, de acordo com os estudos da Krupp, um consumo anual de 1.770 milhões de kwh de energia elétrica, com demandas máximas de 300.000 kwh. Esta energia será fornecida pela hidrelétrica de Morcelos do Sistema do Baixo Balsas.

O projeto, no qual colaborara a Comissão Federal de Eletricidade e a Secretaria de Recursos Hidráulicos, consiste principalmente de uma barragem com a altura máxima de 140 m, que formará um amplo lago regularizador das vazões do Rio Balsas, permitindo utilizar seu caudal na geração de energia elétrica.

A barragem, vertedor, casa de máquinas e demais obras acessórias, estão localadas no sítio do "Cañón del Balsas", denominado "La Pitiera", a 18°16' de latitude norte e 101°53' de longitude oeste, referido ao meridiano de Greenwich.

As obras se encontram aproximadamente a 70 km da foz do Balsas no Oceano Pacífico.

A obra de desvio, com capacidade de 500 m<sup>3</sup>/seg, está projetada com túnel revestido com concreto, que será utilizada posteriormente para condução sob pressão.

A barragem concretada em arco, terá uma altura máxima de 144,0, inclusive fundação, e um volume aproximado de 500.000 m<sup>3</sup>.

O vertedor previsto na ombreira esquerda, para uma vazão máxima de 10.450 m<sup>3</sup>/seg, com três entradas frontais de crista reta, descarregando em igual número de túneis, de 13 m de diâmetro, revestidos de concreto. Os túneis do vertedor atravessam o Espigão de "La Iguana" e descarregam no leito do rio a cerca de 900 m da casa de máquinas. Cada entrada é provida de comporta radial.

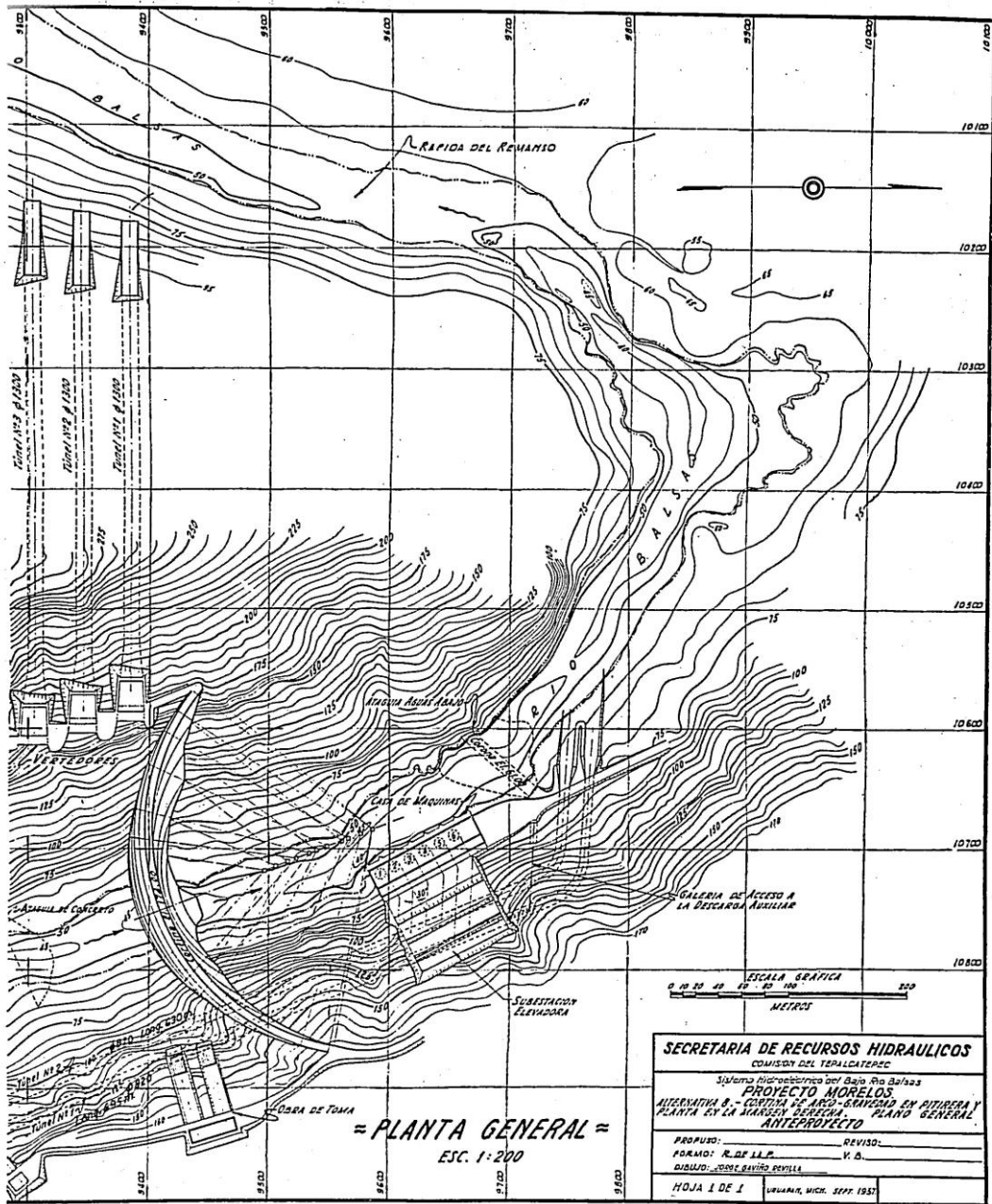
A tomada d'água situar-se-á na ombreira direita, com capacidade máxima de 600 m<sup>3</sup>/seg. A admissão está provida de comportas rodantes, operadas de uma plataforma.

A união da casa de máquinas com os túneis será realizada com tubos de aço.

A casa de máquinas alojará 6 unidades geradoras de 60.000 kw, acopladas a turbinas Francis de eixo vertical. Com o gasto médio de 310 m<sup>3</sup>/seg e uma carga média de 100,0 m, poder-se-á obter 2.000 kwh.

O custo da obra está orçado em \$ 585.140.900,00, assim discriminados:









REPRESAMENTO:

Desvio e controle do rio durante a construção .....	\$35.224.800,00
barragem .....	122.100.000,00
tomada .....	9.951.000,00
vertedor .....	66.033.700,00
escavação no leito do rio .....	2.654.000,00
acampamento .....	1.000.000,00
Entradas de acesso .....	9.000.000,00
Indenizações .....	10.000.030,00
Soma .....	260.889.200,00
Supervisão técnica 5% .....	13.077.900,00
Eventuais 7% .....	18.262.200,00
	\$292.195.900,00
<b>Usina e transmissão:</b>	
Condução a pressão .....	27.149.100,00
Casa de máquinas .....	21.148.000,00
Equipamento da casa de máquinas .....	99.823.000,00
Equipamento subestação elevadora .....	41.710.030,00
Equipamento da subestação redutora .....	40.048.000,00
Linha de transmissão a «Las Truchas» .....	31.680.000,00
Soma .....	261.588.100,00
Supervisão técnica 5% .....	13.077.900,00
Eventuais 7% .....	18.309.000,00
	292.945.000,00

O kwh, posto na Usina Siderúrgica deverá ser \$0,037.

Previu-se, igualmente, a construção de uma hidrelétrica a 55 km abaixo da barragem anterior no Bogueirão "La Villita", que permitirá custo notavelmente baixo do kwh instalado. Poderá produzir 120.000 kw, com uma potência instalada de 180.000 kw. Sua barragem poderá servir para transposição do Rio Balsas pela Estrada de Ferro Uruapan-Zihutarujo e pela rodovia costeira do Pacífico. Os canais para irrigação das zonas de Michoacán e Guerrero, se reduzirão no equivalente à distância que existe entre Morelos e La Villita. Facilitará a eletrificação das zonas costeiras antes mencionadas, por requerer menor linha de transmissão.

Para as obras de concreto do Projeto da Siderúrgica do Rio Balsas, foi prevista a instalação de uma fábrica de cimento para 200 t diárias de produção.

Após a conclusão do projeto a fábrica abastecerá a região.

**A RIQUEZA PECUÁRIA (Carta Mensal - novembro - 1959 - ano V - n.º 56) (tópicos da conferência pronunciada em reunião do Conselho Técnico da Confederação Nacional do Comércio pelo Conselheiro Agostinho Monteiro).**

"Somam os rebanhos brasileiros, no momento, 147 milhões de cabeças, assim especificadas:

Bovinos .....	71.420.000
Suínos .....	45.262.000
Ovinos .....	20.164.000
Caprinos .....	10.194.000

FONTE: S.E.P. do Ministério da Agricultura (1958).

Os órgãos governamentais estimam em 302 bilhões e 927 milhões de cruzeiros o valor desses rebanhos.

Nas operações comerciais normais somente o rebanho bovino, de 71 milhões, pode ser avaliado em 300 bilhões de cruzeiros.

Entre os criadores de bovinos, ocupamos o 4.º lugar, superados apenas pela Índia, Estados Unidos e Rússia. Entretanto, se numericamente estamos neste posto, no que diz respeito à função dos rebanhos, aquela de propiciar proteínas animais imprescindíveis à alimentação humana, exponencial é a nossa posição pois é conhecida a insuficiência dos rebanhos desses países na alimentação de suas próprias populações.

O quadro que organizamos, baseado em números da F.A.O. ressalta a ímpar situação do rebanho brasileiro:

Países	População	Rebanho bovino
Índia ....	392.440.000	158.803.000
EE. UU. ...	171.229.000	94.800.000
Rússia ...	200.200.000	70.430.000
Brasil ....	63.103.000	71.450.000

"O levantamento dos rebanhos bovinos de 21 nações, principais produtoras de carne, pela F.A.O. — Anuário de Produção, 1958 — que transcrevemos, comprova a carência de proteínas animais no mundo em fome.

Principais Produtoras	Em 1.000 cabeças
Índia .....	158.651
Estados Unidos .....	94.802
Rússia .....	70.431
BRASIL .....	66.495
Argentina .....	44.203
Paquistão .....	31.070

França .....	17.693
Austrália .....	17.257
Alemanha .....	15.533
Colômbia .....	13.390
Turquia .....	11.546
Reino Unido .....	10.881
Canadá .....	10.387
Itália .....	8.479
Polônia .....	8.265
Uruguai .....	7.433
Venezuela .....	7.162
Sudão .....	7.077
Tanganica .....	7.060
Quênia .....	7.003
Nova Zelândia .....	5.809

FONTE: Anuário de Produção 1958 — F.A.O.

Dos quatro maiores rebanhos, somente o do Brasil pode oferecer carnes às populações de outros países, em particular, aos da Europa Ocidental. Nem mesmo nos Estados Unidos será possível fazê-lo, apesar da técnica excepcional de criatório que lhe permite um desfrute médio anual de 37,7%, aumentado para 42,1% em 1956, superior ao obtido na Argentina, 31,0% e o usufruído no Uruguai, que vive da pecuária, pois 2/3 da sua renda cambial dela promanam".

"No momento, são considerados exportadores de carnes: Argentina, Uruguai e Brasil, na América; a África do Sul; a Austrália e a Nova Zelândia na Oceania, informa o Yearbook of Food and Agricultural Statistics — 1957 — Volume XI — Parte I, ao enumerar os rebanhos bovino, suíno e ovino desses países;

Países	Rebanhos existentes — 1955 — 1956		
	Bovinos	Suínos	Ovinos
Austrália .....	16.457.000	1.166.000	139.124.000
Argentina .....	45.396.000	3.858.000	43.867.000
Nova Zelândia ..	5.924.000	689.000	40.255.000
Uruguai .....	7.305.000	381.000	22.954.000
África do Sul ..	11.709.000	491.000	37.142.000
BRASIL .....	63.608.000	38.606.000	18.484.000

"Todos os exportadores de carnes têm rebanhos numericamente inferiores ao nosso. Entretanto a exploração técnica propicia-lhes bem maior rendimento. Vale registrar as percentagens anuais de abate, das quais se infere promissor o futuro da nossa pecuária.

**Média de abate no último quinquênio:**

Nova Zelândia .....	38 %
Argentina .....	31,1%
Austrália .....	28 %
Uruguai .....	17 %
África do Sul .....	16,6%
BRASIL .....	10,9%

As experiências do cultivo de forragens no Brasil Central permitem asseverar que, em menos de um decênio poderemos participar de um mercado de demanda certo e ávido, pois os estudos sobre a alimentação, promovidos pelos especializados órgãos internacionais registram a deficiência de proteínas animais.

Os pastos naturais do país suportam 2 animais por alqueire. As invernadas formadas com colônia, jaraguá e leguminosas, entretanto, podem alimentar até 10<sup>7</sup>.

**BRASIL CENTRAL**

Abrange os Estados do Paraná, São Paulo, Mato Grosso, Goiás, Minas Gerais, Rio de Janeiro, Espírito Santo e Distrito Federal, ocupando uma área global de 3.244.428 km<sup>2</sup>.

Em 1958 o rebanho bovino somava 46.531.000 cabeças, tendo havido um acréscimo sobre o ano anterior de 2.381.000 animais.

Nesta região se encontra 65,5% do rebanho bovino nacional. Os rebanhos de suínos somavam no ano findo 24 milhões 527 mil cabeças representativas de 57,5% dos existentes no país. 1 milhão e 800 mil caprinos, 17% do total nacional, e, 1.552.000, 5,6% de ovinos, povoam a região".

**REGIÃO SUL**

A Região Sul é constituída pelos Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina e possui os seguintes efetivos pastoris, distribuídos na área de 377.278 km<sup>2</sup>.

Bovinos .....	10.981	cabeças
Suínos .....	10.506	>
Ovinos .....	12.776	>
Caprinos .....	319	>

**REGIÃO NORTE**

Compõem-na os Estados do Pará e do Amazonas e os Territórios do Amapá, do Rio Branco e do Acre, com uma superfície de 3.332.000 km<sup>2</sup>. Pequeno é o rebanho:

Bovinos .....	1.206.000	cabeças
Suínos .....	861.000	>
Ovinos .....	80.000	>
Caprinos .....	73.000	>

**REGIÃO NORDESTE**

Os Estados da Bahia, Sergipe, Alagoas, Pernambuco, Paraíba, Rio Grande do Norte, Ceará, Piauí e o Maranhão constituem esta região com 1.555.130 km<sup>2</sup>. Povoada por 12 milhões e 685 mil bovinos, 9 milhões e 943 mil suínos; 6 milhões e 355 mil carneiros e um

rebanho de quase 9 milhões de caprinos, o maior do país e do continente sul-americano, os rebanhos nordestinos não respondem pela alimentação das populações. A relação bovino-habitante é de 0:62. É o Nordeste o consumidor do charque gaúcho e do Brasil Central, e, nos últimos tempos, o da Bahia, cujo rebanho de 5 milhões 588 mil cabeças apresenta cruzamento bem acentuado com os zebus das raças Nelore, Guzerath e Gyr. Com a tradicional feira de gado na Cidade Feira de Santana, competem hoje os criadores de Ilhéus. Em sociedade semi-estatal promovem, no momento, a construção de dois matadouros-frigoríficos.

No Nordeste, somente a pecuária da Bahia e a do Maranhão e Piauí apresentam maiores possibilidades de desenvolvimento. Apesar das secas, o índice de bovinos por km<sup>2</sup> é um tanto elevado.

Os campos de Sergipe se aproximam da saturação com 24,6 por km<sup>2</sup>, seguidos por Alagoas com 18,5, Paraíba 13, Rio Grande do Norte e Ceará 11 e Pernambuco 10,9.

Esses índices são mais baixos na Bahia, no Piauí e Maranhão, respectivamente com 9,5 — 5,25 e 3,9.

O rebanho caprino do Nordeste, auxilia a alimentação das populações sertanejas. As tradicionais correntes de gado do Norte de Goiás e do Norte de Minas Gerais ainda caminham para centros de maior densidade populacional nos Estados Nordesteiros. Como se observa no mapa, o sueste baiano, cuja topografia e clima são favoráveis ao criatório, encaminha suas boiadas para o Sul do país.

**POLÍTICA DA INDUSTRIALIZAÇÃO**

A industrialização do boi foi iniciada na primeira guerra mundial. Até então, os excedentes eram charqueados no Sul. O produto tinha o nome de carne do Sul ou de carne grossa ou jabá, no extremo Norte; e no Nordeste, os hábitos locais criaram um outro tipo, a carne de sol ou de vento, como é conhecida e apreciada no Ceará, Paraíba, Rio Grande do Norte e Pernambuco."

"A rede de entrepostos frigoríficos é hoje imperativa. As disponibilidades de câmaras frigoríficas no país não atingem a 100 mil toneladas. As mais importantes somam apenas 76.803 toneladas, e estão assim distribuídas por Estados: — No Estado do Pará (Belém) 87 toneladas; Maranhão (S. Luiz) 110 toneladas; Ceará (Fortaleza) 30 toneladas; Bahia (Salvador) 110 toneladas; Minas Gerais, 325 toneladas e, em breve, mais 11.000 toneladas, do matadouro-frigorífico "Frimisa"; Rio de Janeiro, 1.976 toneladas; Distrito Federal 32.300 toneladas; porém, o frigorífico SEIPAN com a capacidade nominal de 14 mil toneladas está obsoleto. Necessita ser reformado para recompor 10 mil toneladas de capacidade efetiva — informa o programa de metas do Governo, tomo III, pág. 52. São Paulo tem 23.107 toneladas distribuídas pelos matadouros frigoríficos e, ultimamente, o pertencente à Companhia de Ar Frio com 6 mil toneladas; Paraná 2.000 toneladas e Santa Catarina 1.000; No Rio Grande do Sul, as câmaras dos grandes estabelecimentos armazenam 15.450 toneladas e podem arcar com a exportação das carnes gaúchas. Só os frigoríficos de Livramento, Tupancreretá, Rosário do Sul, Rio Grande, Pelotas e Canoas podem frigorificar 8 mil cabeças. Na Cidade do Rio Grande existem câmaras frias com a capacidade de 794 toneladas, para a conserva do pescado.

No plano de metas do Governo atual a construção de armazéns frigoríficos obedece a prioridades, como se vê no quadro que trasladamos, do tomo III, pág. 56.



## CONSTRUÇÃO DE ARMAZÉNS-FRIGORÍFICOS

PRIORIDADE LOCALIZAÇÃO	CAPACIDADE EM TON.	INVESTIMENTOS EM Cr\$ 1.000,00
<b>Prioridade I</b>		
R. Grande .....	10.000	200
Póris Alegre .....	5.000	100
<b>Prioridade II</b>		
Salvador .....	2.500	50
Recife .....	2.500	50
São Paulo .....	6.000	120
Rio (Reconstrução) .....	10.000	200
Outros .....	3.000	60
<b>TOTAL .....</b>	<b>45.000</b>	<b>900</b>

## POLÍTICA DE COMERCIALIZAÇÃO

A comercialização das carnes é assunto de controvérsia entre técnicos e economistas. Há os que não admitem a exportação das carnes brasileiras e os que a consideram necessária. Os primeiros acham-na prejudicial, os outros alinham as exportações iniciadas em 1924 e mantidas até hoje em maior ou menor volume apesar das proibições e liberações dos governos".

"Em 1942 foi exportada a maior quantidade — 72.432 toneladas — e nesse mesmo ano, saíram, em carnes frigorificadas, 57.837 toneladas. No 1.º semestre de 1959, foram despachadas 5 mil 559 toneladas de

enlatados e 6 mil 264 de carne curada em barris.

As exportações não pesaram no rebanho nacional, que continua em ascensão, apesar de sangrias maciças como as exportações de 1930 — 118 mil e 800 toneladas e a de 1940, de 150 mil e 159. A média anual do período 1931/1939 foi de 70 mil toneladas.

Em 1941 e 1942, as demandas se expressaram e efetivaram respectivamente, em 109.678 e 130 mil e 269 toneladas. No decênio 1940/50, as saídas dos vários tipos de carnes se processaram na média anual de 66 mil e 900 toneladas. Essas 66 mil toneladas representam o abate de 330 mil cabeças, que tomando por média 200 quilos por unidade, em matança de mais de 6 milhões, representam menos de 5%. E o rebanho nacional não paralisou nem regrediu, pelo contrário, vem aumentando. É o Anuário Estatístico Agrícola e Alimentar da F.A.O., 1957 que comprova o asseverado:

## CRESCIMENTO DO REBANHO BOVINO

ANO	1.000 CABEÇAS
1939	40.745
1947/48	52.265
1950/51	52.655
1951/52	53.613
52/53	55.854
53/54	57.626
54/55	61.442
55/56	63.608
56/57	66.695
1957	69.695
1958	71.450

Complementamos o quadro da F.A.O. com os anos de 1956, 1957 e 1958, servindo-nos dos elementos fornecidos pelo Serviço de Estatística da Produção do Ministério da Agricultura".

## ASPECTOS DA LAVRA DO PETRÓLEO NO BRASIL (Conjuntura e Desenvolvimento - n.º 12 ano III - dezembro de 1959).

"Conquanto seja ainda muito recente a instalação, no Brasil, da indústria petrolífera, é verdadeiramente auspicioso o ritmo de crescimento registrado em todos os setores componentes dessa atividade industrial em nosso país.

Um rápido exame das cifras divulgadas nas principais revistas especializadas, tais como "World Petroleum", "World Oil" e outras, mostra-nos que, no tocante a produção de óleo bruto, num grupo de 34 países principais produtores, o Brasil já aparece detendo o décimo-nono lugar (posição em maio de 1959), conforme indica o QUADRO I. Também no que se refere ao refino do petróleo, o país se enquadrava entre os vinte cinco que dispunham de maior capacidade de refinação; isto em julho de 1958, quando as refinarias nacionais podiam refinar cerca de 136 mil barris por dia calendário. Hoje, tais unidades industriais estão processando uns 160 mil barris diários (157,3 mil em agosto último)".

## A LAVRA DO PETRÓLEO BRASILEIRO

"Embora date de 1939 o reconhecimento oficial da existência do óleo em nosso sub-solo, pode-se dizer que os trabalhos de pesquisa e lavra em caráter sistemático só tiveram início a partir de julho de 1954, sob a égide da Petróleo Brasileiro S. A. Com efeito, entre aquela primeira data e a entrada em funcionamento da referida empresa, foram perfurados em todo o território nacional, cerca de 333 mil metros, ou seja, uma média de 22 mil metros por ano (período 1939/1954). Em

contrapartida, nos cinco últimos anos foram perfurados uns 700 mil metros — cerca de 140 mil metros anuais".

"O esforço da empresa para se equipar do pessoal técnico, determinou que o número de equipes já em plena atividade nas operações de pesquisa e lavra, passasse de 15 equipes de geologia e geofísica (7 de geologia, 6 sísmica e 2 de gravimetria) para 41, sendo 13 de geologia, 16 de sísmica e 12 de gravimetria".

"Segundo o Geólogo Gerson Fernandes, há, no Brasil, três bacias Paleozóicas: a Sul, a do Maranhão-Piauí e a do Amazonas, cuja área se estende por uns 3 milhões de km<sup>2</sup>. Temos mais duas bacias sedimentares Cretáceas: Recôncavo baiano e a de Alagoas-Sergipe. É precisamente nessas áreas que estão sendo realizadas as tarefas de pesquisas e lavra, sendo que até o presente apenas a área do Recôncavo é a que está produzindo em condições indiscutivelmente econômicas no país.

Há uma série de problemas que entravam a marcha da exploração das bacias paleozóicas em nosso país, conforme esclarece o aludido técnico. "Os sedimentos paleozóicos no Brasil foram cortados por intrusivas basálticas, as quais, na Bacia do Paraná, por exemplo, deixaram uma cobertura imensa de basalto de São Paulo ao Rio Grande do Sul, cobrindo mais de 80% da área sedimentar do Sul do Brasil". Por sua vez, a área amazônica é coberta por espesso manto de sedimentos pouco consolidados. Essas dificuldades geram condições dificilmente transponíveis na resolução das estruturas petrolíferas".

I — PRODUÇÃO MUNDIAL DE PETRÓLEO BRUTO — 1955/1959

PAÍSES	PRODUÇÃO MÉDIA DIÁRIA (milhões de barris)						
	1955	1956	1957	1958	1959		
					Março	Abril	Maio
ESTADOS UNIDOS .....	6.807	7.151	7.170	6.707	7.188	7.256	7.220
VENEZUELA .....	2.157	2.457	2.779	2.604	2.960	2.691	2.569
RÚSSIA .....	1.418	1.561	1.935	2.239	2.420	2.490	2.490
KUWAIT .....	1.092	1.093	1.140	1.397	1.364	1.588	1.440
ARÁBIA SAUDITA .....	995	986	992	1.015	1.160	1.043	1.050
IRÃ .....	329	542	720	826	977	871	983
IRAQUE .....	688	638	446	741	792	811	804
CANADÁ .....	355	463	498	453	500	441	440
INDONÉSIA .....	239	256	313	327	340	350	340
MÉXICO .....	250	257	242	253	270	270	270
RUMÂNIA .....	216	222	235	240	235	235	235
KATAR .....	115	124	139	178	178	170	169
COLÔMBIA .....	111	121	126	127	138	147	137
ARGENTINA .....	84	87	93	94	127	119	119
TRINIDAD .....	68	79	93	101	110	109	109
BORNÉO BRITÂNICO .....	109	116	117	104	107	107	107
ZONA NEUTRA DE KUWAIT .....	24	32	64	80	111	111	111
ALEMANHA OCIDENTAL .....	61	68	78	86	95	99	99
B R A S I L .....	6	11	28	52	53	67	66
EGITO .....	35	33	44	60	60	59	57
PERU .....	47	50	53	52	49	47	48
ÁUSTRIA .....	68	64	60	54	45	46	46
BAHRAIN .....	30	30	32	41	45	45	45
HOLANDA .....	20	21	29	30	33	33	33
FRANÇA .....	17	25	28	27	29	30	30
ITÁLIA E SICÍLIA .....	6,9	13,2	25,5	32,0	32,9	31,0	31,0
CHILE .....	7,0	9,7	12,0	15,3	51,7	17,1	17,1
BOLÍVIA .....	7,4	8,7	9,5	9,5	9,1	8,6	8,6
IUGOSLÁVIA .....	5,6	5,8	7,8	9,0	10,7	11,8	11,8
ÍNDIA .....	6,9	7,9	8,8	9,7	8,5	8,5	8,5
EQUADOR .....	9,7	9,3	8,8	8,6	8,1	8,1	8,1
JAPÃO .....	6,1	5,9	6,2	7,1	7,3	6,7	6,7
PAQUISTÃO .....	5,7	5,8	5,9	5,9	5,9	5,9	5,9
NOVA GUINÉ .....	9,3	7,2	6,2	3,8	5,1	4,4	4,4
OUTROS .....	52	111	68	114	114	100	108
TOTAL MUNDIAL .....	15.458	16.672	17.616	18.103	19.603	19.437	19.227

Fontes: Médias anuais, «World Oil»; médias mensais, «Petróleo Interamericano».

Nota: Os dados referentes ao BRASIL foram corrigidos.

"Essas condições difíceis, todavia, inexistem, praticamente, nas áreas do Recôncavo Baiano e de Alagoas-Sergipe. Nesta última, os resultados conseguidos são os mais promissores, e os poços pioneiros ali localizados, vêm respondendo satisfatoriamente às provas a que até agora foram submetidos".

Segundo as últimas cifras divulgadas, até 31 de outubro último estavam terminados, em todo o território nacional, 939 poços, dos quais 555 produtores de óleo, 40 de gás e 14 para injeção de gás, enquanto 330 se revelaram secos. Como se vê, 63% dos poços concluídos se mostraram produtivos, o que, aliás, constitui um índice excepcional.

Daqueles 939 poços, 806 se localizam no Recôncavo Baiano. Desses, 75% foram terminados com sucesso, produzindo óleo ou gás. O QUADRO II indica a evolução da perfuração nas diversas Unidades da Federação, apresentando, igualmente, alguns resultados obtidos.

Note-se que entre esses países há alguns, como a França, Itália, Holanda e Áustria que, além da tradição no campo de pesquisa e lavra do petróleo, contam com uma produção interna dos principais equipamentos para essas atividades, enquanto o Brasil ainda os tem de importar.

Assinala-se, por outro lado, que a maior parte dos países que atingiram ou ultrapassaram nossos atuais níveis de produção, o fizeram em prazos superiores aos dezoito anos de experiência nacional (1939-1959, com especial ênfase a partir de 1954). Quanto à Argentina, o terceiro produtor da América do Sul, apenas depois de 22 anos de iniciada sua produção logrou alcançar o nível de 10 milhões de barris anuais, cifrando-se, atualmente, após 48 anos de atividade, em uns 120 mil barris diários. O Canadá — no presente o oitavo produtor do mundo —, que começou sua indústria extrativa de petróleo em 1958, levou um tempo essencialmente maior para alcançar e ultrapassar nossa produção atual".

II — PERFURAÇÃO-TOTAL DE POÇOS TERMINADOS DESDE 1939, SEGUNDO UNIDADES DA FEDERAÇÃO

PERÍODO	ACRE	AMAZONAS		PARÁ	MARANHÃO	R. G. DO NORTE	ALAGOAS		SERGIPE	% de sucesso (%)	BAHIA					ESP. SANTO	S. PAULO	PARANÁ	S. CATARINA	R. G. DO SUL
		Óleo	Sêco				Óleo	Sêco			Total	Óleo	Gás	Sêco	Para Injeção					
Até:																				
31/ 7/54	2	—	—	3	2	—	7	4	73,2	385	246	30	101	8	—	1	—	—	—	
31/12/55	2	1	—	4	3	—	7	4	72,9	464	291	37	122	14	1	1	1	—	—	
31/12/56	2	1	—	4	3	—	7	4	73,1	508	324	37	133	14	1	1	1	—	—	
31/12/57	2	2	4	7	8	2	8	4	72,3	574	367	38	155	14	1	5	5	1	—	
31/12/58	2	2	12	9	13	2	16	4	73,5	675	446	40	175	14	—	3	8	1	—	
1959:																				
Até 31/1	2	2	23	10	14	2	18	4	73,2	686	452	40	180	14	—	4	8	1	—	
> 31/4	2	2	29	13	16	2	20	4	73,7	722	482	40	186	14	—	5	8	1	—	
> 31/7	2	2	33	15	16	2	24	5	74,5	759	515	40	190	14	—	5	9	2	1	
> 31/10	2	2	38	19	17	2	26	6	74,5	806	550	40	202	14	1	5	9	2	1	

Fonte: Petróleo Brasileiro S. A. (PETROBRÁS).

(\*) Relação entre o número de poços produtores de óleo e de gás e o total de poços perfurados na Bahia, exclusive os destinados a injeção.

De acordo com as mais recentes informações do Setor de Estatística da Petróleo Brasileiro S. A., os campos produtores do Recôncavo já estão produzindo 73,4 mil barris por dia calendário (posição em outubro do corrente ano). Esse nível representa acréscimos de 561%, 165%, e 42%, sobre as médias diárias de 1956, 1957 e 1958, respectivamente.

Essa nossa fase exploratória posta em confronto com as cifras apresentadas por alguns países de longa experiência nos diversos ramos da indústria petrolífera, mostra os seguintes resultados (posição em maio de 1959):

Países	Milhares de barris p/dia
Brasil	66
Egito	57
Peru	48
Holanda	33
França	30
Itália	31

"Assim, na Venezuela, em 1950, quando ali já se encontravam em operação os mais modernos equipamentos de extração, o índice de produtividade atingia 240 barris por poço, e nada indica que essa marca tenha sido superada de muito no presente. Enquanto isso, no Recôncavo, a média ponderada de produção por poço, alcançou em outubro último 280,3 barris diários, sendo que os poços de Água Grande registraram cerca de 700 barris por dia calendário".

Vejamos, agora, como se vem processando a produção de petróleo na zona do Recôncavo, onde, segundo os últimos dados conhecidos, estão devidamente cubadas reservas economicamente recuperáveis que já ultrapassam a casa do meio bilhão de barris (511 milhões), enquanto não se enquadram nesse total as áreas de Taquipe, Cassarongongo e Buracica, recentemente descobertas e que estão sendo estudadas para se chegar a um definitivo dimensionamento. É de todo provável que tenhamos, dentro de breve, cubados, no país, perto de um bilhão de barris.

## ENERGIA SOLAR E CHUVAS ARTIFICIAIS PARA O NORDESTE

O aproveitamento da energia solar para produção de energia elétrica no Nordeste, a exemplo do que se vem tentando em vários países que têm grandes áreas secas, foi objeto de tese apresentada ao Seminário para o Desenvolvimento do Nordeste, realizado na Cidade Pernambucana de Garanhuns, e de iniciativa da Confederação Nacional das Indústrias.

Informa a respeito o Prof. *Sílvio Froes de Abreu*, Diretor-Geral do INT:

"Atendendo ao convite que nos foi encaminhado pelo Sr. *Lídio Luvardi*, presidente da CNI, e tendo em vista os altos propósitos que determinaram a realização desse certame, continuou o prof. Froes de Abreu, procurei reunir, os elementos mais ligados aos assuntos de interesse para a região nordestina, tais como questões referentes à indústria de óleos vegetais, problemas de energia, de suprimento de água, de subprodutos da indústria do açúcar e do sisal, de minérios e indústrias químicas de base. Quanto à energia elétrica, o engenheiro do INT, *Teodoro Oniga* apresentou trabalhos que vêm sendo realizados sob sua direção pelo Centro de Estudos da Mecânica Aplicada. O INT, reconhecendo a importância do assunto, para os países tropicais pobres em certas fontes de energia convencionais (carvão mineral, petróleo e gases naturais) vem

subvencionando tal iniciativa. Ainda sobre esse assunto, lembro que a UNESCO vem patrocinando várias reuniões para troca de idéias em torno de suas possibilidades.

### OUTRAS TESES

Dentre outros trabalhos apresentados ao Seminário de Garanhuns — continuou o Prof. *Froes de Abreu* — posso citar, o do Dr. *Walmir Teixeira de Carvalho*, sobre a associação de resíduos da produção de sisal e bagaço de cana, para obtenção de tipos de papel adequados a diversos empregos. As pesquisas realizadas por esse técnico em fibras e celulose chegaram a resultados imprevisíveis e muito animadores. A incipiente indústria de papel do Nordeste, disposta de matéria-prima abundante, poderá, dentro dessa orientação, tomar novos rumos. O *Químico Santa Rosa* apresentou um estudo sobre plantas xerófilas oleaginosas, que crescem espontaneamente no interior nordestino e não têm ainda o devido aproveitamento. O estudo do Dr. *Santa Rosa* prova que é possível obter sebos vegetais para emprego industrial mediante a transformação das matérias graxas líquidas (óleos) em sólidas, através da hidrogenação. O *Engenheiro Capper de Sousa*, que aliás conhece bem o sertão, preparou uma tese em que analisa os fatores favoráveis à industrialização do Nordeste e as limitações que o meio apresenta. Discute esse técnico a influência dos recursos minerais da região.

## AÇÃO DO SERVIÇO DE PISCICULTURA DO ITANS

J. LUCAS DE BARROS

Neste número de nosso jornal começamos a trazer à vista dos leitores algumas amostras do empolgante trabalho que se vem desenvolvendo no silêncio das águas mansas do Itans e através do Brasil. Se muita gente não ignorasse as vantagens que nos anda a oferecer o Serviço de Piscicultura do DNOCS, mormente nesta região em que o homem vive em estado de subfome, certo estou de que a situação teria bem diferente aspecto, no que respeita à alimentação.

O Sr. *J. C. Alencar Araripe*, em seu livro "Nordeste, Pão e Água", quando se refere à precariedade da alimentação da zona nordestina do Polígono das Secas, nos diz que para equacionar esse problema, primeiro a irrigação. Logo em seguida vem a piscicultura, que constitui apreciável fonte de rendas e representa uma das contribuições mais decisivas para a melhoria do padrão alimentar das populações do Nordeste, que é, por sinal, um dos mais precários do Brasil e do mundo". Desde 1942, ano em que o Serviço de Piscicultura passou a coletar dados estatísticos, tem se verificado que só com o aproveitamento do peixe, dentro de poucos anos são cobertas todas as despesas contraídas na construção dos reservatórios hidráulicos. Para que se tenha uma idéia concreta do que significa a piscicultura no Nordeste, basta levar em conta que o DNOCS dispôs com o nosso Itans a importância de Cr\$ 8.801.992,80. No ano de 1959 a captura de peixes foi 129.609 kg, em que se apurou o total de Cr\$ 2.639.020,00, sendo que só no mês de dezembro houve 24.276 kg de pescado, em que foi apurada a soma de Cr\$ 687.565,00. Na mesma proporção de rendas, em menos de 13 meses toda a quantia gasta na construção

do belo reservatório d'água estaria completamente saldada, não levando em conta a desvalorização da moeda.

Com a construção do Posto de Piscicultura, no Itans, que será levada a efeito no decorrer do presente ano, conforme Decreto n.º 47.094, de 26-10-59, do Pres. da República, não só a zona seridoense, mas todo o Rio Grande do Norte será beneficiado pelos serviços que esta organização pública pretende realizar. Entre os vários planos traçados pelo Serviço de Piscicultura, no sentido de bem servir a zona, salientamos aqui o serviço de "peixamento" que será efetuado tanto nos açudes públicos como nos particulares, sem que seja preciso qualquer contribuição monetária da parte dos proprietários beneficiados. O referido Posto de Piscicultura do Itans será um dos mais bem aparelhados do Brasil, dispo de técnicos especializados, laboratórios para estudos, oficinas, vasilhames para transportes de alevinagem etc. Segundo pretensões da aludida organização, a ictiofauna da região será desenvolvida com espécies selecionadas, como: pirarucu, piau verdadeiro, curimatã pacu, pescada do Piauí, apaiari, tucunaré píuma e outros peixes de apreciável qualidade. Nos açudes em que haja peixes daninhos, como a piranha, se fará, antes de tudo, o extermínio dos "peixes-flagelo" com a aplicação de plantas e substâncias ictiotóxicas, como o timbó, a anônia já usadas com ótimos resultados principalmente o timbó, nos açudes de grandes bacias, por exemplo: "Poço da Cruz" (Pernambuco); "Araras", "Banabuiú" (Ceará), noutros; uns concluídos outros em construção.

Fonte: A Fôlha, Caicó, R. G. do Norte, sábado, 16 de abril de 1960, n.º 319, ano VII.

# BOLETIM DO DNOCS - VOLUME 21

## INDICE

ENGS. SEVERINO FLÁVIO GUERRA BARRÊTO e NELSON FERREIRA MULATINHO .....	2
DNOCS: PROGRAMA E OBRAS .....	3
RECURSOS: PÚBLICOS DESTINADOS AO NORDESTE .....	46
IMPORTÂNCIA RELATIVA AO CRÉDITO BANCÁRIO PARA O NORDESTE .....	55
PANORAMA SOCIAL DO NORDESTE .....	60
NORDESTE — SITUAÇÃO DEMOGRÁFICA .....	66
BALANÇO ALIMENTAR DO NORDESTE .....	71
CONJUNTURA DE 1959 .....	77
I SEMINÁRIO LATINO-AMERICANO DE IRRIGAÇÃO (Relatório) .....	82
COMENTÁRIOS SOBRE O PROJETO DE REVISÃO DA NORMA NB-1 .....	92
PEQUENAS BARRAGENS E RESERVATÓRIOS .....	119
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO RODOVIÁRIA — ESTUDO DOS TRAÇADOS .....	159
REVISÃO DO PROJETO DO AÇUDE ORÓS (Memória) .....	225
NOTÍCIAS DIVERSAS .....	228
2.º ANIVERSÁRIO .....	268
ORÓS: CASO INÉDITO? .....	269
OS QUE NÃO SE COMOVEM COM A CATÁSTROFE .....	297
A ERRADICAÇÃO DA PIRANHA NOS AÇUDES DO NORDESTE .....	299
EXECUÇÃO DE PEQUENAS OBRAS DE IRRIGAÇÃO .....	305
PROBLEMA DO SAL EM SOLOS IRRIGADOS — ETA .....	318
EFEITOS DA SÉCA SOBRE A ECONOMIA AGROPECUÁRIA DO NORDESTE — 1958 .....	334
NORMA RECOMENDADA PELA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE MECÂNICA DOS SOLOS PARA PROJETO E EXECUÇÃO DE FUNDAÇÕES .....	346
O CHAMADO "POLÍGONO DAS SÉCAS" SEUS PROBLEMAS E SOLUÇÕES GERAIS .....	354
ESTÁGIO NO LABORATÓRIO NACIONAL DE ENGENHARIA CIVIL (Relatório) .....	371
O ALGODÃO DE FIBRA EXTRA LONGA E O POLÍGONO DAS SÉCAS .....	379
MONOGRAFIA SOBRE O PROBLEMA DAS CHUVAS ARTIFICIAIS .....	387
CONTRIBUIÇÃO À BIBLIOGRAFIA DAS SÉCAS NO BRASIL .....	408
NOTÍCIAS DIVERSAS .....	467
Eng. José Cândido Castro Parente Pessoa .....	3
John H. de la Fontaine Verwey .....	82
Eng. Fernando Luiz Lobo Carneiro .....	92
Charles M. Harris e John Henry de la Fontaine Verwey .....	119
Eng. Philúvio Cerqueira Rodrigues .....	159
Eng. José Cândido Castro Parente Pessoa .....	225
Eng. Luiz Carlos Martins Pinheiro .....	269
Ernesto Bastos Pouchain .....	297
Biologista Osmar Fontenelle .....	299
Eng. Antônio Rios López (tradução do Eng. Luiz Carlos Martins Pinheiro) .....	305
Banco do Nordeste do Brasil S/A. ....	334
Samuel Chamecki .....	346
Eng. M. Pacheco de Carvalho .....	354
Eng. Dalmo Leme Pragana .....	371
Eng. José Rodrigues Ferreira .....	379
Prof. João Ramos Pereira da Costa .....	387
Eng. Agr. Rui Simões de Menezes .....	408