

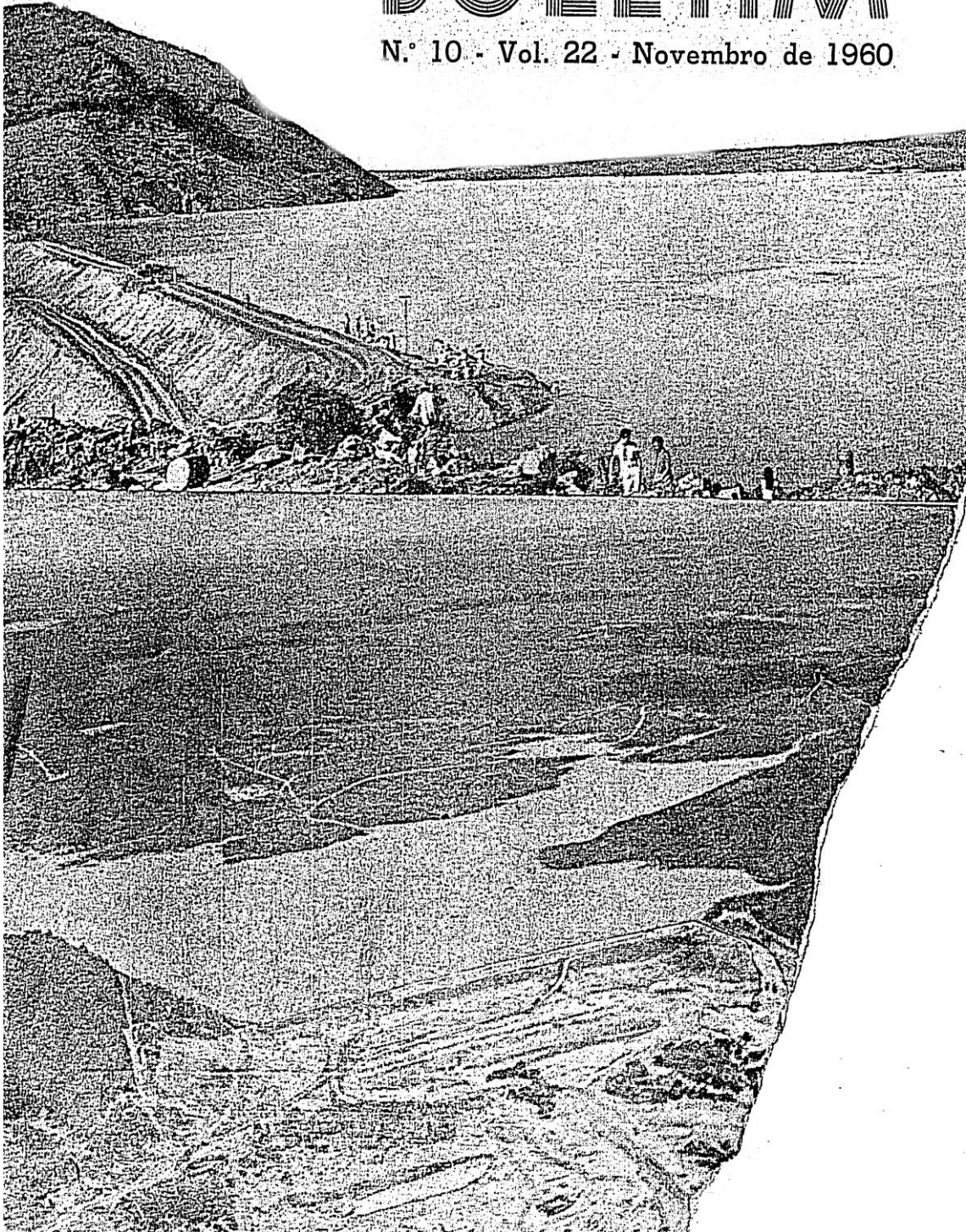


MINISTÉRIO DA VIAÇÃO E OBRAS PÚBLICAS

DEPARTAMENTO NACIONAL DE OBRAS CONTRA AS SÊCAS

BOLETIM

N.º 10 - Vol. 22 - Novembro de 1960



Departamento Nacional de Obras Contra as Secas

ACUDES PÚBLICOS CONCLUÍDOS

ANO	NÚMERO DE ACUDES			CAPACIDADE ACUMULADA (1.000m ³)			Obs.
	NO ANO	ACUMULADO		NO ANO	ATÉ O ANO EM NÚMERO		
		Absoluto	Relativo		Absoluto	Relativo	
Aié 1955	—	155	100,0	—	2.911.268	100,0	
1956	14	169	109,0	1.829.014	4.740.282	162,8	(1)
1957	6	175	112,9	534.874	5.275.156	181,2	
1958	10	185	119,4	1.087.219	6.362.375	218,5	
1959	7	192	123,9	44.511	6.406.886	220,1	
1960	10	202	130,3	4.321.779	10.728.665	368,5	(*)

PERÍODO 1956/60

ACUDES	LOCALIZAÇÃO		CAPACIDADE (m ³)	CONSTRUÇÃO		Obs.	
	Estado	Sistema		Início	Conclusão		
PATOS (reconstrução)	Ceará	Acará	7.553.000	1953	1956		
PETÊNCOSTE	Ceará	Curú	395.638.000	1950	1956		
POÇO DO BARRO	Ceará	Jaguaribe	54.703.500	1952	1956		
BOQUEIRÃO DE CABACEIRAS	Paraíba	Paraíba	535.680.000	1951	1956		
ESCONDIDO I	Paraíba	Piranhas	16.579.250	1953	1956		
MÃE D'ÁGUA	Paraíba	Piranhas	640.000.000	1944	1956		
ARRUDEIO	Pernambuco	Pajeú	14.522.100	1953	1956		
CARAIBINHAS	Alagoas	Complementar	719.800	1956	1956		
COLÉGIO	Alagoas	Complementar	587.712	1954	1956		
OLHO D'ÁGUA DO PAI MANÉ	Alagoas	Complementar	2.116.176	1955	1956		
RIBEIRÓPOLIS	Sergipe	Complementar	920.053	1947	1956		
BOM JESUS	Bahia	Complementar	89.500	1954	1956		
CHAMPRÃO	Bahia	Complementar	5.982.050	1949	1956		
JACURICI	Bahia	Iapicuré	146.819.200	1948	1956		
SOHEN (ex-Bomfim)	Bahia	Iapicuré	14.656.000	1950	1956		
SÃO MATEUS	Ceará	Curú	10.337.500	1954	1957		
ZANGARELHAS	R. G. do Norte	Piranhas	7.916.250	1954	1957		
POÇO DA CRUZ	Pernambuco	Moxotó	500.000.000	1937	1957		
TABAIANA	Sergipe	Complementar	2.710.000	1953	1957		
TABRINHOS	Bahia	Complementar	3.110.400	1954	1957		
LOTE	Bahia	Complementar	10.800.000	1950	1957		
OLINDA	Piauí	Parnaíba	—	1958	1958	(3)	
CATARINA	Piauí	Parnaíba	—	1958	1958	(3)	
DO GATO	Piauí	Parnaíba	—	1958	1958	(3)	
IA	Piauí	Parnaíba	—	1958	1958	(3)	
(ex-Santa Cruz)	Ceará	Acará	1.000.000.000	1951	1958	(2)	
PEDRA	Ceará	Jaguaribe	52.000.000	—	1958		
HO (ex-Tamboril II)	Paraíba	Complementar	5.989.250	—	1958		
TRA (ex-Gargalheira e	Pernambuco	Complementar	27.644.500	1954	1958		
Outra)	Sergipe	Complementar	998.020	1956	1958		
AZEVEDO	Sergipe	Complementar	586.704	1957	1958		
NUNES	R. G. do Norte	Piranhas	40.000.000	1912	1959		
JESUS	Pernambuco	Complementar	768.960	1958	1959		
MORCOS	Alagoas	Complementar	489.984	1958	1959		
	Minas Gerais	Complementar	1.923.224	1956	1959		
	Minas Gerais	Complementar	1.067.780	1958	1959		
	Minas Gerais	Complementar	260.964	1957	1959		
	Piauí	Parnaíba	—	1958	1959	(3)	
	Alagoas	Complementar	1.272.042	1954	1960		
	Ceará	Jaguaribe	54.000.000	1920	1960		
	Ceará	Curú	202.003.00	1958	1960		
	Pernambuco	Complementar	15.000.00	1957	1960		
	Pernambuco	Complementar	16.448.450	1958	1960		
	Pernambuco	Complementar	378.320	1958	1960		
	Pernambuco	Complementar	365.700	1958	1960		
	(de Rio Verde Pequena)	Minas Gerais	Complementar	63.361.275	1955	1960	

POLIGONO DAS SECAS

3.855.995.664

Patos reconstruído em 1956 em virtude de já estar considerado no ano de 1918, quando foi concluído pela primeira vez. a capacidade de 117.500.000 m³ do projeto foi reduzida. (3) Barragens submersíveis. — (*) Previsão.

BOLETIM DEPARTAMENTO NACIONAL DE OBRAS CONTRA AS SÊCAS

FUNDADO EM 1934

VOLUME 22
NÚMERO 10

NOVEMBRO 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 conseqüentemente na suspensão das próximas remessas.

NOSSA CAPA

AGUDE PÚBLICO BANABUIÚ na manhã de 30 de março de 1960. O açude Banabuiú teve a construção de sua barragem iniciada em 1958 a qual é de terra do tipo Zanzada e terá um volume de 5.600.000 m³ com 61 metros de altura e 910 metros de comprimento. O açude representará 1.500.000.000 m³.

SUMÁRIO

SIMPÓSIO SOBRE AS MODIFICAÇÕES DO TEMPO	302
PINÇA EM ORÓS	406
ESTIMATIVA DAS NECESSIDADES DE ÁGUA PARA IRRIGAÇÃO Eng. Agr. Paulo Guerra	410
APONTAMENTOS DE VIAGEM (Relatório) Eng. Manoel Martins de Athayde	417
LEVANTAMENTO DAS CONDIÇÕES DE TRÁFEGO DA BR-11 Comissão da Rêde-7 da D.V.T. do M.G.	434
PRINCÍPIOS ESSENCIAIS DA IRRIGAÇÃO Eng. Agr. A. J. Gonzalez	438
O SISAL, RIQUEZA NORDESTINA Eng. Agostinho Monteiro	440
CONTRIBUIÇÃO PARA A REFORMULAÇÃO DO 1.º PLANO DIRETOR DA SUDENE Eng. Dezildo Menezes Pereira	461
PROJETO DA PONTE SOBRE O RIO JAGUARIBE, EM IGUATU, NA RODOVIA CENTRAL DO PIAUÍ Eng. Lúcio Washington	483
NOTÍCIAS DIVERSAS	503
ÚLTIMAS PUBLICAÇÕES EDITADAS PELO DNOCS	517
ÍNDICE GERAL DO VOL. 22	520

Os originais remetidos para publicação neste Boletim, deverão ser em duas vias dactilografadas ou impressas, assinadas 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

Simpósio sôbre as modificações do tempo

A publicação que o **Boletim do DNOCS** ora oferece é constituída de trabalhos elaborados por competentes especialistas e apresentados ao: "**Simpósio Sôbre As Modificações Do Tempo**", recentemente levado a efeito em Denver, Colorado, U. S. A.

É uma publicação que diz muito de perto com o problema das sêcas.

Ao divulgá-la, visa o **Departamento Nacional de Obras Contra as Sêcas** a criação de um grupo de estudiosos da matéria, fomentando assim o aparecimento de equipes técnicas, ou mesmo de centros de estudos em que possam desenvolver êsse importante, e, para nós, utilíssimo ramo da ciência: o da modificação das condições climáticas.

É fora de qualquer dúvida que os trabalhos aqui apresentados, traduzidos especialmente para êste **Boletim** de "Journal of the Irrigation and Drainage Division (American Society of Civil Engineers)" (*) realizados por especialistas, não se destinam exclusivamente aos sábios. São igualmente dirigidos aos engenheiros, estando ao alcance dos leigos e apaixonados, tal a clareza e simplicidade com que foram redigidos, permitindo a quem os leia descortinar horizontes novos a serem percorridos, bem como fornecendo-lhes as suas fontes naturais de pesquisa.

Os que se interessarem em aprofundar suas noções sôbre o assunto, terão na bibliografia aqui apontada um roteiro seguro para seus estudos, de vez que nos dá pormenorizada notícia do que há de mais abalizado e moderno, em todo o mundo, sôbre a ciência de que se trata.

Pelo que resultar de proveitoso para o "Polígono das Sêcas" e para todo o País, sentir-se-á muito bem recompensado êste Boletim.

(*) Tradução do General Humberto de Moura Ferreira.

"SERENDIPITY" E O DESENVOLVIMENTO DA METEOROLOGIA EXPERIMENTAL ^(a)

Por Vincent J. Schaefer ⁽¹⁾

SINOPSE

Descrição dos desenvolvimentos científicos que levaram à descoberta de sementeação de nuvens. São apresentadas as dificuldades e a importância em compreender a meteorologia

de montanha. Os melhoramentos no fenômeno da previsão do tempo dependem em larga escala desta compreensão. É explicado o papel do engenheiro na meteorologia experimental.

* * *

Através dos séculos o homem tem persistido no sonho de poder controlar o tempo. Estes pensamentos, provavelmente, começaram quando longas secas, grandes inundações, ou desenvolvimentos similares do tempo ameaçavam o homem e a sua família com a fome, a sede, ou outras trágicas complicações. O *feiticeiro* esperava de algum modo influenciar o tempo graças à *encantação*, a escultura de deuses da chuva ou outras manobras misteriosas.

O homem não mudou muito dos tempos primitivos para cá. Uma de suas maiores queixas nos tópicos gerais de conversação se relaciona com o tempo. Ainda que ele possua atualmente vários meios de mudar seu clima local, graças ao aquecimento central, ar condicionado, e outros meios artificiais, ele ainda continua à mercê do tornado, do furacão, da seca, das ondas de calor e de frio durante o verão e o inverno. Continua sonhando — e gradualmente, com a aquisição do conhecimento científico, aumenta sua esperança de que algo seja feito em relação ao tempo.

Se ele e seus semelhantes nunca chegaram a uma conclusão sobre o que deveria ser feito (ou quais as providências que deveriam ser tomadas) este problema pode tornar-se tão molesto quanto a sua luta para dominar os elementos. Até que seja determinado o que deverá ser feito, a maioria dos argumentos neste particular seria uma perda de tempo.

a. Apresentado em agosto de 1959 pela Weather Modification Conference in Denver, Colorado.

1. Consulta de pesquisas, Schenectady, N.Y.

2. Os números entre parêntesis, assim (1) referem-se aos itens correspondentes ao número na bibliografia.

Entretanto, isto não quer dizer que não se discuta estes assuntos com real interesse.

O autor ouviu pela primeira vez a palavra "serendipity" a mais de 25 anos atrás quando visitava o laboratório de Willis R. Whitney, famoso por seu pioneirismo, organização e desenvolvimento em Schenectady, N. Y. Whitney acreditava firmemente no trabalho experimental para resolver os problemas de natureza científica, especialmente em relação a descoberta de fenômenos inteiramente novos que freqüentemente levam ao estabelecimento de novas áreas de conhecimentos científicos.

Quando jovem assistente de pesquisas, o autor teve o privilégio de construir o equipamento de Whitney, e subseqüentemente o de um de seus grandes "descobridores" — Irving Langmuir.

Ambos Whitney e Langmuir eram grandes pesquisadores e acreditavam firmemente na importância da "serendipity" ⁽²⁾ no progresso e desenvolvimento da ciência.

Embora que a palavra "serendipity" fosse muito estreitamente interpretada como a "arte de aproveitar acidentes fortuitos" ou, mais elegantemente, "o processo de aproveitar ocorrências inesperadas", existe um outro aspecto deste fenômeno básico que freqüentemente controla sua função na ciência sobre períodos

NOTA — Esta discussão ficou aberta até 1.º de agosto de 1960. As discussões em separado devem ser submetidas aos artigos individuais neste simpósio. Para estender a data de encerramento a um mês deve ser preenchido um requerimento escrito ao Secretário Executivo, ASCE. Este artigo tem seus direitos reservados ao *Journal of the Irrigation and Drainage Division*, da *American Society of Civil Engineers*. Vol. 86, N.º IR 1, março de 1960. E publicado por cortesia destas entidades.

consideráveis de tempo. É uma combinação de *serendipity* no sentido da palavra, conjugando com a exploração intuitiva de desenvolvimento fortuitos ocorrendo em cadeia de acontecimentos que parecem sem relação uns com os outros mas freqüentemente convergindo e levando no que parece ser o objetivo lógico ou o ponto final.

Foram estes os acontecimentos em série de antes, durante e depois da Segunda Guerra Mundial, que levaram ao campo experimental da meteorologia, modificações de nuvens, e de certos aspectos de controle do tempo. Pesquisas básicas empregadas nas ciências atmosféricas levarão freqüentemente até onde a *serendipity*, no sentido mais amplo da palavra, e sua inteligente utilização desempenhará um papel valioso e extremamente importante e cientistas imparciais, entusiastas e desinibidos se deixarão envolver em estudos exploratórios neste campo fascinante da ciência.

Este primeiro esforço científico em larga escala para explorar as possibilidades e limitações da modificação do tempo começou no princípio de 1947, e foi chamado Projeto Cirrus. Patrocinado pelo Governo dos Estados Unidos e sob a assistência do Exército e da Marinha com aviões fornecidos pela Força Aérea, e orientados por um pequeno grupo de cientistas de um laboratório de pesquisas, o Projeto Cirrus estava destinado a oferecer um estímulo maior ao desenvolvimento dos novos ramos da ciência do tempo tratando com a física da nuvem e atmosférica e meteorologia experimental.

O desenvolvimento científico orientando o começo destas atividades tem um fundo complexo e interessante.

Antes da Segunda Guerra Mundial Langmuir e Vincent J. Schaefer levaram a efeito pesquisas fundamentais na química exterior com aplicação enérgica em particular numa ou em múltiplas camadas moleculares de materiais orgânicos tais como as proteínas, a clorofila, os ácidos gordurosos e as resinas sintéticas.

No princípio de 1940, Langmuir e Schaefer decidiram empregar seu tempo no estudo dos filtros de máscaras contra gases. Era necessário um caráter especial nos estudos experimentais e teóricos dos filtros designados para remover as pequenas partículas do movimento do ar.

O conhecimento e a experiência adquiridos por Langmuir e Schaefer nos anos anteriores no campo da química exterior foram de

grande ajuda no desenvolvimento das técnicas para o manuseio, experiência e medição das fibras da ordem de 1 a 10 microns e partículas de fumaça da ordem de 0.1 a 1 micron. Estas dimensões são de mil a dez mil vezes maiores do que as encontradas no manejo com seções cruzadas e uma só camada de moléculas. Muitas experiências foram levadas a efeito durante o ano de 1940 no desenvolvimento de novos tipos de filtros eficientes baseados no campo experimental e teórico.

Durante o estudo do filtro-fumaça, foi recebido um pedido de Washington relativo às idéias ou métodos que pudessem ser utilizados na formação de coberturas de nevoeiro para escurecer cidades, encobrir movimento de tropas etc., contra o ataque e a observação aéreas.

Enquanto se realizavam os testes de eficiência dos filtros experimentais, Schaefer construiu vários inventos para fazer partículas uniformes de fumaça. Foi devido a construção de grandes unidades de vários tipos diferentes para explorar a praticabilidade da fabricação de cortinas de fumaça em larga escala. Como resultado destas experiências, foram descobertos dois métodos básicos, ambos dependiam da formação rápida de partículas de fumaça num vapor supersaturado de óleo. O óleo utilizado caracterizava-se por uma pressão muito baixa na temperatura ordinária. A unidade baseada na passagem do óleo através de uma zona de fogo para se conseguir a vaporização foi posta de lado em favor de outra que utilizava uma alimentação contínua da caldeira. Com este método, o óleo era aquecido rapidamente até ferver e desenvolver cerca de 10 libras de pressão. Um orifício de tamanho específico permitia o vapor de óleo escapar da caldeira para a atmosfera. O jato resultante tinha uma velocidade sônica com várias polegadas de torrente fora do orifício mostrando um vapor transparente (*Fig. 1*). A condensação ocorria além deste ponto com as partículas formadas pela saturação. Após a condensação as partículas começavam a aumentar rapidamente, mas uma rápida mistura com o ar ambiente paravam o ulterior aumento dentro de poucos milisegundos. Desde que o óleo usado chegasse ao ponto de fervura a mais de 400° C, a pressão do vapor numa temperatura normal era tão baixa que a evaporação era desprezível mesmo após várias horas.

Desta maneira se produzia uma cortina de fumaça bem satisfatória. Os estudos da distribuição das propriedades luminosas de uma tal fumaça de óleo mostraram que o mais efi-



Fig. 1 — Gerador de fumaça original de 10 gal. por hora Schaefer-Langmuir.

ciente tamanho de partículas para a formação de cortina, na ordem visível, era de um diâmetro de cerca de 0.6 microns. Ambos os estudos o experimental e o teórico descobriram que as partículas deste tamanho era facilmente formadas pelo fenômeno da condensação na proporção de 10^{14} seg.⁻¹ com a concentração momentânea de partículas em excesso de 1×10^{12} por cm³. A rápida extinção do vapor supersaturado previamente mencionado permitia a formação de um número colossal

de partículas com uma uniformidade de tamanho extraordinário. Finalmente desenvolvidos, por grandes geradores nos quais se adaptavam dez bicos de vários modos os quais formavam partículas de fumaça de 100 galões de óleo por hora (Fig. 2).

Os estudos a respeito dos geradores de 10 e de 100 galões de óleo por hora foram levados a efeito no Schoharie Valley, à sudoeste de Schenectady, ao sul de Vrooman's Nose, no alto do qual uma plataforma era usada com

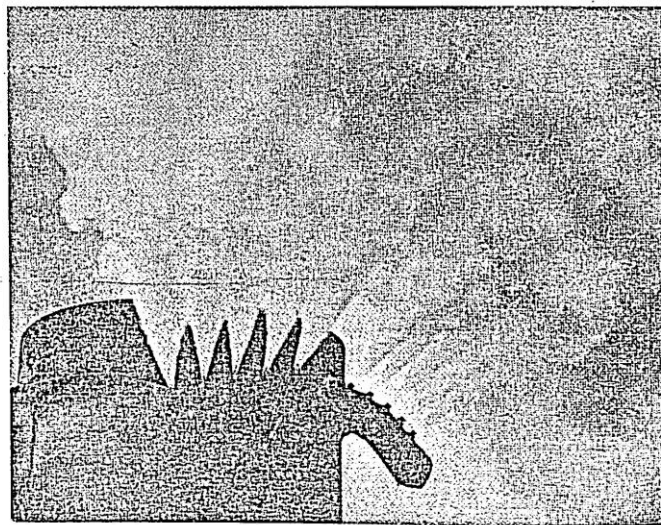


Fig. 2 — Grande gerador de fumaça em operação.

o objetivo de observação. As mudanças de temperatura eram utilizadas para espalhar a fumaça numa cortina de espessura uniforme sobre o chão plano do vale. Foram utilizados alambiques, conta-gotas, técnicos de imagens em movimento para fazer avaliações qualitativas e quantitativas das propriedades das cortinas dos vários tipos de fumaça, e no dia 25 de junho de 1942 foi levada a efeito uma vitoriosa demonstração em grande escala pelo pessoal civil e militar relacionados com este problema. Seguindo esta demonstração o desenvolvimento da engenharia-que desejava pôr em uso em larga escala geradores durante a guerra foi levada a efeito por várias organizações comerciais (6). Em aditamento a execução de uma tão útil experiência relativa a maneira como as partículas crescem e podem ser medidas, o estudo do gerador de fumaça torna-se inestimável ao suprimento de ricos conhecimentos experimentais em micrometeorologia, propriedades óticas de nevoeiros artificiais, a persistência e quedas das mudanças atmosféricas da madrugada, os efeitos elétricos produzidos pelas partículas de tamanho desiguais movendo-se a velocidades variadas e o fenômeno correlato. Durante este trabalho Langmuir e Schaefer foram ajudados nas fases especiais do trabalho por Katharina Blodgett, Artur Gregg e Clarence Nelson, M. A. SCE.

Começando no princípio de 1943, e continuando cerca de meio ano, Langmuir e Schaefer trabalharam com Edward F. Hennelly no problema de averiguação submarina explorando um invento simplificado biauricular de escuta.

No princípio do outono de 1943, o problema relacionado com a estática do rádio nos aviões foi apresentado a Langmuir e a Schaefer pela Força Aérea, com o desejo expresso de que eles trabalhassem no esclarecimento de algumas das causas básicas deste problema. Graças ao interesse deles por neve e meteorologia, a proposta foi aceita, e no ano seguinte um estudo intensivo foi levado a efeito por um pequeno grupo de laboratório em ambos os campos de trabalho, no Mount Washington Observatory e Schenectady e em vôos de aviões em várias regiões. Além de Langmuir e Schaefer, Messrs. Eliot Lawton, Hubert Tanis e Albert Fiumara foram incluídos nas atividades de laboratório e de campo durante este período (7).

Durante os estudos no alto do Mount Washington, foi logo descoberto que, embora a montanha fôsse um excelente local de ponto dominante de freqüentes tempestades e fortes ventos, com muita nevada, uma séria limi-

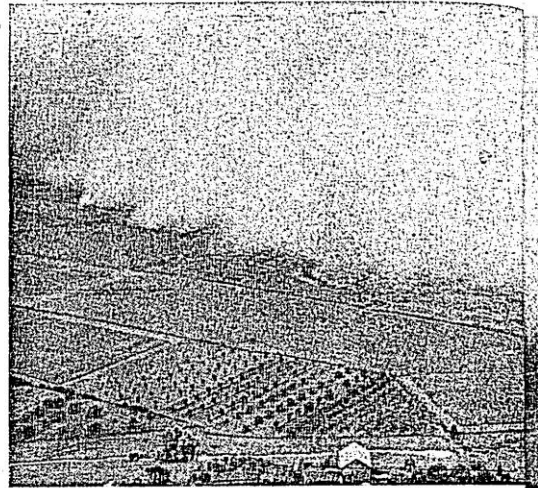
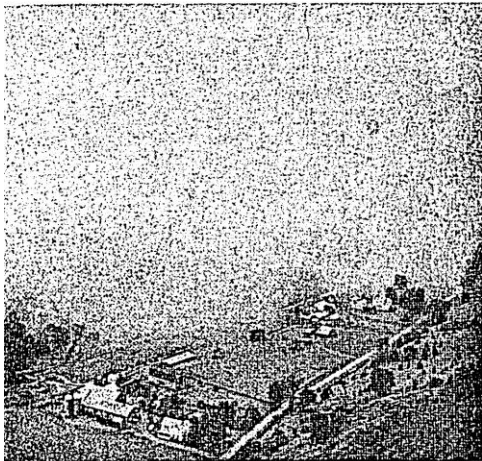


Fig. 3 — Nevoeiro artificial produzido

tação se apresentava ao estudo da estática, em vista da presença quase invariável de nuvens superfrias quando apareciam as tempestades. Dentro de alguns segundos após as exibições de seção de vôo ou outras observações de estática serem expostas, elas tornavam-se cobertas de uma camada de gelo que vinha do depósito e do congelamento das gotas de nuvens superfrias. Desde que o problema em estudo fôsse o mecanismo relacionado com o impacto de cristais de neve em alumínio coberto de cera ou de camuflagem pintada, e não em superfície coberta de neve descobriu-se que a montanha possuía certas limitações neste particular estudo.

Afortunadamente, um grande número de tempestades de neve ocorreram em Schenectady durante o inverno de 1943/44, de tal maneira que testes adequados foram utilizados para completar o projeto (8).

O depósito de gelo em todos os objetos expostos no alto do Mount Washington, ilustrado na Fig. 4, envolve vários problemas fascinantes não solucionados ainda e relacionados com a natureza física das nuvens superfrias. Desta maneira em pouco tempo, Langmuir e Schaefer tornaram-se ativamente enredados nestes interessantes problemas. O pessoal da U. S. Air Force Equipment Laboratory estava ansioso para obter pesquisas básicas levadas a efeito neste campo, e propuseram que Langmuir e Schaefer continuassem as pesquisas dentro desta linha.



vale de Schoharie em 1941.

Desta maneira, a transição do estudo da estática da neve ao estudo das nuvens super-frias foi feito sem perda de tempo, já que estes problemas se completavam. A mudança em ênfase foi gradual já que os vários aspectos destes dois problemas eram inseparáveis.

Um programa muito ativo em estudos básicos das propriedades das nuvens super-frias foi levado a efeito durante os anos seguintes. Várias técnicas novas foram descobertas, outras em uso corrente foram aperfeiçoadas, resultando numa nova aproximação do problema do congelamento sobre o avião⁽⁹⁾.

A importância do Mount Washington como um local para estudos a respeito do gelo despertou a atenção do pessoal militar ligado a esta atividade. A inauguração do Project Summit, o projeto de pesquisa da máquina de gelo a jacto patrocinado pelo Navy Bureau of Aeronautics e os planos correntes para a construção de um grande laboratório experimental pela Força Aérea do Mount Washington nasceu desta atividade que começou em 1943. Em todas estas atividades os oficiais e o pessoal do Observatório do Mount Washington desempenharam um papel-chave, e muito crédito deve ser dado a esta admirável instituição pelos muitos aperfeiçoamentos que realizaram no campo da física das nuvens e pesquisas sobre o congelamento no avião⁽¹⁰⁾.

Fig. 4 — Depósito de orvalho congelado (geada) em asas de aeroplano, seção cruzada, Monte Washington.

No fim de 1945, Langmuir e Schaefer começaram a mudar seu interesse dos projetos do congelamento nos aviões pelo problema mais básico da natureza da água superfria.

Isto envolvia uma aproximação dupla pela observação de nuvens naturais na atmosfera e o estudo no laboratório de métodos para causar e evitar a formação de água superfria. O trabalho inicial desta primeira parte foi levado a efeito no Mount Washington e no Vale Mohawk a leste de New York, enquanto que o último foi realizado pela química externa relatando o efeito dos vários tipos de moléculas superficiais no desenvolvimento e persistências de gotículas d'água superfrias condensadas. Após vários meses despendidos no trabalho com gotículas superfrias em vários tipos de superfície, uma esperanzosa mudança foi alcançada por Schaefer pela aquisição de uma câmara fria com capacidade de 0,120 m³ na qual uma nuvem superfria podia ser formada de uma maneira muito simples e conveniente. Já que as nuvens que podiam ser formadas desta maneira eram idênticas sob vários aspectos nas pequenas partículas de nuvens naturais, estes meios foram utilizados para fazer rápidos progressos no estudo da natureza das nuvens superfrias.

No princípio de julho de 1946, Schaefer estava trabalhando com nuvens superfrias numa câmara fria. Era um dia quente e úmido e como nuvens sucessivas eram formadas numa série contínua de experiências, com o objetivo de causar o congelamento das gotículas introduzindo vários tipos de produtos

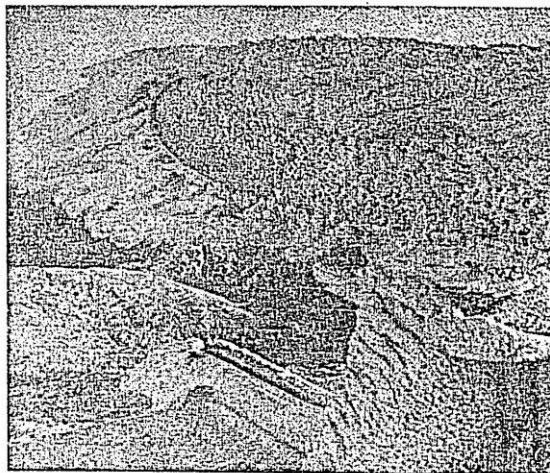




Fig. 5a — Uma nuvem superesfriada antes da sementeação.

nos $\frac{1}{10}$ ¹⁶; cristais de gelo podiam ser produzidas sob condições *optimum* com 1 gr de gelo seco.

A razão pela qual outros investigadores no passado não descobriram as propriedades do gelo seco ou de outras substâncias mais frias do que -40°C em produzir nucleação homogênea de cristais de gelo é, também, provavelmente atribuída a ausência de uma situação "serendipiciosa". Ambos L. Gathman⁽¹²⁾ em 1891 e A. W. Veraart⁽¹³⁾ em 1931, usaram gelo seco no ar e nas nuvens. Eles tiveram a idéia de que o resfriamento do ar produziria nuvens e causaria grandes efeitos na atmosfera. Eles falharam completamente em não reconhecer a importância do efeito do gelo seco na mudança da fase da *nuvem exterior*. Ou o tempo não era propício ou eles estavam seguindo uma linha de raciocínio que não lhes permitia reconhecer a importância das mudanças de fase e fenômenos relativos.

Dentro de um certo período após a descoberta do efeito do gelo seco, foram feitos planos para explorar as possibilidades de modificar nuvens superfrias na atmosfera. Como acontece freqüentemente com operações experimentais com o tempo na atmosfera, o período seguinte foi virtualmente sem nuvens durante um longo espaço de tempo.

químicos e poeiras dentro da nuvem, ele percebeu que a temperatura do ar da câmara estava se aquecendo ao ponto de se tornar ineficaz à formação de uma nuvem fria. Para não parar a experiência decidiu ajudar a esfriar a câmara com alguns pedaços grandes de gelo. No instante em que o gelo seco foi colocado na câmara, ele observou uma completa mudança na natureza da nuvem. Percebeu em seguida que atingira o seu objetivo. Ali estava uma perfeita amostra de "serendipity". Embora a introdução de gelo seco dentro da câmara fosse pôsto com uma finalidade inteiramente diferente, o efeito produzido fôra o que estava procurando num período de vários meses.

Imediatamente Schaefer removeu o gelo seco, formou de novo uma nuvem superfria e observou que somente um pedaço mais fino de gelo seco era necessário para causar um profundo e espetacular efeito numa nuvem superfria⁽¹¹⁾. Então descobriu que qualquer material mais frio do que -40°C podia produzir o mesmo efeito — metal frio, nitrogênio líquido, ou qualquer substância produzindo uma zona fria momentânea na presença de ar contendo água suficiente para fazê-lo ligeiramente supersaturado em relação ao gelo. Estudos de quantidade revelaram que pelo me-



Fig. 5b — Nuvem semeada convertida em cristais de gelo pela sementeação de gelo seco.

Finalmente, em 13 de novembro de 1946, ocorreu um sistema extensivo de nuvens lenticulares. Uma destas foi semeada por Schaefer de um pequeno avião fretado voando na vizinhança do Mount Greylock no Bershires, oeste de Massachusetts. A conversão em cristais de gelo foi espetacular, ambos em fileiras aproximadas foram vistas do aeroporto de Schenectady a cerca de 80 km ao largo (14). A aparência da nuvem antes e depois do semeio, foi fotografada por Schaefer como pode ser visto na Fig. 5).

Oito dias depois um nevoeiro superfrio no vale foi também semeado por Schaefer, com resultados extraordinários. O nevoeiro que tinha sido super-resfriado, foi efetivamente muito bem semeado com áreas localizadas para a semeação de gelo seco. Isto reduziu a visibilidade a um grau considerável, como mostra a Fig. 6. Cerca de 15 minutos depois, uma área em cada lado da região semeada foi vista clarear quando pequenos números de cristais causando a evaporação de gotas super-resfriadas e sua precipitação com uma poeira de diamantes.

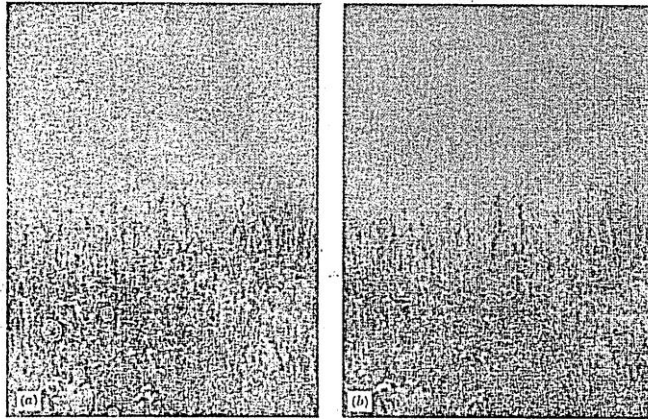


Fig. 6 — Conversão ao nível do solo de nevoeiro super esfriado em cristais de gelo pelo uso da semeação de gelo seco.

Mais alguns vôos foram feitos por ele num avião fretado em novembro e dezembro de 1946, durante os quais concluíram que:

- 1 — Um chuvisco superfrio caindo num dado sistema de extensas nuvens modifica completamente o sistema; e uma tempestade de neve local de intensidade moderada foi aparentemente iniciada nos Vales Hudson e Champlain.

- 2 — Foi demonstrada a praticabilidade de semear embaixo da base nuvens cumulus com dióxido de carvão líquido.
- 3 — Extensos e profundos sulcos podiam ser praticados na cobertura dos estratos de nuvens superfrias usando cerca de 300 gramas de gelo seco por quilômetro de vôo.
- 4 — *Congestus Cumulos* superfrios podiam ser modificados num grau extraordinário graças a pequenos pedaços de gelo seco esmagados, produzindo uma queda de neve local.
- 5 — A precipitação poderia ser iniciada por ondas de nuvens levantadas ao semear o lado alto da nuvem, mas a semeação tinha que ser continua se a precipitação devesse continuar.

Como consequência dos resultados positivos que se seguiram a tôdas essas experiências, e compreendendo a importância possível da utilidade de aumentar as aplicações da meteorologia experimental, foi feito um esforço para interessar o Governo na continuação destas pesquisas de maneira impossível, por várias razões, para os membros deste laboratório de pesquisas.

Enquanto isto, Bernard Vonnegut, que tinha previamente trabalhado no campo dos filtros de máscaras contra gases e gelo nos aviões, no Instituto de Tecnologia de Massachusetts, tornou-se interessado no campo geral das pesquisas levadas a efeito por Langmuir e Schaefer juntando-se a estes dois. Vonnegut propôs usar uma substância para semeação de nuvens superfrias que tivesse a mesma estrutura cristalina do gelo. Uma procura na literatura especializada mostrou o iodeto de prata como sendo a substância mais aceitável para atingir este objetivo. As experiências iniciais falharam, muito embora a iodina e o iodofór-

mio parecessem ser razoavelmente eficazes. Dentro de pouco tempo Vonnegut⁽¹⁵⁾ descobriu que o iodeto de prata que lhe fora fornecido tinha sido mal preparado. Uma amostra melhor reagiu maravilhosamente. Foi descoberto depois que a iodina funcionava reagindo reciprocamente com partículas metálicas de fumaça presentes no ar do laboratório, formando iodetos.

Dêste modo quando o contrato foi obtido com o U. S. Army Signal Corps, em cooperação com o Departamento de Pesquisa Naval, em 28 de fevereiro de 1947, o grupo de pesquisa de laboratório já então constituído por Langmuir, Schaefer, Vonnegut, Robert Smith-Joannsen, Raymond E. Falcon e Kiah Maynard tinha vários projetos em vista para a continuação de um programa ativo de laboratório, campo e estudos de vôo relacionados com várias fases da meteorologia experimental.

Este programa continuou de 28 de fevereiro de 1947 a 30 de setembro de 1952, durante este tempo vários projetos interessantes foram levados a efeito no leste de New York, Puerto Rico, no Sudeste e em várias outras partes do mundo.

A história do projeto de Cirrus, e os vários desenvolvimentos interessantes que se seguiram no campo da Física atmosférica⁽¹⁶⁾ da química e da eletricidade foram descritos em várias revistas⁽¹⁷⁻²⁴⁾. As revistas apresentadas na Conferência de agosto de 1959 sobre a "Modificação do Tempo", ilustravam muito bem estes progressos ocorridos nos últimos anos, tão bem quanto as incertezas existentes ainda entre nós. Talvez o trabalho mais significativo apresentado nesta reunião tenha sido o de D. M. Fuquay⁽²⁵⁾ que descrevia um grande progresso na técnica do gerador de sementeação de nuvem. Um único gerador Fuquay-Wells é agora capaz de proporcionar uma eficiência equivalente a uma centena deles correntemente em uso. Pela primeira vez foi possível realizar uma grande sementeação de extensas nuvens como nunca fora antes realizado numa operação aérea. Somente o tempo mostrará o quanto é importante este novo instrumento. Ao mesmo tempo que o progresso é feito na realização de atividades em larga escala de sementeação são confrontados vários problemas de alcance técnico, e comportamento atmosféricos. Em alguns casos foi necessário voltar ao laboratório para pesquisar novas idéias numa tentativa de compreender alguns dos mecanismos básicos das nuvens e fenômenos relativos. Talvez esta técnica que daria as mais rá-

pidas e úteis reviravoltas no esforço da pesquisa terá, no uso inteligente das montanhas, uma espécie de banco de provas. Somente trabalhando com interseções bem maciças pode-se esperar obter-se uma perspectiva conveniente sobre alguns dos problemas confrontados. O declive e o cume da montanha numa compreensão exata de seu papel na atmosfera dariam idéias valiosas e sugestões para outras experiências no futuro. Um novo interesse dever-se-ia dispensar ao observatório de montanha como sendo o local altamente importante e nada dispendioso para examinar a natureza. O valor real de um laboratório de melhor montanha é apreciado provavelmente por aqueles que experimentam forçar os segredos da atmosfera usando aeroplanos. Não existe nada mais tão satisfatório, após tais experiências, como uma plataforma firme e estacionária para suportar os instrumentos de sentir o tempo. Muito embora tenham os cumes das montanhas suas limitações nas experiências atmosféricas, eles têm algumas reais vantagens, muitas das quais não foram convenientemente reconhecidas ou mesmo compreendidas.

Não existe provavelmente um lugar melhor no mundo do que o cume de uma montanha para um jovem entrar em contato com a atmosfera. O autor acredita firmemente que um período de dois ou três meses passados num observatório de montanha seria um requisito seguro nas qualificações para se receber um grau de mestre em meteorologia. Seria de grande utilidade e interesse para todos os meteorologistas, jovens e velhos, pesquisadores ou os que habitualmente prevêem o tempo, passar uma ou várias semanas em cada ano ou de ano em ano, olhando o tempo numa estação de montanha. Existem poucos lugares no mundo onde seja possível sentir melhor a atmosfera para uma apreciação das forças dinâmicas que nela se contém.

Muito embora meteorologistas objetem contra o uso de certos dados obtidos numa estação de montanha, porque a montanha pode exagerar o vento, reduzir a pressão, ou intensificar o desenvolvimento de nuvens, é quase justificável ajustar estas observações para representar as condições do ar livre e dêste modo tirar vantagens das amostras mais representativas que são medidas lá, melhor do que as que podem ser obtidas numa estação meteorológica, num aeroporto ou num centro de cidade onde a atmosfera é frequentemente e altamente artificial e de nenhuma maneira é a mesma das cercanias do campo.

DA IMPORTÂNCIA DE COMPREENDER A METEOROLOGIA DA MONTANHA

Uma perfeita compreensão da meteorologia nas regiões montanhosas ainda está longe de ser completa. É uma matéria difícil mas fascinante e com aspectos variados. Os dados de um observatório de montanha, especialmente se combinados com observações simultâneas de estações dos vales vizinhos, tal como é o caso do Mount Washington, poderiam fazer um longo caminho na direção da solução de alguns dos maiores problemas da meteorologia relacionados com fenômenos tais como as convergências, correntes de jacto, crescimento de nuvens, trajetórias do ar, baixas de calor e fontes de calor, e outros efeitos tendo dimensões que cabem perfeitamente dentro da escala micro e de mesometeorologia. Tais efeitos, entretanto devem ser melhor compreendidos se se espera compreender convenientemente os fenômenos do tempo nas escalas continental e global.

Quando vista numa perspectiva adequada, (e necessita-se somente ir acima de 12 mil metros para apreciar isto) este tempo ocorre em uma camada extremamente baixa sobre a superfície da terra. Por causa desta camada fina, várias reações atmosféricas podem ser convenientemente caracterizadas como fenômenos interfacial, e por esta razão os fatores de controle estão freqüentemente não muito distantes. Enquanto não se conhecer mais e melhor sobre as relações de causa e efeito dos sistemas do tempo sobre uma área tal como a representada pela New England provavelmente haverá pouco progresso feito no sentido do aperfeiçoamento da previsão do tempo ou conhecimento das razões porque às vezes elas falham.

As características da atmosfera constadas num declive ou cume da montanha são sempre iguais. Os problemas incluídos na medição destas propriedades não são simples, nem são intransponíveis. Com os progressos extraordinários da instrumentação ocorridos nestes últimos 10 anos de rudes, quase absurdas provas, e descobertas relativamente não dispendiosas estão se tornando úteis e trazem a promessa de simplificação ao trabalho de medir as propriedades da atmosfera em lugares isolados. Se bem explorados e cuidadosamente planejadas as estações meteorológicas sem pessoal podem facilmente suplantar a maior parte do nosso trabalho reticular corrente. A realização destes objetivos é, no presente, antes de tudo um trabalho de engenharia mas não para corações fracos!

Quando a importância dos cumes de montanha for convenientemente reconhecida, certos observatórios-chave de montanha terão papéis altamente importantes a desempenhar. Alguns como o Mount Washington Observatory, N. H. Whiteface Mountain Observatory, N. Y., o White Mountain Observatory perto de Bishop, California, e os observatórios solares de Climax, Colorado e Sun Spot, N. M., sendo facilmente acessíveis, podem servir a um duplo papel orientado ao mesmo tempo à pesquisa e à educação científica, com a primeira mais acentuada durante a estação turística de verão, e a última do outono até a primavera quando as montanhas estão quase tão isoladas como se elas estivessem em regiões polares.

Os cumes os mais remotos como os que se encontram nas regiões equatoriais da África, os subtropicais do Hawaí, o West e East Indies, as latitudes centrais da Ásia, Europa e oeste da América, os planaltos polares de Groenlândia e da Antártica poderiam fornecer informações científicas de alto valor sobre matérias das quais cada local possui características únicas. As facilidades de pesquisas em cada uma destas áreas não são mais tão difíceis de estabelecer ou sustentar. O desenvolvimento das viagens aéreas, o lançamento de materiais e técnicas relativas aperfeiçoadas durante e desde a última guerra fazem as áreas mais remotas acessíveis aos cientistas. Enquanto estas tecnologias avançadas se tornavam utilizáveis, os meteorologistas têm sido dolorosamente lentos em fazer uso adequado delas. Talvez que seja tempo para que novas disciplinas sejam postas em relevo a fim de explorar as possibilidades do uso de tais áreas para experiências atmosféricas.

O PAPEL DO ENGENHEIRO NA METEOROLOGIA EXPERIMENTAL

Qual é a fase da meteorologia experimental que parece mais indicada para atrair o engenheiro?

Existem poucas ciências em que o talento do engenheiro tenha mais e maiores oportunidades de provar sua competência. O sucesso pode ser lento, mas vale a pena.

A despeito da contínua mas diminuta controvérsia sobre a eficácia do controle de precipitação e modificação da nuvem, várias operações de sementeação alcançaram o *status* operacional de rotina onde o engenheiro pode tomar um papel mais ativo. Isto não quer dizer que o trabalho esteja quase feito. É sim que as diversas possibilidades estejam agora sendo vagamente reconhecidas.

Embora um esforço considerável tenha sido dirigido no sentido do desenvolvimento de um equipamento de serviço mais adequado para as pesquisas atmosféricas, a maior parte do aparelhamento agora em uso é ainda pesado, inadequado, e, em muitos casos, inseguro. Com quanto estejamos inclinados a pensar que o mercado é pequeno demais para merecer uma atenção adequada das firmas de engenharia, deve ser lembrado que o cientista da atmosfera não está procurando medir propriedades exóticas ou uma atmosfera desconhecida. Os problemas maiores estão ainda relacionados com as medidas quantitativas de água, condições elétricas e concentração da partícula da matéria no ar. Na atual variedade infinita e sofisticação de instrumentos ora utilizados, deve existir descobertas adequadas e inteiramente satisfatórias para medição das coisas mais simples que sejam necessárias.

Muito embora o problema seja essencial e basicamente simples existem inúmeros alçapões dentro dos quais grande número de investigadores já se precipitaram!

Uma reunião em Cambridge, no princípio de 1959, patrocinado pelo NSF, AMS e FIER, serviu para levar alguns destes problemas até ao engenheiro de instrumentação. Poucos foram os resultados tangíveis vistos desta conferência, em todo caso existem ainda esperanças de que hão de ser feitos grandes progressos. Boas descobertas ajudarão o atmosférico experimental, serão extremamente de confiança e de grande esperança em vários outros campos.

Mas qual a função do engenheiro civil e seu lugar neste campo da ciência atmosférica e particularmente relacionadas com a meteorologia experimental?

Justamente está aí uma oportunidade que desafia o instrumentalista, o engenheiro civil que encontra oportunidades para usar o melhor de suas habilidades. Os projetos que necessitam atenção vêm desde a conservação da água pesada pela redução da evaporação, o controle de uma carga de neve derretida, preservação e utilização, para o desenvolvimento de inventos de sensibilidade e de inspeção para observar nuvens, introdução de quantidades convenientes e oportunas de material ajustado dentro delas para produzir mudanças em nuvens e nos sistemas de nuvens, e, se reações apropriadas ocorrem, com facilidades de terreno adequadas para média e manobrar os resultados obtidos.

Parece que teremos muito tempo deante de nós, se com efeito isto puder um dia ser

completado, antes do fornecimento de umidade atmosférica chegar a ser controlada como desejamos.

Se isto fosse possível, ainda seria duvidoso que se conseguisse resolver vários problemas. Não está longe o tempo em que as regiões de nuvens-livres possam ser uma fonte mais valiosa do que a melhor das nuvens. A utilização eficaz da energia solar não está muito longe no futuro e existe uma forte possibilidade de que as técnicas para a dissipação de nuvens sejam tão úteis quanto as necessárias para aumentar a eficiência de sua produção.

A parte do engenheiro civil no campo geral da engenharia do tempo ainda não foi adequadamente explorada.

Consideremos a importância de um ar puro, livre de poluição para o bem estar geral e saúde da população. Um grande engenheiro de minas, o falecido Albert W. Johnston, fundador da Munital Foundation (26) que foi pioneiro no encorajamento da pesquisa cooperativa da meteorologia experimental, acreditava que um dia nós desejaríamos e teríamos mesmo de "mineirar" a atmosfera. A extração e a utilização de gases atmosféricos comprimidos e liquefeitos já são atividades importantes. Um dia, e talvez não seja num futuro muito longínquo, porções da atmosfera serão talvez usadas como zonas para levar a efeito úteis reações sinérgicas, utilizando ventos drenados e outros movimentos atmosféricos para transporte de material de reação da área de reação para as zonas de arrecadação. Fantástico! Não muito mais do que muitas das técnicas que hoje são comuns e aceitas como atividades rotineiras.

O engenheiro civil tem um grande pôsto no ciclo hidrológico como o meteorologista, o fazendeiro ou o fabricante. Ele seria inteligente se se tornasse completamente versado no campo da ciência atmosférica, que ele poderia pensar ser fundamental para merecer a atenção da engenharia. Se isso acontecesse todos se beneficiariam.

Os maiores progressos das realizações técnicas freqüentemente são diretamente relacionados com a guerra. Porque não são bastante inteligentes para reconhecer que a única guerra que se justifica é contra as forças elementares da fome, da ignorância, da miséria, das inundações, do medo e de tipos similares de pestilência! Se o controle do tempo for alcançado, espera-se que ele seja orientado para a prevenção ou moderação das tempestades desastrosas, das secas periódicas, de

inundações indesejáveis, e uma gama de outras ocorrências do tempo que não podem ser postas a crédito do registro climático. A economia da América, tem sido adaptada a certas ações climáticas normais ou médias. A ausência destas condições são de sérias consequências. Se o controle do tempo pudesse ser usado primariamente no sentido de diminuir estas anormalidades excessivas seria de um grande valor. Espera-se que mais do que este desejo realizado. Se alguém não gostar das

mudanças de estação que ocorrem no noroeste da América, existem locais excelentes que têm condições diferentes de tal maneira que mesmo o indivíduo mais exigente encontraria sempre um clima a seu gosto.

O engenheiro, não importa quais sejam seus interesses e habilidades, se imaginativo, e se tiver o "desejo de realizar", encontrará uma real satisfação em aceitar o desafio, dos diversos, e problemas difíceis relacionados com as ciências atmosféricas.

BIBLIOGRAFIA

- 3 — "Freedom-The Opportunity to Profit From the Unexpected," por I. Langmuir. G. E. Research Laboratory Digest, 1, 9, 1959.
- 4 — "The Effect of Dissolver Salts on Insoluble Monolayers," por I. Langmuir e V. J. Schaefer. J. Am. Chem. Soc., 59, 2400, 1937.
- 5 — "Soke Filters," por I. Langmuir. NDRC Report Collected Papers of Irving Langmuir, Pergamon, (In Press).
- 6 — "The Growths of Particles in Smokes and Clouds and the Production of Snow from Supercooled Clouds", por I. Langmuir, Proc. Am. Phil.
- 7 — Final Report on Fundamental Phenomena of Precipitation Static, por I. Langmuir, War Dept. Contract W-33-106-SC-65, May, 1945.
- 8 — "Properties of Particles of Snow and Electrical Effects They Produce in Storms" by V. J. Schaefer, Trans. Amer. Geophys. Union, 28, 587, 1945.
- 9 — Mt. Washington Observatory Reports. Jan., 1945 * Jan., 1950, by Victor F. Clark, et al., Mt. Washington Observatory, Gorham, N. H.
- 10 — "Basic Icing Research by General Electric Co. Fiscal Year 1946", by I. Langmuir, V. J. Schaefer, et al. N.º 5539, AAF Tech. Report.
- 11 — "The Production of Ice Crystals in a Cloud of Supercooled Water Droplets" by V. J. Schaefer, Science, 104, 457, 1946.
- 12 — Method of producing Rainfall, by L. Gatham, U. S. Patent Office, Patent N.º 462, 795, Nov. 10, 1891.
- 13 — "More Sunshine in the Cloudy North, More Rain in the Tropics", by A. W. Veraart, Amsterdam, N. V. Seyffardt's Boek & Muziekhandel, 1931.
- 14 — "Project Cirrus — The Story of Cloud Seeding", by B. S. Havens, G. E. Review, 55, 8, 1952.
- 15 — "The Nucleation of Ice Formation by Silver Iodine", by B. Vonnegut, J. Appl. Phys., 18, 593, 1947.
- 16 — "Final Report Cirrus Part I. Laboratory, Field and Flight Experiments", by V. J. Schaefer, G. E. Res. Lab. Report R. L. 785, Schenectady, March, 1953.
- 17 — "The Detection of Ice Nuclei in the Free Atmosphere," by V. J. Schaefer, J. Of Meteorol., 6, 283 (1949).
- 18 — "Production of Ice Crystals by the Adiabatic Expansion of Gas", by B. Vonnegut, J. Appl. Phys., 19, 959, 1948.
- 19 — "Snow and Its Relationship to Experimental Meteorology", by V. J. Schaefer, Compend. of Meteorol. Am. Meteorol. Soc., Boston 1951, p. 221.
- 20 — "Experimental Meteorology", by V. J. Schaefer, J. Appl. Math. and Phys. (ZAMP) 1, 153, 217, 1950.
- 21 — "The Production of Rain by a Chain Reaction in Cumulus Clouds at Temperatures Above Freezing", by I. Langmuir, J. Meteorol., 5, 175, 1949.
- 22 — "Formation of Ice Crystals in Ordinary and Nuclei Free Air", by J. Schaefer, Ind. Eng. Chem., 44, 1300, 1952.
- 23 — "Jet Streams, Thunderstorms and Project Skyfire", by V. J. Schaefer, Archiv. für Meteorologie, Geophysic und Bioklimatologie 8, 265, 1955.
- 24 — "The Seeding of Cumulus Clouds by Grand Based Silver Iodine Generators", by V. J. Schaefer and J. H. Dietrich. J. Appl. Math. & Phys., (ZAMP), 10, 174, 1959.
- 25 — "General Technology for Cloud Seeding", by D. M. Fuquay, Journal of the Irrigation and Drainage Division, Proceedings of the ASCE, vol. 86, N.º IRI. March, 1960.
- 26 — "The Munitalp Foundation, Inc.", by V. G. Crudge, Bull. Amer. Meteorol. Soc., 38, 612, 1957.

* * *

Nota do Tradutor — O vocábulo em inglês SERENDIPITY que serve de título ao presente trabalho não tem tradução em nosso idioma.

Na língua inglesa nem todos os dicionários o mencionam. Encontra-se no "THE SHORTER OXFORD ENGLISH DICTIONARY" — Third Edition, Vol. II, pág. 1847, assim registrada:

SERENDIPITY — 1754. | f. Serendip(b), former name of Ceylon + ITY; coined by Horace Walpole upon the title of the fairtale *The Three Princess of Serendip*, the heroes of which "were always making discoveries, by accidents and sagacity, of things they not in quest of" |. The Faculty of making happy and unexpected discoveries by accident.

SERENDIPITY — 1754. | f. Nome formado de Ceylon + ITY; inventado por Horace Wapole sobre o título de um conto de fada. — *As Três Princesas de Serendip*, no qual os heróis "estavam sempre fazendo descobertas por acidentes e sagacidade de coisas que eles não investigavam."

A faculdade de fazer uma descoberta feliz por acaso.

Experiências no tratamento do

SINOPSE

Durante os anos de 1957 e 1958 a Universidade de Arizona levou a efeito um programa de pesquisa de sementeação de nuvens partindo diretamente do estudo dos efeitos de núcleos

de iodeto de prata no *cúmulo orográfico* super-resfriado. Foram estudadas as nuvens sobre as Montanhas Santa Catalina a sudoeste do Arizona.

O OBJETIVO DA EXPERIÊNCIA

O objetivo da experiência da sementeação de nuvens foi executado com a assistência de K. A. Brownlee e W. Kruskal do Departamento de Estatísticas da Universidade de Chicago-Illinois. Em poucas palavras o processo consistia numa predição objetiva, feita anterior às 0900 horas de montanha (Mountain Standard Time) de cada dia, se se formariam ou não conjuntos ou nuvens *cúmulo nimbo* sobre as montanhas de Santa Catalina. O critério principal para esta predição era saber se a água precipitável no Tucson, Arizona, igualava ou excedia de 275,0 mm. Quando isto ocorria, o dia era considerado conveniente para o semeio era aberto um registro no qual se especificava qual destes dois dias apropriados deveria ser semeado. Se mais de um dia apropriado separava de outros dois, o primeiro dia do par era rejeitado e iniciava-se um novo par. O esquema dos pares fortuitos foi adotado de maneira a levar em conta dia a dia em correlação de modo a assegurar que existiria um número igual de dias semeáveis ou não semeáveis.

A sementeação atual foi levada a efeito com um tipo de gerador aéreo australiano de iodeto de prata suspenso sob a asa de um aeroplano. O plano de vôo consistia em passagem repetidas sobre cerca de um nível de -6.0°C ao longo da trilha circulante que vinha da

cumeada da montanha. O piloto normalmente punha a funcionar o gerador a cerca de 1230 horas (Mountain Standard Time) e continuava o seu vôo até que todo o material de semeio estivesse esgotado. Normalmente o período de sementeação era da ordem de 4 horas. O gerador consumia uma solução de 20% de iodeto de prata em acetona numa proporção de 9 a 11 litros por hora.

OBSERVAÇÕES

Foram feitas as seguintes observações de maneira a permitir o estudo de nuvens e processos de precipitação:

a) — as propriedades visuais de nuvem eram registradas num par de câmaras aéreas, K-17 cuidadosamente calibradas e localizadas no solo onde pudessem ser feitas avaliações acuradas das dimensões e localizações da nuvem;

b) — a localização e dispersão da precipitação pela repercussão do som foram observadas com um aparelho de radar de plano vertical de 3 cm;

c) — a queda da chuva era anotada com uma rede de 29 postos registrando-se a média da chuva caída;

Cumulus de verão

Por Louis J. Battman e
A. Richard Kassander, Jr.

d) — foram feitas observações visuais do tempo e localização de nuvem do solo e do risco do relâmpago.

RESULTADO

As experiências levadas a efeito durante os primeiros dois anos mostraram que a semeadura de iodeto de prata causava algumas mudanças importantes no processo natural da nuvem. Durante cada verão dezesseis pares de dias foram estudados.

Queda de chuva — Quando os dados dos dois anos foram comparados observou-se que a medida média da queda de chuva era mais alta nos dias de semeadura, no entanto a probabilidade de que as diferenças observadas na queda da chuva média ocorresse por acaso era quase alta, cerca de 0,26 mm. Este valor foi obtido por um teste de sinal que usava as diferenças da média de queda de chuvas dos dias pares. A comparação das quedas de chuva nos dias semeados e não semeados mostram uma grande diferença, mas a estatística de uma diferença real ainda não era suficientemente alta para ser considerada significativa.

Altura das tempestades de relâmpagos e trovões — Um caminho objetivo para medir a frequência relativa de grandes tempestades de relâmpagos é tomar observações pelo radar de 30 em 30 minutos e anotar se existe pelo menos uma nuvem se estendendo sobre uma determinada altitude. Quando isto foi feito descobriu-se que durante os dois dias de semeadura existia cerca de duas vezes mais repercussão de sons estendendo-se acima de 9.000, 10.000 e 12.000 metros. Um teste pela ordem de sinais nesta circunstância mostrou

que a probabilidade de diferença no número de nuvens estendendo-se sobre 9.000 metros ocorrida por acaso era de 0,05.

Relâmpago — As observações sobre os relâmpagos começaram em 1958. Verificou-se que nos dias de semeadura existia cerca de nove vezes mais relâmpagos do que nos dias de não semeadura. Um teste revelou que a probabilidade de ocorrência ocasional da gradação observada pela diferença de relâmpagos nos dias pares era de cerca de 0,015. Foi interessante descobrir que não obstante a grande diferença em frequência de relâmpagos, existia pequena ou quase nenhuma diferença no número de relâmpagos que causam incêndios nas florestas. Alguém poderia oferecer a explicação de que a alta frequência de relâmpagos era amenizada por maiores chuvas as quais reduziam a probabilidade da formação e de extensão do fogo.

Iniciação da precipitação — Por meio de dados fornecidos pela câmara de nuvens e do radar foi possível anotar o comprimento vertical das nuvens (e assim como a temperatura do ápice da nuvem) e se elas continham ou não precipitação. Quando um número suficiente de nuvens foram examinadas tornou-se possível falar em "probabilidade de precipitação" nas nuvens cujas temperaturas do cume estão entre 12° e 18° C ou outro intervalo qualquer de temperatura (*Fig. 1*). A figura 1 mostra um sumário das observações feitas durante 1957 e 1958. Dez nuvens, cinco em cada amostra, tiveram temperaturas acima de 6° C e não foram delineadas. As curvas mais fortes e linhas interrompidas foram desenhadas a olho. É quase óbvio que nos dias de semeadura a probabilidade de precipitação era maior do que nos outros dias. A clara mudança uniforme da curva em direção à esquerda deixa

acreditar que o efeito fôsse real, e que realmente a sementeação de iodeto de prata causava a formação da precipitação nas nuvens que não ter-se-iam precipitado naturalmente.

Em quase tôdas as partes diretas da curva na extensão da abscissa (linhas pontuadas) encontrado que a "curva não semeada" intercepta a abscissa a cêrca de -17°C . Pode ser argumentada que êste resultado seja razoável porque as observações de núcleo de gelo na atmosfera mostra que em geral, as concentrações de temperatura acima de -15°C são pequenas. Quando a temperatura é reduzida a concentração aumenta. Parece razoável presumir que a linha curva pontuada representa as nuvens nas quais o mecanismo de cristal de gelo foi ativado para causar precipitação.

Uma extensão da "curva semeada" mostra que esta intercepta a abscissa a cêrca de -9°C , numa temperatura um pouco abaixo do valor sôbre o qual os cristais de iodeto de prata podem se esperar que se tornem efetivos como núcleos de cristal-gêlo.

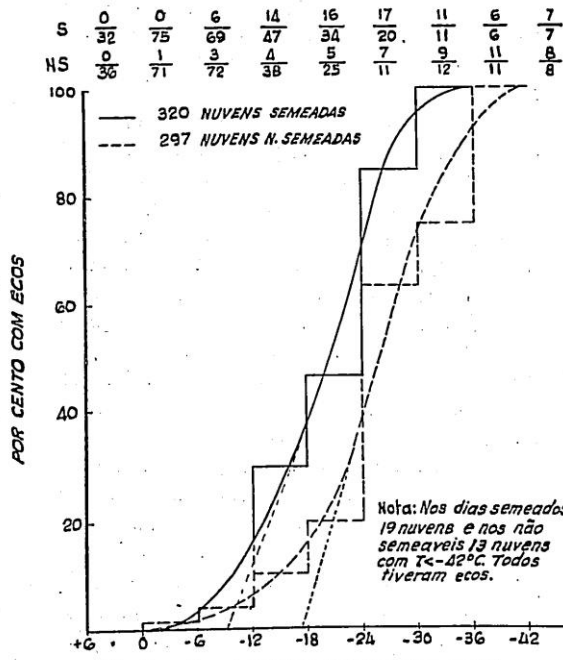
Se as interpretações da significação das curvas pontuadas estão corretas, então nós seremos levados a asserção de que estas nuvens precipitadoras que caem para a esquerda das curvas projetadas produziram a precipitação pelo processo de condensação-coalescência.

SUMÁRIO

Em virtude do fato de que esta pesquisa ainda está em progresso, os autores sentem que ainda não estão prontos para tirar conclusões finais; isto é, o precedente estudo foi um breve sumário de alguns aspectos da pesquisa. Muito embora os resultados apontem em direção a conclusão de que o semeio produziu efeitos importantes, é vital que mais dados sejam compilados com o objetivo de assegurar que os resultados não vieram por acaso. Êste breve artigo foi escrito como um relatório progressivo para outros que trabalhem em problemas similares. Logo que mais dados sejam coletados espera-se que algumas das questões mais necessárias na importante área de sementeação de nuvens possam ser dadas como respostas definitivas e inequívocas.

INFORMAÇÕES

Os autores agradecem a contribuição de informações fornecidas a êste programa pela United States Weather Bureau e o United States Florest Service. O principal esteio financeiro vem da National Science Foundation e do Estado do Arizona U. S. Em 1957, o programa de pesquisa foi levado a efeito como um esforço cooperativo com a Universidade de Chicago.



ESTUDOS FÍSICOS DAS TEMPESTADES DE SANTA BÁRBARA

Por Theodore B. Smith

SINOPSE

O processo e a avaliação das operações de sementeação de nuvem requerem as observações do tempo numa escala geográfica aproximado da escala de movimento produzindo a precipitação. No presente (1960) observações minuciosas têm sido por demais esparsas para um estudo adequado do processo existente de precipitação. A fim de compreender os efeitos físicos de sementeação é necessário compreender o mecanismo natural da formação, da precipitação e suas variações. Várias observações técnicas a este propósito foram utilizadas durante o Projeto Santa Bárbara.

As medidas físicas feitas durante o programa Santa Bárbara incluem radar com PPI

(horizontal) e RHI (vertical) exame, potencial atmosférico móvel, distribuição do tamanho da gota de chuva, concentração de núcleos gelados, ventos combinados e medição de temperatura. Uma fonte adicional valiosa de informação tem sido a medição radiossonda da temperatura e umidade do ar superior feita todas às 12 horas em Santa Maria e em Los Angeles. Combinando-se esta informação dentro de um quadro coerente tornou possível descrever bem um número de exemplos do mecanismo natural de formação da precipitação. Um excelente trabalho de rede de postos meteorológicos e rádio de 45 registros de hietômetros no condado de Santa Bárbara tornou-se proveitoso para o uso destes estudos.

INTRODUÇÃO

O advento da sementeação de nuvens criou a necessidade de observações do tempo numa escala geográfica não abastecido somente pelo trabalho de rotina das observações da rede de postos meteorológicos. Isto se aplica igualmente aos problemas de operações de sementeação e avaliação dos possíveis efeitos de sementeação. No caso de atividade de corrente ascensional de verão, grandes células de precipitação pode ter vários quilômetros de diâmetro enquanto que a observação do trabalho de rede é feita de estações 15 a 30 km nas densas áreas, nas 80 a 160 ou mais quilômetros de separação é comum. Nestas condições existe uma oportunidade mínima para observar os sistemas de movimentos do ar que certamente eleva a produção de precipitação.

Considera-se que as tempestades de inverno são habitualmente produzidas por movimentos do ar da ordem de várias centenas de quilômetros numa extensão horizontal. No entanto, *ecos radar* dados pela precipitação em tais tempestades revelam uma considerável desigualdade na estrutura horizontal. A precipitação ocorre durante estas tempestades dependendo da estrutura do ar e fatores do terreno. As curtas distâncias a variação na precipitação de inverno é particularmente pronunciada em condições orográficas quando a

quantidade de queda de chuvas pode duplicar ou triplicar dentro de uns poucos quilômetros.

De maneira a compreender como funciona a sementeação de nuvens e como o natural processo de precipitação pode ser modificado, é necessário compreender o mecanismo natural da formação de precipitação e suas variações. Isto requer reduzir as observações a uma escala comparável com a do próprio processo de precipitação. Também é requerida uma concentração do esforço na medição deste parâmetro que dará à produção a melhor informação a cerca do mecanismo operacional de precipitação. O método para fornecer esta informação eficiente e economicamente tem sido feito sob gradual desenvolvimento durante o período de 1957 a 1959, em Santa Bárbara (Calif.).

PROJETO SANTA BÁRBARA

O Projeto Santa Bárbara é um programa de cooperação para investigar os resultados da sementeação de nuvem nas tempestades de inverno na Califórnia. O projeto cobre todo o condado de Santa Bárbara, e em 1958, também inclui o condado de Ventura que é adjacente a sudeste. Um extensivo registro do trabalho de rede e um minucioso hietômetro foi

estabelecido e é mantido pela California State Department of Water Resources (Departamento de Águas e Fontes do Estado da Califórnia). A sementeação da nuvem é lavada a efeito em uma base, ocasional com geradores de terra de iodeto de prata. O observador faz uma observação duas vezes por dia, em terreno meteorológico relativo ao potencial de sementeação durante o período seguinte de 12 h. Nestas situações esperadas ser favoráveis à sementeação, o Laboratório Estatístico da Universidade da Califórnia em Berkeley seleciona, em uma base ocasional, certos casos que podem ser semeados. Os casos restantes não semeáveis são utilizados para comparação com as situações semeáveis. O Statistical Laboratory mais tarde realiza análises estatísticas para determinar as diferenças significativas que existem entre os casos semeáveis ou não semeáveis. Estudos físicos são então feitos de cada tempestade numa tentativa para descrever alguns dos detalhes do processo de precipitação e as variações de uma tempestade a outra. Durante estes estudos há uma tácita suposição de que os efeitos possíveis da sementeação serão variações dependendo dos fatores envolvidos no processo natural de precipitação. A razão importante para estes estudos, tem sido ultimamente, delinear estas tempestades, ou porções de tempestades, que possam responder substancialmente ao processo de sementeação para estas situações que continuam relativamente a não serem afetadas.

O condado de Santa Bárbara é de aproximadamente 104 por 56 km e, para este programa, contém quarenta e cinco registros hietômetro. Quantidade horária de queda de chuva são desta maneira utilizáveis para todas as tempestades. Vara de medir adicionais foram localizadas em área com o objetivo de comparação. A área principal de comparação é o Channel Islands cerca de 40 a 50 km no sul de Santa Bárbara.

As principais formas de terreno de interesse no condado são a linha da costa leste-oeste e de costa plana cerca de 5 a 8 km de largo. Ao norte da planície e à margem da costa, cerca de 1.200 m de altura estendendo-se à leste-oeste por cerca de 72 km.

Cerca de 5 km ao norte da margem é o Santa Ynez Valley correndo quase a leste-oeste com elevações ordenadas em volta de 4,50 a 2,10 m. No norte de Santa Ynez Valley o terreno torna-se desigual e desorganizado com numerosos picos de 1.500 a 1.800 m exceto na seção noroeste do Condado onde o terreno é mais baixo e mais uniforme.

MEDIÇÕES FÍSICAS DE SANTA BÁRBARA

As observações feitas durante o programa de Santa Bárbara incluem radar com PPI (horizontal) e RHI (vertical) exames, potencial atmosférico móvel, distribuições de tamanho de gota de chuvas, concentrações de núcleos gelados e medições de ventos e temperatura. A maior parte destas observações são feitas pelo United States Forest Service Lockout no Pico La Cumbre, a 1.200 m na orla da costa cerca de 10 km ao norte de Santa Bárbara. O 3 em radar foi localizado no centro da vigia e tinha uma nítida visão da precipitação aproximando-se da costa do sul e sudoeste, mas considerável estrondo da terra aparecia vindo das altas montanhas ao norte da vigia. Uma fonte adicional de valiosas informações vem de razoáveis medições da temperatura e umidade do ar superior feitos todas às 12 h em Santa Maria e Los Angeles, Califórnia, e dos dados horários do tempo no aeroporto e de um ocasional relatório de voo de um piloto. Talvez que a mais poderosa fonte de informação nestas observações fosse o aparelho de radar. Este tem o poder de descrever a estrutura da precipitação sobre uma larga área com maiores detalhes de que qualquer outra técnica. Entretanto, existem limitações práticas das observações que não devem ser esquecidas. Uma óbvia possibilidade para o uso do radar é a medição quantitativa da proporção da precipitação e uma tentativa para fazer observações diretas do possível aumento devido ao semeio. Trabalho considerável, foi feito na medição de quantidade da precipitação pelo radar. As medições são difíceis e penosas por causa da necessidade da calibração acurada do equipamento do radar. Em aditamento, a correção deve ser feita pela diminuição do sinal do radar devido a intervenção da chuva entre o aparelho e a área de interesse. Estes problemas juntos com a freqüente não-uniformidade na estrutura de precipitação faz com que seja extremamente duvidoso que o aumento de precipitação na ordem de 10% a 15% possa ser denunciado quantitativamente pelos estudos, de precipitação do radar.

Existe uma possibilidade para a detenção direta dos efeitos da sementeação pelo radar. Isto ocorre no caso em que as condições são marginais para a formação de precipitação natural e quando a sementeação possa ajustar-se ao processo de precipitação do vento baixo vindo do gerador enquanto que nenhuma precipitação tenha sido observada em outros lugares. Uma pluma de precipitação seria então esperada no

vento baixo, espalhando-se na maneira familiar da difusão de fumaça vindo de um ponto de origem. Tais plumas foram assinaladas e anotadas na ocasião por vários observadores de radar.

estudos relativos ao tipo de movimento do ar ocorrente no processo de precipitação. A estrutura de precipitação tipo lençol ou camada esta, associada ao lento, estável e relativamente uniforme no vento ascensional. Quando o

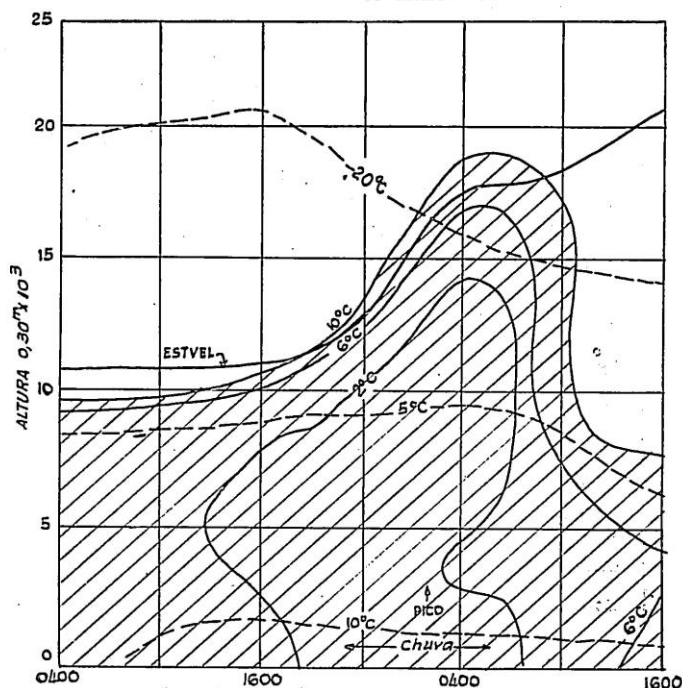


Fig. 1 — Estrutura da tempestade de 2 e 3 de abril de 1958.

As condições marginais requeridas para a aparição destas nuvens existem na área de Santa Bárbara muito freqüentemente. Sob estas condições deveria ser possível observar as plumas dos dois geradores localizados no Channel Islands quando as precipitações formam-se nos baixos ventos das ilhas e move-se em direção da costa. Infelizmente foi descoberto que também, sob estas condições marginais, nos cumes das ilhas poderiam provocar uma similar precipitação de plumas causando ligeiramente a suspensão do ar durante a passagem sobre os cumes. Como consequência, as medições adicionais são requeridas para delinear a natureza das plumas artificiais.

O uso do radar no programa de Santa Bárbara foi confinado aos estudos, semiquantitativos da estrutura horizontal e vertical da precipitação. Muito pode ser aprendido destes

ar se torna instável, os movimentos para cima aumentam, as áreas de movimento vertical par acima diminuem em tamanho e a estrutura da precipitação torna-se mais celular.

Os métodos para uso dos dados de radar, e informação associada para descrever os detalhes do processo de precipitação existente pode ser indicado melhor graças ao exame de uns poucos exemplos de tempestades.

Nos dias 2 e 3 de abril de 1958 — A Fig. 1 mostra um vertical-pêso-tempo cruzado pela seção feita de uns dados de rádiossonda tomados em sucessivos intervalos de 12 h em Santa Maria, Califórnia. As linhas interrompidas representam temperatura do ar e linhas cheias representam o valor de pequenas quantidades de água invertidas com a diferença entre temperatura e ponto de orvalho. As áreas sombreadas mostram a umidade do ar na região.

A forma característica das tempestades de neve nesta área é uma baixa camada úmida durante o princípio da tempestade. Esta camada é habitualmente referida como a camada marinha e é sobrepujada pela "inversão marinha", uma região de ar mais quente e mais seco. Acima da inversão o ar é frequentemente seco exceto para possíveis camadas de ar úmido em altos planos sendo introduzida dentro da área pela aproximação da tempestade. O alto da camada marinha é mostrado na Fig. 1 como uma pesada linha sólida com uma indicação que o ar é estável no alto da camada.

nuvens a 3.450 m. De acordo com as medições dos núcleos congelados nenhum núcleo natural poderia ter operado para produzir precipitação de cristal de gelo nas temperaturas quentes presente na massa da nuvem observada. As distribuições do tamanho de gota de chuva no potencial atmosférico móvel eram medidas durante este período e são mostradas nas Figs. 3 e 4. As amostras do tamanho das gotas de chuva trinta e uma são vistas na Fig. 4 com as variações em potencial móvel. Como visto na Fig. 4 onze amostras foram tomadas anteriormente a 2000 (hora do Pacífico). As primeiras nove amostras são delinea-

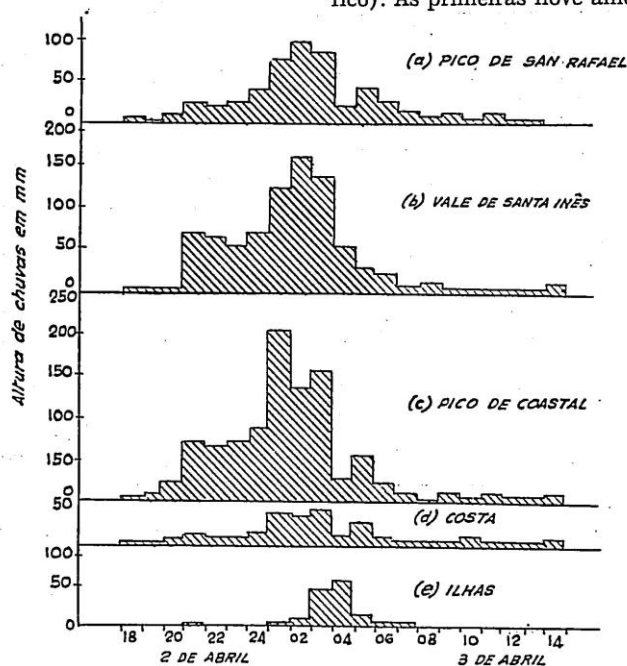


Fig. 2 — Soma total das alturas de chuva de hora em hora durante as tempestades dos dias 2 e 3 de abril de 1958.

A chuva começou na área de Santa Bárbara cerca de 2000 PST (Pacific Standard Time) em 2 de abril. Nesta ocasião o alto da camada marinha como mostra a Fig. 1 era cerca 3.300 m, uma temperatura de -10°C . As células de precipitação eram vistas no radar aproximando-se da costa pelo sudoeste. O alto da precipitação foi medido a 3.300 m ou cerca de -7°C . A 2029 (hora do Pacífico) um piloto de aeroplano informou o alto das

das como se vê na Fig. 3 (a) junto com uma sólida linha que foi mostrada⁵ para representar uma distribuição de tamanho generalizado para gotas de chuva produzidas pela coalescência ou processo de nuvem quente que não envolve a presença de nenhum cristal de gelo. É sugestionado na Fig. 3 que as primeiras nove amostras de gotas de chuva em 2 de abril, foram tomadas em chuva produzida pela coalescência. Amostras 10 e 11, linhas inter-

rompidas, desviam-se marcadamente da distribuição generalizada de coalescência, a Fig. 3 (b) mostra que estas amostras correspondem a distribuição de tamanho generalizado por Marshall-Palmer (linha cheia na Fig. 3 (b)). A conclusão sugeria que a precipitação

presença de cristal de gelo produzido na precipitação.

Estas fontes de informações indicam que a precipitação de cristal de gelo começara a cerca de 2000 PST no dia 2 de abril. Já que os cristais de gelo não podiam ser formados

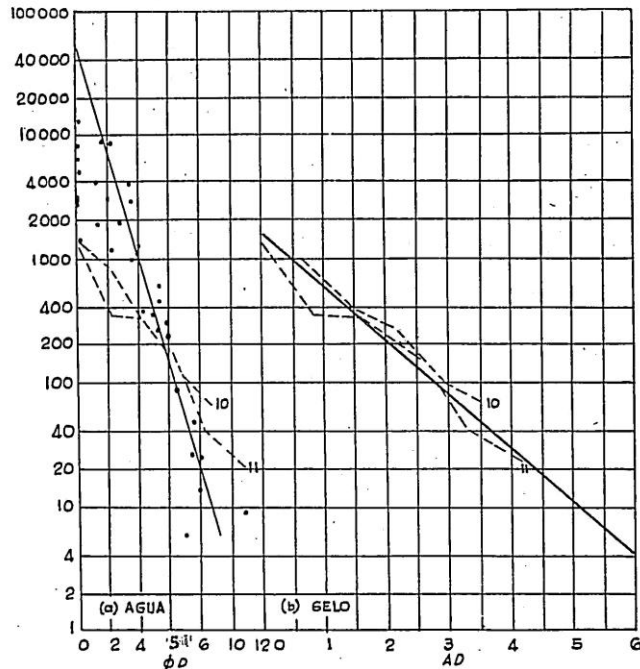


Fig. 3 — Distribuição de gotas de chuva, exemplos de 10 e 11 de abril de 1958.

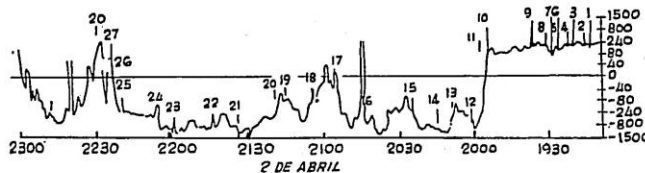


Fig. 4 — Declínio de potencial durante a tempestade de 2 de abril de 1958.

do cristal de gelo começava repentinamente a cerca de 2000 PST. Outra evidência sugestiva para esta mudança no mecanismo de precipitação é mostrada na Fig. 4 onde uma repentina mudança para um potencial negativo móvel é observado começando com amostras 10 e 11. Uma crescente teoria popular de geração de carga elétrica nas nuvens associa a formação comum de campos negativos com a

dentro da massa de nuvem abaixo 3.450 m eles presumivelmente caíam dentro da massa vindos de uma nuvem-gelo mais alta não atingida pelo radar ou pela rádiossonda em ascensão.

O caráter da precipitação aos pedaços indica concentrações de pedaços de cristais de gelo não uniformes caindo de cima. Este mecanismo de semeio cristal de gelo vindo de

cima é um dos processos mais efetivos de semeio natural observado.

A situação que terminamos de descrever é um excelente exemplo das condições marginais para a formação de precipitação quando cristais de gelo ocasionais podem soltar a baixo nível de umidade que de outra maneira permaneceria na nuvem. O semeio (feito aos pedaços) neste exemplo sugere que existe, uma oportunidade neste caso, para semeio artificial a fim de aplinar as irregularidades no processo de precipitação, e fazer a precipitação mais uniforme.

Após 2000 PST o alto da camada marinha subiu até cerca de 0100 PST no dia 3 de abril, o alto do radar tinha próximo a 4.200 m e cerca de 15° C. A precipitação do cume ocorreu entre 0.100 e 0.200, e pelo 0.600 a precipitação tinha inteiramente terminado. Sobre o cume as porções tardias da tempestade e a profundidade da camada marinha tinha aumentado para onde a formação de cristais de gelo poderiam ter lugar dentro da massa de nuvem abaixo do alto da camada marinha.

Seções cruzadas de radar horizontal através da tempestade mostraram uma estrutura celular generalizada, cada célula tendo vários quilômetros de largura. Um sumário da tempestade poderia sugerir que estas células desenvolvidas dentro da camada marinha, aumentassem em altura quando a camada marinha se aprofundasse, como sugerido pelo aumento de altura dos ecos do radar. No princípio da tempestade o semeio de cristais de gelo deve ter sido completado pela nuvem gelada mais alta. Mais tarde na tempestade os cristais de gelo podiam também ser desenvolvidos dentro da própria massa de nuvem principal. A Fig. 2 mostra a quantidade de precipitação horária para várias porções de área de Santa Bárbara. Cada porção representa uma linha de leste-oeste estações de registro começando com as ilhas e se estendendo para o norte do cume de San Rafael. Existe uma distância de cerca de 50 km entre a linha da ilha e a costa, cerca de 6 km da costa para o pico de Coastal, cerca de 5 km do pico Coastal para o Vale de Santa Inez e cerca de 8 km do Vale para o pico de San Rafael.

A corrente de ar ao nível da precipitação é geralmente de sul ou sudoeste durante a realização da tempestade por isto é que estas linhas paralelas são orientadas quase normal na corrente de vento.

Como poderia ser esperado sob o instável regime de precipitação celular observado, a Coastal Ridge recebia a maior quantidade de

precipitação, já que a instabilidade é usualmente liberada principalmente sobre a crista. Devido a estes movimentos verticais a quantidade de água líquida total, tende a ser mais alta nas nuvens sobre a crista, e cristais de gelo caindo de cima guardam a água líquida e causam a precipitação desta. Deve ser notado que a parte costeira não recebia particularmente grandes quantidades de chuva durante esta tempestade.

De outra parte as quantidades eram substanciais no Vale de Santa Inez a sotavento do pico de Coastal. Isto é sem dúvida o resultado do processo de precipitação começado sobre crista mas não completado até que o sistema de nuvem tenha sido movido pelo vento abaixo sobre o vale.

Fevereiro — 24/25 de 1958 — Um tipo de diferente do sistema de tempestade é mostrado na Fig. 5. A característica principal da tempestade é uma inversão marinha baixa (cerca de 1.500 m) através da maior parte da tempestade. Considerável quantidade de ar úmido foi injetado dentro da área em nível acima da camada marinha mas não existe indicação de que o nível de ar terrestre passasse além de 450 m até quase o fim da tempestade.

A precipitação principiou na área de Santa Bárbara a cerca de 2000 PST em 24 de fevereiro. Nesta época a umidade da tempestade se estendia de 6.000 a 7.500 m ou a temperatura do ar abaixo de 20° C. Sob estas condições numerosos cristais de gelo se formariam naturalmente em altos níveis, caindo em direção ao solo e juntando toda a água líquida que estivesse presente nos níveis mais baixos.

Os altos dos ecos de radar eram geralmente em torno de 4.000 a 4.500 m no princípio da tempestade mas aumentava para 5.000 m durante o período de queda de chuva do alto. Um piloto de aeroplano registrou camadas de nuvem a 7.000 m (cerca de — 25° C) logo após o começo de precipitações. As seções cruzadas de radar horizontal indicaram uma relativamente uniforme estrutura de precipitação na forma de lençol, faixas e ocasionais retalhos.

Desta estrutura de precipitação e a grande profundidade vertical de umidade durante a tempestade poder-se-ia concluir que a natureza estava fazendo um trabalho muito extenso de provisão natural de cristais de gelo. De mais, adicional e artificialmente feitos cristais de gelo que poderiam ser úteis nestas condições é um fator desconhecido na sementeação de nuvem das operações atuais.

Fig. 6 mostra a quantidade de queda de chuva horária para a tempestade de 24/25 de fevereiro. A impressionante forma desta carta é a extensiva precipitação recebida pela costa plana, somente e ligeiramente menor de que a ocorrida no Coastal Ridge.

Em outras partes a precipitação foi relativamente uniforme e consideravelmente menor do que a observada perto da costa.

A explicação para esta precipitação máxima costeira foi dada por T. Bergeron. Sob a estável, condição de inversão de nível baixo característica da tempestade de 24/25 de fe-

combinam-se para produzir um amontoamento de ar e água líquida na vizinhança imediata da costa. Como no caso de 24/25 de fevereiro, os cristais de gelo produzidos por cima podem então juntar esta água líquida durante sua descida e substancialmente grandes quantidades de chuvas são produzidas nas áreas costeiras.

Este fenômeno é essencialmente de baixo nível sendo produzido pela convergência das camadas próximas da superfície. Como se vê na Fig. 6 os efeitos não se estendem ao Vale de Santa Inez devido as estáveis condições de

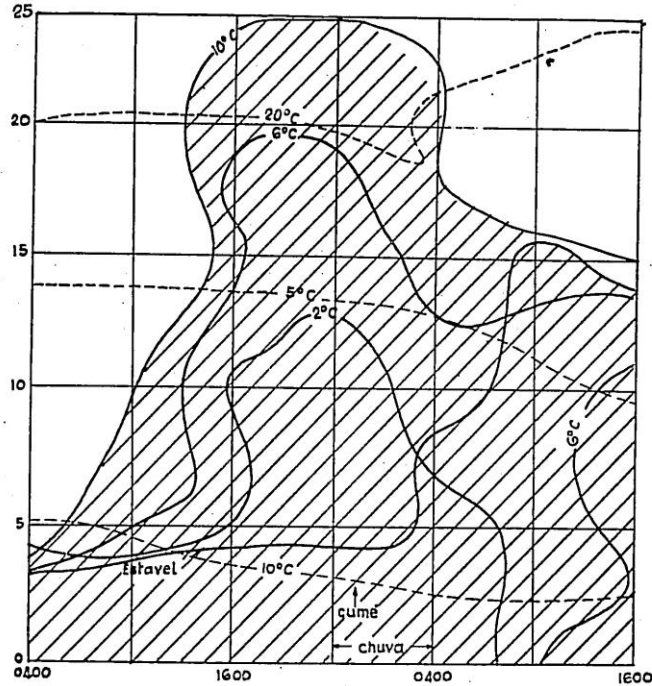


Fig. 5 — Estrutura das tempestades de 24 e 25 de fevereiro de 1958.

vereiro, a superfície do ar movendo para o norte ao longo da costa não pôde fazer correnteza sobre a crista leste-oeste da praia ao norte de Santa Bárbara mas voltou para o lado do oeste a fim de passar através do Canal de Santa Bárbara. Os ventos em Santa Bárbara sob estas condições são moderadamente fortes vindos do leste com muito mais altas velocidades sendo ocasionalmente registradas pelos navios no Canal. A diminuição da fricção do ar na costa plana e a vonvergência produzida pelos esforços do ar para fazer corrente em tórno do Coastal Ridge

inversão baixa que prevaleceu. Em vista destas condições e já que a umidade vinda da fonte costeira não parecem influenciar a queda de chuva no vale é considerado provável que o iodeto de prata solto pelos geradores terrestres não subisse a tais níveis na atmosfera onde poderia se tornar efetivo ao produzir cristais de gelo. Além disso a tempestade de 24/25 de fevereiro foi caracterizada por um grande fornecimento de cristais de gelo natural e parece que relativamente não foi afetada pela sementeção artificial. Nos dias 25 e 26 de janeiro de 1958 — A tempestade de 25/26 de

janeiro de 1958, combina algumas das formas das duas tempestades precedentes. Como mostra a Fig. 7 a característica da camada marinha era pouco profunda no princípio da tempestade mas se aprofundava rapidamente du-

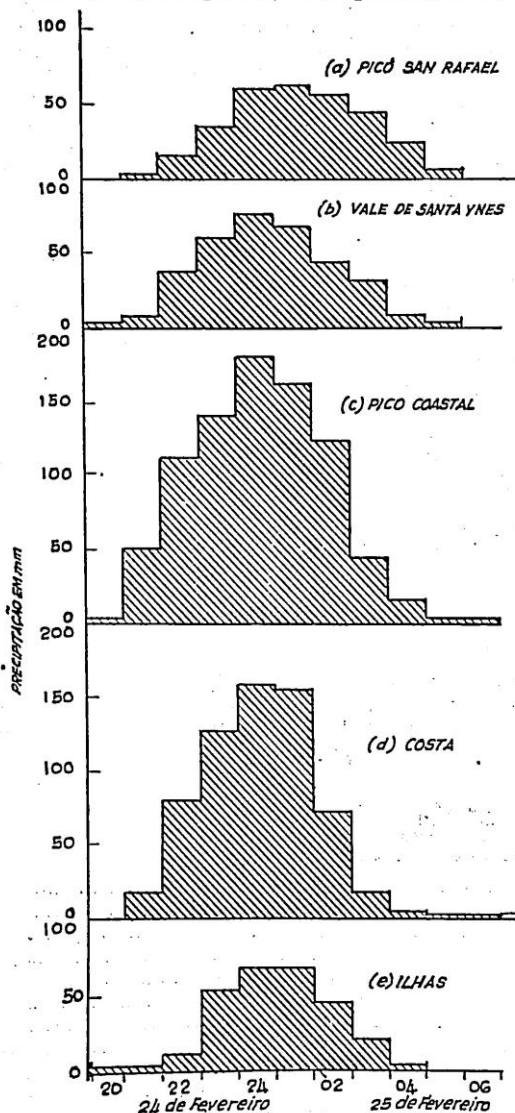


Fig. 6 — Horário da precipitação de chuva durante a tempestade dos dias 24 e 25 de fevereiro de 1958.

rante a tempestade. A chuva começava cerca de 1300 PST (hora do Pacífico) quando o alto da camada marinha estava somente a 2.400 m e 0° C. De acordo com os casos prévios, a produção natural de cristais de gelo não poderia ter lugar na camada marinha nesta fase da tempestade. Entretanto, como no exemplo de 24/25 de fevereiro, a aparição de umidade dentro da área em altos níveis aparentemente produzia numerosos cristais de gelo naturais. Foi indicado por um radar que a precipitação estava a altura de 5.700 m logo após o seu começo.

A estrutura desta precipitação vista pelo radar mostrava freqüentes bandas e pedaços de cristais durante a primeira parte da tempestade. Entre as 1930 e 2000 h PST o caráter dos ecos mudava quase abruptamente da forma em camadas do tipo camada para o celular. Isto coincidiu com o aumento no alto da camada marinha de cerca de 3.300 m e depois o alto continuou a subir deste modo após 2000 h em termos de profundidade da camada marinha, a tempestade de 25/26 de janeiro então tornou-se similar a do exemplo de 2/3 de abril que também mostrou uma estrutura de precipitação celular.

A Fig. 8 mostra a quantidade de precipitação horária para a tempestade de 25/26 de janeiro. O plano costeiro recebia substanciais quantidades de precipitação através 1900 h, mas a proporção de precipitação diminuía rapidamente depois. A Coastal Ridge, entretanto, não recebeu sua precipitação do alto até a hora entre 2000 e 2100. Já que somente cerca de 6 km separava as estações costeiras das estações do cume é óbvio que a precipitação costeira máxima e costeira (cume) maximum eram produzidas por diferentes processos. É presumível que as características da precipitação da tempestade de 25/26 de janeiro são feitas, ajustadas, pelo modelo máximo costeiro descrito em tempestade de 24/25 de fevereiro até 1900 h seguido de uma mudança no regime de precipitação à leste caracterizando a tempestade de 2/3 de abril. O indicativo desta mudança em regime é a mudança nos ecos de radar da forma em camadas a celular entre 1900 e 2000 h PST.

O BAIXO NÍVEL DE CONTROLE DA QUANTIDADE DE PRECIPITAÇÃO

As variações na área de distribuição de quantidades de precipitação de uma tempestade para outra têm importantes implicações gerais. Está indicando que os modelos de cor-

rentes de vento a baixo nível exerce uma importante influência na quantidade de precipitação. Nestas áreas onde a água líquida se acumula devido a fluxo convergente, as quantidades de precipitação aumentam se é fornecido um mecanismo de libertação. Este último habitualmente consiste em cristais de gelo formados em altos níveis que caem através e varrem para cima o mais baixo nível de água líquida.

O intento da sementeação de nuvens é influenciar principalmente o mecanismo de libe-

obtidos do maior crescimento de nuvem durante a sementeação. Neste caso, a sementeação influenciará diretamente o suprimento de água líquida de baixo nível e o efeito da sementeação será mais facilmente observado.

NECESSIDADE PARA MEDIÇÕES ADICIONAIS

Foi mostrado que, usando várias medições facilmente obtidas é possível reconstruir em qualidade vários detalhes do processo de precipitação ocorrendo durante o curso da tem-

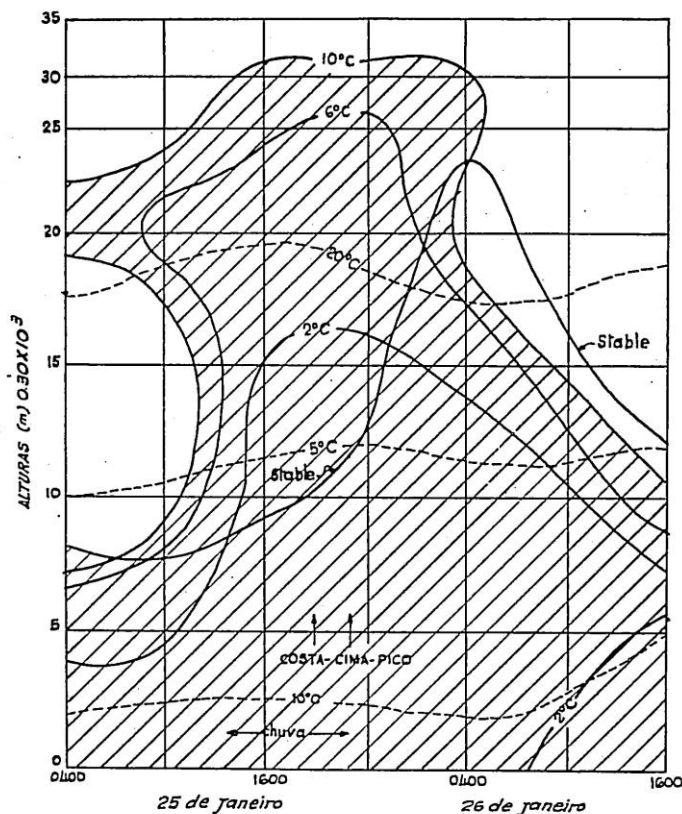


Fig. 7 — Estrutura da tempestade de 25 e 26 de janeiro de 1958.

ração. Na extensão que o modelo de fluxo de baixo nível controla a atual quantidade de precipitação, aumenta estas quantidades devido a que a sementeação será difícil de descobrir. Em alguns estudos de sementeação de cúmulos, foram

pestade. Este é um passo dado em direção da melhor compreensão de como podem influenciar estes processos. Ulteriores progressos requerem medições adicionais e a formação de melhores hipóteses na possível ação de semeio.

Alguns destes problemas que requerem consideração são:

- 1 — Obter medições diretas do conteúdo de água líquida ou movimentos verticais dentro das nuvens;
- 2 — Obter mais freqüentes medições da altura da nuvem durante a tempestade;
- 3 — Obter uma medida da extensão de sementeação de gelo natural vindos de altos níveis como uma função de tempo durante a tempestade;
- 4 — Desenvolver uma hipótese aperfeiçoada relativa aos benefícios do semeio artificial quando numerosos cristais de gelo naturais estão presentes; e
- 5 — Desenvolver hipótese aperfeiçoadas em relação a importância relativa de benefícios de sementeação com várias porções de tempestade.

Se a sementeação de nuvens continua a se desenvolver no futuro é provável que as operações de sementeação sejam eventualmente concentradas nestas tempestades ou porções de tempestades onde os efeitos máximos podem ser completados. O desenvolvimento de novas técnicas de sementeação requer um conhecimento da observação de tempo e locação optimum para introdução do material de sementeação que não é utilizável no presente. Progressos ulteriores no sentido destas metas em tempestades de inverno virão de estudos físicos de característicos de tempestades individuais e as variações associadas aos mecanismos de precipitação.

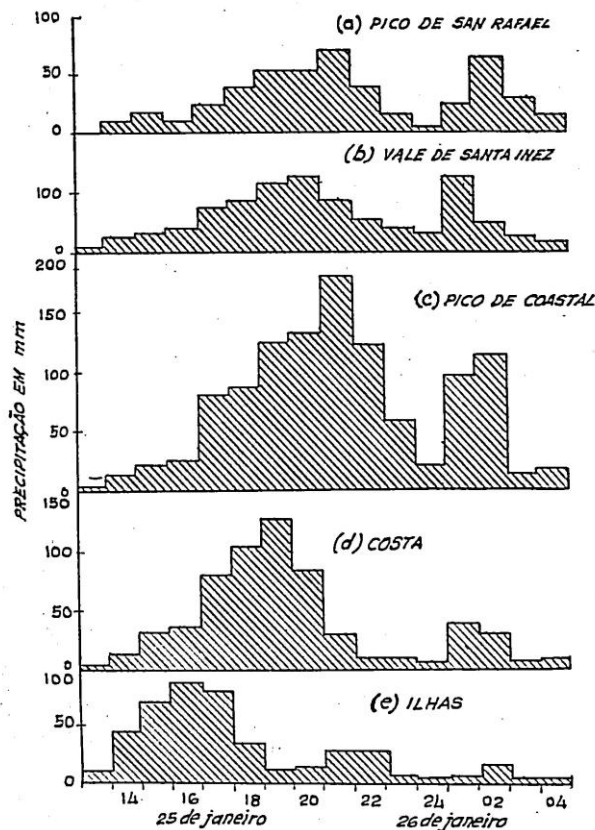


Fig. 8 — Horário do precipitação do chuva durante a tempestade dos dias 25 e 26 de janeiro de 1958.

Semeação de Tempestade de Inverno na Costa Oeste

Por Robert D. Elliott

SINOPSE

A modificação do tempo surgiu como uma importante aplicação de engenharia na ciência da meteorologia. Este artigo descreve os dois geradores, o de fumaça de iodeto de prata operado manualmente e o gerador controlado remotamente pelo rádio. A dispersão de fumaça de iodeto de prata de geradores terrestres foi determinada pela análise do mo-

dêlo de precipitação de tempestade semeada como relacionada com a massa de ar, vento, e estrutura termal suplementada pelas observações de radar. É levado em consideração o papel nuclear natural na geração da precipitação e os efeitos de semeação na eficiência da precipitação. Finalmente são avaliados os efeitos econômicos na semeação de nuvem.

INTRODUÇÃO

Durante a última década, a modificação do tempo surgiu com uma importante aplicação de engenharia na ciência da meteorologia. O maior impulso para este desenvolvimento foi o trabalho básico de Langmuir, Schaefer e outros em Schenectady, N. Y. A semeação de gelo seco nos estratos superfrios por Schaefer em 1946 forneceu a primeira clarividência de que o Homem podia modificar o tempo numa escala considerável.

Hoje (1959) vários projetos experimentais existem em atividade nos Estados Unidos cientificamente designados para serem levados a efeito com o objetivo de coleta de informações. Existem também cerca de dez projetos operacionais em áreas montanhosas que têm sido levados a efeito quase continuamente por todo lado de 5 a 10 anos. Estes últimos postos são designados com os benefícios econômicos de aumento de precipitação em mente. A meta é alcançar a provável produção de precipitação e não necessariamente a infor-

mação em eficiência, como seria o caso em uma experiência científica. Por exemplo, mesmo um aumento de 10% em suprimento de água para gerar energia hidrelétrica poderia resultar em valor econômico ou mesmo em duas ordens de magnitude maiores do que o custo do projeto.

Neste artigo serão expostos, alguns dos métodos e instrumentação usados nestes projetos operacionais.

O princípio básico da semeação de nuvem é fornecer núcleos em formação de gelo artificial para convenientes formas de nuvens em grande número a fim de compensar o déficit de tais núcleos naturais. A questão quais as substâncias que serviriam eficazmente como núcleo artificial foi respondida por Langmuir, Schaefer e Vonnegut. Eles não somente descobriram vários métodos de nuclear nuvens no laboratório mas também demonstraram no campo quão impressionantes efeitos poderiam ser produzidos vindos da nucleação artificial.

O GERADOR DE FUMAÇA DE IODETO DE PRATA

A atenção será confinada à geração de cristais de fumaça de iodeto de prata como este é o nucleador artificial mais comumente usado atualmente. Um gás tipo do gerador de fumaça de iodeto de prata, descrito em detalhes subsequentemente emite cerca de 10^{15} cristais por segundo. Somente uma pequena fração destes servirá como núcleos efetivos de gelo — em formação no lumiar da temperatura de -5°C . Em temperatura mais baixa,

a fração de cristais que são efetivos aumenta rapidamente. A fonte de força em cristais efetivos por segundo para várias temperaturas é vista na *Tabela 1*.

O gás tipo do gerador de fumaça de iodeto de prata é uma modificação melhorada de um tipo original, consistindo essencialmente de uma unidade queimadora propana dentro da qual é espalhada uma solução de acetona e de iodeto de prata.

TABELA I
GERADOR DE FUMAÇA DE IODETO DE PRATA
FÔRÇA DA FONTE DOS NÚCLEOS(*)

TEMPERATURA (°C)	NÚMERO DE NÚCLEOS EFETIVOS POR SEGUNDO
— 30	2×10^{14}
— 25	5×10^{13}
— 20	10^{13}
— 15	2×10^{12}
— 10	10^{10}
— 5	Lumiar

(*) — $\frac{1}{10}$ de galão por hora de uma solução de 2% de iodeto de prata em acetona.

A teoria de geração de cristal-fumaça requer a vaporização do iodeto de prata seguida por uma imediata "extinção" ou rápido esfriamento do vapor.

Este produz imediato depósito oposto de sublimação na forma de pequenos (da ordem de 0.01μ a 0.05μ) cristais de fumaça. Se a extinção for lenta demais, são gerados cristais maiores e inumeráveis muito menores cristais. Como veremos presentemente é importante que haja um grande número deles. Um diagrama esquemático simplificado do gerador é visto na Fig. 1. O gás propano é tirado do tanque de propano através de um regulador de pres-

são, dali através de uma válvula solenóide, que quando abre permite um completo fluxo da corrente do gás para um bico do queimador provido com um protetor cilíndrico para assegurar a boa mistura de gás-ar e para proteger a chama contra perdas.

O gás também passa dentro do tanque de iodeto de prata, presurizando e forçando a solução de iodeto de prata através de uma agulha de válvula na ponta do bico e dali dentro da chama.

Geralmente é usada uma solução 2% de iodeto de prata em acetona e o iodeto de sódio sendo adicionado em quantidades apropriadas para assegurar a dissolução de iodeto de prata na acetona. A proporção típica do carburante da solução é um décimo de um galão numa hora com uma pressão de gás de $5 \frac{1}{4} \psi$. O uso das concentrações acima de 5% pode levar a uma ação prejudicial. Uma unidade de carburador assegurando o grau conveniente de fluxo de calor longe do bico é necessário para proteger contra o excesso do vapor na chapa. A perda demasiado rápida de calor o eleva e precipitação de iodeto de prata criando uma crosta no bico do carburador e cria subsequente ação de embaraço. Estas considerações são extremamente importantes para a confiança da operação.

Uma produção muito alta pode ser conseguida quando um gerador turbo-tipo é montado em um aeroplano numa posição em que um pedaço comprido e fino de corrente pode suprir um enorme fluxo de ar através da unidade carburante e além disso assegura uma adequada extinção com um alto índice de fluxo de combustível e reagentes.

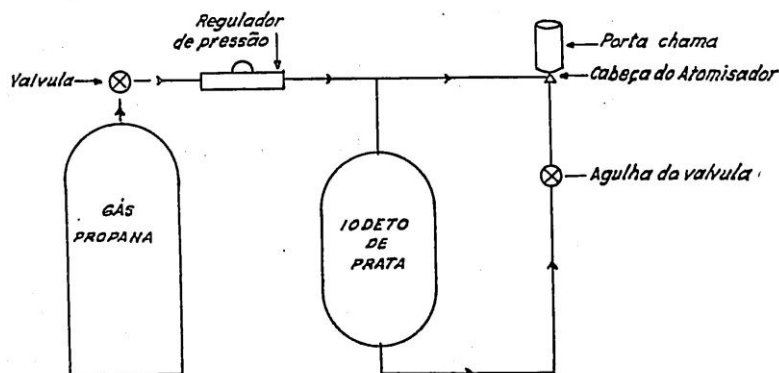


Fig. 1 — Gerador de fumaça de iodeto de Prata operado manualmente.

As fotos dos geradores são vistas nas Figs. 2 e 3. O gerador é mostrado com e sem um anteparo contra o vento na Fig. 2. O tanque da solução de iodeto de prata está no fundo da seção. A Fig. 3 mostra um gerador montado numa torre para o uso no campo.



Fig. 2 — Geradores de Iodeto de Prata com e sem paravento.

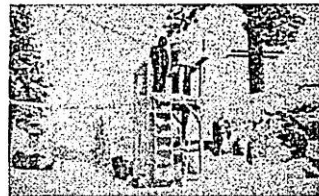


Fig. 3 — Gerador montado numa torre num local muito elevado.

A produção do gerador é calibrada por testes utilizando uma caixa fria idêntica a uma caixa-tipo de geladeira doméstica. Enquanto o gerador está operando, um volume conhecido do efluente é tirado como amostra com a ajuda de um pequeno túnel de vento e injetado após uma conveniente diluição, dentro da geladeira. Forma-se uma nuvem superfria pingando um caminho úmido ao fundo da geladeira ou simplesmente soprando dentro desta.

Os cristais de iodeto de prata injetado dentro da nuvem superesfriada, servem como núcleos e crescem por decantação, como no natural, até que eles se tornem suficientemente grandes para cair como pedaços de gelo, que empilhados um sobre o outro no fundo da geladeira. O pedaço de cima após um curto período é removido e colocado sob o microscópio e conta-se o número de cristais de gelo no campo de tamanho conhecido. Então o processo é repetido com sucessivos espaços até que o número de cristais caídos se torne desprezível. Conhecendo o volume da amostra, o volume da geladeira, e a área do campo sob o microscópio, é possível chegar a estimar o número da produção de cristais do gerador (3). Executando um trabalho de rede de postos meteorológicos e rádio tais geradores num nível terrestre em terreno montanhoso, é aconselhável colocar um numeroso grupo em longínquas estações de alta altitude.

Em muitos casos isto pode ser feito localizando geradores operadores (normalmente um casal) em uma cabina de montanha onde eles levados aí por todo o inverno mantêm-se em contato pelo rádio. Este processo acarreta certos problemas pessoais como um resultado do isolamento na pesada neve. Também, não

existe freqüentemente nenhuma cabina perto do sítio desejado. Por esta razão, existe uma necessidade específica para um gerador de controle remoto.

Embora o conceito básico de radiocontrole de um gerador tipo-gás tenha sido bem co-

nhecido por algum tempo já, os requisitos especiais desta aplicação levam a vários problemas difíceis. Os principais requisitos são: 1) operação de confiança; 2) resistência ao rigor climático de exposição com extremo contraste termal em certas partes dentro e fora de condições; 3) informações positivas se o equipamento está operando ou não e 4) sistemas compatíveis com as úteis comunicações da trabalho em rede de postos e rádio. Em operações manuais é necessário um operador para abrir a válvula do tanque de propana, acender a chama emitida, pelo bico e ajustar a agulha da válvula de iodeto de prata até ao ponto onde um adequado, fluxo de solução é indicado num medidor de quantidade quantidade de fluxo. Em adiantamento a isto, ele limpa a cabeça do carburador, muda os tanques de propana e enche de novo o tanque de solução de iodeto de prata quando estas operações se tornam necessárias. Uma outra importante função adicional do operador é medir os tempos exatos da operação e relatar qualquer dificuldade operacional imediatamente.

O gerador de controle remoto presentemente sendo usado em vários postos, preenche as funções do operador humano do gerador. Ambas as válvulas do gás e o líquido são acionados por meio de um rádio sinal. Um solenóide desta mesma maneira é acionado, acende o gás na unidade queimada. A cabeça atomizante é cuidadosamente pré-colocada para a correta mistura.

Uma chave-relógio na linha de gás opera um fechamento de tal maneira que o líquido na linha queima todo antes que a chama se apague.

Isto elimina com sucesso entupimento por falta de limpeza. Os tanques de tamanho maior fornecem armazenamento adequado para um suprimento de inverno de gás propana e de uma solução de acetona e iodeto de prata. Uma chave térmica montada no lança-chama, quando aquecida inicia um rádio sinal que pode ser dirigido para verificar se o gerador está operando. Este também desliza o solenóide para reacender o gerador. Finalmente, existe um medidor de tempo corrente que mede o fluxo atual da solução de iodeto de prata.

A Fig. 4 mostra um diagrama detalhado.

Quando a chave-contrôle (mostrada no lado esquerdo do diagrama) é fechada pelo radiocontrôle, um potencial existe entre A e C que dá energia a tôdas mudanças de fase, a válvula líquida, o medidor do tempo e o do solenóide de filamento do transformador. Quando a mudança de fase número 2 é dada energia, a válvula de gás, será também por

seu turno, dada energia, como um potencial sempre existe entre as linhas A e B.

Com a válvula de gás dada energia (aberta) e o filamento transformador solenóide de energia, o gerador se acenderá. Após a ignição, a chave termostática fechada normalmente abre, que a seu turno retira a energia do transformador filamento de bobina e a mudança de fase número 3. Quando estes contatos abrem, eles produzem um sinal de contato aberto de volta para o radiotransmissor ao longo das linhas D e E. Este sinal de linha aberta produz um alarma que é transmitido de volta para o centro de contrôle, indicando que o gerador está em operação.

Para terminar a operação, a chave de contrôle é aberta via radiointato. Quando esta chave é aberta, o medidor de tempo-corrente, a válvula líquida, e as mudanças de fase número 1 e 2 perdem a energia. Entretanto, a mudança de fase número 1 é uma mudança de fase tempo-prazo cujos pontos continuarão fechados, guardando a válvula de

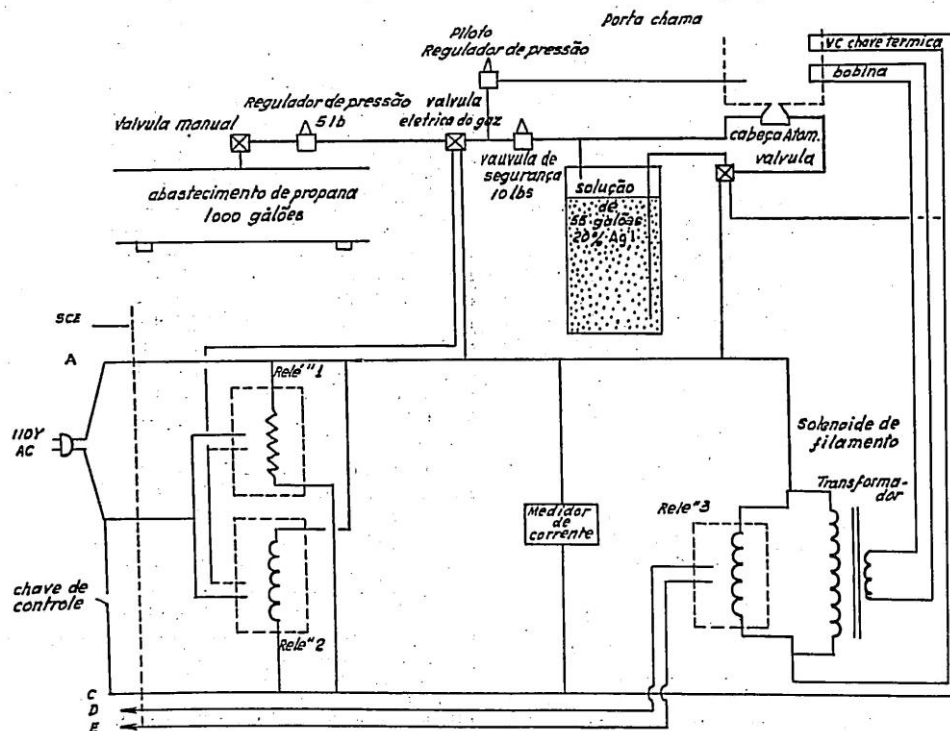


Fig. 4 — Gerador automático de iodeto de Prata.

gás cheia de energia por um minuto após que a chave de controle tenha sido aberta. Esta válvula adicional de gás de período de fornecimento de energia permite que o combustível propana queimado possa aspirar completamente o líquido solução de iodeto de prata do bico do carburador. O gerador automático de gabinete contém um suprimento de estação de 55 galões de 2% de solução de iodeto de prata. Com uma quantidade queimada de 0.1 por hora, existe a suficiente solução para 550 horas da operação.

Os 1.000 galões de tanque de propana são mais do que adequados mesmo na proporção carburante de 1 galão de propana por hora.

DISPERSÃO DE FUMAÇA DE IODETO DE PRATA VINDA DOS GERADORES COM BASE NO SOLO

Nós delinearemos agora a feição geral da dispersão vento abaixo de fumaça de um gerador com base no solo e sua eventual queda em precipitação. Este quadro foi derivado de análises de modelos de precipitação de tempestades semeiados relacionados com ventos e as massas de ar e estrutura térmica suplementada pelas observações do tempo pelo radar.

Os estudos em larga escala empregando zinco e partículas fluorescentes, de cádmio foram levados a efeito em ar instável ascendente por R. R. Braham, B. R. Seely e W. D. Crozier¹ que encontraram uma pluma em extensão horizontal, mas com dispersão através d'uma camada profunda, com um modelo mostrando por cima manchas de alta concentração. Estas manchas são sugestivas pelo que se pode esperar das células térmicas atravessadas por uma corrente de ar ascendente que havia atraído as partículas agitadas como uma pluma de baixo nível. Parece claro que a pluma primeiro se agita sob o influxo da turbulência mecânica e mistura-se ao nível móvel a cerca de 450 metros.

Eventualmente, a pluma é atirada dentro de uma célula de corrente de ar ascendente. As células de corrente de ar ascendente contém saída para cima de vários metros por segundo e cobrem áreas de uma fração a um número de quilômetros quadrados na área. Eles podem ocorrer em camadas dentro d'uma massa de nuvem geral ou podem aparecer em formas isoladas como num campo de nuvens cúmulas. A evidência do radar indica que o diâmetro de célula típica sob condições de instabilidade completa é 5 a 10 quilômetros. Existe uma

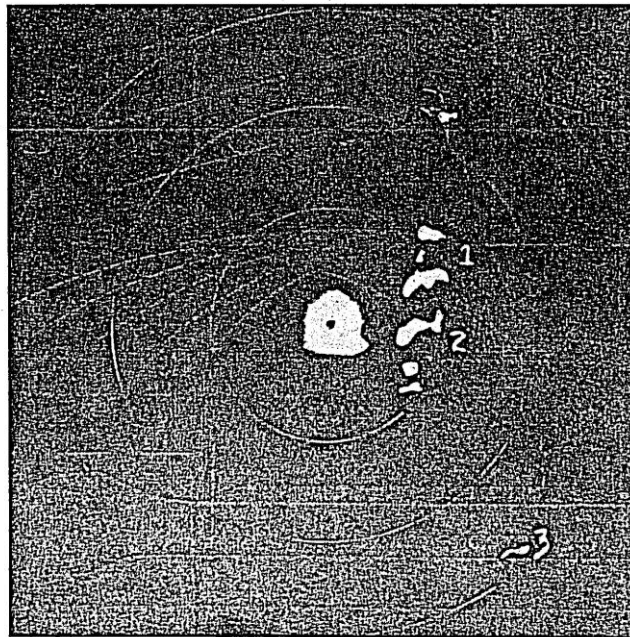


Fig. 5—Radar de 3 cm, campo PPI, 10 milé Circulos.

tendência para longas linhas de células parecerem orientadas ao longo da direção do vento médio. A fig. 5 mostra um radar PPI de 3 cm e a figura-alvo de tal linha se estendendo em direção ao norte-noroeste (ao longo do vento médio). Um gerador de iodeto de prata a 16 km a sudoeste estava nucleando as células e aparentemente produzindo um efeito quase imediato em relação a produção de ecos de radar. Nesta situação particular aparece a única linha isolada de células. Sob condições de precipitação mais largamente espalhada, tais linhas podem aparecer espaçadas de 16 Km. Seus pontos de origem parecem ser determinadas por formas orográficas.

Após o aliciamento a fumaça ascende na corrente de ar alta, ou talvez mova-se para cima em uma série de correntes de ar altas ou bolhas de corrente ascendentes, até que eventualmente atinja a um nível em que a temperatura é suficientemente baixa para ocorrer a nucleação efetiva.

Seguindo a nucleação, existe um rápido crescimento pelos depósitos diretos de vapor de água no núcleo e resultando cristais de gelo. O tamanho das partículas de precipitação deste modo gerados são de um tamanho suficiente para cair. A proporção média de queda vinda do nível de nucleação é uma questão de metros por segundo, dependendo a quantidade do tamanho e forma das partículas de precipitação e da força da corrente de ar alta através do qual cai.

A fig. 6 descreve em forma esquemática com dimensões típicas a viagem de uma pluma de fumaça solta de um único gerador de fumaça de iodeto de prata localizado em um nível terrestre. Os diagramas no alto mostram em visão plana, a distribuição da pluma de fumaça pela turbulência mecânica em níveis baixos de vento baixo da fonte de origem.

A pluma é indicada movendo-se dentro da região de corrente de ar para baixo de uma célula corrente de ar ascendente após viajar uma distância de 15 km.

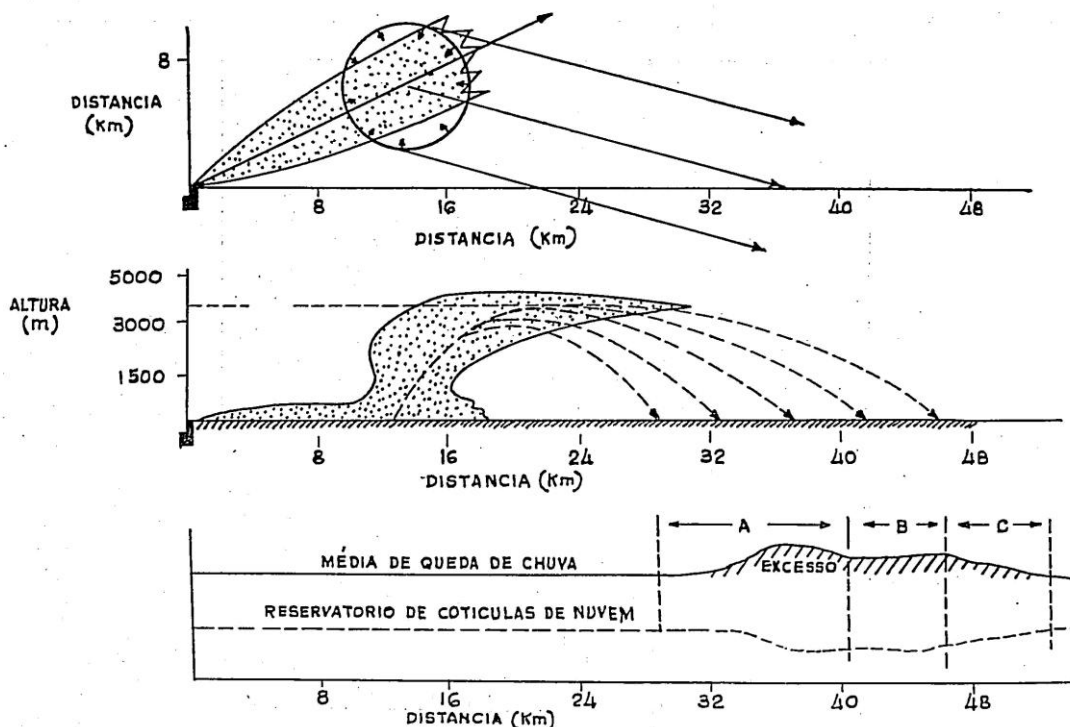


Fig. 6 — Movimento típico do nucleador de fumaça depois de se desprender duma base terrestre.

Nesta fase espalhou-se numa amplitude de 5 km. A zona de corrente de ar alta das células é maior do que a largura da pluma assim o total da pluma é atraído para dentro da célula. Em seguida a isto a fumaça ascende em corrente de ar alta para o nível de nucleação. Ao mesmo tempo é lançado um vento abaixo dentro da célula em uma direção de cerca de 40° para a direita do baixo nível de flutuação.

Como pode ser deduzido dos dados apreciados na tábua 1, uns poucos cristais nucleiam ao nível de 5° C muito mais do que o nível de 10° C e ainda mais temperaturas mais frias se o alto da nuvem estende-se para níveis mais altos.

Durante e em seguida a nucleação as partículas de precipitação em crescimento fluirão ainda mais longe ao vento abaixo, como aquelas que foram nucleadas primeiro alcançando o solo primeiro. Isto é mostrado na seção cruzada vertical no meio do diagrama da fig. 6.

Uma grande parte da variação deste modelo pode resultar das diferenças na distância da fonte ao alicizamento. Isto é uma questão de sorte de uma configuração da nuvem de fumaça e células em um dado momento. Em terreno desigual existem áreas de produção de células cuja locação sob um dado fluxo de vento é ditado pelas formas orográficas. Nestes, a noção de corrente de ar alta é quase persistente em um lugar. Um conhecimento de tais áreas pode ser usado com grandes vantagens para reduzir o tempo de viagem da nuvem em baixos níveis e por este meio produzir mais acuradamente os desejados efeitos no alvo. Em acréscimo, como poderia ser esperado, a distância vento baixo, para efeito máximo varia com o peso do nível de congelamento e com o fluxo médio de ar. Um efeito muito local e repentino é observado quando a sementeação é feita a uma temperatura perto de 5° C em um nevoeiro super-resfriado.

Do precedente, parece claro que existe um limite para o controle que pode ser exercitado com este, ou qualquer outro conhecido sistema de dispersão.

Este fato pode ter um limite mais baixo no tamanho da área que pode ser semeada. Foi deduzido de considerações tais como as acima em que um gerador terrestre optimum trabalha em rede de postos meteorológicos e de rádio em que as linhas geradoras repousam aproximadamente 8 km de intervalo através do vento. As linhas paralelas espaçadas de 30 a 50 km com vento baixo deveriam ser adicionadas se requeridas pelo tamanho da área de alvo. Porque aí existe uma considerável força, um fator dependendo de mudanças de

corrente de ventos em níveis diferentes, deve ser feito diferentes trabalhos em rede de postos meteorológicos para diferentes tipos de tempestade e, certamente, é necessário mudar o trabalho que opera em rede de postos meteorológicos durante o curso de uma data tempestade.

Os terrenos montanhosos introduzem fatores complicados, como o aumento e fixação da atividade de corrente de ar ascendente. Por exemplo, foi descoberto que em acréscimo a forte canalização local do vento de baixo nível nos "canions" existe uma escala recuando o vento a cerca de 40° quando o fluxo de massa de ar é normal a uma determinada ordem de montanha. Isto se estende para uma elevação da crista. Forma igual é raramente revelada em análises baseadas sobre o trabalho de postos e rádio convencional sinótico. De maneira a operar convenientemente um gerador trabalhando em rede de postos e rádio, é necessário combinar inteligentemente o conhecimento das condições do local com os dados simbólicos convencionais, recebidos pelo tele-tipo do tempo. Isto requer uma considerável experiência baseada sobre observações especiais na área de interesse. É esta a razão principal porque tornou-se um costume estabelecer um meteorologista residente experimentado em sementeação de nuvem, dentro ou perto do alvo de sementeação para manejar todas as operações. Presumindo que se pode aumentar o suprimento do núcleo de uma maneira significativa, que concentração seria desejável no nível de nucleação? Uma estimativa muito simples disto pode ser feita na base que gostaríamos de suprir um núcleo para cada 1.000 gotículas de nuvens superfrias presentes.

Isto asseguraria um acrescimento em milhares volumes ou, com partículas esféricas, um aumento de dezenas em diâmetro sobre as gotículas de nuvem originais. Isto representaria o crescimento de 10 gotículas de nuvem a um 100 pequenos partículas de precipitação de tamanho suficiente para assegurar rápida subsequente crescimento pelo processo de colisão e coalescência. Já que existe aproximadamente 10⁸ gotinhas de nuvem por m³, o núcleo requerido de concentração é 10⁵ por m³. Nesta base um suprimento de fumaça de um minuto deveria servir para nuclear 1,2 m³ de nuvem a 15° C. É óbvio a importância de assegurar a rápida diluição do gerador *efluente* através de um largo volume de nuvens. Não existe meios produzidos pelo homem (fora da bomba H) de efetuar a requerida rápida dispersão da fumaça. A dispersão feita por um aeroplano voando velozmente é de uma ordem

de grandeza por demais baixa. E em consequência disso é necessário depender do processo de difusão natural da atmosfera para produzir a redução requerida em concentração antes que a fumaça alcance níveis bastante frios para efetiva nucleação. Além disso, a fumaça solta do nível terrestre ou de um aeroplano voando baixo é levada rapidamente para cima na mesma corrente de ar alta no qual as gotículas de nuvem líquida estão sendo geradas mais rapidamente.

Isto significa que a concentração de cristais de fumaça é muito mais alta na corrente de ar alta e é rica em umidade e que a maior parte deles servirá como núcleo. Aquêles que se movem fora da região da corrente de ar alto dentro da região em volta servirão também como núcleos, mas consideravelmente mais tarde e com menos efeito.

O PAPEL DO NÚCLEO NATURAL NA FORMAÇÃO DE PRECIPITAÇÃO

Até aqui, nenhum conhecimento foi dado ao fato de que os núcleos artificiais estão competindo com os núcleos naturais durante o curso de sementeação de nuvem. As considerações deste fator darão um mais profundo conhecimento dentro do verdadeiro fornecimento em núcleos artificiais requeridos de maneira a fazer a sementeação necessária para o aumento de precipitação. Qual é a natureza do fornecimento dos núcleos naturais de gelo em formação? Este fornecimento vindo da massa de ar é consideravelmente composto de partículas de sal do mar, poeira ou pequenas porções de terra. De acordo com as observações 5, 6 e 7 existe uma forte variação de conteúdo de núcleos com a temperatura. Em uma amostra média de ar parece existir nela cerca de 10 núcleos por m^3 efetivo a $-15^{\circ}C$; 5×10^2 a $-20^{\circ}C$, e 2×10^4 a $-25^{\circ}C$.

Compare estas concentrações ao 10^5 por m^3 proposto para completa nucleação por meio de núcleos artificiais. Esta dependência de temperatura significa, com efeito, que mais alto (mais frio) a crista da nuvem, mais eficiente será como um produtor de precipitação por causa do maior fornecimento de núcleos efetivos de gelo em formação. Ordinariamente, altos de nuvens em temperaturas subgelada contém primariamente gotículas líquidas superfrias porque suas temperaturas são insuficientemente baixas e existe uma esterilidade de núcleos de gelo natural efetivo.

A precipitação é largamente iniciada através do depósito de vapor de água nos núcleos

naturais de gelo em formação que fornecidos pela mesma corrente de ar ascendente, que fornece a água para formação da nuvem. Os cristais de gelo formados proporcionados pelo depósito sobre núcleos naturais, crescem rapidamente para o tamanho de um floco de neve na presença de gotículas de água superfrias, por causa de sua pressão baixa de vapor. Isto é, a água é evaporada das gotículas de nuvem superfrias e espalhadas pelos cristais de gelo. (Bergeron-Findeisen. Teoria de Cristais de gelo na formação de chuva).

Durante a descida os flocos de neve colidem com gotículas de nuvem superfrias que gelam sobre eles. Este processo estudado é um importante mecanismo no crescimento de partículas de precipitação. Mais abaixo, após fundirem, as gotas de chuva resultantes colidem e coalescem com gotículas de nuvem, deste modo continuando seu crescimento. O ar nuvoso é com isso varrido pelas partículas de precipitação que continuam seu crescimento até que eles caem da base da nuvem.

A concentração dos naturais núcleos de gelo em formação efetivos na temperatura do alto de nuvem, é geralmente pequena demais para resultar em uma corrente para baixo de partículas de precipitação suficiente para remover completamente a água líquida em gotículas de nuvem tão rapidamente como esta é gerada na corrente ascendente. Em consequência disso, uma fração considerável de gotículas de nuvem são transportadas pelos ventos mais fortes para cima e fora do sistema da nuvem e eventualmente se evapora.

Um estudo da quantidade de água de uma tempestade de trovões por R. R. Braham baseado nas numerosas observações feitas na Universidade de Chicago sobre a tempestade de trovões, mostrou que somente 19% da água líquida gerada em uma tempestade de trovões eventualmente atinge o solo como precipitação. A percentagem para uma completa escala de tempestades ciclônicas não é conhecida devido a quase completa ausência de dados sobre o conteúdo de água da nuvem. Num estudo de tempestades de inverno na Califórnia R. D. Elliott⁽⁹⁾ computou, na base de um modelo teórico simplificado, que pode ser esperada uma eficiência de 50% a 75%.

Nos casos em que os altos da nuvem são quentes, talvez mesmo acima de congelamento, a precipitação ainda é possível.

É o resultado de umas poucas partículas de nuvem de tamanho excessivo pela colisão e coalescência ao ponto onde elas se tornam partículas de precipitação. Em cúmulos de

verão este processo pode atualmente iniciar a precipitação mas a concentração de tais gotículas de nuvem de tamanho excessivo é relativamente pequena fora das áreas de oceanos tropicais, e o suprimento por esse meio em consequência é inadequado em si mesmo para assegurar uma alta eficiência.

Outra fonte de núcleos em congelação são os pequenos cristais de gelo caindo de nuvens cirrus dentro do alto de uma cobertura de nuvem. Esta fonte é em média pequena mas pode ser importante quando torrentes gotejantes descem abaixo do nível cirrus.

A sementeação de cirrus deve neste caso aumentar a eficiência do sistema de tempestade previsto que a precipitação induzida alcance o solo sem se evaporar.

MOVIMENTOS ATMOSFÉRICOS

O movimento ascendente na atmosfera é uma condição necessária, embora não uma condição suficiente para a precipitação. Isto implica que partindo de uma consideração de continuidade que o campo de movimento horizontal está tão envolvido quanto o campo vertical. Dêste modo é pertinente revisar o caráter dos movimentos do ar e o seu papel na formação da nuvem e da precipitação.

Os movimentos do ar são importantes de uma maneira ou de outra no processo de precipitação disposta em escala a partir de 1.000 km de diâmetro contado por um relógio automático (Hemisfério Norte) girando num turbilhão de ar característico de um sistema de tempestade ciclônica abaixo de 0,304 m ou mesmo 0,025 m diâmetro da turbulência do movimento do ar.

Os movimentos verticais associados com o sistema de vento da escala de ciclone são geralmente 0,02 a 0,10 m por segundo e se estendem uniformemente sobre uma larga área de dezenas ou centenas ou milhares de quilômetros quadrados. Este movimento é dirigido para cima e para adiante na porção do sistema e para baixo na porção da retaguarda ocidental e é associada com as frentes.

Quando o ar é elevado ao nível de condensação gotículas de nuvem formam-se sobre núcleos de condensação com precipitação eventualmente resultando previsto que a profundidade do levantamento seja suficiente para a nucleação e crescimento de partículas do tamanho de precipitação.

A precipitação dêste tipo de movimento é de baixa intensidade, habitualmente em torno de poucas centenas de milímetros numa hora, e é segura e persistente. A alta proporcão de precipitação ocorre somente quando

existe um mais forte movimento ascensional. Tais movimentos ocorrem com atividades de corrente ascensional tais como as nuvens cúmulos onde velocidades para cima podem ser 1 a 10 m por segundo. As células de corrente de ar ascende dentro de uma tempestade geral também fornecem limitadas regiões de alta velocidade para cima e uma alta intensidade de precipitação. A existência de períodos de moderada (0,03 a 0,009 m por hora) ou pesada (> 0,009 m por hora) precipitação dentro de um sistema de tempestade ciclônica habitualmente assinala a presença de atividade de corrente de ar ascendente. A área coberta pela escala corrente de ar ascendente corrente de ar alto é medida em frações acima de vários quilômetros quadrados.

Organizado movimento de ar ascensional de um tipo bastante forte também ocorre onde uma massa de ar é assoprada contra um declive de montanha. Este levantamento orográfico não ocorre se a massa de ar é termodinamicamente estável quando o ar então flutua horizontalmente em torno da montanha. Isto significa que se o movimento orográfico para cima está presente existe quase certamente alguma atividade de corrente de ar ascendente presente devido a instabilidade da massa de ar.

A maior parte das propriedades de massa de ar, como a umidade, o calor, e matéria em suspensão são difundidas através da atmosfera por meio de rajadas de vento em uma escala de uns poucos centímetros a dezenas de metros em tamanho. Estas moções de ar são, por exemplo, de grande importância na difusão de nucleamentos artificiais e de partículas de nuvem na atmosfera.

Elas são mais numerosas onde a calmaria é maior.

Isto ocorre primeiramente no nível do solo, dentro e em torno de células de corrente de ar ascendente e em níveis muito altos próximos a torrente de jato.

O papel que a instabilidade termal da massa de ar desempenha na formação de uma célula de corrente de ar ascendente é ilustrado na forma esquemática da Fig. 7.

A série de quatro gráficos mostra a distribuição de temperatura vertical dentro e fora da nuvem cúmulos em várias fases durante seu crescimento.

Alguns movimentos iniciais para cima tais como os associados com uma bôlha térmica de ar quente ascendendo de uma colina ou de um lugar quente no solo, levanta o ar para nível de condensação. Imediatamente há uma liberação de calor da condensação, que aquece a massa de nuvem, fazendo-a leve.

Este calor continua a ser liberado quando a nuvem leve acelera para cima e ocorrem mais condensações.

A linha sólida (sem alicciamento) mostra que quando a nuvem ascende mantém a temperatura mais quente do que em torno mesmo quando cresce mais fria por cima devido a expansão adiabática quando esta encontra uma pressão mais baixa por cima.

Simultaneamente com este processo, a nuvem aumenta a si mesma através do alicciamento do ar exterior dentro dos seus lados. Este ar é misturado pela turbulência com o ar original da nuvem.

cia de qualquer escala ciclônica de movimento vertical, a proporção da célula média da corrente de ar alta para baixo exterior média deve ser inversamente proporcional a quantidade das áreas de corrente de ar alta para baixo. Num campo de cumuli-claro o movimento de corrente de ar ascensional será em média uma centera de vèzes o movimento para baixo.

Na ausência de precipitação, tódas as góticulas de nuvem geradas nas correntes de ar alta são levadas para os lados e ao alto da nuvem e completamente evaporadas na região exterior do movimento para baixo.

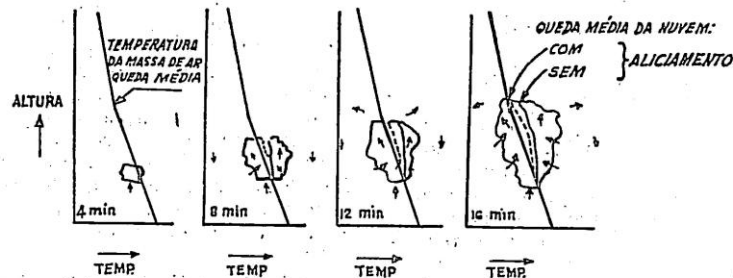


Fig. 7 — Desenvolvimento típico dum pequeno cúmulo associado a um vento termico padrão.

O alicciamento e a mistura reduzem a temperatura do ar da nuvem como está indicado pela linha pontilhada do diagrama, mas está ainda mais quente do que à vizinhança.

Eventualmente a curva do lapso da temperatura da nuvem cruza a curva em torno do que está indicado no último gráfico. A nuvem estará mais fina do que na vizinhança acima deste ponto e com isso a flutuação torna-se negativa e para cima o crescimento decresce. Se a curva espaço de tempo de temperatura da massa de ar fôr posta excessivamente ao ponto em que sua temperatura diminua mais devagar por cima do ar nublado, então nenhuma flutuação resultará da condensação. A massa de ar será chamada "estável" e será incapaz de uma sustentação própria de corrente de ar ascendente em atividade deste tipo.

As pequenas setas indicam a qualidade do vento dentro e em volta da nuvem cúmulo em vários estágios de desenvolvimento. Note-se a forte corrente de ar alta dentro do coração da célula e o movimento relativamente fraco para baixo no exterior da massa de ar. Num campo de nuvens cúmulo contínuas deve-se levar em consideração que, na ausência

No campo de cumuli-claro são precipitada a vida de cúmulo individual é de 10 a 20 minutos, como pode ser facilmente verificado pela observação direta. A unidade de corrente de ar alta é uma simples bôlha ou tórre, uma fração de quilômetros em diâmetro. Muito embora as células sejam unidades não persistentes de movimento com uma fortuita distribuição de tempo oportuno, um campo de cúmulo freqüentemente toma um arranjo ordenado de uma certa maneira análoga em caráter ao do movimento de célula Bernard sob forte desgaste vertical. Os pontos orográficos em particular podem gerar longas ruas de nuvens o movimento médio em tódas as partes é o de um par de cilindros em turbilhão.

Era uma situação desenvolvida onde a precipitação ocorre, umas poucas células favorecidas desenvolvem-se a custa de suas vizinhas. Assim, o caráter total do modelo muda com os intervalos das células aumentando quando certas delas tornam-se mais largas. Em tal região, uma sucessão de bôlhas opera para acumular umidade dentro duma maior massa de vários quilômetros de diâmetro e tendo seu curso de vida de horas. Tal situação descrita é vista na Fig. 8 (a).

Numa massa de ar instável na porção dianteira de um sistema de tempestade ciclônica o movimento ascensional é maior do que a célula modelo externa. Em consequência disso as gotículas de nuvem transportadas para fora da zona das células correntes de ar alta dentro da área exterior não se evaporam como não são submetidas a compressão de calor na de cada e, certamente, pode ocorrer aí o crescimento lento de gotículas de nuvem adicional. Assim, estas células são extendidas em camada numa massa de ar nublado, da geral, como ilustrado na Fig. 8 (b). Algumas das células mais altas são vistas empurradas sobre o alto de nuvem geral. Nesta região ocorrem quedas entre as células.

O fato de que existe um movimento dirigido para cima no sentido *stratum* da massa geral de nuvem requer a presença da convergência do vento em níveis baixos e divergência para cima, como indicados no esquema pelas setas grossas nos lados esquerdo e direito da Fig. 8.

A convergência dentro das células base é delineada pelas setas menores embaixo da base de cada célula.

Um sistema de tempestade ciclônica contém tipos de nuvens. A Fig. 9 descreve as formas básicas de uma tempestade típica na costa oeste.

A seção é tomada ao sul do centro da tempestade onde existe uma frente quente. A Fig. 9 é uma seção em cruz vertical orientada

numa direção leste-oeste e mostra, em aditamento aos tipos de nuvem e precipitação (não para escala), a principal escala ciclônica do movimento de ar relativa a frente, que é a mesma avançando para o leste. O peso ao nível 10° C é mostrado como uma linha pontilhada. A região principal da geratriz da nuvem é onde existe uma escala ciclônica mais forte movimento dirigido para cima e corrente de ar alta ascendente, isto é, na região entre a frente e 240 km na dianteira desta.

Assim, a região principal de precipitação atingindo o solo também está situada aí. Partículas de nuvem não transformadas em partículas de precipitação nesta área são também levados para para o alto e aos lados das células em corrente de ar ascendente lançadas com força e evaporadas imediatamente, ou são levadas para dentro da zona *altostratus* estável na parte dianteira da tempestade.

Ali podem crescer do tamanho de partículas de precipitação e caírem. No entretanto, nas tempestades de inverno da Califórnia a maior parte desta precipitação evapora-se na camada intermediária de ar seco antes de atingir o solo. De acordo com este esquema, está claro que a sementeação de nuvem deve ser levado a efeito continuamente na região entre a frente e 240 km para o leste, isto é, na zona onde a instabilidade é grande.

A extensão desta zona de instabilidade, naturalmente varia consideravelmente de acordo com o tipo de tempestade.

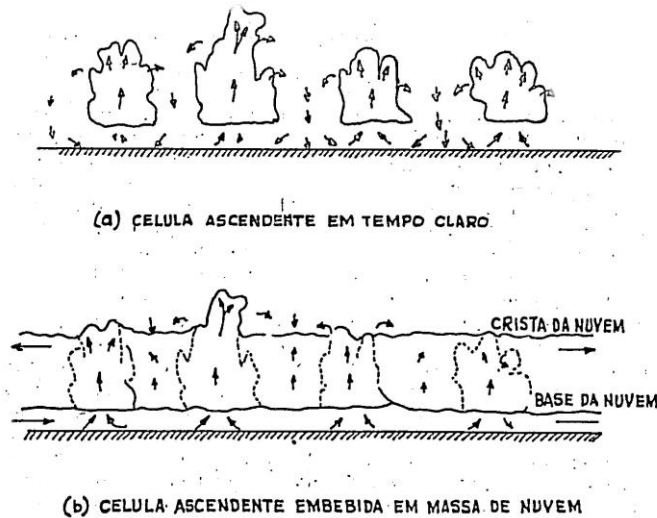


Fig. 8 — Actividade ascensional.

EFEITOS DE SEMEIÇÃO NA EFICIÊNCIA DA PRECIPITAÇÃO

Uma apreciação numérica pode ser feita dos efeitos relativos aos suprimentos artificial e natural de núcleos sobre a eficiência do mecanismo da precipitação, na base de um simples modelo de célula corrente de ar ascendente continua no qual o mecanismo de cristal de gelo gera a precipitação.

de eficiência são apresentadas, um aparelho de ar ascendente direta sem aliciamiento, e a outra para o caso em que as células se atraíam e se misturem claras mas saturadas de ar exterior bastante rapidamente quando está ascendente; tão rapidamente, na realidade, que na ausência de precipitação, o conteúdo de água de nuvem seria de 50% do que existiria sem mistura. A inclusão deste ar atraído materialmente reduz o conteúdo de

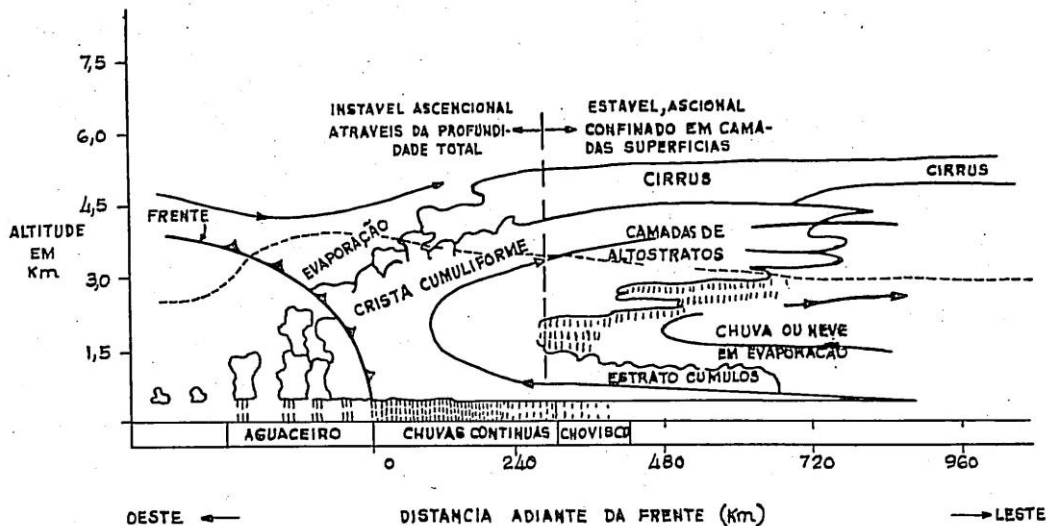


Fig. 9 — Seção vertical cruzada duma tempestade de inverno na Califórnia.

As suposições e equações básicas envolvidas são apresentadas em outra parte (9).

Os cálculos de eficiência (fração de água gerada de nuvem caindo como precipitação), são mostrados na tabela 2. As cifras de concentração de fundo são baseadas sobre valores médios já dados. Existe uma certa variação dia a dia nestes números talvez como um resultado de efeitos cósmicos assim como de variações ligadas a terra em fonte de força associada com mudanças em direção de vento em baixo nível. As cifras de fornecimento artificial são baseadas na tabela 1 cifras do gerador de fonte de força e a suposição de completo aliciamiento e turbulenta mistura da produção total de um gerador dentro de uma célula típica organizada de corrente de ar ascendente de 26 km² seção cruzada e uma 2.5 por segundo monção média dirigida para cima. Duas disposições de cálculo de cifras

de água líquida da célula (e em consequência disto a proporção de precipitação) porque existem menos gotículas de nuvem para colidir e *coalescer* com as partículas de precipitação caindo. Nenhuma concessão é feita para geração de chuva pelo processo *tudo água* e assim a eficiência para os altos de nuvens mais quentes poderá ser inutilmente baixos.

De acordo com a tabela 2, o aumento em eficiência com semeio é bastante impressionante exceto quando as temperaturas do alto da nuvem são excepcionalmente baixas. A tabela sugere que quanto mais núcleos forem fornecidos melhor será, e que o tipo de fornecimento empregado neste cálculo e adequado para produzir um efeito marcante, exceto nas nuvens cujos altos atingem 30° C. Note-se também que o suprimento excedendo 10⁶ por metro cúbico seria uma perda de núcleos artificiais. O sistema de dispersão deverá ser

designado para fornecer uma mais rápida difusão se as concentrações excedendo a esta, ocorrem na zona de nucleação.

Qualquer forma manuseável de fornecimento de núcleos artificiais não pode depender de práticas penetráveis a base de cada célula, quando esta a desenvolve, por aeroplano ou outros meios aéreos, e semeador somente esta célula durante a duração de sua vida. Isto pode ser feito, naturalmente, para objetivos e propósitos especiais, tais como na supressão de granizo, onde um suprimento extra pesadi de núcleos são necessitados em certas células perigosas identificáveis. Entretanto, em tempestades de inverno, as células não podem ser localizadas visualmente e deseja-se, além disso, suprir núcleos para um grande número de tais células simultaneamente ou pelo menos quase simultaneamente.

uma fase transitória ocorre quando a sementeação produz efeito.

Há uma redução imediata no reservatório de gotículas líquidas de nuvem contido dentro do volume e varridas para fora pelas partículas de precipitação recentemente criadas.

Esta redução do reservatório de gotículas de nuvem em si mesmo resulta numa redução em subsequente proporção de precipitação porque existem poucas gotículas de nuvem úteis para serem velozmente contadas. Entretanto, o aumentado suprimento de núcleos longe eclipsa este efeito e existe um claro aumento em eficiência do sistema.

O diagrama mais abaixo na Fig. 6 indica, esquematicamente, as mudanças em proporção de precipitação e em extensão de reserva-

TABELA 2

SEMEACÃO DE UMA ÚNICA CÉLULA DE AR ASCENDENTE SEM ALICIAMENTO E COM 50% DE MISTURA

ITEM	TEMPERATURA DO CUME CÉLULA DE AR ASCENDENTE				
	- 10°	- 15°	- 20°	- 25°	- 30°
Fundo natural da concentração dos núcleos, em cristais/m ³	2 x 10 ¹	10 ¹	5 x 10 ²	2 x 10 ⁴	10 ⁶
Concentração dos núcleos artificiais, em cristais por m ³	1,5 x 10 ²	3 x 10 ⁴	1,5 x 10 ⁵	0,8 x 10 ⁶	4 x 10 ⁶
Eficiência da precipitação natural	0	0,13	0,53	0,84	0,96
Eficiência da precipitação artificial	0,50	0,85	0,91	0,96	0,97
Eficiência da precipitação natural com 50% de mistura	0,0	0,0	0,42	0,81	0,93
Precipitação artificial com 50% de mistura	0,36	0,82	0,90	0,93	0,94

Em consequência, a fumaça de iodeto de prata é mais freqüentemente distribuída por uma rede em cadeia de geradores terrestres.

Em situações de frente quente onde a precipitação natural é gerada em uma lenta subida sobre uma superfície frontal, a fumaça teria que ser injetada acima da superfície frontal. No entanto, as proporções naturais de precipitações são bastantes baixas em tal situação e o valor econômico da sementeação é discutível. Por outro lado, se atividade de corrente de ar ascendente ocorre acima da superfície de frente quente, então a sementeação aérea poderia ser de grande valor.

A precedente estimativa do efeito do suprimento de núcleos com eficiência são baseados em um processo contínuo. Atualmente,

o reservatório de gotículas de nuvem. Na zona A o reservatório embaixo, com um aumento simultâneo e largo na proporção de precipitação. Depois disso é estabelecido um quase equilíbrio entre o suprimento aumentado de núcleos e o reduzido nível do reservatório levado a uma menor mas ainda aumentada proporção de precipitação como é mostrada na zona B. Finalmente, na zona C, quando os núcleos são usados, o reservatório é restaurado e os efeitos diminuídos adelgaçando-se para a ponta.

Para dimensões típicas, orientações e movimentos, a célula de corrente de ar ascendente, que move relativa superfície da pluma, está acima e atraindo-a em cerca de 25 min. Isto limita a quantidade de fumaça atraída em qualquer das células.

Em aditamento aos efeitos diretos da sementeação de nuvem resultante do estímulo artificial do processo de precipitação, a nucleação artificial em si mesmo tem um efeito sobre os movimentos de ar da tempestade. Assim, foi estabelecido pelas observações levadas a efeito em uma Universidade de Arizona⁽¹⁰⁾ que, como predito pela teoria, a sementeação aumenta a corrente de ar alta e levanta apreciavelmente o nível do alto da nuvem. A liberação de calor de sublimação em um nível muito mais baixo do que o que ocorre com nucleação natural resulta em forças adicionais flutuantes e por conseqüente aumentadas as correntes de ar alta com geração aumentada de gotículas líquidas.

Assim, a seu turno, leva a uma nova liberação do calor de condensação. Este processo foi chamado "dupla liberação" por T. Bergeron⁽¹¹⁾.

BENEFÍCIOS ECONÔMICOS DA SEMEACÃO DE NUVEM

Um breve resumo de métodos para a avaliação dos efeitos de sementeação para aumentar a precipitação é recapitulado neste ponto. Pode ser dito, em geral, que se pode prever o que poderia ter acontecido se não tivesse havido a sementeação, então comparar este com o que foi observado durante a sementeação.

Agora a predição quantitativa da precipitação é primitiva demais para permitir a predição de precipitação em determinada bacia com a precisão bastante para revelar se uma sementeação produziu de 10% ou 20% na mudança de precipitação. Afortunadamente, pode-se olhar para trás com consideravelmente maior precisão o que a precipitação teria sido em uma área de alvo na ausência de sementeação na base do que foi observado o que ocorria em alguma próxima "área de controle não afetada". Os registros de precipitação históricos são usados para estabelecer uma equação de regressão resultante de uma tempestade mensal, ou precipitação de estação na área do alvo da área de controle.

Na base da difusão de pontos sobre esta regressão, pode-se estabelecer um erro de estimativa. Usando os instrumentos, então determina-se a significação de um excesso de precipitação observado.

Embora o "lançamento para trás" seja muito mais preciso do que a previsão, o erro de estimativa é ainda suficientemente grande

e considerável a probabilidade de uma ocorrência fortuita de um excesso de 10% ou 20%. Entretanto, maior é o número de tais excessos, menor a probabilidade deles serem meramente uma ocorrência fortuita e com isso maior é a significação dos resultados.

As análises de regressão de projetos a longo termo foram publicados por R. D. Elliot e R. F. Strickler⁽¹²⁾ e pela Comissão do Conselho do Controle do Tempo⁽¹³⁾.

Por que o tempo caminha em ciclos (isto é, existe uma correlação em série entre os anos), com uma alta frequência de um certo tipo de tempo continuado por um ano ou dois, para ser seguido pela alta frequência de outro tipo depois disso, é possível obter espúriamente altos ou baixos resultados em um dado ano através do uso de técnica de regressão histórica. J. Neyman⁽¹⁴⁾ indica que para teste científico o efeito pode ser superado pelo uso de um ocasional inventário de sementeação na qual algumas das tempestades semeáveis, selecionadas por acaso, não são semeadas mas reservadas para comparação com tempestades semeadas. Questionável é o recorde de precipitação também adicionado ao problema de usar regressões históricas. Com o método ocasional, a rede de postos meteorológicos e rádio recentemente estabelecida pelo hietômetro pode ser usado, em conseqüência disso reduzindo ainda mais o erro de estimativa.

A Comissão do Conselho de Controle do Tempo (Advisory Committee on Weather Control) na base da análise estatística de numerosos projetos de sementeação de nuvem, concluiu que nas montanhas ocidentais a água derramada pelos projetos de sementeação aumentou a precipitação de 10% a 15%. De tempos em tempos aparecem relatórios de aumentos muito maiores, geralmente em conexão com o semente de nuvens de corrente de ar ascendente de verão. Por causa de grande variabilidade de precipitação durante o verão, a avaliação de efeitos de sementeação por meio de estatística da área controle de alvo de precipitação comparação técnica de regressão é difícil, e aí fica considerável dúvida sobre estes valores. É tentador aceitá-los como verdadeiros desde que a muito baixa e natural eficiência de atividade de corrente de ar ascendente de verão torne possível, em teoria pelo menos, um aumento maior em precipitação através da nucleação artificial como seria o caso com as tempestades de inverno. É interessante notar que de 10% a 15% de aumentos são considerados economicamente benéficos, sobre e abaixo dos

custos de sementeação, e com isso faz a sementeação de uma natureza eficiente de mecanismo de precipitação proveitoso.

Um aumento de 10% em carga de neve e em consequência do aproveitamento pode resultar num adicional 10.000 acre de água utilizável para armazenagem de uma área de alvo da bacia hidrográfica de 2.400 km². O valor desta água para gerar energia hidrelétrica pode ser de US\$ 3 a US\$ 20 por acre, dependendo largamente da barragem. O valor é consideravelmente menor se a bacia hidrográfica não fôr plenamente desenvolvida ou se a água tiver que ser derramada em torrente de cima.

R. R. Reynolds e E. P. Waner ⁽¹⁵⁾ analisaram o valor econômico dos aumentos de sementeação de nuvem para um típico distrito de irrigação da Califórnia cobrindo 190,000 acres e descobriram que um aumento de precipita-

ção de 10% na bacia hidrográfica suprindo o distrito pode valer US\$ 1,125,000. Eles também computaram o valor de um tal aumento em uma área marginal sêca de fazendas, tais como o Great Planis no oeste, e descobriram que isto poderia aumentar o valor do fazenda de 51%.

O custo da sementeação de nuvem ligados às aplicações citadas é da ordem de US\$ 20,000 ou US\$ 30,000. É claro com isso, que o valor excede o custo em várias ordens de magnitude. Isto explica num alto grau o contínuo interesse e participação em vários projetos de sementeação de nuvem mesmo se não fôr possível com os presentes dados de observação e técnicos de estatísticas, para obter resultados científicos definitivos em um dado lugar mesmo por um período de vários anos. É questão de aceitar um risco calculado. O cálculo da tomada de decisão em aplicar modificação do tempo foi descoberto por G. D. Berndt ⁽¹⁶⁾.

NOTAS

- a — Apresentado em agosto de 1959 Weather Modification Conference in Denver, Col.
- 1 — North Amer. Wether Consultants, Santa Bárbara Munic. Airport, Goleta, Califórnia.
- 2 — Relatório Final do Projeto Cirrus, pela General Electric Research Lab. Part 1 December 1953 — Report N.º RL-1007, 1953.
- 3 — Relatório Final do Projeto Cirrus, por I. Langmuir, e al. 31 de dezembro de 1948, pp. 86-94.
- 4 — "A Technique for Tagging and Tracing Air Parcels", por R. R. Braham, B. R. Seely, W. D. Crozietr. Trans. A. G. U. Vol. 33; N.º 6, 1952, pp. 825-833.
- 5 — "Ice-Crystal Counts and the Freezing of Water Drops", por E. K. Bigg. Quart. J. Ry. Meteor. Soc. Vol. 81, 1955, pp. 478-479.
- 6 — "Measurement of Natural Freezing Nuclei at High Altitudes", por E. J. Smith, A. R. Kassander, and S. Twomey. Nature vol. III, 1956, pp. 82-83.
- 7 — "Report on the Pasadena Cooperative Program of Ice Nuclei Measuring Techniques to the Advisory Committee on Weather Control", por P. B. Mac Cready, T. B. Smith, C. J. Todd, and K. M. Bettssemer. Pasadena, Meteor. Res. Inc. 1956.
- 8 — "The Water & Energy Budgets of the thunderstorm and their relation to Thunderstorm Development", por R. R. Braham, Jr. J. Meteor. Vol. 9, pp. 227-242.
- 9 — "California Storm Characteristics and Weather Modification", por R. D. Elliot. J. of Meteor. Vol. 15, n.º 6, 1958, pp. 486-493.
- 10 — "Design and Execution of a Program of Randomized Seeding of Orographic Cumulus", por L. J. Battan, A. R. Kassander, Jr. Paper presented at 163rd National Meeting of American Meteorological Society. 1958.
- 11 — "The Problem of Artificial Control of Rainfall on the Globe", por T. Bergeron. Tellus, Vol. 1, pp. 32-43 part 2, Ibid., Vol. 1 n.º 3, 1949, pp. 15-32.
- 12 — "Analysis of Results of a Group of Cloud Seeding Projects in Pacific Slope Watershed Areas", por R. D. Elliot and R. F. Strickler. Bulletin Am. Meteor. Soc. Vol. 35, n.º 4, 1954, pp. 171-179.
- 13 — Final Report of the Advisory Committee On Weather Control, Vol. 1, 1957.
- 14 — Capítulo III "Weather Modification in California", por J. Neyman — Buletin n.º 16, Stata Water Resouces Board, Stata of California, 1954.
- 15 — "Cloud Seeding — A Problem of National Importance", por R. R. Reynolds, N. D. Sturm, E. P. Warren. Paper presented at 1952 Summer Meeting of Institute of Mathematical Statistic at Michigan Stata College — 1954.
- 16 — "An Evaluation of Commercial Cloud Seeding Operations Conducted During the Summer Months in South Dakota", por G. D. Berndt. Vol. II Final Report of the Advisory Committee on Weather Control. 1957.

Resultado de nuvens na província

SINOPSE

Relatório de uma experiência de sementeação de nuvens levado a efeito na Província de Santa Clara, Califórnia, durante três invernos consecutivos começando no ano de 1955/1956.

A análise dos resultados revela um aumento provável na queda de chuva devido a sementeação da nuvem de 15 a 20% do que era normalmente esperado.

INTRODUÇÃO

As primeiras experiências de sementeação de nuvens levadas a efeito para aumentar a precipitação de chuva na Província de Santa Clara começaram em dezembro de 1951. As operações terminaram no princípio de janeiro de 1952, já que a precipitação de chuva era acima do normal na maior parte da Califórnia. A análise estatística não acusou nenhum aumento devido à sementeação.

As operações foram iniciadas no outono de 1954 e têm sido continuadas desde então todos os invernos. O período de operações para cada estação tem sido de 1.º de dezembro a 15 de março, embora algumas mudanças tenham sido feitas para ir ao encontro de situações em que surjam excessivas precipitações de chuva. A área do alvo inclui a maior parte das terras agrícolas da Província de Santa Clara e as colinas ao longe de ambos os lados do Vale de Santa Clara. Grande parte da chuva que cai nas encostas das colinas é guardada

em reservatórios construídos pelo "San Jose Water Works" ou o "Santa Clara Valley Water Conservation District". Esta área de alvo é vista na *Fig. 1*.

O método operacional usado era a dispersão de cristais de iodeto de prata feito por um carburador no qual era queimado uma solução de iodeto de prata e iodeto de sódio em acetona numa chama de propana. Foi montado um carburador num aeroplano para sementeação aérea e os outros localizados no solo dentro e perto da área do alvo. Na maior parte das tempestades, a análise das condições do ar mais alto indicavam bastante instabilidade para permitir a ascensão de cristais de iodeto de prata dos carburadores com base no solo. Em geral, as condições durante as tempestades de inverno na área de Santa Clara eram conforme as descobertas por Robert D. Elliot com relação às da Província de Santa Bárbara⁽²⁾.

CÁLCULO DA EQUAÇÃO DE REGRESSÃO

Neste artigo é feita uma análise dos resultados obtidos durante as estações de 1955/56, 1957/58 e 1958/59. Foram empregados dados de vinte e cinco medidas de chuva dentro da área do alvo e quinze medidas tomadas de fora da área do alvo, estas últimas designadas como medidas de registro-contrôle. Nenhuma das medidas de contrôle foram escolhidas a noroeste da área do alvo visto como elas seriam susceptíveis de contaminação pelo iodeto de prata. As localizações dos dados do alvo são identificadas na *Fig. 1* pela letra T e as medidas de contrôle pela letra C.

Todas as medidas de contrôle são operadas pelo Weather Bureau United States Department of the Interior (USWB), ou pelo San Francisco Water Department. Os regis-

tros do alvo foram obtidos do USWB, o Santa Clara Valley Water Conservation District, o San Jose Water Works, o San Francisco Water Department, e de outras fontes privadas.

Pode-se ver na *Fig. 1* que as medidas do alvo não estão uniformemente distribuídas por toda área. Assim, uma simples média da queda de chuva, tomada nas vinte e cinco medidas durante qualquer período não seria um cálculo satisfatório da queda de chuva no alvo para este período. Para superar isto o Método Thiersen⁽³⁾ de peso da área tem sido muito usado. Neste método presume-se que a queda de chuva em qualquer ponto da área durante qualquer dado período é o mesmo que o observado nas medidas mais aproximadas do alvo durante este período.

de Santa Clara

Por Arnett S. Dennis (1)

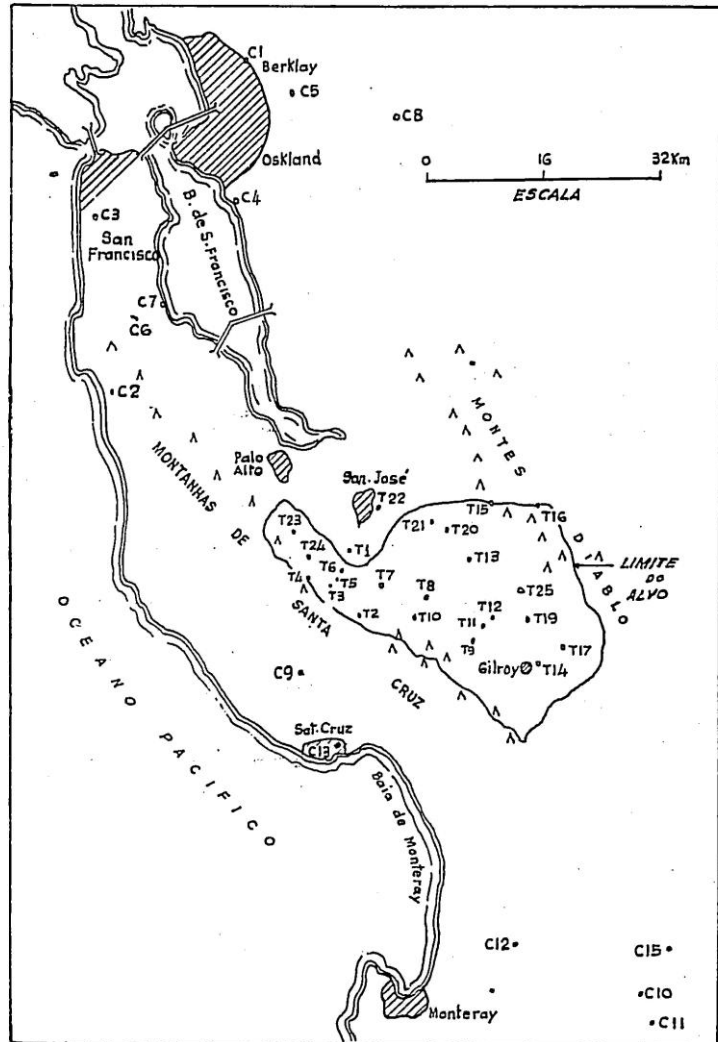


Fig. 1

Neste artigo o alvo variável usado será a média do alvo de queda de chuva determinada pelo Método Thiersen, referida depois disso simplesmente como a meta de queda de chuva. O contrôlo variável será a média da queda de chuva observada nas medidas de

contrôlo. Como o primeiro passo na análise é necessário examinar os dados históricos dos anos nos quais nenhuma sementeação foi feita para estabelecer uma relação entre o alvo e o contrôlo de queda de chuva. Como tôdas as operações de sementeação eram limitadas aos

meses de dezembro até março os registros de chuva usados eram para o período de 1.º de dezembro a 31 de março, inclusive para qualquer estação dada. O período de base usado, se estendia do inverno de 1944/45 ao inverno de 1953/54 cobrindo assim dez estações. O registro controle de precipitação e a queda de chuva no alvo para cada uma destas estações estão consignados na Tabela 1.

onde N é o número de anos estudados como demonstração (dez). Uma fórmula similar existe para a variação do controle V(X). O desvio padrão S para ambos o alvo e o controle de queda de chuva é dado pela variação da raiz quadrada.

Substituindo os valores numéricos nas fórmulas teremos:

$$\begin{aligned} X &= 375,2 \text{ mm} & Y &= 367,5 \text{ mm} \\ V(X) &= 750,7 \text{ mm}^2 & V(Y) &= 766,6 \text{ mm}^2 \\ S(X) &= 137,0 \text{ mm} & S(Y) &= 137,7 \text{ mm} \end{aligned}$$

TABELA I

ALVO E REGISTRO DA QUEDA DE CHUVA DURANTE O PERÍODO BASE

ESTAÇÃO 1.º DEZ. A 31 MARÇO	REGISTRO DE CHUVA EM MILÍMETROS	QUEDA DE CHUVA NO ALVO EM MILÍMETROS
1944 — 45	360,2	375,5
1945 — 46	356,5	328,0
1946 — 47	216,2	270,8
1947 — 48	221,3	198,2
1948 — 49	425,0	419,2
1949 — 50	406,7	305,2
1950 — 51	366,5	349,7
1951 — 52	705,6	704,2
1952 — 53	385,0	388,7
1953 — 54	317,0	335,0

Na fórmula seguinte a letra Y será para o alvo de queda de chuva por um ano, a letra X será o controle de queda de chuva para qualquer ano e médias sobre o período de base assinalado pelos traços. A variação do alvo da queda de chuva será assinalado pela expressão V (X). A variação do alvo é alcançada de acordo com a fórmula seguinte:

$$V(X) = \frac{\sum (Y - \bar{Y})^2}{N - 1} \dots\dots\dots (1)$$

O alvo e o controle de queda de chuva para cada an ono período-base são verificados num diagrama difundido na Fig. 2. O coeficiente de correlação é calculado pela fórmula:

$$R(XY) = \frac{\sum XY - \sum X \sum Y}{S(X) S(Y)} \dots\dots\dots (2)$$

RESULTADO DO SEMEIO DE NUVENS NA PROVINCIA DE STA. CLARA

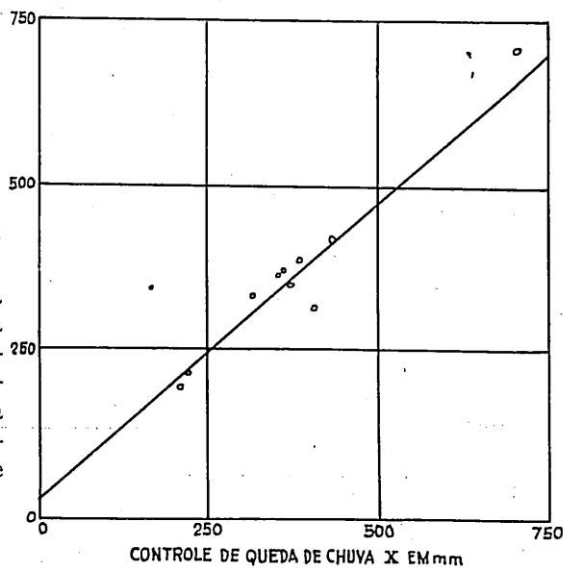


Fig. 2

Neste caso $R(XY)$ encontrou-se igual a 22,0. A fórmula para o melhor correspondente pelo método do quadrado mínimo é:

$$Y(X) = \frac{S(Y) R(XY)}{S(X)} (X + b) \dots\dots\dots (3)$$

Onde $V(X)$ é o alvo de queda de chuva estimado da queda de chuva controlê e b é uma escolha constante assim como

$$\bar{Y}(X) = \bar{Y} \dots\dots\dots (4)$$

Neste caso a equação simplificada será

$$Y(X) = 22,0 + 37,2 \text{ mm} \dots\dots\dots (5)$$

Por meio desta fórmula é possível estimar para qualquer ano que a sementeação fôr feita o que teria sido a queda de chuva verificada no caso de ausência de sementeação.

A fim de estabelecer confiança aos limites para os resultados obtidos, é necessário estabelecer o erro padrão de estimativa para esta fórmula. Como um comêço $Y(X)$ foi computado para cada um dos 10 anos um período da base. A variação de Y a cêrca de $Y(X)$ para o período-base foi computado pela fórmula:

$$V(Y/X) = \frac{\sum^n [(Y - Y(X))^2]}{N - 2} \dots\dots\dots (6)$$

O uso de $(N - 2)$ no denominador mais do que N é necessário pelo fato de que dois graus de liberdade foram eliminados ao se determinar o declive da linha e fixando $\bar{Y}(X)$ igual a \bar{Y} . Neste caso a variação foi encontrada ser $V(Y/X)$ igual a $128,6 \text{ mm}^2$.

Se estivéssemos tratando com um longo período-base (digamos 50 anos) e um grande número de anos semeados, poderíamos usar a raiz quadrada de $V(Y/X)$ como erro padrão estimado. No entanto, o período de base é muito curto para admitir isto. A linha de regressão desenhada é somente uma estimativa da verdadeira linha de regressão e a incerteza é maior para os anos nos quais a queda de chuva afasta-se marcadamente da média. Uma estimativa suficientemente acurada da variação de estimativa para a partida média vindo

da linha de regressão sôbre os anos K não incluídos no período de base é:

$$V(d_k) + \frac{\sum^n [Y - Y(X)]^2}{N - 2} \frac{1}{K} + \frac{1}{N} + \frac{(\bar{X}_k - \bar{X})^2}{\sum^n (\bar{X} - \bar{X})^2} \dots\dots\dots (7)$$

enquanto que a distribuição das partidas a cêrca da linha é dada pela letra t distribuição com oito graus de liberdade (4).

CÁLCULO DOS RESULTADOS

As médias são agora úteis para determinar quanto a queda de chuva adicional foi produzida na área do alvo durante os três invernos semeados sob consideração.

Durante a estação de sementeação de 1955-56 foi interrompida para a área total do alvo de 25 de dezembro a 3 de janeiro e para todos os alvos exceto nas colinas para o oeste de

RESULTADO DO SEMEIO DE NUVENS NA PROVINCIA DE STA. CLARA

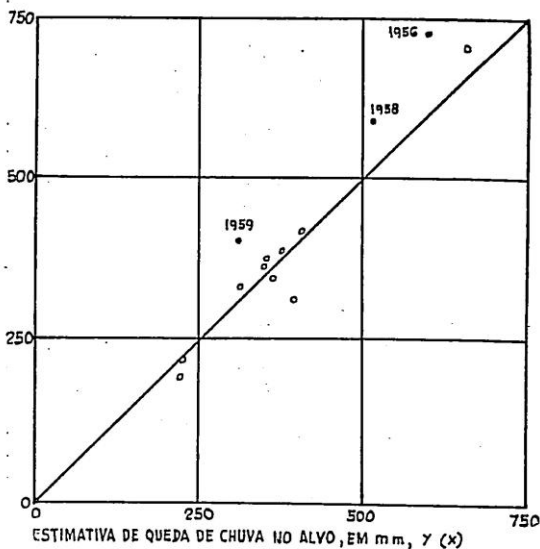


Fig. 3

4 de janeiro a 9 de fevereiro. No entretanto, para simplificar os cálculos a consideração deve ser dada aos resultados para os períodos inteiros de contrato que vai de 1.º de dezembro a 15 de março. Durante este período, a queda de chuva pelos controles tinha sido em média 626,20 mm; por esta razão aplicando na equação de regressão a estimativa de queda de chuva no alvo na ausência de sementeação seria em média de 601,20 mm. A queda de chuva observada era de 726,20 mm, indicando um aumento devido a sementeação 125,0 mm. Neste caso o valor de t, ou o erro de estimativa encontrado foi de 45,00 mm. Deste modo a partida positiva é da quantidade de cerca de 70,00 mm. A referência a uma tabela de Student — distribuição para oito graus de liberdade mostra a probabilidade de obter uma tal partida positiva por acaso é de menos de 0,325 mm.

Os resultados não mostrados para os três anos na Tabela II e os resultados gráficos na Fig. 3. Os dez anos não semeados serão mostrados por pequenos círculos e os três semeados por círculos negros datados pelos anos. Verifica-se que os três anos semeados estão bem acima da linha de regressão.

CONCLUSÕES

Os aumentos em queda de chuva em locais da Província de Santa Bárbara designados como áreas de alvo para sementeação de

nuvens, demonstraram sem qualquer dúvida, que probabilidades de que um aumento ocorrido seja de acima de 99,7%. Os aumentos computados numa base de estação do ano são de 15% a 28% da queda de chuva esperada. Sobre os 3 anos estudados a queda de chuva adicional é equivalente a um aumento de 291,25 mm sobre a área total do alvo.

AGRADECIMENTOS

O autor deseja expressar seu agradecimento a H. C. S. Thom do USWB por suas informações sobre os dados estatísticos e inclusive na preparação deste artigo.

O Weather Modification Company of San Jose, Califórnia, conduziu a sementeação e a avaliação descritas neste artigo.

TABELA II

AUMENTO DEVIDO A SEMEACÃO POR ESTAÇÕES

ESTAÇÃO	QUEDA PRE-VISTA mm	QUEDA VERDA-DEIRA mm	AUMENTO	
			mm	% PRE-VISTA
1955 — 56	601,20	726,20	125,00	21
1957 — 58	514,70	606,50	91,80	15
1958 — 59	317,20	406,50	189,00	28

NOTAS

NOTA — Discussão a respeito até 1.º de agosto de 1960. A separata da Discussão foi submetida aos documentos individuais do simpósio. Para prolongar a data de encerramento por um mês um requerimento escrito deve ser preenchido junto ao secretário executivo ASCE. Este artigo tem seus direitos reservados (copyright) ao "Journal of Irrigation and Drainage Division, Proceedings of the American Society of Civil Engineers, Vol. 86, n.º IR 1, march, 1960. E traduzido e publicado por cortesia destas entidades.

- a — Apresentado em agosto de 1959 Weather Modification Conference in Denver, Colorado.
- 1 — Weather Modification Co., San Jose, California.
- 2 — "California Storm Characteristics and Weather Modification", por Robert D. Elliot, Journal of Meteorology, Vol. 15, N.º 6, Dec. 1958, pp. 486-493.
- 3 — "Precipitation Averages for Large Areas", por A. H. Thiessen, Monthly Weather Review, Vol. 39, 1911, pp. 1082-1084.
- 4 — Relatório final do Advisory Committee on Weather Control.

Semeação de nuvens em climas tropicais

Por Wallace E. Howell⁽¹⁾

SINOPSE

Uma sinopse de experimentos de semeação de nuvem mostra que os pesquisadores, estão, de acôrdo em que a semeação com o vaporizador ou partículas higroscópicas freqüentemente dissipa pequenas nuvens quentes, mas, freqüentemente, estimula a atividade da corrente de ar ascendente e inicia ou aumenta a queda de chuva vinda das nuvens que excediam aproximadamente 1.200 m em profundidade, aumenta a precipitação de 50% ou mais. Por outro lado, a semeação com gelo sêco ou iodeto de prata para efeito em nuvens superfrias parece produzir um menor, mas ainda considerável aumento de precipitação. Embora que sujeitos a questões de interpretação, os resultados sugerem fortemente que as presentes técnicas de semeação podem produzir importante aumento de queda de chuva local em vários lugares e tempo quando os deficits de água causam perdas e danos.

O resultado da semeação de nuvem quente concorda bem com as teorias aceitas habi-

tualmente da formação de precipitação em nuvens tropicais, enquanto que o resultado na semeação de nuvem fria não há concordância. É proposto um novo modelo de campo de nuvem de corrente de ar ascendente que desvendaria a aproximação de nuvens individuais no estágio de chuva em termos de crescimento acumulado de partículas rudimentares de precipitação que, quando excede um limite crítico, resulta em precipitação que por sua vez estimula a atividade na primeira nuvem para atingir este estágio e suprimir esta em outras nuvens perto. A semeação de uma nuvem quente afeta o modelo diretamente pelo aumento do fornecimento de partículas rudimentares de precipitação; a semeação de iodeto de prata faz o mesmo indiretamente pelo aumento de ambas, as proporções de partículas rudimentares de precipitação e o volume de nuvem no qual elas podem crescer assim atuando sôbre o processo de coalescência mais do que através do processo de sublimação.

INTRODUÇÃO

O cinturão climático tropical inclui os maiores desertos da terra e outros largos espaços onde uma estação chuvosa mais ou menos conveniente para a agricultura e outros usos maiores de água, alterna com uma acentuada estação sêca. É além disso uma região onde a proporção de suprimento de água deve ser medida contra geralmente, alta proporção de evaporação. Sômente uma pequena porção dos trópicos, a maior parte terras pouco habitáveis, recebe em todas as estações uma queda de chuva suficiente.

A maior parte dos empreendimentos humanos nos trópicos que depende de água, a agricultura primária e rendimentos em aumento e em menor extensão, hidrelétrica e emprêgos manufactureiros, leva a uma existência bastante precária, sofrendo freqüente com a sêca e, menos freqüentemente, de excesso de água. Mesmo uma medida de controle exercido para amenizar a severidade dêstes defeitos climáticos naturais seria de imenso valor e melhoraria o destino de grande número de pessoas. É natural, em consequência disso, que a perspectiva de descobertos modernos em fí-

sica da nuvem que podem levar a alguma medida de controle sôbre a queda de chuva teve uma grande repercussão. Os experimentos começaram a mais de 10 anos nos trópicos com o objetivo de testar as técnicas de semeação de nuvem e quase 10 anos desde os experimentos foram seguidos pelas aplicações comerciais destas técnicas. Em 1954 um estudo sob os auspícios da Organização Meteorológica Mundial (World Meteorological Organization) chegou a conclusão de que o aumento artificial em queda de chuva, embora seja de importância econômica, seria provavelmente abaixo de 10% de queda de chuva natural e muito difícil para descobrir, e foram propostos testes ocasionais. No entretanto, nenhuma revisão geral das atividades de controle de tempo nos trópicos apareceu desde então. Foram reconhecidos dois mecanismos naturais que convertem nuvens em chuva, um operando através da coalescência de pequenas gotículas de nuvem para produzir umas maiores e eventualmente gôtas de chuva e usualmente referido como chuva quente ou processo de chuva coalescente, e o outro operando através

da sublimação em núcleos de gelo de vapor de água evaporada de gotículas de água super-frias, geralmente conhecidas, como o processo Bergeron-Fuideise ou o processo de sublimação. O material que segue considerara primeiro as sementeções intencionadas para estimular a coalescência da chuva, segundo estes com a intenção de estimular o processo de sublimação, e terceiro uma comparação dos resultados destes experimentos com as teorias de formação de chuva e sugestões para futuros trabalhos teóricos.

SUMÁRIO DE EXPERIÊNCIAS

A sementeção de nuvem quente — A tabela I lista dos principais experimentos que foram relatados na sementeção de nuvens quentes com o propósito de estimular chuva pelo processo de coalescência. Não é uma lista completa mas contém todos aqueles para os quais os dados quantitativos foram relatados neste artigo.

A experiência de Honduras sobrepujou a teoria da reação em cadeia quebra-de-gôta de Irving Langmuir. Num dia durante a estação seca, o alto de uma nuvem cúmulos foi semeada com água por um vaporizador grosseiro. Subseqüentemente a nuvem cresceu rapidamente para tornar-se uma queda de chuva pesada inusitada nesta época do ano, e nenhuma outra chuva ocorreu na proximidade.

As experiências do Departamento Meteorológico do Leste da África compõem-se de uma série de ensaios levados a efeito em vários lugares em Tanganyka, Kenya e Uganda durante a estação chuvosa ou o período imediatamente precedente deste quando nuvens cúmulos atingiam considerável tamanho com razoável frequência. As experiências iniciais com iodeto de prata em 1951 tinham tido uma produção negativa mas as experiências que foram continuadas de janeiro até abril de 1952 pela sementeção em ciclos de 3 dias, o primeiro dia com iodeto de prata o segundo dia com bombas de sal levadas pelos balões até as nuvens, e o terceiro dia deixado sem sementeção. Novamente os dias de sementeção de iodeto de prata não mostraram nenhum aumento em precipitação de chuva quando comparado com os dias não semeados, mas em dias de sementeção de sal a precipitação de chuva de 10 a 20 km, vento abaixo do ponto de liberação era substancialmente maior. A queda de chuva no ponto de liberação vento acima do alvo, era aparentemente mais leve em dia de sementeção do que em dias não semeados. As experiências da mesma natureza, mas omitindo a sementeção de iodeto de prata, foram levados a efeito em 1953, 1954 e 1956, em 1953 a sementeção de 64 cúmulos resultou em chuva em 37 ocasiões e em chuva muito leve em 10 ocasiões adicionais. O tempo entre a sementeção e a aparição de chuva vem de 7 a 35 aparições minutos, com a média de 22 minutos. Em

TABELA I
EXEMPLOS DE SEMEIÇÃO DE NUVENS QUENTES NOS TRÓPICOS

DATA	LOCALIDADE	AGÊNCIA RESPONSÁVEL	REFERÊNCIA
1948	Honduras	General Electric Co.	2
1948	Ilhas Filipinas	Philippine Weather Bur.	3
1948-49	Ilhas Havaianas	Pineapple Research Inst. and Hawaiian Sugar Planters Association	4
1952-56	África Oriental Inglesa	East African Meteorological Department ..	5 a 9
1952-53	Ilhas Havaianas	Territorial Cattlemen's Council, Pineapple Research Inst. and Hawaiian Sugar Plant. Association	10
1953-54	Ocean waters near Puerto Rico	Cloud Physics Projects University of Chicago	11
1953-55	Madagascar	Setvice de Meteorologique, Madagascar ..	12
1954	Cuba	W. E. Howell Associates	13
1954	Paquistão	Pakistan Meteorological Department and U. N. Tech. Assistance Programme	14
1954-55	África Equatorial Francesa	Service Meteorologico A.E.F.	15
1955	Hong Kong	Hon Kong Royal Observ.	16
1957-58	Índia	Laboratório Nacional de Física da Índia ..	17

1954 os dias de sementeação selecionadas ao acaso davam quedas de chuva consideravelmente mais altas que os dias não semeados, 24 de 33 nuvens semeadas dando chuva. Em 1956 a sementeação foi feita disparando foguetes dentro de nuvens selecionadas que, com a explosão, dispersavam sal fino terrestre. Uma rede de pluviômetros foi instalada dentro e em torno da bacia hidrográfica de alvo e sob a determinação de que um dia era considerado adequado para sementeação tomava-se uma decisão ao acaso para semear ou não semear. Trinta foguetes disparados em 7 dias semeáveis dava chuva de cada nuvem semeada; pesada após 11 disparos, moderada aos 14, e leve após 3 disparos. O tempo entre sementeação e a chuva sendo de 3 a 37 minutos, em média 11 minutos antes da chuva pesada, 15 minutos antes da moderada, e 6 ½ minutos antes da chuva leve. Em 70% de todas as ocasiões a chuva aparecia dentro de 8 minutos. O modelo de queda de chuva dos 7 dias semeados comparado com o de 6 dias semeáveis que não foram semeados mostrou uma mudança máxima vindo do vento acima da extremidade da bacia hidrográfica (que derramava para baixo na direção do vento) a um ponto 3 a 8 km do local de disparo próxima a da margem vento abaixo do alvo com uma considerável intensificação do máximo. Os experimentadores eram levados a concluir o seguinte:

"A sementeação de nuvens apropriadas quase sempre induz uma precipitação, mas é difícil estar seguro de que a nuvem semeada não teria chovido naturalmente. Na presente série de experimentos, aparece bem claro que praticamente todas as nuvens semeadas choviam mais cedo e mais pesadamente do que se elas tivessem feito naturalmente e que a sementeação de nuvem é um método prático de aumento de queda de chuva sobre uma área específica. Em vários casos as observações e resultados, fortemente defenderam o ponto de vista de que as nuvens semeadas não teriam chovido naturalmente."

Os ensaios nas Ilhas Filipinas e Havaianas em 1948-1949 foram inspirados pelos relatórios de 1947 de sementeação de gelo seco nos Estados Unidos, e nestas ocasiões a maior parte de nuvens quentes eram semeadas com gelo seco, qualquer efeito nelas sendo atribuído a influência mecânica de bolas pequenas de gelo seco que varria para fora gotículas de nuvem e libertava estas como partículas maiores. Nas Filipinas, a única nuvem semeada produziu precipitação pouco depois e pareceu aumentar a proporção de seu desenvolvimento. No Havaí 54 testes de sementeação em 15 dias produziram chuva 20 vezes, geralmente em me-

nos de 16 minutos após a sementeação. Em ambos foram observadas queda de chuva mais pesada e frequência maior de queda de chuva.

Em dias semeados, e as chuvas mais pesadas pareciam estar associadas com altos de nuvens subgelando. A densidade de nuvem foi tomada como fator mais significativo para determinar se a sementeação produziria chuva. Os testes nas Ilhas Havaianas foram resumidos em 1952-1953. Nuvens não geladas, geralmente pequenas em tamanho, foram semeadas com um vaporizador de água do mar ou solução de cloreto de sódio. Os ecos de precipitação foram subsequentemente observados pelo radar em 9 entre 30 ocasiões, o tempo entre a sementeação e o aparecimento de um eco era tipicamente de 11 minutos, com chuva após 20 minutos. Os experimentadores atribuíam a pequena proporção de sementeações bem sucedidas ao pequeno tamanho das nuvens.

As observações feitas em 1953 e 1954 pelo Cloud Physics Project of the University of Chicago (Chicago, Ill.) compreendem com o mais extensivo esforço já tomado para medir os parâmetros físicos associados com o desenvolvimento da nuvem e a precipitação e para obter uma medida objetiva da eficácia da sementeação de nuvem quente. Já que todas as sementeações nos trópicos foram levadas a efeito sobre o mar aberto, em cúmulos cujas características físicas diferem acentuadamente das de terra, (19,20) os resultados talvez não sejam diretamente comparáveis com os de outros pesquisadores. Todas as sementeações de nuvem foram feitas com vaporizador de água grossa, primeiro na proporção de 520 litros por quilômetro (válvula pequena), mais tarde na proporção de 1.600 litros em 18 segundos (válvula grande), aberta de 900 a 1.500 m acima da base de nuvem. As nuvens foram selecionadas pelo aviador aos pares os mais similares possíveis, e foi decidido ao acaso, sem que ele saiba, qual das duas do par deveria ser semeada. Ambas as nuvens foram subsequentemente atravessadas e estudadas, a iniciação da precipitação foi observada pelo radar. A tabela 2 mostra os resultados em forma de tabelas de casualidade (11). Cada unidade na tabela sendo para um par de nuvens, o número 4 na primeira seção, por exemplo, significa que existia 4 pares de nuvens no qual cada uma das nuvens tratadas produzia um eco e a nuvem não tratada não produzia nenhum.

Concluiu-se que o tratamento com o aparelho de válvula pequena era ineficaz para iniciar chuva, mas que o tratamento de válvula grande parecia aumentar a probabilidade média de chuva de 4% a 44% e ser significativo em um nível de 5% se os resultados

de dois períodos de experimentações pudessem ser válidamente combinados. Nas nuvens tratadas, a chuva era descoberta de 2 a 16 minutos após a sementeação, em média 8 ½ minutos para o aparelho de válvula pequena e 6 ½ minutos para o tratamento do de válvula grande, comparado com os ecos começando a partir de 2 a 26 minutos nas nuvens não sementeadas para uma média de 12 minutos. Foi então concluído que o tratamento produzia um significativo, mais curto lapso de tempo antes da iniciação da chuva. Havia uma maior tendência, especialmente para os tratamentos de aparelhos de grandes válvulas, para dar ecos abaixo do nível do aeroplano mais do que acima.

TABELA II

TABELA DE OCORRÊNCIAS DOS ECOS DE RADAR DO CÚMULOS TROPICAL

	MANEJO DE UM PAR DE NUVENS			TOTAL
	ECO	SEM ECO		
VÁLVULA PEQUENA				
Par de nuvens não tratadas	Eco Sem eco	3 3	4 22	7 25
	TOTAL	6	26	32
VÁLVULA GRANDE				
Par de nuvens não tratadas	Eco Sem eco	5 17	6 18	11 35
	TOTAL	22	24	46

Nas experiências de Madagascar, o cloreto de sódio fino em pó foi espalhado nas nuvens em uma proporção de 10 a 100 cc por quilômetro explodindo no ar aquecido para cima através de um injetor terrestre de cloreto de sódio. As nuvens foram sementeadas em 101 dias espalhadas sobre 22 alvos. Os resultados foram analisados principalmente pela comparação de queda de chuva em medidas do alvo com suas médias climáticas. Oito positivos, oito indiferentes, e quatro negativos vindos de fora, foram registrados. As próprias

nuvens não eram metodicamente observadas, embora fosse relatado que nenhum efeito de sementeação era visto a não ser que as nuvens tivessem mais de 3.300m de espessura. Os experimentadores concluíram que os resultados foram "encorajadores" mas não inteiramente satisfatórios.

As experiências no Paquistão foram levadas a efeito em uma região alta do Punjab onde o vento durante a estação de monção e, pelo lado oeste é seco e o sul este é úmido. O cloreto de sódio em pó durante os ventos sueste em uma proporção de cerca de 10 graus por segundo dentro do ar próximo ao solo por um invento heater-bellows de maneira que parte disso seja levado pelas correntes de ar ascendentes dentro das nuvens formando-se vento abaixo. A sementeação era feita em duas áreas, uma montanhosa e outra mais plana. Os resultados foram analisados pelo estabelecimento de um período prévio de 36m, período de relação normal entre a queda de chuva no 50º setor vento abaixo das linhas de sementeação e setores vizinhos nos dois lados, comparando-se esta proporção para o ano sementeado com o normal. Uma área a proximidade do ano sementeado era a mais alta em recorde e 2 ½ vezes a normal; na outra área, foi a segunda mais alta em recorde e cerca de 80% acima do normal. A maior parte da queda de chuva estimulada aparentemente caiu a uma distância considerável, 80p a 100km, do local de sementeação. As experiências em Cuba em 1954 foram levadas a efeito na estação seca de inverno para avaliar as possibilidades de alcançar a estimulação nesta estação em nuvens quentes sobre os níveis pluviosos ao sul da Província de Camaguey. As nuvens típicas eram cúmulos com bases de 1.200 a 1.500m acima do nível do mar, seus ventos penetrando dentro do ar seco do alto sempre que elas excediam a uns 300m de espessura. A sementeação era feita com um vaporizador de água em finas gotículas libertas a poucas dezenas de metros da nuvem, em corrente de ar alta sempre que possível. Três nuvens, entre 250 e 700m de espessura se dissipavam cerca de 15 minutos após a sementeação. Uma outra, de 1.000m de espessura, escurecia e inflava na base imediatamente após a sementeação, mas não chovia. Uma nuvem de 1.500m de espessura deu um leve chuvisco que começou 11 minutos após a sementeação e durou 30 minutos. Seis sementeações em nuvens de mais de 2.000m de espessura foram todos seguidos por uma chuva pesada começando de 11 a 25 minutos após a sementeação (média 16 minutos) que durava 40

minutos ou mais. Mapas isoietais para o período de experiência mostram uma desusada concentração de chuva pesada na zona semeada.

As experiências na África Equatorial Francesa foram levadas a efeito sobre áreas agrícolas selecionadas com a sementeação de algumas nuvens com vaporizador de água em quantidade de cerca de 200 litros por corrida, e outras nuvens com 20 gr em ampolas de sal finíssimo em pó. Foram feitas sementeações de ambas as nuvens cúmulos e estrato-cúmulos. As observações dos resultados estavam longe de serem completas, já que somente 27 de 42 sementeações resultaram em observações de chuva ou ausência de chuva e se choveu quanto tempo após o começo da sementeação. Para 11 casos de sementeações de estrato-cúmulos, a chuva se seguiu três vezes, começando numa média de 17 minutos após a sementeação vinda das camadas de nuvens da ordem de 360 a 600 m de espessura. A chuva deixou de cair de camadas de estrato-cúmulos semeadas da ordem de 160 a 600 m de espessura, a camada mais fina foi dissipada na área semeada. Das 16 sementeações de nuvens cúmulos para as quais as observações eram completas, 9 foram seguidas de chuva começando de 3 a 17 minutos (média do tempo 8 ½ minutos) após a sementeação, de nuvens de ordem de 600 a 1.800 m de espessura e em média 1.500 m. Para os 7 casos quando a chuva não caiu a espessura era de ordem de 600 a 1.200 m em média 900 m. Todos os cúmulos semeados mais espessos de que 1.200 m produziam chuva. Em três ocasiões, a sementeação de cloreto de sódio foi levada a efeito em nuvens cúmulos relacionadas com um chuveiro preexistente, foi observada uma extensão da área de chuva na direção da sementeação, com vento cruzado e vento para cima. Dêstes dados e das observações qualitativas de nuvens similares na vizinhança das sementeações, os pesquisadores foram levados às seguintes conclusões:

1.º — é possível provocar chuva artificial na África Equatorial Francesa, mesmo nos períodos secos, de nuvens quentes;

2.º — a chuva pode ser obtida de nuvens semeadas tanto cúmulos como estrato-cúmulos com cloreto de sódio ou água;

3.º — parece possível provocar a extensão de vento para cima ou vento cruzado de grandes chuvas naturais sob certas condições geográficas."

Em maio de 1955, algumas experiências foram feitas em Hong Kong espalhando água de bicos colocados nos altos das colinas destas muito mais freqüentemente do que de semelhantes nuvens não semeadas: que quase todas as nuvens mais espessas de cerca de 1.200 m produziam chuvas subseqüente a sementeação que era freqüentemente de moderada a pesada, com apreciável maior freqüência e mais pesada quantidade do que para semelhantes nuvens não semeadas; e que onde as comparações em quantidades de queda de chuva eram feitas, estas indicavam um aumento devido a sementeação que provavelmente excedia 50% da queda de chuva natural.

Os tempos registrados entre a sementeação e o ataque de chuva são difíceis de comparar, especialmente quando um tempo mais longo registrado por cada observador depende em alguma extensão de sua paciência ou de sua opinião como na conexão entre a sementeação e a chuva subseqüente.

Entretanto talvez haja uma verdadeira diferença entre a gestação bastante curta do tempo de 7 ou 8 minutos associada com o lançamento de sal ou vaporizador de água massiça no meio das nuvens e os tempos mais longos cerca de 15 minutos associados com vaporizador introduzido perto da base da nuvem.

Sementeação de nuvens superfrias — As principais experiências na sementeação de nuvens com gelo seco ou iodeto de prata com o objetivo de estimular precipitação pelo processo de sublimação estão na lista da Tabela III. Como a Tabela I, não é completa. Dentre alguns dos 25 postos comerciais que produziram dados de avaliação está contêm somente os que representam um período seguinte ou subseqüente de operação que foi avaliado de acôrdo com "as regras do jôgo" estabelecido antes da operação, em conexão com a operação inicial da estação do ano.

A primeira sementeação de nuvem nos trópicos foi levada a efeito por um grupo de pesquisadores durante um vôo explorador dentro de um sistema de nuvem de furacão. Uma camada superfria de nuvem estratiforme foi semeada com gelo seco na proporção de menos do que 0,30 kg por quilômetro ao longo de um caminho de 100 km e na volta ao longo do caminho cerca de 770 km² de nuvem foram observados terem sido modificadas. As nuvens cumuliformes, entretanto, não foram afetadas mesmo por duas doses de 25 kg de gelo seco em cada das duas largas cabeças de cúmulos. O furacão desviou-se repentinamente de seu curso anterior no momento da sementeação embora seja discutível se os dois acontecimentos tenham relações entre si.

TABELA III
EXEMPLOS DE SEMEACÃO DE NUVENS FRIAS NOS TRÓPICOS

DATA	LOCALIDADE	AGÊNCIA RESPONSÁVEL	REFERÊNCIA
1947	Atlântico perto da Flórida, U.S.A.	General Electric Co.	22
1949-59	México	Mexican Light and Power Co.	23
1951	Congo Belga	Service Meteorologique du Congo Belgue ..	24
1951	Bolívia	Meteorol. Service Bolívia	25
1951-54	Taiwan	Rain Stimulation Research Institute	26
1951-52	África Oriental Britânica	Meteorological Service	5 e 6
1953-59	Peru	W. E. Howell Associates	27 a 30
1953-59	Cuba	W. E. Howell Associates	31 a 35
1954-55	Congo Belga	Service Meteorologique du Congo Belgue ..	36 a 38
1956-57	Flórida, U.S.A.	Advisory Committee on Weather Control ...	39
1955	Cuba	W. E. Howell Associates	40
1955	Porto Rico	W. E. Howell Associates	41
1957	Cuba	W. E. Howell Associates	42
1957-58	Arizona, U.S.A.	Inst. of Atmospheric University of Arizona	43

Nas regiões montanhosas entre a Cidade do México e o Golfo do México, as experiências são levadas a efeito todos os anos desde 1949, com a exceção de 1952 com o objetivo de determinar o valor prático deste processo para o aumento de fluxo corrente através seus planos hidrelétricos na bacia hidrográfica do Necaxa. O agente da sementeação neste programa era iodeto de prata.

Durante as primeiras cinco operações o iodeto de prata era dispersado do aeroplano diretamente dentro das nuvens movendo-se através da bacia hidrográfica mas desde 1953 a sementeação tem sido feita por geradores de fumaça no solo, situado a vento acima da área do objetivo. Por causa da importância prática em realizar qualquer aumento no fluxo corrente que fosse completado, nenhuma seleção fortuita de situações não sementeadas foi feita anterior a estação de 1956 exceto vindo de causas acidentais como falhas de equipamento, especialmente o fracasso do aeroplano em executar missões de sementeação em virtude de razões mecânicas durante os primeiros três anos. Entretanto, desde 1956 uma proporção de ocasiões sementeáveis, selecionadas ao acaso, foi mantida não sementeada.

Durante o término desta experiência diferentes análises foram feitas dos dados, baseadas principalmente sobre comparações de queda de chuva entre as três áreas diferentes: primeiro, uma das áreas de vento baixa inteiramente para cima do objetivo mas tendo um regime climático diferente devido a elevação

mais baixa; segundo, a parte mais baixa metade da área do objetivo onde presumivelmente a maior parte da queda de chuva podia ter sido devido ao tão chamado processo de nuvem quente; e terceiro, a parte mais alta da metade da área do alvo onde as elevações montanhosas eram de proporções consideráveis das nuvens que deviam estar regularmente acima do nível de congelamento. Em muitas análises foi feita uma distinção entre os dias com diferentes quantidades de queda de chuva, na expectativa de que os dias de quedas de chuvas mais pesadas seriam associadas com distúrbios ciclônicos tropicais que não podiam presumir-se serem afetadas de maneira nenhuma pela sementeação de iodeto de prata. A análise que parece ser a mais significativa do ponto de vista estatístico foi feita fazendo uma regressão quadrada mínima comparação entre a metade mais baixa e a metade mais alta da área do alvo, o resultado do qual indicava que a queda de chuva na metade mais alta, a média no termo da experiência, era aproximadamente de 9% mais pesado do que no da metade mais baixa, a cifra de significação indicada pela análise sendo menos do que uma oportunidade em 10.000 de que se o aumento fosse devido as causas fortuitas. Outras análises indicavam que a maior parte do aumento ocorria em dias de queda de chuva moderada e que nenhum aumento era indicado para os dias em que a sementeação não tinha sido feita. Como será notado subsequenteemente, as indicações estatísticas devem ser consideradas à luz de um número de importantes reservas.

Uma breve série de ensaios foram levados a efeito na bacia de Lufira nas cabeceiras do Congo, em abril de 1951, próximo ao fim da estação chuvosa. Eram lançadas bombas que, explodindo dentro das nuvens dispersavam gelo seco. De cinco vôos, dois não foram bem sucedidos em encontrar nuvens superfrias, enquanto que em três outros vôos "satisfatórios" os objetivos foram alcançados, especialmente o último, que foi seguido de chuva vinda de uma nuvem que os pesquisadores acreditavam teria de outra maneira produzido somente falso cirrus.

Em 1951, o Serviço Meteorológico Boliviano experimentou em uma pequena bacia hidrográfica em um distrito montanhoso queimar alguns 700 litros a 1/2% de solução de iodeto de prata em vasos de labaredas instantâneos na estrada pública. Nenhuma avaliação foi empreendida por causa da extrema variação dos ventos locais e a incerteza de para onde a fumaça se tornaria efetiva.

Em Taiwan, as experiências foram registradas cobrindo três estações secas (de novembro e março). Durante a primeira estação a sementeação foi feita de aeroplanos, mas para as duas estações subsequentes foram usados geradores de iodeto de prata no solo. A avaliação por uma análise de regressão do objetivo e controle da queda de chuva indicou um aumento sobre tudo de 15% em queda de chuva no objetivo para as três estações.

As sementeações de iodeto de prata na África Oriental Britânica foram já referidos na seção anterior. O iodeto de prata misturado com cargas de pólvora negra levadas por balões e estourados nas nuvens não tiveram um efeito visível.

Começado em 1951, numa base comercial, o projeto de sementeação de nuvem no Peru foi executada nos últimos 5 anos por uma entidade local sob a direção técnica de meteorologistas comerciais. A sementeação de iodeto de prata vinda do solo é levada a efeito durante um tempo adequado através do ano exceto durante o auge da estação seca e durante períodos de inundação. Isto afeta porções de três praças de rios nos vales — Moche, Chicama e Jequetepeque — e algumas áreas adjacentes altas em um distrito encerrando cerca de 9,960 km². A divisão limitando a bacia hidrográfica atinge uma elevação média de cerca de 3.750 m com uns poucos picos excedendo 4.200 m. O aumento de queda de chuva foi avaliado por uma regressão alvo controle para cada mês do calendário vindo de 10 anos de história, normalizada por uma transformação de raiz cúbica. As avaliações subsequentes

para a inicial indicou um aumento médio a partir de 1953, através 1955 de 25%, significativo no nível de 0.001. Streamflow foi também avaliado baseado em uma regressão de correntes nos rios alvo e num rio adjacente ao norte, normalizado pelas transformações logarítmicas, que indicavam para o mesmo período um aumento significativo de 44% ao nível de 0.01. Subseqüentemente a 1955, mudanças na medição da chuva da rede de postos meteorológicos e rádio e a diversão da água dentro do rio controle forçaram o abandono de fórmulas estabelecidas de avaliação.

A série mais longa e mais proveitosa de operações em Cuba foi levada a efeito sobre as regiões planas adjacentes à costa meridional da Província de Camaguey e se estendeu nuns 50 km terra a dentro. Após as primeiras duas estações de operação em 1951 a 1952, foi feita uma avaliação de queda de chuva por métodos de regressão usando um controle 10 anos de registro sobre a vizinhança de terras de cana-de-açúcar, a densidade das medidas de chuva nestas áreas sendo alta. As mesmas regressões, substancialmente inalteradas, foram usadas para avaliar subsequentes estações do ano da operação de 1953, para fevereiro e março de 1954, e para uma grande parte desde maio de 1953. Omitindo as operações de 1954, que incluíam sementeações de água e iodeto de prata, as avaliações feitas subsequente a uma que estabelecia as regressões mostraram aumentos variando de 9% (o ano inteiro, 1957) a 42% (8 meses, inverno de 1958-1959) e tendo em média 21% para 32 meses de operação. A combinada sementeação de água e iodeto de prata em 1954 indicou um aumento de 61%. Os níveis de significação indicados para estes resultados ultrapassam o nível 0.001.

Dois outros projetos um em Cuba e um em Puerto Rico entraram similarmente em segundas estações de operação após o estabelecimento de uma regressão de avaliação. Em 1955, uma segunda operação nesta estação do ano em Central Baltony, no sul da Província de Oriente, indicou um aumento de 12% e outro em Central Fajardo, em Puerto Rico, indicou um aumento de 27%. Em 1957 uma segunda operação nesta estação do ano em Central Manati, no nordeste de Oriente, teve um aumento de 15%.

Uma série de experimentos foram levados a efeito em março e junho de 1954, e janeiro de 1955, em três áreas largamente separadas do Congo Belga, usando iodeto de prata vindo de geradores de fumaça terrestre. No primeiro destes, em Temvo, o alvo e o controle de quedas de chuva foram comparados para 7 dias semeados e 22 não semeados, indicando

um aumento para o qual a significação era de um nível de 0.01. O segundo experimento, em Mayumbe, foi registrado ter produzido resultados positivos em 7 das 9 sementeções. O terceiro, em Tely, foi ainda mais breve, a sementeção foi levada a efeito em 2 dias de 10 dias, em ambos a precipitação foi observada com vento abaixo dos geradores mas não com vento acima. Durante um mês no último verão de 1956, e novamente em agosto de 1957, a sementeção de iodeto de prata vindo do solo dentro de nuvens cúmulos foram efetuadas perto de Boca Raton, no sueste da costa de Flórida. O precedente da nuvem foi registrado pela fotografia instantânea e pelo radar, e os cálculos de precipitação iniciados em 21 destas nuvens foram realizados pelo método gráfico de Mac Cready⁽³⁹⁾. O ataque observado de chuva e os ecos do radar concordavam bem na maior parte dos casos com as trajetórias computadas para a coalescência da chuva, embora que em uns poucos casos a chuva e ecos do radar aparecessem mais cedo do que o predito pelos cálculos, desvios que podiam ser atribuídos ao não comprimento assumido pelas condições de correntes altas de ar já que estas nuvens não conformes formaram sobre o oceano mais do que, como as outras fazem, sobre a terra. Largos lençóis de nuvem em cristal de gelo, formados após os

chuveiros, foram tomados como prova de que o processo de sublimação, ainda que não fosse processo de iniciação, contribuía para a precipitação em um estágio mais tarde na vida da nuvem e podia ser um fator contribuinte para a queda de chuva total. Foi concluído que não há possibilidade de descobrir a iniciação de precipitação pelo iodeto de prata porque o processo de sublimação opera devagar demais.

As sementeções em Arizona nos verões de 1957 e 1958 produziram um aumento de 30% em queda de chuva que, embora em si mesmo de não aceitável significação, foi associada com um aumento de frequência de relâmpagos e aparições mais frequentes de ecos de radar em partes mais quentes da nuvem que eram considerados estatisticamente significativas.

O resto das fontes de dados proveitosos são a maior parte de operações comerciais operadas somente durante uma estação, ou para as estações iniciais de projetos discutidos acima. Estes, junto com os resultados indicados onde a avaliação pelo método de regressão foi feito, estão sumariados na Tabela IV. Embora que o julgamento para a imparcialidade destes resultados deva ser reservado até que sejam independentemente testados, é digno de nota que os aumentos indicados caem na mesma ordem dos para os quais a imparcialidade pode ser reclamada.

TABELA IV

PROJETO PARA A SEMEIÇÃO COMERCIAL DE UMA ESTAÇÃO COM IODETO DE PRATA

DATA	LOCALIDADE	DURAÇÃO EM MESES	AUMENTO EM %	PROBABI- LIDADE
1951-50	Peru, Rio Mantaro	30	20	.07
1951-52	Cuba, Francisco	15	27	.08
1953	Cuba, Los Canos	3	20	—
1953	Cuba, Macareno	6	20	—
1952	Cuba, Cespedes	3	25	.04
1952	Cuba, Eremita	7	46	.005
1952	Cuba, Macareno	5	35	—
1952	Cuba, Najasa	6	33	—
1953	Cuba, Baltony	3	15	—
1953	Cuba, Preston & Boston	3	19	—
1953-54	Pôrto Rico, Fajardo	2	14	.002
1956	Cuba, Havana-Matanzas	3	27	.03
1956	Cuba, Manati	3	15	.21
1957	Pôrto Rico, costa sul	2	42	.05
1957	Hispaniola Romana	4	31	.10
1957	Cuba, Esperanza	2	27	.06
1957	Cuba, Los Canos	2	21	.02

(*) — A sementeção com vaporizador de sal era efetuado simultaneamente do ar.

Uma outra operação foi levada a efeito de uma categoria diferente porque o objetivo da sementeação não era o aumento da queda de chuva mas diminuir o dano causado por ventos locais acompanhados de pesados chuviões. Esta operação foi levada a efeito no nordeste de Colômbia, à sotavento da Sierra Nevada de Santa Marta ⁽⁴⁴⁾, que corre contra como um obstáculo mais ou menos cônico no tráfego dos ventos. A sementeação foi levada a efeito durante duas estações de tempestades em 1956 e 1957, para um total de 12 meses de operação. A análise destes resultados foi baseada nos danos registrados em selecionadas plantações de banana. Os dados indicavam que a proporção entre a frequência de fortes tempestades e leves tempestades era diminuída fortemente, com significação no nível de 0.001, e sugeria que isto vinha através de uma diminuição na frequência de fortes tempestades mais de que através de um aumento na frequência de tempestades leves, embora esta conclusão não pudesse ser adotada com confiança no nível de 5%. Se esta última conclusão é tomada como verdadeira, então o dano do vento será diminuído de cerca de 39% pela sementeação. Tentando descrever qualquer conclusão geral sobre a eficácia da sementeação de gelo seco ou iodeto de prata nos trópicos vindo destes dados, deve ser lembrado que a maior parte das avaliações foram feitas pelo método de regressão alvo-contrôle e que este método está aberto à apreciação de numerosos terrenos. Ainda que a escolha de medidas de chuva, para caracterizar o alvo, seja geralmente automática, e a escolha de um período histórico seja usualmente amplo também, a escolha de uma região de contrôle é mais ou menos subjetiva, e sua seleção influencia a produção da avaliação. Admite-se que a relação alvo-contrôle que prevalecia durante o período histórico deveria prevalecer também durante o período experimental na ausência da sementeação, uma suposição que, embora pareça razoável e não tenha sido provada inválida, deixa aberta a questão por causa de mudanças seculares no clima da queda de chuva sabemos terem ocorridos. Finalmente, os detalhes no tratamento dos dados afeta as avaliações em alguma extensão. Por causa destes fatores, pensa-se geralmente que somente os ensaios seguindo uma rígida casualidade e um plano preorganizados, tais como realizados no projeto de Arizona, podem ser usados para tirar conclusões válidas encarando a realidade do efeito de sementeação. Não obstante, o volume de uma certa evidência menos segura sugere que se deveria ser prudente em aceitar uma hipótese de que a sementeação de iodeto de prata é inefi-

caz nos trópicos, e chama a atenção da pesquisa para a compreensão de efeitos consideráveis possíveis.

COALESCÊNCIA DA QUEDA DA CHUVA

Estudos teóricos — Um modelo convenientemente bem desenvolvido para a formação de precipitação pelo processo de coalescência, que pode ser levado a efeito em nuvens de qualquer temperatura mas é favorecido pelo alto conteúdo de água líquida típica de nuvens tropicais, surgiu da sugestão de H. G. Houghton ⁽⁴⁵⁾ de que às poucas partículas na extremidade do tamanho de gotas spectrum desempenham uma parte importante e o trabalho de E. G. Bowen ⁽⁴⁶⁾, E. J. Mason ⁽⁴⁷⁾, F. H. Ludlam ^(48, 49 e 50), C. H. Keith e A. B. Arons ⁽⁵¹⁾, T. W. R. East ⁽⁵²⁾ e muitos outros para desenvolver expressões quantitativas para o crescimento de gotículas pela coalescência. Estes têm sido usados por Mac Cready ⁽³⁹⁾ para desenvolver gráficos que ele usou com sucesso no Projeto Shower para prever o tempo do ataque de precipitação e para indicar se a precipitação foi iniciada pela coalescência ou pelo processo Bergeron-Findeisen. O tempo necessário para o desenvolvimento da precipitação pela coalescência dentro da nuvem e sua aparição como chuva na base da nuvem, como é mostrado nos gráficos de Mac Cready, indica que para nuvens tendo uma temperatura de 18° C e 20° C e correntes de ar alta de 1 a 2 m por seg., o tempo de entrada de uma parcela de ar dentro de uma nuvem até que a precipitação formada surja é de 34 a 48 minutos todos menos 12 a 10 minutos deste sendo o tempo requerido para que as partículas rudimentares de precipitação atinjam 50 m em rádios, supondo que as partículas permaneçam em uma firme coluna de ar em ascensão. Se, como é freqüentemente observado, a formação de uma coluna de chuva é acompanhada de uma corrente de ar de alto para baixo, este último tempo pode ser consideravelmente diminuído. As trajetórias computadas das gotículas durante o seu crescimento leva-as a elevações de 1.500 a 3.000 m acima da base da nuvem dependendo da força da corrente de ar ascendente.

Este quadro está confirmado pelas observações de Louis J. Battan ⁽⁴⁹⁾ de que a probabilidade de precipitação em nuvens sobre Puerto Rico, onde as correntes de ar alta são comparativamente fortes, era muito baixa para nuvens com menos de 2.100 m de espessura, aumentando gradualmente de cerca de 50% para nuvens de 3.600 m de espessura, enquanto que sobre o mar, onde as correntes de

ar alta para cima são mais fracas, a chuva era muito improvável em nuvens de menos de 1.800 m de espessura mas virtualmente certa em nuvem de mais de 3.500 m de espessura. O objetivo da semeação de nuvem com vaporizador de água ou partículas higroscópicas é de cortar o processo natural de coalescência fornecendo à nuvem um suprimento de partículas rudimentares de precipitação já ou quase suficientemente grandes para começar a cair. Se a semeação fôr bem sucedida, a chuva surgirá de acôrdo com as cartas de Mac Cready em qualquer lugar de 10 a 12 minutos após as partículas atingirem o interior da nuvem, para o qual o tempo deve ser adicionado; se a semeação fôr feita da base da nuvem, o tempo durante o qual as gotículas estão sendo carregadas para cima para a região do alto conteúdo de água líquida. Se as correntes de ar alta para baixo estão presentes ou desenvolvem ao mesmo tempo com a formação de precipitação, o tempo de queda será consideravelmente encurtado. Se uma corrente de ar alta para cima fôr de 1.50 m por minuto dá lugar a uma corrente de ar alta para baixo igualmente forte, a aparição de chuva da nuvem-base dentro de 3 ou 4 minutos pode ser explicada. Por outro lado, se a nuvem contém insuficiente água líquida para alimentar o crescimento das partículas de semeação para o tamanho de gotas de chuva, a semeação produzirá somente chovisco ou leve virga que não atinge o solo acompanhado pela dissipação da nuvem. A semeação da mesma maneira não produzirá efeito se as partículas forem rapidamente levadas para o lado de fora da nuvem e atraídas pelo ar sêco, ou se a porção semeada da nuvem é levada para longe do seu corpo principal pelos ventos que as rosqueiam. Por esta razão é que deve se esperar que a semeação bem sucedida seja confinada a nuvens excedendo uma espessura mínima, que não sofra um forte vento de tosquia ou um ar penetrante extremamente sêco, e será favorecida se a nuvem fôr empilhada em uma camada úmida. A evidência experimental sugere que limite crítico de espessura está perto de 1.200 m para a maior parte de situações de terreno baixo nos trópicos, e que as nuvens entre 1.200 e 2.400 m de espessura são particularmente susceptíveis de produzir chuva pela semeação que não cairia de outra maneira. A teoria e a observação concordam em substanciar com relação a iniciação da queda de chuva por um processo de coalescência em nuvens quentes e em relação a influência da semeação de água ou sal sobre esta.

Foi largamente concluído como um resultado desta concórdia que a presença de cristais de gelo ou núcleos de gelo em formação não desempenham um papel na iniciação da precipitação da maior parte das nuvens de corrente de ar ascendente e somente um papel secundário no seu subsequente desenvolvimento, e que não existe, em consequência disso, nenhuma base para a suposição de que a semeação de iodeto de prata ou de gelo sêco deveria ter qualquer efeito visível estimulante na queda de chuva. Mesmo assim é difícil reconciliar esta conclusão com os resultados da observação.

CONSIDERAÇÕES PARA UM NOVO MODELO

A primeira observação do autor sobre as condições das nuvens em Cuba, em 1951, mostrou a ocorrência regular de nuvens de corrente de ar ascendente, sobre a terra, que freqüentemente atingiam o nível de congelamento algumas horas antes do ataque de precipitação. O fenômeno de "cirrus pumping" foi também observado, indicando que algumas nuvens atingem 40° C isotérmica onde a nucleação homogênea leva-as ao esfriamento sem aumento do tamanho da partícula e fluando como separadas cirrus guarda-chuva. (Fig. 1). Parece que as nuvens freqüentemente suportam por algum tempo um estado superesfriado sem chover ou antes da chuva, levando a crer que a semeação de iodeto de prata pode ser eficaz na liberação de chuva.

Estas e outras observações levaram o autor a distinguir entre duas seqüências típicas de desenvolvimento de nuvem chegando até a chuvas fortes. Na seqüência I, o quase contínuo e rápido crescimento leva a nuvem do simples comêço através o estado congestivo e em cumulo nimbus em talvez ½ ou 1 hora. Isto ocorre tipicamente quando a instabilidade é liberada por um impulso definitivo tal como a chegada de uma frente de brisa marítima. Quando a nuvem desenvolve, partículas rudimentares de precipitação formam muito mais depressa do que elas se perdem, e a chuva começa prontamente, desde que as primeiras partículas formadas estão com idade suficiente. A queda de chuva é provável ser espalhada na região geral onde decorrem desenvolvimentos de nuvem. A seqüência II é marcada por um crescimento gradual muito maior de nuvens, mesmo quando elas são corrente de ar ascendente ativas. Tipicamente, várias

nuvens de quase o mesmo tamanho podem ser vistas como crescem ativamente na sua parte mais baixa enquanto se dissipam na de cima, o tamanho médio gradualmente aumenta e o número diminui. Este estado de coisas pode continuar até que seja terminado pela diminuição do calor de tarde ou possa ser terminado pelo desenvolvimento de precipitação numa das nuvens. Quando a precipitação se torna bem estabelecida em uma nuvem, é difícil evitar a impressão de que o começo da precipitação seja freqüentemente relacionado com um aumento marcado na proporção de crescimento da nuvem e a degeneração de outras nuvens próximas, o crescimento giratório e a dissipação em atividade são substituídas pela rápida organização de uma grande escala de célula de corrente de ar ascendente. A queda de chuva que se segue, embora algumas vezes pesada, é geralmente mais irregular do que a produzida pela Seqüência I.

A impressão de grande crescimento acelerado e a atividade acompanhando o começo de chuva foram também registrados, em vários casos, onde a chuva se seguia aos esforços de estimulação e é aparente em muitos dos movimentos que têm sido feitas de nuvens de corrente de ar ascendente e de desenvolvimento de chuvas fortes. Ainda assim isto parece ser um freqüente acompanhamento de desenvolvimento de chuva, se estimulado ou não.

Antes do estabelecimento de precipitação em uma nuvem, o alternado subindo e diminuindo de pequenas tórras da nuvem indica que a flutuação da nuvem, no alto de sua trajetória, é negativo; isto é, a nuvem é mais fria e mais pesada do que na sua vizinhança, o esfriamento sendo devido, pelo menos em parte a evaporação de água líquida num ar não saturado que é atraído para dentro da nuvem. Mas quando a precipitação ocorre, numa massa de água que se aproxima, segundo H. R. Byers e R. R. Braham⁽⁵³⁾, é removido uns 20% disto em circulação (e uma percentagem mais alta da água na porção ativa da nuvem). Não somente este peso demasiado é removido, mas também o calor que de outra maneira teria de se evaporar de novo uma porção desta água quando o ar não saturado se misturasse, com isto continua na parte de cima da nuvem e aumenta a sua flutuação. As pequenas tórras desta nuvem sobem mais do alto do que as das outras nuvens mais próximas e, entrando num pedaço de atmosfera, onde é a única corrente

em ascensão presente, encontra a atmosfera efetivamente mais instável. Esta circulação de corrente de ar ascendente continuará então a aumentar em magnitude e profundidade, atraindo o total das camadas úmidas como fontes de umidade e de energia, enquanto que suas vizinhas não se precipitando continuam limitadas a tirar energia somente das porções mais baixas. Pode ser que estes inúmeros efeitos trabalhando juntos sejam responsáveis pelo rápido crescimento da nuvem que parece acompanhar o início de chuvers. Uma seqüência de fotografias publicadas por B. J. Mason⁽⁵⁴⁾ ilustra este episódio ocorrendo sob circunstâncias similares a estas descritas. A última fotografia da seqüência está reproduzida aqui na Fig. 2. Se o início da precipitação tende a aumentar a corrente de ar ascendente de uma nuvem e disso sua produção total e na chuva, deveria ocorrer uma descontinuidade no spectrum da queda de chuva total e na duração de chuvers análogos a descontinuidade no spectrum de tamanhos de gotículas de nuvem entre os núcleos ativos e inativos. A ocorrência de um chuva de tamanho muito peque-



Fig. 1 — Cirrus guarda-chuva.

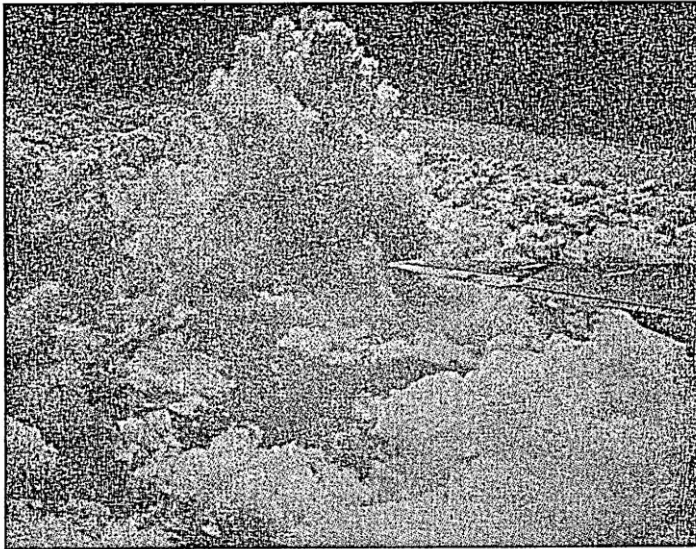


Fig. 2 — Circulação de corrente de ar ascendente.

no deveria ser mais rara do que poderia ser esperado vindo do spectrum de grandes chuviros.

O exame superficial dos movimentos instantâneos radarsopes sugere certamente, que ocorrência de chuviros muito pequenos de duração muito curta é menos freqüente do que o dos maiores, mais persistentes chuviros.

Ambas as seqüências de nuvens, juntas com gradação entre elas, foram observadas durante as operações de semeação cubana. Boa correspondência entre as áreas de queda de chuva e as porções de nuvens plumas de fumaça a 1 ou 2 horas de viagem de vento vindas dos geradores foi imediatamente observada em cerca de um terço do mapa, um outro terço mostrou uma conexão muito fraca, e o resto nenhuma.

A Fig. 3 mostra uma conexão excepcionalmente boa. Observou-se que a maior parte dos dias quando eram isolados, chuviros pesados mostravam boa conexão, enquanto que a conexão era fraca ou ausente quando a chuva era mais geral. As análises, levadas a efeito por observações visuais, sugeriam que a semeação era mais eficaz sob as condições da Seqüência II.

O CAMPO MODELO DE COMPETIÇÃO

Considere-se não uma única nuvem mais uma porção horizontalmente estendida na atmosfera se sobrepondo a uma fonte de calor

e umidade de maneira que uma camada instável úmida é sobreposta pelo ar mais sêco. Isto constitui um campo dentro do qual um número de células de corrente de ar ascendente concorre para a energia potencial aquecendo devagar, e aprofundando a superfície da camada quando elas aumentam gradualmente em tamanho e diminuem em número. Este campo de competição conterà um número de nuvens que em seu estágio maduro são quase iguais em tamanho e no qual a probabilidade de precipitação é quase idêntica.

Segundo F. H. Ludlam⁽⁵⁰⁾ e outros, os autores olham a nuvem como uma série de bôlhas que atraem o ar da vizinhança, ganhando energia na parte mais baixa da nuvem mas, esfriando no seu ápice, pela evaporação e diminuição, deixando na vizinhança uma volta mais úmida para a próxima bôlha. Algumas frações das maiores gotículas de nuvem que formam na bôlha podem ser olhadas como partículas de precipitação rudimentares que, se elas sobrevivem o bastante na nuvem, se tornam gotas de chuva. A proporção a qual as partículas de precipitação rudimentares se formam dependem da concentração de largos núcleos higroscópicos, ocorrência de colisões etc., enquanto sua sobrevivência, na parte da nuvem em evaporação, ou se são jogadas fora desta, dependem de serem o suficientemente grande para manter sua existência até que eelas sejam atraídas de novo ou caiam dentro da nuvem. Ludlam⁽⁵⁰⁾ estimou que as go-

tículas menores de 150 μ m seriam perdidas, e as maiores cairiam dentro da nuvem e continuariam crescendo.

Pode-se pensar no progresso da nuvem em direção ao estágio de chuva quando medidas pela idade acumulada, ou podemos dizer pela anciandade acumulada de partículas de precipitação rudimentares trabalhando no fabrico de chuva. Se somente poucas partículas se tornam gôtas de chuva, elas cairão isoladamente, não como um chuvaeiro, assim desta maneira parece que uma mínima anciandade acumulada deve ser realizada antes de que um chuvaeiro possa cair. Novas condensações adicionam à força trabalhando, e alto conteúdo de água líquida na nuvem favorece a ação rápida; de modo inverso, o aliciamento do ar mais sêco retarda a ação, e a evaporação das partes mais altas sangra as fileiras das mais antigas. Em cúmulos tempo-claro, especialmente sôbre a terra, mesmo se alguns cúmulo-tempo-claro possam conter suficiente água líquida para um chuvaeiro, por acumulada anciandade nunca se tornam suficientes para produzir isto.

Entretanto, se a precipitação se torna estabelecida, o processo discutido sob o título "Considerações para um Novo Modelo" levará a aceleração do crescimento desta nuvem.

Quando as nuvens dentro do campo de competição crescem, sua aproximação coletiva ao estágio de chuva pode ser descrita como uma freqüente distribuição do que foi chamado "quantidade de anciandade" na fabricação de cada nuvem de chuva. No momento em que a porcentagem de nuvens com anciandade sobrepassando o limite crítico para a formação de chuva alcança umas poucas porcentagens torna-se muito provável que a chuva comece em alguma parte no campo, seguido pelo rápido crescimento da nuvem bem sucedida e a subincidência de atividade de corrente de ar ascendente em qualquer outra parte.

Se uma das nuvens competindo foi semeada com gotículas de água ou partículas higroscópicas, durante a aproximação da fase crítica, com efeito dando a isto um grande número de partículas prefabricada de precipitação rudimentares, a nuvem vem semeada algum

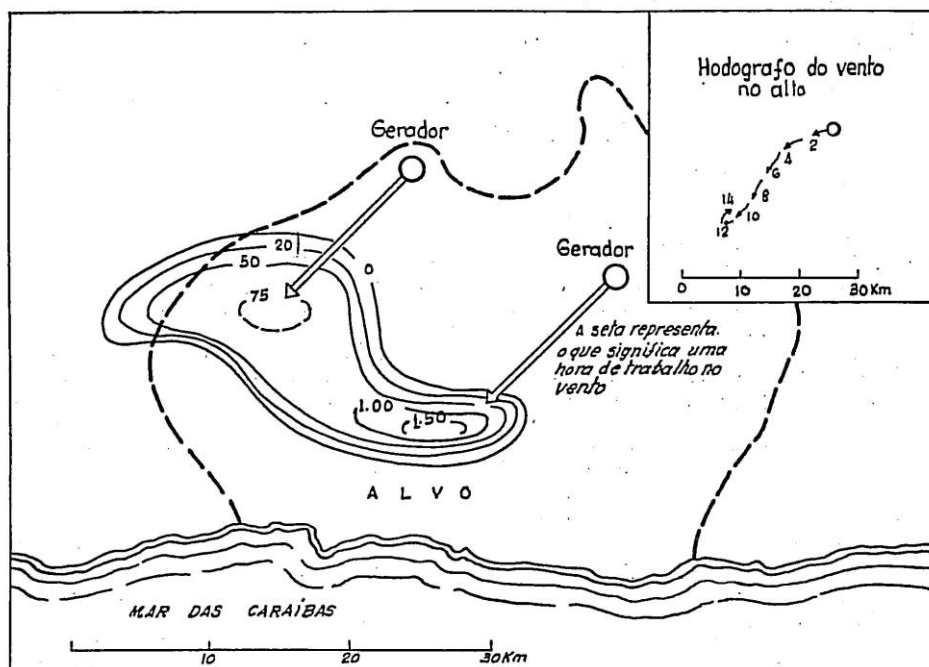


Fig. 3 — Quedas de chuvas em áreas de fumaças.

tanto mais alto na escala de ancianidade do que nos vizinhos, talvez meramente por uma menor porcentagem. Mesmo estas poucas porcentagens, entretanto, colocam a nuvem semeada numa larga vantagem e aumenta grandemente a probabilidade desta se tornar a primeira e bem sucedida produtora de chuva.

Se o agente de semeação é o iodeto de prata, nenhum efeito deve ser esperado até que o alto da nuvem atinja a temperatura de cerca de -5° C. Mas quando esta temperatura é alcançada, alguns cristais de gelo aparecerão na nuvem semeada e algumas das partículas de precipitação rudimentares congelar-se-ão através da colisão com um cristal de gelo ou através da injeção com iodeto de prata. Estas partículas estarão habilitadas a crescer em qualquer parte de região onde o ar fôr saturado com gelo, mesmo onde as gotículas de água estão se evaporando, e mesmo em ar sêco as partículas em se congelando evaporam-se mais lentamente. Além disso, como R. H. Douglas⁽⁵⁵⁾ mostrou, que as partículas congelando-se podem crescer dupla e rapidamente pelo acréscimo como seus vizinhos não gelados. Por isto a proporção na qual as nuvens semeadas perdem partículas de precipitação rudimentar

é diminuída em virtude de tornarem-se geladas, e a proporção na qual elas adquirem ancianidade é aumentada. Como foi notado previamente, à nuvem semeada é dada uma vantagem que se exprime na forma de uma probabilidade muito melhorada de que será a que no grupo que primeiro desenvolvera a precipitação. Este efeito de semeação de iodeto de prata opera através do mecanismo de coalescência, assim não é necessário postular o crescimento independente de quaisquer partículas rudimentares na forma de cristais de gelo inteiramente pela sublimação de maneira a dar conta de um efeito de semeação de iodeto de prata que em muitos aspectos parecerá com o efeito de uma semeação de nuvem quente.

Quando a precipitação é liberada pela semeação, a cadeia de acontecimentos que se segue alimenta a energia para a nuvem semeada vinda de uma maior porção da atmosfera do que ela poderia ter alcançado.

Com efeito, a energia "sinal" liberada diretamente pela semeação é amplificada várias vezes, e a produção é determinada não tanto pelo poder do sinal como pelas fontes de energia do sistema.

CONCLUSÕES

Em 1954, um estudo da Organização Meteorológica Mundial sobre a reduzida queda de chuva em regiões áridas, principalmente nos trópicos, concluiu que as operações feitas até esta época eram, inconclusivas, e ainda mais que as contribuições evitaram qualquer avaliação sobre os aumentos quantitativos. A impressão dada pelo relatório é de que as técnicas correntes de semeação não deveriam esperar de maneira fácil por aumentos evidentes. Concluiu-se que estas técnicas teriam muito pouco valor para aumentar a queda de chuva durante períodos muito secos ou em áreas muito sêcas, e que as condições mais favoráveis deviam ser procuradas em regiões onde e durante as estações quando, precipitação natural é mais provável.

Agora, após aproximadamente cinco anos a mais de experiências, é possível declarar que os resultados de experimentos, embora sujeito a questões de interpretação em relação às conclusões, sugere fortemente que as presentes técnicas de semeação de nuvem nos trópicos,

pode aumentar a queda de chuva local por uma considerável porcentagem; não somente em locais e épocas chuvosas, mas também em muitos lugares e épocas onde o deficit de queda de chuva é uma grande fonte de perda econômica. Parece que das duas principais técnicas, semeação de nuvem "quente" com partículas higroscópicas ou o vaporizador de água e semeação de nuvem "fria" com gelo sêco ou iodeto de prata, o primeiro é de aplicação mais geral e maior eficácia, mas o último está longe de ser ineficaz em muitas situações nos trópicos.

A sugestão é feita mais adiante, as influências artificiais podem ser mais eficazes quando as nuvens se aproximam do estágio de chuva mais ou menos gradualmente, como elas fazem freqüentemente em extensivas áreas planas e que nestas circunstâncias a semeação de iodeto de prata, simultaneamente com vaporizador ou semeação de partículas higroscópicas, aumentara a eficácia deste último.

APÉNDICE — BIBLIOGRAFIA

- 1 — "Artificial Inducement of Precipitation with Special Reference to the Arid e Semi-arid Regions of the World", World Meteorological Organization, Wmo Technical Note n.º 1; WMO Publication — 1954, n.º 24 TP 7, 24 pp.
- 2 — "Widespread Control of Weather by Silver-iodide Seeding", by Irving Langmuir, Genl Elec. Research Lab. Report, 1955, n.º 55-RL-1263, 175 pp.
- 3 — Report on experiment: "Artificial Propagation of Rain", by John P. Webber, Philippine Weather Bur., 1948.
- 4 — "First Trials of the Schaefer-Langmuir Dry-ice Cloud-seeding Technique in Hawaii", by Luna B. Leopold and Maurice H. Halstead, Bulletin of the Amer. Meteorological Soc., 1948, 29 (10), pp. 525-534.
- 5 — "Report of Experiments at Kongwa on Artificial Stimulation of Rain", by D. D. Davies, D. Hepburn and H. W. Sansom, January-April, 1951, East African Meteorological Dept., Memoir, 2 (9), 31 p.
- 6 — "Report on Experiments at Kongwa on Artificial Control of Rainfal", by D. A. Davis, D. Hepburn and H. W. Sansom, January-April, 1952, East African Meteorological Dept., Memoir, 2 (10), 14 pp.
- 7 — "Report on Artificial Control of Rainfall at Amboseli, Kenia, and Dodoma, Tanganyka, 1952-54", by D. A. Davis, H. W. Sansom, and G. Sing Rana, East African Meteorological Dept., Memoir, 1955, 3 (3), 21 pp.
- 8 — "Report on Experiments on Artificial Stimulation of Rainfall at Mityana, Uganda, September-December, 1954", by H. W. Sansom, D. J. Bargman and G. England, East African Meteorological Dept., Memoir, 1955, 3 (4).
- 9 — "Artificial Stimulation of Rainfall in East Africa by Means of Rock kets", by J. H. Brazell and C. M. Taylor, East African Meteorological Dept., Memoir, 1959, III (6), 6 pp.
- 10 — "Cloud-seeding project, Summary Report, 1952-1953", by W. A. Mordy, D. S. Johnson, and L. E. Eber, Honolulu, Territorial Cattleman's Council and Dineapple Research Enst. and Experiment Stat., both of Hawaii Sugar Planter's Assn., 1954.
- 11 — "Artificial Nucleration of Cumulus Clouds", by R. R. Braham, Jr., L. J. Battan and H. R. Byers, Meteorological Monographs, 1957, 2 (11), pp. 47-85.
- 12 — "Les Recherches du Service Meteorologique de Madagascar dans le Domaine de la Bluite Provoquée de 1953 à 1956", by H. Augustin, Angola, Serviço Meteorológico, Miscelânea Geofísica. 1956, pp. 194-205.
- 13 — "Rainmaking with Spray", W. E. Howell Ass., Inc., 1954.
- 14 — "The cloud-seeding Trails in the Central Punjab, July-September 1954 by E. M. Fournier d'Albe, A. M. A. Lateef, S. I. Raseol, and I. H. Zaidi, Royal Meteorological Soc. Quarterly Journal, 1955, 81 (350), pp. 574-581.
- 15 — "Les Premieres Experiences de Pluie Artificielle en Afrique Equatoriale Française", by Raoul du Chaxel, French Equatorial Africa, Service Météorologique, 1955 Publication n.º 2, 67 pp.
- 16 — "Artificial and Orographic Stimulation of Rainfall in Hong Kong", by C. S. Ramage and G. J. Bell, Hong Kong Royal Observatory, 1955, Technical note n.º 13, 8 pp.
- 17 — "Rain-making Trials at Delhi During Monsoon Months, July to September" (Personal communication from A. K. Roy, Rain and Cloud Physucs Research Unit, National Physucal Laboratory of India, 1959).
- 18 — "The Production of Rain By a Chain Reaction in Cumulus Clouds at Temperatures Above Freezing", by Irving Langmuir, Journal of Meteorology, 1948, 5 (5), pp. 175-192.
- 19 — "Observations on the Formation and Spread of Precipitation in Convective Clouds", by Louis J. Battan, Journal of Meteorology, 1953, 10 (5), pp. 311-324.
- 20 — "Some Results of a Trade Cumulus Cloud Investigation", by J. S. Malkus, Woods Hole Oceanographic Inst., Technical Report n.º 23, 1953.
- 21 — "Organization required for planned experiments on artificial rainfall in India", by K. R. Ramanathan, In: Symposium on Artificial Rain, New Delhi, Feb. 1953, Proceedings and Papers 1955, pp. 127-128.
- 22 — "Final Report, Project Cirrus", by V. J. Schaefer, Genl. Elec. Research Lab., Schenectady, 1953, Report n.º RL-E85.
- 23 — "Nueve Años de Experiencias de Estimulacion de le Lluvia en la Cuenca Hidrological de Nexaca", Compañía Mexicana de Luz y Fuerza Motriz, S. A., Informe Anual, 1958.
- 24 — "Provocation Artificielle de Pluie au Katanga", by P. Troch, Comptes Rendus, Traxaux de la Commission Géographique at Géologique, 1951, Vol. 2, pp. 250-268.
- 25 — Personal Communication, Meteorological Service, Bolivian Govt. 1959.
- 26 — "Second report on Cloud-seeding Experiments over Sun Moon Lake Area 1951-1954", Rain Stimulation Research Inst., Taipei, Taiwan, China, 1956: 22 pp.

- 27 — "Results of Precipitation Stimulation in Peru, June 1953-January 1954, in the Upper Rio Mantaro Watershed and in the Watersheds of the Rios Jequetepeque, Chicama and Moche", W. E. Howell Assocs. Inc., 1954.
- 28 — Results of Precipitation Stimulation in Peru, September 1954-November 1955, in the Upper Rio Mantaro Watershed and in the Watersheds of the Rios Jequetepeque, Chicama, and Moche, W. E. Howell Assocs., 1956.
- 29 — Results of Precipitation Stimulation in the Chicama-Moche Region of Peru, November 1955-November 1956, "W. E. Howell Assocs. Inc., 1956.
- 30 — "Evaluation of Precipitation Stimulation in the Watersheds of the Jequetepeque, Chicama, and Moche Rivers in Peru, 1957", W. E. Howell Assocs., Inc., 1957.
- 31 — "Summary Evaluation of Cloud-seeding Operations in Cuba, 1952", W. E. Howell Assocs., Inc., 1953.
- 32 — Evaluation of Cloud-seeding Program for the Cane Areas of Centrales Francisco and Elia of the Francisco Sugar Co., July-December 1953", W. E. Howell Assocs., Inc., 1954.
- 33 — "Informe sobre los Resultados de las Operaciones de Estimulación de Huvia llevadas a Cabo en las Tierras Cañeras de los Centrales Francisco-Elia-Macareño y Santa Marta, Provincia de Camaguey, Cuba, Mayo a Noviembre 1956", W. E. Howell Assocs., Inc., 1956.
- 34 — "Evaluation of Cloud-seeding for the Cane Areas of Central Elia, Francisco, Macareno, and Santa Marta, Province of Camaguey, Cuba, January-December 1957", W. E. Howell Assocs., Inc., 1957.
- 35 — "Evaluation of Cloud-seeding for the Cane Areas of Centrales Francisco and Elia, Province of Camaguey, Cuba, September 1958-May 1959", W. E. Howell Assocs., Inc., 1959.
- 36 — "Essais de Pluies Artificielles à Temvo, Congo Belge en Mars 1954", J. Pire, Academie Royale des Sciences Coloniales, Belgium, 1954, 25 (5), pp. 1960-1575.
- 37 — "Essais de Stimulation Artificielle de la Pluie à Tely (Territoire de Poko, Congo Belge), Janvier, 1955", by J. J. Pire, Bulletin des Séances N. S., Academie Royale des Sciences Coloniales, 1956, Belgium, 2 (2), pp. 230-244.
- 38 — "La Pluie Provoquée", by G. Brouhns, Bulletin Agricole du Congo Belge, Belgium, *Direction Generale de l'Agriculture*, 1954, 45 (3), pp. 775-780.
- 39 — "Final Report", Advisory Committee on Weather Control, 1957.
- 40 — "Evaluacion del programa de Estimulacion de Lluvia para el Central Baltony de la Belona Sugar Company, Junio-Septiembre 1955", W. E. Howell Assocs., Inc., 1955.
- 41 — "Evaluation of Cloud-seeding Program for the Cane Areas of Centrales Victoria, Canovanas, and Fajardo of the Fajardo Sugar Company, September 1955-January 1956", W. E. Howell Assocs., Inc., 1956.
- 42 — "Evaluation of Cloud-seeding for Central Manati, Province of Oriente, Cuba, February-October 1957", W. E. Howell Assocs., Inc., 1957.
- 43 — "Artificial Nucleation of Orographic Cumuli", by L. J. Battan and A. R. Kassander, Jr., Paper presented at the Conference on Physics of Precipitation held at Woods Hole Oceanographic Institution, Woods Hole, Mas., June 3-5, 1959.
- 44 — "Recomendaciones y Evaluacion de las Campañas de Reduccion de Vientos de 1956 y 1957 en la Zona Bananera de Santa Marta, Colombia", W. E. Howell Assocs., Inc., 1958.
- 45 — "Problems Connected with the Condensation and Precipitation Processes in the Atmosphere", by H. G. Houghton, Bulletin of the Amer. Meteorological Soc., 1938, 19 (4), pp. 152-159.
- 46 — "A New Method of Stimulating Convective Clouds to Produce Rain and Hail", by E. G. Bowen, Quarterly Journal, Royal Meteorological Society, 1952, 78 (335), pp. 37-45.
- 47 — "The Natural and Artificial Production of Rain", by B. J. Mason, Scientific Journal Royal College of Science, 1952, 22, pp. 1-14.
- 48 — "The Production of Showers by Coalescence of Cloud Droplets", by F. H. Ludlam, Quarterly Journal, Royal Meteorological Soc., 1951, 77 (333), pp. 402-417.
- 49 — "Artificial and Natural Shower Formation", by F. H. Ludlam, *Weather* 1952, 7, pp. 119-204.
- 50 — "Shower Formation in Large Cumulus", by F. H. Ludlam and P. M. Saunders *Tellus*, 8 (4), pp. 424-442.
- 51 — "The Growth of Sea-salt Particles by Condensation of Atmospheric Water Vapor", by C. H. Keith and A. B. Arons, *Journal of Meteorology*, 1954, 11 (3), pp. 173-184.
- 52 — "An Inherent Precipitation Mechanism in Cumulus Clouds", by T. W. R. East, *Royal Meteorological Society Journal*, 1957, 83 (355), pp. 61-76.
- 53 — "The Thunderstorm Project", by h.r. Byers and R. R. Braham, U. S. Govt. Printing Office, Wash. D. C., 1949, 258, pp. 347-350, 387.
- 54 — "The Physics of Clouds", by B. J. Mason, Oxford Univ. Press, London, 1957.
- 55 — "Growth by Accretion in the Ice Phase", by R. H. Douglas, Paper presented at the Conference on Physics of Precipitation held at Woods Hole Oceanographic Institution, Woods Hole, Mass-June 3-5, 1959.

Tecnologia do gerador para sementeação de nuvem

Por D. M. Fuquay (1)

SINOPSE

Este artigo descreve as experiências no desenvolvimento e calibragem da solução e do gerador de iodeto de prata tipo pavio para uso no operação Skyfire e estudos de relâmpagos.

INTRODUÇÃO

Vários inventos têm sido desenvolvidos para produzir núcleos de gelo em formação desde que B. Vonnegut descobriu que partículas de iodeto de prata serviam como núcleos para a formação de cristais de gelo (2).

Estes inventos têm sido de várias formas desde uma simples vela queimando um pavio impregnado com iodeto de prata e outros inventos pirotécnicos e unidades de arco voltaicos ou grandes fornalhas de aspiração forçada queimando coque previamente saturado com iodeto de prata (3). Em geral, os geradores de uso comum podem ser grupados em três tipos principais dependendo de técnica do emprego de iodeto de prata e de um queimador. Estes tipos de geradores são de carvão coque, de cordel e de solução queimadora. A produção e a eficiência de muitos destes inventos têm sido registrados na literatura, mas alguns destes dados estão em conflito.

O objetivo primário da maior parte das construções de geradores de fumaça de iodeto de prata tem sido o desenvolvimento de um invento mecânico que opere satisfatoriamente sem considerar o tipo e natureza dos cristais que sejam produzidos. Entretanto, somente uns poucos dados têm sido úteis nas desejadas características de núcleos para sementeação de nuvem ou nos delineamentos de um gerador designado para produção optimum dos núcleos.

Os acréscimos recentes nesta matéria incluíram estudos teóricos sobre os tamanhos de núcleos mais adequados para a sementeação de nuvem e o comportamento do iodeto de prata. N. H. Fletcher classificou, de termodinâmicos, e fundamentais a relação teórica entre as propriedades superficiais dos cristais, o tamanho de um núcleo esférico e a temperatura subesfriada na qual estes núcleos serão ativados em nucleação heterogênea (4).

Em um artigo subsequente, Fletcher mostra (5) como a aplicação da clássica teoria de

nucleação pode ajudar a explicar muitos aspectos do comportamento das partículas *aerosol* como núcleos de cristais de gelo. Um tamanho efeito foi calculado o qual poderia explicar a distribuição observada de atividade em fumaças. Fletcher aplica aspectos teóricos de nucleação para obter uma curva teórica de atividade *maximum* para fumaças de iodeto de prata (6).

A produção de verdadeiros geradores, quando comparado com os valores teóricos *maximum*, indica que alguns geradores estão operando próximo da eficiência *optimum*.

Um programa para aperfeiçoar técnicas de produção de núcleos e eficiência de nucleação deveria incluir a avaliação do desenvolvimento de geradores antigos assim como as considerações dos aspectos teóricos da produção de núcleos. Este artigo sumariza a experiência do autor no desenvolvimento e na calibragem de solução e de geradores tipo pavio para uso no Projeto Skyfire, estudos de relâmpagos.

ESTUDOS COMPARATIVOS DE GERADORES DE FUMAÇA DE IODETO DE PRATA

Durante o inverno de 1956-57, foi levado a efeito, uma calibragem de gerador e programa de desenvolvimento com o fim de realizar os seguintes objetivos:

- 1 — fazer uma calibragem comparativa de todos os geradores aproveitáveis, usados ou considerados para uso nas experiências da supressão de relâmpagos;
- 2 — investigar os efeitos de desígnios de mudanças na produção e eficiência de geradores; e
- 3 — determinar as quantidades de produção de núcleos que são necessárias para avaliar as operações de sementeação de nuvem.

Foi feita uma calibragem comparativa da produção de núcleos efetivos de iodeto de prata de três geradores tipo pavio e dois geradores do tipo queima de solução. Estes geradores eram comparados para: 1 — quantidade de produção de cristais de iodeto de prata efetivos; 2 — número de núcleos produzidos por grama de iodeto de prata usado; 3 — quantidade de consumo de outros materiais tais como a acetona e a propana.

Infelizmente, nenhum gerador queimando coque foi observado na época em que estes estudos foram feitos. Entretanto, G. Soulange tinha previamente registrado a produção de vários geradores queimando coque (7).

A técnica de calibragem — A seguinte técnica, similar a idealizada por Vonnegut foi usada para determinar a produção do gerador. A fumaça de um gerador sendo calibrado era misturada com um grande volume de ar, correndo a uma conhecida quantidade através

de um túnel de vento vertical. Foi medida uma amostra da corrente de ar misturada, diluída por uma conhecida quantidade de ar puro e introduzida dentro de uma caixa fria. Cada cristal efetivo de iodeto de prata na temperatura da caixa fria era suposto causar um cristal de gelo de um tamanho visível no nevoeiro subesfriado já presente na caixa fria. Contagens visuais com a ajuda de um microscópio de baixo poder, eram feitas de todos os cristais formados num conhecido volume da caixa fria. As contagens eram feitas 3 minutos após a amostra ser introduzida dentro da câmara fria. A contagem dos núcleos era feita em temperatura de caixa fria de 22° C a 6° C.

Geradores tipo pavio — As curvas de atividades da produção dos três geradores tipo pavio são mostrados na Fig. 1. A curva 1 foi tomada de um tipo pavio padrão que consumia 0.9 de iodeto de prata por hora de acordo com o fabricante. O pavio, preparado pela saturação de uma meada de corda numa solução de 10% acetona-iodeto, sódio-iodeto de prata, era alimentado dentro da chama formada de uma tocha de ar propana padrão numa proporção de 2.5 cm por minuto. A curva 2 era para uma alta produção do gerador tipo pavio. O princípio da operação era o mesmo que para o tipo padrão exceto que o pavio alimentado era 10 cm por minuto (14.5 g de iodeto de prata por hora usando o pavio preparado no laboratório para este estudo) e uma chama oxí-propana foi usada para queimar o pavio.

A produção de um gerador modificado tipo pavio é mostrada na curva 3. A única modificação foi que o pavio era queimado em uma chama aberta de propana contida em uma câmara de cerâmica em lugar de uma chama formada de um modelo de chama. A proporção de consumo era de cerca de 14 g por hora. A produção eficiente de cristal é mostrada pelas curvas numeradas correspondentes na Fig. 2.

As curvas na Fig. 1 e 2 representam uma média maximum de produção destes geradores. A quantidade de produção de núcleos varia consideravelmente no gerador do tipo pavio.

Isto é devido provavelmente a uma distribuição irregular de iodeto de prata no pavio.

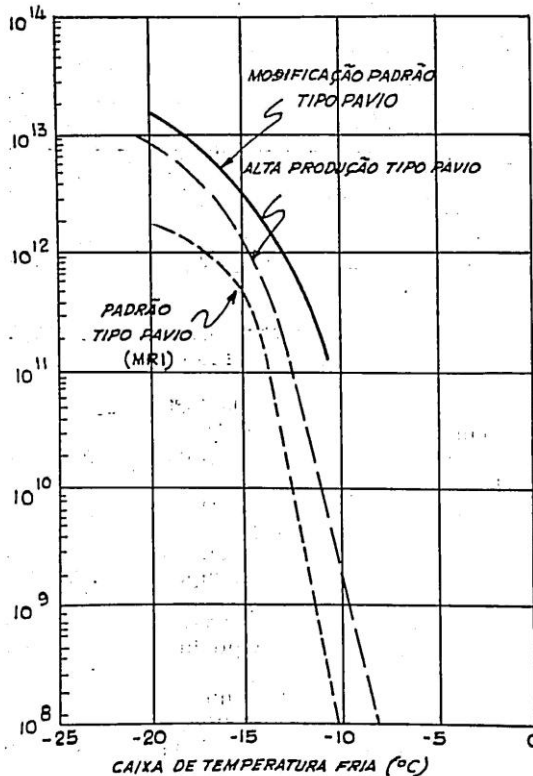


Fig. 1 — Produção total dos núcleos efetivos de iodeto de Prata pelos geradores do tipo de três pavios.

Uma feição interessante destas curvas é a aparente mudança no declive da curva de produção a cerca de 12° C. A proporção da mudança de produção por mudança de grau em uma temperatura de caixa fria é muito maior em temperaturas mais quentes do que 12° C. Fletcher menciona (6) que as curvas em ângulos agudos indicam a produção de uma fumaça, muito homogênea. O fato de que a proporção de produção maximum ocorre em temperaturas relativamente frias (-15° C) sugere a produção de cristais menores do que cerca de 700.

O gerador pavio não parece ser adequado para qualquer uso que requer a produção de um grande número de cristais efetivos em temperaturas relativamente quentes. No entanto, a operação econômica e os requisitos encorajadoramente baixos recomendariam este tipo de gerador em que os defeitos seriam particularmente prejudiciais.

Gerador Tipo — Solução — A proporção de produção e a curva de eficiência para dois geradores tipo—solução aparecem nas Figs. 3 e 4.

A curva na Fig. 3 é para um gerador usando um "Spraco" bico de vaporizador de pintura misturando internamente. Neste gerador, similar aos usados em várias operações de pesquisa de sementeação de nuvem e comerciais, uma solução de iodeto de prata, iodeto de sódio, e acetona é forçada pela pressão de propana através de um bico de vaporizador dentro de uma câmara de combustão de aço onde a solução é queimada.

A proporção do fluxo da solução é controlada por uma agulha-válvula no bico do vaporizador. A proporção de consumo era de 33 g de iodeto de prata e 3 a 4 de propana por hora. A curva 2 na Fig. 3 é de outro gerador usando um bico de vaporizador de pintura, mas este gerador era designado para uso aéreo (pelo California State Division of Forestry). Neste gerador, uma solução de iodeto de prata era forçada através de um bico de vaporizador de pintura pela pressão do ar.

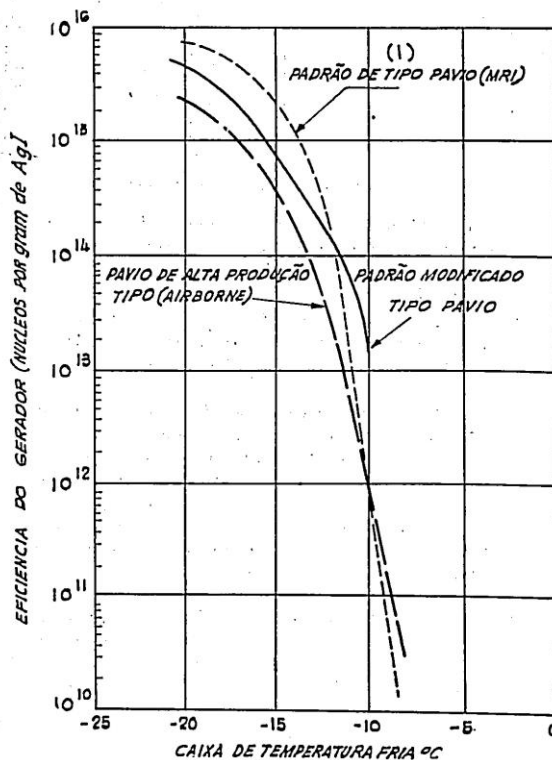
Gás acetileno, na pressão 400 g, é misturado com a solução do bico e a mistura atomizada é dirigida dentro de uma câmara de chama queimada.

O gerador consome cerca de 30 g de iodeto de prata por hora em uma operação normal.

Fig. 2 — Eficiência de produção de três geradores do tipo pavio.

A Exatidão do Processo de Calibração — Várias questões podem ser levantadas sobre a exatidão provável e a interpretação destes dados. A questão da aplicabilidade de uma caixa fria para estimular o que poderia acontecer em uma nuvem natural tem sido discutida por outros e não é mais argüida aqui. Para este estudo, os erros devido a características da caixa fria eram guardados a um minimum pela concentração de cristais na caixa fria quase constante ($10^3 \times 10^4$ por l) e medindo a concentração mudando-se a diluição do efluente. Erros sistemáticos poderiam ainda estar presentes já que as características da caixa fria sobre as temperaturas da ordem de 6° C a 22° C não são conhecidas. A comparação do tipo de caixa usado nestes experimentos com uma grande câmara fria mostraram aqui que os valores absolutos registrados eram altos para um fator 5.

Entretanto, já que equipamento e processos idênticos foram usados em todos os testes de calibragem aqui registradas as produções comparativas dos vários geradores deveriam



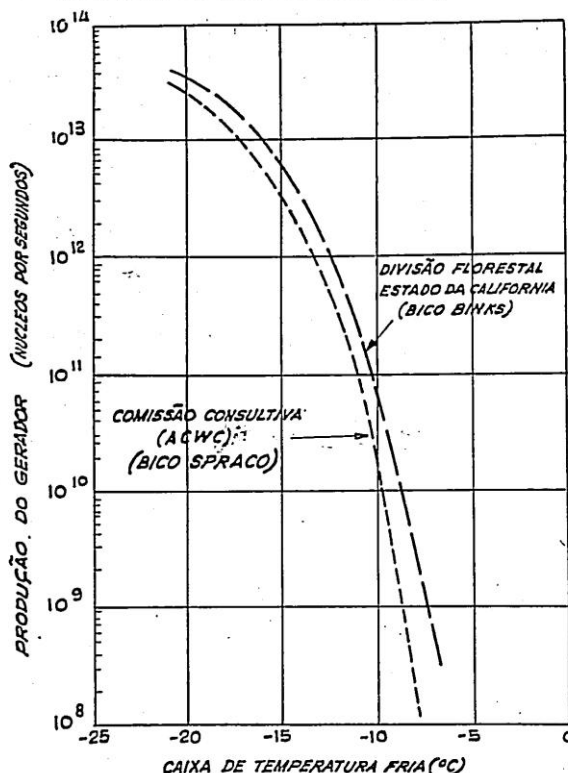


Fig. 3 — Quantidade de produção de núcleos efetivos de AgI para dois geradores tipo solução.

A produção de núcleos aumentava nas linhas quando a temperatura era aumentada de cerca de 450° C a 1.200° C a proporção do aumento de produção diminuía nas temperaturas abaixo de 1.200° C. Cerca de 1.200° C parecia ser a temperatura mais eficiente operando em tôdas as câmaras de chama testadas.

A necessidade de manter a temperatura de 1.200° C dentro da câmara de chama expunha o queimador a limitações severas. O efeito do tempo de extinção na produção de núcleos foi investigado pela redução do percurso de extinção de um cilindro isolado a 2 m de comprimento a um prato diretamente sôbre a câmara de chama.

A proporção de produção aumentou 5 vêzes ao reduzir o comprimento de extinção ao máximo possível.

Tentativas foram feitas para aumentar a produção do gerador pela injeção de produtos químicos em adição ao iodeto de prata dentro da chama. Em alguns testes, a produção era aumentada três vêzes pela injeção de vapor de iodeto dentro de um queimador. No entanto, o uso de cristais aquecidos de iodeto era considerado perigoso para o pessoal. O vapor de amônia deixava o queimador livre de depósitos, mas não mudava a produção do gerador.

O GERADOR SKYFIRE

O gerador com base no solo Skyfire foi designado para utilizar a informação recebida do programa de calibragem. O desenvolvimento e os testes do gerador foram completamente descritos. Neste gerador, o iodeto de prata dissolvido em uma solução de acetona e iodeto é levado de um reservatório através de uma modificada agulha hipodérmica e nebulizada por um jato de gás propana.

Esta mistura de solução de acetona atomizada, propana, e ar é dirigida para dentro de uma câmara em ignição. Volatilizado o iodeto de prata condensa em cristais quando a fumaça passa vindo da chama em tórno de um prato de extinção acima da câmara da chama. O prato de extinção tem dupla função, conter a mistura na câmara de chama e dispersar fumaça imediatamente acima da chama.

ser realistas. Mesmo considerando tôdas as razoáveis fontes de erro, as produções comparativas deveriam ser exatas dentro de um fator de 2 ou 3.

Estudos Suplementares — Depois que foi completada a calibragem de geradores utilizáveis, várias questões continuaram sem resposta.

Estas incluem questões tais como o efeito da temperatura da chama, proporção de estimacão, forma da câmara de chama e proporção de injeção de solução no número de núcleos efetivos produzidos por um gerador.

Foi realizada uma série de testes rudimentares para colher os dados necessários. Estes testes mostraram que as características da câmara de chama afetavam consideravelmente a eficiência e a produção de um gerador. Também a mistura adequada de solução, ar e gás era necessária para elevar ao máximo a produção de núcleos. A temperatura na câmara de chama era variada pela mudança de quantidade de gás e ar misturado com a solução.

Fig. 4 — Eficiência de produção para dois geradores tipo solução.

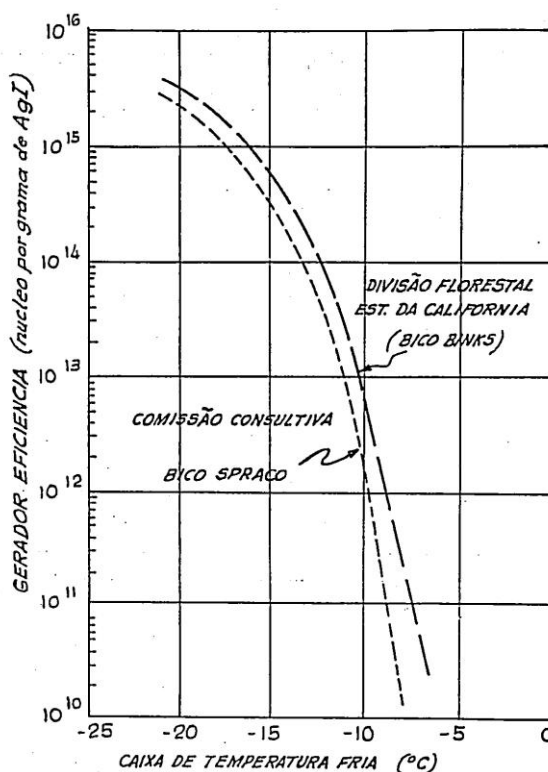
Em aditamento às limitações técnicas do desenho do gerador, outras limitações foram impostas pelas condições sob as quais o gerador poderia ser operado. Este gerador foi designado para operação em países montanhosos e em áreas florestais e em consequência disso tinha que satisfazer os seguintes requisitos:

- 1.º — o gerador deve ser absolutamente seguro, este não deveria criar nem um fogo perigoso nem pôr em perigo o pessoal a opera-lo;
- 2.º — deve operar 8 horas sem ser alimentado;
- 3.º — deve produzir a mais alta produção possível de núcleos com um mínimo de materiais para reduzir os problemas algébricos em terrenos montanhosos;
- 4.º — o gerador deve ser simples para operar.

A quantidade de produção e curvas de eficiência para o gerador SKYFIRE são mostradas na Fig. 5. A quantidade de consumo para este gerador é 16 g de iodeto de prata e 400 g de propana por hora. A comparação de produção do gerador SKYFIRE com a produção teórica maximum sugere que este gerador pode estar operando perto de uma eficiência ideal.

Uma estimativa da distribuição da massa no efluente indicaria a eficiência de um gerador para aplicações particulares. A distribuição da massa numa fumaça de iodeto de prata pode ser calculada se a quantidade de produção e distribuição de tamanho dos cristais são conhecidos, e os cristais presumidos têm uma forma esférica. A quantidade de produção medida de núcleos ativos de iodeto de prata da ordem de 6º C a 24º C para o gerador SKYFIRE aparece na Fig. 5. A ordem de tamanho para este gerador foi encontrada (10) por H. E. Kissinger e E. Z. Mitchele como sendo de 10 - 2 Fc a 10 - 1 Fc.

Acreditando que esta ordem de tamanho corresponda a ordem de atividade de 6º C a 24º C e que a temperatura atualmente seja uma função linear do diâmetro de partículas pode ser estimada uma distribuição de tamanho. A calculada distribuição de massa basea-



da nos diâmetros medianos em nove classes de tamanho de $10^{-2}\mu$ a $10^{-1}\mu$ é mostrada na Fig. 6. A produção calculada do gerador (Fig. 6) baseada na produção de núcleos medidos e distribuição de tamanho é 6×10^{-3} g de iodeto de prata por seg. A quantidade de consumo deste gerador é 5×10^{-3} g de iodeto de prata por seg. Esta harmonia entre proporção de consumo e produção indica que este gerador é muito eficiente em produzir núcleos ativos. Entretanto, a quantidade de núcleos utilizados em um processo depende das temperaturas incluídas no processo. Por exemplo, cerca de uma metade de iodeto de prata na produção do gerador SKYFIRE é efetiva nas temperaturas mais quentes do que 15º C. Se este gerador fosse usado em uma aplicação requerendo nucleação em temperaturas mais quentes do que 10º C, seria somente 6% eficiente se a quantidade do iodeto de prata na fumaça utilizada no processo fosse o critério para a eficácia.

UM GERADOR EXPERIMENTAL AÉREO

Vários geradores de fumaça de iodeto de prata foram estudados para uso aéreo. A maior parte deles têm sido do tipo-solução baseados em um desenho registrado por E. E. Adderley e S. Twomey. A unidade foi originalmente designada para uso de dois aeroplanos militares. O desenho básico tem sido adaptado para uso em aviões leves sem aparente dificuldade. Em geral, este gerador compõe-se de uma unidade de ram-jet, fixada na asa do aeroplano fora da inflação da asa. A solução de iodeto de prata é alimentada no queimador vinda de um tanque pressurizado localizado dentro do compartimento do piloto. Durante o verão de 1956, um gerador aéreo tipo cordel, foi usado nos estudos experimentais de supressão de relâ-

pagos (13). O uso deste tipo de gerador foi suprimido por causa da sua quantidade de produção de núcleos relativamente baixa Fig. 3.

CONSIDERAÇÕES GERAIS

O problema de segurança no manuseio de soluções de acetona e a escolha do equipamento usado nas soluções de acetona provavelmente não tem sido acentuado como deveria ter sido para operações de semeação de nuvem. A acetona é um perigoso líquido inflamável e deveriam ser tomadas precauções para proteger o pessoal e o equipamento, particularmente em operação aérea. A acetona, como o éter etílico e a gasolina, é um líquido inflamável classe 1 (National Board of Fire Underwriters) tendo um ponto de labo-

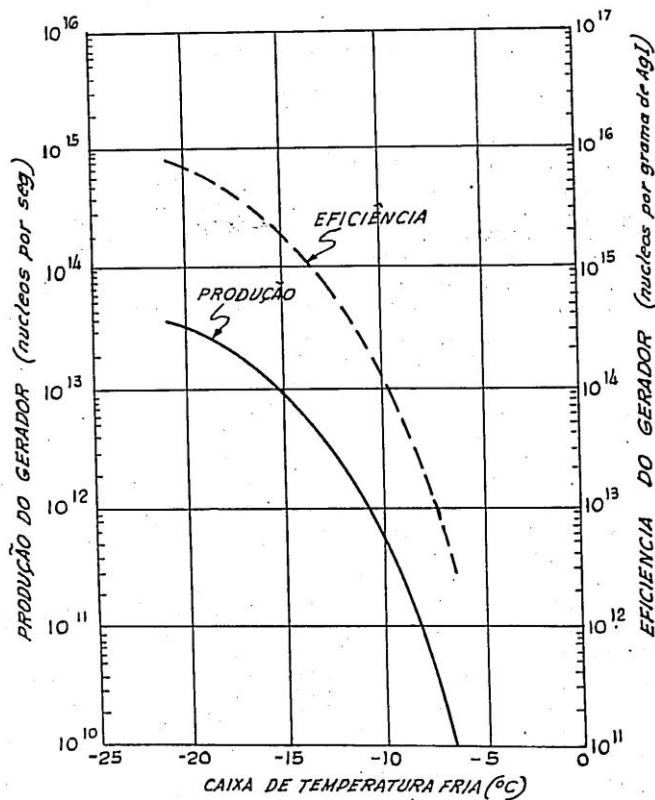


Fig. 5 — A quantidade de produção pela eficiência do gerador Skyfire.

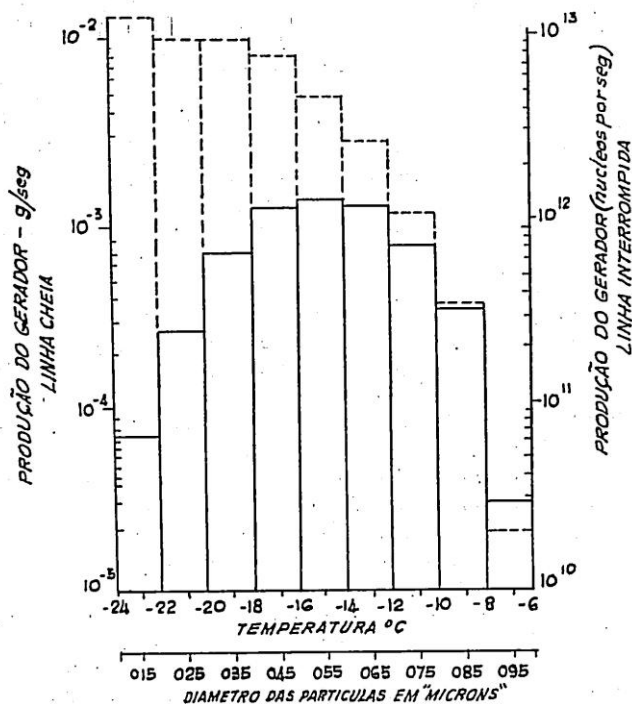


Fig. 6 — O número de núcleos efetivos e a distribuição da massa de fumaça vinda de um gerador Skyfire.

reda instantânea abaixo de 20° F (Teste copo fechado). A acetona é proporcional ao éter que tem a mais alta e perigosa proporção de 100 na classificação de líquidos inflamáveis no laboratório dos "Underwriters". Embora o risco de acidentes da acetona seja quase baixo como um estado perigoso, a permitida dosagem de 500 ppm a 2.000 ppm poderia ser fácil e rapidamente excedida se a acetona fôsse libertada sob pressão em um espaço confinado como a cabine de um aeroplano. Uma exposição demasiado de acetona traz irritação às membranas das mucosas, particularmente as dos olhos, nariz, e garganta, dores de cabeça, estupor, e uma sensação geral de opressão.

A possibilidade de explosão talvez seja o maior perigo proveniente da libertação accidental de acetona sob pressão em espaços confinados. O ponto extremamente baixo de combustão instantânea (0° F) junto com os limites

explosivos de 26% a 12,8% no ar torna a acetona mais perigosa que a gasolina. Pequenas centelhas vindas de um equipamento elétrico poderiam inflamar facilmente uma mistura de acetona. A temperatura de auto-inflamação desta mistura é de 1.000° F. A maior parte das operações de sementeação de nuvem que dependem de um ou mais aeroplanos monomotor para sementeação deve adquirir estes aeroplanos em uma base de contrato. Quando uma peça do equipamento, tal como um queimador de iodeto de prata, é rigidamente ligada ao aeroplano, este fica então usualmente na categoria uso-restrito pelos regulamentos da Agência Federal de Aviação e é usualmente reservado exclusivamente para operações de sementeação. Esta forma de uso exclusivo pode ser dispendiosa quando alguém está contratando um aeroplano, particularmente se as operações de sementeação usam somente uma pequena parte do total do tempo

útil do aeroplano. Um gerador que poderia ser simplesmente, ligado ao aeroplano durante operações de semeação liberta-los-á de restrições durante períodos de não semeação e possivelmente resulta em uma redução substancial do custo de contrato. Isto seria particularmente útil quando vários aeroplanos fossem contratados para semeação unicamente durante períodos de relâmpagos e possível atividade de granizo. Foi construído um gerador para uso em aeroplano monomotor que deveria ter as seguintes especificações:

- 1 — uma unidade "self-contained" que poderia facilmente ser montada em um aeroplano contratado;
- 2 — ter uma fonte de solução não pressurizada inteiramente independente do compartimento do piloto;
- 3 — ter um simples sistema de controle de segurança que poderia ser adaptado a qualquer aeroplano.
- 4 — operar com alta eficiência na velocidade da ordem de 120 a 220 Km h;
- 5 — não interferir com as características de vôo do aeroplano.

FORMAS DE DESENHOS

Um sistema satisfatório de injeção de solução e uma câmara de combustão foram desenvolvidos concomitantemente por causa da forte interdependência destas duas partes. Já que o sistema de solução tinha de ser não pressurizado, cedo foram feitas tentativas para desenhar um injetor ventoinha que deveria enviar 12 litros da solução por hora para uma câmara de combustão. Quando a ventoinha era localizada em um canal, grandes depósitos de iodeto de prata e iodeto-sódio se acumulavam nas paredes do canal por causa da transferência friccional do momento. Quando o tamanho do canal aumentava, o volume do ar tornava-se grande demais para manter uma chama estável do tamanho razoável da câmara de queima. Sufocar o ar na fonte resultava em uma queima ineficiente da solução e uma subsequente baixa produção do gerador. As tentativas para mover o sistema de injeção dentro das altas temperaturas da câmara de queima resultaram num sério embaraço dos bicos. Duas formas pareciam necessárias para a devida operação de um gerador aéreo deste desenho sugerido. Primeiro,

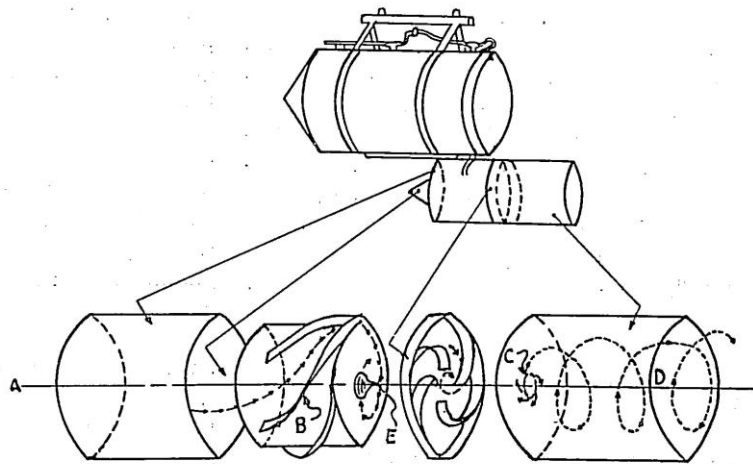
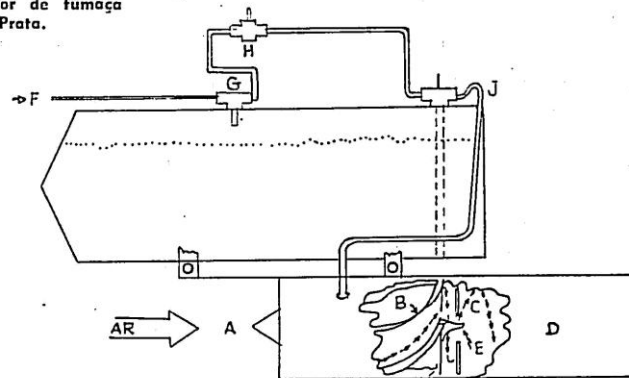


Fig. 7 — Diagrama esquemático de um gerador de fumaça experimental aéreo de iodeto de Prata.

Fig. 8 — Sistema de controle para gerador de fumaça experimental aéreo de Iodeto de Prata.



o grande fluxo de solução deve ser injetado diretamente dentro de uma câmara de chama aberta. Segundo, o grande volume de ar necessário para a conveniente queima de 12 litros de solução por hora e obter uma temperatura de quase 1.200° C deve ser contida em um pequeno volume. O seguinte sistema de injeção e queima foi inventado para convir a estas necessidades. Este gerador consiste em três partes principais: um reservatório de solução de capacidade 10 gal., uma câmara "swirl intake" e uma câmara de queima Fig. 7. O ar é empurrado dentro do gerador em A pela ação do aeroplano através do ar. Este ar é desviado dentro de uma corrente de ar rotativa de alta velocidade pelas desviadoras "vanes B".

O ar em rotação passa através de abertura dentro da câmara de chama D. O efeito centrífugo do ar em rotação no ponto D resulta em uma redução de pressão de cerca de 30 mm de mercúrio no bico E. Esta redução da pressão é suficiente para iniciar o fluxo de solução para o bico E, onde este é impelido pela corrente de ar e levado para dentro da câmara de queima D. A redução da pressão em C serve a um propósito adicional de iniciar o fluxo da solução. A rápida rotação do ar causa uma redução da pressão ao longo do eixo cilíndrico

da câmara de carburação. Isto resulta em um fluxo oposto de ar ao longo da parede externa da câmara, que resulta em ulterior contenção do ar e assegura uniforme mistura na câmara. Esta contracorrente evita que a solução se choque diretamente nas paredes da câmara. Uma de eletrodo, alta voltagem, dando energia vinda de uma centelha de bobina fisicamente localizada dentro do cone "intake" acende a mistura no queimador. A ação das válvulas da solução de iodeto de prata — iodeto sódio — acetona tem sido sempre um problema nos geradores por causa do embaraço e efeitos corrosivos da solução. Um sistema quase único de controle foi inventado para que o fluxo da solução pudesse ser começado ou parado por um sinal controle através de um único arame sem que a solução corra através de qualquer válvula de controle, Fig. 8. Quando o gerador está em movimento num aeroplano, a pressão do ariete força o ar através da válvula solenóide H e através do bico do carburador. A pressão é igual a G e I e nenhuma solução é movida do reservatório. Quando a válvula solenóide H recebe energia, a pressão do ariete está presente no alto da solução. A redução da pressão no bico dá partida ao fluxo de solução através do tubo J ao queimador. A solução não corre através da válvula de

contrôle. Quando a válvula solenóide perde a energia, o fluxo de solução pára, e a pressão do ariete limpa os resíduos de qualquer solução que fique. Este gerador pode ser levado em bomba cavalete padrão sob qualquer das duas asas do aeroplano. A bomba em cavalete que pode ser montada na asa por um custo razoável, foi aprovada para aeroplanos 180 Cessna pela Agência de Aviação Federal. Os fios para controlar o fluxo de solução e ignição são ligados através de cavilhas, o cavalete a um pequeno painel de controle no aeroplano. No caso de uma terrissagem de emergência o piloto pode lançar fora o gerador prontamente graças a chave de libertação da bomba. Quando a voltagem de con-

trôle do gerador perde a energia, a chama se extingue completamente em menos de 5 segundos. Este gerador foi testado (como o de 1959) durante várias horas no solo e cêrca de 20 horas em vôo. Após várias pequenas modificações, o carburador funcionou como foi planejado. O gerador queima com uma chama estável e ligeiramente mais alto do que 1.000° C para velocidade de aeroplano de 120 a 220 km/h com nenhuma mudança visível nas características da chama quando a velocidade do avião muda. Uma simulada calibragem de produção de vôo indica que o gerador produz cêrca de 1.015 núcleos por segundo efetivos a 20° C. Isto indica uma eficiência de produção de cêrca de 4×10^{15} de núcleos por gramas.

NOTAS

DISCUSSÃO em aberto até 1.º de agosto de 1960. A separata das Discussões podem ser submetidas a documentos individuais deste Simpósio. Para prolongar a data do encerramento por mais um mês deve ser feito um requerimento ao Secretário Executivo, ASCE. Este artigo tem os seus direitos reservados (copyrighted) ao "Journal of Irrigation and Drainage Division", Procedimentos legais da American Society of Civil Engineers, Vol. 86, N.º IR 1, March 1960.

Apresentado em agosto de 1959 — Weather Modification Conference in Denver, Colorado.

- 1 — Meteorologist, Northern Forest Fire Laboratory Intermountain Forest and Range Experiment Station Forest Service, U. S. Department of Agriculture, Missoula, Montana.
- 2 — "The Nucleation of Ice Formation by Iodide", by B. Vonnegut, J. Applied Phys., 18, pp. 593-595.
- 3 — "Techniques for Generating Silver Iodide Smoke", by B. Vonnegut, J. of Colloid science, Vol. 5.
- 4 — "Size Effect in Heterogeneous Nucleation", by N. H. Fletcher, J. Chem. Phys., 20, pp. 572-576.
- 5 — "On Ice-Crystal Production by Aerosol Particles", by N. H. Fletcher, J. Meteor., 16, pp. 173-180.
- 6 — "Optimum Performance of Silver Iodide Smoke Generators", by N. H. Fletcher, J. Meteor., Aug. 1959.
- 7 — "Etude de Generateurs de Fumées d'Iodure d'Argent", by G. Soulage, Bull. Obs. Puy de Dome., 3, p. 1.
- 8 — "Early Work on Silver Iodide Smokes for Cloud Seeding", by B. Vonnegut, Final Report, Advisory Committee on Weather Control, U. S. Congress, 1957, Vol. II, pp. 283-285.
- 9 — "The Project Skyfire Cloud-Seeding Generator", by D. M. Fuquay and H. J. Wells, Research Paper 48. Intermountain Forest Range Expt. Sta.
- 10 — "Crystallography of Silver Iodide Nuclei", by H. E. Kissinger, Report n.º 5.474. National Bureau of Standards.
- 11 — "An Experiment in Artificial Stimulation of Precipitation in the Snowy Mountains Region of Australia", by E. E. Adderley and S. Twomey Advisory Committee on Weather Control. U. S. Congress 1957, Vol. II, pp. 291-295.
- 12 — "Randomized Seeding of Orographic Cumulus", by L. J. Battan and A. R. Kassander, 1957, Part I, Tech. Note 12, Cloud Phys. Lab. U. of Chicago.
- 13 — "Project Skyfire, Final Report, Advisory Committee on Weather Control", by J. S. Barrows et al. U. S. Congress 1957, Vol. II, pp. 100-125.

A natureza do sistema da nuvem (*)

Por Horace R. Byers (1)

SINOPSE

São discutidos os sistemas de nuvens adequados às modificações pela sementeação. Os mecanismos da formação de precipitação e resultados obtidos da sementeação de vários tipos de nuvens são brevemente considerados.

Poderia ser interessante para os meteorologistas fazer uma previsão dos sistemas de tempo com os quais eles esperam operar as tentativas de modificação. Eles estão somente experimentando aumentar a eficiência dos mecanismos de precipitação que a natureza sempre oferece. Assim devemos sempre estar conscientes dos tipos de geradores de chuvas, utilizáveis para os sistemas de nuvens em qualquer região particular ou estação do ano em estudo.

Em primeiro lugar, é desnecessário apresentar dados para provar que em períodos de seca existe sempre uma notável falta de nuvens adequadas e para tratamento; com efeito, as secas são habitualmente caracterizadas por longos períodos monótonos de céus virtualmente sem nuvens. Os fazendeiros infelizes que, após semanas de arduas secas, rezam por chuva, talvez deveriam fazer súplicas mais modestas e pedir umas poucas nuvens adequadas, na convicção de que Deus ajuda aqueles que ajudam a si mesmos.

Quais são as nuvens apropriadas, quando e sob que circunstâncias elas ocorrem? Outros artigos deram resposta parciais através de exemplos de nuvens estudadas ou tratadas em várias diferentes regiões geográficas. Dever-se-ia acentuar que o homem pode suprir a precipitação natural somente através de ordens de temperatura onde partículas naturais levadas pelo ar, inativas como agentes de nucleação de gelo 0° C a 15° C ou 20° C, ou talvez mais frias em casos extremos. Para a estimulação pela vaporização de água de nuvens que são mais quentes do que geladas, outra série de variáveis deve ser levada em conta; entretanto, como sempre, os meteorologistas estão principalmente preocupados com o mecanismo de nucleação de gelo.

Nos seus clássicos trabalhos J. Bjerknes e H. Solbert resumiram conhecimentos recentemente adquiridos provando que nuvens pro-

duzindo chuva podem ser formadas somente através do esfriamento adiabático com expansão de ar, e que esta expansão deve vir como um resultado do movimento para cima. Seu modelo de uma tempestade de chuva meia latitude requeria movimento gradual ascendente acima de uma frente quente e uma investida de ar para cima pelo avanço de uma frente fria. Este tipo de sistema aproxima as tempestades na maior parte dos Estados Unidos na metade mais fria do ano. R. D. Elliott descreve (2) como o fluxo de ar e as formações de nuvens são distribuídas com respeito ao frio ou frente fechada em situações de chuva na costa da Califórnia. Numa tempestade típica no meio do inverno na área de Santa Bárbara, a linha de congelamento está entre 1,5 km e 3 km (violentamente 1.500 a 3.000 m). Poder-se-ia sugerir que esta condição de temperatura é característica de tempestade nos dois terços do lado leste dos Estados Unidos na primavera ou no outono, mas nestas estações é mais provável que as condições de verão ocorram adiante da frente fria e as condições de inverno atrás. F. Hall fez um relatório do trabalho de tempestade de inverno do oeste de Washington (3).

Existem outros tipos de nuvens com potencial de precipitação que podem não ser diretamente associadas com maiores perturbações. Entre estas, estão as chamadas nuvens orográficas ou, mais simplesmente, nuvens formadas sobre montanhas, devido a orográfica para cima forçando o vento ou ao efeito destas altas fontes de calor, no verão, em acentuada corrente de ar ascendente. Formas de nuvem estável são características das montanhas na estação fria ou em presença de uma extensa camada de neve. Existem nuvens que podem formar arcos sobre as montanhas em vários níveis com precipitação intermitentes vinda das formas mais baixas. Se a elas acontece estarem na ordem correta das temperaturas, são quase adequadas para a sementeação artificial, mas em muitos casos são acompanhadas de formas sobrepostas, cirrus de precipitação, que produzem sementeação natural. Frequentemente existem ondas de nuvens, vento abaixo, vindas das montanhas, que são

algumas vezes boas para sementeação. F. H. Ludlam trabalhou na Suécia com nuvens de montanha estáveis⁽⁵⁾.

As nuvens instáveis de verão de montanha já foram discutidas em outra parte. São nuvens com crescimento rápido vertical, sob condições favoráveis, e podem desenvolver-se em tempestade de trovões. No verão, na maior parte das locações, nos Estados Unidos, a linha de congelamento é de 3,5 a 4,7 km acima do nível do mar. Parecem ser nuvens convenientes para serem sementeadas com iodeto de prata vindo de um aeroplano.

Um tipo interessante de nuvem de corrente de ar ascendente é a cumulus trade-wind corrente de vento. Todos os dias existem literalmente milhões destas nuvens nas regiões não perturbadas dos oceanos tropicais no cinto dos ventos. Elas são provavelmente as menores nuvens conhecidas capazes de produzir precipitação. Elas podem produzir quando certa uma profundidade vertical de somente, 1.500 ou 1.800 m e um diâmetro de menos de 1,5 km. Naturalmente a quantidade de precipitação neste estágio, não pode ser muito grande mas podem transformar-se em um cúmulo maior, que produz amplas chuvas. Nas regiões tropicais a primeira precipitação a cair fora de uma nuvem cúmulo é iniciada em temperaturas mais quentes do que as geladas. O tratamento pelo vaporizador de água para dar início ao crescimento de gotas de chuva pela coalescência provou ser bem sucedido em iniciar chuvas dos ventos alisios-cumulis que sem esta ajuda eram fracos demais para pro-

duzir chuva. O trabalho que teve êxito com as cumuli corrente de vento foi levado a efeito pelo grupo da Universidade de Chicago na área das Caraíbas⁽⁶⁾.

Finalmente chegamos a esta já tão familiar, e tão pouco compreendida cúmulo continental, característica da estação de verão na América do Norte, dos Rocky Mountains ao Atlântico e do Ártico ao Golfo do México. Tipicamente, esta se constrói através 4.500 m ou mais (base a 1.500 m de alto a 6.000 ou mais) antes de iniciar a precipitação. Por outro lado, esta pode às vezes iniciar chuva graças a um processo completamente líquido antes de atingir o nível de congelamento, muito parecido com suas pequenas irmãs dos oceanos tropicais. Estas nuvens são similares as cumulis instáveis dos ares montanhosos, quanto ao tamanho e peso do nível de congelamento, mas suas bases são de 1.500 a 3.000 m mais baixas. Elas são responsáveis por quase toda a chuva da estação de crescimento, nesta vasta área da América do Norte representando os percursos de tempestades de trovões, linhas de rajada e, ocasionalmente, grânizo e tornados.

A sementeação de cúmulo continental tem sido experimentada, mas é curioso que os projetos comerciais não têm sido convenientemente organizados para fornecer um teste, e os projetos científicos até a presente data não tiveram suficiente apoio financeiro para levar a efeito o trabalho através de uma conclusão lógica. Esta é a tarefa que nós temos para realizar na Universidade de Chicago.

NOTAS

- (*) Apresentando em agosto de 1959. Wetather Modification Conference Douver. Co.
- 1 — Departamento de Meteorologia, The University of Chicago. III.
 - 2 — "Meteorological Conditions for the Formation of Rains", by J. Bjerknes and H. Solberg, Geofysiske Publikationer, Vol. 2 n.º 3, 1921.
 - 3 — "California Storm Characteristics and Weather Modification", by R. D. Elliott, J. Met., Vol. 15, 1958, pp. 486-493.
 - 4 — "The Weather Bureau ACN Project", by F. Hall, Amer. Meteorological Soc. Met. Mereographs, Vol. 2, n.º 11, 1957, pp. 24-46.
 - 5 — "Artificial Snowfall from Mountain Clouds", by F. H. Ludlam, Tellus, Vol. 7, 1955, pp. 277-289.
 - 6 — "Artificial Nucleation of Cumulus Clouds", by R. R. Braham, L. T. Battan and H. R. Byers Amer. Meteorological Soc. Met. Monographs, Vol. 2, n.º 11, 1957, pp. 47-85.

Propriedades físicas das nuvens

Por Roscoe R. Braham, Jr. (1)

SINOPSE

Para formar uma idéia das dificuldades em avaliar os efeitos de sementeação de nuvem, pode-se considerar o problema comparável ao estudo da genética humana.

No passado a maior parte dos efeitos de sementeação eram indicados diretamente pe-

las avaliações estatísticas. Atualmente maior número de testes estão sendo levados a efeito e são chamados popularmente "avaliações físicas". Nove destas avaliações físicas são apresentadas neste artigo.

INTRODUÇÃO

Os estudos meteorológicos têm sido dificultados por um grande número de embaraços que caracterizam as ciências geofísicas. Entre os mais importantes estão:

a — impossibilidade de duplicar as condições atmosféricas dentro do laboratório;

b — impossibilidade de especificar completamente as condições iniciais e finais de qualquer experiência particular ou estudo;

c — falta de controle de condições iniciais;

d — grande variabilidade de condições atmosféricas naturais;

e — inadaptação dos instrumentos com os quais atacar os mais importantes problemas. Os estudos de sementeação de nuvem têm sido particularmente difíceis para avaliar em acréscimo e nós devemos acrescentar estas dificuldades que cercam todos os estudos meteorológicos;

f — os efeitos de sementeação que estão para ser estudados podem ser pequenos, comparados com variações naturais na atmosfera.

A genética humana parece ser a única outra área de dificuldades comparáveis dentro das ciências físicas e biológicas. Nela também, estão seis condições que tornam a vida difícil para os cientistas. Refletindo sobre as controvérsias e diferenças de opinião que parecem caracterizar os livros desta matéria, os meteorologistas podem se apoiar no fato de que outros estão também tendo dificuldades nos experimentos de avaliação e na estimativa dos últimos resultados de contínuas experiências. Com efeito, parece que os meteorologistas têm a tarefa mais fácil e têm feito o maior progresso neste sentido.

As análises de experimentos de sementeação de nuvem no passado têm seguido umas poucas linhas relativamente simples. O teste variável habitualmente tem sido a quantidade de chuva ou neve coletada numa espécie de sistema de medição no solo. Costuma-se comparar a quantidade de chuva caindo na área de alvo, ou durante o período de alvo, com a quantidade que cai em uma árvore de controle ou durante o período de controle. Sendo as áreas de controle-alvo (períodos) selecionadas com adequada precaução, e testes suficientemente numerosos, este método de análise é capaz de encontrar efeitos de sementeação desprezando efeitos grandes ou pequenos. Infelizmente, entretanto, a experiência tem provado que uma conveniente seleção de áreas de controle-alvo é difícil, por quanto que ao mesmo tempo a variação natural de precipitação é grande, comparada com as mudanças artificiais induzidas resultantes das presentes técnicas de sementeação. Assim sendo, poucos experimentos de sementeação fornecem mais do que opiniões pessoais como consequência da sementeação de nuvem.

Embora em uns poucos casos o teste estatístico tenha indicado diretamente efeitos imprestáveis à sementeação, não se pode esperar que este método de análise possa guiar no caminho do qual estes efeitos foram produzidos, e em consequência é inerentemente ao valor limitado.

A despeito do fato de que os experimentos do passado não forneceram respostas claras a questão da sementeação de nuvem, o imenso valor econômico de uma bem sucedida técnica de modificação do tempo e as pressões resultantes de largas atividades da sementeação, induziram os meteorologistas a estudar cuidadosamente os processos pelos quais a precipitação natural é produzida. Estudos teóricos de

processos de precipitação foram levados a efeito por T. Bergeron (2), Houghton, E. G. Bowen (3), B. J. Mason e F. H. Ludlam (4), T. W. R. East, T. B. Todol e vários outros. Comparado com o número e qualidade de estudos teóricos são certamente raras as medições no campo das condições que acompanham a formação de precipitação nas nuvens.

A mais extensiva série de medições de formação de precipitação em nuvens estratos foi levada a efeito por R. M. Cunningham (7). Os estudos de nuvens cúmulos são mais nume-

rosos; os de H. K. Weichmann e H. J. Aum Kampe (8), R. R. Braham, S. E. Reynolds e H. J. Harrell, Jr. (9), H. R. Byers e R. K. Hall (10), e Braham, L. J. Battan e Byers (11) são representativos de alguns dos mais compreensivos destes estudos.

Como o resultado destes muitos e variados estudos, o mecanismo de precipitação natural é bem compreendido em geral, se não em particular. Um sumário deste conhecimento é apresentado na Fig. 1. É lamentável que a maioria dos estudos tenha envolvido a chu-

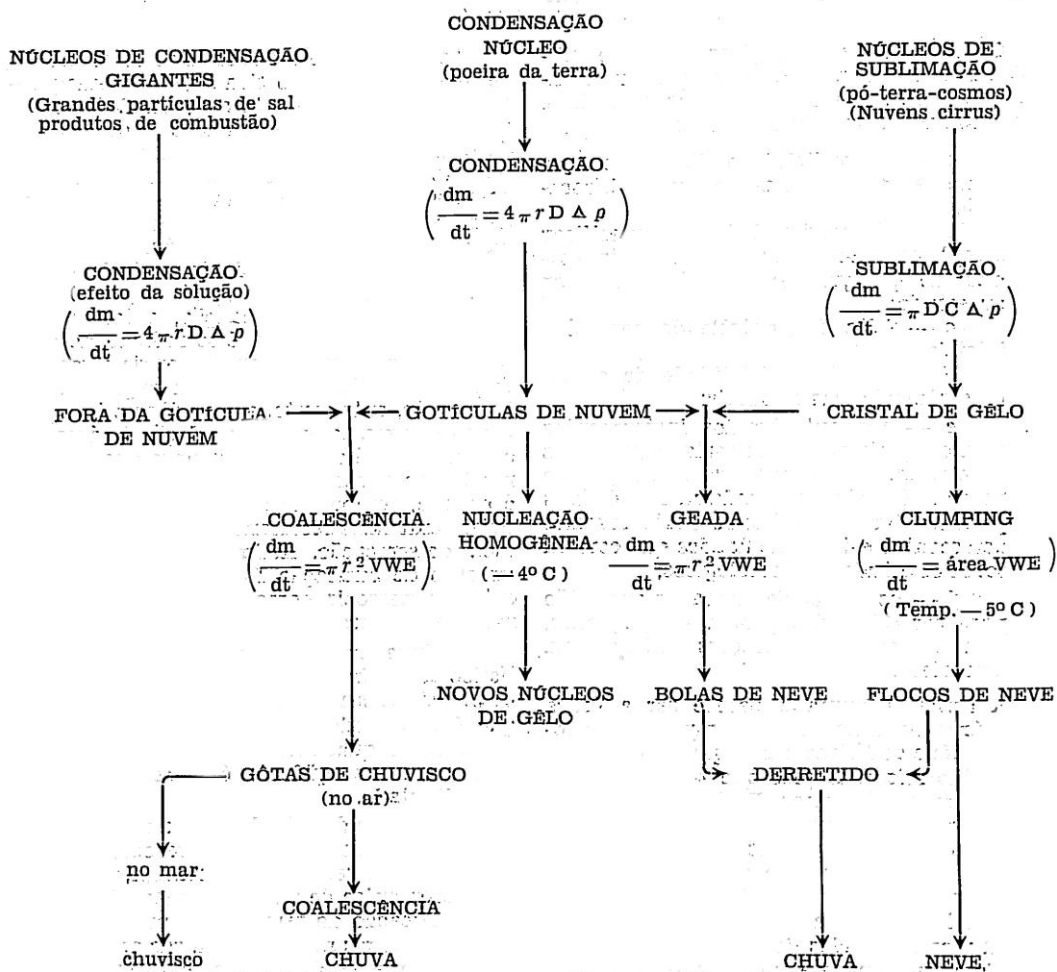


Fig. 1 — Delineamento esquemático do processo máximo da formação de precipitação, (Segundo Mason)

va-de-nuvens cúmulos. Embora as físicas básicas de formação de chuva em nuvens estratos e cúmulos sejam similares sem dúvida as diferenças em duração de nuvem e velocidade de corrente de ar alta têm diferenças substanciais nos detalhes do processo. Em defesa do interesse deste trabalho em cumulis, devia ser apontado o fato de que substancialmente toda a precipitação que cai nos meses de verão nos Estados Unidos, vêm de nuvens cúmulos.

Através do conhecimento do mecanismo de chuva natural foi possível descobrir técnicas de avaliação de sementeação que são mais poderosas do que os simples testes estatísticos de chuva no alvo versus área de controle usados antigamente. Os experimentos e medidas sendo convenientemente usados e pertinentes a nuvens e variações de precipitação permitem examinar cada fase no mecanismo da precipitação para hipotéticos efeitos de sementeação. Nesta direção tem-se a esperança de estabelecer o "como e porque" de efeitos de semente. Tais estudos têm a vantagem de reduzir o problema a uma série de relações de causa e efeitos, cada uma das quais pode ser examinada independentemente. Neste sentido, pode-se traçar o papel da sementeação (passo a passo) no desenvolvimento da chuva. Em princípio, pode-se mais facilmente por este meio descobrir pequenos efeitos de sementeação. Tais estudos podem permitir o desenvolvimento de melhoramentos na tecnologia de sementeação.

Estes estudos são popularmente, (embora infelizmente) chamados "Avaliações Físicas" em contraste com as "avaliações estatísticas" previamente usadas nos estudos de sementeação de nuvem. Embora o contraste bem marcado seja desejável, é impróprio sugerir que as avaliações físicas não façam uso de estatísticas. Por necessidade, quase todos os gêneros de avaliações físicas requerem o uso de boas estatísticas para os experimentos, testando as hipóteses e estimativa da magnitude dos efeitos demonstrados.

É possível uma larga ordem de avaliações físicas de sementeação de nuvem. Cada uma delas repousa sobre a hipótese de alguma mudança em resposta ao semente, de uma característica mensurável das nuvens ou sistema de nuvens. Vários destes estudos foram levados a efeito em nuvens frias, sementeadas com gelo seco ou fumaças de iodeto de prata, e em nuvens quentes sementeadas com água.

A construção, por Todd (6), de um modelo físico para computar o tempo no qual a precipitação surgiria da base dos cumulis sobre a Flórida, constituiu uma espécie de ava-

liação física. Assim como também o trabalho de J. Spar (12) no Projeto Scud tentando associar mudanças de pressão com a sementeação que se ouve ao longe e a de F. Hall (13) colocando no material pigmentos fluorescentes que eram subsequentemente identificados na chuva que caía no solo. Muitos aspectos do trabalho do Arizona registrado por Battan (14) também podem ser considerados como uma procura de relações de causa e efeito, assim qualificadas como avaliações físicas.

Os estudos de nuvens cúmulos na Universidade de Chicago, Laboratório de Física de Nuvem, envolveram um grande número de avaliações físicas de efeitos de sementeação. Muitas destas são similares a estudos feitos por outras organizações, mas as outras são únicas pela razão que as cuidadosas medições em voo que caracteriza o trabalho do grupo de Chicago não são avaliáveis em qualquer outra parte. Algumas destas avaliações físicas serão discutidas subsequentemente. Em todos os casos a chave do sucesso é tomar os dados de uma maneira a obter um válido grupo controle contra, para julgar os dados obtidos no grupo semeado.

EXEMPLOS DE AVALIAÇÕES FÍSICAS

FREQUÊNCIA DO DESENVOLVIMENTO DE PRECIPITAÇÃO

Um dos caminhos mais óbvios para testar a eficácia da sementeação de nuvem é examinar as nuvens sementeadas para a formação de precipitação. Desde que temos um bom, não subjetivo, caminho para identificar a precipitação, e os dados sendo convenientemente classificados ao acaso, este é um dos caminhos mais fáceis para observar efeitos de sementeação. As nuvens cúmulos eram selecionadas aos pares. Através de um processo ao acaso uma do par era selecionada para sementeação. A formação da precipitação era observada por meio de um radar aéreo cuidadosamente calibrado. A análise consistia em comparar a frequência da formação de ecos de precipitação nas nuvens sementeadas e não sementeadas. Esta análise provou fora de qualquer dúvida que a sementeação de água em cúmulos quentes iniciava chuva em nuvens, nas quais a chuva não se teria formado naturalmente. Embora esta seja uma das mais fáceis de todas as avaliações físicas, é absolutamente essencial que a investigação possa por meio de instrumentos descobrir a formação de precipitação. A aparência visual da nuvem é inteiramente inadequada e os estudos baseados sobre tais dados são suspeitos.

O TEMPO REQUERIDO PARA A FORMAÇÃO DE PRECIPITAÇÃO

Outro excelente meio de verificar os resultados da sementeação de água é através de um estudo da medição do tempo requerido para o desenvolvimento de precipitação. Diferente da sementeação de iodeto de prata, a sementeação de água passa por várias fases no processo de precipitação natural. Em consequência disso é possível que a chuva se forme muito mais cedo em nuvens semeadas de água do que em nuvens que não foram semeadas. Esta diferença pode ser testada por meio de testes Wilcosan como os descritos por W. H. Kruskal e A. W. Wallis.

TEMPERATURA DA REGIÃO DE PRIMEIRA PRECIPITAÇÃO

Os estudos de caixas frias de naturais núcleos de gelo mostram que a atmosfera usualmente contém muito poucos núcleos efetivos de gelo em temperaturas mais quentes do que cerca de 20° C. Em temperaturas somente ligeiramente mais frias do que 20° C atmosfera usualmente contém adequados números de núcleos de gelo para a formação de precipitação (ainda que muitas nuvens cúmulos não durem o bastante para estes núcleos se tornarem efetivos). A temperatura limiar para fumaças de iodeto de prata está na vizinhança de 4° C. Uma grande parte da nuvem de sementeação é baseada na suposição de que a conveniente sementeação de nuvens com fumaças de iodeto de prata trará cerca de 4° C a 20° C

da nucleação de água contida na região. A extensão na qual isto é verdadeiro em cúmulos pode ser testada pelo simples expediente de observar as alturas da formação dos primeiros ecos de precipitação por meio de um radar adequado. O artigo de Battan (16) é um exemplo do uso deste aparelho.

MÍNIMO (E MÉDIA) DAS DIMENSÕES DE NUVEM REQUERIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO DE PRECIPITAÇÃO

Mesmo se alguém fôr bem sucedido a iniciar o processo de precipitação em uma nuvem, a chuva não cairá desta senão graças a pequenas, recentemente formadas, partículas de precipitação que podem crescer pela colisão e coalescência em gotículas de nuvem. Assim existem um mínimo de dimensões de nuvem (profundez e conteúdo de água líquida) requerido para desenvolvimento de precipitação e pode-se esperar que estes valores sejam diferentes para nuvens semeadas e não semeadas. Tal hipótese é capaz de teste, tanto pela comparação entre nuvens semeadas e não semeadas no campo, como pelo estudo teórico. Já que a velocidade terminal e a coalescência-colisão eficiências de gotas, são essencialmente funções somente de seu tamanho. É possível computar a distância através da qual uma gota deve cair em crescimento para qualquer tamanho maior. A Tabela 1 dá esta distância para nuvens de 1 e 3 g por m³ contendo de água de nuvem (17). O menor valor é provavelmente representativo da maior parte de nuvens cúmulos. O maior valor será encon-

TABELA I
DISTÂNCIAS DE QUEDA E TEMPO REQUERIDO PARA O DESENVOLVIMENTO DA GÓTA A PARTIR DE 25 μ DE RAIOS NUMA NUVEM UNIFORME DE 10 μ RAIOS DE GOTÍCULAS

RAIO DA GÓTA EM MÍCRONS	CONTEÚDO DE ÁGUA			
	1 g POR m ³		3 g POR m ³	
	DISTÂNCIA DE QUEDA EM METROS	TEMPO DE QUEDA EM MINUTOS	DISTÂNCIA DE QUEDA EM METROS	TEMPO DE QUEDA EM MINUTOS
25	0	0	0	0
50	150	24	60	8
100	492	40	162	13
250 chuva	1.320	48	441	16
500	2.490	55	810	18

TABELA II

EFEITO DE TRATAMENTO PELA GRANDE VÁLVULA DO CÚMULO TROPICAL COMO FUNÇÃO DE PROFUNDIDADE DA NUVEM ABAIXO DE NÍVEL DE TRATAMENTO (NUVEM A MENOS DE 600 M)

ESPESSURA DAS NUVENS EM CENTENA DE M.	NÚMERO DE NUVENS				PÉRCENTAGEM DE NUVEM COM ECO		
	NÃO TRATADAS		TRATADAS		NÃO TRATADAS	TRATADAS	CENSO
	ECO	SEM ECO	ECO	SEM ECO			
9 a 11	0	0	0	1	0	0	0
12 a 14	0	5	3	3	0	50	4
15 a 17	5	12	5	7	29	42	12
18 a 20	2	13	9	9	13	50	26
21 a 23	2	3	3	2	40	60	50
24 a 26	1	1	1	1	50	50	75

trado somente em partes internas isoladas de grandes cúmulos visto que as nuvens estratificadas têm conteúdos de água menores do que 1 g por m³. A Tabela 2 mostra o efeito do tamanho de nuvem nos resultados da sementeação de água de nuvens cúmulos. Nota-se que os valores computados compararam favoravelmente com medições no campo, em que somente nuvens acima de 1.200 m de espessura produzem precipitação seguindo-se à sementeação.

POSIÇÃO RELATIVA A ALTURA DO AEROPLANO DE SEMEIAÇÃO DE PRIMEIRA PRECIPITAÇÃO

No caso de experimentos de sementeação usando um aeroplano para colocar materiais de sementeação diretamente nas nuvens, uma significativa avaliação física consiste em comparar o nível, relativo a altitude da sementeação, de formação de precipitação em nuvens sementeadas. Por exemplo, no caso de sementeação de água em nuvens tropicais foi encontrado⁽¹⁸⁾ que os ecos em nuvens sementeadas sempre formavam abaixo do aeroplano de sementeação. Baseado sobre as físicas envolvidas, esta descoberta forneceu satisfatoriamente evidência dos efeitos de sementeação.

MÍNIMO DE ENERGIA TÉRMICA REQUERIDA PARA DESENVOLVIMENTO DE PRECIPITAÇÃO

Um aspecto muito importante da análise da sementeação concerne à possibilidade de que a sementeação causará chuva nas nuvens tendo insuficiente vigor para chover naturalmente. A intensidade do processo de corrente de ar ascendente é diretamente governada pela flu-

tuação do ar da nuvem. Esta a seu turno é medida pela diferença de temperatura entre as nuvens sementeadas e não sementeadas, desde que fazer concessão. Ao variado grau de vigor das nuvens sementeadas e não sementeadas, previsto que se faça cuidadosas medições da temperatura de ar dentro e em volta das nuvens estudadas. Uma análise muito importante desta espécie foi levada a efeito por B. Acherman⁽¹⁸⁾ mostrando que a sementeação de água de nuvens positivamente leves não aumentava a probabilidade de formação de precipitação. Entretanto a sementeação aumentava a probabilidade que negativamente as nuvens leves desenvolvessem a precipitação. Isto é interpretado para significar que positivamente nuvens leves usualmente continham suficiente vigor (também relacionada com tamanho, duração) para desenvolver chuva através de um mecanismo natural. Entretanto, a sementeação produzia chuva em nuvens fracas que não tinham capacidade para chuva natural.

RELATIVA CONCENTRAÇÃO DE FORMAS DE PRECIPITAÇÃO SÓLIDAS E LÍQUIDAS COMO UMA FUNÇÃO DE ALTURA

Já que a hipotética ação de fumaças de iodeto de prata é converter uma porção da nuvem sub-resfriada em cristais de gelo, uma óbvia avaliação física é comparar as relativas quantidades de água líquida e gelo em diferentes níveis dentro das nuvens sementeadas e não sementeadas. Infelizmente, este não é um teste muito sensível, exceto na instância onde a desejada ação é supersemeada pela razão de que um relativamente pequeno número de

cris-tais de gê-lo pode ser suficiente para a se-me-ação efetiva. Este processo de teste tem o mé-rito, entretanto, de ajudar os cientistas a es-co-lher o papel relativo do mecanismo dos cris-tais de gê-lo por ser suficiente para uma se-me-ação efetiva. Este processo encerra o pro-blema de considerável dificuldade na aná-lise de experimen-tos de se-me-ação de nuvem. O radar provou ser muito útil para determi-nar os resultados da se-me-ação de nuvem, mas infelizmente não pode distinguir entre os ecos formados através do processo — tudo água e os formados através dos cris-tais de gê-lo. Dê-ste modo o cientista investigando a se-me-ação de iodeto de prata pode ser enganado pelos ecos que se formam no mecanismo de tudo água nas nuvens semeadas de iodeto de prata. Sô-mente colecionando as amostras de partículas de precipitação pode-se distinguir entre êstes dois processos e por êste meio determinar o papel do iodeto de prata na formação de pre-cipitação.

Duração total da vida da nuvem — Exis-tem vários fatores que tendem a limitar a vida da nuvem. Um dos mais importantes é o vigor da corrente de ar alta inicial. Outras conside-rações são a umidade em volta, velocidade do vento e a tosquia, e o desenvolvimento de pre-cipitação. Foi provado que a liberação aumen-tada do calor latente de fusão do iodeto de prata ou a se-me-ação de gê-lo sê-co aumenta a flutuação do ar da nuvem e dê-ste modo causa o seu desenvolvimento para um último e maior tamanho, e conseqüentemente para uma maior duração de vida. É também conhecido, no en-tretanto, que o desenvolvimento de precipita-

ção coloca um freio efetivo num ulterior de-senvolvimento das nuvens cúmulos. Em con-se-qüência disso, é difícil pre-dizer o efeito do gê-lo sê-co ou se-me-ação de iodeto de prata na duração de uma nuvem. Um estudo feito por Braham não encontrou diferenças na dura-ção da nuvem cúmulo semeada com gê-lo sê-co e nuvens não semeadas de características si-milares. Demonstrou, entretanto, que a curta duração das cúmulo tornam estas alvos difíceis para estudos de modificação do tempo. Por exemplo, na Fig. 2 pode-se ver a freqüên-cia da distribuição de nuvens cúmulo de vá-rias durações. A Fig. 2 também mostra a probabilidade de desenvolvimento de precipitação natural como uma função da duração de nuvem. A duração é definida como a vida total da nuvem antes do seu ápice alcançar o nível de -5°C . Assim, aceita-se 800 seg. em uma temperatura de -5°C (ou mais fria) como a requerida para uma partícula de iodeto de prata crescer e tornãr-se uma partícula de precipitação, vê-se na Fig. 2 que sô-mente 40% das nuvens durarão o bastante, e destas cerca de 55% desenvolver-se-ão em precipitações através de causas naturais. Os dados para a Fig. 2 foram obtidos em Illinois, Missouri, Arkansas, Kansas e Arizôna durante os me-ses de verão.

Proporção de crescimento e tamanho to-tal alcançado pelas Regiões de precipitação. Dentro das Nuvens — Como o radar pode ser usado para descobrir o comêço de precipitação dentro de uma nuvem, pode ser usado tam-bém para medir o tamanho e a proporção de crescimento destas regiões de precipitação. Embora êste teste não fôsse usado com muita

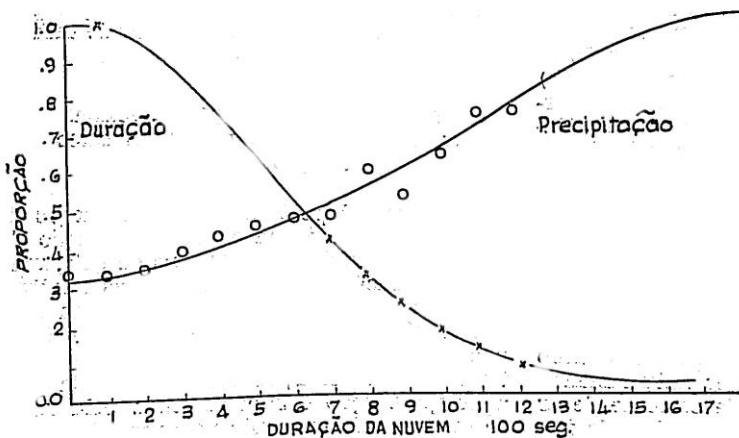


Fig. 2 — Probabilidade natural do desenvolvimento de precipitação de nuvens cúmulo em função de sua duração.

eficácia até aqui, é capaz de fornecer uma grande quantidade de informações relativas aos efeitos de sementeação. De todas as condições físicas, esta é a que se aproxima mais da medição de quantidade de maior importância para o cliente, isto é, a quantidade de água no solo. Tem a vantagem, além disso, de fornecer dados sobre cada nuvem semeada e não somente dos que estão localizados sobre a superfície da medida de chuva. O uso do radar deveria ser explorado pelos cientistas interessados no problema de sementeação de nuvem.

OBSERVAÇÃO ULTERIOR

É um bom sinal de que as pessoas dedicadas à sementeação de nuvens se voltem cada vez mais para a matéria de avaliações físicas na contribuição de experiências de sementeação. Somente desta maneira pode a compreensão dos processos básicos ser ampliada e somente desta maneira podem ser feitos progressos na tecnologia da sementeação. É um grave erro, entretanto, acreditar que as avaliações físicas podem fornecer uma resposta fácil e rápida aos problemas. Os requerimentos básicos para

avaliação física não são diferentes dos necessitados para uma mera avaliação estatística. Em ambos os casos, uma avaliação muito pequena da eficiência do semeio é possível a menos que os dados originais sejam tomados de acordo com os melhores princípios dos objetivos experimentais. Este problema requer que os dados sejam tomados de uma tal maneira que forneçam um grupo controle adequado de dados para julgar a produção do experimento.

É também importante para os cientistas e pessoas interessadas compreender que nós podemos estar procurando uma "agulha num palheiro". Devemos ter paciência e apoiar experimentos científicos de sementeação ainda durante longos períodos. O último parece difícil nos Estados Unidos. Nós devemos reconhecer a nossa dívida de gratidão para com os nossos amigos australianos que forneceram alguns exemplos de um adequado experimento de sementeação realizado ano após ano até que suficientes dados fossem acumulados para permitir uma conclusão de um significativo nível de confiança. Deveríamos seguir o exemplo deles.

* * *

- a — Apresentado em agosto de 1959 — Weather Modification Conference in Denver, Colo.
- 1 — Department of Meteorology, The University of Chicago, Chicago, Ill.
- 2 — "On the Physics of Clouds and Precipitation", by T. Bergeron, Proc. Intern. Union of Geodesy and Geophysics, 5th Assembly, Lisbon 1935, part 2, pp 156-178.
- 3 — "Formation of Rain by Coalescence", by E. G. Bowen, Aust. J. Sci. Res. 1950, 3 Ser. pp. 193-213.
- 4 — "The Microphysics of Clouds", by B. J. Mason and F. A. Ludlum, Rep. Progress Phys. 1951, 14 pp. 147-195.
- 5 — "An Inherent Precipitation Mechanism in Cumulus Clouds", by T. W. R. East, Q. J. Roy. Met. Soc. 1957, 83, pp. 61-76.
- 6 — "Cumulus Studies", by T. B. Todd, Final Report of the Advisory Committee on Weather Control 1957, vol. II, pp. 151-161.
- 7 — "The Distribution and Geoworth of Hydrometeors Arouned a Deep Cyclone", by R. M. Cunningham, M. I. T. Weather Radar Tech. Report n.º 18, 1952.
- 8 — "Physical Properties of Cumulus Clouds", by H. K. Welckmann, and H. J. Aufm Kampe, J. Meteor. 1953, 10, pp. 204-211.
- 9 — "Possibilities for Cloud-seeding as Determined by a Study of Cloud Height Versus Precipitation", by R. R. Braham, Jr., S. E. Reynolds and J. H. Harrell, Jr., J. Meteor., 1951, 8, pp. 416-418.
- 10 — 1955: "Census of Cumulus Cloud Height Versus Precipitation in the Vicinity of Puerto Rico During the Winter and Spring of 1953-54", by H. R. Byers and R. K. Hall, J. Meteor., 1955, 12 pp. 176-178.
- 11 — "Artificial Nucleation of Cumulus Clouds", by R. R. Braham, Jr., L. J. Battan and H. R. Byers, Meteorological Monographs, 1957, 2, II, pp. 47-85.
- 12 — "Propect Send", by J. Spar, Meteorological Monographs, 1957, 2, II, pp. 5-23.
- 13 — "The Weather Bureau ACM Propect", by F. Holl, Meteorological Monographs 1957, 2, II, pp. 24-26.
- 14 — "Effects of Silver — Iodide Seeding on orographic Cumuli", by L. J. Battan, Paper presented before National Meeting, Amer. Meteorological Soc. New York City, Jan. 29, 1959.
- 15 — "Use of Ranks in One-Criterion Variance Analysis", by W. H. Kruskal and A. W. Wallis, J. Amer. Stat., Assn., 1952, 47, pp. 583-621.
- 16 — "Experiments on Treatment of Summer Cumulus Clouds in Arizona", by L. J. Battan and A. R. Kassander, Paper presented Toint Conference, ASCE and Amer. Meteorological Soc. Denver Colo., Aug. 27, 1959.
- 17 — "How Does a Raindrop Grow?", by R. R. Braham, Jr., Science, 1959, 129 pp. 123-129.
- 18 — "On the Formation of Precipitation in Tropical Cumulus by J. Slevers, M. S. Thesis Submitted to Dept. of Meteorology, Univer, of Chicago 1955, 24 pp.
- 19 — "Buoyency and Precipitation in Tropical Cumuli", by B. Aekermann, J. Meteor. 1956, 13, pp. 202-310.
- 20 — "Cloud Duration as au Important Parameter in Cumulus Cloud-Seeding", Paper Apresented before National Meeting, Amer. Meteorological Soc. Washington D. C., May 7, 1958.

Avaliação das experiências

SINOPSE

A avaliação adequada de um programa de sementeação de nuvem, do ponto de vista comercial, deveria ter como objetivo o produto desejado tais como: o quilowatt, alqueires de grão, ou quilos de carne. Na ausência disso, e em benefício da meteorologia, a avaliação deveria cobrir todos os possíveis efeitos de se-

menteação de nuvem: intensidade da chuva, temperatura da chuva, velocidade do vento etc. O objetivo exato deste programa, e os métodos a serem usados nesta avaliação, devem ser estabelecidos, e certas armadilhas estatísticas devem ser evitadas, a fim de que a avaliação seja aceitável.

PROGRESSOS EM DENVER

Em 1952 o Projeto de Análise das Operações de Modificações do Tempo da "National Weather Improvement Association, Inc.", uma organização de grupos de fazendas e sítios que procurava os serviços de fazedores de chuva comerciais ou semeadores de chuva reuniu-se em Denver, Colo. Um pequeno número de resultados desta reunião que durou um dia somente vale a pena ser mencionado, para indicar o progresso, ou ausência de progresso, na avaliação de sementeação de nuvem.

"Os métodos mais efetivos para eliminar influências", decidiu o grupo, e deste modo reduzir as chances de variações como resultado, e combinar antes da investigação todos os termos e as condições, tais como, por exemplo, a maneira de selecionar contrôles...

Esta foi uma conclusão de 1952, e ainda em 1959 muitas operações de modificação do tempo são levadas a efeito não só sem decidir previamente como o controle deve ser usado, mas também sem especificar declarações do objetivo, com o qual os resultados podem ser comparados. Sem uma prévia declaração do objetivo, pode-se reivindicar o ter causado — ou não — qualquer acontecimento inusitado do tempo. Já que o tempo é sempre fora do comum, estas reivindicações podem ser espetaculares.

Algumas vezes o objetivo é definido — ou se — definido — após os terminos da operação, quando os dados de queda de chuva e de fluxos de corrente já estão em mão. Dever-se-ia fazer a avaliação de um projeto de sementeação de nuvem para aumentar os montes de neve na montanha, para que assim haja mais fluxos de corrente, utilizados para gerar energia hidrelétrica. Deveria ser baseado no fluxo de corrente do ano inteiro ou somente no da primavera e verão? Se alguém escolhe um período de meses de tamanho arbitrário, isto é de 1 a 12, e com um começo arbitrário, 144

escolhas são possíveis. Se a escolha é diminuída para meio ano começando em março, para refletir os resultados de sementeação, 21 seleções diferentes são possíveis, desde a plena metade do ano de março a agosto até cada um dos meses separadamente. Embora o tratamento não tenha efeito quando são estudados, em todas estas possíveis 21 avaliações de períodos, uma delas tem a probabilidade de mostrar um significativo efeito, num nível de 5%.

Não importa qual dos possíveis períodos seja escolhido, se não for designado até que os dados de teste sejam utilizáveis para inspeção, a escolha estará sujeita a críticas. A única maneira de evitar estas dúvidas é enunciar publicamente, antes da operação começar, o que se tenciona fazer, e exatamente em que base será avaliada. Dois artigos, por A. S. Dennis e W. E. Howell⁽³⁾, indicavam que o método de análise não foi mudado após o primeiro ano de operações. Isto é quase conveniente.

TEMPESTADE VS. ESTAÇÃO DO ANO

Concorda-se que existe uma redução da proporção da rotação da terra cada vez que um satélite explode, já que o momento angular do sistema de dois corpos, terra e satélite, continuam fixos. Que a proporção de rotação tenha sido reduzida é aceita em princípio — mas a magnitude do efeito é tão leve que os relógios não necessitam ser corrigidos após cada explosão. Similarmente, é aceito que a introdução dos núcleos dentro de uma nuvem altera o mecanismo da precipitação — mas será isto suficiente para reivindicar uma outra delineação de trabalhos de drenagem e irrigação em questão.

"Avaliar" significa, segundo o dicionário "determinar o valor ou quantidade de, para estimar cuidadosamente".

de sementeação

Por Arnold Court (1)

Métodos de avaliação foi o mais importante tópico de discussão em 1952, como ainda é atualmente em 1959.

"As necessidades do grupo que paga a avaliação deve até um certo ponto determinar o método de análise usado", foi concluído numa mesa-redonda. Por exemplo, o operador se preocupa em encontrar o número "optimum" de geradores por unidade de solo, de maneira a dar um mínimo custo de operação. Com este objetivo, a análise de tipos de tempestade individuais podem ser de um grande valor.

"O fazendeiro que se preocupa com a possibilidade de tomar e utilizar o tempo de tempestades, e obter o máximo de precipitação de tempestades específicas em tempos específicos, pode ser melhor servido pelo mesmo tipo de análise. Os proprietários de reservatório, irrigação e do capital, entretanto, se preocupam antes de tudo com a precipitação anual ou com as da estação do ano. Este grupo pode desejar análises de estação do ano..."

Infelizmente, entretanto, as análises de estação não são de grande valor, a menos que seja utilizado um registro histórico longo e homogêneo. Habitualmente a operação atual fornecerá somente um valor de estação, de média precipitação ou total de fluxo de corrente. Para determinar o seu valor necessita-se de uma estimativa do que teria ocorrido na ausência de tratamento. Mas esta estimativa, baseada nas condições do passado e no que aconteceu em volta do alvo, raramente é bastante exata para descobrir que espécie de efeito de tratamento foi tentado.

A precisão estatística é acrescida pelo aumento do tamanho da amostra, usando mensal ou total da tempestade no lugar de total de estação. O uso dos totais de tempestade, entretanto, é carregado de perigo. Os totais de tempestade não correlatam tão bem, entre áreas, como os totais para meses ou estações. Além do mais, o uso de totais de tempestade cobre uma metodológica armadilha que será subsequente examinada. As análises em termos de tempestade não correspondem as aspirações do financiador: ele deseja saber a quantidade total de benefício que recebe no programa, e não detalhe de tempestade por tempestade.

Na realidade, os poucos que procuram os serviços de sementeação de nuvem desejam somente a água (pelo que ele pode produzir). A maior parte deseja quilowatts, ou alqueires de plantação, ou quilos de carne ou qualquer outro produto final. Uma avaliação completa de uma operação de sementeação de nuvem deveria ser realizada com o objetivo do produto final, certamente não em termos de força de um eco de radar ou mesmo de um grupo de medidas de chuva durante uma tempestade.

Tais avaliações econômicas, infelizmente, são muito mais difíceis do que as habituais avaliações hidrológicas ou meteorológicas, e por isso utilizada para muito poucas operações. Não obstante deveria ser a meta eventual de avaliação de sementeação de nuvem. A falta de progresso neste sentido em sete anos, indica que muito trabalho foi deixado para trás. Uma forma de avaliação econômica foi experimentada nos projetos de supressão de granizo, onde o valor no mercado da colheita sob proteção, fornece uma medida do grau de sucesso.

EFEITOS INDESEJÁVEIS

A avaliação econômica, em função do produto final é necessária porque alguns dos resultados da sementeação de nuvens podem ser mais prejudiciais do que o resultado principal. O aumento de precipitação será benéfico se fôr completo. A quantidade de queda de chuva não pode ser aumentada sem afetar a duração e a intensidade, se não as duas. Um aumento em ambos de precipitação pode ser prejudicial.

Para uma investigação da intensidade de queda de chuva em algumas operações de sementeação de nuvem, na Califórnia, o primeiro registro estudado foi o registro de medidas em Santa Inez, no meio da região de Santa Bárbara. Ali a intensidade foi muito maior durante quatro invernos de sementeação, 1951-53 e 1955, do que nos doze invernos sem sementeação. Outras medidas em Santa Clara e Santa Bárbara parecem mostrar relações similares, mas o estudo está começando agora.

Outros aspectos além de quantidade — duração — intensidade podem ser alterados, até certo ponto, por qualquer tratamento bem sucedido para aumentar esta quantidade. O aumento em intensidade usualmente é realizado pelo aumento em tamanho de gota; as gotas maiores caem mais depressa e têm mais massa termal do que as pequenas, e por isto são mais frias quando atingem o solo. Isto é bom, ou faz alguma diferença?

Os ventos acompanhando a chuva podem ser afetados pelo tratamento. Semelhante ao cirurgião que afirma que a operação foi bem sucedida mesmo quando o paciente morreu, um semeador de nuvens pode fornecer bastante chuva para salvar uma colheita — e um forte vento para destruí-la no solo. A semente da nuvem tem sido usada para evitar os ventos, que danificam, mas até agora nenhum relatório foi proveitoso em princípios, métodos ou sucessos de trabalho durante duas estações do ano em Columbia, ou de projeto similar no Panamá.

RELÂMPAGOS E FOGO

Esta avaliação está sendo estudada, numa experiência que está sendo levada a efeito no noroeste da Califórnia. É o "Projeto Águia" ("Project Eagle") da Divisão Florestal, Departamento da Califórnia de Fontes Naturais. A Pacific Southwest Forest and Range Experiment Station of the United States Forest Service estão sob contrato, avaliando o estudo. O objetivo básico do experimento é semear nuvens cúmulos — talvez supersemear seja o melhor termo — para evitar que eles se desenvolvam em tempestades de trovões que poderiam causar relâmpagos que ateariam fogo na floresta.

Mas a avaliação envolve muito mais do que relâmpagos, e o número de relâmpagos que causam incêndio. Nove registros de medidas de chuva foram instaladas na área de alvo de 1.025 km², para que a quantidade e intensidade de queda de chuva possam ser estudadas; mas não foram medidos nem o tamanho da gota nem a temperatura da chuva (como em 1959).

Calculadores especiais de relâmpagos foram instalados; ainda que eles não fornecessem uma contagem absolutamente verdadeira, não sabiam quais os dias tratados e não tratados; já que o projeto é completamente ocasional. Seus relatórios deviam ser indicativos da atividade de relâmpagos, a menos que o verdadeiro caráter do relâmpago seja alterado pela semente da nuvem.

A avaliação deste ensaio de semente de nuvem envolverá não simplesmente um, mas muitos itens:

- 1 — quantidade de precipitação;
- 2 — intensidade de precipitação;
- 3 — quantidade de atividade de relâmpagos;

- 4 — número de incêndios de florestas causados por relâmpagos;
- 5 — número de incêndios causados pela mão do homem; e
- 6 — inflamabilidade da lenha da floresta.

Alguns itens ainda mais interessantes podem ser acrescentados, mas a coleta de dados para avaliar estes seis itens é suficiente para manter o meteorologista bastante ocupado no projeto.

DUAS ARMADILHAS

Na avaliação atual de um ensaio de semente de nuvem, como o efeito deste na quantidade de queda de chuva, e outros aspectos, muitas armadilhas devem ser evitadas e espera-se um resultado válido. Duas destas, em particular, foram acentuadas por Jersy Neyman. Elas podem ser chamadas as armadilhas da comparabilidade e da transformação.

A armadilha da comparabilidade existe no caminho de qualquer avaliação de aumento de precipitação nos períodos de tempestade. Na análise usual, uma regressão de queda de chuva alvo controlada é estabelecida usando muitas estações pré-tratamento. Então os resultados das tempestades tratadas ou períodos são comparados com estas regressões. Se o mês inteiro ou estação é usada para esta comparação, a armadilha foi evitada. Mas se a comparação é baseada somente nestas horas ou dias quando o iodeto de prata está sendo liberado, a armadilha de comparabilidade requer outro avaliador.

A dificuldade está em que a regressão histórica é baseada em toda a precipitação, incluindo a que cai durante períodos que deveriam ser chamados "não semeáveis" pelo operador. O processo adequado seria verificar através dos mapas históricos de tempo e decidir quais as tempestades que não tendo sido semeadas tiveram então um operador moderno em atividade, e usar somente as tempestades "semeáveis" para a regressão. Isto, foi feito em conexão com o projeto Santa Bárbara.

A armadilha transformação aguarda o avaliador que toma o logarítimo ou a raiz quadrada, ou qualquer outra transformação, da queda de chuva ou fluxo da corrente; ele constrói sua regressão e faz sua comparação nos termos destes dados transformados, e então deseja indicar, nas unidades originais de polegadas ou acres quadrados a magnitude do efeito do tratamento. As transformações são feitas por uma ou duas razões, ou ambas. Elas

podem ser requeridas para obter uma relação linear, ou para realizar uniformidade de variação sobre uma regressão.

As transformações feitas para alinhar uma relação podem ser de qualquer espécie, mas as feitas para atingir uniformidade de variação são todas do mesmo tipo. Para as conclusões serem tiradas prontamente, a difusão de pontos sobre uma linha de regressão (setas ou curva) deverá ser mais ou menos uniforme ao longo das linhas. Frequentemente, entretanto, a difusão aumenta com os valores aumentados das duas variáveis. Esta forma indesejável é eliminada pela transformação de uma das duas variáveis. Por necessidade, a transformação é convexa para cima — tal como uma raiz quadrada. Se a variável y é proporcional ao quadrado da outra variável x , que deverá ser usada para predizer valores futuros de y , pode-se usar, não x mas y , e w e y onde w é x^2 . Alternativamente, a regressão pode ser computada em termos de x e z , onde z é a raiz quadrada de y . Uma terceira aproximação é para tomar os logaritimos de ambos x e y , que também dão uma relação linear.

Dêstes três métodos, somente o primeiro evita a armadilha transformação, porque envolve transformação do preditor variável somente, e não afeta o dependente ou variável predito, y . Nos outros, o problema reside em ir dos valores preditos da transformada variável (z ou $\log y$) ao da própria variável (y).

A quantidade de interesse é uma esperança condicional; isto é, é o valor esperado da variável dependente (y) sob a condição de que o medidor ou "independente" variável tem um certo valor. Tal esperança é uma média, e a média das transformações não é a mesma da transformação da média. Porque as transformações não são lineares (eles seriam sem pontos se fossem linear), o valor predito de y não poderia ser obtido pela simples inversão da transformação. Para o valor dado de $x = x_1$, a regressão declara que o médio (ou esperado ou predito) valor de z é z_1 . Mas o valor médio de y corresponde ao mesmo x_1 não é o quadrado de z_1 . No lugar disso, é alguma coisa menos, em geral, mas o quanto me-

nos depende do quanto diferente x_1 é do valor médio de x .

Detalhes desta armadilha inversa da transformação, são os métodos de computação para evitar isto e estão contidos num artigo de Neyman e Elisoletth Scott. Eles acham que na maior parte das avaliações publicadas de sementeação de nuvem usando a raiz quadrada, logarítimos, função gama, ou transformações similares, os estimados aumentos em precipitação são maiores do que se fossem estimados pela técnica adequada.

CONCLUSÕES

O que há de novo no presente *status* de avaliações de sementeação de nuvem? Algum progresso foi feito nas últimas décadas de anos desde o primeiro experimento, ou nos anos desde a conferência de Denver em 1952. Certamente os métodos estão progredindo, e as avaliações estão se tornando mais dignas de confiança. Na realidade, a qualidade das avaliações está melhorando muito mais depressa do que à descoberta de erros nas estatísticas. Até o presente momento, irão breve ao encontro de todas estas objeções, — e mesmo aquelas que forem levantadas no futuro.

A avaliação eventualmente deve ser em termos econômicos, assim o freguês poderá saber exatamente se ele está recebendo de acordo com sua despesa. Estas avaliações requerem trabalho feito por economistas e outros para desenvolver um método de produzir o rendimento (colheita, eletricidade etc.) vindos de todos os fatores, incluindo o tempo. Até que estas estimativas sejam possíveis, os meteorologistas continuarão a avaliar os efeitos meteorológicos de sementeação de nuvem — mas eles devem considerar todos os efeitos meteorológicos, não somente o desejado, e fazer antes uma lista de todos eles.

A comparabilidade de todos os dados deve ser assegurada, e as transformações manejadas convenientemente.

Outras dificuldades com avaliações correntes, não citadas, podem também ser sobrepujadas. Então a eficácia da sementeação de nuvem será finalmente sujeita a rigorosa avaliação.

NOTAS

- 1 — Apresentado em agosto de 1959 pela Weather Modification Conference in Denver, Colorado.
- 2 — Meteorologist, Pacific Southwest Forest and Range Experiment Station, Forest Service, U. S. Dept. of Agric., Berkeley, California.
- 3 — "Cloud Seeding Results in Santa Clara County", by A. S. Dennis, Journal of Irrigation and Drainage Div., Proceedings of the ASCE. Vol. 86, N.º IR 1,º, March, 1960.

- 3 — "Seteding of Clouds in Tropical Climates", by W. E. Howell, Journal of the Irrigation and Drainage Div., Proceedings of the ASCE. Vol. 86, N.º IR 1, March, 1960.
- 4 — "Physical Evaluation of Seeding Effects II. Physical Properties of Clouds", by R. R. Braham, Journal of the Irrigation and Drainage Div., Proceedings of the OSCE. Vol. 86, N.º IR 1, March, 1960.

Variabilidade natural da tempestade, precipitação durante

Por Glenn E. Stoot (*)

SINOPSE

Desde 1949, o Illinois State Water Survey operou quatro postos, pouco afastados entre si de registros de medidas de chuvas em áreas de 1.300 km². Os registros prontamente mostraram a variabilidade durante uma estação e anual de precipitação e da tempestade do lado do ocidente sob condições naturais.

São apresentadas avaliações estatísticas de variabilidade de estação e anual queda de chuva. As análises foram feitas mostrando a

variabilidade de queda de chuva natural que pode ocorrer entre cinco áreas comparáveis para mostrar as diferenças que podem naturalmente ocorrer entre as áreas de alvo e controle. Outro estudo mostrava uma diferença de 18% na média anual de precipitação dentro de uma área urbana. Os resultados são aplicados como objetivo de medidas de chuva pelos postos pluviométricos para a avaliação dos experimentos de modificação do tempo.

INTRODUÇÃO

O objetivo da maior parte das operações de modificações do tempo é aumentar a precipitação natural. O produto final é então a umidade do solo ou salvar elementos que são vitais para qualquer economia. Os pequenos aumentos na precipitação normal são frequentemente muito benéficos. Por isso é importante que a pesquisa seja realizada para estudar o mecanismo da formação de precipitação.

É também necessário estudar a distribuição da precipitação natural na superfície da terra de maneira a determinar sua variabilidade transitória e na área, para desenvolver métodos de medir precipitação acuradamente, e fornecer dados para o engenheiro ou meteorologista usar na extensão da rede de postos meteorológicos de precipitação. O Illinois State Water Survey se engajou em estudos desta natureza desde o anúncio dos experimentos de sementeação de Langmuir-Schaefer. Este artigo descreve alguns trabalhos recentes do Water Survey e apresenta dados e resultados aplicáveis na intenção e avaliação da modificação do tempo por meios artificiais. A grande variabilidade em queda de chuva durante a estação quente de tempestade, foi evidente no princípio do estudo. Depois que os dados foram compilados durante vários anos, grandes diferenças em quantidade mensais e de estação entre estações do ano, também se tornaram aparente. Desde 1956, três das redes de postos de medida de chuva têm sido operadas continuamente para registrar a estação fria assim como a precipitação da estação quente. A quarta rede de postos de medida de chuva tem sido continuamente operada desde 1949.

A análise destes dados revelou considerável variabilidade de área na estação fria e precipitação anual.

Três destas redes de postos são localizadas no Illinois central e a quarta no sul de Illinois. A rede de Boneyard na área urbana de Champaign-Urbana consiste de dez pluviômetros registrando e dois pluviômetros não registrando em uma área de cerca de 25 km². A rede de postos Leste Central de Illinois, localizada cerca de 40 km a oeste de Champaign-Urbana, inclui cinquenta pluviômetros registrando arranjados em um padrão homogêneo sobre uma área de 1.000 km². A rede de postos Panther Creek é localizada perto de El Paso, Ill. cerca de 115 km ao noroeste de Champaign-Urbana. Consiste de nove pluviômetros registrando em uma área de 250 km² na bacia hidrográfica de Panther Creek. Centralizada em torno de West Frankfort, a rede de postos de Little Egypt no sudoeste de Illinois consiste de vinte e três pluviômetros registrando e vinte e sete não registrando, espaçados sobre uma área de 1.400 km². Todos os pluviômetros registradores são assistidos semanalmente pelo pessoal da Survey. A instalação do equipamento é feita com extremo cuidado de maneira a assegurar uma exposição adequada.

As redes de postos são localizadas em áreas relativamente planas, como indicado na Tabela I. A maior parte desta área de rede de postos está sob cultivo, exceto na área urbana onde a rede de postos Boneyard está localizada. Nenhum destes pluviômetros está localizado em regiões florestais.

uma estação e anual (*)

TEMPESTADE, PRECIPITAÇÃO MENSAL E DE ESTAÇÃO

A grande variabilidade em tempestade, precipitação mensal e de estação que podem ocorrer durante a metade mais quente do ano na rede de postos de Leste Central de Illinois é mostrado na Fig. 2. Em 15 de maio de 1958, Fig. 2 (a) a queda de chuva variava de 50 mm a menos de 12,50 mm dentro de uma distância de 5 km. A maior parte da chuva cai sobre o lado sueste da rede de postos. Na Fig. 2 (b)

a atividade de trovões causava a chuva variar de 39,25 mm a 99,00 mm. A queda de chuva maximum móvel de 20,00 mm por quilômetro foi observada no mapa no lado sueste da rede de postos. A precipitação média da rede de postos para agosto, Fig. 2 (c), foi de 17,50 mm abaixo do normal mas as quantidades mensais variavam de 137,50 mm na parte norte a menos de 5,00 mm perto do centro, aumentava novamente para o lado sul para 119,50 mm, e

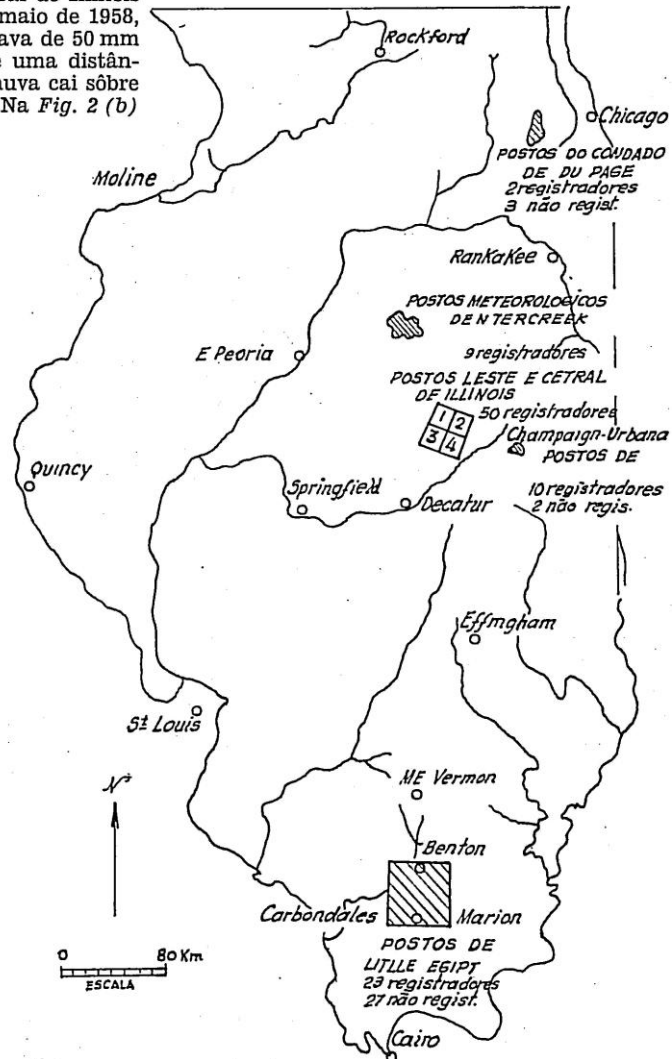


Fig. 1 — Medida da densidade de chuvas nos Postos Pluviométricos de Illinois.

ai diminuia para 25,50 mm perto do limite do lado sul. Durante a estação crescente de 1958 de maio até setembro, as quantidades variavam de 528,00 mm a 743 mm Fig. 2 (d). A queda de chuva normal na estação Weethen Bureau em Cluiton é de 476,25 mm. A maior quantidade registrada foi de 40% maior do que a medida mais baixa registrada.

durante a extremamente destruidora tempestade de gelo em 20-21 de janeiro, 1959, no Illinois central é mostrado na Fig. 3 (a). A precipitação variava de um baixo 18,00 mm a um alto de 45,00 mm. O conteúdo de água dissolvido resultante de uma pesada queda de neve de 9-10 de março de 1959, é mostrada na Fig. 3 (b). A quantidade mais baixa foi 2,25 mm enquanto que a quantidade mais alta foi 15,50 mm, e a queda de neve variava de cerca de 25,00 mm acima de 150,00 mm. A precipitação padrão durante fevereiro de 1959, é mostrada na Fig. 3 (c). Foi registrada uma diferença maximum de 29,25 mm em uma distância de 12 km. A precipitação para novembro de 1958 através fevereiro de 1959 é mostrada na Fig. 3 (d). Os valores de estação variavam consideravelmente com a distância. Uma ordem máxima de 214,00 mm a 305,75 mm, ou uma diferença de estação de 91,75 mm foi registrada em uma distância de 15 km.

TABELA I

	ALTURA E POSIÇÃO	
	MÁXIMA	MÍNIMA
East Central	790 (NW)	690 (SE)
Panter Creek	750 (E)	710 (W)
Boneyard	780 (W)	715
Litle Egypt	550 (E)	390 (S e W)

Fig. 3 ilustra a variabilidade na precipitação durante o inverno ou estação fria na rede de postos de Leste Central de Illinois. Estes mapas isohietais foram preparados de acordo com os registros de vinte e cinco estações pluviométricas em lugar de cinquenta normalmente em operação. A distribuição de precipitação

PRECIPITAÇÃO ANUAL

Desde 1956, a operação anual da densa rede de postos tem fornecido dados da variabilidade de precipitação anual. A Tabela II mostra a média anual de precipitação em cada rede de postos para cada ano de registro, as quantidades de estações mais alta e mais bai-

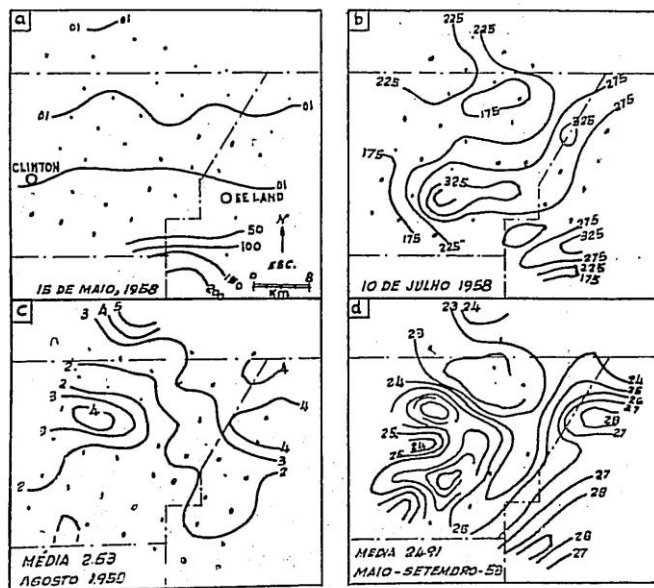


Fig. 2 — Tempestade, em padrões crescentes de precipitação de chuvas da estação.

TABELA II

ESTATÍSTICAS ANUAIS DE QUEDA DE CHUVA OBTIDAS DE DENSOS POSTOS PLUVIOMÉTRICOS

REDE DE POSTOS	Ano	Medida em km ²	Média precipitação em mm	Soma total de medições em mm	% acima da média (a)	Montante do mais baixo em mm	% abaixo da média (a)	Montante da diferença entre mais baixo e mais alto em mm	Distância entre o mais alto e o mais baixo em km	Máximo ponto a ponto da diferença em mm/km
Central Leste .	1958	414,0 (b)	855,00	1.028,75	20	773,75	10	255,00	8,800	50.50
Central Leste .	1957	385,9 (b)	998,75	1.166,67	17	840,00	16	326,75	12,000	73.50
Boneyard	1958	3,25	860,25	999,56	16	750,25	13	244,75	4,800	207.00
Boneyard	1957	3,88	977,75	1.088,00	11	875,25	22	212,51	7,200	180.00
Little Egypt ..	1958	279,00	1.126,25	1.359,50	21	985,00	13	345,50	35,400	81.50
Panther Creek	1958	274,00	727,75	951,50	31	601,25	17	350,25	13,600	103.00
Panther Creek	1957	274,00	895,50	1.081,50	21	820,75	8	250,75	6,400	120.50
Panther Creek	1956	274,00	483,25	429,75	30	373,00	23	256,75	6,400	58.25

Valor Alto ou Baixo — Média

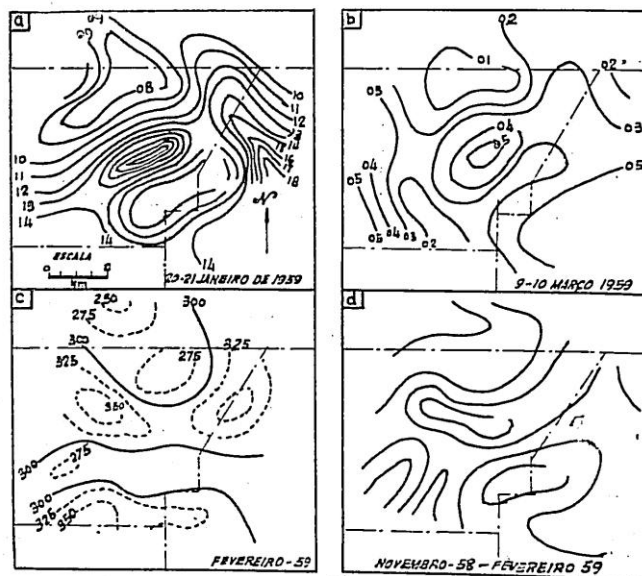
(a) — $\frac{\text{Valor Alto ou Baixo} - \text{Média}}{\text{Média}} = \% \text{ da Média}$ (b) — Distribuição das Medidas da estação fria.

xas, percentagem média, diferença, e distância entre a quantidade mais alta e mais baixa e o máximo ponto e diferença em milímetros por quilômetros. A diferença máxima de 200 mm por quilômetro foi observada na pequena rede de postos Boneyard em 1958, enquanto que três redes maiores de postos tiveram diferenças máximas de 50,00 a 125,00 mm por quilômetro durante 1956-1958.

VARIABILIDADE ANUAL DE PRECIPITAÇÃO

A Fig. 4 mostra o padrão de precipitação anual para a central de Illinois em 1958, baseado em dados de três densas redes de postos e nos dados de vinte e oito estações climatológicas do U. S. Weather Bureau (USWB). São evidentes maiores detalhes nas regiões

Fig. 3 — Tempestade e padrões de precipitação mensal da metade do inverno.

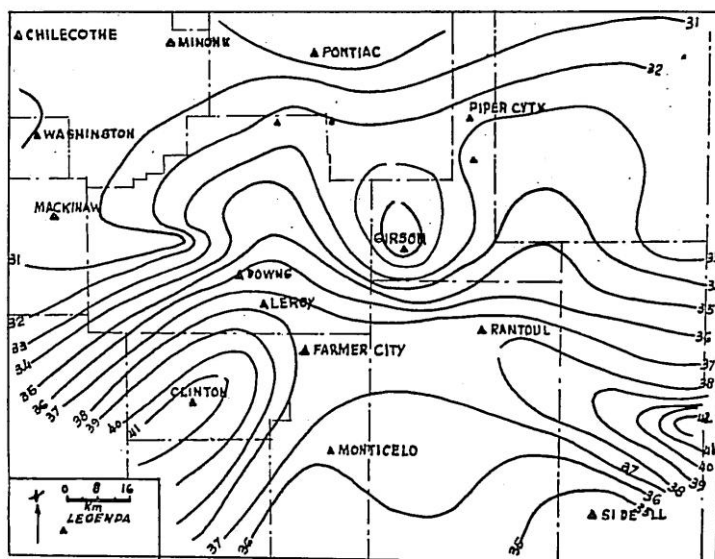


de densa rede de postos. A precipitação é de 800,00 a 975,00 mm na área de Champaign-Urbana, e de 775 a 1.025 mm na área dentro das cinquenta medidas das redes pluviométricas da Central Leste de Illinois, localizada a oeste de Champaign-Urbana. Na rede de postos de Panther Creek, os valores são de 625 a 950 mm.

O padrão de precipitação para 1958, baseado somente nos dados das estações climatológicas do Weather Bureau, é mostrado na Fig. 5. Estes andamentos da precipitação evidente na Fig. 4 são eliminados, embora exista ainda uma considerável variabilidade presente. Registros climatológicos a longo termo indicam que a média anual de precipitação nesta região aumenta de 850,00 mm no norte a 925,00 mm no sul.

tos, de 26 k². A precipitação mais pesada na parte central da área de Champaign-Urbana pode ser devida a efeitos urbanos. Embora a causa exata não seja conhecida, a quantidade maior de precipitação podia ser atribuída a vários fatores. Turbulência aumentada do aquecimento local, maior mistura mecânica do ar, e uma maior concentração de condensação de núcleos em acréscimo ao aumentado vapor de água vindo de processos de combustão pode ter influenciado na produção de mais de 18% de queda de chuva sobre a seção central da área urbana. É também concebível que a medida de chuva numa área urbana possa colher maior precipitação devido a proteção dos edifícios vizinhos. Isto é, a proteção podia reduzir o vento e limitar a turbulência na vizinhança das medidas, assim eles coletavam uma

Fig. 4 — 1958. Padrão de precipitação baseado sobre os dados de um denso trabalho de postos do Water Survey e dados climatológicos do USWB.



A VARIABILIDADE ANUAL EM PEQUENA ESCALA

As variações dentro de curtas distâncias, como os exibidos nos padrões de precipitação para 1957, devem ser considerados como tendo um efeito pequeno na média anual do padrão de precipitação. No entretanto, os 10 anos de distribuição média de precipitação na rede de postos Boneyard (Fig. 6) indicam um outro resultado⁽²⁾. Valores médios variam de 750,00 a 875,00 mm dentro desta rede de pos-

maior quantidade de precipitação do que seria possível em um local aberto, onde não existia um obstáculo à ação do vento por muitos quilômetros.

H. E. Landsberg comparou⁽³⁾ a precipitação registrada por um pluviômetro localizado em um escritório de cidades com um aeroporto de Tulsa (Okla). Ele encontrou aproximadamente 8% mais de precipitação no escritório da cidade do que no da estação do aeroporto. Quantos estudos ou referências comprovam estes dados. Acredita que a nuclea-

ção e turbulência contribuem para o aumento mas sua influência no processo de precipitação varia dependendo de diferentes situações sinóticas.

centro da rede de postos da Central Leste de Illinois e o centro da rede de Panther Creek era aproximadamente de 88 km, foi decidido usar ambas as relações de dados de maneira

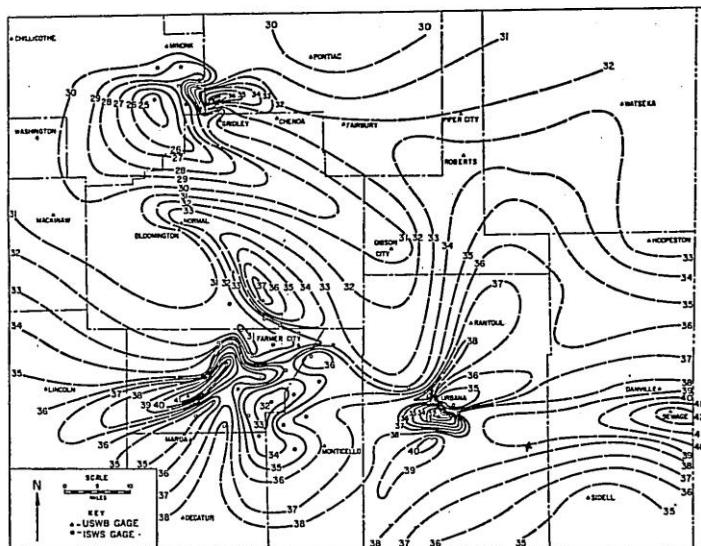


Fig. 5 — 1958. Padrão de precipitação baseado em dados do USWB.

Bergeron relata (4) que se encontra queda de chuva mais pesada nas regiões florestais da Suécia do que nas áreas de prado. Sugeriu que o aumento de umidade vindo da evapotranspiração e efeitos friccionais são fatores para produzir uma maior precipitação nas áreas arborizadas.

A maior diferença encontrada no estudo da Champaign-Urbana pode também ser em parte devida a densa rede de postos já que extremos valores são mais fáceis para observar com maior densidade de postos.

Em consequência disso, quando alguém está procurando pequenas diferenças na precipitação, deve ter cuidado na seleção de dados anteriores ou no estabelecimento de novas estações de observação.

CONTRÔLE VERSUS ALVO DE PRECIPITAÇÃO

De maneira a determinar a variabilidade natural em precipitação entre as áreas de controle e alvo, a rede de postos da Central Leste de Illinois foi subdividida em quatro áreas de 250 km² cada. Somente os dados de anos recentes foram usados já que a distribuição de medidas variava um pouco de um ano a outro antes de 1956. Já que a distância entre o

a separar a área de alvo das condições naturais, poder-se-ia desejar também separar as duas áreas com tal distância.

A Tabela III mostra a estação quente de queda de chuva, de maio até setembro, para cada uma das áreas de 250 km² por 3 anos. Podiam ser feitas numerosas comparações. Por exemplo, a rede de postos de Panther Creek foi comparada com a área n.º 1 dos dados da Central Leste de Illinois, já que estas áreas são aproximadamente 72 km de distância. A diferença máxima de 139,755 mm foi registrada em 1956. Em outros anos, foram registradas as diferenças de 81,50 mm e 67,50 mm.

Se somente as quatro áreas subdivididas da rede de postos da Central Leste de Illinois estão sendo consideradas, o máximo entre estas áreas era de 21,25 mm ou 8% em 1956, 49,50 mm ou 18% em 1957, e 89,00 mm ou 16% em 1958. A média entre áreas de 258 km² nestes 3 anos era de 7%.

As partidas em precipitação entre as áreas subdivididas e Panther Creek da média de precipitação para a inteira rede de postos da Central Leste de Illinois para cada área são mostrados na Tabela IV. A diferença de porcentagem entre a média de queda de chuva de 1.040 km² e as áreas individuais de média de 258 km² foi constatada com uma diferença de 30% durante a estação quente.

TABELA III
DE MAIO ATÉ SETEMBRO PRECIPITAÇÃO MÉDIA EM mm

ANO	PANTHER CREEK	CENTRAL LESTE DE ILLINOIS				
		N.º 1	N.º 2	N.º 3	N.º 4	RÉDE DE POSTOS
1956	283.75	423.50	392.25	403.25	400.00	404.75
1957	358.00	439.50	456.75	455.75	387.25	434.75
1958	498.50	566.00	631.75	634.75	655.00	622.00

TABELA IV
PARTIDAS DA ESTAÇÃO QUENTE VINDAS DAS MÉDIAS DA RÉDE DE POSTOS DA CENTRAL LESTE DE ILLINOIS

ÁREA	1956		1957		1958	
	mm	%	mm	%	mm	%
N.º 1	19.05	5	4.82	1	56.89	9
N.º 2	12.70	3	22.35	5	9.90	2
N.º 3	11.02	0	21.33	5	12.95	2
N.º 4	4.82	1	48.26	11	33.52	5
Panther Creek	122.93	30	77.97	18	125.47	20

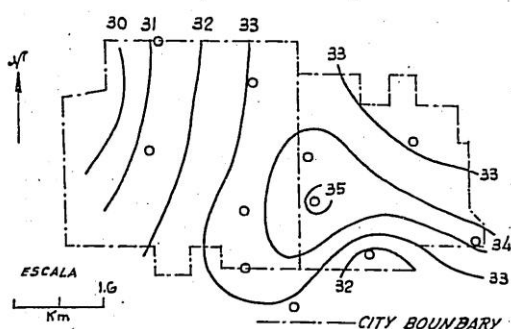


Fig. 6 — Média anual de precipitação para Champaign-Urbana.

Dentro da área de 1.040 km² da rede de postos da Central Leste de Illinois a diferença máxima entre uma pequena área quando comparada com a área total era de 11%.

A PRECIPITAÇÃO ANUAL

A Tabela V mostra a precipitação anual para as cinco áreas de 258 km². A diferença máxima entre áreas era de 259,75 mm. Com-

parando-se a queda de chuva de Panther Creek com a área N.º 1 são encontradas respectivamente diferenças de 82.75 mm e 15.25 mm ou 9% e 22%.

Avaliando a precipitação anual para as quatro áreas subdivididas da rede de postos da Central Leste de Illinois, foi constatado que a ordem máxima entre áreas era de 144,75 mm ou 16% em 1957 e 109,50 mm ou 13% em 1958. A ordem média entre as áreas 250 km² nestes 2 anos era de 8%.

As partidas da média de precipitação anual para a rede de postos da Central Leste de Illinois para cada área é mostrada na Tabela VI. As diferenças de porcentagem são aproximadamente as mesmas das durante a estação quente.

Por isto, é aparente que diferenças substanciais podem ocorrer na precipitação de estação e anual sobre uma área de 258 km² sob condições naturais. No projeto e avaliação de experimentos de modificação do tempo no meio oeste, a variabilidade natural em precipitação deve ser investigada antes que as mudanças induzidas pelos experimentadores possam ser avaliadas.

RELAÇÕES DE QUEDA DE CHUVA
EM PEQUENAS ÁREAS

F. A. Huff e J. C. Neill estudaram (5) detalhadamente as relações de queda de chuva nas áreas pequenas em Illinois, utilizando os dados das rédes de postos da Water Survey entre 1948 e 1955. Seu relatório apresenta os resultados de estudos sobre: a relativa variabilidade de tempestade e queda de chuva mensal sobre pequenas áreas a distribuição média de ponto e de área de quantidades de queda de chuva em precipitação do tipo chuveiro; relações de profundidade de área em pequenas bacias hidrográficas; a variação do ponto de queda de chuva com distância; a área representativa da queda de chuva ponto na medição de média da área de queda de chuva em uma tempestade; bases semanais e mensais; o efeito combinado da extensão de tempestade, área e número de medidas de chuva na exatidão das estimativas de queda de chuva média de tempestade; relações durante períodos de excessiva queda de chuva sobre uma bacia de 258 km² a relação entre frequências de área e pontos médios de queda de chuva; e variações micrometeorológicas em chuva de tempestade. Seus resultados são aplicáveis no meio oeste e em outras áreas de clima similar, processos de formação de precipitação e topografia. Seria impossível resumir os resultados destes estudos neste artigo. O leitor

tem uma referência dos documentos originais para detalhes e para a aplicação destes dados para problemas meteorológicos e de engenharia.

Vários destes estudos são aplicáveis no designo e avaliação de programas de modificação de precipitação.

CONCLUSÕES

Densas rédes de postos pluviométricos com condições de exposições similares são necessárias para obter medições de precipitação seguras devido a relativamente grande variabilidade em tempo e espaço. Algumas vezes, a variabilidade natural da queda de chuva entre rédes de postos na mesma região é o bastante grande para que os resultados de esforços para aumentar precipitação possa ser disfarçado ou falsamente exaltado.

Baseado em dados limitados, a diferença máxima em queda de chuva durante a estação quente entre as hipotéticas áreas de controle e alvo foi constatada ser tão alta da ordem de 30%.

A diferença média era de 7%. Em uma base anual a diferença máxima em queda de chuva entre as hipotéticas áreas de controle foi de 23% e a diferença média de 8%.

As diferenças máximas registradas em precipitação anual observada nas várias rédes de postos eram de ordem de 26,25 a 200,00 mm por quilômetro.

TABELA V

PRECIPITAÇÃO ANUAL, EM mm

ANO	PANTHER CREEK	LESTE CENTRAL DE ILLINOS				
		N.º 1	N.º 2	N.º 3	N.º 4	TOTAL RÉDE DE POSTOS
1957	879.25	962.00	1.010.50	1.059.75	910.00	984.25
1958	692.25	842.50	896.75	952.00	906.25	899.50

Um estudo de 10 anos de registros de precipitação de pluviômetros localizados por toda Champaign-Urbana indica que a precipitação média anual sobre a parte central destas cidades é 125 mm maior do que a precipitação registrada na extremidade ocidental da comunidade. Os efeitos urbanos no processo de queda de chuva são considerados responsáveis por parte desta diferença.

RECONHECIMENTO

Os agradecimentos são devidos a numerosos membros da Seção Meteorológica que coletaram e compilaram a massa dos dados usados. Agradecimento especial é devido a William C. Achermann, Chief, por suas úteis sugestões e orientação e a Floyd A. Nuff pela sua revisão deste manuscrito.

TABELA VI

PARTIDA ANUAL VINDA DAS MÉDIAS DA REDE DE POSTOS DA CENTRAL LESTE DE ILLINOIS

ÁREA	1957		1958	
	mm	%	mm	%
N.º 1	22.60	2	27.91	6
N.º 2	26.67	3	2.79	0
N.º 3	71.62	7	53.34	5
N.º 4	75.43	8	6.85	1
Panther Creek	106.68	11	210.56	23

NOTAS

- * — Apresentado em agosto de 1959 pela Weather Modification Conference in Denver, Colorado.
- 1 — Head, Meteorology Section, Illinois State Water Survey, Urbana, Illinois.
- 2 — "Summary of Weather Conditions at Champaign-Urbana, Illinois", by S. A. Chamgnon unpublished, Illinois State Water Survey, Urbana, Ill., 1959.
- 3 — "The Climate of Towns", *Mau's Role in Changing the Face of the Earth*, by H. E. Landsberg, University of Chicago Press, Chicago, Illinois, 1956, pp. 584-603.
- 4 — "Lecture on Precipitation, as presented at a Seminar at the University of Illinois", by Tor Bergeron, Urbana, Ill., June 16, 1959.
- 5 — Rainfall Relations on Small Aereas in Illinois", by F. A. Huff and J. C. Neill, Bull. 44 Illinois State Water Survey, Urbana, Ill., 1954.

Um programa de modificação do tempo para o futuro (*)

Por *Howard T. Orville* (1)

SINOPSE

Descreve-se no presente "status" modificações do tempo e são sugeridos processos nos presentes métodos. São incluídas reco-

mendações para pesquisa que supriria as do (Advisory Committee on Weather Control) Comissão Executiva do Contrôlo do Tempo.

INTRODUÇÃO

A partir de 1947, os experimentos em modificação do tempo têm sido levados a efeito por todos os Estados Unidos, Canadá, México, e mais de quarenta outras nações através do mundo. Estes experimentos foram designados para dissipar nuvens, aumentar a precipitação, impedir granizo ou relâmpagos e dispersar a névoa dos aeroportos. A maior parte destes experimentos seguem as técnicas originadas e desenvolvidas por Vincent J. Schaefer (2), Irving Langmuir (3) e Bernard Vonnegut (4).

Tor Bergeron (5) preparou o terreno de trabalho para os atuais experimentos na modificação do tempo com a teoria que ele propôs em 1933, que a chuva em quantidades apreciáveis pode somente ser liberada por cristais de gelo formados dentro ou transportados através de nuvens de água subesfriada. Vários anos depois W. Findeisen (6) acrescentou uma prova à teoria de Bergeron ao mostrar que a coexistência de cristais de gelo e gotículas de água subesfriadas nas corretas quantidades é uma condição necessária para o começo do processo de precipitação, e ele acentuava o papel importante da sublimação.

Schaefer (2) e Langmuir (3) demonstraram o papel dos cristais de gelo no processo de precipitação quando em novembro de 1946, Schaefer deixou cair dióxido de carbono (gelo seco) em uma nuvem superesfriada sobre o oeste de Massachusetts. Logo após este vôo histórico Vonnegut (4) descobriu que os cristais de iodeto de prata são mais eficientes do que os núcleos naturais e podem ser dispersados por geradores terrestres — um importante aspecto econômico.

Outros agentes de nucleação tais como o sulfeto de cobre, kaolinita (um tipo de argila), água, e, recentemente carvão negro, tem sido usado para experimentos de modificação do tempo.

O objetivo deste artigo é salientar brevemente o presente "status" da modificação do tempo, para sugerir melhoramentos nos presentes métodos, e então sugerir um futuro programa de pesquisa que poderia suprir as recomendações do Advisory Committee on Weather Control.

Lei Pública 85-510. — Em julho de 1958 o Congresso aprovou o "Senate Bill S-86", e o Presidente Eisenhower transforma esta em lei. Lei Pública 85-510 transfere as atividades do Advisory Committee para a National Science Foundation. Um Programa de Ciências Atmosféricas foi estabelecido sob a direção de Earl G. Droessler. Concessões totalizando US\$ 1,380,000 foram feitas em março de 1959, e o orçamento da National Science Foundation para o ano fiscal de 1960 requereu fundos na quantidade de US\$ 2,000,000 para experimentos de modificação do tempo. Espera-se que a National Science Foundation continuará a expandir este programa pelo menos de US\$ 10,000,000 nos próximos anos.

Esfôrço de Pesquisa Corrente — Existem talvez uma dúzia de projetos de sementeação de nuvem de especial interesse. Alguns são:

- 1 — O projeto Santa Bárbara. Este é um projeto bem designado proposto pela (Advisory Committee on Weather Control) Comissão Executiva de Contrôlo do Tempo.
- 2 — "Projeto Skyfire" — continuação dos experimentos para impedir relâmpagos nas florestas do oeste.
- 3 — Instituto de Físicas Atmosféricas, Universidade de Arizona (7). Um projeto de sementeação de cúmulos orográficos tempo de verão com alguns resultados interessantes.

- 4 — Pesquisa de vôo e laboratório sobre efeitos de sementeação de nuvem pela Universidade de Chicago.
- 5 — Pesquisa sobre o papel da eletricidade atmosférica no processo de precipitação por Vonnegut e Moore⁽⁸⁾ e Paul B. Mac Cready⁽⁹⁾, dois projetos separados.
- 6 — Projeto de Furacão Weather Bureau. Uma das fases deste projeto é semear furacões. R. R. Braham Jr.⁽¹⁰⁾ relatou esta fase. Este é o único projeto que pode eventualmente envolver sementeação maciça em larga escala.
- 7 — Experimentos comerciais de supressão de granizo no West Virginia, Nebraska, Colorado, Canadá e Califórnia.
- 8 — Experimentos de carvão negro pela Marinha dos Estados Unidos⁽¹¹⁾. Estes experimentos estão sendo levados a efeito nos Bahamas e Puerto Rico com resultados satisfatórios.
- 9 — Continuação dos experimentos para avaliar a teoria de poeira meteórica de Bowen.
- 10 — Projeto Army Signal Corps para dissipar nuvens estratos subesfriadas.
- 11 — Em países estrangeiros — Austrália — Suíça — França — Itália — projetos de supressão de granizo e aumento de precipitação.

Os projetos precedentes podem parecer bem compreensivos, mas na realidade o esforço total é diminuto, quando se considera a grande importância das implicações econômicas e militares da modificação do tempo. No valor do dólar o esforço total é provavelmente menor do que dois milhões de dólares.

Recomendações da Comissão Executiva. — A Comissão Executiva de Contrôlo do Tempo (Advisory Committee ou Weather Control) recomendou que fossem dados os maiores estímulos para a mais competente pesquisa na meteorologia e campos relacionados com a

meteorologia, que poderiam levar a compreensão de processos atmosféricos. A Comissão recomendou um largo programa de pesquisa que incluía:

- 1 — O efeito de distúrbios solares no tempo.
- 2 — Os fatores que controlam circulação global e os que governam a genesis e os movimentos de tempestades em larga escala.
- 3 — Os processos que governam a formação de chuva e de neve.
- 4 — O processo de eletrificação em nuvens e seu papel no processo de precipitação.
- 5 — As fontes naturais de condensação e núcleos de formação de gelo e sua função.

Uma revisão casual deste programa mostrou que o presente esforço de pesquisa anulou de leve a superfície. Muitos novos projetos devem ser patrocinados pelo governo. Um apóio adequado é essencial para a continuidade e estabilidade de projetos a longo termo. Um longo termo significa de 10 a 15 anos de contínuas pesquisas de dedicadas equipes científicas compostas de meteorologistas, físicos, químicos, matemáticos, e outros cientistas.

Homens talentosos com projetos específicos deveriam ser selecionados e deveria ter completa liberdade de ação para a escolha de seus métodos e metas. A partir do momento em que estas equipes são formadas todos os encorajamentos devem ser dados para continuidades e segurança até que as metas sejam realizadas. Nada desola e frustra mais do que ter de sustar um programa por falta de recursos. Desde o momento que a equipe original tem de abandonar seu esforço é extremamente difícil reorganizá-la. Organizá-la novamente custará recursos e tempo.

PROGRAMA FUTURO DE PESQUISA

Com estes princípios no pensamento, vários projetos são sugeridos como parte de um programa de pesquisa para o futuro.

Aperfeiçoar as Presentes Técnicas e Equipamentos. — O presente equipamento usado nos experimentos de modificação do tempo podia ser aperfeiçoado. O equipamento para a dispersão de iodeto de prata necessita ser padronizado e calibrado. Os atuais métodos de verificação da produção do gerador são bastante imperfeitos. São urgentemente necessários novos tipos aperfeiçoados de geradores.

Contadores de núcleos modernos são necessários para contar os núcleos que ficam para atrás assim como amostras de ar após o semeio. Um novo tipo de contador aperfeiçoado por Eugene Bollay parece bem encorajado e promete tornar-se padrão de equipamento de observação.

Novos tipos de vaporizadores são urgentemente requeridos para dispersar sulfeto de cobre, partículas de sal microscópicas, carvão negro, e outros agentes usados nos experimentos de sementeação.

Deveriam ser aperfeiçoados, o mais breve possível, geradores mais eficientes de um modelo inteiramente novo para o uso em aeroplanos, grandes, balões, foguetes, e mísseis teleguiados.

Novos métodos mais efetivos deveriam ser desenvolvidos para permitir acompanhar a fumaça de iodeto de prata do gerador terrestre até a nuvem alvo. Verificação de rotina de pluma e concentração de núcleos poderiam ser possíveis graças ao aperfeiçoamento de novos instrumentos que não estão na lista de projeto atualmente.

O aperfeiçoamento da instrumentação e equipamento pode melhorar muito a eficiência dos técnicos atuais de sementeação de nuvem de 100% ou pelo menos de 1,000%. Isto é uma estimativa pessoal do autor de quão imperfeitos são alguns dos atuais equipamentos experimentais. Sem dados significativos e precisos estaremos trabalhando no escuro. Sem

olhar se os experimentos de sementeação de nuvem em larga ou pequena escala são levados a efeito, a falta de dados seguros de observação somente traz confusão e incerteza para as descobertas que estão sendo relatadas, prolongando desnecessariamente o dia no qual poderemos conhecer ou compreender:

- a* — processos atmosféricos;
- b* — o que acontece quando semeamos uma nuvem;
- c* — porque um fracassa e o outro é bem sucedido;
- d* — quando semear e quando não semear;
- e* — quando podem ser determinadas as completas capacidades e limitações das presentes técnicas de modificação do tempo.

Experimentos de Sementeação em Larga Escala. — A modificação dos padrões do tempo em larga escala é de um tão grande potencial econômico e militar que uma intensa pesquisa deveria ser iniciada numa data muito próxima. R. D. Elliott (¹) sugeriu que sejam repetidos os experimentos de sementeação periódicos de Langmuir no Novo México em 1951 (¹³). Outros, incluindo Elliott, sugeriram que fossem iniciadas uma sementeação intensiva de áreas ciclogênicas e zonas frontais de onda longa (onde Rossley) no lado do oeste. J. Namais (¹⁴) sugeriu que estes pontos "fracos", se semeados, podiam produzir efeitos em larga escala nos padrões de maior circulação.

Nosso limitado conhecimento dos processos atmosféricos sugere que qualquer pesquisa em padrões de tempo em larga escala podem ser começados em uma escala muito modesta, ser planejado para períodos de 5 e 10 anos e ser expandido somente após termos ganho bastante experiência. Eventualmente a área experimental poderia cobrir uma grande porção do Hemisfério Norte. H. Wexler (¹⁵) salientou os perigos de experimentos em larga escala sem controle. Ele ofereceu um plano praticável para fundir o gelo do ártico com

bombas atômicas "limpas", mas êle preveniu que os resultados poderiam ser desastrosos.

Experimentos Exploratórios Contínuos sobre Furacões Braham que está participando no Projeto de Furacão do Weather Bureau fez recentemente um relatório ⁽¹⁰⁾ de que durante a estação de furacões de 1958, experimentos de sementeação exploratórios foram tentados em quatro furacões. A sementeação foi levada a efeito em uma das tempestades. Enquanto que nenhuma consequência imediata da sementeação foi encontrada, o relatório fornece valiosa informação sobre a finalidade do problema e como estão sendo estudados todos os aspectos da sementeação de furacões.

Espera-se que o Programa de Pesquisa do Furacão do Weather Bureau será ampliado e será se necessário continuado de 10 a 15 anos até aprendermos como desvia-los ao descobri-los aproximando-se de áreas populosas ou dissipa-los sobre o mar.

Experimentos de Modificação do Tempo na Região Montanhosa do Oeste. — Baseado nas descobertas do A. C. W. C. (Advisory Committee ou Weather Control) existe uma forte justificação para levar a efeito experimentos de sementeação de nuvem em todos os estados que têm altas montanhas. Vários membros da Comissão e outros meteorologistas experimentados em modificação do tempo sustentam a opinião de que a sementeação para aumentar a carga de neve poderia ser bem sucedido em Washington, Oregam e Califórnia (10% a 15% aumento médio). Um projeto tão longo que cobre vários estados, deveria ser patrocinado pelo Governo Federal, e deveria ser sustentado e coordenado pela N. S. F. (National Science Foundation). Este programa poderia ser levado a efeito melhor pelas universidades, indústrias e outras instituições que tem pessoal científico qualificado e facilidades.

A direção para êste programa poderia ser encontrada nos relatórios do Projeto Santa Bárbara no Instituto de Físicas Atmosféricas na Universidade de Arizona e na Universidade de Chicago.

Projetos nos Estados de Pradaria. — Possível alívio de condições futuras de sêca pode ser praticável se experimentos cuidadosamente controlados similares a êstes previamente citados forem estabelecidos no Texas, em Oaktas, Nebraska, Iowa, Kansas e Oklahoma. Aeroplanos, balões, ou foguetes de tempo deveriam ser usados extensivamente nestes projetos para suprir geradores terrestres.

Deveria ser desenvolvida por uma ou mais equipes uma proposta compreensiva cuidadosamente planejada para experimentos de sementeação nesta área.

Pesquisa Subtropical na Flórida e na Região do Golfo. — Um ampliado "Projeto SEABREEZE" deveria ser estabelecido ao longo do Golfo do México e a costa este da Flórida. O projeto Seabreeze ⁽¹⁶⁾ foi estabelecido pelo A. C. (Advisory Committee) para estudar coalescência de processos de precipitação e o efeito de iodeto de prata no aumento da queda de chuva ao longo da costa da Flórida. Mais pesquisas destes tipos são necessárias para uma melhor compreensão do processo de coalescência de precipitação. Isto deveria ser um projeto contínuo se extendendo por vários anos e não somente durante uma estação como as levada a efeito pela Comissão Executiva (Advisory Committee).

PESQUISA DE INSTRUMENTOS PARA O FUTURO

Nos novos instrumentos desetinados a desempenhar uma parte importante na futura pesquisa de projetos da modificação do tempo, estão os satélites da terra, balões de alto nível, radar aero e terrestre, televisão, foguetes do tempo, câmeras de pesquisa de alta velocidade, e teleguiados do tempo.

A função de cada um destes instrumentos é incerta atualmente (1959), e terá de ser determinada quando as aplicações práticas forem desenvolvidas nos próximos anos. Satélites da terra em combinação com radar, televisão, e outros novos equipamentos estarão aptos a guardar uma constante vigilância da

cobertura da nuvem, tempestades associadas, e outros fenômenos meteorológicos por longos períodos de tempo. Quando esta informação for coordenada com especial radar de superfície e rede de postos de televisão, assim como os relatórios recebidos de um aeroplano de reconhecimento supersônico e balões de nível constante, nos desenvolveremos uma rede de postos de observação que permitirá um exame detalhado de todos os fenômenos do tempo. Isto, por sua vez, permitirá observações contínuas do efeito de sementeação de nuvem ou outros meios artificiais para modificar o tempo.

Estes instrumentos de pesquisa são dispendiosos. Para que eles possam ser usados com grande vantagem o orçamento nacional para experimentos de modificação do tempo atingirá certamente uma cifra de pelo menos US\$ 20,000,00.

Este artigo não tem o objetivo de sugerir o uso detalhado dos instrumentos de pesquisa futura acima citados, mas acredita-se que qualquer pessoa pode facilmente pensar em um grande número de usos que deles podem ser feitos para os seis projetos previamente descritos. Eles todos são instrumentos de programa de pesquisa do futuro.

SUMÁRIO

Um programa de pesquisa de modificação do tempo como o que descrevemos previamente deveria:

a — melhorar as presentes técnicas de sementeação de nuvem;

b — aumentar nossa compreensão sobre o processo de precipitação;

c — aumentar substancialmente a carga de neve nas regiões montanhosas do oeste;

d — fornecer água adicional para os Estados de Pradaria e eventualmente aliviar as condições de seca;

e — estabelecer critério para dizer quando semear ou não semear;

f — evitar ou reduzir acasos de grama, relâmpagos e tornados;

g — desenvolver métodos para a supressão ou desvio de furacões destrutivos.

NOTAS

- * — Apresentado em agosto de 1959 — Conferência sobre a Modificação do tempo em Denver — Colorado.
- 1 — Vice-presidente, Beckman & Whitley, San Carlo, Califórnia.
- 2 — "The Production of Ice Crystals in Cloud of Super cooled Water Droplets", by Vincent J. Schaefer, Science, 104, Nov. 1946 pp. 457-459.
- 3 — Final Report Project CIRRUS, by Irving Langmuir Maio 1953.
- 4 — "Experiments with Silver Iodide Smokes in Natural Atmosphere" by Bernard Vonnegut, American Meteorological Society, Bulletin, 31 (5) May 1950, pp. 151-157, 10 figs., 9 refs.
- 5 — "Physik der Wolken", by W. Peppeler, w. Findeisen and Tor Bergeron, (Cloud physics), Berlin 1937, 25 outline of proposed book.
- 6 — "Selected Papers on the Physics of Condensation and Precipitation", by W. Findeisen, 3 papers translated from the original Germany, by A.R. Stickley, 1939, 20 p.
- 7 — Proceedings of the Seventh Weather Radar Conference, by Louis J. Battan, Miami, Fla., Nov, 1958.
- 8 — "Observation of Thunderstorms in New Mexico" by Vonnegut, Bernard, and Moore, 15 June 1959. Rept to Naval Research, Aeronautics and National Science Foundation.
- 9 — "Lightning Mechanism and Its Relation to National and Artificial Freezing Nuclei", by Paul B. Mac Cready, Wentworth Conference, Mau 1959.
- 10 — "An Exploratory Experiment in Hurricane Seeding" by R.R. Braham, Jr., D6-1 to D6-8, Technical Conference on Hurricanes, American Meteorological Society, Miami Beach, Fla. Nov., 19-22, 1958.
- 11 — "Preliminary Experiments Using Carbon Black for Cloud Modification and Formation" by F. W. Van Straten, R. E. Ruskin, J. E. Dinger and H. J. Mastenbrook, NRL Report 5235. VS Naval Research Laboratory Oct 28, 1958.
- 12 — Preliminary Statement on Drought Suppression (manuscript), Proposal submitted to Advisory Committee on Weather Control by R. D. Elliott, July, 1954.
- 13 — "A Critique of the Design of Experiments on Cloud Seeding and Statistical Methods for the evaluation", by Irving Langmuir, General Electric Research Laboratory, Schenectady, Rep. 55-RL-1263, July 1955, p. 125-168.
- 14 — "Synoptic and Planetary — Scale Phenomena Leading to the Formation and Recurrence of Precipitation", by J. Namais, Woods Hole Conference, June 1959.
- 15 — "Modifying Weather on a Large Scale", by H. Wexler, Science Vol 128, Oct 31, 1958.
- 16 — Final Report of the Advisory Committee on Weather Control, Vols. I and II, Dec., 1957 Government Printing Office.

O PROJETO DE SANTA

Por *Robin R. Reynolds* (1) *M. Asce*

SINOPSE

O Estado da Califórnia organizou um gigantesco projeto chamado Califórnia Water Plan, designado para garantir o fornecimento de água para usos diversos nos próximos anos. Para determinar possíveis efeitos de modificação do tempo neste plano, um grande ex-

perimento foi estabelecido envolvendo uma cuidadosa sementeação de nuvem controlado e avaliação dos resultados. Três anos de dados foram até agora avaliados mas outros complementares serão necessários para resultados conclusivos.

INTRODUÇÃO

Um dos maiores empreendimentos da sessão legislativa da Califórnia de 1959 foi a aprovação de um programa gigante de abastecimento de água. O Governador Edmund G. Brown assinou uma mensagem submetendo a votos o programa para sua aprovação em novembro de 1960. Com a aprovação a execução do projeto de água na Califórnia será assegurada nos próximos anos por US\$ 1,750,000,000 em obrigações e por uma grande parte dos benefícios do titeland-oil do Estado.

Esta ação da Legislatura é o coroamento de quase 15 anos de estudo e investigação e a despesa com fundos que provavelmente alcançaria a casa de US\$ 10,000,000. O compreensivo programa de construção inclui muitas formas e projetos, um dos mais notáveis é um aqueduto, o maior até então construído, para bombear e transportar fornecimentos de água de Sacramento-San Joaquin Delta na parte norte do estado para as vastas áreas agrícolas, metropolitanas e urbanas até o sul de San Diego.

Durante os muitos anos da formulação deste grande plano de engenharia, foram estudados todos os aspectos do fornecimento de água da Califórnia, presente e futuro abastecimento de água. Uma importante fase da investigação coordenada forneceu uma resposta afirmativa à questão, "tem o Estado fornecimentos de água que possam ser desenvolvidos numa quantidade adequada para ir ao encontro do estimado abastecimento de água?" Outra fase da investigação resultou na seleção de trabalhos de física, entre os quais

inúmeras possibilidades, que poderiam ser construídas para fornecer água para ir ao encontro dos abastecimentos de água do Estado. Este plano de engenharia, que foi também adotado pela recente legislatura, é chamado o Plano de Água da Califórnia (The California Water Plan). Aprovado por votação em novembro de 1960, fornecerá o financiamento para construir os maiores componentes que fazem a armação deste plano e sobre o qual outros futuros projetos de água podem ser progressivamente construídos.

Nas primeiras fases da investigação, foram dados a consideração e estudo todas as fontes de água presentemente e potencialmente utilizáveis incluindo água de superfície, sua regularização natural e artificial; água do subsolo, usada como uma fonte separada e em coordenação com fornecimento de água de superfície; a conversão de águas salinas e salobra; e possíveis aumentos no fornecimento de água que poderia resultar de operações de modificação do tempo.

ESTUDOS DE MODIFICAÇÃO DE TEMPO NA CALIFÓRNIA

Foi, sem dúvida, uma coincidência que as recentes descobertas e experimentos de modificação do tempo fossem levadas a efeito ao mesmo tempo que as investigações de fontes de água da Califórnia. Esta coincidência entretanto, focalizou a atenção na modificação do tempo e possibilitou que os estudos des-

BÁRBARA

tas técnicas fossem incluídas nesta investigação. No princípio de 1950, o State Water Resources Board solicitou que o pessoal do departamento fizesse um estudo sobre as "obrigações envolvidas na criação da queda de chuva artificial, e os poderes do Estado para regular a mesma". Este relatório foi preparado e apresentado ao Conselho Administrativo em agosto de 1950.

No ano seguinte, 1951, a legislação da Califórnia autorizou e forneceu fundos para investigação do "...contrôle da queda de chuva por meios artificiais". Os resultados desta investigação foram publicados no (Buletin N.º 16) State Water Resources Board, "Weather Modification Operation in California", junho de 1955.

Existiam duas fases primárias para esta investigação. Uma das fases consistia em reunir os registros completos de todas as operações de modificação do tempo que tivessem sido levadas a efeito na Califórnia. Um programa contínuo conservou estes registros atuais. Como uma segunda fase de investigação, foram revistos todos os registros que se pudesse obter de avaliações de operações de modificação do tempo, e foram estudados os métodos de avaliação. Em acréscimo, foi feita uma avaliação independente de várias operações de modificação do tempo. Para obter uma competente assistência no campo da análise estatística, foram assegurados os serviços do laboratório de estatística da Universidade de Califórnia, e a maior parte do programa de avaliação foi levada a efeito pelo laboratório. Em meio de muitos projetos, três foram selecionados para estudo na Califórnia. Vários anos foram gastos pelo laboratório na análise cuidadosa de registros de precipitação obtidos nestas três áreas. Os resultados das análises indicaram que sem dúvida alguma as quantidades de precipitação de tempestades semeadas eram diferentes dos esperados na base de tempestades não semeadas. Na maior parte, mas não em todas, as diferenças eram os aumentos.

Na base de uma tal análise, parece fortemente provável que o tempo na Califórnia fosse modificado pelas operações de sementeação de nuvem. Entretanto, não é possível declarar

sem qualificação que as operações de sementeação de nuvem produziram as diferenças. Existia a possibilidade de que as tempestades, que eram divididas por sugestão do laboratório, em classes para análises, poderiam ser mais adiante divididas com algumas das subclasses favorecendo umas das áreas de alvo e outras áreas de controle. Mudanças que não foram descobertas poderiam ter acontecido, na frequência de tempestades de tais subclasses, entre os períodos não semeados e os períodos semeados. Estas mudanças poderiam ter resultado em um natural favoritismo das áreas de alvo durante o período de sementeação. Baseado em tais objeções, que seriam sempre válidas quando dados históricos fossem usados, o laboratório estatístico foi forçado a concluir que nenhuma das evidências produzidas na investigação, ou em qualquer das outras avaliações, constituiu evidência documentária de efetividade da sementeação de nuvem.

O laboratório estatístico sugeriu, e o Boletim n.º 16 recomendou, um processo para resolver a dificuldade precedente e fornecer evidência documentária dos efeitos de sementeação de nuvem. Este processo consistiria em organizar com antecedência uma lista das operações de sementeação de nuvem sob o qual metade das oportunidades de sementeação seriam aceitas e semeadas enquanto que as outras seriam deixadas não semeadas de acordo com os ditames do acaso. Tal processo levado a efeito num período conveniente forneceria um grande número de tempestades, algumas que seriam semeadas e algumas não semeadas, para as quais as quantidades de precipitação seriam comparadas e sujeitas a testes estatísticos. Estes testes seriam capazes de medir a probabilidade de que a sementeação seria efetiva. Este processo tornaria desnecessário comparar as presentes tempestades semeadas com dados históricos, as relações para as quais como já observei antes, pudessem mudar.

Com resultado da avaliação do laboratório e o crescente e contínuo interesse na avaliação de operações de modificação do tempo, a National Science Foundation aconselhou em 1955, que dever-se-ia doar cerca de US\$ 15,000 por ano durante 3 anos para o laboratório estatístico da Universidade de Califórnia executar um projeto de modificação do tempo em casos fortuitos com o método esboçado no Boletim n.º 16, se este projeto pudesse ser executado. Independente disto, os supervisores da Província de Santa Bárbara propuseram continuar o programa de sementeação de nuvens da região. Após um inquérito, eles declararam seu desejo de continuar o projeto numa base de

acazos fortuitos, que seriam apropriados para avaliação de acôrdo com as linhas esboçadas no Boletim n.º 16.

De maneira a completar os arranjos por meio do qual a província levaria a efeito o projeto e o laboratório estatístico o avaliaria, foi necessário que uma terceira agência juntasse os dados básicos. Conseqüentemente, o Departamento de Águas (Department of Water Resources) tomou a si esta responsabilidade. Em janeiro de 1957, o projeto cooperativo foi iniciado no condado de Santa Bárbara, Califórnia, com o objetivo de fazer testes da eficácia das operações de modificação do tempo.

PROJETO DA OPERAÇÃO DE SANTA BÁRBARA

O objetivo principal do Projeto Santa Bárbara é levar a efeito operações de modificação do tempo com os métodos que têm sido usados nos últimos anos destinados a aumentar a precipitação nesta área. Entretanto, seria empregada uma relação modificada, designada a fornecer um máximo de informação estatística. Este objetivo principal é completado ao realizar esta atual operação de sementeação numa base de acasos fortuitos.

O Projeto Santa Bárbara é único no gênero já que é um programa de pesquisa especificamente designado, com o necessário controle científico e instrumental, para testar a eficiência do método amplamente usado de sementeação de nuvem, para aumento de precipitação pelo uso de geradores de fumaça de iodo de prata com base no solo.

Programas precedentes de pesquisa neste campo, patrocinados pelo govêrno federal, foram habitualmente relativos a fases especiais de sementeação de nuvem por técnicos com o intento de produzir efeitos particulares. Por outro lado, os programas de sementeação de nuvem patrocinados por emprêsas privadas ou por agências locais do govêrno invariavelmente foram designados para produzir uma maior precipitação adicional, sem a dispendiosa aparelhagem e redução em oportunidades de se-

menteação que é inerente em um programa designado para o máximo de informação.

O projeto cooperativo, organizado por vários grandes cooperadores, com um grande número de outras entidades fornecendo informação e assistência ocasional. Os maiores cooperadores são os condados de Santa Bárbara, Ventura, aos quais reuniu no terceiro ano do projeto a Fundação Nacional de Ciência, o laboratório estatístico da Universidade de Califórnia, o Departamento de Águas da Califórnia, o U.S.W.B. (United States Weather Bureau) e Serviço de Floresta dos Estados Unidos. Além do mais, o N.S.F. e o D.W.R. (National Science Foundation e Department of Water Resources) apoiam as atividades de outro grande participante, uma firma meteorológica de pesquisa com sede em Pasadena, Califórnia. Os condados de Santa Bárbara e Ventura apoiam o trabalho de um importante cooperador, que realiza a atual sementeação de nuvem. O O.N.R. (Office of Naval Research) fornece fundos para o laboratório estatístico a fim de ajudar nas primeiras fases do projeto. Os conselhos técnicos foram fornecidos também para o projeto pela Manutalp Foundation e o Instituto de Física Atmosféricas, das Universidade de Arizona. Foi também de grande auxílio o P.A.C.W.C. (President's Advisory Committee on Weather Control).

A Direção do Projeto de Santa Bárbara é constituído por um grupo de diretores compostos de representantes de várias organizações envolvidas no projeto. Este grupo se reúne em intervalos freqüentes para fazer uma revisão de todos os progressos do projeto e para dar novas responsabilidades a cada um dos cooperadores.

Como se pode notar, a atual sementeação de nuvem foi levada a efeito por uma firma meteorológica comercial, financiada pelos condados de Santa Bárbara e Ventura. Todas as decisões em relação às condições de sementeação de uma determinada tempestade eram feitas pela companhia que estava realizando a sementeação, baseada nas sinopses de suas análises.

Num programa regular eles constatarem os resultados do laboratório estatístico da Universidade de Califórnia em Berkeley com o tele-tipo e transmitem sua decisão relativa se existe ou não uma oportunidade de sementeação. Se existe uma oportunidade favorável, a decisão final de semear ou não é feita pelo laboratório estatístico em uma base de acasos fortuitos. O laboratório estatístico é responsável pela avaliação dos resultados das operações. A Fundação Nacional de Ciência apóia as atividades do laboratório estatístico, de acordo com os termos com que a Fundação garante ao laboratório. A avaliação do sucesso de sementeação é baseada somente na precipitação registrada durante estas unidades de observação que foram oficialmente diagnosticadas como oportunidades de sementeação.

O Departamento de Fontes de Águas da Califórnia instala e mantém instrumentos de registro de precipitação nas áreas de controle e alvo, e o Departamento reúne, processa e compõe tabelas dos dados vindos destes instrumentos. O Departamento também reúne e compõe tabelas de dados similares vindas de outras agências, dentro ou na vizinhança das áreas de controle e de alvo, e depois então transmite os dados em tabelas de todas as medidas para o laboratório estatístico para examinar e avaliar. O United States Weather Bureau forneceu, por empréstimo ao Departamento, um número de registros automáticos de medidas de precipitação e forneceu cartas para estes instrumentos. Estas medidas voltarão ao U.S.W.B. quando o projeto terminar.

Acrescentou-se aos instrumentos de rede de postos para juntar dados de precipitação, um radar APS-15A que é operado no Pico La Cumbre, cerca de 10 km ao norte de Santa Bárbara. Fotografias instantâneas da tela do radar são tomadas durante os períodos de tempestade. A câmara do campo de visão também inclui medidas indicando velocidade do vento e quantidade de precipitação. Observações de amostras de gotas de chuva e núcleos de gelo em formação são obtidas em intervalos regulares no Pico La Cumbre, e o potencial atmosférico móvel é continuamente medido.

Estes dados, juntos com os obtidos de outras estações de observações vizinhas e de radiossondas estão sendo usados para obter uma descrição física das várias tempestades que afetam esta área. Este trabalho tem o objetivo de delinear as diferenças de semeabilidades de tempestades.

A área do projeto, incluindo as áreas de controle, é de 320 km de extensão, nos eixos mais largos. Conseqüentemente, são tremendas as distâncias que devem ser cobertas para manter um grande número de postos registrando semanalmente. Alguns postos são acessíveis a automóveis de passageiros, enquanto que outros requerem o uso de outros veículos a qualquer terreno. Muitas destas áreas de postos são localizadas em terreno tão desigual que devem ser servidos por helicópteros. Ainda outros postos localizados em ilhas podem ser alcançados somente por barcos ou aeroplanos.

Existem quatro áreas adjacentes de alvo. Uma é na área da costa sul de Santa Bárbara, um estreito pedaço de terra entre o Coast Range e o Oceano Pacífico, e a segunda inclui as bacias alta e média do Rio Santa Inez, ao norte de Coast Range. A terceira é a que fica em Santa Bárbara. A quarta constitui uma parte de Ventura. Existem três áreas de controle; uma para o norte e oeste dos alvos na vizinhança de San Luis Obispo, uma segunda área de controle mais ao norte, entre Cape San Martin e San Simeon, e a terceira área de controle está localizada no Channel Islands estendendo-se ao largo e sul de Santa Bárbara.

Antes do projeto começar, uma análise dos registros históricos de precipitação indicaram que seriam necessários cerca de três anos para obter dados suficientes para ter uma resposta significativa. O terceiro ano de operação do Projeto Santa Bárbara foi completado em 30 de abril de 1959. A avaliação do terceiro ano e sua combinação com os dois anos prévios foi considerada utilizável em setembro de 1959. É evidente que os 3 anos de dados não seriam suficientes para dar uma resposta conclusiva em relação a eficácia das operações de sementeação de nuvem.

A Tabela I mostra os resultados dos estudos de avaliação dos dois anos completos, 1957 e 1958. Esta tabela é extraída de um recente relatório do laboratório estatístico da Universidade da Califórnia.

Além da avaliação estatística de dados de precipitação, há outras considerações de grande interesse. Existem certos fatores, relacionados com a utilidade deste possível aumento

em fornecimento de água, que devem ser levados em conta. Em primeiro lugar, a precipitação adicional superimposta sobre uma existente tempestade de inverno pesada durante um período de inundação não seria de uso prático. Poderia ser, na realidade, "a bagatela que quebra o dorso do camelo" causando danos de inundação. Por outro lado, o aumento de precipitação que poderia ser encerrada

TABELA I

ANÁLISE DE REGRESSÃO

PERÍODO	ALVO (*)	CONTRÔLE (**)	MÉDIA DA SEMEIÇÃO DO ALVO EM MM	ANÁLISE EM MM		ANÁLISE PELA V-	
				SEMEIÇÃO SUPOSTA NO ALVO EM MM	% AUMENTO ATRIBUÍDO À SEMEIÇÃO	SEMEIÇÃO SUPOSTA NO ALVO EM MM	% AUMENTO ATRIBUÍDO À SEMEIÇÃO
1957 10 Jan. 30 Abr.	A — Vale	A, B	12.72	5.20	+ 106	5.00	+ 115
		A	12.72	5.92	+ 81	5.70	+ 88
		B	8.17	5.10	+ 59	6.17	+ 32
	A Costa	A, B	6.82	3.70	+ 85	3.62	+ 89
		A	6.82	4.47	+ 53	4.35	+ 58
		B	5.47	3.45	+ 59	4.07	+ 34
	SB NW	A, B	5.70	1.67	+ 242	1.65	+ 247
		A	5.70	1.52	+ 272	1.50	+ 277
		B	4.62	2.05	+ 126	2.45	+ 91
	SB TOTAL	A, B	8.00	3.62	+ 121	3.50	+ 128
		A	8.00	4.20	+ 90	4.50	+ 98
		B	6.27	3.65	+ 72	4.35	+ 44
1958 1.º Jan. 1.º Abr.	A Vale	A, B	19.67	20.95	— 6	18.89	+ 4
		A	17.70	17.80	— 1	16.55	+ 7
		B	19.47	21.80	— 11	20.35	— 4
	A Costa	A, B	12.55	12.05	+ 4	10.85	— 16
		A	11.30	10.52	+ 7	9.70	+ 17
		B	12.17	13.47	— 10	12.90	— 6
	SB NW	A, B	10.30	9.22	+ 12	8.27	+ 24
		A	9.27	7.85	+ 18	7.45	+ 25
		B	9.45	9.40	0	8.65	+ 9
	SB TOTAL	A, B	14.52	14.52	0	13.00	+ 12
		A	13.07	12.45	+ 5	11.52	+ 13
		B	14.25	15.30	— 7	14.32	— 1

(*) — A — Vale: 4 postos; Costa: 4 postos; SB - NW: 3 estações; SB - Total: 12 postos.

(**) — Contrôles A: 1 posto; e Contrôles B: 5 postos.

em reservatórios, bacias no solo, montes de neve, ou na crosta de terra para levar até a estação em desenvolvimento, seria útil e poderia ser economicamente justificado. Algumas avaliações foram feitas destes e de outros fatores econômicos, mas ainda há muito por fazer.

No princípio da investigação, um breve estudo foi feito sobre os possíveis efeitos de um arbitrário aumento de 10% em precipitação no total do fornecimento de água de um existente distrito de irrigação, localizado na parte central leste do Vale de San Joaquim na Califórnia. Os trabalhos no distrito incluem dois diques de armazenagem e um dique de desvio localizados numa corrente maior da Sierra Nevada, que juntos transportam água dentro do distrito. A área de drenagem acima do dique de desvio é cerca de 2.400 km² e o fluxo anual da média em 53 anos do sistema de corrente é de cerca de 140.000 m³. O distrito gera força elétrica e a distribui através da sua área de serviço, o excesso de força é vendido para a utilização de uma companhia privada. A área total incluída no distrito é de cerca de 768.740 km² dos quais cerca de 609.900 km² são irrigados durante o ano. Uma larga variedade de colheitas irrigadas estão se desenvolvendo no distrito. As terras do distrito têm uma média de queda de chuva de cerca de 250 mm a 300 mm por ano e um grande fornecimento de água para irrigação.

Os estudos do efeito de queda de chuva adicional de 10% no sistema tributário de correntes revela que um fluxo normal anual poderia ser aumentado de 15%. Esta suposição não foi modificada por um efeito, entretanto, e esta informação deveria ser levada em conta; especialmente, de que um aumento de larga duração na média de precipitação resultaria sem dúvida na destruição da vegetação nativa da bacia hidrográfica. Negligenciando este efeito, foi indicado em um ano seco quando somente 50% da precipitação normal deveria ter ocorrido, um aumento de 10% em precipitação deveria ter resultado em um aumento de 28% no anual escapamento, virtualmente o total disto poderia ter sido regulado nos reservatórios do distrito.

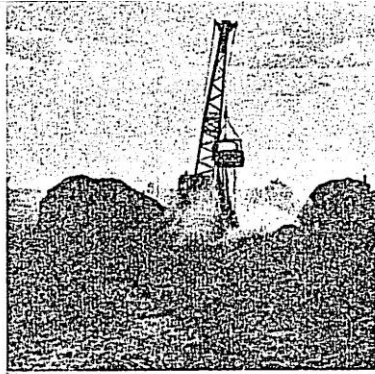
O efeito no potencial médio de rendimento do sistema de corrente sob condições normais era o mesmo que no escapamento total. Durante o período de 53 anos de 1895 a 1947, o rendimento médio da corrente deveria ter sido aumentado de cerca de 15% sobre o excedente do normal de 10% de queda de chuva.

Num prolongado estio o efeito de uma dada porcentagem de aumento de precipitação no rendimento, quando desbaratada como resultado de um escapamento através dos trabalhos existentes de conservação, seria quase tão grande em quantidade relativa e de um considerável maior valor monetário. Os estudos de operação de reservatório indicavam que os trabalhos existentes de conservação com uma capacidade de armazenagem total de cerca de 2.832.000 m³, incluindo trabalhos de outros distritos e agências, tinha um rendimento fixo anual de aproximadamente 3.642.000 m³ por ano durante o crítico período seco. Os estudos indicaram que 10% de precipitação adicional deveria ter aumentado o rendimento fixo anual durante este período de cerca de 3.985.000 m³, ou um aumento de cerca de 10%.

Se o rendimento das facilidades existentes de conservação é aumentado de 10%, pode-se presumir que aproximadamente 10% de terras adicionais poderiam ser trazidas sob irrigação, ou no caso deste distrito cerca de 690.000 m². Grandes rendas de fazendas têm em média uma estimativa de US\$ 150 por 40 ares irrigado. Esta renda produziria um benefício total de cerca de US\$ 2,250,000 por ano. Existiria também um aumento na produção fixa de poder que, quando baseada no ano crítico seco, teria a quantidade de cerca de US\$ 50,000 por ano. Este e estudos similares para outras áreas, incluindo áreas secas de fazendas, indicam possíveis grandes benefícios econômicos para operações de modificação do tempo.

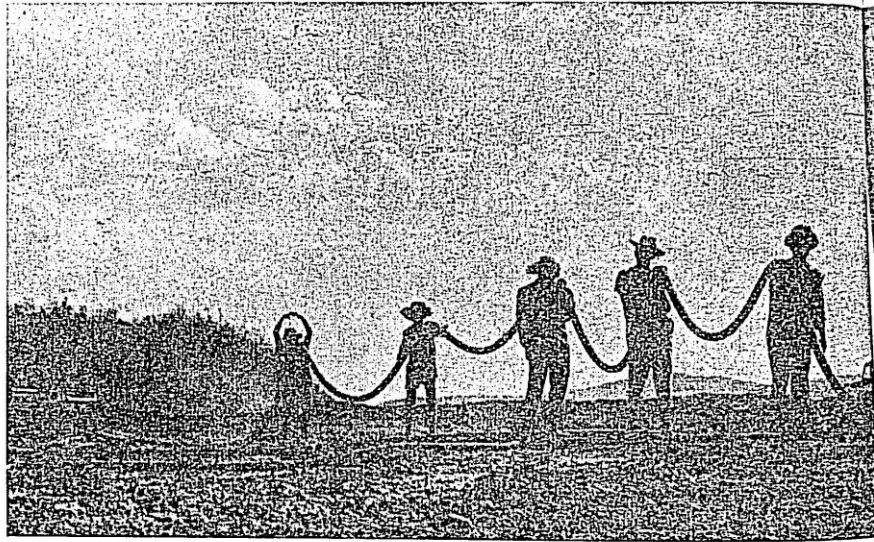
ATIVIDADES FUTURAS

As legislaturas passadas apoiaram os estudos de modificação do tempo na Califórnia como parte de uma investigação compreensiva e ampla sob todos os aspectos das fontes de água do estado, sua necessidade e seu desenvolvimento. O Projeto Santa Bárbara é uma fase lógica de tais estudos. Atualmente está assentado que este projeto continuará até que sejam obtidos resultados de valor estatístico. Os resultados preliminares indicam que um ou dois anos de operação do projeto seriam necessários. Além do mais, o departamento recebeu instruções da legislatura para levar a efeito dois experimentos adicionais de modificação do tempo. Estes projetos não foram selecionados pelo tipo ou locação, mas tem como objetivo entrar em operações em caso de necessidade e quando um adequado programa de pesquisa for formulado, com grande consideração dada aos resultados do Projeto Santa Bárbara.



PINÇA

(SEPARATA DA REVISTA)



O Rio Jaguaribe é uma artéria aberta
por onde escorre
e se perde
o sangue do Ceará

.....
O sangue a correr e ninguém o estanca...

Homens da Pátria — ouvi:
— Salvai o Ceará.

Quem é o Presidente da República?
Depressa
uma pinça hemostática em Orós!

(DEMÓCRITO ROCHA)

RESPONSA: abrindo à sua frente o mapa do Ceará, coloque o indicador sobre Fortaleza, a Capital. Agora, identifique e siga a linha correspondente à BR-13. Desça lentamente. Primeiro, passará Russas, depois Jaguaribe e, logo após, Icó. Um pouco acima e ligeiramente à esquerda, veja Orós. Sem sair do lugar, sem sol e sem poeira, você "viajou" quase 500 km. Se fizesse o percurso de jipe, levaria mais de 8 horas; se fretasse um teco-teco, mais de 2. Mas, por que Orós?

Talvez você nem tenha notado, mas o importante nesse passeio é que, seguindo mais ou menos o traçado da rodovia federal, está assinalado o curso de um rio que vai mudar a fisionomia do Estado. Nos seus 570 km de curso, corta o Ceará de sul a norte em duas fatias, e, em março, quando as chuvas marcam o início do inverno nordestino, começa a correr desesperadamente para o Atlântico. Pelo caminho vai reanimando afluentes e trocando para verde a cor da terra. Mas, isso dura pouco. Logo cessam as chuvas e sem elas o rio emagrece até justificar sua fama: Jaguaribe, o maior rio seco do mundo.

O espetáculo que a Natureza apresenta há centenas de anos vai mudar de enredo. Pela primeira vez, o Jaguaribe vai correr o ano todo sacudindo a economia do Ceará

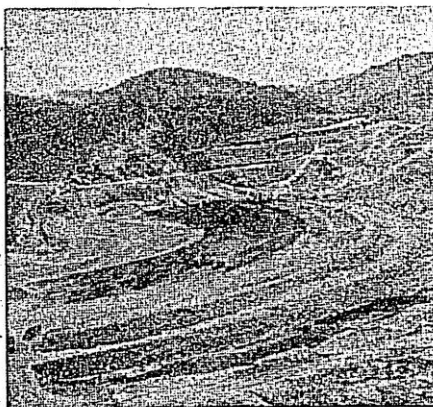
EM ORÓS

ESSO, N.º 1 DE 1960)

MAIS DE TRÊS MILHÕES DE METROS CÚBICOS DE MATERIAL. AREIA E BARRO SÃO ENCHARCADOS

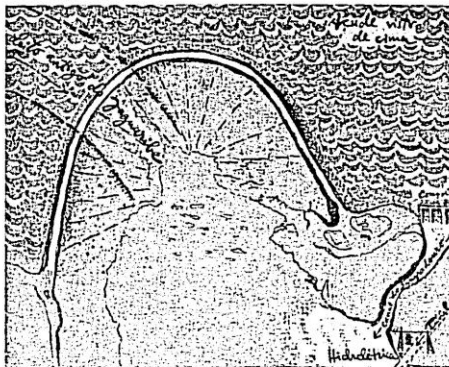


O "C" VISTO DE CIMA...



a partir d'isto 1960. Para tanto, trabalha-se 24 horas por dia em Orós, na barragem. Foi em 1912 que se fêz o primeiro projeto para estabelecimento de uma barragem no atual Município de Orós. Oito anos depois, tinham início as primeiras obras que visavam a barrar o Jaguaribe aproveitando um cotovêlo espremido entre duas pedreiras. Após 1930, engenheiros brasileiros fizeram novos projetos, depois abandonados face à solução mais econômica encontrada. De positivo, mesmo, só foi feito um túnel de 1.600 m ligando Orós ao Açude Lima Campos, na bacia vizinha, túnel êsse concluído em 1940. Finalmente, em 1957, o Departamento Nacional de Obras Contra as Secas concluiu estudos definitivos para o estabelecimento de barragem zoneada e, em fins de 1958, as obras eram atacadas. Neste 1960, Orós estará pronta.

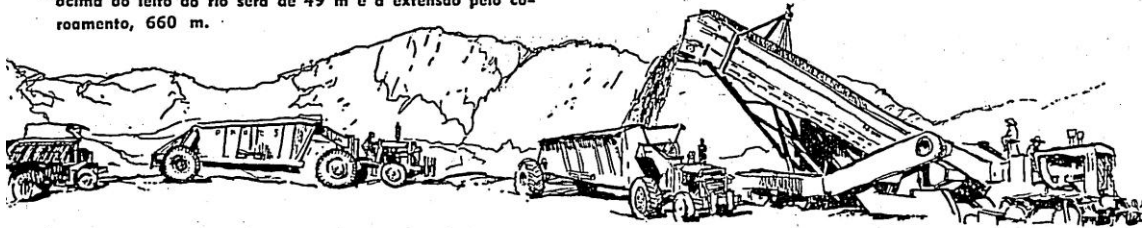
Examinando as fotos que apresentamos, você notará que a barragem está sendo montada em "C" quando o normal seria em "I". A explicação é simples: ao iniciarem as fundações, os engenheiros do DNOCS perfuraram 90 m no boqueirão sem encontrar base, optando então pelo "C". Todavia, dá também margem a hipótese curiosa porque nas proximidades do boqueirão, rio abaixo e por uma distância de uns cem metros, há pedras enormes. O fato de não ter



... E EM DETALHE E CORTE

SEGUE

sido encontrada base no boqueirão, aliado ao da existência das pedras no leito seco, faz supor que, em tempos idos, havia no local uma barragem de pedra. Numa das cheias do Jaguaribe, as águas teriam investido e revertido contra a barragem, justificando a atual profundidade, e finalmente rompido o obstáculo levando de roldão as pedras que hoje cobrem o leito seco. Pedra, areia e barro — no volume total de 3.200.000 m³ — vão conter o Jaguaribe daqui em diante. A barragem tem, na fundação, largura de 278 m, mas no coroamento terá apenas 10 m; a profundidade média das fundações é de 8 m sobre rocha granítica, a altura acima do leito do rio será de 49 m e a extensão pelo coroamento, 660 m.



Pelo menos até Três Marias (Revista Esso n.º 1-1958) ficar pronta, Orós será o maior reservatório da América do Sul: 4.000.000.000 m³ d'água. Por isso mesmo os números são eloqüentes. A bacia hidráulica terá 330.000.000 m²; a bacia hidrográfica, 25.000.000.000 m².

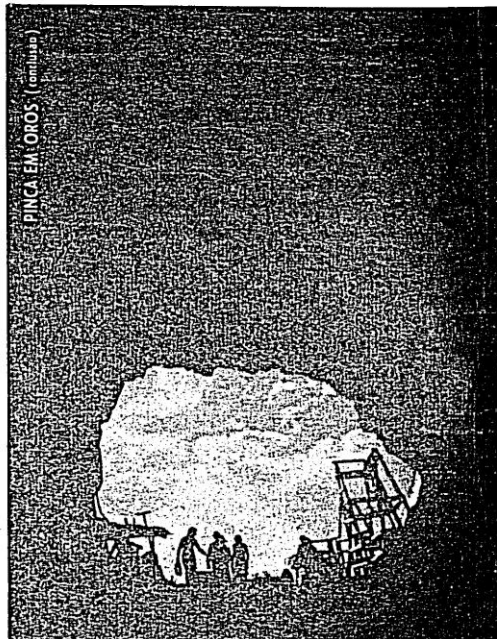
QUASE CEM MÁQUINAS EM AÇÃO

Orós tem vários e ponderáveis objetivos: (1) irrigação, alimentando também o Açude Lima Campos e o baixo Jaguaribe; (2) piscicultura, compreendendo a criação do pirarucu e do bagre, entre outros, e a eliminação da piranha; (3) energia elétrica: através de um túnel de 260 m de comprimento e 5,35 m de diâmetro, aberto na pedra, alimentará duas turbinas e fornecerá energia para o alto, o baixo e o médio Jaguaribe na capacidade de 38.000 CV.; ligações posteriores com os açudes Banabuiú (Ceará), Curema-Mão d'Água (Paraíba) e ainda Paulo Afonso iluminarão inclusive Fortaleza; (4) perenização do Jaguaribe. Na maior obra hidráulica projetada e construída até hoje no Nordeste, ficará respondido o famoso poema do cearanês-jornalista que foi Demócrito Rocha ●

NESTE TÚNEL DE 264 M DE
COMPRIMENTO,
TRÊS TURBINAS DARÃO 38.000 CV.



PRÓXIMO AO BOQUEIRAO
RIO ABAIXO, AS PEDRAS CONTAM
HISTÓRIA



A LUTA

Pouco depois das 24 horas de 25 de março de 1960, os jornais falados das emissoras de todo o Brasil confirmavam o rompimento da barragem de Orós, que teria afinal cedido à pressão de mais de 700 milhões de metros cúbicos d'água acumulada no açude pelas excepcionais chuvas que caíam nas cabeceiras do Jaguaribe e em todo o Ceará. Seria a maior catástrofe, pois êsse enorme volume d'água, à velocidade calculada em mais de 60 km, inundaria todo o vale, arrasando cidades e ameaçando população estimada em 200 mil pessoas. Horas depois, a notícia era alentadora: não houvera rompimento; o sangradouro de emergência, aberto na parede pelos engenheiros e operários, fêz as águas precipitarem-se de uma altura de 41m, inundando o vale. Assim, no dia seguinte, 26 de março, as águas do açude alcançaram e transpuseram a parede por volta dos 17 minutos. Para evitar a erosão, até encerados haviam sido colocados sôbre a parede, com risco de vida, pelos engenheiros e operários. Sômente no dia 27, às 12 horas, o DNOCS podia então anunciar a vitória da técnica na tremenda luta contra os elementos. Orós estava de pé, mesmo com dois sangradouros enormes, pois as águas haviam baixado. O DNOCS calculou que apenas 30% da barragem fôra destruída. Nós, que lá estivemos em dezembro e nos contagiámos do entusiasmo daqueles jovens engenheiros e valentes operários — e aí está a reportagem — sentimo-nos fundamentalmente emocionados e partilhámos sinceramente do drama daqueles homens que é também o drama do bravo povo cearense. A Barragem da Esperança está de Pé.

Estimativa das necessidades de

Eng. Agr. Paulo Guerra

ENGENHEIRO AGRÔNOMO DO SERVIÇO AGRO-INDUSTRIAL
DO DNOCS

1 — INTRODUÇÃO

As necessidades de água para irrigação de uma região dependem essencialmente da quantidade e quantidade das culturas que se deseja irrigar.

O conhecimento, portanto, das necessidades de água das culturas, e não só das disponibilidades de água e de solos, é um fator importante a ser considerado no projeto da exploração agrícola de uma região e das obras correlatas de armazenamento de água.

A transformação do carbono, hidrogênio, oxigênio e sais nos produtos vegetais que sustentam a vida animal e fortalecem a economia fornecendo produtos e matérias-primas, assemelha-se ao funcionamento de uma indústria, onde a água entra como a principal matéria-prima. Em toda indústria, deve-se conhecer e providenciar a quantidade exata de matéria-prima para o seu mais eficiente e econômico funcionamento; o mesmo acontece em se tratando de irrigação.

Várias centenas de quilos de água são gastos para que a planta fabrique um quilo de matéria seca. Cada espécie, consome diferentes quantidades de água para o seu normal desenvolvimento e produção. Por exemplo, o milho gasta cerca de 360 kg de água para formar 1 kg de matéria seca; o arroz gasta o duplo.

O processo da planta consumir água para crescer e produzir, é denominado "evapotranspiração", ou de modo hoje mais generalizado, "uso consuntivo", e refere-se a toda a água consumida pela planta e evaporada do solo que a sustem.

O conhecimento do uso consuntivo permite avaliar as necessidades de água de uma região inteira e auxilia a programação da irrigação das culturas.

O estudo do uso consuntivo das plantas tem sido a preocupação de grande número de pesquisadores e estudiosos da irrigação no Oeste dos Estados Unidos, nos últimos quarenta anos.

2 — USO CONSUNTIVO E SUA DETERMINAÇÃO

O Comitê da "American Society of Agricultural Engineers", em 1939 estabeleceu a seguinte definição:

"Uso consuntivo é a soma dos volumes da água usada pelo crescimento dos vegetais de uma dada área em transpiração; ou construção dos tecidos da planta, mais a evaporação do solo adjacente, da neve ou da precipitação interceptada na área em um tempo determinado, dividida pela área dada" (7.1).

O uso consuntivo deve-se exprimir em metro cúbico por hectare e em milímetros de altura. Também pode-se usar a unidade centímetro de altura, tratando-se de um ano ou de um período vegetativo da cultura.

(7.1) — Números entre parêntesis referem-se a obras citadas, v. pág. 416.

Agrônomos e pesquisadores vêm experimentando muitos métodos para determinar o uso consuntivo de água pelas culturas e vegetação nativa, em condições de campo. Veremos a seguir os principais métodos diretos utilizados:

2.1 — *Observações da umidade do solo* — É possível este método em solos de lençol d'água profundo, abaixo da zona de raízes das plantas, e uniformes. Consiste em retirar com frequência amostras de solos, antes e depois das irrigações e determinar a água que vem sendo consumida.

2.2 — *Flutuações do lençol d'água* — Quando o lençol d'água é superficial, torna-se possível estudar suas variações em largas áreas, onde registradores são instalados para anotar as flutuações verificadas.

água para irrigação

2.3 — *Medições de entrada e saída de água* — (método inflow-outflow) — Tem sido usado em grandes áreas de culturas que exigem pouca irrigação, como o algodão. Toda a água entrada e saída da área, inclusive a precipitação, é medida. É também feito o controle da água existente no solo.

2.4 — *Método dos limímetros, ou tanques* — Este método vem sendo usado desde longa data nas estações experimentais para determinar o uso consuntivo de algumas culturas, iso-

ladamente, no Oeste dos Estados Unidos. Tanques de 1 a 3 metros de diâmetro por igual profundidade são utilizados e é medida toda a água empregada para manter as culturas em bom estado de desenvolvimento. As condições naturais do solo devem ser reproduzidas tanto quanto possível, e a área deve vir cercada da mesma cultura observada.

2.5 — *Integração* — Este método tem sido usado em grandes vales, mas para utilizá-lo deve-se saber de antemão o uso de água de cada cultura, da vegetação nativa, e da evaporação da terra não cultivada. A soma do uso consuntivo de cada cultura vezes a área, mais o uso consuntivo da vegetação nativa vezes a área, mais a evaporação das terras sem cultura vezes a área, dará o total do uso consuntivo do vale.

3 — CORRELAÇÃO DE USO DE ÁGUA COM DADOS CLIMATOLÓGICOS

Data de séculos a verificação da estreita correlação entre a transpiração das plantas, a luz solar e o calor. Nos Estados Unidos o Bureau of Reclamation utilizou métodos baseados em estudos das relações entre a água consumida e o calor existente.

De 1939 a 1941, em Pecos River foi desenvolvido um método de estimar o uso consuntivo da vegetação natural, não irrigada, e de culturas irrigadas, baseado nas correlações entre transpiração, evaporação, temperatura, horas de luz solar (day light) duração da estação vegetativa e umidade.

Em 1945 F. Blaney e Wayne D. Criddle (7.2) da Division of Irrigation and Water Conservation, do "Soil Conservation Service" do Dept. of Agriculture, em Logan, Utah, modificaram o processo de modo que pudesse êle ser aplicado a regiões em que não se dispusesse de dados sobre umidade atmosférica. Exporemos este método, que no Brasil vem sendo denominado "Blaney-Criddle".

Método Blaney-Criddle — O método desenvolvido por Blaney e Criddle permite determinar indiretamente o uso consuntivo de uma cultura ou de toda uma área. Possibilita transferir rapidamente os dados de uso consuntivo obtidos experimentalmente em diferentes regiões, o que custa muito tempo e dinheiro, para outras áreas onde tais dados se fazem necessários.

Muitos fatores influenciam a evapotranspiração. No entanto, as pesquisas demonstraram que o calor, o suprimento de água e a radiação solar são os fatores que predominantemente influenciam o uso consuntivo. Par-

tindo destas conclusões, Blaney e Criddle desenvolveram um método bastante simples, baseado nas relações de temperatura, percentagem mensal das horas de luz, extensão do período vegetativo, e uso consuntivo.

Com os dados de chuva e de temperatura são sempre mais disponíveis, os autores desprezaram os demais fatores e assumiram que o uso consuntivo varia com a temperatura, a duração das horas de luz do dia, e com a água disponível para as plantas, seja de chuva, irrigação, ou contida no solo, de qualquer fonte.

O método teve rápida aceitação nos países onde há interesse pela irrigação. Com os coeficientes desenvolvidos tornava-se possível determinar o uso consuntivo mesmo onde apenas são conhecidos dados de temperatura e a latitude. A equação $U = KF$ é hoje de uso generalizado nas principais áreas de irrigação de todo o mundo.

A temperatura média mensal "t" multiplicada pela percentagem de horas de luz solar no ano "p" dá um fator mensal de uso consuntivo "f". A soma dos fatores mensais "f" de uso consuntivo referentes ao período desejado é representada por F. Assume-se que o uso consuntivo varia diretamente com o fator, desde que haja a quantidade de água normal, disponível para as plantas. Então, temos que:

$$U = KF, \text{ sendo que } KF = \sum k f.$$

U Uso consuntivo da cultura (ou evaporação) durante algum período.

- K Coeficiente empírico de uso consuntivo para a estação ou período, que se determina em função do uso consuntivo real, já conhecido.
- F Soma dos fatores de uso consuntivo mensal, f
- k Coeficiente mensal de uso consuntivo da cultura
- f Fator mensal de uso consuntivo ($f = t \times p$)
- t Temperatura média mensal
- p Percentagem mensal das horas de luz solar, em relação ao ano

Esta fórmula original dá o uso consuntivo em polegadas, e a temperatura é considerada em graus Fahrenheit. Convém pois adaptá-la ao sistema em uso no Brasil, para termos o uso consuntivo em milímetros, e possamos utilizar os dados de temperatura em graus centígrados. Assim, invés de $f = t \times p$, usaremos $f = 25,4 (18 t + 32) p$.

O coeficiente K de uma cultura é obtido em função do uso consuntivo U determinado experimentalmente. Por ex., em uma cultura de algodão, em determinado período, foi achado o uso consuntivo U de 700 milímetros. A soma dos fatores f mensais deu $F = 1.100$.

Então o coeficiente determinado será

$$K = \frac{U}{F} = 0.636$$

Todos os demais elementos necessários para transferir este dado para outra região são encontrados nas tabelas climatológicas.

Se queremos por ex. saber qual o uso consuntivo do algodão em uma região diferente, calcularemos o "fator" local de uso consuntivo;

digamos que encontrou-se 960; multiplicando-se esse fator pelo coeficiente teríamos 610. Esta é a altura em milímetros de água (chuva ou irrigação) necessária para o algodão na nova região.

Criddle organizou um nomógrafo (7.3) segundo o qual, tendo-se os dados t e p tem-se diretamente o fator f, e conhecido o k tem-se imediatamente o uso consuntivo, u. Este nomógrafo vai reproduzido neste trabalho.

Também a tabela de percentagem mensal de horas de luz do dia será encontrada no fim desta publicação.

É importante notar que o consumo de água pelas plantas não é uniforme, em todos os meses do período vegetativo. Há um certo período, de extenso variável (mais ou menos um mês) em que se verifica um "peak", isto é, uma taxa máxima de uso consuntivo. Esse fator precisa ser levado em conta para um bom planejamento do programa de irrigação e mesmo para determinar a capacidade da instalação, principalmente tratando-se de irrigação por aspersão.

Se o solo tem pequena capacidade de armazenamento, as irrigações devem ser mais freqüentes, e o sistema precisa maior capacidade a fim de que possa suprir bem o solo e atender as exigências das plantas no período do "peak".

Em geral, os estudos de uso consuntivo já determinam essas necessidades máximas (ou peaks) das irrigações. No entanto, pode-se determiná-lo de um modo simples, segundo Rich partindo-se dos dados do mês de mais elevado uso consuntivo. Este uso consuntivo é dividido pelo número de dias do mês, e o número é multiplicado pelo fator da ordem de 1,5 ou um pouco menor: 1,25, quando se trata de solos profundos com alta capacidade de retenção de água.

4 — EFICIÊNCIA DA IRRIGAÇÃO

Não só o "peak" da irrigação deve ser levado em conta, mas, e principalmente, a "eficiência" da irrigação, para calcular as instalações adequadamente.

Ninguém consegue aplicar exatamente a água que a cultura pede e evitar os gastos em transporte, nos canais, e na própria aplicação da água no solo.

Autoridades de irrigação nos Estados Unidos têm calculado que em muitas áreas, me-

nos de $\frac{1}{4}$ da água que é soltada na fonte vai ficar à disposição da cultura, perdendo-se o restante em trânsito, evaporação, entrega, percolação e erosão superficial ou "run-off".

"Eficiência da irrigação" é a relação entre a água que é recebida no canal de irrigação e a que será utilizada pela planta em evapotranspiração. Em investigações levadas a efeito em Utah, foram encontradas variações de 3 a 93% de eficiência, e média geral de $43\frac{1}{4}$ (7.4).

Um exemplo esclarecerá o que foi dito em relação aos cálculos do uso consuntivo, segundo o método Blaney-Criddle.

Suponhamos que precisamos calcular as necessidades de irrigação de um vale, situado em uma região do Nordeste, onde chove em média 600 milímetros. Utilizaremos as médias mensais de temperatura e de percentagem de horas de luz solar, estas encontradas em tábuas meteorológicas, para todos os graus de latitude.

Partindo dos dados da TABELA II, calculamos os fatores mensais "f" de uso consuntivo. Prevemos uma irrigação de 1.000 ha de arroz, 2.000 ha de bananeiras, 3.000 ha de laranjeiras e 5.000 ha de pastagens.

O Quadro mostra como achar o total necessário de água, utilizando-se o coeficiente K

(TABELA I) e o fator F de uso consuntivo, isto é, a soma dos fatores "f" referentes ao período vegetativo.

Deduzindo-se a precipitação na área durante os períodos vegetativos, tem-se as necessidades líquidas de irrigação.

A seguir teremos que entrar com o cálculo da "Eficiência da irrigação, e as necessidades líquidas da água aplicada passarão de 76 milhões para 178,7 milhões, uma vez que suponhamos apenas 43% serão utilizadas pelas plantas.

Este processo que acabamos de expor está sendo normalmente usado pelo "Department of Agriculture" e pelo "Bureau of Reclamation" dos Estados Unidos, em estudos de necessidade de água para irrigação.

TABELA I

COEFICIENTES (aproximados) de uso consuntivo K para as mais importantes culturas irrigadas e vegetação natural do Oeste dos Estados Unidos (*) e uso consuntivo correspondente calculado para o Nordeste do Brasil, latitude de 5 graus.

	EXTENSÃO DA ESTAÇÃO DE CRESCIMENTO	COEF. K DE USO CONS. NOS . E. U.	PERÍODO DE CRESCI- MENTO NO NE DO BRASIL	USO CONS. U, NO NE DO BRASIL
TERRA IRRIGADA:				
Alfafa	período não congelado	0.85	—	—
Feijão	3 meses	0.65	janeiro-abril	446,2
Milho	4 meses	0.75	janeiro-abril	514,9
Algodão	7 meses	0.70	março-julho	580,5
Pomares citrus	7 meses	0.55	setembro-maio	857,8
Pomares caducos	período não congelado	0.65	—	—
Pastagens	período não congelado	0.75	anual	1.537,5
Batatas	3 meses	0.70	julho-outubro	476,5
Arroz	3 a 4 meses	1.00	agosto-novembro	691,6
Sorgo	5 meses	0.70	anual (forrag.)	1.435,0
Beterraba	5,5 meses	0.70	—	—
VEGETAÇÃO NATIVA: (com bastante água disponível no solo ou lençol).				
Muito densa	período não congelado	1.30	anual	2.665,1
Densa	" " "	1.20	"	2.460,1
Média	" " "	1.00	"	2.050,1
Rala	" " "	.80	"	1.640,0

K = 1.00 para evaporação de lagos em regiões áridas e 0.90 para evaporação de lagos em área da costa.

A evaporação de açudes, segundo o coeficiente K = 1.00 seria 2050 milímetros para a região do Nordeste estudada na Tabela II, o que está em consonância com o que se tem verificado. — A média de 5 anos (1949-1953) foi 1998 milímetros, segundo o evaporímetro da estação de S. Gonçalo, Paraíba.

(*) — Harry F. Blaney, paper 2524 (1.1)

O uso consuntivo para o NE refere-se ao sertão do Estado da Paraíba, calculado por Paulo Guerra.

TABELA II
CÁLCULO DOS FATORES MENSIS DE USO CONSUNTIVO
SERTÃO DO ESTADO DA PARAÍBA

	(a) TEMPERATURA MÉDIA MENSAL "t"	(b) % MENSAL DE HORAS DE "DAY LIGHT" "p"	(c) FATOR MEN- SAL DE USO CONSUNTIVO "f"	(d) PRECIPITAÇÃO MÉDIA MENSAL mm	(e) PRECIPITAÇÃO TOTAL mm
Janeiro	28.6	8.68	184.0	66.71	1947 — 1425.5
Fevereiro	28.0	7.78	162.8	159.97	1948 — 746.5
Março	27.2	8.50	174.7	243.31	1949 — 886.3
Abril	26.6	8.14	165.1	182.22	1950 — 589.9
Maió	26.1	8.35	167.5	55.69	1951 — 726.5
Junho	25.1	8.04	157.5	30.29	1952 — 722.6
Julho	25.5	8.32	164.5	8.97	1953 — 562.8
Agosto	26.1	8.39	168.3	7.92	1954 — 770.7
Setembro	27.4	8.18	168.9	0.94	1955 — 957.1
Outubro	28.0	8.56	179.1	8.92	1956 — 993.9
Novembro	28.1	8.36	175.3	35.89	TOTAL — 8431.8
Dezembro	28.1	8.70	182.4	32.36	MÉDIA — 843.1
			F = 2050.1		

- (a) — Média das observações de 10 anos, 1947 a 1956 da Estação Meteorológico-agrícola de S. Gonçalo, Sousa, Paraíba.
 (b) — Obtido da Tabela em uso pelo Bureau of Reclamation, (Table 171, Smithsonian Meteorological Tables, 1951) para 5 graus de latitude sul.
 (c) — Calculado pela fórmula de conversão ao sistema métrico. (v. pág. 412).
 (d) — (e) — Mesma fonte que (a).

QUADRO PARA CÁLCULO DAS NECESSIDADES DE ÁGUA PARA CULTURAS DE UM VALE

CULTURA	ÁREA ha	PERÍODO VEGETATIVO	COEF. K	FATOR F	USO CONSU. U mm	NECESSIDA- DE BRUTA DE IRRIGA- ÇÃO - m ³	CHUVA NO PERÍODO mm	NECESSI- DADE LÍQUIDA m ³
Arroz	1.000	agosto a novembro	1.2	691	829	8.292.000	0	8.292.000
Bananeira	2.000	anual	0.9	2050	1845	36.900.000	600	24.900.000
Laranjeira	3.000	setembro a maio	0.8	1560	1248	37.440.000	500	22.440.000
Pastagens.	5.000	anual	0.5	2050	1025	51.250.000	600	21.250.000
						133.882.000		76.882.000

$$\text{Necessidade total de irrigação} = \frac{\text{Uso consuntivo}}{\text{Eficiência da Irrigação}} = \frac{76.882.000}{43/100} = 178.795.000 \text{ m}^3$$

ATENÇÃO: Perdas de evaporação em reservatórios não estão consideradas e terão que ser acrescentadas à necessidade total.

TABELA III

("TABLE OF SUNRISE, SUNSET AND TWILIGHT", U. S. NAVAL OBSERVATORY)

TRANSCRITA DAS APOSTILAS DE COSTA LONGA (6)

LATITUDE SUL	JAN.	FEV.	MAR.	ABR.	MAIO	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OUT.	NOV.	DEZ.
0	8,34	8,34	8,32	8,32	8,34	8,34	8,34	8,34	8,32	8,32	8,34	8,34
2	8,41	8,37	8,33	8,30	8,27	8,25	8,26	8,28	8,32	8,37	8,40	8,42
4	8,48	8,42	8,34	8,27	8,21	8,18	8,19	8,25	8,32	8,39	8,45	8,49
6	8,55	8,47	8,35	8,25	8,15	8,10	8,13	8,20	8,30	8,42	8,51	8,57
8	8,63	8,51	8,36	8,21	8,08	8,02	8,05	8,16	8,30	8,45	8,58	8,65
10	8,70	8,55	8,37	8,18	8,01	7,93	7,98	8,12	8,29	8,48	8,64	8,74
12	8,77	8,60	8,38	8,15	7,95	7,85	7,90	8,07	8,28	8,52	8,71	8,81
14	8,84	8,64	8,39	8,13	7,89	7,76	7,82	8,02	8,27	8,55	8,78	8,90
16	8,93	8,70	8,40	8,09	7,81	7,68	7,75	7,98	8,26	8,58	8,84	8,98
18	8,99	8,75	8,40	8,06	7,74	7,60	7,67	7,94	8,26	8,61	8,91	9,07
20	9,08	8,80	8,42	8,03	7,67	7,50	7,58	7,89	8,25	8,65	8,98	9,15
22	9,16	8,85	8,42	8,00	7,60	7,41	7,51	7,84	8,23	8,68	9,04	9,25
24	9,41	9,05	8,31	8,09	7,43	7,46	7,58	7,17	8,40	8,60	9,30	9,20
26	9,49	9,10	8,31	8,06	7,36	7,35	7,49	7,12	8,40	8,64	9,38	9,30
28	9,58	9,16	8,32	8,02	7,27	7,27	7,40	7,97	8,39	8,68	9,46	9,38
30	9,67	9,22	8,34	7,99	7,19	7,14	7,30	7,03	8,38	8,72	9,53	9,49

5 — FATORES QUE AFETAM O USO CONSUNTIVO DAS PLANTAS

Em caso fora do comum, sob condições anormais, o uso consuntivo pode ser sensivelmente alterado. Em um ano de seca, como em um ano de inundação, é evidente que o uso consuntivo não pode ser o mesmo que em um ano regular.

Diversos são os fatores principais que afetam o uso consuntivo:

5.1 — *Precipitação* — Pode ter grande influência o regime pluviométrico no uso consuntivo. As chuvas leves, porém, em clima seco e em horas quentes, em cada vão aumentar o total de água disponível para a cultura.

5.2 — *Temperatura* — É o fator principal e sua variação vai influir diretamente no consumo da água.

5.3 — *Água disponível* — Havendo água muito franca, há uma tendência a dar irrigações mais ricas e mais repetidas do que o necessário. Um chão permanente úmido tem sua evaporação aumentada, e portanto, também o uso consuntivo.

5.4 — *Umidade do ar* — A baixa umidade do ar, acelera a evapo-transpiração, e vice-versa.

5.5 — *Ventos* — Provocando maior evaporação das terras e das folhas das plantas, o vento naturalmente aumenta o uso consuntivo.

5.6 — *A topografia e o solo* — São fatores importantes e muito influenciam na quantidade de água armazenável e disponível para as culturas.

De um modo geral, a uma cultura mais bem desenvolvida, situada em melhores solos,

ou bem adubadas, corresponde maior uso consuntivo; por outro lado, fatores negativos, como ataque de pragas, doenças, desaclimatação, reduzem o vigor da planta, a área da folhagem e conseqüentemente, o uso consuntivo.

A queda das folhas do algodão perene e da maioria das árvores nativas no Nordeste, provoca uma redução drástica no uso consuntivo desses vegetais.

6 — CONCLUSÕES

Em o Nordeste, como de um modo geral em todo o Brasil, dados completos e precisos sobre irrigação, obtidos através anos e anos de pesquisa, são, pode-se dizer, inexistentes. Temos portanto de lançar mão de observações, métodos, práticas irrigatórias de outras terras.

Precisamos conhecer exatamente as necessidades de água de cada cultura e de cada região, e saber como aplicar esta água; esta não é uma tarefa comum, e exige dos agrônomos grande soma de esforços.

Cremos que nas regiões tropicais, como a nossa o uso consuntivo será maior que naquelas temperadas, notadamente tratando-se de

árvores permanentes que vegetam o ano inteiro e não resistem a um período longo sem receber água como acontece em áreas de longo "frost period".

Examinando-se os relatórios de congressos internacionais de açudagem ou de irrigação verifica-se que o nome do Brasil, figura sempre de modo bastante obscuro.

Nota-se felizmente um recente surto de interesse pelo estudo da irrigação, entre a classe agrônômica e nos centros de pesquisas de todo o país, e é possível que tal situação venha em breve a se modificar.

7 — OBRAS CITADAS OU CONSULTADAS

- 7.1 — "Consumptive use of water". A Symposium. Paper 2524. Reprint of transactions, vol. 117, 1952, pags. 948 — 1023.
- 1.1 — Definition, methods and research data, by Harry F. Blaney.
- 1.2 — Forest and Range vegetation, by L. R. Rich.
- 1.3 — Irrigated crops, by Wayne D. Criddle.
- 7.2 — A method of estimating water requirements in irrigated areas from climatological data. Harry F. Blaney, e Wayne D. Criddle, Soil Cons. Service of U. S., Dept. of Agriculture. Revised dec. 1947 by George D. Clyde. — American Society of Civil Engineers.
- 7.3 — Consumptive use of water and irrigation requirements.
- Wayne D. Criddle, Irrigation Engineer, Serv. Cons.: Soil, Logan, Public. em Journal of soil and water conservation, July, 1953.
- 7.4 — Moisture requirements in Agriculture. H. B. Roe, 1950.
- 7.5 — Determining water requirements in irrigated areas from climatological and irrigation data. H. F. Blaney e W. D. Criddle. S. C. S., Tp. 96, august, 1950.
- 7.6 — Costa Longa, Avelino, CETI. Apostilas "Irrigação", mimeografadas, 1959.

APONTAMENTOS DE VIAGEM

(RELATÓRIO)

Eng. Manoel Martins de Athayde

Chefe da Comissão de Minas do DNOCS

Intercâmbio técnico-cultural intenso não só entre brasileiros, mas também com o estrangeiro é uma das metas da atual administração do DNOCS. Para isto convênios foram estabelecidos com diversas entidades. Técnicos de outros países têm visitado e estagiado nos serviços do DNOCS. Nossos especialistas têm sido enviados a vários países do mundo. Recentemente, chefiados pelo autor deste relato, uma comissão de técnicos e auxiliares percorreu as Américas Central e do Norte fazendo observações acerca de obras de interesse do DNOCS.

1 — INTRODUÇÃO

Participaram, além do autor, que chefiava a viagem, os *Engenheiros IVO SABINO DA COSTA GOMES, JOÃO EVANILDO GUEDES FRAGOSO, GELSON CALHEIROS DE ARAÚJO, LUIZ ANTÔNIO DE MEDEIROS FILHO, CIRIACO SERPA DE MENEZES, SANDOVAL DE SÁ e ARTUR RIOS*, sendo este último, engenheiro da "ARMCO" que vem prestando serviços ao DNOCS, desde março último; *Auxiliares-Técnicos ÍTALO CAMISASCA e JOSÉ SILVINO DOS SANTOS; Médico AFLIO MENDES DE AGUIAR; Contabilista Oficial Administrativo HORÁCIO POMPEU RIBEIRO; Fotógrafo PROCÓPIO COSTA; Professora ELSE VELOSO MILO*, a qual participou da comitiva juntamente com pessoal da Comissão de Minas para observações de ensinamentos rurais, a fim de orientar a instalação de diversos núcleos; *Secretariada pela Auxiliar de*

Administração IVO CARDOSO DE LUNA no Aracati, DC-3 do DNOCS, através de países da América Central e do Norte, a viagem teve como objetivo primordial o conhecimento dos problemas técnicos, econômicos e sociais ligados às obras de Engenharia Hidráulica em países de técnica avançada, permitindo assim, com uma visão mais ampla, compará-los aos nossos problemas locais, regionais, ou nacionais, tirando vantagem das observações colhidas e ao mesmo tempo levando àqueles países a nossa experiência, por vezes tão útil em intercâmbios dessa natureza. Como ponto alto das visitas vale salientar as efetuadas ao MÉXICO e ESTADOS UNIDOS, tendo as demais contribuído sob o ponto-de-vista social, deixando-nos uma agradável impressão do contacto com povos de além-mar, proporcionando-nos conhecimentos que poderão ser aplicados em nossas atividades futuras.

2 — MÉXICO CITY

Munidos de uma carta do Adido Cultural da Embaixada do México no Rio de Janeiro, entramos em entendimentos com a *Secretaria de Recursos Hidráulicos do México*, onde fomos recebidos diretamente pelos *Doutores ALFREDO DEL MAZO e ALFREDO E. COLIN VARELA*, respectivamente Secretário e Sub-secretário daquela Secretaria, equivalente no nosso País, a um Ministério.

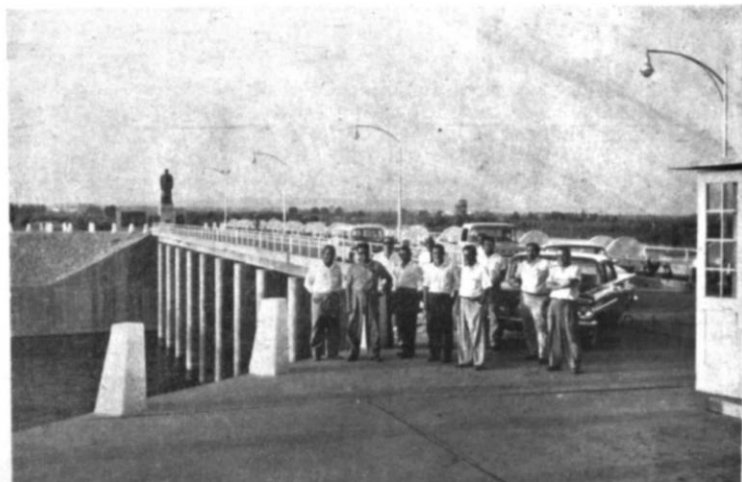
Imediata e gentilmente fomos recebidos por S. Excia, o Sr. Secretário, que já tinha conhecimento de nossa visita. Determinando a pre-

sença em seu Gabinete dos *Engenheiros ANTÔNIO CORIA e MANUEL ANAYA*, respectivamente Chefe da Consultoria Técnica e Consultor Técnico da mencionada Secretaria, para pô-los ao par dos nossos objetivos, dando-lhes instruções a fim de organizarem um programa de visita e designando o *Eng. MANUEL ANAYA*, para acompanhar a comitiva às obras de aqüedagem e irrigação daquele País.

Permanecemos na Cidade do México, três dias, devido a uma revisão necessária ao avião. Atendendo sugestão do *Eng. CORIA*, compare-

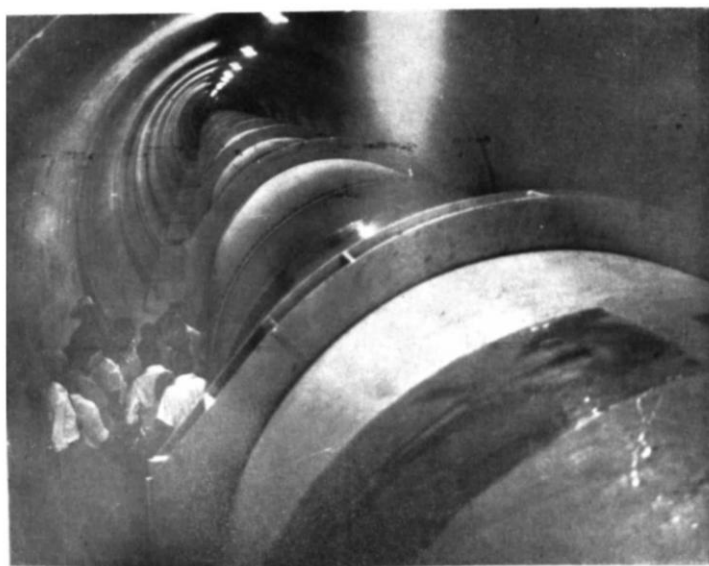


Barragem Morelos — Tomada d'água

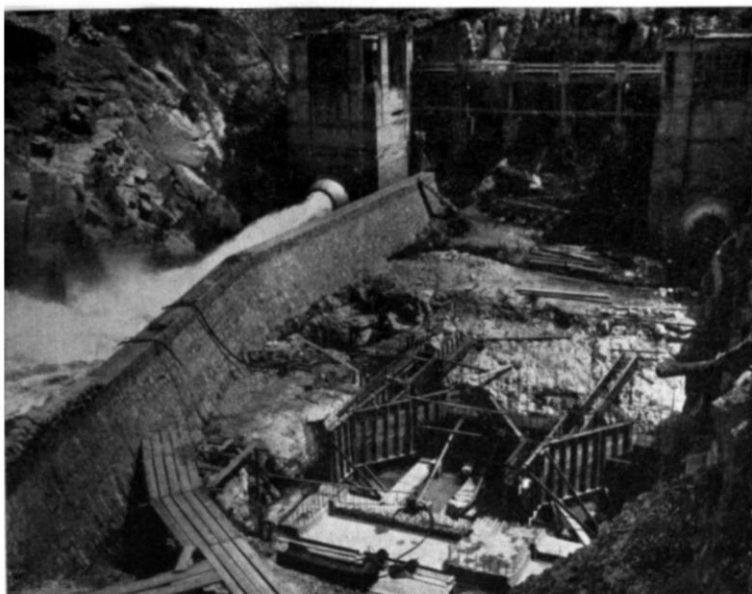


Barragem de derivação — Morelos

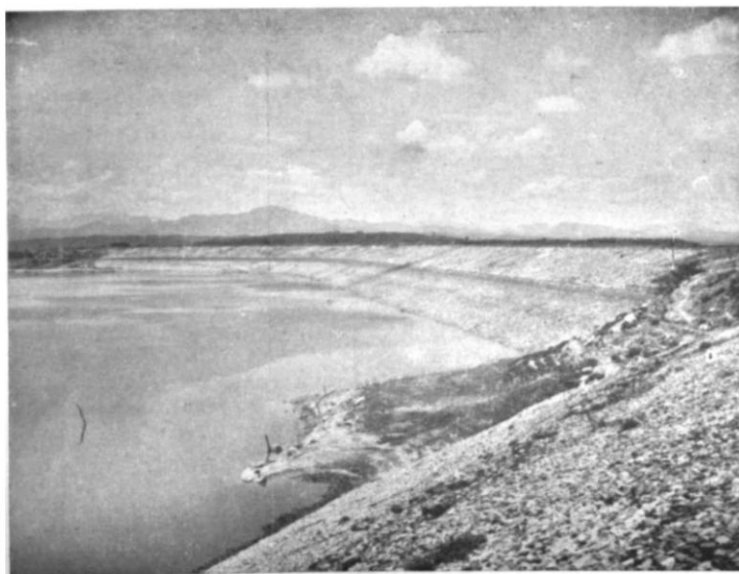
Barragem de Sanalona — Aparelhagem de manobra tomada d'água



Barragem Sanalona
Túnel com tubulagem



Represa de Sanalona
Canal irrigação
Construção casa de força



Barragem Sanalona

BOLETIM DO DNOCS

ceiros ao Gabinete do mesmo, onde nos foi feita uma exposição sobre os sistemas, obras em construção e em utilização, campos de irrigação etc.

Subordinados à *Secretaria de Recursos Hidráulicos*, acham-se 64 Distritos e 6 Comissões, contando atualmente com 68 barragens construídas e 11 em construção, inclusive a "PRESA EL HUMAYA" com 100 metros de altura e uma área irrigável de 2.609.840 ha, já tendo sido estudado um plano de ampliação.

Acompanhados do referido técnico e de um piloto da Força Aérea Mexicana, visitamos as seguintes obras:

a) *ESTADO DE SINALOA*: (Culiacan)

- a.1) "Presa de "SANALONA" (Concluída)
- a.2) "Presa EL HUMAYA" (Em construção)
- a.3) "Presa "DERIVADORA DE CULIACAN" (Concluída)

b) *ESTADO DE SONORA*: (Cd. Obregón)

- b.1) "Centro de Investigación Agrícola del Noroeste" (Ciano) e ao "VALLE DEL YAQUI".
- b.2) "Canal Alto" e "Presa ALVARO OBREGÓN" (Concluídos)
- b.3) Escritórios do "Distrito De Riego Del Rio Yaqui".

c) *ESTADO DA BAJA CALIFÓRNIA*: (Mexicali)

- c.1) "Presa Derivadora Morelos" e ao "Canal Todo Mexicano". (Concluídos)

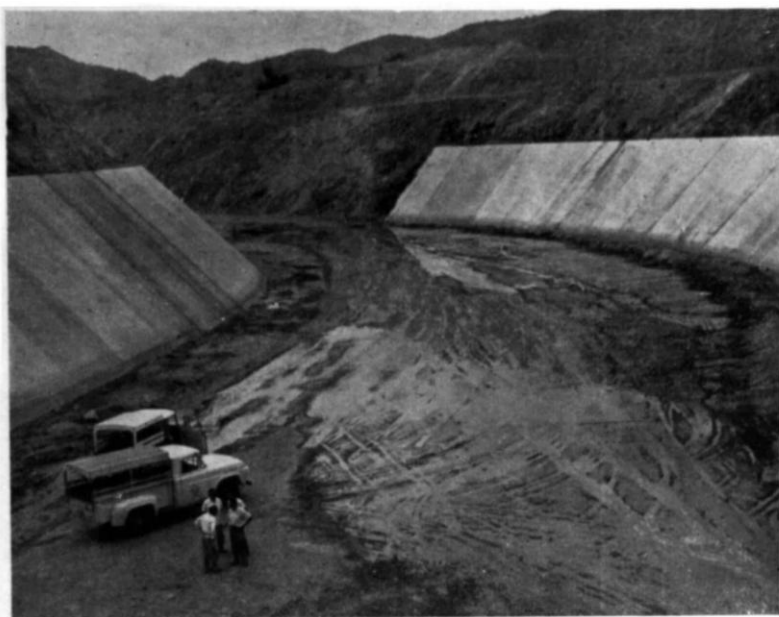
2.1 — CULIACAN

Culiacan, com 80 mil habitantes, Capital do Estado de Sinaloa, é banhada pelo Rio Culiacan, formado por dois afluentes: Rio HUMAYA e Rio TAMAZULA. Tem um clima muito variado, com dois períodos de chuva, um no verão, que é o mais abundante, e outro no inverno, de curta duração, dando uma precipitação média anual de 500 mm. Tendo a região um clima seco, tornou-se indispensável a construção de obras de irrigação para a certeza de uma produção agrícola segura.

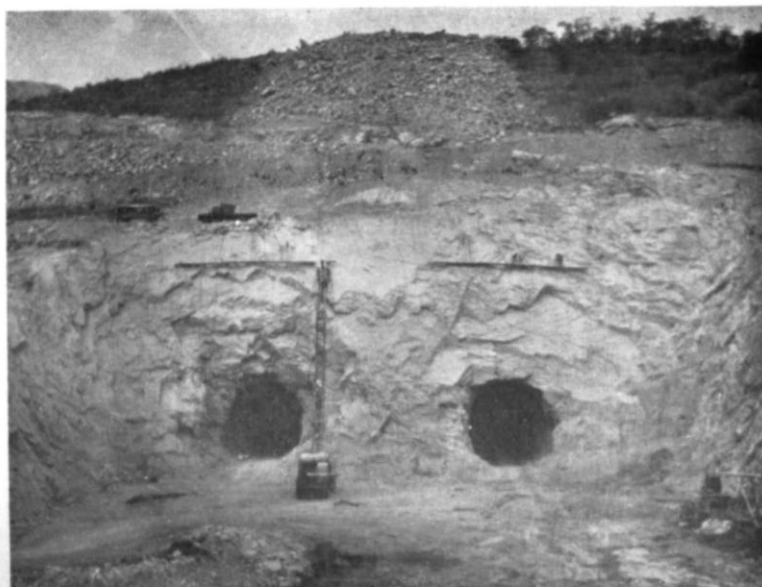
2.1.1 — "Presa de Sanalona", cuja finalidade é regularizar e armazenar as águas do Rio Tamazula. Completando o regime do Rio HUMAYA, permite aquela barragem uma irrigação eficaz de 90 mil ha com o Rio Culiacan, assim como, uma geração de 15 mil kv de energia elétrica. Características da barragem:

- a) localização: — Rio Tamazula, a 35 km água acima e a Leste da Cidade de Culiacan;
- b) bacia hidrográfica: — 3.255 km²;
- c) bacia hidráulica: — 845.000.000 m³ e km²;
- d) barragem:
 - d.1) tipo terra, com materiais graduados;
 - d.2) taludes: 3:1 (montante) e 2:1 (jussante);
 - d.3) comprimento do coroamento = 1.016 m;
 - d.4) largura do coroamento = 10 m;
 - d.5) largura na base = 350 m;
 - d.6) altura máxima = 65 m;
 - d.7) volume, inclusive diques = 5.000.000 m³;
- e) vertedouro: — na ombreira direita, com uma descarga máxima de 6.320 m³/seg;
- f) tomada d'água: — dois tubos de aço de 3,05 m de diâmetro através de túneis revestidos de concreto, com válvulas de emergência do tipo "Mariposa" e válvulas de controle de agulha "Hovell Burger". Um túnel destina-se à irrigação, e o outro à geração de energia elétrica.

2.1.2 — "Presa El Humaya", que permitirá, quando concluída, um beneficiamento agrícola numa área de 160 mil ha, totalizando com as obras da "Presa De Sanalona", uma área de 250 mil ha susceptível de irrigação. A potencialidade agrícola destas terras é ilimitada e sua fertilidade é de primeiríssima qualidade, dando uma grande variedade de cultivos, que num futuro não muito remoto, constituirão fonte preponderante de incremento para a economia regional e nacional. Além desta finalidade, a "Presa" gerará 60 mil kv de energia elétrica, destinada ao fomento da indústria que surgir na região. Esta barragem está em construção há dois anos, prevendo-se sua conclusão

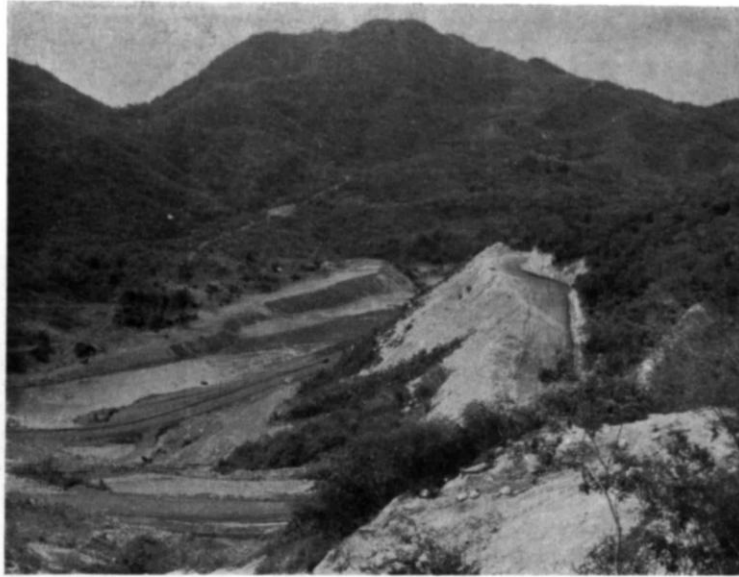


Barragem de Humaya
Saída dos túneis pelo canal
de descarga



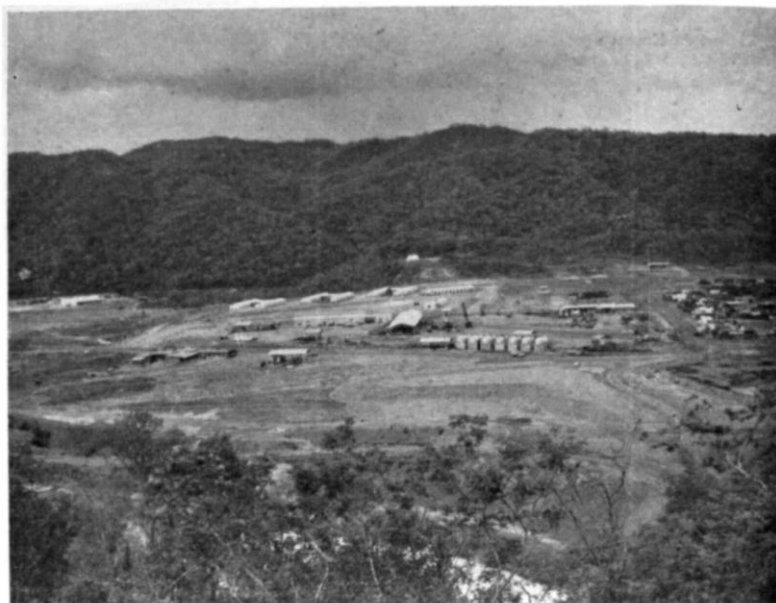
Barragem de Humaya
Entrada dos túneis pelo canal
de descarga

Canal de descarga
Barragem de Humaya



Canal de descarga - Barragem de Humaya

Acampamento
Barragem de Humaya



Caminho de serviço
Barragem de Humaya

dentro de mais dois anos e está orçada em 260 milhões de pesos, equivalente em nossa moeda, 4 bilhões de cruzeiros, aproximadamente. Características:

- a) localização: — Rio Humaya, a 40 km águas acima e ao Norte da Cidade de Culiacan;
- b) bacia hidrográfica = 12.368 km²;
- c) bacia hidráulica = 3.200.000.000 m³ e 15.000 ha;
- d) barragem:
 - d.1) tipo terra, de materiais graduados com núcleo flexível;
 - d.2) taludes: 3:1 — 2:1 — 1,75:1 (montante) e 3:1 — 2:1 — 1,75:1 (jusante);
 - d.3) comprimento do coroamento = 820 m;
 - d.4) largura do coroamento = 10 m;
 - d.5) altura máxima = 105,50 m;
 - d.6) volume = 7.500.000 m³;
- e) vertedouro: — na margem direita, com uma descarga de 5.400 m³/seg;
- f) tomada d'água: — túnel número um, revestido de concreto, com conduto forçado de 4,70 m de diâmetro, terminando numa trifurcação, tendo cada um ramo uma válvula de emergência de "Mariposa" e uma válvula "Howell Burger"; túnel número dois, que se destina à geração de energia elétrica. Comprimento médio dos túneis é de 600 m, descarregando diretamente no rio por meio de um canal de 35 m de largura no fundo, e 800 m de comprimento, sendo revestido de concreto nos 150 m iniciais.

FATOS OBSERVADOS NA CONSTRUÇÃO DA BARRAGEM: A seção da barragem é constituída de materiais graduados, assim distribuídos:

- a) núcleo, de material impermeável (argila), sendo compactado por pés-de-carneiro de 20 t, que dão cêrcade 70 kg/cm², passando 8 a 10 vezes; de um modo geral, são usadas escavadeiras ou pás mecânicas para a remoção do material no empréstimo, vindo o mesmo já umedecido daquele local, operação muito comum na construção de barragens do "Bureau of Reclamation";

- b) filtro de areia e "GRAVEL", materiais removidos do próprio leito do rio e distribuídos a montante e a jusante do núcleo impermeável;
- c) material permeável, aproveitado da própria escavação do local do corpo da barragem e distribuída à montante e jusante do filtro. Na compressão deste material são usados tratores D-8 ou D-9;
- d) enrocamento selecionado, sendo a pedra extraída com o auxílio de "WAGON-DRILLS". As explosões são ocasionadas por dinamites até 100 t.

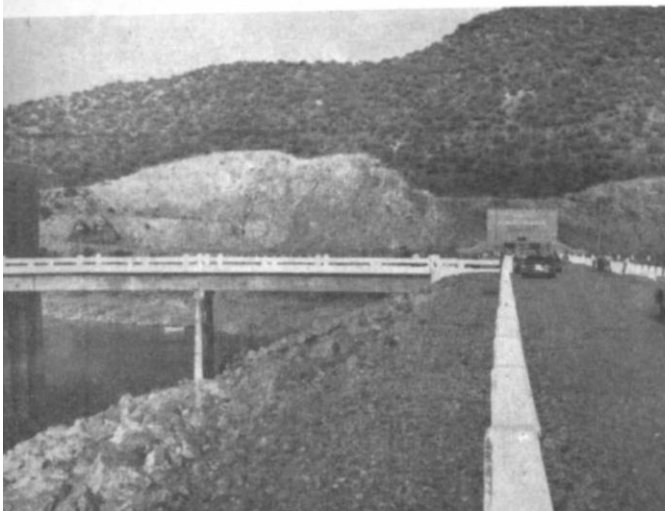
A construção da obra está a cargo de firma empreiteira, sendo apenas fiscalizada pelo pessoal técnico da *Secretaria de Recursos Hidráulicos*. Também o *Bureau of Reclamation* age de modo idêntico, orientação que bem poderia ser seguida pelo *DNOCS*. De um modo geral, observa-se que os métodos e normas, utilizados na construção de barragens de terra por aquela agência americana, são aplicados pela *S. R. H. Mexicana* nas suas obras. Assim verificou-se o "UNIFIED SOIL CLASSIFICATION SYSTEM", servindo de base para a classificação rápida no campo ou no laboratório dos materiais a serem utilizados no campo da barragem. O "METODO HILF", de determinação rápida da densidade do material compactado "IN SITU", evitando a demora de 24 horas com o uso da estufa, também é usado em larga escala nas obras mexicanas.

2.1.3 — "Presia Derivadora de Culiacan", localizada imediatamente abaixo da ponte da Estrada de Ferro Sul Pacifico, nas imediações da Cidade de Culiacan. Características:

- a) barragem: — tipo vertedoura, de concreto, com altura de 2,50 m sobre o fundo do rio;
- b) largura da crista = 6 m;
- c) comprimento = 490 m;
- d) capacidade = 10.000 m³/seg; com carga de 5,87 m.

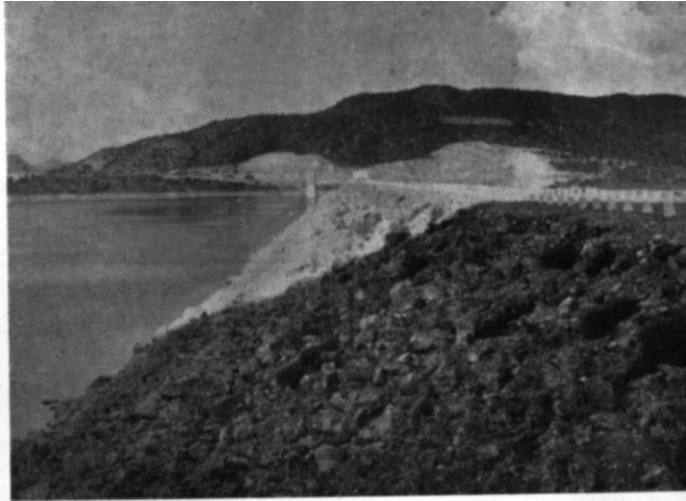
Para as obras de tomada, aproveitou-se a do Canal "ROSALES", na margem direita, com capacidade para 38 m³/seg e na margem esquerda, construiu-se a do canal principal, com capacidade para 80 m³/seg. A capacidade de irrigação dos referidos canais, é de 30 mil ha e 60 mil ha respectivamente. Entre os cultivos, destacam-se a cana-de-açúcar, o arroz, feijão, trigo, algodão, tomate, milho e outros.

Represa Alvaro Obregon
Dados técnicos

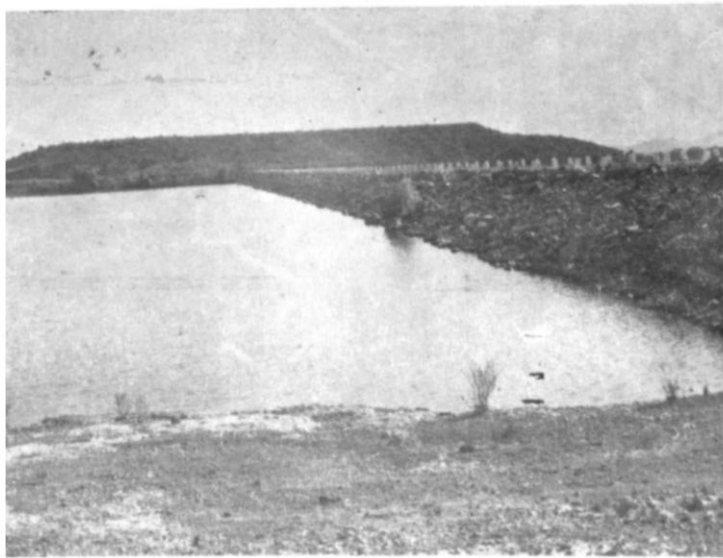


**Barragem Alvaro Obregon - Acesso
tomada d'água canal alto**

Represa Alvaro Obregon

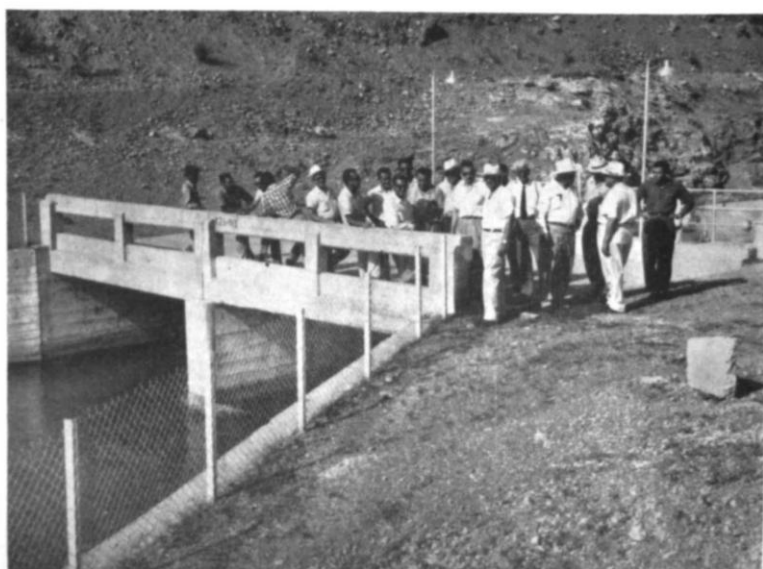


Represa auxiliar situada no canal alto (Represa Alvaro Obregon)





Canal alto da Represa
Alvaro Obregon



Represa Alvaro Obregon
Comporta de equilibrio do
canal alto

2.2 — CIUDAD OBREGON

2.2.1 — “Valle do Yaqui”, numa extensão de 94 km, tivemos oportunidade de conhecer alguns cultivos da região, destacando-se o algodão, alfafa, arroz, milho, feijão, trigo etc. Para resolver os problemas agronômicos regionais, foi criado o “CENTRO DE INVESTIGACIÓN AGRICOLA DEL NOROESTE” (Ciano), que se dedica à investigação agrícola aplicada, com mais intensidade do que a investigação básica ou geral. O Ciano está aplicando os métodos mais adiantados da investigação agrícola, para lograr soluções dos problemas prementes da agricultura do Noroeste, buscando determinar como obter nos cultivos, os rendimentos máximos por cada pêso e hora de trabalhos invertidos. Assim, por exemplo, no caso de inseticidas infertilizantes, os investigadores se têm esforçado em descobrir qual a quantidade mínima destes produtos que assegura um rendimento econômico ótimo ao agricultor. Ao lado dos trabalhos de pequeno prazo, têm sido estabelecidos os de longo prazo, para obtenção de informação básica em genética, fitopatologia, entomologia e solos. Os problemas de constantes evolução, tais como, a luta contra as pragas, enfermidades e a fertilização do solo, têm merecido um trabalho de investigação contínua. Ensaio experimentais, são efetuados em vários pontos dadas às diferenças ecológicas nas diversas zonas do Noroeste, permitindo assim, uma recomendação acertada aos agricultores de zonas diferenciadas. E assim, este centro faz chegar em diversas formas, os resultados dos seus trabalhos aos agricultores da região.

2.2.2 — “Presa ALVARO OBREGÓN” — para atender à irrigação de terreno no “Valle Del Yaqui”, foram construídas duas represas: A de “Angostura” (1942) e posteriormente a de “Alvaro Obregón” (1952). Esta última foi construída para irrigação de uma área de 220 mil ha e geração de 125 milhões de kwh. Características:

- a) *localização*: no Rio Yaqui, a uns 40 km ao Norte de “Ciudad Obregón”;
 - b) *bacia hidrográfica* = 70.000 km²;
 - c) *bacia hidráulica* = 3.000.000.000 m³;
 - d) *barragem*:
- d.1) tipo terra, com materiais graduados;
 - d.2) comprimento do coroamento = 1.457 m;

- d.3) largura do coroamento = 10 m;
 - d.4) altura máxima = 57 m (dêsde o leito do rio) e 90 m (dêde o bed-rock);
 - d.5) largura na base = 360 m.
- e) *vertedouro*: — na margem direita, com uma descarga máxima de 11.100 m³/seg;
 - f) *obras de tomada*: a represa tem duas obras de tomadas, uma “TOMA BAJA”, na margem direita do rio, e a “TOMA ALTA” na margem esquerda, aquela alimentando a irrigação dos terrenos baixos do Distrito e os da margem direita do rio, e esta alimentando o Canal Alto.
 - g) *CANAL BAJO*: — com a obra de tomada da barragem derivadora de “Hornos” e capacidade de 125 m³/seg, serve para a irrigação de 120 mil ha;
 - h) *CANAL ALTO*: — com sua origem na “TOMA ALTA” da Presa “Alvaro Obregón”, dá serviço a 90 mil ha, com uma capacidade de 110 m³/seg e 124 km de extensão. Possui estruturas importantes tais como: diques, túneis e sifões.
 - i) *CANAL PRINCIPAL*: — na margem direita com capacidade de 15 m³/seg, irrigando 11 mil ha;
 - j) *CANAL PORFIRIO DIAZ*: — na margem esquerda, com capacidade de 20 m³/seg e irrigando 19 mil ha.

2.2.3 — *ESCRITÓRIOS DO DISTRITO DE RIEGO DEL RIO YAQUI*: Os escritórios do aludido Distrito, estão aparelhados de acordo com a mais moderna técnica, destinada à atender as suas altas finalidades.

2.3 — MEXICALI

O “Valle de Mexicali” é a continuação fisiográfica para o Sul do “Valle Imperial”, em território dos Estados Unidos, constituindo ambos o grande delta do Rio Colorado, cujas águas desembocam no Golfo da Califórnia. O clima na região é seco, semi-cálido e extremo, com uma máxima de 50 graus centígrados e uma mínima de 6 graus centígrados abaixo de zero.



Campo de irrigação
Vista aérea (Mexicali)



Campo de irrigação
Vista aérea (Culiacan)

A precipitação média anual é de 58 mm. Os meses em que se registram as máximas temperaturas são: junho, julho, agosto e setembro. A insolação e luminosidade são tremendas. De um total de 323.518 ha podem apenas serem irrigados cerca de 190 a 200 mil ha, devido às quantidades disponíveis de água. Estando a bacia hidrográfica praticamente toda no território americano, existe um convênio internacional entre México e Estados Unidos, mediante o qual este último se compromete a fornecer um mínimo de 1.850.000.000 e um máximo de 2.097.000.000 de m³ anuais. Cerca de 600.000.000 de m³ anuais são obtidos através do bombeamento de águas do subsolo por 576 poços profundos, dando uma vazão média de 200 l/seg. Pela comitiva foram visitados apenas dois poços que apresentavam naquele momento, 226 e 221 l/seg respectivamente. São cultivos principais: o algodão, trigo, alfafa e milho. O principal problema desta região é a salinidade das terras, tendo o Governo promovido tanto a drenagem a céu aberto, beneficiando cerca de 115 mil ha, como a drenagem interior, à base de tubos enterrados dentro dos lotes agrícolas, a 1,80m de profundidade, dando bons resultados nos 100 ha beneficiados.

2.3.1 — “Presa de Derivasion Morelos” — Para aproveitamento das águas do Rio Colorado, regularizadas e armazenadas pelas represas de Hoover e Davis, dos Estados Unidos, foi necessário a construção da “Presa Morelos” que daria aos mexicanos, os volumes de águas estabelecidos no Convênio Internacional entre os dois países. O Canal Todo Americano, que se

deriva da Barragem Imperial, em território estadunidense, também fornece ao Valle de Mexicali, o quantum especificado no tratado de águas. Característica da barragem:

- a) localização: — no Rio Colorado, fronteira entre México e Estados Unidos;
- b) barragem: — tipo flutuante, de concreto, tendo um ramo 181 m, com crista vertedoura fina e o outro ramo 214 m com vinte (20) comportas radiais. A obra de tomada está situada à margem direita, por onde se deriva a água, tendo 12 comportas radiais.

2.3.2 — “Canal Todo Mexicano” é o mais importante, iniciando-se na tomada da Presa Morelos, com a capacidade de 228 m³/seg, terminando na Represa “Mata Moros”. Desta, derivam-se: “O Canal de Conexion”, o “Del Allano”, e o “Nuevo Del Norte”.

Antes da nossa partida para os Estados Unidos, dirigimos um cabograma a Sua Excelência Senhor Secretário da Secretaria de Recursos Hidráulicos, apresentando nossa admiração e agradecimento, pedindo estender aos engenheiros Antonio Coria, Manuel Anaya, e Chefes dos Distritos de Culiacan, Yucan e Rio Del Colorado.

Tivemos diversos contactos com a imprensa local, que sempre se encontrava à nossa espera nos aeroportos. Como documentário apresentamos anexo, exemplares dos jornais: LA VOZ DE SINALOA e A.B.C. de Mexicali, que apresentam reportagens sobre a nossa visita.

3 — HOOVER DAM (U.S.A.)

Entrando-se em contacto telefônico com o Bureau of Reclamation, Denver, já estava confirmada nossa visita a barragem de “Hoover”, situada no Rio Colorado, no Município de Boulder City, tendo sido posto à disposição da comitiva um guia capacitado a fornecer características técnicas daquela grande barragem. Trata-se de uma obra de engenharia verdadeiramente impressionante. Ao chegarmos lá fomos imediatamente visitar as instalações hidrelétricas, havendo para isso um elevador dentro do próprio corpo da barragem, que é de concreto, descendo cerca de 160 m.

A capacidade energética é de 1.354.300 kw, já estando instaladas 14 unidades de 82.500 kw, 1 de 50 mil e uma outra de 40 mil, ou seja em cavalos, 14 unidades de 115 mil cada, 1 de 70

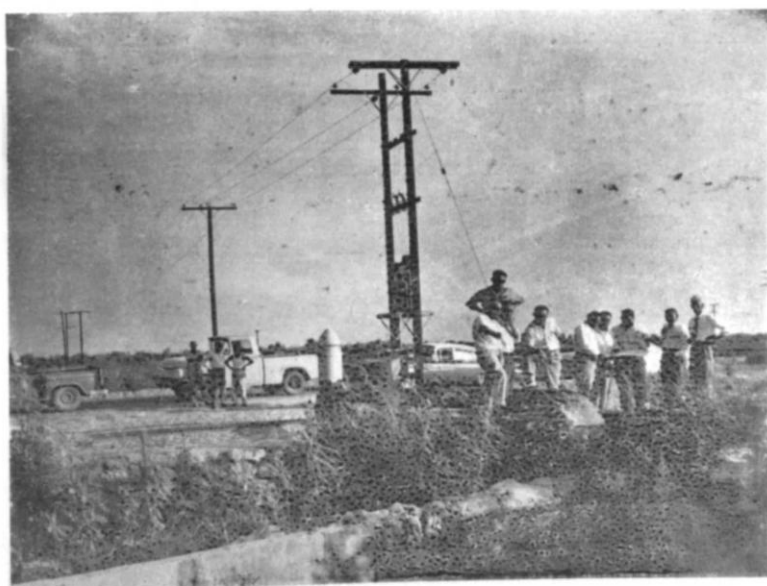
mil e outra de 55 mil. Pretendem instalar ainda mais uma unidade de 104.500 kw, isto é, mais 145 mil cavalos.

3.1 — “CARACTERÍSTICAS”

3.1.2 — Barragem:

a) altura	221,40 m
b) comprimento	379,20 m
c) l a r g u r a da crista	13,70 m
d) l a r g u r a da base	201,20 m
e) volume de concreto	2.099.500 m ³

Campo de irrigação
Cultura de algodão



Poço profundo para irrigação
(Mexicali-México)

- 3.1.3 — *Bacia Hidráulica*:
- | | |
|------------------------------|-------------------------------|
| a) comprimento . | 184 km |
| b) capacidade ... | 36.783.264.000 m ³ |
| c) profundidade máxima | 179.50 m |
| d) área | 63.000 ha |
- 3.1.4 — *Spill Ways*:
- | | |
|-----------------------------|----------------------------|
| 2 com capacidade total de . | 11.320 m ³ /seg |
|-----------------------------|----------------------------|

4 — "RETORNO"

Após concluída a visita, retornamos no dia imediato ao Brasil, aqui chegando no dia 2 de agosto.

5 — CONCLUSÕES

5.1 — Foi uma viagem considerada por todos os elementos que compareceram à comitiva, como uma das mais proveitosas que um grupo técnico poderia realizar;

5.2 — Os conhecimentos adquiridos permitirão ao DNOCS, uma orientação segura no planejamento e execução de obras desta região, mui especialmente irrigação da área à jusante da *Barragem do "ESTREITO"*, ora em conclusão, da construção da *Barragem do "BICO DA PEDRA"* e sua utilização logo concluída (ambas em Minas Gerais);

5.3 — Além dos elementos citados acima, consideramos de primordial importância os observados na parte de Assistência Social, como sejam: Assistência Médica Aplicada aos canteiros de obras e a Educacional aplicada ao meio Rural;

5.4 — Observou-se também, como se processava a exploração das terras irrigadas, as quais são utilizadas sob o controle de um Comitê, constituído de um representante da *Secretaria de Recursos Hidráulicos* que normalmente é o próprio Chefe do Distrito local, de um representante da *Secretaria de Agricultura*, de um representante dos agricultores e de um representante de um órgão bancário; este Comitê funciona sob a presidência do primeiro citado e têm atribuições de determinar a quantidade de água a ser entregue, a área a ser cultivada, tipos de culturas, financiamento etc. Ao sentir o funcionamento desse órgão, verifiquei que alguns projetos de grupos de trabalho provenientes dos Encontros dos Bispos do Nordeste, realizado em Campina Grande e Natal, como sejam: *Grupo de Cariri*, de *Alagoas* e de *Montes Claros*, se identificam pela organização e atividades;

5.5 — Chegamos também a conclusão de que seria muito proveitoso para o DNOCS e seus técnicos, fôsse estabelecido intercâmbio entre aquele órgão e o nosso para que houvesse estágios mútuos, assim como possibilitasse que "in-loco" fôsses conhecidos os métodos aplicados. Outrossim, desejo adiantar que encontramos a maior boa vontade dos principais responsáveis pela Secretaria de Recursos Hidráulicos para o fim dito anteriormente e nos comprometemos iniciar imediatamente a troca de elementos técnicos como sejam boletins, observações etc.

6 — ANEXOS DO RELATÓRIO

(Os interessados poderão consultá-los nos arquivos da Administração Central do DNOCS)

6.1 — Mapa dos Estados Unidos do México, onde consta os principais programas da Secretaria de Recursos Hidráulicos, bem como dados estatísticos (um exemplar);

6.2 — Cópia em ozalide do Plano Geral da Represa de Humaya (uma cópia);

6.3 — Boletim sobre EL CIANO Y EL NOROESTE (um exemplar);

6.4 — Circulares do El CIANO, n.º 3, 4, 6, 8, 9 e 10 (um exemplar de cada);

6.5 — Fotografias das diversas obras da Secretaria de Recursos Hidráulicos (24 fotos);

6.6 — Exemplares de jornais das cidades de Mexicali e Culiacan, respectivamente A.B.C. e LA VOZ DE SINALOA.

Levantamento das condições de tráfego da BR-11

A propósito das atuais condições do tráfego da BR-11, recebeu este Boletim as conclusões a que chegou a Comissão da Rêde-7, da Diretoria de Vias e Transportes do Ministério da Guerra após levantamento concluído em setembro de 1960. Agradecemos a esta colaboração do Maj. Estélio Telles Pires Dantas, Ch. Int. Con. Mil. Rde-7, ao BOLETIM DO DNOCS.

I — CONCLUSÕES

No estudo da infra e superestrutura da BR-11, parece oportuno assinalar:

1.1 — O trecho COLÉGIO-JUNQUEIRO, possui trabalhos de terraplenagem, estando a maior parte do seu traçado planejado. Atualmente as ligações entre estes dois pontos é possível por estradas carroçáveis.

1.2 — O trecho JUNQUEIRO-SINIMBU-SÃO MIGUEL-PILAR, não possui características técnicas, que permitam sua classificação como rodovia de 3.^a classe, a luz das especificações das Normas Brasileiras.

1.3 — O trecho PILAR-MACEIÓ, com pavimentação asfáltica possui algumas obras d'arte com chapa de rolamento de 5,8 m, enquanto as Normas Brasileiras vigentes, especificam que nas rodovias de 2.^a classe ou 3.^a esta chapa de rolamento deve ser de 6,7 m.

1.4 — O trecho MACEIÓ-URUCU também com pavimentação asfáltica possui obras d'arte com a chapa de rolamento de 7,2 m que possibilitam a sua classificação como rodovia de 1.^a classe.

1.5 — O trecho URUCU-XEXÉU, brevemente terá o serviço de terraplenagem terminado, possibilitando a ligação rodoviária MACEIÓ-RECIFE, porém nas atuais condições não permite o tráfego nem de viaturas leves durante a estação chuvosa de março e abril.

1.6 — O trecho XEXÉU-PALMARES, com revestimento de piçarra, possui obras d'arte com chapa de rolamento de 7,2 m, que atende as imposições das Normas Brasileiras para ser classificada quando pavimentada, como rodovia de 1.^a classe.

1.7 — O trecho PALMARES-RECIFE, possui pavimentação asfáltica em condições técnicas de rodovia de 1.^a classe, apesar de, na região de PONTE DOS CARVALHOS (02) utilizar uma ponte provisória, que não possui as características técnicas homogêneas com as características da rodovia.

1.8 — O trecho RECIFE-GOIANA, possui pavimentação asfáltica, onde assinalamos dois pontos críticos a Ponte n.º 5 com chapa de rolamento 5,4 m, após PAULISTA e a Ponte n.º 9 que deverá ser construída sobre o Canal do RIO GOIANA.

1.9 — O trecho GOIANA-JOÃO PESSOA é revestido com pavimentação asfáltica, exceção feita de pequenos trechos revestidos em piçarra, necessitando de urgentes trabalhos de conservação.

1.10 — O trecho JOÃO PESSOA-SANTA RITA, possui calçamento em paralelepípedo.

1.11 — De SANTA RITA para MAMAGUAPE a rodovia encontra-se planejada, em trabalhos de terraplenagem, porém a inexistência da ponte sobre o RIO PARAÍBA não permite o tráfego durante a estação chuvosa, impondo a utilização da variante SANTA RITA-SAPÉ-MAMAGUAPE, de piso silico-argiloso, podendo ser classificada como carroçável melhorada.

1.12 — O trecho MAMAGUAPE-PARNAMIRIM com piso, ora de piçarra, ora de silico-argiloso, encontra-se em vias de término de trabalhos de terraplenagem com muitas interrupções e variantes nos pontos onde se constrói obras d'arte.

Atualmente o trecho SANTA RITA-PARNAMIRIM não apresenta características técnicas que permitam sua classificação nem como rodovia de 3.^a classe.

1.13 — O trecho PARNAMIRIM-NATAL com o piso ora calçado de paralelepípedo ora de pavimentação asfáltica, possui características de rodovia de 1.^a classe apesar de em pequenos trechos a chapa de rolamento da rodovia ser de 6,9 m.

2 — RECOMENDAÇÕES

Tendo em vista as observações acima enunciadas, recomenda-se:

2.1 — Numa primeira prioridade: término do trecho URUCU-PALMARES e a construção da obra d'arte definitiva da PONTE DOS CARVALHOS, facilitando e assegurando a ligação rodoviária entre as duas Capitais MACEIÓ-RECIFE.

2.2 — Numa segunda prioridade: seja atacada urgentemente a construção da Ponte n.º 9 sobre o RIO GOIANA e a pavimentação asfáltica dos pequenos trechos revestidos em piçarra, permitindo a fácil ligação entre RECIFE-JOÃO PESSOA.

2.3 — Numa terceira prioridade: seja atacado com maior empenho o trecho PILAR-COLÉGIO, terminando no mínimo os serviços de terraplenagem e revestimento em piçarra.

2.4 — Finalmente sejam atacados os trabalhos entre SANTA RITA-NATAL que permitirão a ligação definitiva pela BR-11 entre as Capitais JOÃO PESSOA-NATAL.

Tendo em vista que a BR-11 percorre a zona da mata e assegura as ligações entre as 4 Capitais do Nordeste Oriental, considerando-se o valor econômico desta Região podemos afirmar que esta rodovia é de grande interesse regional.

Princípios essenciais da irrigação

Eng. Agr. A. J. Gonzalez

1 — INTRODUÇÃO

As plantas requerem quantidades relativamente elevadas d'água para formar cada quilo de matéria seca. Aplicando um coeficiente de transpiração igual a 300, temos que uma colheita de milho com rendimento de 6.200 kg de grão por hectare (ms 35 hl) consome teoricamente cerca de 4 milhões de quilos d'água (4.000 m³). Em geral, necessita-se aproximadamente de 250 a 900 kg d'água para produzir um quilo de matéria seca, excluindo os órgãos subterrâneos do vegetal. Pois bem, pode-se considerar estas cifras, como guia para calcular a água necessária à rega? Não servem para este propósito, porém dão uma idéia das quantidades d'água que utilizam as plantas. Nos cálculos de irrigação deve-se considerar a quantidade d'água que proporcionam as chuvas, assim como as perdas na infiltração, na evaporação etc.

A escassez e irregularidade das chuvas faz com que os cultivos sofram por falta de umidade e em casos extremos se produz a perda total da colheita essencialmente tratando-se de plantas que requerem a água em momentos

críticos, como o milho, durante a floração e formação do grão. Nos climas áridos e semi-áridos (com chuvas anuais inferiores a 250 mm, e de 250 a 1.000 mm, respectivamente), a rega é necessária para conseguirmos colheitas remunerativas. Em climas úmidos (com chuvas superiores a 1.000 mm), também a irrigação é muito importante como suplemento indispensável das chuvas. Nestes climas, as superfícies regadas vão crescendo com o progresso da agricultura, pois com ela se conseguem maiores rendimentos e se assegura a produção.

Deve-se ter presente que regar não é simplesmente adicionar água ao terreno. Irrigação realizada de forma inadequada, longe dos resultados almejados, é possível prejudicar as sementeiras e o estado da fertilidade do solo. Um rendimento mais elevado significa maior quantidade de elementos nutritivos absorvidos pelas plantas, de modo que o agricultor não deve descuidar do emprêgo de fertilizantes na regulação das perdas de nutrição nas águas de drenagem.

2 — REGA NOS ESTADOS UNIDOS, ESPANHA E AMÉRICA LATINA

Na região ocidental dos Estados Unidos, há grandes extensões de terras áridas e semi-áridas que se irrigam comumente com bons resultados. Muitas destas terras se encontram carregadas de sais, pelo que a rega se realiza, cuidadosamente, atendendo a quantidade de água e a drenagem eficiente, para impedir que a concentração salina vá aumentando. A superfície regada nos Estados Unidos é estimada em 12 milhões de hectares.

A zona árida espanhola (com menos de 400 mm de chuvas), compreende uma faixa que se estende desde Logroño y Zaragoza a Murcia y Almeria e outra que tem como centro a Valladolid.

As chuvas não passam dos 600 mm, em quase todo o resto do país.

Cultivam-se 1.679.700 ha irrigados, segundo informações do *Eng. Agr. Pedro Mela Mela*.

As terras regadas na América Latina são calculadas em 8 milhões de hectares, correspondendo as maiores extensões ao México, Argentina, Chile e Peru. A área irrigada aumenta anualmente, dentro dos recursos econômicos disponíveis e das fontes de abastecimento d'água existentes em cada país.

As principais culturas irrigadas são: pastagens, forrageiras de corte, beterraba, cana-de-açúcar, plantas hortícolas, algodão, soja, frutas, "maíz", arroz, café, tabaco, oliveira, trigo etc. Os problemas importantes com que tropeça o agricultor na irrigação se relaciona com o abastecimento d'água, drenagem deficiente, acumulação de sais, erosão e falta de equipamentos apropriados.

3 — FONTES E QUALIDADES D'ÁGUA

Pode-se empregar águas de rios e arroios, lagos e açudes assim como águas subterrâneas. A água não deve contar excessos de sais. Por análise química, determina-se sua quantidade de sais, de sódio e sua relação com outros cations, a concentração de boro e outros elemen-

tos tóxicos, a relação de bicarbonato e cálcio mais magnésio. Empregando água em excesso para solver lavado do solo, é possível utilizar fontes com concentração salina ligeiramente alta.

— UMIDADE DO SOLO

A rega objetiva propiciar a água necessária para que exista ótimo de umidade a disposição das plantas, onde se desenvolvem as raízes. Como se consegue este ótimo? Depende da natureza do solo, do seu grau de umidade e da quantidade d'água que se emprega. Usando pouca água é possível que somente se umedecem alguns milímetros superficiais e as raí-

zes fiquem na zona seca. Empregando excesso d'água, o terreno se satura e parte d'água se filtra, perdendo-se no subsolo.

Para se saber em que momento convém regar, determina-se o grau de umidade do solo mediante aparatos fáceis de manejar e instalar.

5 — BOMBAS PARA IRRIGAÇÃO

A extração d'água de poços, depósitos ou correntes superficiais, a fim de elevá-la até a altura conveniente para sua distribuição pela rede de irrigação é feita com bombas. Em geral, consideram-se poços pouco profundos aqueles em que o nível d'água encontra-se a menos de 7 m de profundidade, poços profundos são os alimentados por lençol freático a uma profundidade maior.

Para a rega emprega-se comumente bomba centrífuga horizontal e a de turbina verti-

cal. O uso de um ou outro tipo depende da profundidade a que se encontre o nível d'água. O primeiro é menos custoso e aplica-se aos poços rasos, depósitos ou correntes superficiais. O outro é para os poços profundos.

A seleção de uma bomba, quanto ao tamanho conveniente, depende da capacidade (vazão), altura de elevação d'água, perdas de carga e tratando-se de rega por aspersão, da pressão a que devem funcionar as boquilhas espargidoras.

6 — SISTEMAS DE REGA

A água pode ser aplicada de vários modos, o que dá lugar aos sistemas de rega. Consideram-se quatro os sistemas fundamentais: inundação, filtração, quadrados, aspersão ou chuva artificial. A eleição do método de rega depende da água disponível, topografia e cultura que se deseja irrigar.

O sistema de aspersão se tem popularizado muito nos últimos anos e dêle nos ocuparemos por ser aplicável em quase todos os casos e especialmente em solos com topografia imprópria para métodos de superfície.

6.1 — IRRIGAÇÃO POR ASPERSÃO

Neste sistema a água é ministrada às plantas pela folhagem, em forma de aspersão. Para êle requerem-se bombas que mantenham o líquido a pressão conveniente e a impulsio-nem a lugares distintos através tubulações principais e laterais e boquilhas para sua distribuição. O sistema tem grandes vantagens e algumas desvantagens: as principais vantagens referem-se à sua adaptação a solos pedregosos, de estrutura grossa e com grandes

desníveis, no qual a rega de superfície seria difícil ou impossível; não cria dificuldades relativas à drenagem, como nos sistemas de rega superficial, não exige a construção e manutenção de canais; permite o emprêgo fácil dos fertilizantes dissolvidos na água da rega.

Entre as desvantagens mencionam-se: custo inicial relativamente elevado de equipamentos; necessidades de funcionamento contínuo das bombas, mantendo a pressão necessária; incomodidade de transporte das tubulações laterais e do equipamento portátil; ação prejudicial do vento, que aumentada a evaporação das gotas d'água misturadas com (n.º 8 pág. 186/188) ar e as desvia dos pontos ou devem cair; pouca flexibilidade do sistema para mudanças de sua capacidade etc. Pode espargir água empregando o sistema de irrigação por aspersão? É indubitável que sim. Proporciona economia d'água, pois diminui as perdas por infiltração que ocorrem em canais e em rega de superfície. (Traduzido do Boletim do I.N.C. — Uruguai, por L. C. M. P.).

O SISAL - Riqueza Nordestina

Agostinho Monteiro

O sisal ou agave é uma das pilastras econômicas do Nordeste, região que para efeito deste estudo consideraremos constituída pelos Estados da Bahia, Sergipe, Alagoas, Pernambuco, Paraíba, Rio Grande do Norte e Ceará, acrescida do Piauí e parte do Maranhão, os quais embora não produtores da fibra, estão integrados na operação nordeste — a OPENO.

A produção, a comercialização e a industrialização do sisal merecem a atenção do Poder Público, por isso que o produto congênera africano, de melhor qualidade e maior quantidade, nosso concorrente internacional, há muito assistido pela eficiente organização comercial inglesa, está, neste momento, defendido por acordos internacionais decorrentes da criação da EURÁFRICA e da Associação Européia de Comércio Livre.

A EURÁFRICA, constituída pela França, Itália, Alemanha Ocidental, Bélgica, Luxemburgo e Holanda, cobre as plantações e reais possibilidades da cultura sisaleira na África Equatorial Francesa, na África Belga (Congo, Ruanda e Urundi) e, ainda, os interesses da Holanda nas antigas Índias Holandêsas.

A ASSOCIAÇÃO EUROPÉIA DE COMÉRCIO LIVRE, na qual se ajustaram a Grã-Bretanha, Suécia, Noruega, Dinamarca, Suíça, Áustria e Portugal, assegura defesa tarifária às maiores produções da agave de Kênia, Tanganika, Rodésia, Uganda, na África Oriental Inglesa, e, Angola e Mocambique, possessões portuguesas.

Aliás o Conselho Nacional de Economia, na *Exposição Geral da Situação Econômica do Brasil* — ano de 1959 — págs. 81 a 107, estudando os aspectos do mercado internacional, chama a atenção para a “discriminação contra as regiões tropicais ou semitropicais a ela (Euráfrica) não associadas” e acrescenta: “essa intenção de reserva de um grande mercado para os produtos coloniais, claramente manifestada na tarifa aduaneira preferencial e nas disposições referentes a produtos agrícolas constantes dos artigos 38 a 45 do Tratado de Roma, apresenta, de certo, a um só tempo, estímulo à expansão de produção exportável nos territórios associados e, bem assim, condições de concor-

rência mais desfavoráveis aos mercados metropolitanos da Comunidade, para os produtos similares procedentes de outras regiões”. E, sem se referir, ainda, à Associação Européia de Comércio Livre, pois somente a 20 de novembro de 1959 foi assinada em Estocolmo a Convenção que a criou e assim ampliando em sete outras nações as restrições aos nossos produtos exportáveis conclui, “pela redução do comércio com a Europa Ocidental, particularmente, com a chamada Europa dos seis, pela maior dependência em relação à economia dos Estados Unidos e cotações cadentes para os principais produtos de exportação”.

Tais perspectivas justificam por si sós medidas de defesa econômica do sisal, compreendendo desde a implantação de técnicas mais modernas de produção, racionalização dos processos de comercialização, incentivo à industrialização — quase em etapa artesanal — e a adoção de política comercial mais consentânea ao inevitável endurecimento da competição internacional.

Bem conhecida é a organização sisaleira dos ingleses de planejamento a longo prazo das suas operações agrícolas e conseqüente comercialização. Côncios de que as culturas têm a sua rentabilidade subordinada à técnica agrônômica em termos de constante aprimoramento, fundaram em Kênia — 1937 — a *High Level Research Station*, em Thika, sob a jurisdição do Departamento de Agricultura. Nessa estação experimental, o professor de genética vegetal da Universidade do Nordeste, DR. EUDES DE SOUZA LEÃO PINTO, encontrou a mais completa coleção de espécies e variedades do gênero agave, destacando as *sisalanae*, *atrovirens*, *americanae*, *nairobienses*, *angustifolias* e *amaniensis*, de capacidades combinatórias obtidas através de constante melhoramento genético. As espécies *angustifolias* e *amaniensis* produziram um híbrido notável. Informa o técnico brasileiro que, pela heterozis, conseguiram uma exaltação de caráter produtivo das plantas resultantes do cruzamento da *angustifolia* e da *amaniensis*, traduzidas no excepcional número de 540 fôlhas em cada ciclo produtivo da planta, ao invés da média de 240 da espécie *sisalana*. O híbrido re-

Conferência publicada na Carta Mensal N.º 61, de abril de 1960, do Conselho Técnico da Confederação Nacional do Comércio

sultante, que tomou o número 11.648, representa o coroamento de magnífico progresso genético ali realizado. As mudas desse híbrido estão servindo na formação de novos núcleos de multiplicação, dos quais saem as mudas para a substituição das plantações velhas, para a expansão e melhoria da cultura sisaleira em Kênia.

No Brasil, a assistência agrônômica ao sisal, produto admiravelmente adaptado à região nordestina, ainda está por efetivar-se. Não se concretizou a iniciativa do *Deputado Samuel Duarte* consubstanciada no projeto n.º 1.359/51 "criando no Estado da Paraíba uma estação experimental de sisal, subordinada ao Ministério da Agricultura, com a finalidade de assistir aos agaveicultores, promover estudos das variedades, características e rendimentos das fibras, bem como os processos técnicos mais aperfeiçoados de beneficiamento, industrialização e aproveitamento dos subprodutos".

Não se compreende como possa ter sido relegada ao descaso a iniciativa, quando, em 1940, a simples decisão do Secretário da Agricultura do Estado da Bahia, AGR. ROCHA MEDEIROS, de promover o plantio de um campo de sisal no Município de Feira de Santana, e, em seguida, o de um outro no Município de Nova Soure, despertou o interesse dos baianos pela cultura sisaleira. A Bahia é, no momento, o segundo produtor nacional, com possibilidade de vir a ocupar o primeiro posto. O último relatório do Banco da Bahia registra ter exportado a Bahia, 34.857 t, das quais, 42,34% para a Alemanha, 26,07% para o bloco soviético e 17,17% para os Estados Unidos.

A exploração do sisal não vem obedecendo às melhores técnicas: empírica a cultura desperdiçada o desfibramento e imperfeito o beneficiamento.

A classificação do produto um tanto desajustada das imposições do mercado internacional, somente agora foi atualizada pelo Decreto n.º 46.794 de setembro de 1959, que criou 4 classes decalcadas no comprimento das fibras, para cada classe, segundo a qualidade 4 tipos e ampliou as especificações referentes às sobras em resíduos de beneficiamento, aparas e resíduos de fiação, desdobrados em cinco designações. (Anexos, doc. n.º 1).

O crédito ao produtor tem sido escasso, senão mesmo quase inexistente. Daí, não se encontrar no último relatório da Carteira Agrícola e Industrial do Banco do Brasil — 1958 — pág. 19, no quadro dos créditos concedidos à agricultura, nenhuma importância para o sisal, em qualquer das várias especificações: "custeio de entre-safra; custeio de extração de produtos vegetais; fundação de lavouras; melhoramento

de exploração agrícola; aquisição de máquinas e utensílios agrícolas, aquisição de veículos a motor ou de tração animal e aplicações diversas".

Mesmo o escasso crédito agrícola proporcionado ao sisal não tem tido continuidade, sendo interrupções freqüentes e longas. Em abril de 1952 foram reiniciados os financiamentos de entre-safra, outrora praticados, e admitidos os empréstimos para a formação de novas lavouras. Em janeiro de 1955 suspenderam-se esses últimos e, após quase quatro anos, em agosto de 1959, foram eles restabelecidos, mas, mantidas as instruções de 1952, que, a nosso ver, precisam ser revisadas.

Aquêles créditos de entre-safra, entretanto, foram realmente créditos pequenos, como se verifica no quadro que organizamos:

FINANCIAMENTO DE ENTRE-SAFRA

Ano	Número de contratos	Valor dos contratos em Cr\$
1956	32	1.890.500,00
1957	41	4.085.900,00
1958	32	2.868.295,00
* 1959	57	3.212.150,00

* Dados ainda não publicados — CREAT —

A expressão desses créditos justifica, perfeitamente, não terem eles merecido destaque no relatório da Carteira Agrícola, do qual, entretanto, constam os financiamentos determinados pelos decretos fixadores de preços mínimos que, como sabemos, somente se destinam ao produto acabado e posto nos portos de embarque (Decreto de n.º 47.463 de 22 de dezembro de 1959). Esta modalidade de crédito exercitada pelo Banco do Brasil em obediência às determinações governamentais decorrentes da concessão de preços mínimos para a produção, (Lei n.º 1506/51) tem realmente sido útil à exportação. (Anexos — Doc. n.º 2).

A Comissão de Financiamento da Produção atende diretamente o sisaleiro quando as fibras não alcançam no mercado o preço mínimo. Mas, só pode adquirir o produto pronto, nos portos de embarque e pelo preço mínimo estabelecido no decreto. O quadro com o volume físico, valor das aquisições e das vendas efetuadas pela Comissão e os respectivos estoques, em fins de exercício, documenta as operações realizadas nos últimos sete anos.

Do seu exame verifica-se que o maior estoque de 36 mil toneladas coincide com a crise

de 1952 e 1953, quando os preços se aviltaram em consequência da entrada dos estoques estratégicos no mercado internacional e pelas dificuldades decorrentes da nossa política cambial (Anexo — Doc. n.º 3).

Apesar do insuficiente e irregular crédito agrícola e da nenhuma assistência agrônômica, a produção se tem avolumado. No quadriênio 1955/1958 evoluiu de 89.590 t, em 1955, para 101 mil em 1956, 102 mil em 1957 e em 1958 para 135.221 t. (Anexos — Doc. n.º 4).

A crise no mercado mundial de fibras, deflagrada pela liberação dos estoques estratégicos, repercutiu marcadamente, na nossa exportação, mas não influiu sobre a produção, que se manteve em sessenta e tantas mil toneladas no triênio crítico e reiniciou vigorosa ascensão em 1955, distendida até os dias atuais. A própria restrição das compras do nosso maior consumidor, os Estados Unidos, que absorveu até 70% da produção, compras reduzidas a 33% em 1958, não desestimulou o plantador nacional. O desajuste da importação americana, superada pela alemã, que o quadro documenta, comprova a inversão do mercado:

EXPORTAÇÃO BRASILEIRA — 1958

Alemanha	29.117	3.804
Estados Unidos	28.596	3.547
França	3.185	426
Polônia	2.540	366
União Belgo-Luxemburguesa ..	2.340	309
Marrocos	1.241	168
Tchecoslováquia	845	124
Iugoslávia	322	124
Outros	18.223	49
Total	86.409	8.917

Os ensinamentos que a segunda guerra propiciou aos americanos se espelham em trecho colhido na página 240 da *História dos Estados Unidos da América*, 3.º volume Morrison-Comager. "A escassez de cordas e fios, produtos essenciais à marinha de guerra e mercante, mineração, poços de petróleo, caminhões, pesca e colheita de cereais era presente, por terem os japoneses cortado as fontes de suprimentos de manilha e de sisal. O Governo pela Comissão de Guerra e a indústria de cordas cooperaram para controlar e armazenar reservas. Reviveram o cultivo do cânhamo americano no Centro Oeste, plantaram 28 mil acres na América Central e incentivaram as fontes da África oriental".

A angústia do Governo americano pode ser melhor aferida se lembrarmos, ainda, que na-

quele momento, toda a produção de henequém do México, Haiti e Venezuela era, como é, automaticamente, absorvida pela indústria estadunidense.

Mas, aquela inversão dos mercados compradores — mercado americano 33% e europeu 67% em 1958 — não prevalecerá por muito tempo.

A Europa dos seis — Euráfrica — e a Europa dos sete — Associação Européia de Comércio Livre — atenderão de certo, preferencialmente, aos participantes das duas Comunidades. A economia sisaleira nordestina, como se depreende deste ligeiro esboço, experimentará as consequências desses interesses, aliás naturais e das restrições do mercado americano. Somente a melhor produtividade, propiciada pelo aperfeiçoamento genético e dos processos culturais, o beneficiamento aprimorado das fibras e a urgente industrialização no país de parte da produção, permitirão concorrermos no mercado de fibras.

Após a última guerra, quando a demanda voltou a qualificar-se, fomos obrigados a estocar 16 mil toneladas, em 1952, ampliadas em 1953, para 36.431 toneladas, apesar das restrições nos cortes das folhas, pois o sisal permite o adiamento de colheitas. As crises sisaleiras de 1952 e 1953, encontram no desfibramento deficiente, ou melhor, ainda precário, uma das razões impositivas da exportação.

A repercussão dessa demanda qualificada na economia sisaleira levou o Governo a baixar o Decreto 31.329 de 22 de agosto de 1952, estabelecendo especificações — classe e tipos para classificação e fiscalização da exportação do sisal.

Os efeitos dessa legislação são indisfarçáveis, como se verifica do mapa no qual alinhamos o volume físico da exportação e os preços em dólar e em cruzeiros, desde 1946 até 1959. (Anexos — Docs. n.º 5).

Os sucessivos Decretos de preços mínimos 35.962 de 3-8-54, 41-732 de 28-6-57 e 47.463 de 22-12-1959 e conseqüentes financiamentos da produção, desde que ajustada aos padrões legais, determinaram sensível aumento desta e da exportação. Permitiram que enfrentássemos a dura competição comercial dos produtores ingleses e a dos consumidores americanos, que, através das suas Boards e da Hard Fiber Corporation, dominam o mercado e ditam os preços. Sentimos os efeitos dessas fortes organizações em 1952/53: a nossa exportação de 57 mil toneladas em 1951, caiu para 30 e 22 mil tonela-

das, respectivamente, em 1952 e 1953. (Anexos — Docs. n.º 5).

... Não fôsse a assistência governamental, concedendo preços mínimos e, em particular, financiamento processado pela Comissão de Financiamento da Produção do Ministério da Fazenda, através do Banco do Brasil, e teríamos, no primeiro embate, desarticulada a economia sisaleira, que movimenta muito mais de 1 milhão de brasileiros e proporcionará, no ano em curso, talvez 22 ou mesmo 25 milhões de dólares ao país, ou sejam mais ou menos 5 bilhões de cruzeiros.

Informa a FAO que a contribuição brasileira do sisal se expressa num crescendo de 66 mil, 90 mil, 102 mil e 117 mil toneladas, respectivamente em 1954 — 1955 — 1956 e 1957.

PRODUÇÃO BRASILEIRA DO SISAL
(em mil toneladas)

PAISES	1954	1955	1956	1957
África Oriental Britânica ..	217	218	220	230
Brasil	66	90	102	117
Moçambique	55	68	66	71
Indonésia	30	35	35	33
Outros	49	54	61	52
Total	417	465	484	503

Mas, é evidente a dependência da economia sisaleira dos mercados externos pela irrelevância do interno, que absorve 10% da produção. Daí a instabilidade dessa economia. Ademais, a produção mundial de fibras duras, entre as quais avulta o sisal, se ajusta, ou mesmo, supera as necessidades de consumo mundial.

No sentido da urgente orientação da economia do sisal, — produto resistente a fatores climáticos adversos cujo plantio pode e deve ser feito em consórcio com as culturas de subsistência, integrado, definitivamente, na vida do pequeno lavrador nordestino, dando-lhe a sensação de defesa e até de riqueza, resolvemos trazer ao debate deste douto Conselho o assunto, de vital interesse na economia do Nordeste.

Breves informes sobre a produção, desfibramento, beneficiamento, classificação, enfiamento, urgente industrialização das fibras no país, aproveitamento dos subprodutos, aplicações e usos do sisal, facilitam a apreciação da economia sisaleira.

PRODUÇÃO

Entre as fibras duras longas destacam-se, no mercado consumidor, a manilha, o sisal e o henequém. A manilha, outrora a mais conhecida, dava mesmo nomes a cordas e cabos. Hoje, entretanto, leva-lhes vantagem o sisal, que re-

presenta mais de 60% de toda a produção mundial de fibras duras. Originário do México, como o henequém, é o sisal uma planta xerófila, rústica, infensa às pragas, adaptável a vários tipos de solos e climas — úmidos e semi-úmidos. Penetrou no Brasil pelo Estado da Bahia, no princípio do século, trazido da Flórida ou talvez da África Oriental Alemã, por *Horácio Uripia Júnior*. Logo em seguida o Instituto de Campinas de São Paulo obteve alguns exemplares. O sisal pertence à família das amarilidáceas, gênero agave, do qual, existem mais de 300 variedades. São cultivadas no Nordeste: a agave sisalana — Perrine, vulgarmente chamada sisal, a agave fourcroydes — Lemaire — Henequém — conhecida ali como sisal branco porque de folhas menos verdes.

Nem na Bahia, nem em São Paulo, entretanto, se interessaram pela cultura do sisal, que penetrou na Paraíba quando o "Cerro-co-ceus" dizimou os cafezais do Brejo paraibano. Os agrônomos *Viana Júnior* e *Diógenes Caldas* foram os artifices da cultura agaveira na Paraíba, detentora ainda hoje da maior área plantada. As solicitações da fibra na segunda grande guerra mundial despertaram o interesse do plantio em outros Estados do Nordeste, exceto no Piauí. Hoje talvez em 200 municípios se cultiva a agave. A produção assim se expressa em 1958:

Paraíba com 51.405 toneladas em 49.370 hectares; Bahia, 38.850 em 35.200 hectares; Rio Grande do Norte 24.405 em 19.450 hectares; Pernambuco 18.443 em 16.461 hectares que, adicionados às pequenas plantações do Ceará, Alagoas e Sergipe, formam o global de 135.221 toneladas, conforme registra o SESP no Ministério da Agricultura em quadro que permite melhor apreciação do surto produtivo:

PRODUÇÃO BRASILEIRA DO SISAL
(em toneladas)

ESTADOS ..	1955	1956	1957	1958 (*)
Paraíba	42.247	46.584	44.244	51.405
Bahia	14.452	27.613	29.362	38.890
R. G. do Norte	11.257	13.783	14.608	24.069
Pernambuco .	19.710	11.667	12.751	18.443
Alagoas	743	675	630	1.282
Outros	1.389	1.349	725	1.132
Total ...	89.789	101.671	102.320	135.221 (*)

(*) Estatística — Fonte SEP do M.A.

A produção dos 4 primeiros Estados representa mais de 90% do total. Afirmam os técnicos que as imensas áreas existentes entre Ibiapaba, no Ceará e Paranaçu, na Bahia,

se prestam ao cultivo da agave. O plantio da agave no Brasil se diferencia dos realizados no continente africano. Na África Oriental a cultura é feita em grandes proporções, por mãos assalariadas, semi-escravizadas, e a comercialização por empresas organizadas que, dispendo de grandes capitais, promovem o transporte para as usinas, processam o desfibramento, classificam e enfardam. São culturas de milhões de pés. No nosso país, existem algumas plantações de mais de meio milhão de pés, em particular na Paraíba. Entre 500 e 1.200 hectares existem apenas 12. Mas, a grande produção decorre da soma dos pequenos plantadores. Por isso mesmo é chamada a cultura do pobre. Na maioria dos municípios, as áreas plantadas estão entre 30 e 100 hectares, com mais ou menos 3.000 pés por hectare e produção anual entre 30 a 100 toneladas de fibras secas. A produção dispersa, mas em ampliação, tem impedido a criação do IATS — Instituto do Sisal, sugerido no projeto n.º 512/55, de autoria do ilustre *Deputado Dr. Janduí Carneiro*.

A referência feita no trabalho daquele Congressista, às Boards, organizações dos plantadores ingleses, possíveis na África Oriental pelas condições de colheita, beneficiamento e comercialização bem diversas das nossas, de vez que, ali predominam os produtores latifundiários, aparelhados com o que de mais moderno existe para uso nos setores agrícola e industrial, não poderiam elas, realmente, adaptar-se ao meio nordestino de produção esparsa, carente de transportes e ainda, primária, nos métodos de cultura. Ademais, as Boards inglesas e a Hard-Fiber Corporation representam forças econômicas poderosas. Os nossos produtores e exportadores atuam isoladamente. Urge, entretanto, que a Sudene estabeleça uma política definida, de referência ao produtor e ao exportador e, mesmo à industrialização da fibra no país. A fibra brasileira, apesar de ainda mal trabalhada, apresenta coeficiente de resistência igual a 60, enquanto é de 42 o da Indonésia e de 40 o da África Oriental.

Solo e clima favoráveis e a pertinência nordestina têm respondido pela inegável expansão da nossa produção que, de 2.700 toneladas em 1946, atingiu a 89.000 em 1955 e, em crescendo constante, elevou-se em 1958 a 135.221 toneladas, como se vê no quadro organizado pelo Serviço de Controle da Comissão de Financiamento da Produção referente ao decênio 1948/1958 (Anexos — Doc. n.º 4).

Das denominadas *fibras duras*, o abacá ou manilha, o henequém, o caroá, o phormion ou linho da Nova Zelândia, e o sisal, foi esta a que mais desdobrada teve a sua produção.

Mas essa imprescindível política do sisal tem de atender, de preferência à produção, às peculiaridades do meio, ao que existe e representa riqueza. Já se formou no Nordeste uma mentalidade sisaleira que reage a estudos e observações procedidas em outros países, ou mesmo em outras regiões brasileiras, desde que não sopesadas as específicas condições do variado ambiente, solos, climas e hábitos do Nordeste.

As recomendações resultantes de uma viagem de estudos de técnicos do Ministério da Agricultura, em 1954, à África Oriental Inglesa não foram até hoje atendidas, por serem consideradas inviáveis.

Escreveram aqueles técnicos: "O sisal nordestino estará perdido se não forem copiados os métodos usados pelos ingleses, o que quer dizer: a) grandes empresas ou Cooperativas para explorar o negócio da fibra; b) grandes máquinas automáticas para desfibragem, em fábricas modernas, inclusive secadores artificiais; c) criação do Instituto do Sisal, para controlar a produção e o comércio da fibra. Nenhum dos itens foi atendido. E o sisal brasileiro daí por diante, experimentou maior desdobramento que o africano, como já comprovamos.

HELMUTH SHCOLZ — Sisal — Problemas técnicos — ETENE — 1959 — afirma: "As condições nordestinas são diversas das de São Paulo. Constitui intolerável simplificação falar-se do "Sisal do Nordeste", pois a diversidade das condições em cada sub-região autoriza que se distingam, pelo menos:

- 1.º) O sisal do litoral (Rio G. do Norte e do Brejo Paraíba).
- 2.º) O sisal das altas serras do Sertão (Nordeste em geral).
- 3.º) O sisal dos planaltos e baixios.

Cada caso tem a sua solução adequada e, por isso, as medidas terão que ser específicas e não generalizadas, se não se quiser assistir ao espetáculo das recomendações que não são cumpridas..."

Realmente é bem maior a produtividade nas zonas do Litoral, Mata, Brejo e nas Serras e menor nas do Agreste e Sertão. Mas isso não impediu o plantio realizado em várias regiões nos 4 Estados maiores produtores, (Paraíba, Bahia, Rio Grande do Norte e Pernambuco). Em Conceição do Coité, no sertão baiano, há

uma plantação de 12.000 hectares, a maior do país. Dos 21 maiores municípios sisaleiros, que somam 85.500 hectares plantados, nove estão no Agreste e no Sertão.

Nos Estados de Sergipe, Alagoas, Pernambuco e, em particular, no Rio Grande do Norte, entretanto, as plantações novas já são feitas nos ambientes considerados mais favoráveis.

Na Bahia, que como vimos, organizou os primeiros campos de sisal em Feira de Santana e Nova Soure (Sertão) vem-se deslocando a cultura para Jequié, Jacobina, na Serra. Dos dois grandes municípios sisaleiros do Rio Grande do Norte, um está no litoral, João Câmara (ex-Baixa Verde) com 10.000 hectares, e o outro, Nova Cruz, no Agreste. Encontra-se sisal em várias altitudes, desde 622 metros, em Areia, na Paraíba, a 257 metros, como em Queimados, no Sertão baiano.

De comportamento melhor nas zonas de precipitações pluviométricas de 1.000 a 1.200 milímetros, ajusta-se, entretanto, às precipitações de 600 milímetros e até menores. Opina alguns que, climatologicamente, são bem indicados para a cultura das agaves todos os trechos dispostos ao longo de ambos os lados da divisão geográfica do chamado Polígono das Sêcas.

A cultura do sisal é extensiva, se bem que com tendência a intensiva, principalmente nas novas plantações. De início consorciada com cereais, os altos preços, e, em particular, a maior segurança às intempéries, induziram os sisaleiros a desprezar o consórcio, dando em alguns lugares a impressão de monocultura. Entretanto, não foi com esse caráter que se iniciou e desenvolveu o plantio da agave, nem nos parece, no particular do Nordeste, seja aconselhável a monocultura. O sisal é e deve ser um fixador do homem à gleba. E isso se faz mister nessas regiões. A economia sisaleira não comporta outra orientação. Ademais na cultura sisaleira nada contrária, senão indica ou impõe o consórcio cultural. Mesmo nas zonas muito áridas o plantio consorciado com leguminosas — forrageiras e com a palma, assegura melhor rentabilidade. E, se de início eram comuns as culturas consorciadas e o sistema de plantio do sisal se processava em filas-simples, com afastamento apenas de 1,25 e até 3 metros, hoje, quando a técnica e a experimentação aconselham o plantio em filas-duplas e o espaçamento até 5 metros, o consórcio se impõe. Os ingleses, porque exercitam a monocultura sisaleira e se encontram amarrados a este sistema pelos grandes investimentos em estradas e linhas férreas a que foram e continuam a ser compelidos, apesar do aprimoramento genético, da mecanização e modernos processos culturais

no plantio, vivem alarmados com a nossa concorrência. E, esses mesmos ingleses, monocultores, enquanto jovens as agaves, plantam intercaladamente — amendoim, feijão, milho e até algodão e mamoeiro.

Não só a monocultura, mas, também, o espaçamento no plantio exigem reparos e ponderações, por isso que orientamos este trabalho no sentido da defesa e consolidação de economia sisaleira, apreciável no panorama econômico do Nordeste.

Nesta questão de espaçamento do plantio do sisal persistem controvérsias, de certo ditadas pela ambição de uma maior densidade de pés por hectare.

As plantações antigas obedeciam às distâncias de 1,25 a 2 metros entre as plantas e 2 a 4 metros entre as fileiras, tôdas procurando a maior densidade de pés por hectare. A média aproximada dos sisalais é de 3.000 pés por hectare.

O quadro transcrito do *Sisal — Problemas Técnicos — 1959 ETENE* — documenta bem a corrida para a maior densidade por hectare.

Distâncias nas plantações do Sisal (propostas de vários autores)

AUTORES	ANOS
10. Tibyriçá	1942
20. Moura Serra	1949/52
3.º J. Barroso Ramos	1951/53
4.º J. C. Medina	1954
40. Aurino Um Cardozo	1952
60. E. S. Sholton	1952

X ETENE — Banco do Nordeste

SISTEMAS		DENSIDADE
Filas simples	2x2m	2.500 pés
" "	12.25x2m	4.000 "
" "	2x4m ou	1.500 "
" "	2.5x3m	
" "	1x25,4	
" "	1x2.20m	5.450 "
" duplas	0.67x1x4m	6.000 "

Plantadores mais progressistas evoluíram para o *Sistema Sumatra* que consiste no plantio em filas-duplas com 1 metro de afastamento entre as plantas, tanto no sentido das fileiras, como no do alinhamento dos pés. O espaçamento entre as fileiras-duplas varia, entretanto, de 2 1/2 — 3 — 4 e até 5 metros, permitindo assim respectivamente, seis, cinco e quatro mil pés por hectare.

Na monocultura do sisal a distância de 4 metros entre as fileiras é considerada ótima. Julgamos, entretanto, que o afastamento de 5 metros propicia muitas vantagens, entre as quais o consorciamento com o algodão.

Nesse sistema de filas-duplas a preocupação da maior densidade por área, ainda vem norteando as organizações dos novos campos de sisal, esquecidos os sisaleiros das facilidades e rendimentos culturais que o espaçamento maior propicia.

A não serem os trabalhos do Instituto de Campinas e as tentativas experimentais da Escola de Agronomia de Piracicaba em São Paulo, quase nada se há realizado no sentido da melhor cultura do sisal. De certo o Instituto Agrônomo do Nordeste está estudando produto tão marcante na economia nordestina.

Justo será reconhecer o esforço e a intuição dos nordestinos que criaram tal riqueza e os seus próprios utensílios de trabalho — alicate, farracho e as desfibradeiras, as *paraibanos*,

O ciclo vegetativo do sisal é mais ou menos de 8 a 10 anos. Nessa idade emite, como que anunciando o término do seu ciclo vital nos seguintes 12 ou 18 meses, uma inflorescência de pedúnculo chamado vulgarmente pendão floral preenche de numerosas flores, alongado, de 4 a 6 metros de comprimento, usado em pequenas construções e tendais de secamento. Após a queda das flores aparecem na base do pendão floral numerosos bulbilhos em número de 2 a 3.000, com o aspecto de pequenas plantas, que se destacam, naturalmente, quando atingem a maturidade. A propagação do sisal se faz por intermédio desses bulbilhos ou pela de rebentos tirados da planta-mãe. O plantador de sisal prefere usar os rebentos ou per-filhos, mudas escolhidas, que representam fielmente a planta original e podem ser transplantados definitivamente, prática que abrevia o ciclo produtor da planta, de 9 meses a 1 ano. Os ingleses preferem os bulbilhos cuidados em viveiros tecnicamente preparados. A primeira colheita das folhas se processa aos 36 meses de idade do plantio definitivo. Há certa técnica nessa colheita. As folhas devem ser cortadas de um só golpe e bem rente ao tronco, deixando-se sempre algumas para assegurar a vitalidade da planta. Os cortes completos — até a vela — abreviam o ciclo vital. As folhas cortadas devem ser trabalhadas com a maior brevidade, dentro, se possível, das primeiras 24 horas. Essa exigência é da maior importância. Em torno dela alinhar-se-iam considerações várias, não só de referência à qualidade das fibras, como no que diz com a própria economia sisaleira, em particular a do Nordeste.

Entre essas considerações a questão do transporte desde logo avultaria, pois as folhas que pesam em média 500 gramas contêm 90% de água — água de constituição — 3% de fibra, 7% de resíduos, estes vulgarmente chamados *bucha*.

DESFIBRAMENTO: Esta segunda etapa da exploração do sisal tem ensejado divergências no que tange à qualidade e à quantidade das fibras obtidas pelo desfibramento manual, *alicate* na Paraíba, e *farracho* na Bahia, ou pelo mecânico, efetuado nas desfibradeiras paraibanas. Não nos deteremos nas intrincadas controvérsias, visto considerarmos que a quantidade das fibras não dependem somente da propriedade do desfibramento, mas, também, da variedade da agave, dos tratos culturais, da colheita das folhas, idade destas e do cuidado dispensado às fibras nos atos subsequentes de lavagem, secagem e batição. Procuraremos, apenas, alinhar informes sobre o que ocorre, no momento, na exploração sisaleira.

Logo após a colheita das folhas devem ser elas trabalhadas nas primeiras 24 horas para evitar processos de fermentação da maior repercussão na resistência, no aspecto e até no comprimento das fibras.

Nas pequenas plantações o desfibramento é processado pelo *alicate* ou o *farracho*, máquinas manuais rústicas constituídas por 2 lâminas de metal com bordas lisas, encravadas em suportes de madeira, com um pêso na lâmina superior que é móvel. O aparelho é semelhante a uma guilhotina, mas de funcionamento diferente: a lâmina superior é ajustada à inferior na medida da maior ou menor espessura das folhas.

O trabalhador — operador — chamado o *puxador* coloca a folha entre as lâminas duas vezes: a primeira, pela base e a segunda, pela ponta. Puxa com força, ficando-lhe nas mãos as fibras retiradas da mucilagem. Compreende-se, desde logo, que os bons ou insuficientes resultados do processo dependem, em parte, da atuação desse *puxador*.

Nas médias e grandes plantações o desfibramento já é mecânico, mas, ainda, não automático. Nas pesquisas de campo levadas a efeito pelo Escritório Técnico de Estudos Econômicos do Nordeste — ETENE — foram encontradas apenas 6 máquinas automáticas de alta capacidade: duas paradas, duas trabalhando e outras duas em experimentação. O desfibramento mecânico não automático é feito pelas desfibradeiras paraibanas, assim conhecidas porque idealizadas e construídas em seu maior

número, na Paraíba. Constan de um tambor rotativo com lâminas planas e fixas que esmagam as folhas de encontro a uma lâmina fixa chamada *espera*, ajustável conforme a espessura das folhas. Existem no Nordeste milhares dessas máquinas. O tipo mais comum é o de rotor com 10 a 16 lâminas, acionada por motores de 5 e 7 HP, com a capacidade de produção de 150 a 180 quilos de fibras em 8 horas de trabalho. Nas mais antigas os rotores têm 35 centímetros de diâmetro por 30 de largura. Existem, entretanto, rotores com 60 centímetros de diâmetro, que proporcionam aumento da produção diária. Como no desfibramento manual pelo *alicate* ou *farracho* o operário puxador é ainda o árbitro da operação.

Infelizmente, as atuais desfibradeiras deixam na chamada *bucha* um resíduo fibroso avaliado, no trabalho técnico de *Walmyr Teixeira de Carvalho*, do Instituto Nacional de Tecnologia, em milhares de toneladas anualmente, e de valor superior a 200 milhões de cruzeiros.

A lavagem das fibras — operação da maior valia — que tudo aconselha seja feita na própria raspadeira, ainda não o é, em grande parte, nessas máquinas, o que determina depreciação do produto.

À lavagem segue-se a secagem e o alveijamento das fibras, à custa dos raios solares. Os secadores construídos em madeira ou em arame simples ou duplos, além dos vários inconvenientes, representam regular investimento. A secagem de uma tonelada de fibra exige mais ou menos uns dois mil metros de secadores. À secagem, segue-se o *cepilhamento* ou *batição* para retirar restos de polpa aderentes às fibras e dar-lhes brilho.

Já existem *batedeiras mecânicas* mas a maioria dos sisaleiros ainda realiza a operação surrando os molhos de fibras, vulgarmente chamados *manocas* ou *bonecas*, de encontro a qualquer resistência. Aliás essa última etapa no preparo das fibras é descuidada, ficando, quase sempre, aos cuidados do enfardador-beneficiador realizá-la ou complementá-la.

O pequeno produtor vende mesmo o seu sisal em *casca e nó* na terminologia popular. Os médios e grandes sisaleiros, entretanto, processam essa última operação, também chamada *escovamento*, em tambores rotativos, munidos de lâminas planas e fixas e assim obtêm melhor prego.

Mas, o definitivo beneficiamento das fibras é exercitado pelo enfardador-exportador. Nas usinas de enfardamento as fibras são separadas nas várias classes e tipos impostas pelo Serviço

de Classificação do Ministério da Agricultura. Os fardos obedecem a cubagem oficial.

INDUSTRIALIZAÇÃO: — A industrialização do sisal em início entre nós, utilizando apenas 10% da produção, urge seja ampliada. O México, o nosso competidor no mercado americano, industrializa mais de 50% da sua produção.

Como no boi, em que, exceto o grito, nada se perde, senão se transforma e aproveita, tudo no sisal tem também sua utilização. A própria mucilagem, decorrente do desfibramento manual ou mecânico, é usada como adubo nas culturas de gêneros alimentícios, nas do próprio sisal e serve também como alimento dos animais. No interior baiano a água de lavagem das fibras é utilizada na fabricação de sabão.

Análises químicas do parênquima do sisal informam, e até comparativamente com as dos similares, a quantidade de proteínas, gorduras, carboidratos, celulose e cinzas, possibilitando, assim, o seu uso em rações balanceadas.

No Nordeste, já de muito se produzem cabos e cordas, por processo artesanal. Existem algumas fábricas de cordoalhas, tapêtes e tecelagens. Um grupo teuto-brasileiro, *Sisal do Brasil S. A.*, cuida da fição do sisal e outros grupos italianos, *Coger e Veloso Borges*, se propõem realizar larga industrialização. Industriais brasileiros, entre os quais o nosso distinto e eficiente colega *João Vasconcellos* e seu filho *Eng. João Vasconcellos* cuidam, com empenho, da industrialização do sisal, no sentido mesmo da melhor defesa do produto.

Os técnicos da Comissão de Planejamento Econômico da Bahia acham excelente negócio plantar a agave com a exclusiva finalidade de fabricação de papel. Afirma-se que um hectare de agave fornece matéria prima da qual se obtém 2 mil e 500 quilos de celulose, enquanto que um hectare de pinheiro proporciona apenas 500 quilos. E o sisal, aos quatro anos de idade, inicia a produção enquanto o pinheiro, de ciclo vegetativo longo, somente depois de 17 anos fornece aquela matéria-prima.

Na Paraíba, em Bayeux, entre João Pessoa e Cabedelo, está instalada a mais antiga cordoaria do Nordeste com a capacidade de produção de três toneladas diárias.

A Fiação Brasileira do Sisal S. A., produzindo atualmente 140 toneladas de fios e cordas, procura ampliar a produção para 400 toneladas, das quais, 25 em tapêtes.

São Paulo, Distrito Federal, Bahia, Minas e Rio Grande do Sul, industrializam o sisal.

As possibilidades da indústria agaviária devem ser aferidas pela ampliação da nossa área

de consumo, decorrente da Organização Livre do Comércio pela inclusão da Argentina, Uruguai, Chile e do Peru.

A simples enumeração do emprêgo do sisal, ressalta essas possibilidades: Binder Twine — ou fios para enfeixar trigo e outros cereais na Argentina e no Uruguai; Baler Twine — ou fio para amarrar feno e palha; cabos marítimos; cordoalha em geral; cabos, cordéis, barbantes etc.; confecções de bôlsas, sapatos, sandálias para senhoras; estofamentos, em particular na indústria automobilística; colchoaria, na qual o sisal concorre com o *Cotton linters*; passadeiras e tapêtes sendo que nestes a utilização das fibras pulverizadas com latex e, em seguida, vulcanizadas, servem admiravelmente na confecção de tapêtes de qualquer espessura, concorrendo vantajosamente com os similares porque porosos e higiênicos; sancas na decoração das habitações; sacaria; e, na indústria do papel, em especial, para conferir maior resistência a alguns tipos, como o Kraft e outros.

Na indústria do papel de vários tipos parece-nos razoável atentar para o preço da celulose do sisal, dada a boa cotação das fibras e a crescente variedade de utilização do resíduo fibroso da bucha. Ademais, cultiva-se hoje em São Paulo uma nova espécie de pinheiro o *Pinus Elliottii* — que fornece breu, terebintina, madeira e celulose aos 5 anos de plantio. Em Capão Bonito já estão plantados e em desenvolvimento mais de um milhão de pés. Em Mogí o plantio é superior a seiscentos mil, e, em Bragança, cultivam-se algumas centenas de milhares de pés.

O Governo de São Paulo programou para o atual quadriênio uma plantação de sessenta milhões de mudas do *Elliottii*.

Como no momento há verdadeira corrida para a produção de celulose, em consequência do grande consumo de papel, em particular, dos tipos de imprensa e Kraft, resolvemos determos no estudo da utilização econômica da celulose do sisal.

Realmente o Ministério do Trabalho forneceu-nos listas com perto de 100 firmas especializadas em celulose, situadas em vários Municípios de São Paulo, do Paraná, Santa Catarina e do Rio Grande do Sul.

Procuramos no Instituto Nacional de Tecnologia, dirigido pelo eminente brasileiro cientista e patriota, *Professor Sylvio Fróes Abreu*, elementos de elucidação do assunto, e ali fomos encontrá-los, perfeitamente equacionado sob o ponto-de-vista tecnológico e até econômico. Do ponto-de-vista tecnológico foram-nos apre-

sentadas amostras de papel com 100% de sisal e outras de *pastas* da mistura sisal-bagaço de cana, com percentagens várias desde 5 até 80%.

A evolução da produção brasileira de celulose e dos vários tipos de papel no último quinquênio pode ser apreciada através dos números que nos ofereceram:

Ano	Celulose	Papel Jornal	Papel Kraft	Dutr. Papéis
1953 ..	—	41.425	37.030	212.090
1954 ..	41.390	30.649	45.516	238.122
1955 ..	66.900	37.233	45.488	250.421
1956 ..	78.919	39.398	53.293	287.846
1957 ..	134.800	59.059	60.498	321.299
1958 ..	148.450	62.998	66.850	356.728

Como se vê, em 1958, a produção de celulose atingiu a 148.600 toneladas e a de papéis de vários tipos foi de 486.576 toneladas.

Os investimentos realizados permitem aceitar-se a estimativa de uma produção de mais de 500.000 toneladas, em 1962, assim discriminada:

De eucaliptos	232.000 tons.
De pinheiros	186.000 "
De bagaço de cana	86.000 "

A celulose do sisal não é ainda computada nas estimativas. A originária do bagaço da cana, três grandes fábricas produzem-na e industrializam-na; uma em São Paulo, de *Fúlvio Morganti*; outra no Município de Campos, de propriedade do *Usineiro Barros Barreto*, a Celulose Papel Fluminense e a Celubagaço Indústria e Comércio S.A.

Entre os principais produtores de celulose, com capacidade mais ou menos assegurada, estão os seguintes:

Indústrias Klabin do Paraná de Celulose S. A.	140.000 tons.
Companhia Pan-Americana Textil	145.000 "
Companhia Suzano de Papel e Celulose ..	48.000 "
Grace Paulista S/A	136.000 "
Indústrias Reunidas Matarazzo	30.000 "
Celulose Cambará Limitada	20.000 "
Refinadora Paulista S/A	20.000 "
Celubagaço Indústria e Comércio S/A ..	20.000 "
Companhia Melhoramentos de S. Paulo ..	15.000 "
Companhia Olinkraft de Papel e Celulose	12.000 "
Rigesa S.A. Ind. de Papel e Embalagem	11.000 "
Ribeiro Parada S.A. Indústria de Papel e Papelão	7.000 "
Companhia Industrial de Papel Pirai ..	4.500 "

Apesar da indústria de celulose constar das metas do Governo, forçoso é consignar não ter havido nenhuma planificação, nem mesmo interferência governamental no desdobramento da produção, devida tão somente a iniciativas particulares, estimuladas pelo alto consumo de papéis cuja previsão para 1962 é superior a 500 mil toneladas.

Como decorrência desses estudos, firmamos a convicção de que a cotação compensadora das fibras do sisal no mercado mundial, não possibilita outro aproveitamento senão as utilizações já enumeradas, nem mesmo as fibras da bucha — as do resíduo fibroso — que obtêm também preços razoáveis, dadas suas aplicações em múltiplos artefatos.

Talvez na feitura de papéis especiais, de alto preço — papel-moeda, papel para cigarros, papéis finos, — possa ser usada a celulose da agave.

Do trabalho *Fibra e celulose do Sisal*, apresentado em Garanhuns, ao debate do Seminário para o Desenvolvimento do Nordeste — 1959 — pelo Técnico *Walmyr Carvalho*, do Instituto de Tecnologia, destacaremos alguns conceitos que elucidam convenientemente o problema: “A utilização de cem por cento do Sisal não oferece possibilidades satisfatórias de preços e de quantidade para competir no âmbito nacional. Pinheiros e eucaliptos apresentam melhores bases econômicas.

Dois soluções podem ser, então, adotadas:

- 1) Fabricação de papéis finos, especializados e valorizados, cujo consumo é relativamente pequeno.
- 2) Preparo de papéis de misturas de “pastas”, condizentes com a tendência e as necessidades do mercado consumidor.

Entre as duas alternativas, a segunda parece a mais interessante, em virtude de poder atender a um programa regional enquadrado em um esquema de ordem nacional.

No Nordeste, aparentemente, a única matéria-prima em potencial para um eventual consorciamento com a agave é o bagaço da cana-de-açúcar.

As pesquisas tecnológicas realizadas demonstram a viabilidade da mistura e mostram que o emprêgo de uma técnica especial de refino pode possibilitar a obtenção de papéis de baixa percentagem de fibra longa, cujas características físico-mecânicas são bem próximas das do sisal puro.

Este resultado é animador por permitir o aumento indireto da disponibilidade do material

caro e parco e, conseqüentemente, o aumento proporcional de produção do artefato com as mesmas disponibilidades de fibra longa”.

A indústria de celulose (no Nordeste) deve ser integrada à do açúcar, não só pelo fornecimento mais econômico de matéria-prima, quantitativamente mais importante, como também pelo eventual consumo do artefato — sacos de papel.

Além da celulose, há um grande número de subprodutos do sisal. Dos 35 mais conhecidos destacam-se: a cêra, vários ácidos — cítrico — láctico — málico — oxálico — pirolenhoso e outros — as saponinas, os açúcares de fermentação, o alcatrão, as pectinas, e sais minerais vários.

De uma das saponinas do suco do sisal pode-se extrair uma *agavenina* usada como matéria-prima na cortisona vegetal.

Os ingleses muito esperam das pesquisas científicas que realizam no sentido da maior utilização das fibras e dos subprodutos do sisal.

No Nordeste não nos parece possível, por enquanto, a exploração desses subprodutos, pela dispersão das culturas, predominância dos pequenos sisalais, desarticulação dos produtores e, em particular, pela escassez de capitais que não permitiriam, nem mesmo, a instalação de máquinas automáticas proporcionadoras da melhoria, uniformidade das fibras e maior aproveitamento do resíduo fibroso.

Atendendo aos propósitos da Confederação Nacional do Comércio — de estudar os problemas nacionais através do seu douto Conselho Técnico — remataremos a análise informativa da riqueza sisaleira ordenando-lhe os ensinamentos e alinhando sugestões necessárias ao urgente reajuste dessa economia.

Realmente os setores agrícola e industrial (neste considerado o desfibramento, o beneficiamento das fibras e as manufaturas) reclamam a atualização consentânea com a árdua competição comercial.

A agricultura do sisal é ainda empírica. Mas, mesmo nesta etapa, a planta se adaptou aos variados ambientes nordestinos. O seu plantio é talvez um dos mais destacados fatores da fixação do homem àquelas terras, pela impressão que lhe propicia de segurança às intempéries e de riqueza.

Das trezentas variedades de agaves, apenas duas foram cultivadas no nordeste: a *Sisalana Perrine* chamada sisal e a *Fourcroydes Lemaire* vulgarmente conhecida pelo nome de Henequém.

Os produtores brasileiros ainda não se fixaram na escolha dos métodos de plantio e

descuraram o consórcio com outras culturas, desatendendo, assim, requisitos econômicos imperativos.

Estudos ecológicos e genéticos inexistem.

Verifica-se, desde logo, a necessidade de criação de estações experimentais nos quatro Estados sisaleiros — Paraíba, Bahia, Rio Grande do Norte e Pernambuco — para que orientados sejam os agricultores nos novos e produtivos sistemas de cultura.

O Instituto Agrônomico do Nordeste poderá cuidar da genética e, em particular, da adaptação de outras variedades de agaves produtoras de fibras finas, as quais, já ameaçam no mercado mundial as fibras mais duras do sisal e do henequém, as únicas que produzimos.

As variedades *Cantala*, *Americanae*, e *Salimianae*, informam os técnicos, resistem melhor às secas do que o sisal e o henequém, e produzem fibras mais finas de melhor cotação, porque preferentemente usadas em aniagem e tapearias.

A Indonésia, as Filipinas, o México e os produtores da América Central evoluem para a cultura dessas agaves de fibras finas.

Não será desinteressante relembrar que a percentagem de fibras das agaves nordestinas de 3 e 3,5%, é mais baixa do que a dos nossos concorrentes — Tanganica 3,5% e 4% e Indonésia 4,5%. E, ainda mais, que o hibridismo ali praticado proporciona o dobro de folhas no período produtivo de cada planta.

Como agricultor e, em particular, como Amazonida, tenho em mente o ocorrido com a borracha, aliás, de ciclo vegetativo muito mais longo do que o do sisal.

As estações Experimentais e o Instituto Agrônomico do Nordeste são elementos imprescindíveis no aprimoramento da riqueza sisaleira. A nossa incúria poderá criar situações semelhantes à da hevea brasiliensis — a seringueira amazônica.

No setor industrial o problema do desfibramento avulta: a operação tem de ser imediata; os problemas de transporte das folhas, com 90% de água de constituição, a precariedade da água, no Nordeste, para imperativa lavagem das fibras; a deficiência de energia; o primitivismo da maquinaria, têm desafiado estudiosos e planejadores.

As grandes ou médias plantações comportam instalações de máquinas automáticas ou de raspadeiras paraibanas. As pequenas, que representam 50% das áreas plantadas, dispersas pelo interior dos municípios, dificultam providências várias aventadas.

O Banco do Nordeste publicou, em 1957 e em 1959, dois excelentes trabalhos sobre o sisal, respectivamente, *Problemas Econômicos e Problemas Técnicos*, nos quais, apesar de sopesadas tôdas as circunstâncias, ainda não ficou definitivamente equacionado o problema.

Cogita-se da desfibradeira locomóvel itinerante no sentido de substituir o alicate e o farracho e as pequenas desfibradoras paraibanas, com várias bases de cimento nos campos de sisal, para fixações passageiras.

Na Bahia realizam-se experiências adaptadoras de máquina usada no desfibramento do phormion. Dessas experiências informa *Helmut Scholz*, técnico do Banco do Nordeste: "Pretende-se tornar a máquina locomóvel com a possibilidade de desfibrar as folhas no próprio local do corte com processo automático. Sua capacidade será triplicada em relação às máquinas comuns no Nordeste, o que a tornaria ideal para as condições sisaleiras das pequenas propriedades".

Parece-nos, realmente, que está nas máquinas automáticas itinerantes a solução do importante problema, pois notória a sua influência na qualidade das fibras e até na quantidade e, conseqüentemente, na rentabilidade da exploração.

A Sudene poderia proporcionar aos Municípios com plantações pequenas, ou mesmo, as de médio plantio, essas desfibradeiras automáticas itinerantes. O reembolso seria fácil e seguro, através de taxa módica de serviço. Isso talvez determinasse o milagre do associativismo rural, por isso que poderia ser efetivado através das cooperativas de produção que, de certo, determinariam o aparecimento das de crédito. Essa providência refletiria, imediatamente, na exportação, pela melhoria das classes e tipos.

Tanto no antigo sistema de classificação, que emprestava à coloração das fibras maior importância do que ao tamanho, como no atual, baseado no comprimento, sem entretanto descurar-lhe o aspecto, o desfibramento automático itinerante sugerido, levantaria a reputação da nossa fibra que, a despeito de ser considerada a mais resistente do mundo, não logra equiparar-se em preços, às concorrentes similares. A desordem, senão o descaso no desfibramento, trouxe-nos até agora, a maior percentagem de tipos inferiores.

Os próprios interessados — plantadores e exportadores — em memorial dirigido, em 1957, a esta Confederação Nacional do Comércio, evidenciaram "o estado alarmante em que nos

encontramos frente ao despenhadeiro das más qualidades”, através de quadro que transcrevemos, no qual, registram percentagens decrescentes dos tipos exportados:

Tipos — 3 — 5 e 7

Safras	
1950/51	81,5%
1951/52	81,3%
1952/53	84 %
1953/54	78,4%
1954/55	72,4%
1955/56	50,9%

Nos anos subseqüentes a situação continua a mesma, isto é, o tipo g, o de maior volume, é exportado na proporção de mais ou menos 50%, sendo quase nulas as saídas dos tipos 1 e 3.

Entretanto, todos estão de acôrdo e ressaltam naquele relatório que “uma política restauradora do nosso conceito no mercado internacional consiste em que sejam dados recursos maiores aos governos estaduais para que efetuem uma campanha promissora da boa qualidade...”.

Sobre esta importante questão da qualidade do produto que, afirmamos, pode ser melhorada, igualada e até superior à dos nossos concorrentes, assim se expressa o Escritório Técnico de Estudos Econômicos do Banco do Nordeste: “No que diz respeito ao sisal de qualidade superior não possui o Brasil maiores condições para competir. Além de não produzir grande quantidade não tem atentado suficientemente para os requisitos técnicos das exportações, tais como, a garantia ao importador quanto à uniformidade do produto exportado e o acondicionamento em fardos melhor prensados”.

Podemos, realmente, produzir sisal de superior qualidade, em quantidade e ajustá-lo às exigências do mercado.

Não há dúvida que a política cambial, influiu grandemente nos últimos anos, na coleta das divisas por tonelada exportada, fácil de verificar-se nos documentos de n.ºs 5 e 6 (anexos) nos quais fixamos a exportação para os vários países, em volume, em dólares, em cruzeiros e respectivas variações de custo, em toneladas, nos vários anos, em cruzeiros e em dólares.

A repercussão dessa política, a sua evolução, verdadeira odisséia experimentada pelo produtor de sisal, examinamos com maiores detalhes no anexo n.º 7 sob o título — Política cambial do sisal.

Nesse trabalho mostramos que o carreamento de divisas para o país por tonelada de sisal, caiu de 1952 a 1959 de cento e setenta e dois e seis décimos por cento (172,6%). De 1955 a 1958 a diferença foi muito mais acentuada.

É assim que, as 30 mil toneladas exportadas em 1952, produziram 13 milhões e 600 mil dólares, enquanto as 97 mil, 140 exportadas em 1958 trouxeram-nos apenas 12 milhões e trezentos e 20 mil dólares e as 113 mil e 400 toneladas de 1959 proporcionaram-nos 18 milhões e 400 mil dólares. (Anexo doc. n.º 6).

Será justo, entretanto, reconhecer que as baixas cotações refletem, também, o precário beneficiamento das fibras com pectinas aderentes, falta de uniformidade, isto é, fibras longas, médias e curtas misturadas no mesmo fardo com irregularidade na densidade e no envoltório dos mesmos e impropriedades outras na seleção e classificação do produto a exportar.

Apesar de tudo a exportação do nosso sisal, como documentamos, se tem avantajado em volume à dos nossos maiores concorrentes, os africanos.

A nova legislação referente à classificação, ajustada às exigências do mercado externo, maior atenção do Ministério da Agricultura através do Departamento de Produção Vegetal e do Serviço de Economia Rural, a natural interferência da SUDENE na orientação econômica e na comercialização, em particular nas operações internacionais e a liberação cambial, abrirão perspectivas à produção, à industrialização e à exportação que na safra de 1959 coletou mais de 18 milhões de dólares (18.355.000) e movimentou 1 bilhão e oitocentos e trinta e três milhões e oitocentos e sessenta e dois mil cruzeiros.

A Instrução 192 da SUMOC, datada de 30-12-59, apesar de uma contenção temporária aproximadamente de 30% na “liquidação da compra de tódas as cambiais resultantes de exportação no mercado de taxa livre, como preceitua o item III, letra a — pagamento em moeda corrente de cruzeiros 130,00 por dólar ou equivalente em outras moedas; e, na letra b entrega de letras emitidas pelo Banco do Brasil a prazo de seis meses e a juros de 6% ao ano, pelo correspondente à diferença entre o valor pago de acôrdo com a alínea anterior e do respectivo contrato de câmbio”, repercutiu no volume exportado e na maior quantidade de cruzeiros recebidos pelo produtor no primeiro trimestre do corrente ano.

Realmente, verifica-se um aumento de ... 12,42% nas toneladas exportadas no primeiro trimestre deste ano em relação a igual período de 1959 e, um acréscimo de 32,33% em dólares ou seu equivalente em outras moedas e 129,32% de referência a cruzeiros.

O quadro com que encerramos essas considerações elucida o desfôgo da economia sisaleira.

DOCUMENTO N.º 1

SÔBRE CLASSIFICAÇÃO E FISCALIZAÇÃO DA EXPORTAÇÃO DO SISAL.

Decreto n.º 46.794 de 4 de setembro de 1959.

Aprova as novas especificações para a classificação e a fiscalização da exportação do sisal.

O Presidente da República, usando das atribuições que lhe confere o art. 87, n.º I da Constituição Federal e tendo em vista o disposto no art. 1.º e seus parágrafos do Decreto-lei n.º 334 de 15 de março de 1938, decreta:

Art. 1.º — A classificação das fibras do Sisal ou Agave, extraídas da planta da família das Amarilidáceas, gênero "Agave", obedecerá às especificações ora estabelecidas, de conformidade com o disposto nos artigos 5.º, 6.º e 7.º do Regulamento aprovado pelo Decreto n.º 5.739 de 29 de maio de 1940.

Art. 2.º — Para os efeitos do artigo anterior, ficam estabelecidos, segundo o comprimento, quatro classes de fibra e, para cada uma destas, segundo a qualidade, quatro tipos.

§ 1.º — O comprimento será medido em centímetros, entre as partes extremas da amostra, onde haja maior concentração da fibra, ou seja, o comprimento de maior frequência.

§ 2.º — Os tipos serão caracterizados em função do preparo, do teor de umidade, do estado de maturidade e conservação da resistência, da cor, do brilho, do grau de maciez, do estado de limpeza e das demais características comerciais e tecnológicas da fibra.

EXPORTAÇÃO DO SISAL

Trimestres	Kgs.
1.º trimestre 1959	22.938.189
1.º trimestre 1960	25.787.423
Valor Cr\$	Valor US\$
316.474.548	3.181.128
815.873.215	4.734.435

SEP do Ministério da Fazenda

Será, pois, do maior interesse atentar-se para a riqueza sisaleira nos seus variados aspectos — agronômico, industrial e comercial.

Art. 3.º — As classes de fibras a que se refere o art. 2.º terão os seguintes comprimentos e denominações:

- EL — Extra-longa — fibras acima de 111 cm.
- L — Longa — fibras de 91 a 111 cm.
- M — Média — fibras de 71 a 90 cm.
- C — Curta — fibras de 60 a 70 cm.

Art. 4.º — Os tipos estabelecidos no artigo 2.º serão denominados, de acordo com sua qualidade, de Tipo Superior (TS), Tipo 1, Tipo 2 e Tipo 3 e serão caracterizados pelas especificações abaixo:

§ 1.º — Tipo Superior ou TS — Fibras lavadas, secas e bem batidas, de cor creme-clara uniforme, em ótimo estado de maturidade e conservação, resistentes, com grau acentuado de brilho e maciez, com teor de umidade que não exceda de 13,5% (treze e meio) convenientemente desembaraçadas ou soltas, isentas de manchas e impurezas, de substâncias pécticas, de entrançamentos, de nós e de fragmentos de folha e cascas, bem como de outros quaisquer defeitos.

§ 2.º — O Tipo 1 será constituído de fibras de cor creme-clara, amarelada, com pequenas extensões ligeiramente esverdeadas, em ótimo estado de maturidade, bem batidas, com brilho e maciez, resistentes, com um teor de umidade que não exceda de 13,5% (treze e meio), soltas ou desembaraçadas, isentas de impurezas, de substâncias pécticas, de entrançamentos, de nós de cascas e de outros quaisquer defeitos.

§ 3.ª — O Tipo 2 será constituído de fibras ásperas, de coloração amarelada, pardacenta e de tonalidade acentuadamente esverdeada, em bom estado de maturidade, resistentes, com teor de umidade que não exceda de 13,5% (treze e meio), bem batidas, soltas ou desembaraçadas, isentas de impurezas, de entrançamento, de nós e de cascas, tolerando-se acentuada variação em relação à cor, algumas fibras emaranhadas de pouca extensão e profundidade, assim como, unidas com pequena quantidade de substâncias componentes da folha, não eliminadas durante o descorticação ou desfibramento.

§ 4.ª — O Tipo 3 será constituído de fibras de acentuada aspereza, de coloração amarelada, em parte de tonalidade esverdeada, pardacenta e avermelhada, em bom estado de maturidade, resistentes, com teor de umidade que não exceda de 13,5% (treze e meio), bem batidas, soltas ou desembaraçadas, isentas de impurezas, de entrançamentos, de nós e de cascas, tolerando-se mais acentuada variação em relação à cor do que as do tipo 2, algumas fibras emaranhadas de pouca extensão e profundidade, bem assim, unidas com pequena quantidade de substâncias oriundas da folha, não eliminadas durante o descorticação ou desfibramento.

Art. 6.ª — As fibras de menos de 60 cm ou que não se enquadrarem pelas suas características nos tipos descritos no artigo 4.ª, serão consideradas "Refugo", não podendo, como tal, ser exportadas.

Art. 7.ª — As sobras ou os restos de fibras serão classificados com as seguintes denominações:

a) *Resíduos de beneficiamento* — quando provenientes da operação de desfibramento, lavagem, secagem, batadura e seleção de fibras.

b) *Aparas* — quando provenientes de cortes das fibras.

c) *Resíduos de fiação* — quando provenientes da industrialização da fibra.

Art. 8.ª — Para a classificação do Resíduo de beneficiamento ficam estabelecidos 4 tipos, sendo os três primeiros denominados "Bucha" e o último "Pó de Fibra", como se especifica abaixo:

Bucha de 1.ª

Bucha de 2.ª

Bucha de 3.ª

Pó de Fibra

§ 1.ª — A Bucha de 1.ª — será constituída da fibra de coloração creme-clara, uniforme, em

ótimas condições de conservação, com teor de umidade que não exceda de quatorze por cento (14%) provenientes das operações de secagem, batadura e de seleção, isentas de impurezas, fragmentos de folhas, cascas e nós.

§ 2.ª — A Bucha de 2.ª — será constituída de fibras de coloração amarelada, pardacenta, avermelhada e esverdeada, em bom estado de conservação com teor de umidade que não exceda de quatorze por cento (14%) provenientes das operações de secagem, batadura e seleção, isentas de impurezas, cascas e nós.

§ 3.ª — A Bucha de 3.ª geralmente denominada "Bucha de Campo" — será constituída de fibras de coloração amarelada, pardacenta, avermelhada e esverdeada, em bom estado de conservação, com teor de umidade que não exceda de quatorze por cento (14%), provenientes das operações de desfibramento das folhas, tolerando-se algumas fibras com fragmentos de folhas e nós.

Art. 9.ª — *Aparas* — serão constituídas de fibras de vários tamanhos, inclusive pontas, porém curtas ou seccionadas, soltas, em bom estado de conservação, com um teor de umidade que não exceda de quatorze por cento (14%), isentas de matérias estranhas, de nós e de fibras unidas por fragmentos ou restos de tecidos foliáceos.

Art. 10 — Os Resíduos de fiação serão classificados com as seguintes denominações:

Resíduos de espalmadeira — penteadeira — RE

Resíduos de passadeira — RP

Resíduos de fiadeira — RF

Resíduos de tosquiadeira — RT

Resíduos de trançadeira e torcedeira de cordas — RTC

§ 1.ª — O Resíduo de Espalmadeira — penteadeira ou RE será constituído de pó e fibras cortadas e de pedaços de fibras curtos, que caem durante o processo de estiragem entre os pentes das máquinas industrializadoras e pelo próprio passador.

§ 2.ª — O Resíduo de Passadeira ou RP, será constituído de pó e de fibras já penteadas pela máquina industrializadora e pelo próprio passador.

§ 3.ª — O Resíduo da Fiadeira ou RF será constituído de pó e de fio retorcido, juntamente com fibra, apresentando-se este tecido rígido, devido à torção exagerada.

§ 4.º — O Resíduo da Tosquiadeira ou RT será constituído de aparas das pontas de fibra que se projetam para fora dos fios e cordas, com o comprimento de 1 a 3 cm.

§ 5.º — O Resíduo da Trançadeira e Torcedeira de Corda ou RTC, será constituído de pequenos pedaços de fibras, pontas de cordas e pedaços de cordas com defeitos.

Art. 11 — Será considerado fraude ou infração, punível de acôrdo com o disposto nos arts. 88 e 89 do Regulamento aprovado pelo Decreto n.º 5.739 de 29-5-40, o enfardamento de:

- a) fibras de espécies, classes tipos diferentes, bem como de resíduos de espécies e tipos diferentes;
- b) fibras e resíduos molhados ou com excesso de umidade;
- c) fibras ou resíduos com impurezas que não forem admitidas nestas especificações;
- d) fibras que, pelo contacto da água, umidade excessiva ou qualquer outra causa, tenham perdido sua resistência normal;
- e) fibras de coloração defeituosa, isto é, excessivamente esverdeada ou "côr de lôdo";
- f) fibras e resíduos danificados por incêndio;
- g) fibras amarradas, fibras com nós de amarrilhos e de nós de amarrilho;

DOCUMENTO N.º 2

DECRETO N.º 47.463 — DE 22 DE DEZEMBRO DE 1959

Concede à safra de agave ou sisal de 1959/60, de produção nacional, a garantia de preços mínimos.

O Presidente da República, usando da atribuição que lhe confere o art. 87, n.º I, da Constituição, e de acôrdo com o parágrafo único do art. 1.º da Lei n.º 1.506, de 19 de dezembro de 1951, decreta:

Art. 1.º — Fica assegurada à agave ou sisal, de produção nacional, da safra de 1959/60, a garantia de preços mínimos, prevista na Lei n.º 1.506, de 19 de dezembro de 1951, nas seguintes condições:

- h) fibras entrançadas, excessivamente torcidas e emaranhadas;
- i) fibras encascadas ou por descorticar;
- j) fibras mofadas;
- k) fibras irregulares quanto ao tamanho, isto é, que apresentem divergências de tamanho para mais ou para menos, além daquelas estabelecidas nestas especificações para as classes curta, média, longa e extra-longa.

Art. 12 — Os produtores ficam obrigados a proceder à seleção das fôlhas, por tamanho, na ocasião do desfibramento ou descorticamento e os enfardadores obrigados a corrigir as divergências de tamanho e tipo que as fôlhas apresentarem.

Art. 13 — Para a conservação de suas qualidades originais e bom aproveitamento industrial, as fibras serão colocadas na prensa, convenientemente estiradas, porém, em curvas nos cantos de caixa.

Art. 14 — As fibras submetidas a tratamentos especiais, isto é, não compreendidas entre as operações usuais de desfibramento mecânico, lavagem, secagem e batadura, ou ainda, beneficiadas por processos biológicos e químicos, serão classificadas por equivalência nas classes e tipos a que se referem os arts. 3.º e 4.º destas especificações, desde que conservem grande parte de seu aspecto e demais características originais.

a) aquisição do produto de fibras secas, classificado, acondicionado em fardos de trezentos quilos de densidade, por metro cúbico, pôsto em armazéns que ofereçam condições de perfeita conservação e segurança, ao preço básico de Cr\$ 17,00 (dezesete cruzeiros) por quilo líquido, para o tipo 1, classe de fibras médias, das especificações baixadas pelo Decreto n.º 46.794, de 4 de setembro de 1959, FOB portos do país, livre e desembaraçado de quaisquer ônus;

b) financiamento do produto, apresentado como no ítem anterior, na proporção de oitenta por cento dos preços mínimos fixados neste Decreto.

§ 1.º — os ágios e deságios para as diversas classes e tipos de sisal ou agave, não referidos neste artigo e constantes dos artigos 3.º e 4.º da padronização aprovada pelo Decreto n.º 46.794, já citado, serão fixados em instruções baixadas pelo sr. Ministro da Fazenda, Presidente da Comissão de Financiamento da Produção.

Art. 2.º — Nas operações de financiamento ou aquisição efetuadas nas zonas de produção, os preços serão determinados de acordo com o art. 4.º da Lei n.º 1.506 de 1951.

Art. 3.º — O Ministério da Agricultura, por intermédio de seus órgãos especializados nos Estados Produtores, ou através dos acordos de serviços firmados com esses Estados, prestará a colaboração necessária para a boa execução deste Decreto, nos termos do que dispõe o art. 10 da Lei n.º 1.506 de 19 de dezembro

de 1951, a fim de evitar misturas de tipos e de fibras, quer no seu beneficiamento, quer no enfardamento e, assim, obter segura classificação.

Art. 4.º — O presente Decreto será pôsto em execução pela forma estabelecida no art. 5.º e seu parágrafo único, da Lei n.º 1.506 de 19 de dezembro de 1951, já referida.

Art. 5.º — Este Decreto entrará em vigor na data de sua publicação, revogadas as disposições em contrário.

Rio de Janeiro, 22 de dezembro de 1959; 138 da Independência e 71 da República.

a) JUSCELINO KUBITSCHEK

S. Paes de Almeida

Mário Meneghetti

Publicado no D. O. de 28-12-1959.

DOCUMENTO N.º 3

MOVIMENTAÇÃO DA CONTA DE AGAVE DURANTE O PERÍODO DE 1-1-953 A 31-12-959

Aquisições efetuadas pela C.F.P.

ANOS	AQUISIÇÕES		VENDAS		ESTOQUE	
	Q. em Quilos	V. Aquisição	Q. em Quilos	Vir. Br. Vendas	Q. em Quilos	Valor
1953	36.724.805,0	211.963.991,80	293.096,0	853.169,30	36.431.709,0	210.328.756,30
1954	625.667,0	1.722.382,50	37.043.347,5	123.456.689,00	14.023,5	72.013,00
1955	3.963.879,0	27.642.584,00	3.314.755,5	20.184.609,20	663.152,0	9.421.749,80
1956	1.036.604,0	1.150.268,80	1.076.093,0	6.024.551,50	623.663,0	4.413.168,50
1957	6.897.865,0	61.277.225,20	511.899,0	2.580.570,90	7.009.629,0	65.395.242,50
1958	14.802.556,0	135.348.786,30	1.038.924,0	9.201.853,80	20.773.261,0	191.058.068,00
1959	—	—	14.530.996,0	145.922.581,00	6.244.265,0	56.241.581,80
	64.051.376,0	439.105.238,60	57.809.111,0	313.223.524,70	6.242.265,0	56.241.581,80

FONTE: Comissão de Financiamento da Produção (Ministério da Fazenda).

DOCUMENTO N.º 4

PRODUÇÃO BRASILEIRA DE SISAL

ANO	PRODUÇÃO TONELADAS	VALOR EM CR\$
1948	25.867	108.115.000
1949	20.961	88.591.000
1950	52.477	305.872.000
1951	55.176	373.185.000
1952	63.766	267.606.000
1953	66.411	221.636.000
1954	65.638	232.828.000
1955	89.590	387.916.000
1956	101.670	501.825.000
1957	102.230	518.432.000
1958	135.221	605.276.000

DOCUMENTO N.º 5

PRODUÇÃO BRASILEIRA
SISAL

PAISES	1946			1947			1948		
	Kg.	Cr\$	Us\$	Kg.	Cr\$	Us\$	Kg.	Cr\$	Us\$
ALEMANHA	—	—	—	—	—	—	2.424.809	15.831.685	864.165
ARGENTINA	2.473.098	17.477.415	954.007	2.153.189	13.479.718	735.792	3.888.235	23.333.369	1.274.747
AUSTRÁLIA	—	—	—	—	—	—	25.145	140.041	7.644
CANADÁ	—	—	—	240.167	1.505.328	82.169	—	—	—
DINAMARCA	—	—	—	560.344	3.630.978	198.743	—	—	—
ESTADOS UNIDOS	89.987	507.515	27.636	3.426.252	19.253.466	1.050.953	11.403.865	63.370.908	3.459.111
ESPAÑA	—	—	—	125.000	1.026.164	56.013	—	—	—
FINLÂNDIA	100.000	737.000	40.229	550.570	4.320.879	235.856	—	—	—
FRANÇA	—	—	—	5.773.674	38.924.193	2.124.683	441.400	3.133.775	171.058
GOÁ	—	—	—	100.003	643.300	35.114	—	—	—
GRÃ BRETAGNA	—	—	—	61.759	339.445	23.887	—	—	—
GRÉCIA	—	—	—	—	—	—	110.000	727.848	39.729
HOLANDA	—	—	—	551.356	3.846.181	190.321	—	—	—
ÍNDIA	—	—	—	—	—	—	—	—	—
ITALIA	—	—	—	—	—	—	500.123	3.033.429	165.580
JAPÃO	—	—	—	—	—	—	—	—	—
NORUEGA	50.000	283.203	15.437	489.460	3.559.396	194.290	—	—	—
POLÓNIA	—	—	—	400.146	2.831.538	154.560	650.000	4.124.440	225.133
PORTUGAL	—	—	—	—	—	—	2.106	9.402	513
TCHECOSLOVÁQUIA	—	—	—	100.000	790.340	43.687	—	—	—
U. BELGO-LUX.	—	—	—	317.869	1.895.805	103.483	376.654	2.275.101	124.187
URUGUAI	45.326	284.848	15.548	—	—	—	40.314	295.428	16.137
TOTAIS	2.758.411	19.298.986	1.052.947	14.849.813	95.686.731	5.223.075	19.062.588	116.275.426	6.346.912

PAISES	1949			1950			1951		
	Kg.	Cr\$	Us\$	Kg.	Cr\$	Us\$	Kg.	Cr\$	Us\$
ALEMANHA	3.403.707	18.713.254	1.022.009	3.297.919	19.491.101	1.063.925	4.536.108	41.352.870	2.257.253
ARGENTINA	2.099.650	12.660.152	691.056	1.996.467	14.552.156	794.364	1.645.923	11.336.488	610.824
AUSTRÁLIA	25.107	132.333	7.223	20.084	88.935	4.855	1.904.947	18.601.028	1.026.257
AÚSTRIA	—	—	—	—	—	—	—	—	—
CANADÁ	302.855	1.297.663	70.833	485.149	2.244.385	122.510	—	—	—
CHILE	—	—	—	—	—	—	—	—	—
DINAMARCA	—	—	—	181.244	1.100.371	60.064	188.200	1.181.207	64.749
ESPAÑA	—	—	—	—	—	—	—	—	—
ESTADOS UNIDOS	7.649.199	36.079.301	1.970.000	31.066.486	149.634.121	8.222.386	42.601.027	288.222.305	15.732.659
FINLÂNDIA	—	—	—	229.651	1.455.408	79.443	287.558	3.022.200	164.967
FRANÇA	1.891.020	10.186.210	556.016	4.130.000	24.407.495	1.337.750	3.152.707	33.551.145	1.831.394
GRÃ BRETAGNA	110.112	503.280	27.472	1.741.272	9.563.015	521.999	675.766	4.395.987	239.961
GRÉCIA	199.923	1.084.002	57.260	—	—	—	—	—	—
HOLANDA	360.680	1.988.000	108.515	120.000	690.000	37.664	308.698	3.310.436	180.701
HUNGRIA	—	—	—	—	—	—	—	—	—
ÍNDIA	148.478	779.072	42.526	—	—	—	—	—	—
IRLANDA	50.000	289.665	15.811	—	—	—	—	—	—
ISRAEL	—	—	—	—	—	—	—	—	—
ITALIA	—	—	—	—	—	—	—	—	—
IUGOSLÁVIA	—	—	—	—	—	—	157.060	970.832	52.993
JAPÃO	6.042.023	30.323.357	1.655.204	—	—	—	—	—	—
MAR. FRANCÉS	—	—	—	—	—	—	—	—	—
NORUEGA	—	—	—	—	—	—	—	—	—
NOVA ZELÂNDIA	—	—	—	—	—	—	—	—	—
PAÍSES BAIXOS	—	—	—	—	—	—	424.882	4.506.966	246.013
POLÓNIA	—	—	—	834.195	5.984.856	326.690	447.277	4.545.590	247.576
PORTUGAL	—	—	—	10.051	60.003	3.275	—	—	—
SUÉCIA	—	—	—	598.830	3.089.956	168.667	—	—	—
SUÍÇA	—	—	—	—	—	—	—	—	—
RUMÂNIA	—	—	—	—	—	—	—	—	—
TCHECOSLOVÁQUIA	—	—	—	1.045.188	7.413.656	404.676	1.199.244	12.173.422	664.486
U. BELGO-LUX.	760.000	3.793.362	107.061	919.297	4.181.939	282.856	459.343	5.036.257	274.959
URUGUAI	—	—	—	—	—	—	—	—	—
TOTAIS	23.017.754	117.829.651	6.431.651	46.654.823	243.957.397	13.316.451	57.388.540	432.406.733	23.602.988

FONTE: Serviço de Estatístico e Financeiro do Ministério da Fazenda.

EXPORTAÇÃO BRASILEIRA
S I S A L

PAÍSES	1952		
	KG.	CR\$	US\$
ALEMANHA	4.671.542	43.142.565	2.354.889
ARGENTINA	560.606	5.849.559	318.754
AUSTRÁLIA	602.902	5.150.605	281.147
AUSTRIA	—	—	—
CANADÁ	1.335.077	12.912.934	704.854
CHILE	90.000	733.362	40.025
DINAMARCA	350.000	3.657.658	198.562
ESPAÑA	—	—	—
ESTADOS UNIDOS	16.224.155	144.660.331	6.258.752
FINLÂNDIA	100.000	1.043.433	56.956
FRANÇA	3.719.758	38.090.299	2.079.165
GRÃ-BRETANHA	358.009	3.162.751	179.639
GRÉCIA	—	—	—
HOLANDA	700.000	6.350.814	343.660
HUNGRIA	—	—	—
ÍNDIA	—	—	—
IRLÂNDIA	—	—	—
ISRAEL	—	—	—
ITÁLIA	—	—	—
IUGOSLÁVIA	—	—	—
JAPÃO	—	—	—
MARROCOS FRANCÊS	—	—	—
NORUEGA	—	—	—
NOVA ZELÂNDIA	—	—	—
PAÍSES BAIXOS	—	—	—
POLÓNIA	—	—	—
PORTUGAL	—	—	—
SUÉCIA	812.072	7.754.139	423.261
SUIÇA	—	—	—
RUMÂNIA	—	—	—
TCHECOSLOVÁQUIA	500.000	5.054.501	276.447
U. BELGO-LUXEMBURG.	312.534	2.844.479	155.266
URUGUAI	—	—	—
TOTAIS	30.336.655	250.407.430	13.668.527

FONTE: Serviço de Estatístico e Financeiro do Ministério da Fazenda.

DOC. N.º 5 (Conclusão)

SISAL OU ACAVE E SEMELHANTES — EXPORTAÇÃO — 1959

PAISES	Pêso em Kgs.	Valor em US\$	Valor em CR\$
ALEMANHA OCIDENTAL	24.665.465	396.926.676	3.970.319
ARGENTINA	474.923	8.694.404	88.096
AUSTRIA	80.000	1.455.400	14.554
BÉLGICA-LUXEMBURGO	1.799.831	29.185.100	291.851
CANADÁ T. NOVA	100.000	1.782.000	17.820
CHILE	50.000	1.382.800	13.828
COLÔMBIA	249.978	4.188.100	41.881
DINAMARCA	780.000	13.863.500	138.635
ESTADOS UNIDOS	23.333.700	348.256.520	3.487.222
FRANÇA	3.959.278	62.226.652	622.834
HUNGRIA	9.344.515	142.939.650	1.429.398
ITALIA	9.601.648	151.092.030	1.513.235
IUGOSLÁVIA	703.407	14.006.500	140.065
MARROCOS	2.570.538	41.038.860	414.779
NORUEGA	674.959	11.160.400	111.604
PAISES BAIXOS	15.592.655	262.330.928	2.624.420
POLÓNIA	7.894.609	170.459.800	1.704.598
REINO UNIDO	50.000	792.000	7.920
RUMÂNIA	399.995	5.768.228	58.819
SUECIA	99.984	1.680.000	16.800
TCHECOSLOVÁQUIA	4.889.812	88.552.600	885.526
URUGUAI	234.411	4.058.300	40.583
TOTAL	107.549.708	1.761.840.448	17.634.787

DOCUMENTO N.º 6

EXPORTAÇÃO DE SISAL (Fibra e Bucha)

Períodos	EXPORTAÇÕES		VALORES MÉDIOS			
	Ton.	Cr\$ 1.000	US\$ 1.000	Cr\$/Ton.	US\$/Ton.	Cr\$/US\$
1946	2.758	19.290	1.169	423,9	6.994,1	16,50
1947	14.850	95.687	5.206	350,6	6.443,6	18,38
1948	19.863	116.275	6.326	318,5	5.853,8	18,38
1949	23.018	117.830	6.411	278,5	5.119,0	18,38
1950	46.655	243.957	13.273	284,4	5.228,9	18,38
1951	57.389	432.407	23.526	409,9	7.534,6	18,38
1952	30.337	250.407	13.624	449,1	8.254,1	18,38
1953 (1)	22.332	108.508	3.926	175,8	4.858,8	27,64
1954	55.201	267.108	9.114	165,1	4.838,8	29,31
1955	80.342	519.781	11.291	140,5	6.469,6	46,03
1956	106.503	869.461	14.965	140,5	8.163,7	58,10
1957	99.894	852.550	12.784	128,0	8.534,5	66,69
1958	97.148	1.055.899	12.320	126,8	10.868,9	85,71
1959	113.481	1.833.862	18.355	161,7	16.160,1	99,94

(1) A partir de 1953, os valores em Cr\$ da EXPORTAÇÃO incluem bonificação.
 FONTE: CACEX do B. do Brasil.

DOC. N.º 7

POLÍTICA CAMBIAL

A política cambial do sisal teve a seguinte evolução: Em 1946, início da exportação, o valor do dólar era de Cr\$ 16,50. No período de 1947 a 1952 esse valor manteve-se fixo em Cr\$ 18,38, cotação que prevaleceu até 31-7-53 inclusive.

A partir de 10-8-53, e por força de resolução adotada pelo Conselho da Superintendência da Moeda e do Crédito no dia 8 daquele mês e ano, passaram as exportações da fibra a

subordinar-se ao sistema de *pauta mínima*, o qual, no caso particular, consistia na obrigatoriedade de venda, no mercado de câmbio de taxa oficial — reajustada esta desde 1-8-53 no valor de Cr\$ 18,36 —, de US\$ 80.00 ou quantia equivalente em outras moedas, por tonelada exportada da mercadoria dos tipos 3, 5, 7 e 9, FOB pôrto brasileiro, a par da implícita faculdade de serem negociadas no mercado de taxa livre todas as divisas excedentes daquele importe.

Ainda em 1953, porém, novo critério foi instituído pela SUMOC, através de sua Instrução n.º 70, de 9 de outubro do mesmo ano, critério segundo o qual a vedna das cambiais provenientes das exportações de sisal deveria obrigatoriamente convergir para o Banco do Brasil — tal como as oriundas das exportações dos demais produtos —, remunerando-se o exportador com importância em que se compreendia a taxa oficial de câmbio vigente na época — Cr\$ 18,36 — mais uma bonificação de Cr\$ 10,00, para cada dólar entregue (ou seu equivalente em outras moedas).

Mais tarde, em razão dos novos preceitos fixados na Instrução n.º 99, de 14-8-54, também na SUMOC, o valor dessa bonificação — a ser paga no ensejo da liquidação de cada contrato de câmbio — passou a ser calculado na forma abaixo descrita:

- a) sobre 80% do valor das cambiais negociadas, na anterior base de Cr\$ 10,00 por dólar ou seu equivalente em outras moedas;
- b) sobre os restantes 20%, na base da diferença entre a taxa de compra do mercado oficial e a média, calculada pela Carteira de Câmbio do Banco do Brasil, das taxas de compra do mercado livre, da respectiva moeda, vigentes no dia útil anterior ao do fechamento do câmbio.

Essa situação perdurou até que, em 29-11-54, autorizou-se a inclusão do sisal no grupo de mercadorias exportáveis mediante “contratos de compra e venda simbólicas”, celebrados entre o exportador e a Carteira de Comércio Exterior do Banco do Brasil (CACEX), modalidade de operação em que se estabelecia um preço fixo FOB em cruzeiros para o produto, daí resultando um valor variável para o dólar-exportação, ou mais exatamente, para a bonificação concedida por dólar ou seu equivalente em outras moedas, em função das naturais flutuações das cotações internacionais da fibra.

Em tal sistema, entretanto, não mais permaneceram integradas as exportações da mercadoria quando, através da Instrução n.º 112, de 17-1-55, foram os produtos exportáveis classificados em quatro categorias distintas, na terceira das quais se localizou a agave. A partir de então, a cada dólar ou equivalente em outras moedas resultante dessas exportações passaram a corresponder bonificações fixas de Cr\$ 24,70 e Cr\$ 22,95 — aquela nos casos de operações

conduzidas em moedas conversíveis ou em esterlinos, e esta nos de transações realizadas em qualquer das demais moedas estrangeiras —, importâncias essas que, adicionadas à taxa oficial de Cr\$ 18,36, totalizavam os valores globais de Cr\$ 43,06 a Cr\$ 41,31, respectivamente para cada uma das hipóteses referidas.

Esses valores, mais adiante, se elevaram respectivamente para Cr\$ 31,70 e Cr\$ 29,67 (bonificações) e Cr\$ 50,06 e Cr\$ 48,03 (remuneração global), ao serem deslocadas as exportações da fibra para a quarta categoria da mencionada Instituição n.º 112, em decorrência de decisão do Conselho da SUMOC, consubstanciada na Instrução n.º 117, de 22-6-55.

Novo aumento geral dos prêmios de exportação, configurado na Instrução n.º 131, de 17-5-56, situou aquelas cifras, na mesma ordem indicada, nos níveis de Cr\$ 48,64 e Cr\$ 45,92 (bonificações), e Cr\$ 67,00 e Cr\$ 64,28 (remuneração global), preservada a classificação da fibra na quarta categoria.

Em 10-4-58, retornou a mercadoria ao sistema dos “contratos de compra e venda simbólicas”, estabelecendo-se em Cr\$ 90,00 o valor total do dólar (ou equivalente em outras moedas) mais as bonificações devidas.

Posteriormente, a Instrução n.º 157, de 10-6-58, eliminando a primitiva discriminação entre transações efetuadas em diferentes moedas estrangeiras, e promovendo novo acréscimo nos valores das bonificações, propiciou uma elevação daquela tocante ao sisal — mantido ainda na quarta categoria —, para Cr\$ 73,64, dando origem, assim, a uma remuneração única de Cr\$ 92,00 pela entrega de cada dólar oriundo das exportações do produto em causa, deixando de subsistir razões, portanto, para que perdurasse o enquadramento dessas operações no esquema das “compras e vendas simbólicas”, em que aquela remuneração era de apenas Cr\$ 90,00.

Ainda uma vez, em 10-1-59, foi a situação modificada pela Instrução n.º 174, que, extinguindo a 4.ª categoria, deslocou o sisal para a 3.ª, com um novo valor para a correspondente bonificação — Cr\$ 81,64 — em razão do que se elevou para Cr\$ 100,00 o valor total de cada dólar produzido pela exportação de fibra.

Por fim, foi o sisal incluído no número de mercadorias que têm as cambiais provenientes de sua exportação negociáveis no mercado de taxa livre, por força da Instrução n.º 192, de 30-12-59.

Contribuição para a Reformulação do 1.º Plano Diretor da Sudene

Eng. DEZILDO MENEZES PEREIRA

Chefe do 4.º Distrito do DNOCS

1 — AÇUDAGEM PÚBLICA

Considerações Gerais — Açudes Públicos — Estudos Topográficos e Agrológicos — Postos de Piscicultura — Aproveitamento Hidráulico — Canais de Irrigação — Recursos necessários.

A experiência tem demonstrado que é prejudicial a atual política de distribuição de recursos, não só pela extrema subdivisão das verbas, importando na inviabilidade de execução das obras, como também pela necessidade de um melhor aproveitamento dos recursos naturais. Faz-se necessária melhor retribuição dos investimentos em obras de açudagem bem como a reestruturação das reais condições materiais e humanas do DNOCS.

A concentração de recursos financeiros e técnicos nas obras já estudadas e iniciadas, é sem dúvida, política mais prudente a ser adotada pelo Governo. Execução conjunta de barragens, canais de irrigação, hidrelétricas e instalação de Postos de Piscicultura, muito contribuirá para que o DNOCS atinja os seus objetivos. Evitar-se-á que açudes concluídos sem os respectivos aproveitamentos tenham retardada a reversão prevista dos investimentos governamentais.

As principais obras de açudagem no Estado da Bahia estão compreendidas nos sistemas *Vaza-Baris, Itapicuru e Contas*, nos quais tem o DNOCS iniciada pelo menos uma grande barragem para irrigação e outras menores para irrigação ou abastecimento de centros urbanos. Prevê-se, conforme plano de dotação para o próximo triênio (não havendo imprevistos prejudiciais, tais como plano de economia, retardamento na distribuição de recursos etc.), a conclusão de sete grandes açudes até 1963, com armazenamento d'água superior a meio bilhão de metros cúbicos. Em 1964, concluiremos mais dois grandes açudes. Novos açudes estudados convenientemente no período 1961/1963, serão iniciados a partir de 1964, melhorando assim, cada vez mais, o aproveitamento dos Sistemas do DNOCS no Estado da Bahia. Porque, paralelamente à execução das obras, far-se-á novos estudos pelo setor competente do 4.º Distrito do DNOCS visando assegurar a continuidade necessária ao programa em execução.

1.1 — SISTEMA DO VAZA-BARRIS:

1.1.1 — Açude *COCOROBÓ* — Município de Euclides da Cunha — Capacidade:
250.000.000 m³ — Inversão prevista: 445 milhões de cruzeiros no período de 1961/1963:

(MILHÕES DE Cr\$)

a) — ano de 1961:

Prosseguimento das obras da barragem	100
Estudos topográficos e agrológicos da bacia de irrigação	5.

b) — ano de 1962:

Prosseguimento das obras da barragem	150
Conclusão dos estudos topográficos e agrológicos da bacia de irrigação	8
Projeto dos canais de irrigação	2

c) — ano de 1963:

Início da construção dos canais de irrigação	30
Conclusão das obras da barragem ..	150

1.1.2 — Açude *PINHÕES* (atérro barragem — Município de Juazeiro — Capacidade:
15.215.750 m³ — Inversão prevista: 30 milhões de cruzeiros no período de 1961/1962:

a) — ano de 1961:

Prosseguimento das obras	10
--------------------------------	----

b) — ano de 1962:

Conclusão das obras	20
---------------------------	----

1.1.3 — Açude *ADUSTINA* — Município de Paripiranga — Capacidade: 13.430.000 m³ — Inversão prevista de 77 milhões de cruzeiros no período de 1961/1963:

a) — ano de 1961:

Prosseguimento das obras da barragem	20
--	----

b) — ano de 1962:		c) — ano de 1963:	
Prosseguimento das obras da barragem	20	Início da construção dos canais	25
Estudos topográficos e agrológicos da bacia de irrigação	1	1.2.4 — <i>Açude QUICÊ</i> — Município de Senhor do Bonfim — Capacidade: 4.232.000 m ³ — Inversão prevista de 30 milhões de cruzeiros no período de 1961/1962:	
Projeto dos canais de irrigação	1	a) — ano de 1961:	
c) — ano de 1963:		Prosseguimento da construção da barragem	15
Início das obras dos canais de irrigação	15	b) — ano de 1962:	
1.1.4 — <i>Açude PEDRAO</i> — Município de Cicero Dantas — Capacidade: 14.000.000 m ³ — Inversão prevista de 2 milhões de cruzeiros no ano de 1961:		Conclusão da barragem	15
Estudos geológicos e econômicos para determinação da exequibilidade da construção do açude	2	1.3 — SISTEMA DO CONTAS:	
1.2 — SISTEMA DO ITAPICURU:		1.3.1 — <i>Açude RIO DO SALTO</i> — Município de Caculé — Capacidade: 65.500.000 m ³ — Inversão prevista de 253 milhões de cruzeiros no período de 1961/1964:	
1.2.1 — <i>Açude JACURICI</i> — Município de Itiúba — Capacidade: 146.820.000 m ³ — Inversão prevista de 65 milhões de cruzeiros no período de 1961/1962:		a) — ano de 1961:	
a) — ano de 1961:		Início das obras da barragem	50
Prosseguimento da construção da rede de irrigação	20	Estudos topográficos e agrológicos da bacia de irrigação	2
Aproveitamento hidrelétrico com a instalação da Usina	5	b) — ano de 1962:	
Início do Estabelecimento do Posto de Piscicultura	10	Prosseguimento das obras da barragem	50
b) — ano de 1962:		Projeto dos canais de irrigação	1
Conclusão da rede de irrigação	25	c) — ano de 1963:	
Conclusão do Posto de Piscicultura	5	Prosseguimento das obras da barragem	50
1.2.2 — <i>Açude VARZEA FORMOSA</i> — Município de Itiúba — Capacidade: 36.536.500 m ³ — Inversão prevista de 2 milhões de cruzeiros no ano de 1961:		Início dos canais de irrigação	20
Estudos econômicos para o dimensionamento da barragem (a fim de ajustá-la ao fim a que se destina)	2	d) — ano de 1964:	
1.2.3 — <i>Açude ARACI</i> — Município de Araci — Capacidade: 65.839.200 m ³ — Inversão prevista de 121 milhões de cruzeiros no período de 1961/1963:		Conclusão das obras da barragem	60
a) — ano de 1961:		Prosseguimento dos canais de irrigação	20
Prosseguimento da construção da barragem	40	1.3.2 — <i>Açude BRUMADO</i> (ex-Pantana) — Município de Rio de Contas — Capacidade: 90.000.000 m ³ — Inversão prevista de 482 milhões de cruzeiros no período de 1961/1964:	
Estudos topográficos e agrológicos da bacia de irrigação	5	a) — ano de 1961:	
b) — ano de 1962:		Início das obras da barragem	80
Conclusão da construção da barragem	50	Estudos topográficos e agrológicos da bacia de irrigação	5
Projeto dos canais	1	Estudos do aproveitamento hidrelétrico	1
		b) — ano de 1962:	
		Continuação das obras da barragem	80
		Projeto da rede de canais	1
		Aquisição de equipamentos para a Usina Hidrelétrica	20

c) — ano de 1963:		a) — ano de 1961:	
Prosseguimento das obras da barragem	100	Prosseguimento das obras da barragem	30
Início dos canais de irrigação	30	Estudos topográficos e agrológicos da bacia de irrigação	1
Instalação do equipamento da Usina Hidrelétrica	10	b) — ano de 1962:	
Instalação de um Pôsto de Piscicultura	5	Prosseguimento das obras da barragem	35
d) — ano de 1964:		Projeto da rede de irrigação	1
Conclusão das obras da barragem ..	100	c) — ano de 1963:	
Conclusões das instalações da Usina Hidrelétrica	10	Conclusão das obras da barragem ..	35
Conclusão dos canais	40	Início da construção dos canais de irrigação	15
1.3.3 — Açude TREMEDAL — Município de Tremedal — Capacidade: 23.839.200 m ³ — Inversão prevista de 73 milhões de cruzeiros no período de 1961/1962:		1.4.2 — Açude ZABUMJÃO — Município de Parimirim — Capacidade: 58.172.000 m ³ — Inversão prevista de 2 milhões de cruzeiros no ano de 1961:	
a) — ano de 1961:		Estudos econômicos para determinação da exequibilidade da obra ..	
Prosseguimento da construção da barragem	30	2	
Estudos topográficos e agrológicos da bacia de irrigação	2	1.4.3 — Açude JOSÉ MANUEL (ex-São Miguel) — Município de Casa Nova — Capacidade: 50.546.000 m ³ — Inversão prevista de 2 milhões de cruzeiros no ano de 1961:	
Projeto da rede de irrigação	1	Estudos econômicos para determinação da exequibilidade da obra ..	
b) — ano de 1962:		2	
Conclusão das obras da barragem ..	30	1.4.4 — Açude AMÉRICA DOURADA — Município de Morro do Chapéu — Capacidade: ... m ³ — Inversão prevista de 2 milhões de cruzeiros no ano de 1961:	
Início da rede de irrigação	15	Estudos econômicos para determinação da exequibilidade da obra ..	
1.4 — SISTEMAS COMPLEMENTARES:		2	
1.4.1 — Açude CERAIMA — Município de Guanambi — Capacidade: 58.000.000 m ³ — Inversão prevista de 117 milhões de cruzeiros no período de 1961/1963:			

2 — ABASTECIMENTO D'ÁGUA

Considerações Iniciais — Os Orçamentos da União — Situação do Abastecimento d'água no Estado da Bahia — Plano de Obras Baseado nos Critérios de Prioridade Estabelecidos pela Sudene — Dos Recursos necessários.

Vejamos alguns comentários sobre fatos que, ao nosso ver, têm impedido chegar-se a resultados mais satisfatórios no setor de abastecimento d'água aos centros urbanos do Polígono das Sêcas, no Estado da Bahia. Em seu primeiro Plano Diretor, a SUDENE, declara que estudos mais detalhados para reformulações anuais do mesmo, permitirão melhores conclusões. Conclama os órgãos que "têm responsabilidades definidas no caso" para integrar-se na execução de programa com finalidade de solucionar, no mais curto prazo, este grande problema da região. Daí sentirmo-nos na obrigação e com liberdade para apreciar e fornecer maiores esclarecimentos para melhor equacionamento do problema.

Na *introdução*, depois de enumerar os principais órgãos que cuidam do problema em causa, declara a SUDENE que "apesar de tantos órgãos interessados e da legislação destinada a disciplinar a ação do Governo Federal, os resultados não têm sido satisfatórios por falta de programa e de esforço continuado". Em verdade, no caso da Bahia, o maior entrave à solução do problema tem sido a falta de cumprimento do que tem sido determinado nos Orçamentos da União, no que se refere a distribuição das verbas. Assim, por exemplo, pelos levantamentos efetuados pela SUDENE, para o exercício corrente (1960), está consignada uma dotação de Cr\$ 1.567.900.000,00, a diversos órgãos, para abastecimento d'água.

Tal recurso levou a SUDENE a admitir hipótese da conclusão, até 31 de dezembro, os serviços em execução na época. Conseqüente, mais 700.000 habitantes teriam abastecimento.

Caso os recursos votados e aprovados tivessem sido distribuídos, os dados previstos poderiam ser atingidos com boa aproximação. Entretanto, vejamos o que realmente aconteceu, tomando-se como exemplo o orçamento do DNOCS consignado ao Estado da Bahia. Pelo total dos recursos orçados, dispunha-se de uma parcela de Cr\$ 194.000.000,00. Inicialmente, o Plano de Economia a reduziu a Cr\$ 79.000.000,00, isto é, foram cortados, nada menos de 59,22%. Nesta altura, fins de outubro (1960), o recurso que recebemos foi apenas de Cr\$ 22.895.771,90. Não há como contestar, nenhum planejamento resistiria a tal embate; qualquer coordenação soçobrava, pois desappareceram os seus fundamentos. Que programa pode ser feito nesta base?

Mesmo, supondo-se que toda a verba tivesse sido distribuída, os resultados que se teria atingido não seriam os desejados. Verificado anualmente, a subdivisão exagerada dos recursos orçamentários e conseqüente diminuição do seu grau de suficiência. A dotação de Cr\$ 194.000.000,00, já referida, está compreendida em 52 itens, quando não solucionaria sequer as necessidades de Vitória da Conquista (em verdade, este é um caso excepcional). Mister se faz uma inversão desta situação. Dotar-se a obra à vista das conclusões do seu projeto, é o mais indicado. Prever-se verba global para aplicação em certo número de obras escolhidas dentro de critérios de prioridade, é outra alternativa acertada. Esta segunda variante, basea-se no de que nem todas as obras podem ter o mesmo adiantamento, pois condições locais e diversas para isto contribuem. Quando tal acontece, a dotação específica, empregada em determinada obra, falta em outra que exige ritmo mais acelerado.

Vejamos nosso plano para execução de abastecimento d'água segundo os critérios de prioridade indicados pela SUDENE. Consideramos primordial, a preferência às obras já iniciadas. Ressalte-se que muitas delas poderiam folgadoamente ficar concluídas este ano, não fôsse a falta absoluta de recursos. Como uma das conseqüências a lamentar está o fato do seu encarecimento além do ceticismo que se cria nas populações com o retardamento das realizações governamentais.

Estão em realização os abastecimentos das seguintes cidades:

- a) — Andaraí
- b) — Barra da Estiva
- c) — Conceição do Coité
- d) — Caetitê
- e) — Inhambupe
- f) — Igaporã
- g) — Irecê
- h) — Ibitiara
- i) — Irará
- j) — Jequié
- k) — Livramento do Brumado
- l) — Lençóis
- m) — Monte Santo
- n) — Mairi
- o) — Palmeiras
- p) — Poções
- q) — Queimadas
- r) — Riachão de Jacuipe
- s) — Sátiro Dias
- t) — Tanquinho
- u) — Vitória da Conquista

Nenhuma deve ser paralisada ou retardada. Considerando o estado atual das normas, indicamos para conclusão mais rápida: Barra da Estiva, Inhambupe, Irará, Livramento, Poções, Queimadas, Caetitê e Igaporã. Tendo em vista, além do particular de já estar iniciada, "a perspectiva de desenvolvimento local que esteja sofrendo limitações em virtude da dificuldade de abastecimento d'água para as atividades industriais" e "número atual de habitantes, dando-se prioridade às mais populosas e de mais incremento" o caso mais importante é Vitória da Conquista. Esta cidade em 1950 contava com uma população de 17.503 habitantes. Hoje, segundo os primeiros resultados do Censo Demográfico, conta com população superior a 47 mil habitantes. Em apenas dez anos, sua população praticamente foi triplicada. Considere-se ainda que diariamente aquela cidade hospeda muitas centenas ou talvez alguns milhares de pessoas que se deslocam do Norte para o Sul do país e vice-versa. É ponto de convergência, embora sofra limitações de abastecimento d'água e energia elétrica. Tem se desenvolvido espantosamente. O poder público deve ir em seu auxílio. No setor de abastecimento d'água, Vitória da Conquista encarna a cidade do Polígono das Sêcas, isto é, aquela em que a água escasseia com as estiagens. Como solução de emergência, pensou-se em recorrer ao lençol profundo. Na primeira tentativa não houve o resultado esperado, pois os poços perfurados apresentaram vazão média de 3 l/s. E observe-se que

seria uma solução para uma população de projeto de 40.000 habitantes. Excedendo toda expectativa, a população real de Conquista já ultrapassa 47 mil habitantes. Baseado em estudos hidro-geológicos nova solicitação ao lençol profundo está sendo realizada. A solução que parece definitiva é recorrer-se ao Riacho de Água Fria, o qual entretanto dista da cidade aproximadamente 30 km com o agravante ainda de exigir um recalque de aproximadamente 300 m. É solução custosa, motivo pelo qual, ainda não foi abraçada. Tem-se re-

corrido e estudado outras fontes para manancial. Tudo falhando, o desenvolvimento de Vitória da Conquista, compensa e exige fazer-se a adução de água, mesmo de 30 km, o que, segundo cálculos expeditos, está orçado em 500 milhões de cruzeiros. Evidentemente não chegará a termo com dotações anuais de 10 milhões. Além de dotações consignadas no orçamento do DNOCS recursos consignados em outros órgãos viriam possibilitar a execução da obra, em prazo que não deverá exceder a 3 anos.

QUADRO I

PLANO DIRETOR PARA O ABASTECIMENTO D'ÁGUA DOS CENTROS URBANOS DO POLIGONO DAS SÉCAS NO ESTADO DA BAHIA DURANTE OS ANOS DE 1961 A 1964

N.º	CIDADES	RECURSOS NECESSÁRIOS (MILHÕES DE CRUZEIROS)			
		1961	1962	1963	1964
1	ANDARAÍ		—	—	—
2	BARRA DA ESTIVA		—	—	—
3	CONCEIÇÃO DO COITÉ		—	—	—
4	CAETITÉ		—	—	—
5	INHAMBUPE		—	—	—
6	IGAPORA		—	—	—
7	IRECE		—	—	—
8	IBITIARA		—	—	—
9	IRARÁ		—	—	—
10	JEQUIÉ		25	25	—
11	LIVRAMENTO DO BRUMADO		—	—	—
12	LENÇÓIS		—	—	—
13	MONTE SANTO		—	—	—
14	MAIRI		—	—	—
15	PALMEIRAS		—	—	—
16	POÇÕES		—	—	—
17	QUEIMADAS		—	—	—
18	RIACHÃO DO JACUIPE		—	—	—
19	SÁTIRO DIAS		—	—	—
20	TANQUINHO		—	—	—
21	VITÓRIA CONQUISTA		150	200	130
22	GUANAMBI		—	—	50
23	ITAPICURU		—	—	15
24	IACU		—	—	17
25	MARACÁS		—	15	10
26	MUCUGÊ		—	—	—
27	OLINDINA		15	—	—
28	SANTA TERESINHA		—	—	15
29	SÃO GONÇALO DOS CAMPOS		—	—	55
30	VALENTE		—	34	—
31	JACARACI		—	—	18
32	JEREMOABO		—	—	10
33	RIO DE CONTAS		—	—	12
34	SENHOR DO BOMFIM		30	20	—
35	SERRINHA		20	10	—
36	ANTAS		15	5	—
37	UAUÁ		10	5	—
38	CANSANÇÃO		10	5	—
39	ITIÚBA		—	10	15
40	SANTA LUZ		15	7	—
41	IBIQUERA		8	7	—
42	ARACI		15	5	—
43	RIBEIRA DO AMPARO		10	—	—
	TOTAL		323	348	367

ORÇAMENTO DE 1961 E REVERSÃO DE SALDOS

Enquadra-se na letra *f* das prioridades enumeradas pela SUDENE, o caso de Jequié: melhoria da rede existente, com ampliação do que foi feito e que não mais satisfaz. É também Jequié uma cidade importante e que está a rivalizar-se com Vitória da Conquista.

Dispõe-se de projetos para abastecimento das cidades:

- a) — Guanambi
- b) — Itapicuru
- c) — Iaçú
- d) — Macarás
- e) — Mucugê
- f) — Olindina
- g) — Santa Teresinha
- h) — S. Gonçalo dos Campos
- i) — Valente
- j) — Jacaraí
- k) — Jeremoabo
- l) — Rio de Contas
- m) — Senhor do Bonfim

SERRINHA

Destas, segundo os critérios de prioridade adotados, teriam preferência: Senhor do Bonfim, Serrinha e Olindina, por serem as de maior desenvolvimento e que maiores ônus acarretam ao DNOCS com fornecimento de água nos períodos de secas. As demais, a não ser Mucugê, estão em pé de igualdade. Em Mucugê, não se aconselha grande inversão, parte-se de cidade cuja população vem decrescendo sistematicamente cada decênio.

Levando-se em conta a letra *e* das prioridades instituídas pela SUDENE, indicamos ainda as seguintes cidades, cujos projetos ainda foram organizados:

- a) — Antas
- b) — Uauá
- c) — Cansanção
- d) — Itiúba
- e) — Santa Luz
- f) — Ibiquera
- g) — Araci

Para se ter idéia da necessidade do abastecimento d'água destes Centros, citamos o caso de Antas, município com o qual na última estiagem (1959), o 4.º Distrito do DNOCS dispendeu, no ápice da calamidade, mensalmente, uma média de Cr\$ 800.000,00, com o transporte d'água em caminhões.

Como cidade que precisa ser abastecida em virtude dos seus problemas de saúde pú-

blica terem origem na contaminação das fontes de abastecimento em uso, indicamos Ribeira do Amparo.

Devem ser incluídas no mesmo plano, as cidades cujos serviços foram concluídos na sua primeira etapa e que por falta de recursos não tiveram as obras complementadas para um fornecimento que atenda todas as exigências da Saúde Pública:

- a) — Brejões
- b) — Itaberaba
- c) — Castro Alves
- d) — Rui Barbosa
- e) — Mundo Novo
- f) — Nova Soure
- g) — Ribeira do Pombal
- h) — Coração de Maria

Brejões e Castro Alves ainda devem ser construídas as convenientes estações de tratamento d'água. Quanto a Itaberaba, levando em conta o porte do serviço e considerando o recalque, relativamente grande, o sistema de bombeamento com grupos motor-bomba diesel, deve ser substituído por central elétrica, com fito de tornar o custo operacional mais acessível. Quanto às demais, devem ter incentivadas as captações, procurando-se aumentar o volume d'água disponível para aduzir, já que a falta de recurso obrigou a recorrer-se a soluções de emergência.

2.1 — RECURSOS NECESSÁRIOS

Para execução do plano indicado organizamos quadro no qual se faz estimativas dos recursos necessários até 1964. A instabilidade de preços que se verifica no país, há algum tempo, não aconselha, ao nosso ver, previsão para prazos mais dilatados.

Chamamos atenção, também, para recursos indicados para obras que ainda não têm projeto mas que são de urgente realização, segundo os critérios adotados. Tais recursos são estimados com base no número de habitantes das cidades e que, casos de aberração, podem ser de muito ultrapassados.

2.2 — RECURSOS PARA 1961

O Orçamento da União para 1961 está em vias de aprovação. Não há oportunidade para solicitação ao Legislativo, no sentido de incluir recursos segundo o plano proposto. Estamos informados que para todas as obras em execução existem dotações. Assim sendo, poderão ter andamento. Para maior incentivo das mes-

mas, existem, também, saldos orçamentários do DNOCS em montante superior a Cr\$ 200.000.000,00, para serviços de abastecimento d'água no Estado da Bahia que por força dos planos de economia e outras causas deixaram de ser distribuídos. Conhecida a quantia exata dos saldos, a lei deve ser feita no sentido de sua transformação em dotação total, para ser aplicada nas obras em andamento, sem especificação. Assim feito, poderíamos concluir

em 1961 tôdas elas e dar grande impulso aos serviços de abastecimento d'água de Vitória da Conquista.

2.3 — RECURSOS PARA 1962/1964

Estão indicados no referido quadro para os serviços cuja execução têm ordem de prioridade os recursos a serem aplicados no período 1962/1964. (Vide pág. 465)

3 — ESTUDOS

Contribuição para estudo de um plano de regularização e aproveitamento dos deflúvios das bacias dos rios Vaza-Barris, Itapicuru, Paraguaçu e das Contas.

O aproveitamento integral das grandes bacias hidrográficas constituem a ânsia de desenvolvimento que empolga o país em tôdas as regiões. Da compreensão da importância desta questão, surgiram condições para a criação de órgãos, em sua maioria estatais, destinados ao equacionamento e solução dos problemas técnicos e econômicos de várias regiões, como sejam os vales dos rios Amazonas, Parnaíba, Jaguaribe, S. Francisco, Dôce etc.

Tais órgãos, mais numerosos sob a forma de Comissões, são responsáveis pelo planejamento e execução de algumas das maiores e mais interessantes obras do país, quer sejam observadas do ponto de vista puramente técnico ou do econômico.

Na Bahia, contudo, mercê de dificuldades das mais diversas origens, somente, nos últimos anos (após a criação da CPE) voltaram-se as atenções de técnicos e dirigentes para o aproveitamento das bacias dos rios da Bahia, retomando-se, por assim dizer, o estandarte levantado, outrora, por alguns pioneiros, dentre os quais destacou-se o *Prof. Américo Simas*.

O estágio prolongado de indiferença para com o desenvolvimento econômico que passou a Bahia é o responsável principal pela situação existente de estarem os órgãos públicos, dêste Estado, a desenvolver atividades de estudo e pesquisas, pleiteando, inclusive, maiores recursos para tais finalidades, em atraso evidente para com outras regiões brasileiras, já em plena fase de construção e aproveitamento econômico.

É indiscutível que o desconhecimento de grande parte dos recursos hidráulicos do Estado redundará em grandes obstáculos à ação do DNOCS na região.

O DNOCS, um dos responsáveis pela ausência desses estudos na Bahia, tem se ocupado na construção de obras pequenas e de pouco significado econômico. Açúdes esparsos, sem

interligação, foram construídos, obedecendo mais ao critério legal de cumprir rubricas orçamentárias, para as quais raramente é ouvido. Assim, o 4.º Distrito do DNOCS (Bahia), arca com o pesadíssimo ônus decorrente desta situação, aumentado com o sacrifício dos seus recursos (planos de economia e contenção de despesas), que resultam no encarecimento e morosidade das obras.

Corrigir e modificar êsse modo ou método errôneo de servir é a meta mais cobiçada pelos técnicos do DNOCS, que precisam organizar seus próprios orçamentos de trabalho. Com esta finalidade é que se apresenta êste programa.

Pretende o DNOCS, na Bahia, concluir as obras iniciadas nos próximos dois ou três anos. Paralelamente, com os recursos aqui solicitados, realizará os estudos que lhe permitam realizar plano de trabalho racional, capaz de ser adotado e apoiado pelo Congresso e Executivo Federais assim como pelos órgãos dirigentes do Estado.

Para a concretização de tal objetivo é que se apresenta o presente esboço. É a reformulação de diversos planos isolados num arcaço único e que poderá servir como ponto de partida para um programa futuro de maior profundidade.

Chegou-se à conclusão que tôdas as bacias fluviais da região leste do Estado da Bahia, que estão incluídas no Polígono das Sêcas, apresentam condições favoráveis a um planejamento para grande desenvolvimento agroindustrial.

Iniciando pela bacia do Rio Vaza-Barris, ao norte, há, em construção, a Barragem Cororobó, como empreendimento inicial do aproveitamento agrícola da Várzea de Canché. Entretanto, a grande extensão do vale sugere a continuidade de estudos para utilização integral das vertentes com fins de irrigação até às proximidades de Jeremoabo.

A bacia do Rio Itapicuru, que inclui grande parte dos municípios do nordeste do Estado, dispõe de vários cursos d'água, tendo, atualmente, condições de represamento de 194 milhões de metros cúbicos. De um modo geral, o aproveitamento da parte alta e média do vale dará disponibilidade estimada em 1,3 bilhões de metros cúbicos.

Abrangendo cerca de 25 municípios, com população aproximada de 700 mil habitantes, a bacia do Rio Paraguaçu, na zona seca, se apresenta como das mais promissoras a um plano de desenvolvimento agroindustrial. Tendo disponibilidade estimada em torno de 3,3 bilhões de metros cúbicos, pequeno é o aproveitamento atual dos seus recursos hidrográficos, podendo-se mesmo admitir, aproximadamente, em 9 milhões de metros cúbicos a capacidade de represamento das principais obras construídas.

A parte da bacia do Rio das Contas, incluída no Polígono das Secas, compreende cerca de 14 municípios do sul do Estado, com população avaliada em 600 mil habitantes. Dispondo, aproximadamente, de 2,7 bilhões de metros cúbicos, anuais, somente obras de aduagem de pequeno porte foram nela construídas, com capacidade para acumulação de 32 milhões de metros cúbicos. Ainda este ano estará concluído o projeto e concorrência da construção do Açude de Brumado (ex-Pantana) para 50 milhões de m³.

Constituindo as bacias mencionadas a região de maior densidade demográfica do Estado, situada na zona do Polígono das Secas, o aproveitamento dos recursos hidrográficos precisam ser bem orientados e com prioridade:

3.1 — SISTEMA DO VAZA-BARRIS

Plano de irrigação para ..	9.000 ha
Estudos topográficos	Cr\$ 7.500.000,00
Estudos geológicos e agrológicos	Cr\$ 5.000.000,00
Projeto	Cr\$ 5.000.000,00
Total	Cr\$ 17.500.000,00

3.2 — SISTEMA DO ITAPICURU

3.2.1 — Açude COVAS — Barragem situada nas proximidades do Povoado de Covas — Rio principal da bacia de captação — Itapicuru-açu.

Precipitação pluviométrica (média de 1934/1958) anual	800 mm
---	--------

Área provável da bacia hidrográfica	3.950 km ²
Disponibilidade média da bacia	316 milhões m ³
Volume provável de acumulação	208,6 milhões m ³
Estudos topográficos	2.320 ha
Estudos para irrigação ...	2.500 ha

3.2.2 — Açude QUEIMADAS — Barragem situada cerca de 20 km acima da Cidade de Queimadas — Rio principal da bacia de captação — Itapicuru-mirim.

Precipitação pluviométrica (média de 1934/1958) anual	600 mm
Área provável da bacia hidrográfica	3.520 km ²
Disponibilidade média da bacia	211,2 milhões m ³
Volume provável de acumulação	139,2 milhões m ³
Estudos topográficos	1.740 ha
Estudos para irrigação ...	1.670 ha

3.2.3 — Açude QUINJINGUE I — Barragem situada nas proximidades da Vila de Quinjingue — Rio principal da bacia de captação — Cariacá.

Precipitação pluviométrica (média de 1934/1958) anual	600 mm
Área provável da bacia hidrográfica	1.190 km ²
Disponibilidade média da bacia	71,4 milhões m ³
Volume provável de acumulação	47,3 milhões m ³
Estudos topográficos	600 ha
Estudos para irrigação ...	568 ha

3.2.4 — Açude QUINJINGUE II — Barragem situada cerca de 12 km da Vila de Quinjingue — Rio principal da bacia de captação — Quinjingue.

Precipitação pluviométrica (média de 1934/1958) anual	650 mm
Área provável da bacia hidrográfica	1.050 km ²
Disponibilidade média da bacia	68,2 milhões m ³
Volume provável de acumulação	45,0 milhões m ³
Estudos topográficos	560 ha
Estudos para irrigação ...	540 ha

3.2.5 — *Açude TRACUPÁ* — Barragem situada próxima ao Povoado de Tracupá — Rio principal da bacia de captação — do Saco ou Angico.

Precipitação pluviométrica (média de 1934/1958) anual 550 mm
 Área provável da bacia hidrográfica 1.700 km²
 Disponibilidade média da bacia 93,5 milhões m³
 Volume provável de acumulação 61,7 milhões m³
 Estudos topográficos 1.000 ha
 Estudos para irrigação ... 740 ha

3.2.6 — *Açude TUCANO* — Barragem situada próxima à Cidade de Tucano — Rio principal da bacia de captação — Macaté.

Precipitação pluviométrica (média de 1934/1958) anual 600 mm
 Área provável da bacia hidrográfica 1.780 km²
 Disponibilidade média da bacia 106,8 milhões m³
 Volume provável de acumulação 70,0 milhões m³
 Estudos topográficos 1.000 ha
 Estudos para irrigação ... 840 ha

3.2.7 — *Açude POÇO REDONDO* — Barragem situada nas proximidades do Povoado Poço Redondo — Rio principal da bacia de captação — trecho médio do Itapicuru.

Precipitação pluviométrica (média de 1934/1958) anual 400 mm
 Área provável da bacia hidrográfica 11.720 km²
 Disponibilidade média da bacia 468,8 milhões m³
 Volume provável de acumulação 300,0 milhões m³
 Estudos topográficos 3.000 ha
 Estudos para irrigação ... 3.600 ha

3.3 — SISTEMA DO PARAGUAÇU

3.3.1 — *Açude FERTIM* — Barragem situada cerca de 12 km da Cidade de Andaraí — Rios principais da bacia de captação — Santo Antônio e Utinga.

Precipitação pluviométrica (média de 1934/1958) anual 900 mm
 Área provável da bacia hidrográfica 9.100 km²

Disponibilidade média da bacia 800,8 milhões m³
 Volume provável de acumulação 594 milhões m³
 Estudos topográficos 5.000 ha
 Estudos para irrigação ... 3.000 ha

3.3.2 — *Açude PASSAGEM* — Barragem situada perto da Cidade de Andaraí — Rio principal da bacia de captação — Paraguaçu.

Precipitação pluviométrica (média de 1934/1958) anual 1.350 mm
 Área provável da bacia hidrográfica 2.520 km²
 Disponibilidade média da bacia 340,2 milhões m³
 Volume provável de acumulação 240 milhões m³
 Estudos topográficos 1.500 ha
 Estudos para irrigação ... 1.500 ha

3.3.3 — *Açude JIQUI* — Barragem situada cerca de 30 km abaixo de Jiquí — Rio principal da bacia de captação — Una.

Precipitação pluviométrica (média de 1934/1958) anual 950 mm
 Área provável da bacia hidrográfica 1.240 km²
 Disponibilidade média da bacia 117,8 milhões m³
 Volume provável de acumulação 80 milhões m³
 Estudos topográficos 480 ha
 Estudos para irrigação ... 960 ha

3.3.4 — *Açude SANTA QUITÉRIA* — Barragem situada próxima ao Povoado de Santa Quitéria — Rios principais da bacia de captação — Capivari e Saracura.

Precipitação pluviométrica (média de 1934/1958) anual 712 mm
 Área provável da bacia hidrográfica 5.800 km²
 Disponibilidade média da bacia 412,9 milhões m³
 Volume provável de acumulação 280,0 milhões m³
 Estudos topográficos 2.760 ha
 Estudos para irrigação ... 3.360 ha

3.3.5 — *Açude IPIRÁ* — Barragem situada cerca de 20 km abaixo da Cidade de Ipirá — Rios principais da bacia de captação — do Peixe e Paulista.

Precipitação pluviométrica (média de 1934/1958) anual 866 mm

Área provável da bacia hidrográfica	4.260 km ²
Disponibilidade média da bacia	368,9 milhões m ³
Volume provável de acumulação	250,0 milhões m ³
Estudos topográficos	2.500 ha
Estudos para irrigação	3.000 ha
3.3.6 — <i>Açude ITAPURA</i> — Barragem situada próxima à Vila de Itapura — Rio principal da bacia de captação — trecho superior do Jacuípe.	
Precipitação pluviométrica (média de 1934/1958) anual	650 mm
Área provável da bacia hidrográfica	3.260 km ²
Disponibilidade média da bacia	211,9 milhões m ³
Volume provável de acumulação	140,0 milhões m ³
Estudos topográficos	1.200 ha
Estudos para irrigação	1.680 ha
3.3.7 — <i>Açude RIACHÃO</i> — Barragem situada cerca de 15 km acima da Cidade de Riachão do Jacuípe — Rio principal da bacia de captação — Jacuípe.	
Precipitação pluviométrica (média de 1934/1958) anual	650 mm
Área provável da bacia hidrográfica	3.670 km ²
Disponibilidade média da bacia	238,6 milhões m ³
Volume provável de acumulação	200,0 milhões m ³
Estudos topográficos	2.000 ha
Estudos para irrigação	2.400 ha
3.3.8 — <i>Açude TUPIM</i> — Barragem situada próxima à Vila de Tupim — Rios principais da bacia de captação — Tupim e Ribeirão.	
Precipitação pluviométrica (média de 1934/1958) anual	500 mm
Área provável da bacia hidrográfica	1.570 km ²
Disponibilidade média da bacia	78,5 milhões m ³
Volume provável de acumulação	50,0 milhões m ³
Estudos topográficos	1.200 ha
Estudos para irrigação	600 ha

3.3.9 — <i>Açude MANDU</i> — Barragem situada cerca de 10 km acima da Vila de João Amaro — Rio principal da bacia de captação — Paraguauçu.	
Precipitação pluviométrica (média de 1934/1958) anual	820 mm
Área provável da bacia hidrográfica	6.150 km ²
Disponibilidade média da bacia	504,3 milhões m ³
Volume provável de acumulação	300,0 milhões m ³
Estudos topográficos	4.800 ha
Estudos para irrigação	3.600 ha
3.3.10 — <i>Açude JAGUARA</i> — Barragem situada cerca de 12 km acima da Cidade de Feira de Santana — Rios principais da bacia de captação — Jacuípe e Queimada Grande.	
Precipitação pluviométrica (média de 1934/1958) anual	600 mm
Área provável da bacia hidrográfica	4.160 km ²
Disponibilidade média da bacia	249,6 milhões m ³
Volume provável de acumulação	200,0 milhões m ³
Estudos topográficos	2.000 ha
Estudos para irrigação	2.400 ha

3.4 — SISTEMA DO CONTAS

3.4.1 — <i>Açude UBIRAÇABA</i> — Barragem situada cerca de 10 km ao norte da Vila de Ubiraçaba — Rio principal da bacia de captação — das Antas ou Jacaré.	
Precipitação pluviométrica (média de 1934/1958) anual	700 mm
Área provável da bacia hidrográfica	3.770 km ²
Disponibilidade média da bacia	263,9 milhões m ³
Volume provável de acumulação	170,0 milhões m ³
Estudos topográficos	1.700 ha
Estudos para irrigação	2.040 ha
3.4.2 — <i>Açude CORREIAS</i> — Barragem situada cerca de 20 km a nordeste da Cidade de Brumado — Rios principais da bacia de captação — Brumado e do Antônio.	
Precipitação pluviométrica (média de 1934/1958) anual	630 mm

Área provável da bacia hidrográfica 8.040 km²
 Disponibilidade média da bacia 506,5 milhões m³
 Volume provável de acumulação 334,3 milhões m³
 Estudos topográficos 2.230 ha
 Estudos para irrigação ... 4.000 ha

3.4.3 — Açude JOANINA — Barragem situada cerca de 30 km a leste da Cidade de Condeúba — Rio principal da bacia de captação — Gavião.

Precipitação pluviométrica (média de 1934/1958) anual 700 mm
 Área provável da bacia hidrográfica 3.420 km²
 Disponibilidade média da bacia 239,4 milhões m³
 Volume provável de acumulação 158,0 milhões m³
 Estudos topográficos 1.580 ha
 Estudos para irrigação ... 1.900 ha

3.4.4 — Açude BARREIRO — Barragem situada próxima ao Povoado de Barreiro — Rio principal da bacia de captação — Gavião.

Precipitação pluviométrica (média de 1934/1958) anual 600 mm
 Área provável da bacia hidrográfica 6.780 km²
 Disponibilidade média da bacia 406,8 milhões m³
 Volume provável de acumulação 268,5 milhões m³
 Estudos topográficos 1.780 ha
 Estudos para irrigação ... 3.200 ha

3.4.5 — Açude CAETANO — Barragem situada a 30 km ao norte do Povoado de Caetano — Rio principal da bacia de captação — da Caveira.

Precipitação pluviométrica (média de 1934/1958) anual 500 mm

Área provável da bacia hidrográfica 1.950 km²
 Disponibilidade média da bacia 97,5 milhões m³
 Volume provável de acumulação 64,3 milhões m³
 Estudos topográficos 801 ha
 Estudos para irrigação ... 770 ha

3.4.6 — Açude CURRALINHO — Barragem situada próxima ao Povoado de Curralinho — Rio principal da bacia de captação — das Contas.

Precipitação pluviométrica (média de 1934/1958) anual 1.000 mm
 Área provável da bacia hidrográfica 3.870 km²
 Disponibilidade média da bacia 387,0 milhões m³
 Volume provável de acumulação 255,4 milhões m³
 Estudos topográficos 1.700 ha
 Estudos para irrigação ... 3.060 ha

3.4.7 — Açude PEDRAS — Barragem situada próxima ao Povoado de Monte Branco — Rio principal da bacia de captação — das Contas.

Precipitação pluviométrica (média de 1934/1958) anual 600 mm
 Área provável da bacia hidrográfica 13.670 km²
 Disponibilidade média da bacia 820,2 milhões m³
 Volume provável de acumulação 541,3 milhões m³
 Estudos topográficos 3.360 ha
 Estudos para irrigação ... 6.490 ha

4 — PERFURAÇÃO E APARELHAMENTO DE POÇOS

Problema da sede — Reaparelhamento do serviço — Estudos hidrogeológicos — Poços para irrigação — Soluções — Recursos necessários.

A perfuração e aparelhamento de poços, destinados exclusivamente ao abastecimento de pequenos centros urbanos, assume na Bahia uma importância extraordinária. Sendo praticamente inexistente na Bahia a rede de pequenos açudes construídos em cooperação com o DNOCS, ou mesmo construídos pelo Estado e Municípios. Nas estiagens observam-se prolongadas características de absoluta falta

d'água, mesmo para usos alimentar e doméstico. Na última seca que assolou a Bahia, em 1959, o 4.º Distrito do DNOCS, teve que abastecer aproximadamente 300 localidades por meio de caminhões, dispendendo recursos em torno de Cr\$ 60.000.000,00, apenas para evitar a sede das populações atingidas pelo flagelo. É evidente que situações idênticas constatou-se anos atrás e repetir-se-ão no futuro.

QUADRO II
SISTEMA DO ITAPICURU
NOVOS ESTUDOS E INVESTIMENTOS EM CRUZEIROS

AÇUDES	ESTUDOS			PROJETO DA BARRAGEM	TOTAL
	TOPOGRÁFICO	GEOLÓGICO E AGROLÓGICO	IRRIGAÇÃO		
COVAS	2.000.000	1.500.000	2.100.000	2.000.000	7.600.000
QUEIMADAS	500.000	1.000.000	1.500.000	1.200.000	5.200.000
QUINJINGUE I	500.000	300.000	500.000	500.000	1.800.000
QUINJINGUE II	400.000	300.000	400.000	400.000	1.500.000
TRACUPÉ	800.000	400.000	600.000	500.000	2.300.000
TUCANO	800.000	500.000	700.000	600.000	2.600.000
POÇO REDONDO	2.500.000	2.200.000	3.000.000	2.600.000	10.300.000
TOTAL	8.500.000	6.200.000	8.800.000	7.800.000	31.300.000

QUADRO III
SISTEMA DO PARAGUAÇU
NOVOS ESTUDOS E INVESTIMENTOS EM CRUZEIROS

AÇUDES	ESTUDOS			PROJETO DA BARRAGEM	TOTAL
	TOPOGRÁFICO	GEOLÓGICO E AGROLÓGICO	IRRIGAÇÃO		
FERTIM	4.000.000	1.800.000	2.500.000	5.000.000	13.300.000
PASSAGEM	1.300.000	900.000	1.300.000	2.000.000	5.500.000
JIQUEI	400.000	600.000	800.000	700.000	2.500.000
SANTA QUITERIA	2.300.000	2.000.000	2.800.000	2.400.000	9.500.000
IPIRÁ	2.100.000	1.800.000	2.500.000	2.100.000	8.500.000
ITAPURA	1.000.000	1.000.000	1.400.000	1.200.000	4.600.000
RIACHÃO	1.700.000	1.400.000	2.000.000	1.700.000	6.800.000
TUPIM	1.000.000	400.000	500.000	400.000	2.300.000
MANDU	4.000.000	2.200.000	3.000.000	2.600.000	11.800.000
JAGUARA	1.700.000	1.400.000	2.000.000	1.700.000	6.800.000
TOTAL	19.500.000	13.500.000	18.800.000	19.800.000	71.600.000

QUADRO IV
SISTEMA DO CONTAS
NOVOS ESTUDOS E INVESTIMENTOS EM CRUZEIROS

AÇUDES	ESTUDOS			PROJETO DA BARRAGEM	TOTAL
	TOPOGRÁFICO	GEOLÓGICO E AGROLÓGICO	IRRIGAÇÃO		
UBIRACABA	1.500.000	1.200.000	1.700.000	1.500.000	5.900.000
CORREIAS	1.800.000	2.400.000	3.000.000	2.000.000	9.200.000
JOANINA	realizados	1.100.000	1.600.000	1.400.000	4.100.000
BARREIRO	1.500.000	2.000.000	2.700.000	2.300.000	8.500.000
CAETANO	700.000	500.000	600.000	500.000	2.300.000
CURRALINHO	1.400.000	1.800.000	2.600.000	2.000.000	7.800.000
PEDRAS	2.800.000	3.900.000	5.000.000	4.600.000	16.300.000
TOTAL	9.700.000	12.900.000	17.200.000	14.300.000	54.100.000

A solução mais prática e menos onerosa para este problema, será a perfuração e aparelhamento de poços em cada vila ou distrito que não possua satisfatórios mananciais ou reservatórios d'água de superfície. Isto feito, estará eliminado o problema maior e mais imediato da seca na Bahia, desde que em virtude da baixa densidade em plano secundário. Assim, estaria o DNOCS em condições melhores de trabalho nas suas obras normais, em busca da solução definitiva, criando condições para o desenvolvimento econômico da área incluída no Polígono.

Nas condições atuais, se perfurando apenas 20 poços produtivos por ano, não responsabilizar-se pela solução do problema. Com número insuficiente de máquinas, sem estoque de peças e acessórios, sem oficinas, sem recursos normais para a sua movimentação embora rotineira, sem condições de pagamento condigno a operadores, levará vinte anos para satisfazer a solicitação de hoje se não levarmos em conta as solicitações de particulares, tão ou mais importantes que as públicas, para a economia da região.

Estas dificuldades materiais são ainda agravadas pela falta de conhecimentos hidrogeológicos mais profundos das regiões a serem trabalhadas, resultando a perda, em média, de 35% dos poços não perfurados. Pelo mesmo motivo é recomendável realizar-se a perfuração de poços com finalidades de irrigação. Diante de tantos fatos negativos, fácil será admitir-se a necessidade de solução urgente, a fim de poupar à Nação, gastos inúteis com pessoal parado (ocorrido este ano) e baixíssima produção das máquinas existentes.

Duas hipóteses então se verificam, ambas viáveis, dependendo a escolha de estudos econômicos e diretrizes normativas:

a) — criação ou contratação pela SUDENE, de grupos de estudos hidrogeológicos (inclusive prospecção), capazes de selecionarem em curto prazo regiões de concentração de trabalho e contratação de perfuração com particulares, encarregando-se o DNOCS da fiscalização. Deve-se estudar a hipótese de alienação da maquinaria em condições de trabalho dos órgãos públicos, através de empresas de economia mista, tipo Ecosama, na Bahia;

b) — criação ou contratação de grupos de estudos, e recursos para o reaparelhamento total do DNOCS neste setor,

a fim de que se possa obter condições favoráveis de trabalho, com produtividade compensadora do seu equipamento.

Supondo-se a adoção da primeira hipótese, com um recurso de Cr\$ 40.000.000,00 anuais poderiam ser perfurados cerca de 100 poços tubulares, na zona seca da Bahia, poços públicos, ou número duas vezes maior de poços particulares, onde o Governo custeia apenas metade das despesas totais.

Pensando-se na adoção de segunda hipótese, ter-se-á que dotar o 4.º Distrito do DNOCS, em curto prazo, dos recursos seguintes:

	EM MILHÕES DE CRUZEIROS
a) — aquisição de 15 perfuratrizes montadas em chassis de caminhão com dois diferenciais	180
b) — aquisição de material de perfuração e manutenção das máquinas existentes	20
c) — aquisição de oficina sobre chassis de caminhão	5
d) — recurso anual para andamento normal dos serviços, inclusive pessoal	20

Observa-se que o 1.º Plano Diretor da SUDENE, já prevê o estudo hidrogeológico de algumas regiões da Bahia: Chapada Diamantina, Chapada de Irecê e a bacia cretácea entre o recôncavo baiano e Arcoverde em Pernambuco.

Em relação a esta última região, seria interessante dar-se alguma prioridade ao vale úmido que se estende de Euclides da Cunha a Cipó, espécie de rio cujas águas são absorvidas pelo seu leito grandemente permeável, aparentemente com excelentes perspectivas de irrigação por meio de poços, ou talvez por meio de barragens subterrâneas destinadas a levantar o nível do lençol d'água ali existente.

5 — ELETRIFICAÇÃO

(Colaboração do Departamento de Energia do Estado da Bahia)

O balanço energético da Bahia, realizado pelo Departamento de Energia da Secretaria da Viação e Obras Públicas, veio mostrar que é preciso instalar, no Estado, a potência mínima de 1.500.000 kW, para que seja possível haver um surto de industrialização capaz de possibilitar um consumo anual, per capita, da ordem de 1.000 kWh. Nos países já industrializados este consumo é superior a 4.000 kWh. Atualmente o consumo per capita do baiano é inferior a 200 kWh. Não é pois de admirar o estado lastimável de atraso em que se encontra a Bahia, se adicionarmos a isto o baixo consumo de produtos petrolíferos, o ínfimo gasto de carvão mineral e o inferior poder energético da lenha, de que se serve a população baiana, de forma abundante, desordenadamente, com grandes prejuízos para a economia baiana, sem compensação no balanço energético per capita.

De qualquer modo, um fato se evidencia claramente: tem a Bahia de envidar todos os seus esforços, como estão fazendo os Estados de Minas Gerais, Guanabara, São Paulo, Rio Grande do Sul, Santa Catarina etc., para desenvolver ao máximo os aproveitamentos hidroelétricos, proporcionando o mais alto quociente energético possível de origem hidráulica à sua população, empregando as suas reservas petrolíferas com cuidado e importando, se necessário, o carvão indispensável ao seu progresso.

É preciso fazermos um esforço gigantesco para que nos próximos 20 anos disponha a Bahia de 1.500.000 kW de potência instalada de origem hidráulica. Concomitantemente, teremos desenvolvida a nossa produção de petróleo e derivados a um nível que, transformando-os em "quillowatts", obtenhamos um valor igual ao de origem hidráulica, conseguindo uma economia energética equilibrada hidráulico-petrolífera.

Neste caso as condições de consumo energético possibilitarão um desenvolvimento relativo no sentido de industrialização e de mecanização da lavoura, além de consumo doméstico e emprêgo de automóveis etc., porém em escala média.

Para a Bahia ter quocientes elevados per capita de disponibilidades energéticas, o trabalho, será árduo, mas é preciso realizá-lo, a

menos que se queira conformar com o standard baixíssimo de vida que caracteriza o estágio atual da população baiana.

Existem hoje instalados, servindo as necessidades da Bahia, inclusive as quotas da *CHESF*, menos de 60.000 kW de origem hidráulica e térmica. Está programado para o próximo ano a entrada em serviço das duas primeiras máquinas de 10.000 kW, da *Usina do FUNIL*. É a primeira etapa do aproveitamento hidroelétrico do baixo Rio das Contas, cujo potencial está planejado para se instalar 81.000 kW.

Como se verifica, mesmo se todo o potencial do baixo Rio das Contas estivesse em condições de entrar em serviço, disporia a Bahia somente de 141.000 kW, menos de um décimo das necessidades do Estado para que se possa industrializar-se.

Felizmente, existem no Leste, vários cursos d'água capazes de produzir grande parte da quantidade de energia elétrica que se precisa para fazer ou tornar a Bahia um dos maiores progressistas Estados da Federação.

Vale aqui lembrar *David Lilienthal*, em "TVA Democracy on The March": "Não existe quase nada, mesmo fantástico, que, dando-se competente organização, um conjunto de engenheiros, cientistas e administradores, não possa fazer hoje em dia. Coisas impossíveis podem ser feitas, estão sendo executadas nesta metade do Século XX".

Assim, pois, a situação da Bahia, em matéria de energia, pode ser sintetizada da maneira seguinte:

a) — aproveitamento intenso do potencial hidroelétrico, da ordem de centenas de milhares de "quillowatts". É o axioma número *UM* da Economia da Bahia, pois dele dependem tôdas as atividades produtoras;

b) — ampliação da nossa produção petrolífera, até o limite de suas possibilidades de seu uso racional. "Devemos considerar, por conseguinte, os depósitos petrolíferos, como muito valiosos, mas limitada fonte de energia".

Desta forma vê-se que, embora o quadro presente seja sombrio e o dia sem sol, existem inúmeras possibilidades de que o futuro seja de luz e o dia de sol brilhante, desde que se utilize os nossos rios para produzirem energia elétrica.

Existem, no leste baiano, os seguintes cursos d'água, cujo potencial, função de estudos preliminares, pioneiros, já é conhecido, em alguns, enquanto em outros os seus aproveitamentos hidroelétricos estão em fase de projetos e construção:

- a) — Paraguaçu
- b) — Contas
- c) — Pardo
- d) — Jequitinhonha

Estes são os que possuem os maiores potenciais.

5.1 — PARAGUAÇU

Possui o Rio Paraguaçu um potencial hidroelétrico de cerca de 300.000 kW, como a seguir se mostrará.

5.1.1 — Na seção alta da sua bacia hidrográfica, que está grande parte situada na Chapada Diamantina, existe entre o antigo "Garimpo da Sibéria", próximo à Cidade de Mucugê, e a Cachoeira da Donana, um desnível de 650 m em 18 km. O aproveitamento deste desnível para a produção de energia elétrica, será feito construindo-se uma barragem, tendo 50 m de altura e cerca de 150 m de comprimento no coroamento, cuja função será armazenar um volume d'água capaz de regularizar a descarga do Paraguaçu, nesse ponto, que é de 10 m³/s. Será construído um túnel da barragem até a localidade de Passagem, com a extensão de 17 km, que aduzirá as águas até a casa de força. A potência possível de ser captada é de 100.000 kW.

5.1.2 — Ainda no curso alto, no seu afluente pela margem esquerda, Rio Santo Antônio, está sendo projetada a barragem e usina no Boqueirão de FERTIN, cuja função principal é a de regularizar a descarga do Paraguaçu, para sua utilização nos cursos médio e inferior, para irrigação e produção de energia elétrica. Como função complementar a barragem criará um desnível de 32 m, possibilitando a instalação, na usina, de uma potência de 12.000 kW.

5.1.3 — Próximo a Iaçú existe a Cachoeira do Mandu.

O aproveitamento desta queda será feito por meio da construção de uma barragem, com 18 m de altura e comprimento de 483 m.

Esta barragem poderá ser do tipo enrocamento e terra.

A potência possível de ser captada será da ordem de 20.000 kW.

A importância deste aproveitamento é de vital interesse, pois virá atender aos municípios de Itaberaba, Ruy Barbosa, Macajuba, Mundo Novo, Baixa Grande, Morro do Chapéu, Ipirá e Miguel Calmon, cuja eletrificação está prevista no Plano da SUDENE, por meio de usinas térmicas, que são antieconômicas, em confronto com as usinas hidroelétricas.

5.1.4 — As Cachoeiras da Timbora, "que na linguagem dos índios quer dizer — dos vapores", composta de dois saltos: Macela e Gameleira, acusando o desnível, em 1.600 m, de 32 m, poderá ter esta altura de queda aumentada para 50 m, com a construção de uma barragem cujo local está dependendo da realização dos estudos. Com aquela altura de queda e o regime do Rio Paraguaçu regularizado pelo armazenamento criado com a construção da Barragem em Fertin, a potência do aproveitamento de Timbora será de 60.000 kW.

5.1.5 — Com a construção do reservatório de Fertin e do seu próprio, a Usina de Bananeiras, cuja potência instalada é hoje de 9.000 kW, passará a ter 50.000 kW.

5.1.6 — A oito quilômetros a jusante da Usina de Bananeiras, o Rio Paraguaçu corre entre encostas abruptas e o seu ponto máximo de estrangulamento, em Pedra do Cavalo, é um local apropriado para a construção de uma barragem, criando uma queda artificial, tendo 35 m de altura. O comprimento da barragem será de 190 m. A potência que pode ser instalada, em uma usina construída ao pé da barragem, é de 50.000 kW.

5.1.7 — RESUMO

Resumindo, teremos para o Rio Paraguaçu:

	kW
a) — alto Paraguaçu ...	112.000
b) — médio Paraguaçu ..	20.000
c) — baixo Paraguaçu ..	160.000
SOMA	292.000

Existe um problema muito sério e que precisa ter uma solução definitiva. Referimos ao das enchentes periódicas que tantos prejuízos tem causado à população ribeirinha, principalmente às cidades de São Felix e Cachoeira.

CONTRIBUIÇÃO PARA A REFORMULAÇÃO DO 1.º PLANO DIRETOR DA SUDENE

(Continuação)

Até pouco o Rio Jacuipe, afluente do Paraguaçu pela margem esquerda, era apontado como o maior responsável por essas calamidades cíclicas. Entretanto, estudos recentes demonstraram que os maiores responsáveis pelas enchentes no Baixo Paraguaçu são os Rios Piranhas, Capivari e Peixe, cuja contribuição para as descargas máximas do Paraguaçu até Timbora é de 46,2%, enquanto que o Rio Jacuipe só contribui com 29,3%. Do exposto conclui-se que a solução do problema das enchentes do Paraguaçu está na contenção das cheias dos Rios Piranhas, Capivari, Peixe e Jacuipe, construindo-se barragens nestes rios, com tal finalidade.

Para a execução das obras antes referidas, a estimativa de custos pode ser assim estabelecida:

a) — alto Paraguaçu

I — Aproveitamento do desnível de 650 m:

	Cr\$
1) — Estudos e projeto:	
a) — Estudos topográficos e geológicos	15.000.000
b) — Projeto	30.000.000
2) — Construção:	
a) — Barragem tipo de concreto simples ...	300.000.000
b) — Vertedouro	20.000.000
c) — Túnel de adução:	
Escavação	37.000.000
Acabamento	16.000.000
d) — Casa de força e respectivo equipamento (100.000 kW)	300.000.000
e) — Estação distribuidora de 230 kV	60.000.000
f) — Recebimento, montagem e instalação de todos os aparelhos, máquinas e demais apetrechos	25.000.000
	803.000.000
g) — Despesas gerais e supervisão 3% do total	24.090.000
h) — Omissões e contingências	85.000.000
	912.090.000
Instalação de 100.000 kW	912.090.000

i) — Linhas de transmissão e estações abaixadoras 500 km	700.000.000
SOMA	1.612.000.000

II — Barragem e Usina em Fertin — (Rio Santo Antônio):

1) — Projeto	4.000.000
2) — Construção:	
a) — Barragem tipo terra com núcleo	200.000.000
b) — Vertedouro (barragem, comportas e equipamentos outros)	30.000.000
c) — Casa de força e respectivo equipamento (12.000 kW)	38.000.000
	272.000.000
d) — Estação distribuidora de 115 kW	25.000.000
e) — Recebimento, montagem e instalação de todos os maquinismos, aparelhos e demais apetrechos ...	20.000.000
f) — Despesas gerais e supervisão 5% do total	15.850.000
g) — Omissões e contingências	20.000.000
	352.850.000
h) — Linhas de transmissão e estações abaixadoras 100 km de 115 kV e 120 km de 66 kV	321.000.000
SOMA	673.850.000

b) — médio Paraguaçu

I — Cachoeira do Mandu:	
1) — Estudos e projeto:	
a) — Estudos topográficos	100.000
Estudos geológicos ..	3.000.000
b) — Projeto	6.000.000
SOMA	9.100.000

2) — Construção:	
a) — Barragem tipo enrocamento e núcleo de terra	100.000.000
b) — Vertedouro lateral e canal de descarga inclusive comportas ..	15.000.000
c) — Estação distribuidora de 115 kV	24.000.000
d) — Casa de força e respectivo equipamento 20.000 kW	51.000.000
e) — Recebimento, montagem e instalação de todos os aparelhos e demais equipamentos	25.000.000
f) — Despesas gerais e supervisão 5% do total	11.205.000
g) — Omissões e contingências	26.000.000
20.000 kW	261.305.000
h) — Linhas de transmissão 120 km de 115 kV 200 km de 66 kV 30 km de 33 kV 8 estações abaixadoras	580.000.000
	<u>841.305.000</u>

c) — baixo Paraguaçu

I — Cachoeira da Timbora:

1) — Estudos e projetos:	
a) — Estudos topográficos	8.000.000
b) — Estudos geológicos ..	3.000.000
c) — Projeto	9.000.000
2) — Construção:	
a) — Barragem tipo de concreto, inclusive equipamento	500.000.000
b) — Vertedouro inclusive comportas	13.100.000
c) — Casa de força e respectivo equipamento	125.000.000
d) — Estação distribuidora de 115 kV	36.000.000
e) — Recebimento, montagem e instalação de todos os aparelhos e demais equipamentos	30.000.000
	<u>724.100.000</u>

f) — Despesas gerais e supervisão 3% do total	21.723.000
g) — Omissões e congências	60.000.000
	<u>805.823.000</u>
50.000 kW	
Linhas de transmissão 100 km de 115 kV	120.000.000
	<u>925.823.000</u>

II — Aumento da potência da Usina de Bananeiras:

1) — Estudos e projeto:	
a) — Estudos topográficos	1.000.000
b) — Projeto	6.000.000
2) — Construção	
a) — Construção de duas tubulações adutoras, com capacidade de 76 m ³ /s cada inclusive adaptação do leito já construído	150.000.000
b) — Casa de força e respectivo equipamento	84.000.000
	<u>241.000.000</u>

c) — Recebimento, montagem e instalação de todos os aparelhos e equipamentos	20.000.000
d) — Despesas gerais e supervisão 5% do total	15.050.000
e) — Omissões e contingências	10.000.000
40.000 kW	286.050.000

III — Aproveitamento em Pedra do Cavallo:

1) — Estudos e projeto:	
a) — Estudos topográficos	600.000
b) — Estudos geológicos ..	2.400.000
c) — Projeto	7.000.000
	<u>10.000.000</u>
2) — Construção:	
a) — Barragem tipo pêso concreto simples, inclusive todos os equipamentos	281.000.000
b) — Vertedouro, inclusive comportas	65.000.000
	<u>346.000.000</u>

c) — Casa de força e respectivo equipamento	125.000.000
d) — Estação distribuidora de 115 kV	36.000.000
e) — Recebimento, montagem e instalação de todos os equipamentos	20.000.000
f) — Despesas gerais e supervisão 5% do total	26.350.000
g) — Omissões e contingências	60.000.000
h) — Linhas de transmissão 100 km	613.350.000
de 115 kV	120.000.000
	<u>733.350.000</u>

Para conter as cheias é preciso construir quatro barragens nos Rios Piranhas, Capivari, Peixe e Jacuípe, em locais próximos às suas confluências com o Rio Paraguaçu.

A estimativa de custos destas obras pode ser avaliada assim:

a) — Estudos e projetos:	Cr\$
I — Estudos topográficos	10.000.000
II — Estudos geológicos ..	8.000.000
III — Projetos	20.000.000
b) — Construção:	
I — 4 barragens do tipo terra homogênea ...	600.000.000
II — Obras outras como vertedouros, descargas de fundo etc.	100.000.000
III — Despesas gerais e supervisão 5% do total	36.900.000
IV — Omissões e contingências	120.000.000
	<u>894.900.000</u>

Resumo do Paraguaçu:

a) — Energia elétrica, regularização e irrigação	5.082.468.000
b) — Contenção das cheias e irrigação	894.900.000
SOMA	<u>5.977.368.000</u>

5.2 — RIO DAS CONTAS

O Plano de aproveitamento hidroelétrico do Baixo Rio das Contas foi elaborado compreendendo a construção de três barragens no rio principal e uma outra na afluente da mar-

gem direita, o Rio Gongogi. As três barragens no Rio das Contas são: Pedra, Funil e Pancada, tendo cada uma, usina com 8.000 kW, 30.000 kW e 35.000 kW, precisamente. O desvio do Rio Gongogi será feito, construindo-se uma barragem em local apropriado, sendo as águas aduzidas para o Rio das Contas, a montante da Barragem do Funil, por intermédio de um túnel com 1.000 m. No fim do túnel, as águas serão utilizadas para produzirem energia elétrica em usina de 10.000 kW de potência.

A Barragem da Pedra terá dupla função: conter as cheias anuais que ocorrem no Rio das Contas e suprir as descargas nas usinas do Funil e Pancada, quando houver escassez d'água.

A barragem e usina em Funil, já se encontra em fase final de construção. Sua inauguração está prevista para junho de 1961.

5.2.1 — Barragem e usina de Pedra

5.2.1.1 — Estudos e projeto:

	Cr\$
a) — Estudos topográficos	concluídos
b) — Estudos geológicos ..	concluídos
c) — Projeto	5.000.000

5.2.1.2 — Construção:

a) — Barragem tipo enrocamento, com núcleo em terra	374.000.000
b) — Vertedouro e calha de descarga	95.000.000
c) — Descargas de fundo para 1.000 m ³ /s	82.000.000
	<u>556.000.000</u>
d) — Casa de força e respectivo equipamento	25.000.000
e) — Estação distribuidora de 33 kV	15.000.000
f) — Recebimento, montagem e instalação de todas as máquinas, aparelhos e outros apetrechos	15.000.000
g) — Despesas gerais e supervisão 3% do total	18.330.000
h) — Omissões e contingências	15.000.000
	<u>644.330.000</u>

i) — Linha de transmissão de 33 kV, 20 km	16.000.000
	<u>660.330.000</u>

5.2.2 — Desvio do Rio Gongogi

O desvio das águas do Rio Gongogi para o Rio das Contas, será feito construindo-se uma barragem de terra, tendo 26 metros de altura e 520 metros de comprimento no coroamento, cuja função é elevar o nível d'água até a altitude de 160 metros, armazenando um volume útil de 250 milhões de metros cúbicos d'água. A adução das águas para o vale do Rio das Contas será feita por meio de um túnel de 1.000 metros de extensão, com seção de vasão, tendo 30 m² e um conduto forçado com 3.400 metros, tendo 10 m² de seção. No final da tubulação forçada deverá ser construída uma chaminé de equilíbrio, de onde partirão as tubulações para a usina com a potência de 10.000 KW.

5.2.2.1. — Estudos e projeto:

	Cr\$
a) — Estudos topográficos	2.000.000
b) — Estudos geológicos ..	4.000.000
c) — Projeto	10.000.000

5.2.2.2. — Construção:

	Cr\$
a) — Barragem tipo terra homogênea inclusive obras correlatas	160.000.000
b) — Vertedouro lateral, canal de descarga e comportas	20.000.000
c) — Descarga de fundo ..	6.000.000
d) — Túnel de adução ...	25.000.000
e) — Tubulação forçada e stand-pipe	50.000.000
f) — Casa de força e respectivo equipamento	30.000.000
	<u>307.000.000</u>
g) — Estação distribuidora de 33 KW	15.000.000
h) — Recebimento, montagem e instalação equipamentos	15.000.000
i) — Despesas gerais e supervisão 3% do total	10.110.000
j) — Omissões e contingências	18.000.000
	<u>365.110.000</u>

k) — Linhas de transmissão 100 km de 33 KV	80.000.000
Soma	<u>445.110.000</u>

5.2.3. — Barragem e usina em Pancada

5.2.3.1. — Estudos e projetos:

	Cr\$
a) — Estudos topográficos	2.500.000
b) — Estudos geológicos ..	1.500.000
c) — Projeto	7.000.000

5.2.3.2. — Construção:

	Cr\$
a) — Barragem de alvenaria com 470 metros de comprimento e 34 metros de altura	200.000.000
b) — Vertedouro, inclusive comportas	30.000.000
c) — Casa de força e respectivo equipamento	125.000.000
d) — Estação distribuidora de 115 KV	45.000.000
	<u>411.000.000</u>
e) — Recebimento, montagem e instalação das máquinas, aparelhos e outros apetrechos ...	20.000.000
f) — Despesas gerais e supervisão 5% do total	21.550.000
g) — Omissões e contingências	50.000.000
35.000 KW	502.550.000
h) — Linhas de transmissão de 115 KV — 100 km	120.000.000
	<u>622.550.000</u>

5.2.4 — Cachoeira do Brumado

O Rio Brumado, afluente pela margem direita do Rio das Contas, tem no seu curso, várias cachoeiras, sendo a mais importante, pelo potencial que tem, a Cachoeira do Brumado. Dêsde as suas cabeceiras, o Rio Brumado vem se precipitando em saltos e rápidos até chega ra Cidade do Rio das Contas, onde forma uma queda de pequena altura. Continuando com declive forte, precipita-se o Brumado do planalto, pelas encostas orientais da Serra das Almas, formando a Cachoeira do Brumado. A queda, isoladamente, tem 190 metros de altura, mas, continuando a cair, acusa em 3.000 metros o desnível de 350 metros. Além desta queda, existem no mesmo trecho, a de Fraga, com 40 metros e a de Curriola, com 4 metros.

O aproveitamento do deflúvio médio do Rio Brumado, que é da ordem de 315.360.000 m³ por ano, no pósto fluviométrico do 5.º Distrito da Divisão de Águas, instalado em Rio de Contas. Deve ser utilizado para produzir energia elétrica e irrigação. Dessa maneira os estudos e projetos devem ser orientados neste sentido.

Os estudos devem ser feitos com o fim de se conseguir um local a montante da Cidade de Livramento do Brumado, que permita com a construção de uma barragem, obter-se um armazenamento superior a 200 milhões de metros cúbico d'água.

Sòmente assim será possível regularizar uma descarga média igual a 10 m³/S. Com esta descarga e a altura total de queda de 350 metros, pode-se instalar a potência de 56.000 KW, possibilitando ainda a irrigação de cerca de 8.000 hectares.

A estimativa de custos destes aproveitamentos, com os deflúvios do Rio Brumado, pode ser previstas como veremos:

5.2.4.1 — Estudos e projetos:

	Cr\$
a) — Estudos topográficos	7.000.000
b) — Estudos geológicos ..	3.000.000
c) — Projeto	15.000.000

5.2.4.2 — Construção:

	Cr\$
a) — Construção da barragem, vertedouro, tubulação adutora, casa de força e demais equipamentos, estação distribuidora de 115 KV	960.000.000
b) — Linhas de transmissão de 115 KV, — 290 km e 66 KV — 200 km	508.000.000
c) — Construção de uma rede de canais principais, secundários e terciários, para atender a área de 4.000 hectares	250.000.000
Soma	1.743.000.000

5.2.5 — O Rio Gavião, afluente pela margem direita do rio das Contas, tem possibilidades de aproveitamentos hidroelétricos em vários pontos do seu curso.

O Departamento de Energia da Secretaria da Viação e Obras Públicas estudou e projetou o aproveitamento do Gavião, no Boqueirão do Espírito Santo, no Município de Tremedal.

Conforme a concepção final do projeto, o aproveitamento hidroelétrico representa-se do tipo de usina "pé de barragem", com a casa de força localizada sobre a margem direita e contendo duas máquinas de 900 KW.

As águas das cheias serão descarregadas por um vertedouro, situado na margem esquerda, lançando as águas em um canal que as conduzirão até o leito do rio, 100 metros a jusante da casa de força.

A tomada d'água para as turbinas será feita por intermédio de uma torre, onde são previstas as instalações das grades, comportas etc.

A estação distribuidora de alta tensão será na margem esquerda.

A barragem será do tipo enrocamento, tendo no paramento de montante uma camada impermeabilizadora de asfalto.

Além da produção de energia elétrica, a Barragem de Espírito Santo vem permitir irrigar 3.000 hectares de boas terras existentes a jusante.

O aproveitamento do Rio Gavião, em Espírito Santo, representa, assim, um importante empreendimento que virá vitalizar uma região de grandes possibilidades econômicas da Bahia, que sem contar com energia elétrica não tem podido progredir.

O orçamento das obras inclusive linhas de transmissão, importou em:

	Cr\$
a) — Obras civis, máquinas e equipamentos	60.000.000
b) — Linhas de transmissão 33 KV, 156 km	78.000.000
Soma	138.000.000

5.2.6 — Resumo do Rio das Contas

	Cr\$
5.2.6.1. — Baixo Rio das Contas	1.067.660.000
5.2.6.2. — Alto Rio das Contas	1.881.000.000
Soma	2.848.660.000

5.3 — Rio Pardo

O aproveitamento hidroelétrico dos deflúvios do Rio Pardo será feito, na Bahia, nas partes média e baixa do seu curso. Na parte

média, o aproveitamento far-se-á entre Nova Conquista e a Cachoeira de Inhobim, com duas barragens, tendo cada 70 metros de altura, instalando-se nas duas usinas a potência de 60.000 kW. A primeira, vinda de montante, será construída no lugar denominado Barreiro e a segunda, na Cachoeira de Inhobim.

No baixo Rio Pardo o aproveitamento será feito entre a localidade de Couro D'Anta e Angelim. Foi esboçado o aproveitamento desta seção do rio, em 1954, pelo *Departamento de Energia*, compreendendo o seguinte esquema: construção de uma barragem em Couro D'Anta, tendo 42 metros de altura e comprimento de 410 metros.

Construção de outra barragem na Cachoeira do "Tombo de Areia" e a terceira em Angelim. Estas 3 barragens criariam um desnível de 100 metros, cuja utilização para produção de energia elétrica possibilitaria instalar a potência total de 135.000 kW, que somados aos 60.000 kW do curso médio, somam cerca de 200.000 kW, como sendo a que se pode obter no Rio Pardo, em território baiano.

5.3.1 — Médio Rio Pardo

5.3.1.1. — Aproveitamento de Barreiras

5.3.1.1.1 — Estudos e projeto:

	Cr\$
a) — Estudos topográficos	3.000.000
b) — Estudos geológicos ..	2.000.000
c) — Projeto	5.000.000
	10.000.000

5.3.1.1.2 — Construção:

	Cr\$
a) — Construção da barragem tipo pêso, inclusive vertedouro, comportas e demais partes	250.000.000
b) — Casa de força e demais equipamentos	50.000.000
c) — Estação distribuidora de 115 kV	30.000.000
d) — Recebimento, montagem e instalação de todos os aparelhos ...	25.000.000
e) — Despesas gerais e supervisão 5% do total	17.750.000
f) — Omissões e contingência	20.000.000
	392.750.000
g) — Linhas de transmissão de 115 kV e 33 km ..	150.000.000
	542.750.000

5.3.1.2. — Aproveitamento de Inhobim

5.3.1.2.1. — Estudos e projeto:

	Cr\$
a) — Estudos topográficos	3.000.000
b) — Estudos geológicos ..	2.000.000
c) — Projeto	5.000.000

5.3.1.2.2. — Construção:

	Cr\$
a) — Construção da barragem, vertedouro, inclusive comportas ...	350.000.000
b) — Casa de força e demais equipamentos ..	75.000.000
c) — Estação distribuidora	40.000.000
d) — Recebimento, montagem e instalação de todo o equipamento .	30.000.000
e) — Despesas gerais e supervisão 5% do total	25.250.000
f) — Omissões e contingências	30.000.000
	36.000 kW
	560.250.000
g) — Linhas de transmissão de 115 kV — 210 km — 66 kV — 80 km, 33 kV — 60 km	443.000.000
	1.003.250.000

5.3.2. — Baixo Rio Pardo

Aproveitamento em Couro D'Anta, Tombo de Areia e Angelim

5.3.2.1. — Estudos topográficos e geológicos:

	Cr\$
a) — Estudos topográficos	5.000.000
b) — Estudos geológicos ..	7.000.000
c) — Projeto	10.000.000

5.3.2.2. — Construção:

	Cr\$
a) — Construção de 3 barragens, sendo uma de terra e duas de concreto, inclusive vertedouros, comportas, etc.	1.000.000.000
b) — Três casas de forças inclusive equipamentos	520.000.000
c) — Estações (3) distribuidoras	120.000.000
d) — Recebimento, montagem e instalação de todo o equipamento .	150.000.000

e) — Despesas gerais e supervisão 3% do total	54.360.000
	<hr/>
f) — Omissões e contingências	240.000.000
	<hr/>
g) — Linhas de transmissão de 115 kV — 210 km e de 33 kV — 100 km	395.000.000
	<hr/>
Soma	2.561.360.000

5.4. — Rio Jequitinhonha

O potencial hidroelétrico do Rio Jequitinhonha é grande.

No seu trajeto pelo território baiano existe condições para se captar cerca de dois milhões de "quilowatts". Só em um local, em Cachoeirinha, situado a 9 km a montante da Cidade de Itapebi, encontra-se um local que tem as melhores condições, quer topográficas como geológicas, para a construção de uma grande usina hidroelétrica, cuja potência será uma das maiores do mundo. Em Cachoeirinha pode ser construída uma barragem do tipo enrocamento, tendo 123 metros de altura e 500 metros de comprimento no coroamento e ao seu pé, uma usina com a potência instalada de 1.300.000 kW.

A construção da usina em Cachoeirinha deve ser realizada por etapas: A zona de influência estende-se dentro de um raio de 400 quilômetros, abrangendo grandes áreas dos Estados da Bahia, Minas e Espírito Santo.

Na Bahia, abrangerá todo o sul, toda a região cacauzeira, grande parte de Chapada Diamantina, Recôncavo, indo até o vale do Rio São Francisco.

Em Minas, abastecerá todo o vale do Rio Jequitinhonha, estendendo os seus benefícios até próximo a Governador Valadares, sendo viável a interligação com as usinas de Furnas e Três Marias, Dois Irmãos e Pirapora.

No Espírito Santo, a energia elétrica poderá chegar até Vitória, Cobrindo todo o norte do Estado.

Na meta de energia elétrica do atual Governo Federal, não consta nenhuma usina hidroelétrica para atender às necessidades dessas regiões.

A Central de Cachoeirinha virá preencher esta lacuna.

5.4.1. — Estudos e projetos:

	Cr\$
a) — Estudos topográficos	6.000.000
b) — Estudos geológicos ..	8.000.000
c) — Projeto	16.000.000

5.4.2. — Construção da 1.ª etapa (300.000 kW)

	Cr\$
a) — Barragem de enrocamento, cortina de concreto no paramento de montante, com 123 m de altura	1.200.000.000
b) — Vertedouro e calha de descarga	150.000.000
c) — Casa de força, túnel adutor e respectivo equipamento	900.000.000
d) — Estação distribuidora, 230 kV	400.000.000
e) — Récebimento, montagem, instalação de todos os aparelhos, máquinas e demais apetrechos	75.000.000
f) — Despesas gerais e supervisão 2% do montante anterior	54.500.000
g) — Despesas portuárias, transportes ao local da obra, carga e descarga, 10% do total	227.950.000
	<hr/>
300.000 kW	3.002.950.000

5.5 — Resumo Geral

5.5.1. — Rio Paraguassu 295.000 kW	5.082.468.000
5.5.2. — Rio das Contas 55.000 kW	1.067.660.000
5.5.3. — Rio Pardo 195.000 kW	4.107.360.000
5.5.4. — Rio Jequitinhonha — 300.000 kW ..	3.752.950.000
	<hr/>
Totais .. 875.000 kW	14.010.438.000

Projeto da Ponte sobre o Rio Jaguaribe, em Iguatú, na Rodovia Central do Piauí

(Memória justificativa)

LÚCIO WASHINGTON
Eng. Civil

1 — FUNDAÇÕES

O terreno sobre o qual foi lançada a estrutura, é constituído de uma camada de areia média, de altura variável, que repousa sobre um lençol de rocha viva, segundo as informações contidas na sondagem prévia realizada. O encontro *E-2* e os pilares *P2*, *P3* e *P4*, transmitem suas cargas diretamente ao terre-

no rochoso; o encontro *E-1* e o pilar *P1* transmitem suas cargas por intermédio de tubulões de 3 m de diâmetro, tendo 25 cm de espessura e altura máxima de 9 m. Esses tubulões estão armados com 20 barras de $\frac{3}{8}$ ", no sentido longitudinal, e estribos de $\frac{1}{4}$ " espaçados de 25 cm.

2 — ENCONTRO E PILARES

Para a verificação de estabilidade dos encontros, foram feitas duas hipóteses, a primeira levando-se em conta a reação vertical da viga que sobre ela atua e a segunda, desprezando-se aquela ação. A seção mais perigosa do muro frontal dos encontros possui 250 cm de espessura e está armada com 55 barras de $\frac{3}{4}$ ". As alas são de 60 cm de espessura e ambas as faces foram previstas rédes de barras, de $\frac{3}{4}$ " no sentido horizontal e $\frac{3}{8}$ " dispostas verticalmente. Três vigas de 30 x 100 cm², armadas com barras de $\frac{7}{8}$ ", contraventam as alas, sendo que duas das vigas citadas transmitem suas reações a pilares

de 30 x 150 cm², que estão armados com 10 barras de $\frac{3}{4}$ ". Na região em que os encontros recebem os aparelhos de apoio, 16 barras de $\frac{3}{4}$ ", dispostas convenientemente, reforçam o ponto de transmissão das reações das vigas.

Os pilares são maciços de concreto ciclópico que repousam sobre blocos da mesma natureza. Os pilares *P2* e *P3*, que recebem a carga da viga através de pêndulos, possuem armação própria para distribuir a carga, que apresenta 44 barras de $\frac{3}{4}$ ". Outras barras de $\frac{3}{8}$ " bem como estribos do mesmo diâmetro, distribuídos pelos talhantes e regiões mais solicitadas, reforçam os pilares.

3 — APARELHOS DE APOIO

Para os encontros e para os pilares *P2* e *P3* foram previstos pêndulos de concreto armado, deixando-se a viga apoiada em 2 placas de chumbo de $\frac{1}{2}$ " nos pilares *P1* e *P4*.

Os pêndulos dos encontros foram calculados para resistirem à carga de 177 toneladas, valor da reação máxima da viga naquele ponto. As dimensões fixadas para esses pêndulos foram de 40 x 40 x 80 cm³ e resultou do cálculo uma armação constituída de 8 barras de $1\frac{1}{4}$ ", envolvida por estribos circulares de $\frac{3}{8}$ " espaçados de 5 cm.

Sendo a reação da viga nos pilares *P2* e *P3* de 453 t, os respectivos pêndulos ficaram com 60 x 60 x 120 cm³, armados com 20 barras de $1\frac{1}{4}$ " dispostas em duas camadas, ambas envolvidas por estribos circulares de $\frac{3}{8}$ " espaçados de 3 e 15 cm respectivamente nas camadas externa e interna.

As placas de chumbo trabalham com a taxa máxima de 90 kg/cm² aproximadamente, visto ser a reação da viga de 429,2 t.

4 — VIGAS PRINCIPAIS

Constituindo as vigas principais a parte mais importante da estrutura, daremos maiores detalhes do método de cálculo utilizado.

A superestrutura é simétrica em relação ao eixo central e portanto cabe-nos descrever a marcha de cálculo para uma viga contínua com dois vãos, o primeiro de 31,50 m e o segundo de 40,00 m, além do balanço de 12,50 m que recebe a reação da viga simples intermediária, de 15,00 m de vão.

Em primeiro lugar foi estabelecido, em função do vão e das alturas adotadas nos apoios e no meio do vão, que foram respectivamente de 4,50 m e 2,00 m, o raio de curvatura do intradorso, cujo valor é de 78,08 m.

No intradorso do primeiro vão, o raio de círculo de 78,08 m concorda com uma reta e para os demais lances de 40,00 m o intradorso é um arco de círculo com aquele raio.

Foram em seguida calculadas analiticamente as alturas das seções da viga, espaçadas de 1,00 m.

4.1 — DETERMINAÇÃO DOS PONTOS FIXOS

Para a determinação dos pontos fixos usamos o método de Suter ("Die Methode der Festpunkte"), considerando a variação do momento de inércia da viga.

Inicialmente determinamos as diretrizes, que são retas que passam pelo baricentro da área do diagrama de momentos, para um momento fictício unitário, aplicado em um ex-

tremo de cada vão. Para isso dividimos a viga em troncos de 2,00 m, com exceção do primeiro que tem 1,50 m e calculamos de inércia das seções médias.

Chamaremos de Z as distâncias dos centros dos troncos ao apoio A e de Z' as distâncias do centro dos troncos ao apoio B . Supomos em seguida, aplicado em B um momento fictício igual à unidade, que se distribui linearmente ao longo da viga e se anula em A . Para cada parte em que foi dividida a viga corresponde um momento fictício; o quociente deste momento pelo momento de inércia da seção média correspondente, é o peso elástico desta seção. Marcando sobre a vertical de cada seção o seu peso elástico e unindo esses pontos por uma curva, este delimitará uma superfície que chamaremos da área dos momentos reduzidos.

Dividimos esta área em tantas partes quantas dividimos para os troncos e determinamos a área de cada parte, ΔF . Multiplicando essas áreas parciais por suas distâncias ao apoio B e somando esses produtos, teremos o momento da área total em relação a B e portanto a diretriz lateral será dada por:

$$d = \frac{\sum \Delta F \cdot z^2}{\sum \Delta F} = \frac{\sum_0 w \cdot z \cdot z^2}{\sum_0 w \cdot z}$$

Os Quadros I e II reúnem os resultados obtidos para os dois vãos:

QUADRO I

Vão externo: $l_1 = 31,50$ m.

LAMELAS	ΔS (m)	J (m ⁴)	Z (m)	Z' (m)	$W = \frac{\Delta S}{J}$	$W \cdot Z$	$\Delta F = \frac{W \cdot Z}{l_1}$	$W \cdot Z \cdot Z'$
1	1,50	0,380	0,75	30,75	3,947	2,960	0,094	91,020
2	2,00	0,380	2,50	29,00	5,263	13,157	0,418	331,553
3	2,00	0,380	4,50	27,00	5,263	23,683	0,752	639,441
4	2,00	0,380	6,50	25,00	5,263	34,209	1,086	855,225
5	2,00	0,380	8,50	23,00	5,263	44,735	1,420	1.028,905
6	2,00	0,380	10,50	21,00	5,263	55,261	1,754	1.160,481
7	2,00	0,385	12,50	19,00	5,195	64,937	2,061	1.233,803
8	2,00	0,412	14,50	17,00	4,854	70,383	2,234	1.196,511
9	2,00	0,469	16,50	15,00	4,264	70,356	2,234	1.055,340
10	2,00	0,568	18,50	13,00	3,521	65,138	2,068	846,794
11	2,00	0,729	20,50	11,00	2,743	56,231	1,785	618,541
12	2,00	0,960	22,50	9,00	2,083	46,867	1,488	421,803
13	2,00	1,435	24,50	7,00	1,394	34,153	1,084	239,071
14	2,00	2,110	26,50	5,00	0,948	25,122	0,798	125,610
15	2,00	3,220	28,50	3,00	0,621	17,698	0,562	53,094
16	2,00	4,880	30,50	1,00	0,410	12,505	0,397	12,505
						637,395	20,235	9.959,697

$$d_1 = \frac{9.959,697}{637,395} = 15,63 \text{ m.}$$

QUADRO II

Vão interno: $l_2 = 40,00$ m.

LAMELAS	ΔS (m)	J (m ⁴)	Z (m)	(m) Z'	$W = \frac{\Delta S}{J}$	W.Z'	$\Delta F = \frac{W.Z}{l_2}$	W.Z.Z'
17	2,00	4,180	1,00	39,00	0,410	15,990	0,400	15,990
18	2,00	3,220	3,00	37,00	0,621	22,977	0,574	68,931
19	2,00	2,110	5,00	35,00	0,948	33,180	0,829	165,900
20	2,00	1,435	7,00	33,00	1,394	46,002	1,150	322,014
21	2,00	0,960	9,00	31,00	2,083	64,573	1,614	581,157
22	2,00	0,729	11,00	29,00	2,743	79,547	1,989	875,017
23	2,00	0,568	13,00	27,00	3,521	95,067	2,377	1.235,871
24	2,00	0,469	15,00	25,00	4,264	106,600	2,665	1.599,000
25	2,00	0,412	17,00	23,00	4,854	111,642	2,791	1.897,914
26	2,00	0,385	19,00	21,00	5,195	109,095	2,727	2.072,805
27	2,00	0,385	21,00	19,00	5,195	98,705	2,468	2.072,805
28	2,00	0,412	23,00	17,00	4,854	82,518	2,063	1.897,914
29	2,00	0,469	25,00	15,00	4,264	63,960	1,599	1.599,000
30	2,00	0,568	27,00	13,00	3,521	45,773	1,144	1.235,871
31	2,00	0,729	29,00	11,00	2,743	30,173	0,754	875,017
32	2,00	0,960	31,00	9,00	2,083	18,747	0,469	581,157
33	2,00	1,435	33,00	7,00	1,394	9,758	0,244	322,014
34	2,00	2,110	35,00	5,00	0,948	4,740	0,118	165,900
35	2,00	3,220	37,00	3,00	0,621	1,863	0,047	68,931
36	2,00	4,880	39,00	1,00	0,410	0,410	0,010	15,990
						1.041,320	26,032	17.669,198

$$d_2 = \frac{17.669,198}{1.041,320} = 16,97 \text{ m.}$$

d_1 é a distância entre a vertical que passa pelo apoio B e a diretriz do primeiro vão; d_2 é a distância entre a vertical em B e uma das diretrizes do segundo vão. A outra diretriz do segundo vão, dista da vertical em C de $d_2 = d_1$.

Determinadas as diretrizes, passamos a calcular as distâncias da vertical do terço alternado às diretrizes vizinhas do apoio B. Chamando X_{1-2} a distância entre a diretriz do primeiro vão e a vertical do terço alternado e v_{1-2} a distância desta à diretriz do segundo vão, vizinha de B, temos:

$$V_{1-2} = \frac{\frac{1}{l_2} \sum_{i=0}^{l_1} w.z'}{\frac{1}{l_1} \sum_{i=0}^{l_1} w.z + \frac{1}{l_2} \sum_{i=0}^{l_2} w.z'} (d_1 + d_2) = 18,35$$

$$V_{n_{1-2}} = \frac{\frac{1}{l_1} \sum_{i=0}^{l_1} w.z}{\frac{1}{l_1} \sum_{i=0}^{l_1} w.z + \frac{1}{l_2} \sum_{i=0}^{l_2} w.z'} (d_{n_1} + d_2) = 14,25$$

Contrôle:

$$V_{1-2} + V_{n_{1-2}} = d_1 + d_2$$

$$18,35 + 14,25 = 15,63 + 16,97 = 32,60$$

Temos aqui todos elementos necessários para a determinação gráfica dos pontos fixos. Este cálculo foi feito, sendo controlado analiticamente, conforme passamos a expor:

As distâncias dos pontos fixos ao apoio B são dadas pelas expressões

$$a_2 = \frac{l_2 \beta_2}{\alpha_2 + \beta_2 + \Sigma a_2} \quad (1)$$

$$b_1 = \frac{l_1 \beta_1}{\alpha_1 + \beta_1 + \Sigma b_1} \quad (1)$$

sendo: α e β reações de apoio da barra considerada livremente apoiada tendo para carga a superfície dos momentos reduzida de $1/EJ$ e Σ o inverso do grau de engastamento.

Temos:

$$\alpha_2 = \frac{1}{E l_2^2} \Sigma W.Z^2; \quad \beta_2 = \frac{1}{E l_2^2} \Sigma W.Z.Z'$$

$$\gamma_2 = \alpha_2 + \beta_2 = \frac{1}{E l_2} \Sigma W.Z'$$

Chamemos:

$$\alpha_1^b = \frac{1}{E I_1^2} \Sigma W \cdot Z^2; \quad \beta_1 = \frac{1}{E \cdot I_1^2} \Sigma W \cdot Z \cdot Z$$

$$\gamma_1^b = \alpha_1^b + \beta_1 = \frac{1}{E I_1} \Sigma W \cdot Z$$

Sendo r o ângulo de rotaçao temos:

$$E \cdot \Sigma_1^b = E r_1^b = \Sigma_0^1 \Delta F + I_1 \cdot \beta_2 =$$

$$= \Sigma_0^1 \Delta F - 1/C_2^2 \Sigma W \cdot Z \cdot Z^1$$

$$E \cdot \Sigma_2^a = E r_1^b = \Sigma_0^1 \Delta F + E \beta_1 =$$

$$= \Sigma_0^1 \Delta F - 1/C_1^2 \Sigma W \cdot Z \cdot Z^1$$

Assim as expressões (1) e (2) ficam:

$$a_2 = \frac{\Sigma W \cdot Z \cdot Z^1}{\Sigma W \cdot Z^1 + \Sigma_0^1 \Delta F - 1/C_1^2 \Sigma W \cdot Z \cdot Z^1}$$

$$b_1 = \frac{\Sigma W \cdot Z \cdot Z^1}{\Sigma W \cdot Z + \Sigma_0^1 \Delta F - 1/C_2^2 \Sigma W \cdot Z \cdot Z^1}$$

Substituindo pelos valores constantes dos Quadros I e II teremos:

$$a_2 = \frac{40 \times 11,043}{26,033 + 10,198} = 12,2 \text{ m.}$$

$$b_1 = \frac{31,5 \times 10,037}{20,235 + 14,989} = 8,97 \text{ m.}$$

4.2 — CARGA PERMANENTE

Obtidos os pontos fixos, passamos a determinar os diagramas dos momentos fletores e esforços cortante, devido à carga permanente. Para isso determinamos inicialmente as linhas cruzadas.

Os seguimentos sôbre as verticais dos apoios que determinam as linhas cruzadas são dados por:

$$k^a = -\frac{\alpha^{bo}}{\beta} \quad (3); \quad k^b = -\frac{\alpha^{ao}}{\beta} \quad (4).$$

Considerando a área dos momentos reduzidos como superfície de cargas construímos a curva funicular correspondente, que vem a ser a linha elástica para o momento $M = 1$, aplicado em B . Por definição, o ângulo β será o ângulo que a tangente à linha elástica em A forma com a horizontal. Assim: $\text{tg } B = \frac{t}{1}$. Sendo β muito pequeno, podemos confundir-lo com a sua tangente trigonométrica: $\beta = \frac{t}{1}$.

Os ângulos α^o e β^o são obtidos indiretamente utilizando-se o teorema de reciprocidade das deformações, de *Maxwell*. De acôrdo com esse teorema o ângulo α é dado, para uma carga $P = 1$, aplicada em determinada seção, pela ordenada correspondente a esta seção, da linha elástica, já traçada.

Nestas condições para uma carga P teremos:

$$\alpha^a = \Sigma P \cdot \delta^a$$

$$\alpha^b = \Sigma P \cdot \delta^b$$

onde r são as ordenadas da linha elástica.

Temos por outro lado que:

$$\delta^a = \Sigma_0^1 \frac{\Delta F \cdot Z \cdot Z^1}{I_1} \quad \text{e como } \Delta F = \frac{\Delta S}{E \cdot J} \cdot \frac{Z^1}{1}$$

$$E \delta^a = \frac{1}{I_1^2} \Sigma_0^1 W \cdot Z \cdot Z^1 \cdot Z^1 \quad \text{e analogamente:}$$

$$E \delta^b = \frac{1}{I_2^2} \Sigma_0^1 W \cdot Z^2 \cdot Z^1$$

$$\text{Finalmente, sendo } E \beta = \frac{1}{I^2} \Sigma_0^1 W \cdot Z \cdot Z^1,$$

as expressões (3) e (4) ficam =

$$k^a = -\frac{P \cdot \Sigma_0^1 W \cdot Z^2 \cdot Z^1}{\Sigma_0^1 W \cdot Z \cdot Z^1}; \quad k^b = -\frac{P \cdot \Sigma_0^1 W \cdot Z \cdot Z^1}{\Sigma_0^1 W \cdot Z \cdot Z^1}$$

Passamos a seguir, a calcular as cargas G do peso próprio da viga, acrescida da carga do balanço para cada tronco em que foi dividida a viga, e as cargas T correspondentes às reações das travessas. Condenamos os valores obtidos nos Quadros II, IV, V e VI a:

QUADRO III

LAMELAS	G	δ	G.δ
1	7,36	1,50	11,04
2	9,80	5,00	49,00
3	9,80	8,90	87,22
4	9,80	12,40	121,52
5	9,80	15,50	151,90
6	9,80	18,00	176,40
7	9,82	19,80	194,44
8	9,91	20,85	206,62
9	10,11	20,95	211,80
10	10,40	20,20	210,08
11	10,86	18,60	202,00
12	11,66	16,25	189,47
13	12,78	13,25	169,33
14	14,25	9,90	141,08
15	16,16	6,10	98,58
16	18,46	2,15	39,69
—	180,77	—	2.260,17

QUADRO IV

LAMELAS	G	δ	G.δ
17	18,46	3,10	57,23
18	16,16	8,90	143,82
19	14,25	14,50	206,63
20	12,78	19,75	252,41
21	11,66	24,50	285,67
22	10,86	28,70	311,68
23	10,40	32,00	332,80
24	10,11	34,50	348,80
25	9,91	35,80	354,78
26	9,82	36,00	353,52
27	9,82	35,20	345,66
28	9,91	33,30	330,00
29	10,11	30,60	309,37
30	10,40	27,20	282,88
31	10,86	23,50	255,21
32	11,66	19,45	226,79
33	12,78	15,20	194,26
34	14,25	10,80	153,90
35	16,16	6,50	105,04
36	18,46	2,10	38,77
—	248,82	—	4.889,22

QUADRO V

LAMELAS	T	δ	T.δ
1	4,67	3,00	14,01
2	5,70	7,85	44,75
3	5,70	12,40	70,68
4	5,70	16,10	91,77
5	5,70	18,90	107,73
6	5,70	20,60	117,42
7	5,70	20,95	119,42
8	5,70	19,80	112,86
9	5,70	17,40	99,18
10	5,70	14,00	79,80
11	5,70	9,90	56,43
12	8,12	5,15	41,82
—	69,79	—	955,87

QUADRO VI

LAMELAS	T	δ	T.δ
13	8,12	7,50	60,90
14	5,70	14,50	82,65
15	5,70	20,90	119,13
16	5,70	26,60	151,62
17	5,70	31,20	177,84
18	5,70	34,50	196,65
19	5,70	35,85	204,35
20	5,70	35,60	202,92
21	5,70	33,75	192,38
22	5,70	30,60	174,42
23	5,70	26,30	149,91
24	5,70	21,50	122,55
25	5,70	16,20	92,34
26	5,70	10,80	61,56
27	8,12	5,40	43,85
—	90,34	—	2.033,07

Os termos de carga serão:

$$\frac{k_1^a}{H} = \frac{\sum_0^1 T \cdot \delta + \sum_0^1 G \cdot \delta}{H} \times \frac{l_1}{t^{B_1}}$$

$$\frac{k_2^b}{H} = \frac{\sum_0^2 T \cdot \delta + \sum_0^2 G \cdot \delta}{H} \times \frac{l^2}{t^{B_2}}$$

onde $t^{B_1} = 62,58$ m e $t^{B_2} = 88,10$ m tirados graficamente.

Adotamos $H = 50$ t (distância polar) e resultou:

$$\frac{k_1^a}{H} = 34,7 \text{ m} \quad \frac{k_2^b}{H} = 63 \text{ m}$$

Determinados os termos da carga, as operações gráficas se sucederam como no clássico método de Riter. Levamos ainda em conta o momento no apoio C, devido ao balanço que recebe a reação da viga simples intermediária.

4.3 — LINHAS DE INFLUÊNCIA

A ação da carga móvel foi estudada através das linhas de influência, traçadas para seções convenientemente espaçadas da viga.

Supondo a carga P - lt atuando em cada seção, os termos da carga correspondentes foram obtidos gráficamente da construção da linha elástica.

Para cada seção considerada, o termo de carga é o seguimento compreendido entre a vertical do apoio e a tangente à linha elástica neste ponto, medida na horizontal traçada pelo ponto de interseção da vertical da seção com a linha elástica.

Com os elementos gráficos obtidos foram traçadas as linhas de influência dos momentos fletores, esforços constantes a reação de apoio.

A carga móvel considerada foi a prescrita pelo Conselho Rodoviário Nacional, para pontes rodoviárias da classe I, que consta de um rôlo compressor de 24 t, um caminhão de 12 t e a carga uniformemente distribuída de 0,5 t/m². Colocando-se o rôlo compressor ao lado do caminhão e ambos no mesmo sentido e ainda, distribuindo-se a carga de multidão

no restante da ponte, foram obtidas as reações mais desfavoráveis que atuam sobre a viga. Essas reações, que integram o comboio fictício, constam de duas cargas concentradas, a primeira $P_1 = 16,65 t$ e a segunda, $P_2 = 11,2 t$ e da reação correspondente à carga de multidão, $q = 2,32 t/m$, que se situa a 1,50 m das cargas P_1 e P_2 para a direita e para a esquerda. Os coeficientes de impacto adotados de acordo com a NB-2 foram: para o vão de 31,50 m, de 1,24; para o vão de 40,00 m de 1,12 e finalmente para a viga simples intermediária, de 1,3.

Colocado o comboio fictício sobre as linhas de influência traçadas, nas posições mais desfavoráveis, foram obtidos os efeitos provenientes da carga móvel.

4.4 — ESFORÇOS SOLICITANTES TOTAIS

Somando-se algébricamente os esforços devidos à carga permanente e móvel, chegamos finalmente às envoltórias dos momentos fletores e esforços constantes bem como aos valores das reações máximas de apoio. Os Quadros VI, VII e VIII reúnem os resultados obtidos.

QUADRO VII
MOMENTOS FLETORES EM m.t.

SEÇÕES	CARGA PERMANENTE		CARGA MÓVEL		TOTAIS	
	+	-	+	-	MÁXIMOS	MÍNIMOS
I	200,00	—	167,01	52,51	+ 367,01	+ 147,49
II	330,00	—	300,81	87,40	+ 630,81	+ 242,60
III	345,00	—	371,90	176,08	+ 716,90	+ 168,92
IV	240,00	—	386,78	239,06	+ 626,78	+ 0,94
V	20,00	—	347,30	302,67	+ 367,30	— 282,67
VI	—	325,00	294,35	367,59	— 30,65	— 692,59
VII	—	810,00	277,25	425,93	— 532,75	— 1.235,93
B	—	1.435,00	294,76	671,02	— 1.141,00	— 2.106,02
VIII	—	840,00	206,87	430,12	— 633,13	— 1.270,12
IX	—	400,00	150,15	281,22	— 249,85	— 681,22
X	—	100,00	166,02	189,64	+ 66,02	— 289,64
XI	75,00	—	264,80	216,06	+ 339,80	— 141,06
XII	135,00	—	337,32	278,28	+ 472,32	— 143,28
XIII	80,00	—	367,76	356,49	+ 447,16	— 276,49
XIV	—	100,00	354,52	433,25	+ 254,52	— 533,25
XV	—	400,00	289,93	508,66	— 110,07	— 908,66
XVI	—	830,00	181,42	589,36	— 648,58	— 1.419,36
C	—	1.435,80	—	665,24	— 1.455,80	— 2.121,04
XVII	—	825,00	—	206,61	— 825,00	— 1.031,61
XVIII	—	360,00	—	99,83	— 360,00	— 459,83
XIX	—	—	—	—	—	—
XX	115,00	—	78,10	—	193,10	—
XXI	200,00	—	156,20	—	356,20	—
XXII	230,00	—	177,50	—	407,50	—

QUADRO VIII
ESFORÇOS CORTANTES EM TONELADAS

SEÇÕES	CARGA PERMANENTE		CARGA MÓVEL		TOTAIS			
	+	-	+	-	MÁXIMOS	MÍNIMOS		
A ^d	115,00	—	59,30	15,00	+	174,30	+	100,00
I	94,00	—	46,46	16,73	+	140,46	+	77,27
II	60,00	—	37,10	20,55	+	97,10	+	39,45
III	30,00	—	27,86	27,57	+	57,86	+	2,43
IV	5,00	—	20,47	36,85	+	25,47	—	31,85
V	—	16,00	14,94	45,80	—	1,06	—	61,80
VI	—	53,50	11,36	55,26	—	42,14	—	108,76
VII	—	92,00	10,30	65,27	—	81,70	—	157,27
B ^e	—	135,00	9,93	75,70	—	125,57	—	211,20
B ^d	175,50	—	76,27	20,42	+	251,77	+	155,08
VIII	132,00	—	66,12	20,58	+	198,12	+	111,42
IX	94,00	—	58,32	21,15	+	152,32	+	72,85
X	65,00	—	49,77	22,12	+	114,77	+	42,88
XI	33,00	—	41,67	23,56	+	74,67	+	9,44
XII	2,00	—	33,48	25,77	+	35,48	—	23,77
XIII	—	24,00	25,74	28,82	+	1,74	—	52,82
XIV	—	56,00	18,88	30,41	—	37,12	—	86,41
XV	—	85,00	12,81	38,62	—	72,19	—	123,62
XVI	—	124,00	7,34	48,20	—	116,66	—	172,20
C ^e	—	175,50	6,73	58,90	—	168,77	—	234,40
C ^d	166,95	—	72,45	—	+	239,40	+	166,95
XVII	124,00	—	63,05	—	+	187,05	+	124,00
XVIII	85,00	—	53,70	—	+	138,70	+	85,00
XIX ^e	56,00	—	41,85	—	+	97,85	+	56,00
XIX ^d	51,30	—	42,10	—	+	93,40	+	51,30
XX	32,00	—	30,88	4,32	+	62,88	+	27,68
XXI	16,00	—	23,12	7,96	+	39,12	+	8,04
XXII	5,00	—	22,16	22,16	+	27,16	—	17,16

QUADRO IX
REAÇÕES DE APOIO EM TONELADAS

SEÇÕES	CARGA PERMANENTE		CARGA MÓVEL		TOTAIS	
	+	-	+	-	MÁXIMOS	MÍNIMOS
A	117,59	—	59,30	15,00	176,89	102,59
B	316,70	—	112,50	24,10	429,20	292,60
C	348,15	—	104,10	7,15	452,25	341,00

Com os valores constantes dos Quadros VI e VII construímos as envoltórias do momento fletores e dos esforços cortantes totais e em seguida foram calculadas as armações para cada seção, obtendo-se os pontos que permitiram traçar a linha dos momentos resistentes, determinando-se o comprimento dos ferros de modo a que essa linha cobrisse a curva dos momentos solicitantes. A distribuição das barras curvadas e dos estribos foi feita por intermédio da curva dos esforços cortantes longitudinais.

4.5 — VERIFICAÇÃO DAS TENSÕES

O Quadro IX abaixo resume os resultados encontrados na verificação das taxas de trabalho do concreto e do ferro:

QUADRO IX

SEÇÃO	T _c (kg/cm ²)	T _f (kg/cm ²)
III	101	1.350
B	73	1.400
XII	66	1.390
C	75	1.410
XXII	70	1.410

Braço de alavanca das forças internas:

$$z = 190 - \frac{18 \times 282}{3 \times 194} = 181,3 \text{ cm}$$

Tensão de tração do ferro:

$$G_f = \frac{40750}{181,3 \times 158} = 1,41 \text{ t/cm}^2$$

Tensão de compressão no concreto:

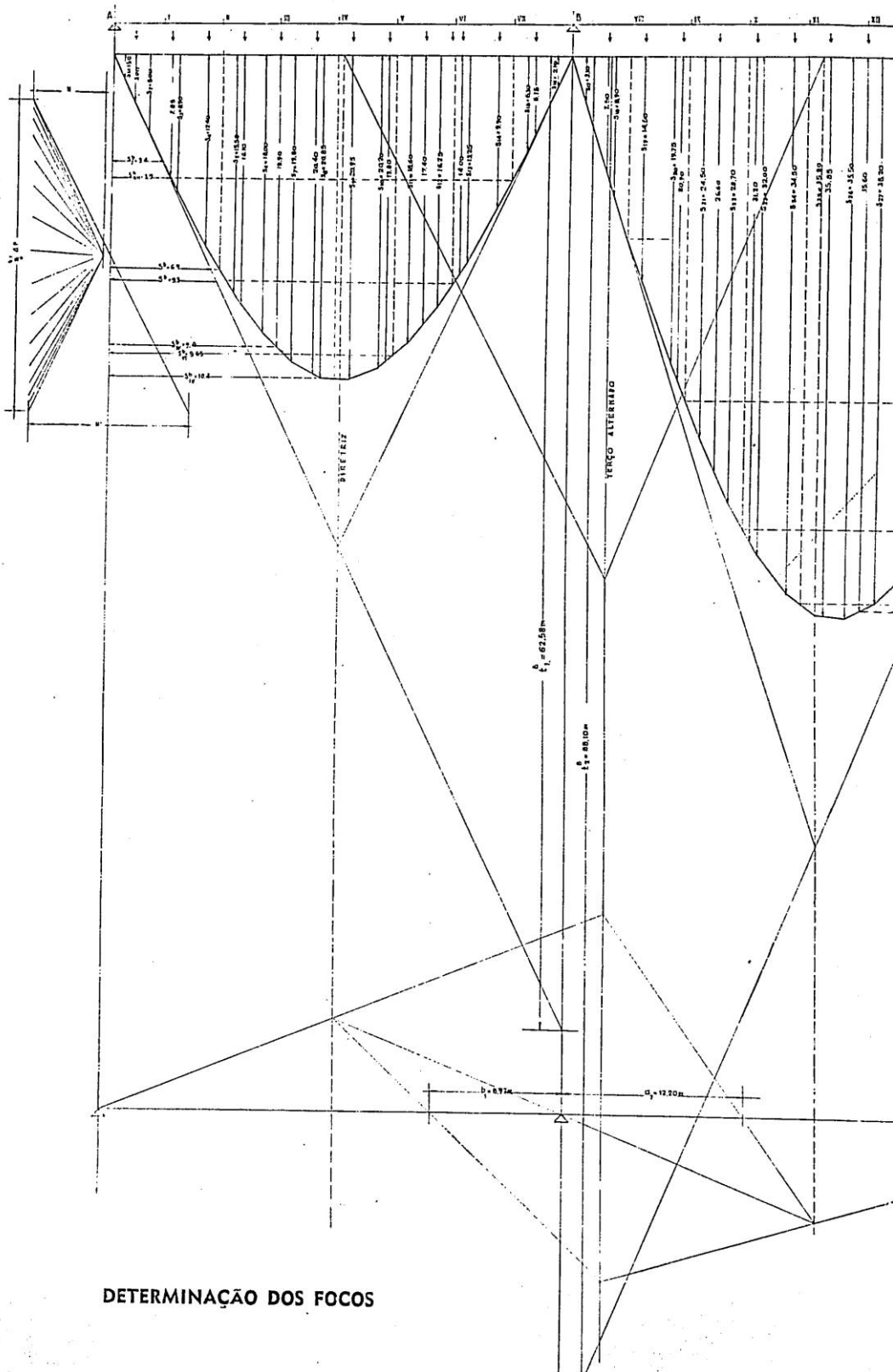
$$G_c = \frac{1,41 \times 106}{15 \times 144} = 0,070 \text{ t/cm}^2$$

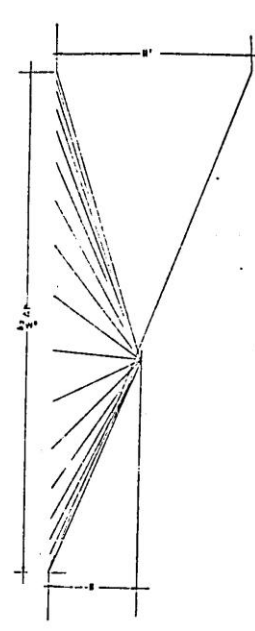
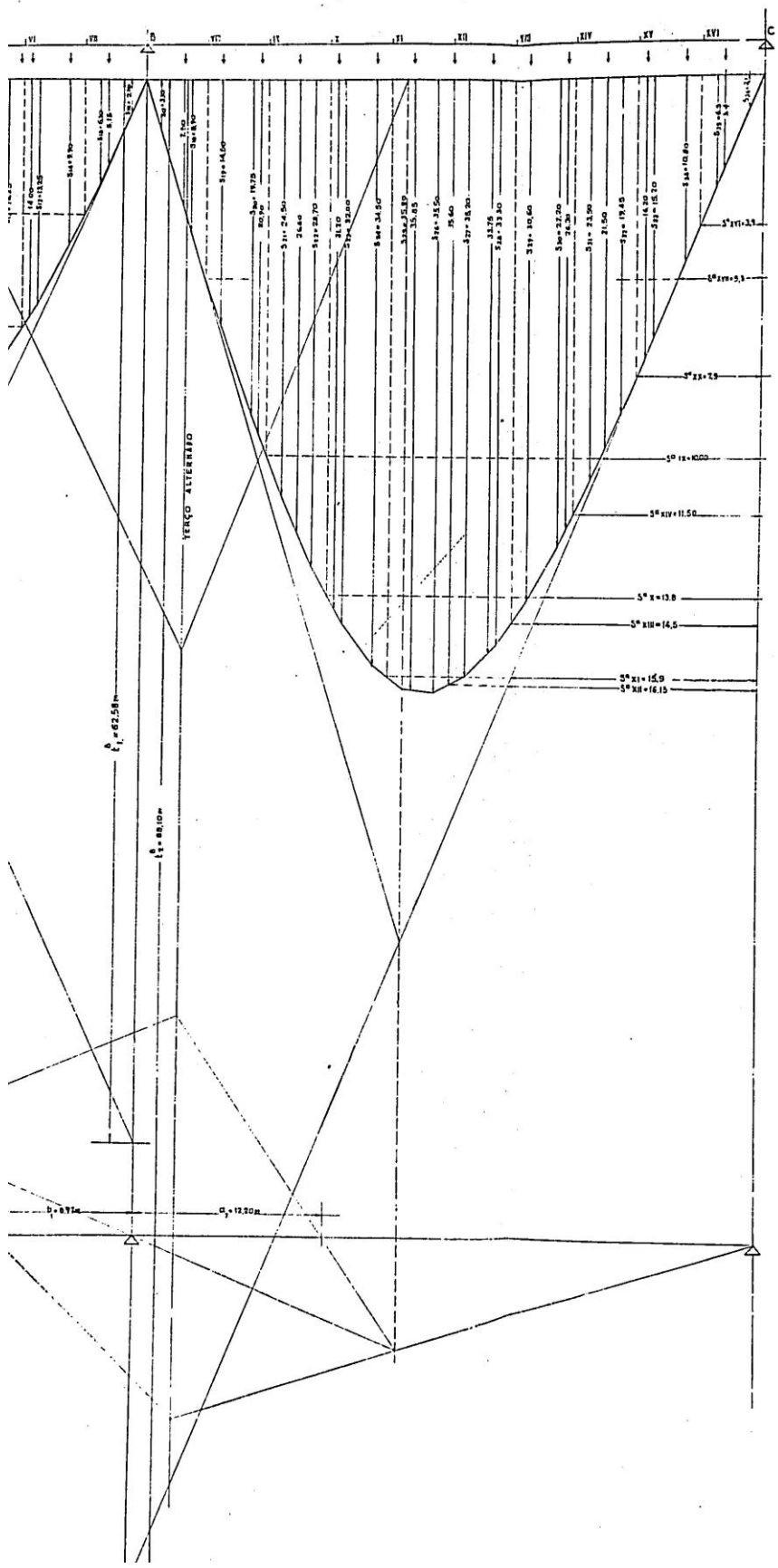
5 — VIGAS SECUNDÁRIAS, LAJES E PARAPEITOS

A pista de rolamento tem 7,20 m de largura útil. Guarda-rodas de 35 cm de largura e parapeitos de 80 cm de altura garantem lateralmente o tabuleiro, sobre o qual foram ainda previstos ralos distantes de 20,00 m que permitem o escoamento das águas pluviais.

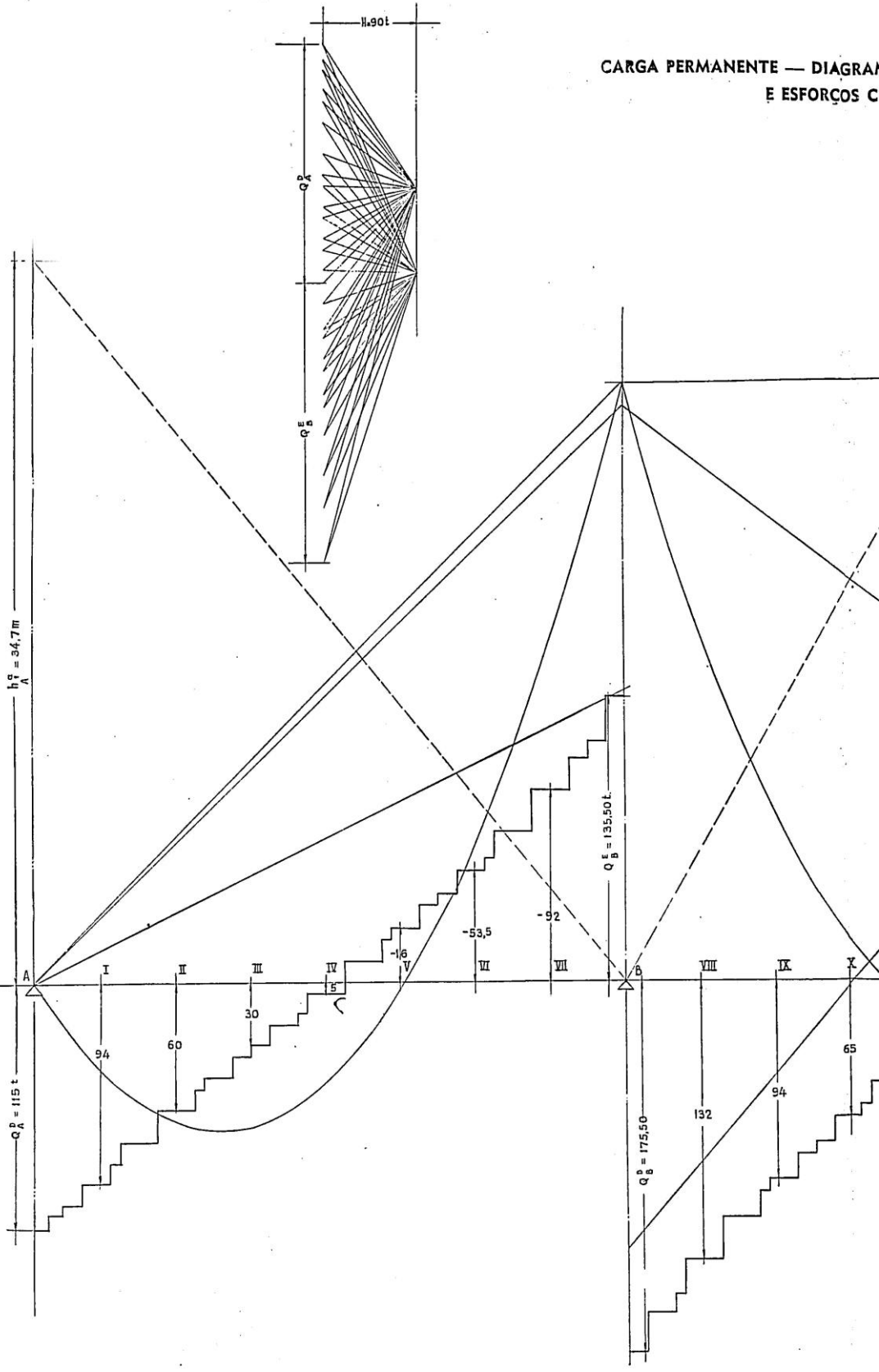
As travessas, espaçadas em média de 2,50 m, têm 25 x 90 cm² e foram calculadas como vigas simplesmente apoiadas tendo-se armado os extremos, onde elas se apoiam sobre as vigas principais, com uma ferragem suficiente para combater um momento negativo igual a um terço do momento máximo positivo, conforme prescreve a NB-2, art. 21. Além da carga permanente foi considerada a carga móvel correspondente à ação do peso da roda dianteira do rôlo compressor de 24 t. Os esforços devidos à carga móvel foram obtidos por intermédio das linhas de influência, que foram traçadas para diversas seções ao longo da viga. Obtidas as envoltórias dos momentos fletores e dos esforços cortantes foram calculadas para todas as seções as superfícies de ferro necessárias para combaterem a todos os esforços solicitantes, tendo-se feito a distribuição dos estribos e barras curvadas pela curva dos esforços cortantes longitudinais. As lajes, que possuem 18 cm de espessura, foram calculadas pelo processo indicado por B. Löser, como vigas contínuas com 1 m de largura, respeitado o disposto no art. 2 da NB-2. A carga móvel considerada foi a mesma que a acima citada para as travessas. Além da ferragem principal constituída por barras de 1/2", foram colocadas barras de distribuição de 3/8" no sentido transversal.

Os parapeitos foram armados para resistirem à ação de uma carga horizontal de 80 kg/m aplicada no corrimão conforme recomenda a NB-2, art. 17.

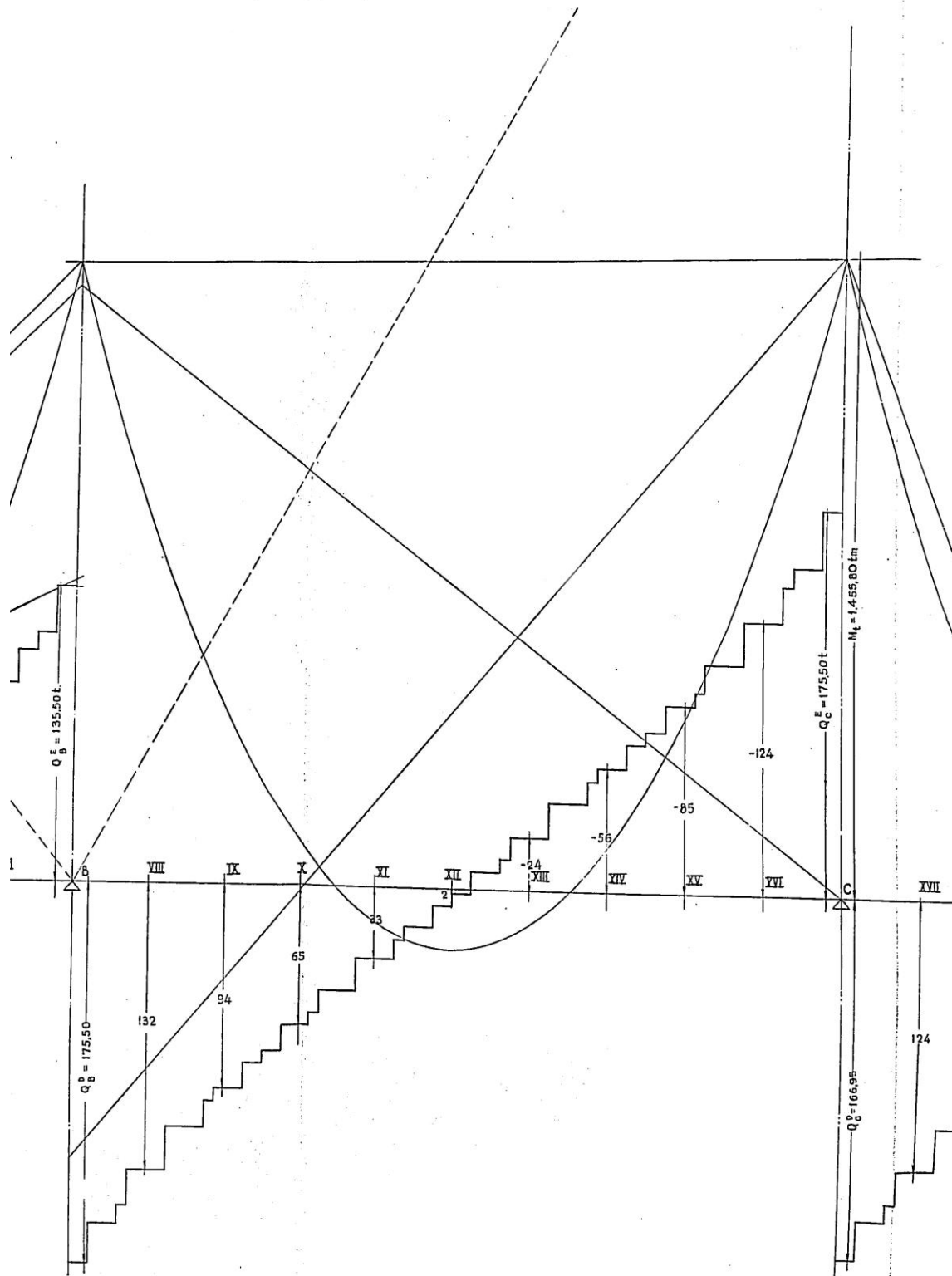




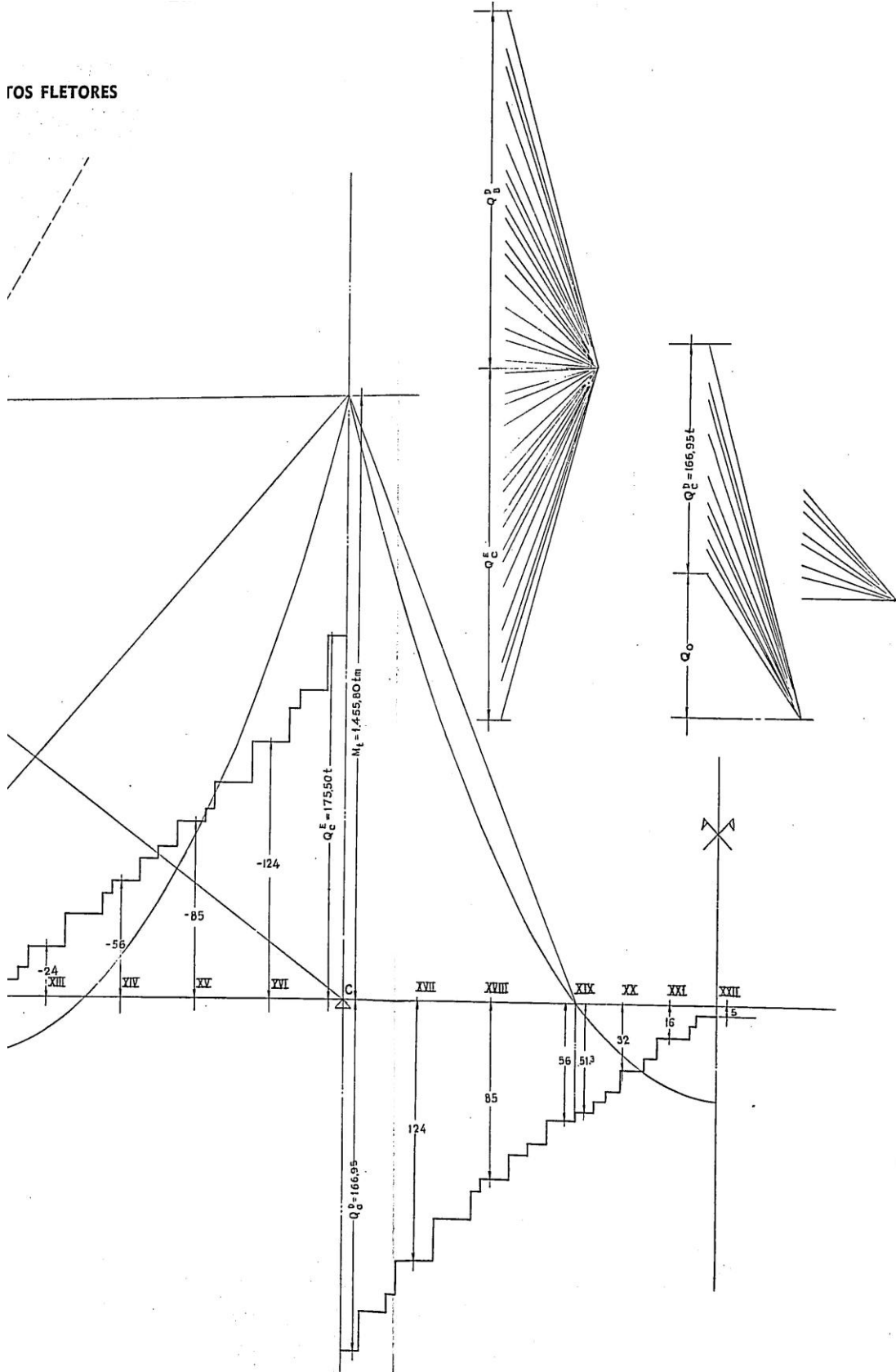
CARGA PERMANENTE — DIAGRAMA
E ESFORÇOS C

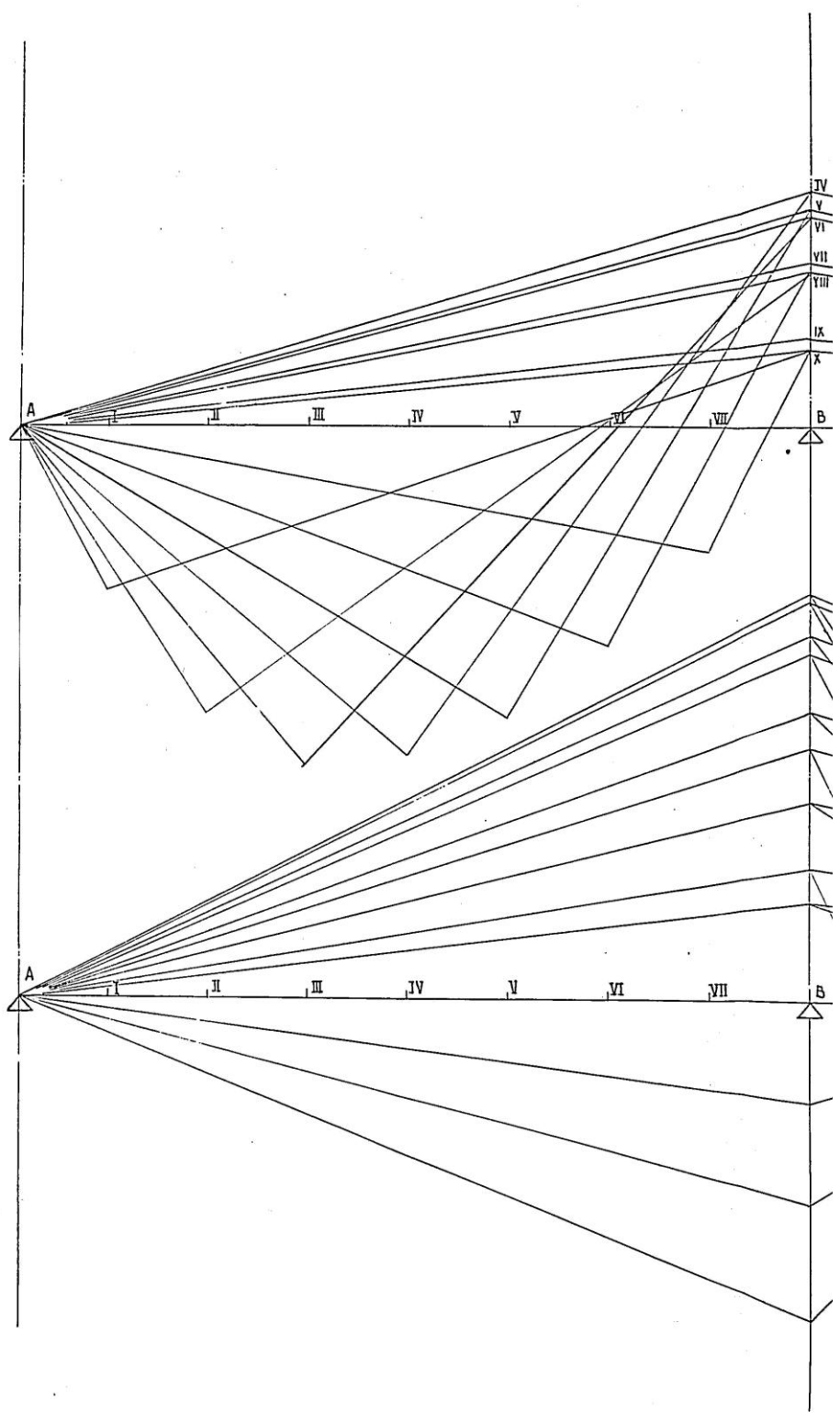
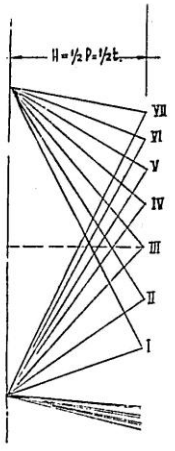


CARGA PERMANENTE — DIAGRAMA DOS MOMENTOS FLETORES
E ESFORÇOS CORTANTES

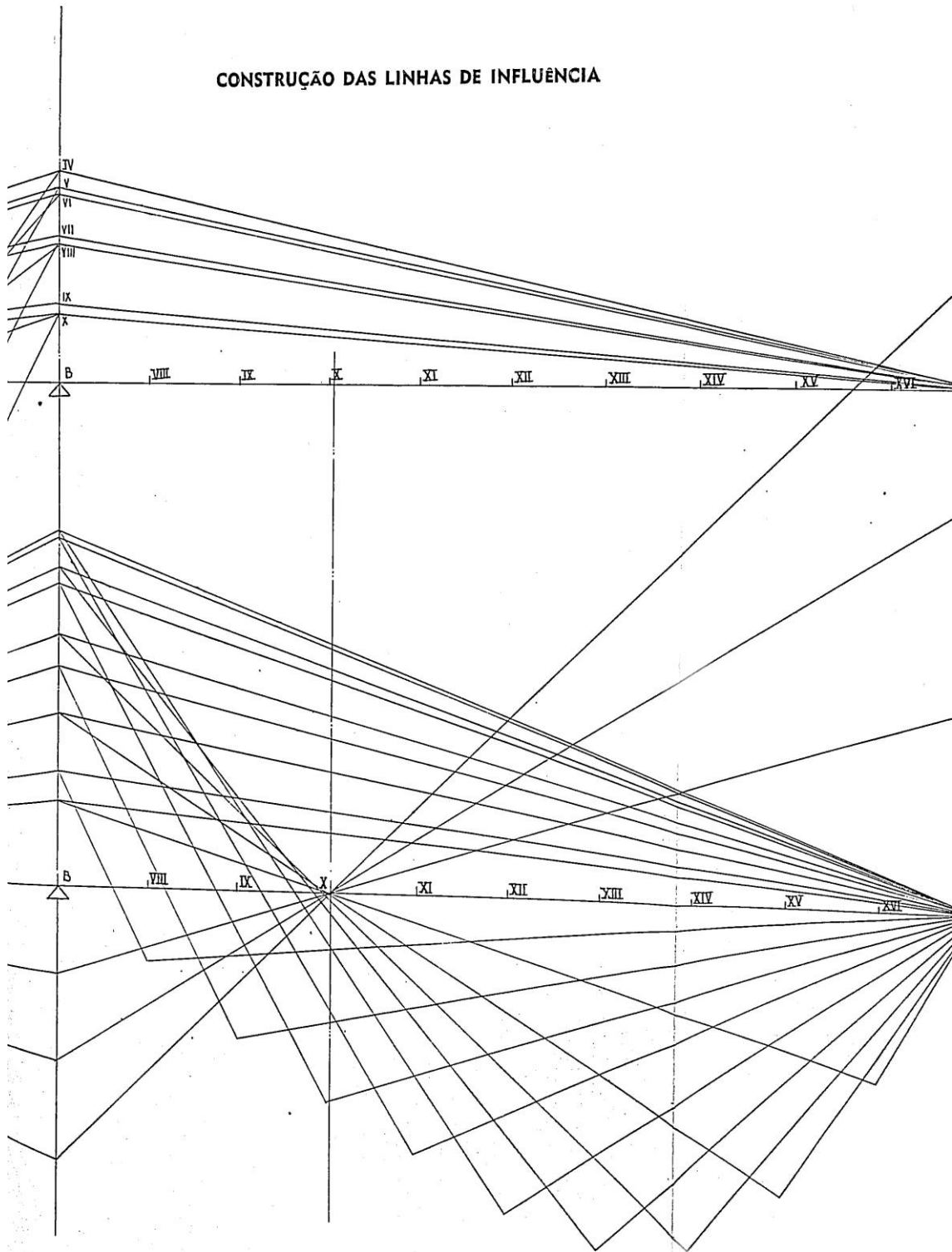


OS FLETORES

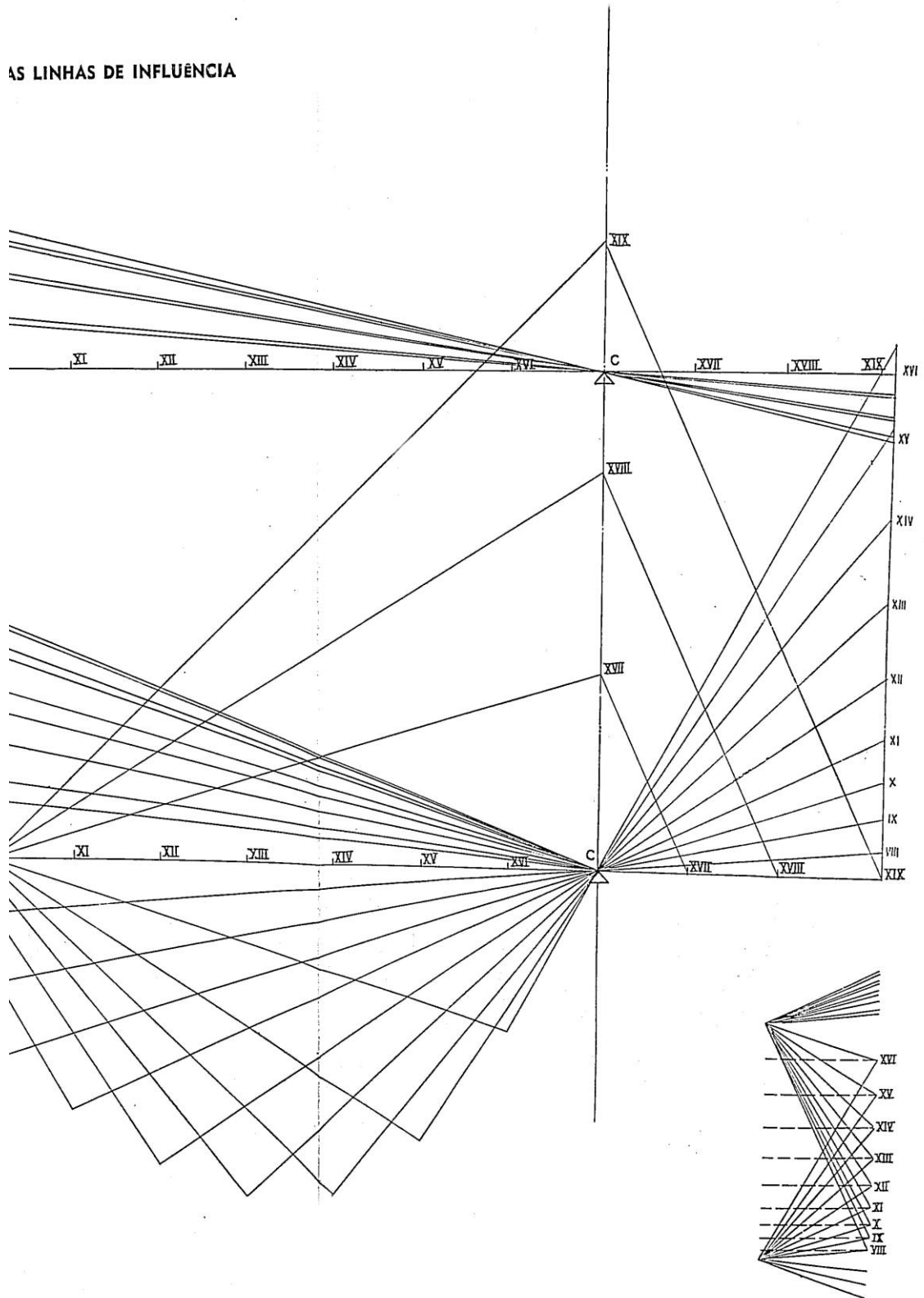


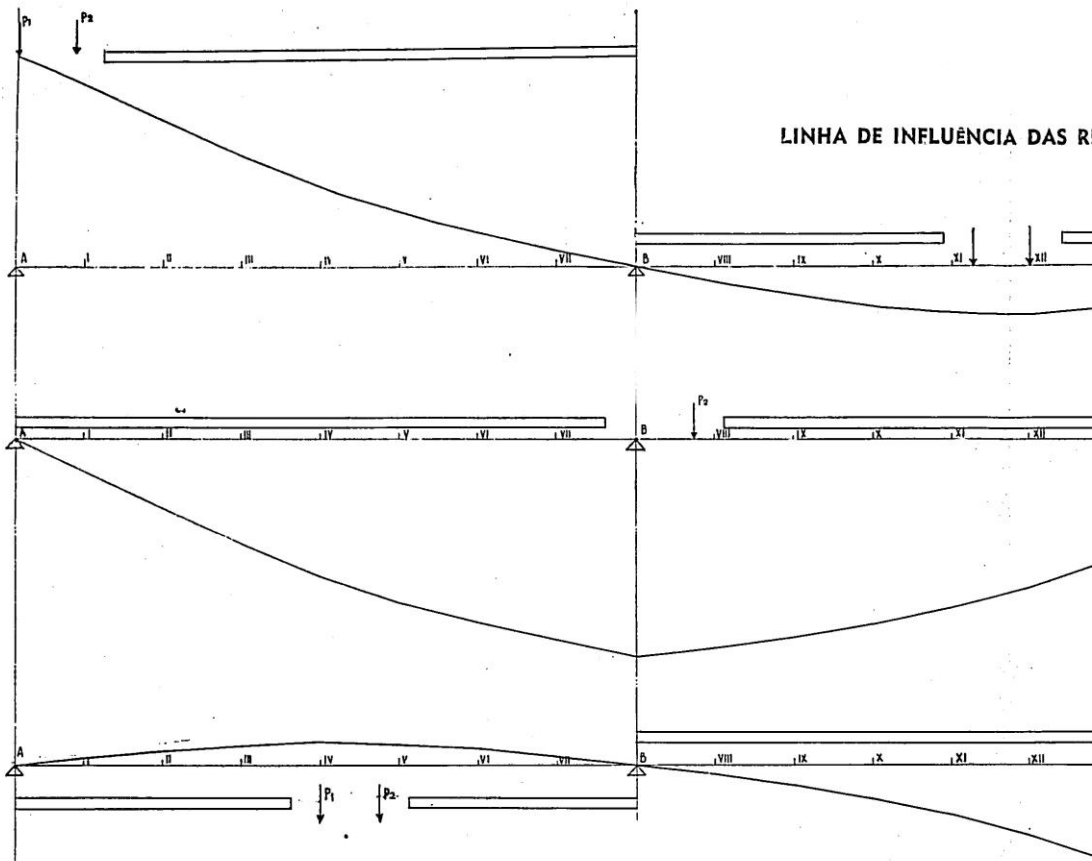


CONSTRUÇÃO DAS LINHAS DE INFLUÊNCIA



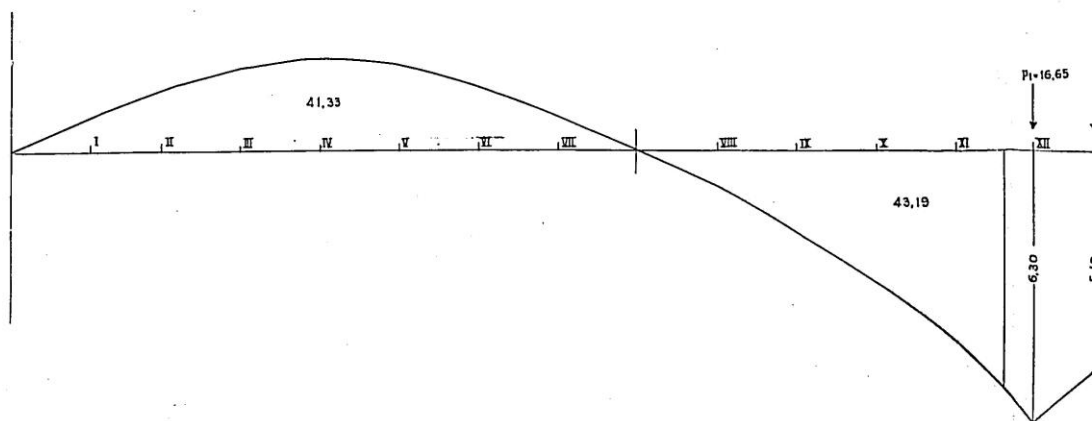
AS LINHAS DE INFLUÊNCIA



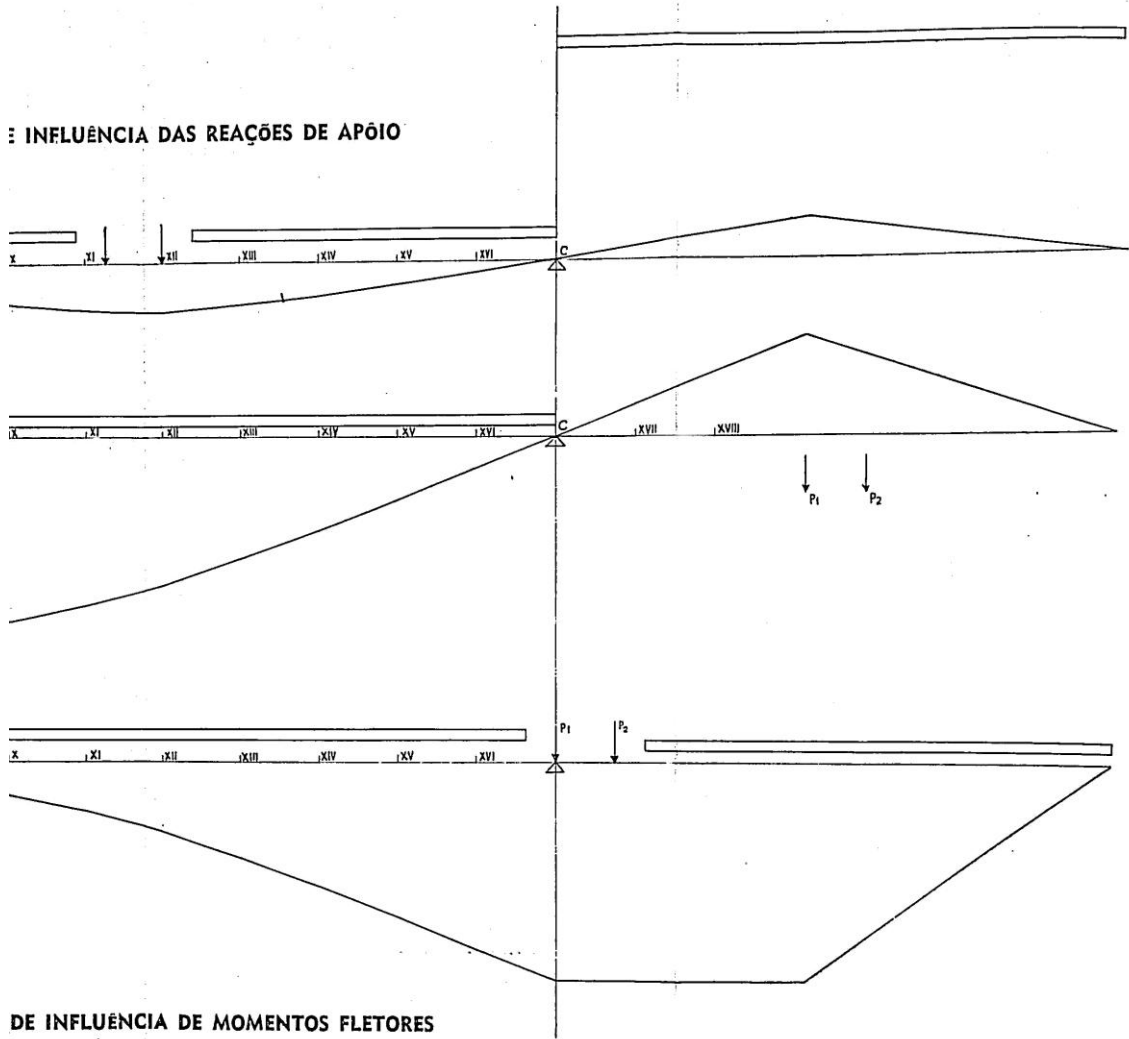


LINHA DE INFLUÊNCIA DAS R

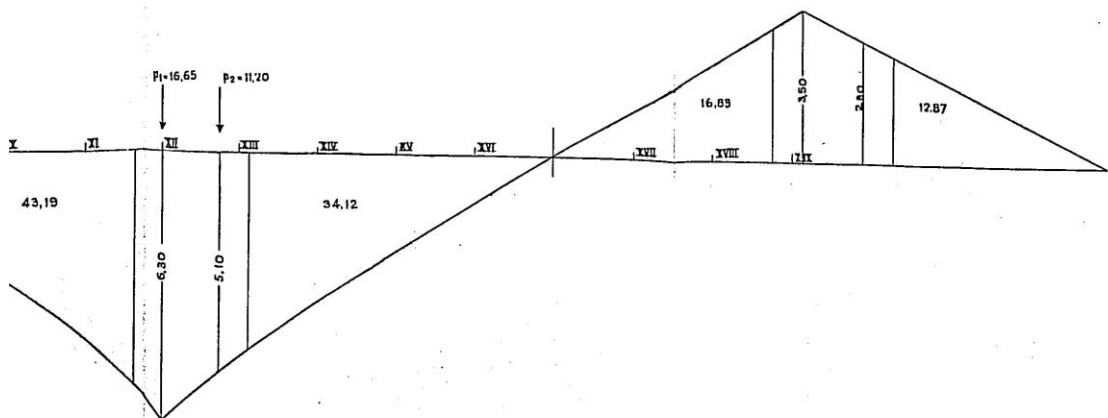
LINHAS DE INFLUÊNCIA DE A



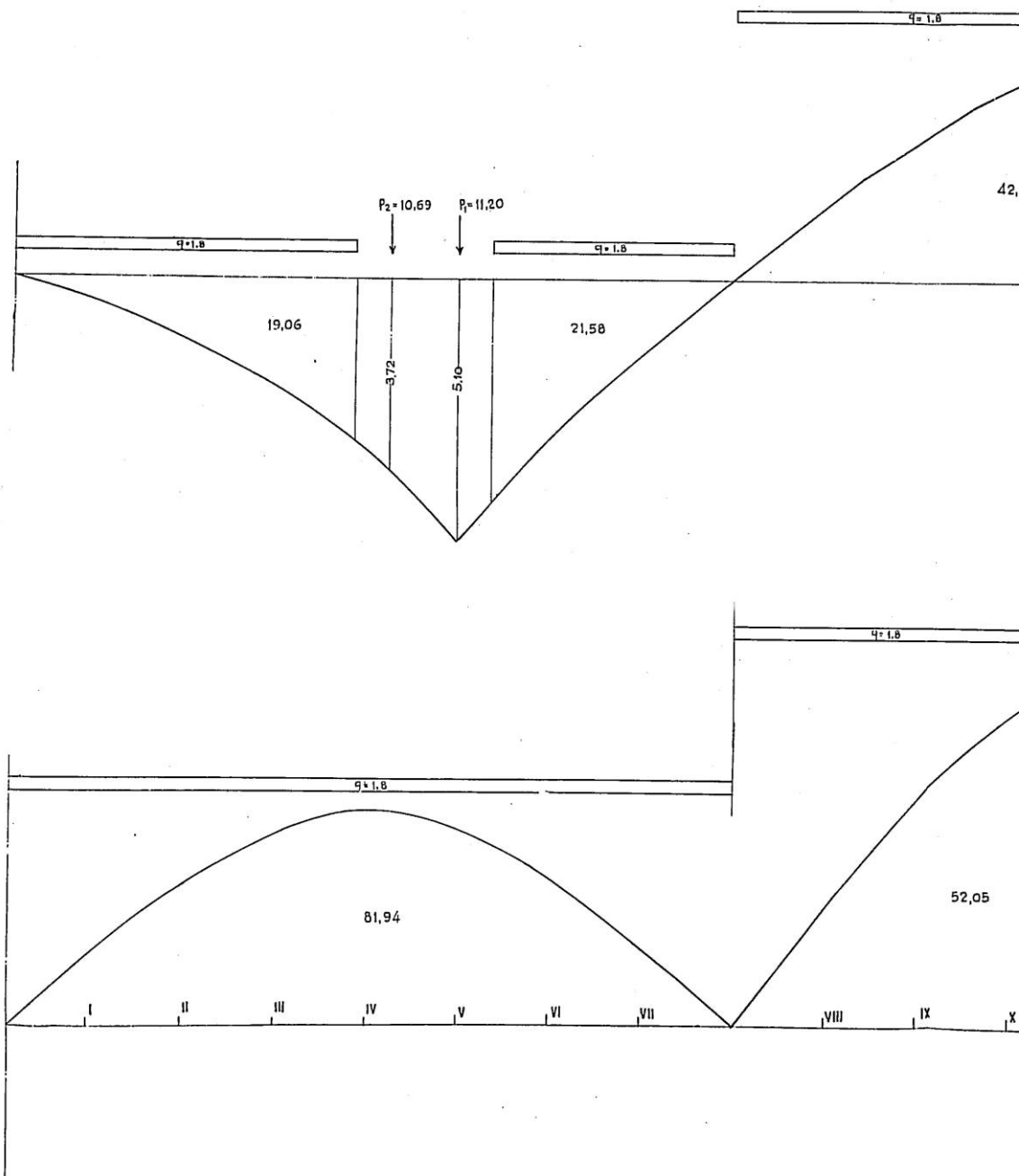
INFLUÊNCIA DAS REAÇÕES DE APÓIO



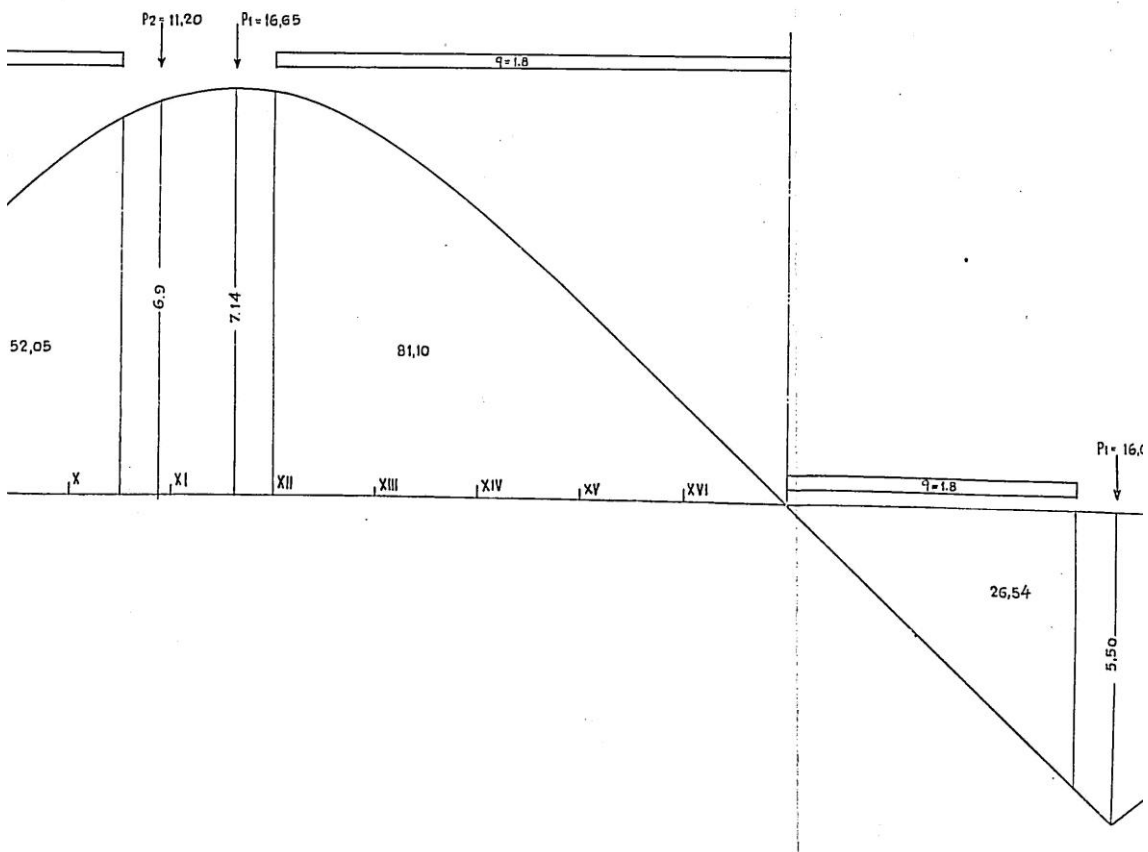
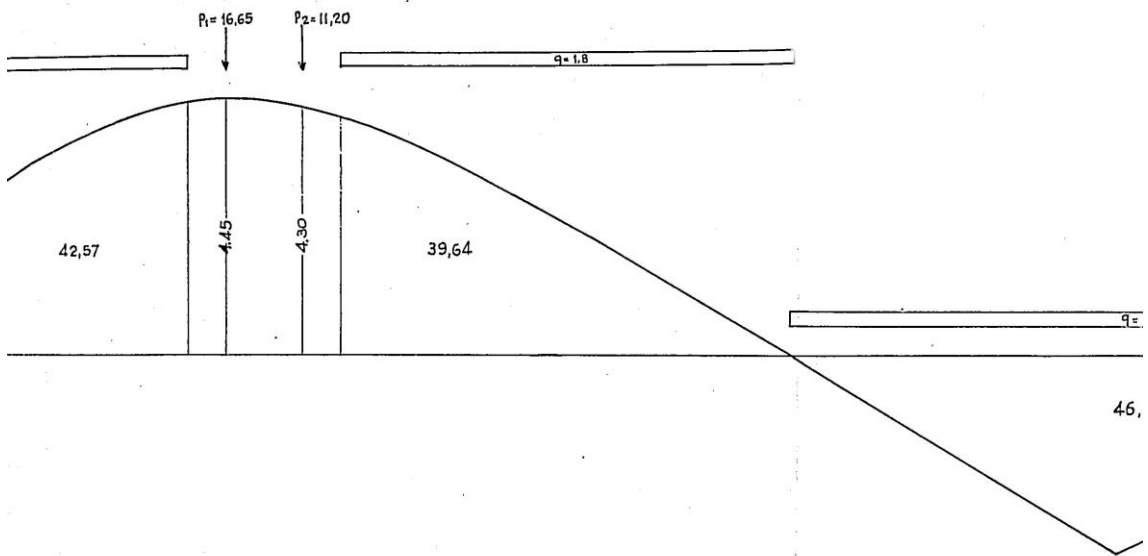
DE INFLUÊNCIA DE MOMENTOS FLETORES



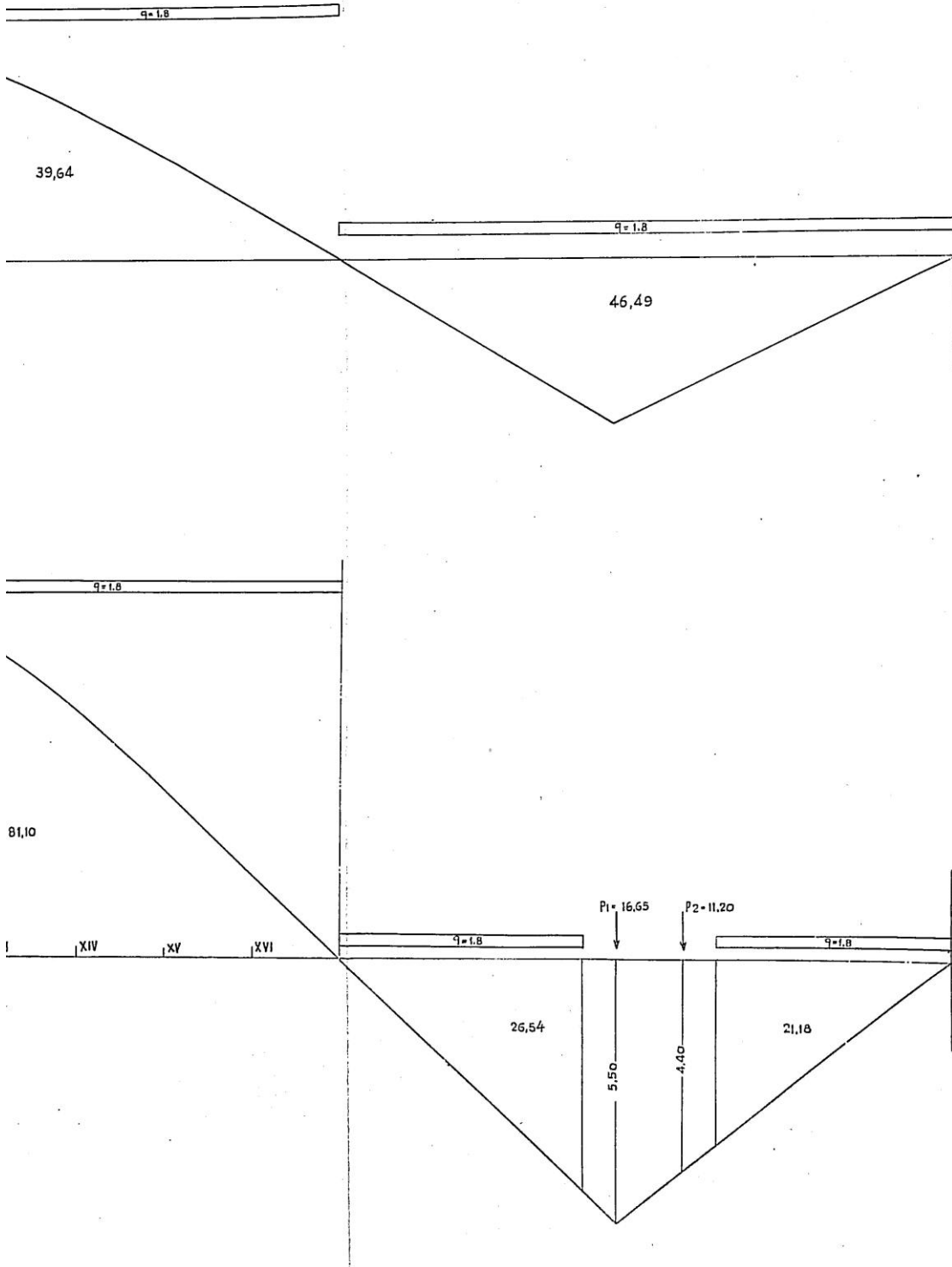
LINHAS I

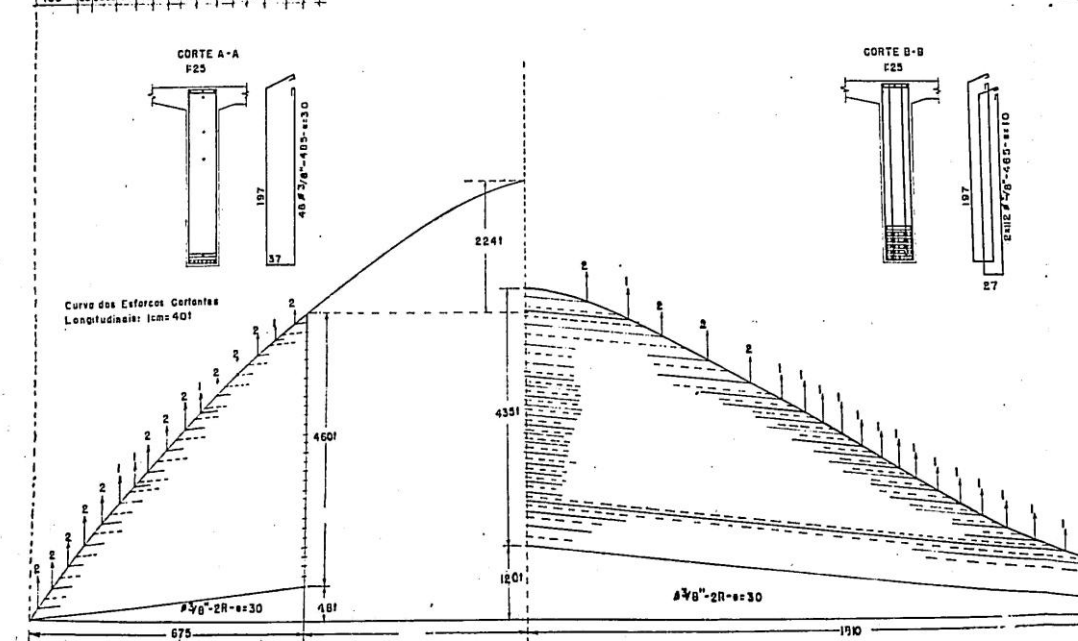
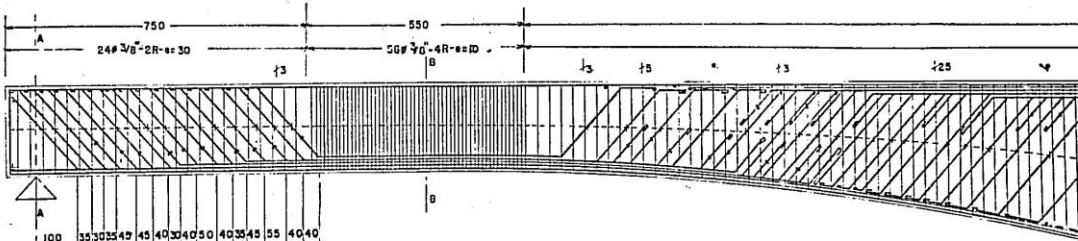
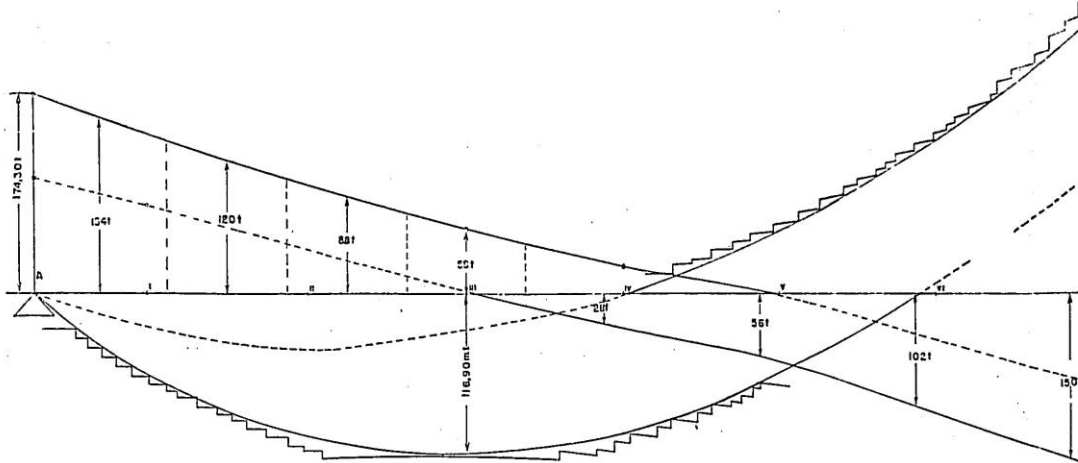


NHAS DE INFLUENCIA DE MOMENTOS FLETORES

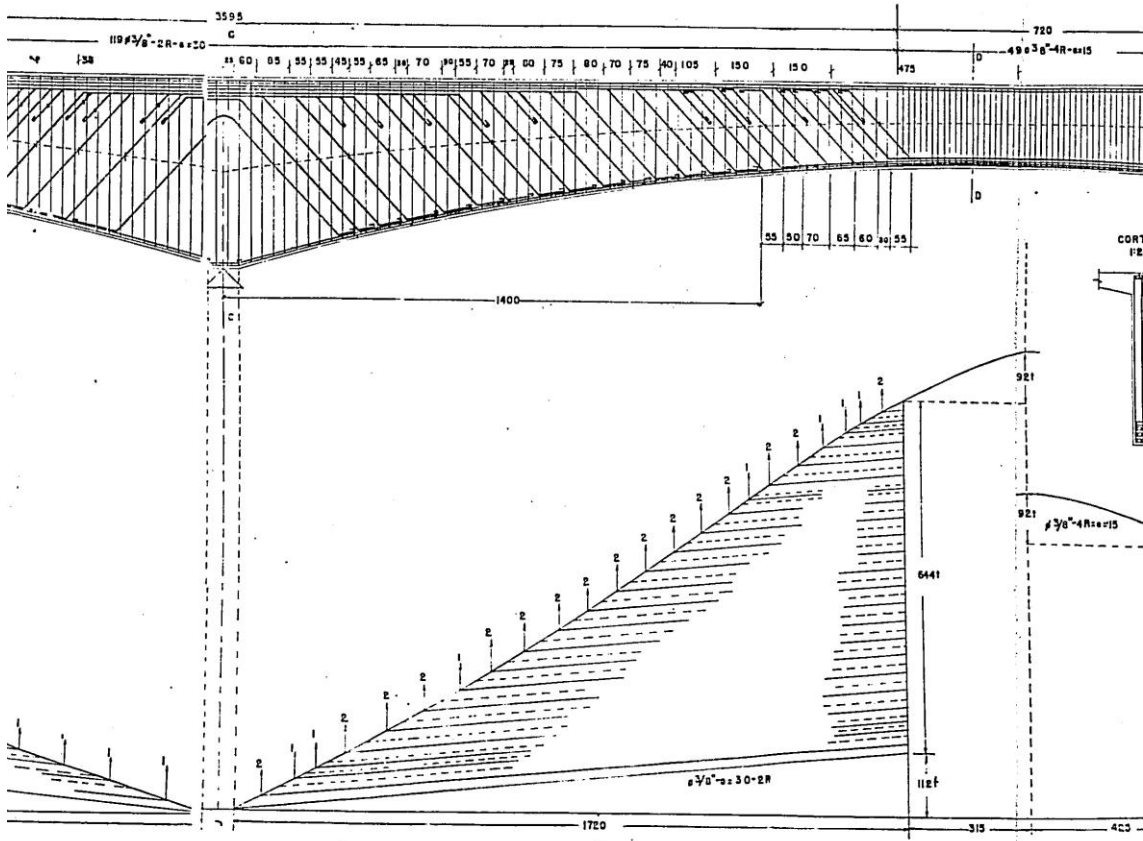
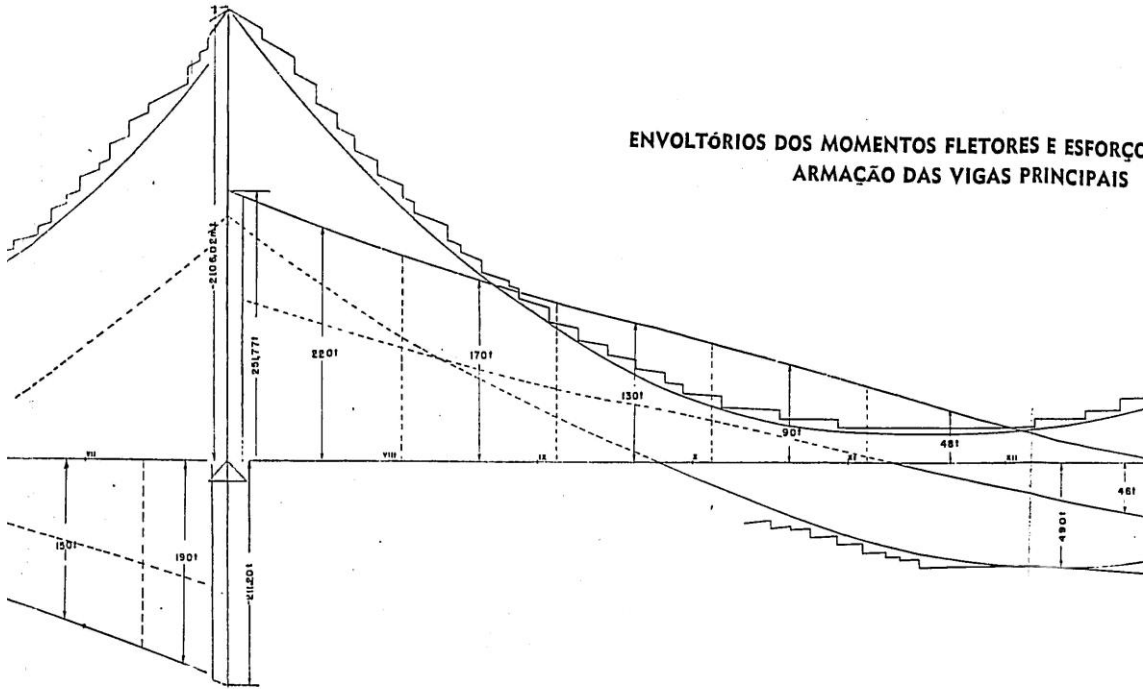


FLETORES

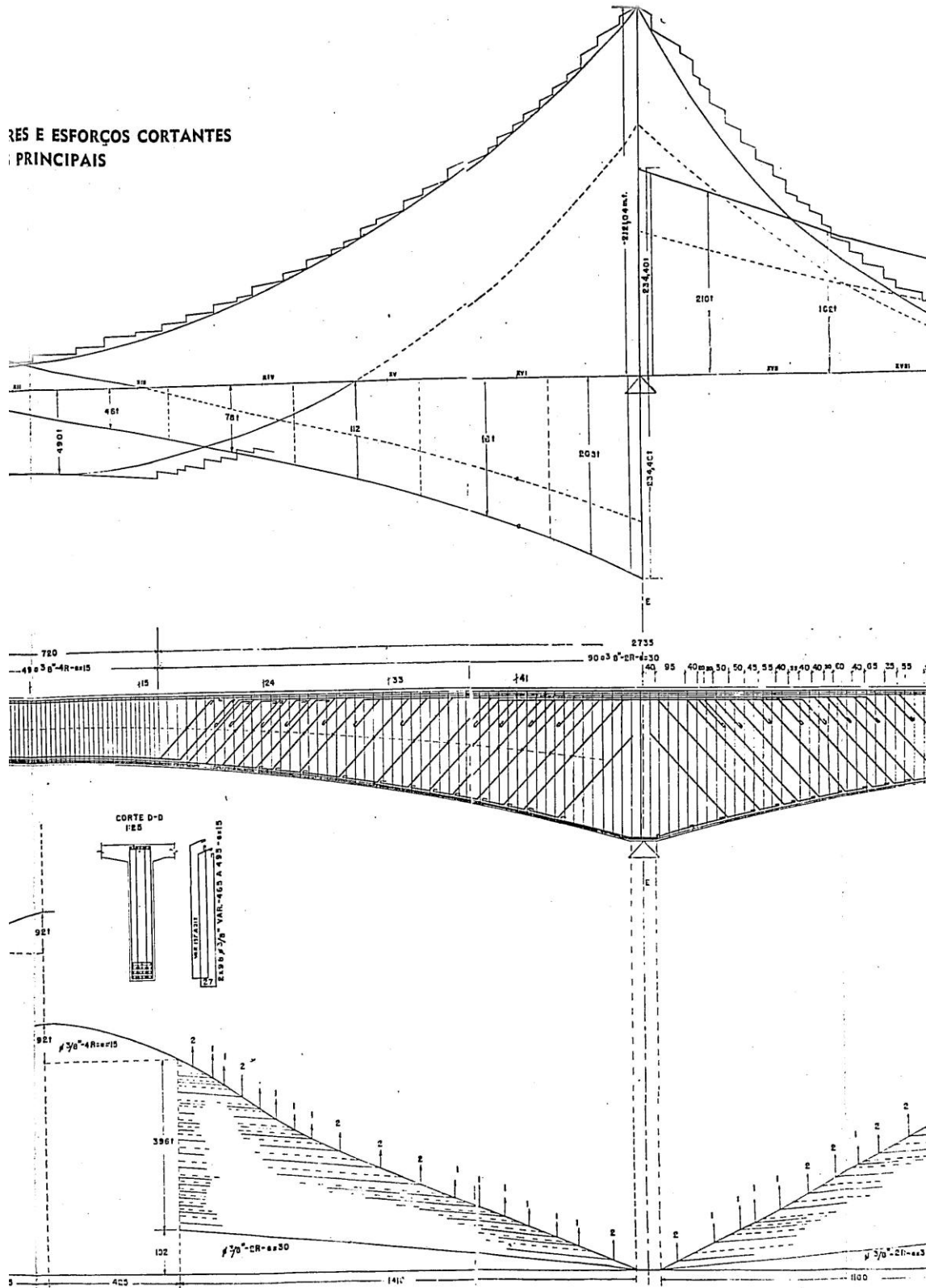


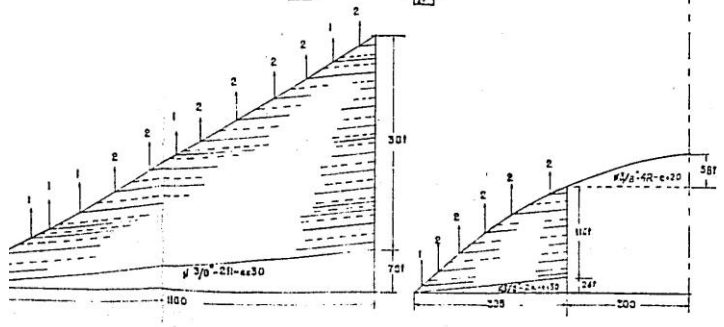
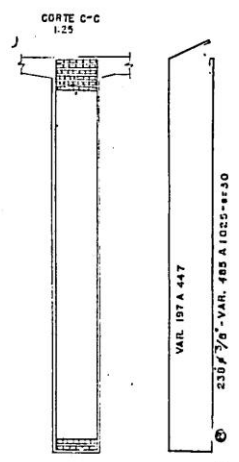
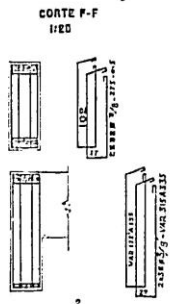
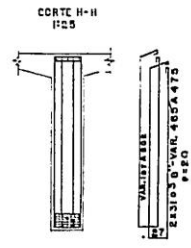
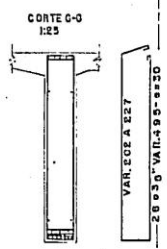
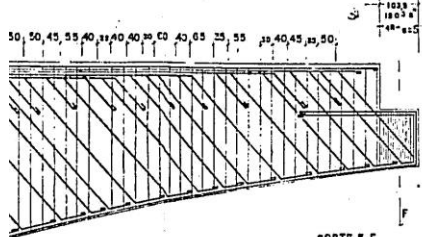
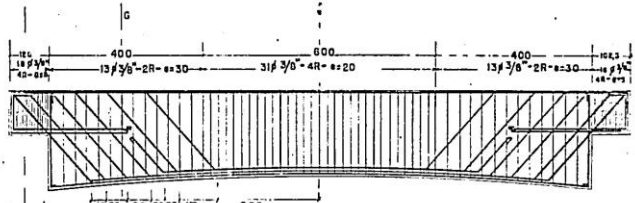
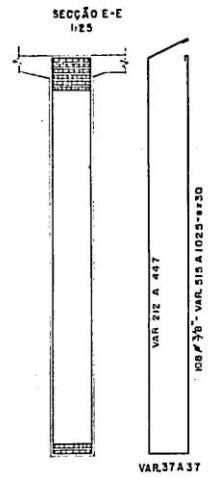
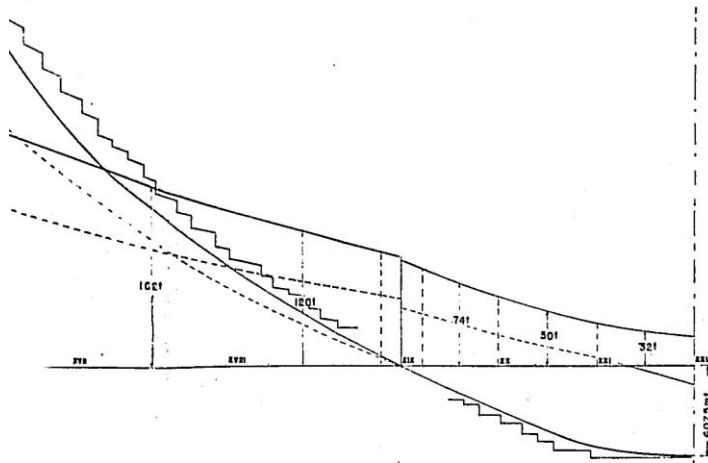


**ENVOLTÓRIOS DOS MOMENTOS FLETORES E ESFORÇ
ARMAÇÃO DAS VIGAS PRINCIPAIS**



**RES E ESFORÇOS CORTANTES
PRINCIPAIS**





NOTÍCIAS DIVERSAS

"Nesta seção pretendemos reunir notícias sumárias que possam interessar aos técnicos dedicados às especialidades previstas para o campo de atuação do D.N.O.C.S. 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 D.N.O.C.S." informações sobre fatos especiais verificados em seu trabalho diário cuja publicação deva ser feita neste Boletim".



— CONSTRUÇÃO DO BOA ESPERANÇA

EDITAL DE CONCORRÊNCIA

N.º 1-60

Concorrência para a execução da primeira etapa dos serviços e obras civis da Represa e Usina da Boa Esperança, no Rio Parnaíba, Estado do Piauí.

I — OBJETO DA CONCORRÊNCIA

Os trabalhos a executar, objeto da presente Concorrência, consistirão do conjunto de obras e serviços para construção da Represa e Usina da Boa Esperança, assim resumidos: instalação do Canteiro de Obras, desvio do rio, escavações em rochas e em terra, obras de concreto, compactação do maciço da barragem, obras necessárias à instalação da Usina e acabamento das obras em geral.

II — OBRAS PREVISTAS

As obras previstas constam do Canteiro de Obras, compreendendo transporte de máquinas, construção do acampamento, oficinas e escritórios, montagem do equipamento de serviço e de oficina, depósitos de combustível, de materiais e armazéns, estradas de serviço etc; barragem principal compreendendo ensecadeiras, escavações, transporte e apiloamento de terra, obras de concreto, esgotamento das fundações etc.; obras de descarga das enchentes compreendendo, numa solução o túnel e o vertedouro na barragem auxiliar, na outra solução, barragem mista com um trecho central de concreto e local para comportas de fundo e de setor; casa-de-fôrça constante de uma estrutura de concreto armado, para instalar um conjunto de 4 (quatro) unidades geradoras, compreendendo inclusive a tomada d'água etc.; estrutura para a subestação elevadora completa, até os bornes de saída.

Mesmo que não tenha sido citado explicitamente, fica entendido que se considera como obrigatória a previsão de qualquer outro serviço necessário para o bom acabamento da obra motivo da presente concorrência.

III — DESENHOS E ESPECIFICAÇÕES

O DNOCS colocará à disposição das firmas concorrentes, uma coleção de desenhos, plantas e especificações relativas à presente concorrência, compreendendo:

- 1) Instrução Gerais para Construção das Barragens de Terras (DNOCS).
- 2) Normas gerais para a execução das obras civis;
- 3) Cômputos métricos da obra (estimativa para efeito de comparação das propostas.
- 4) Descrição geral da obra, acompanhada de um conjunto de desenhos esclarecedores;
- 4) Descrição geral da obra, acompanhada de preços unitários;
- 5) Lista dos diferentes tipos de obras e serviços para os quais deverão ser apresentados os preços unitários

Esta documentação ficará à disposição das firmas interessadas, podendo ser adquirida mediante recibo de pessoa credenciada pela firma construtora, uma (1) só cópia de cada à Av. Nilo Peçanha n.º 155, 2.º andar, Rio de Janeiro (Gb), entre os dias 12 e 30 do corrente mês, mediante a apresentação de guia de recolhimento ao Tesouro Nacional, de Cr\$ 5.000,00 (cinco mil cruzeiros).

IV — CONDIÇÕES GERAIS

As firmas que desejarem apresentar proposta para a presente Concorrência, deverão juntar documentação hábil que comprove:

- a) Ser firma brasileira, com diretores, técnicos e capital nacional, na forma da Lei;
- b) Ter o Capital Social realizado, até 30 (trinta) dias antes da publicação do presente Edital, igual ou superior a Cr\$ 100.000.000,00 (cem milhões de cruzeiros), importância esta inferior a 10% (dez por cento) do custo total estimado para as obras civis;

c) Ter executado nos últimos 5 (cinco) anos, obra da mesma natureza e vulto, da qual deverá apresentar dossiê de projeto e especificações, demonstrando cabalmente plena experiência em bargagens de concreto e terra;

d) Possuir e declarar dispor para colocação no canteiro de obras, progressivamente, de todo o equipamento de construção civil, em perfeito estado de funcionamento, necessário à execução dos serviços. Esse equipamento deve incluir as máquinas indispensáveis relacionadas no anexo das especificações.

Os proponentes deverão apresentar juntamente com o Cronograma pormenorizado de Execução de Serviços uma tabela de frequência mensal dos equipamentos e sua distribuição pelos diversos setores da obra, demonstrando a exequibilidade do cronograma proposto.

Deverão apresentar também descrição pormenorizada do canteiro de obras incluindo instalações de serviço, oficinas, acampamentos etc., dentro do esquema do cronograma acima especificado.

A Comissão Julgadora desclassificará as propostas que não apresentarem perfeita consonância entre o programa de execução dos serviços e a tabela de frequência mensal dos equipamentos;

e) Depósito em moeda corrente ou em títulos da Dívida Pública, no Tesouro Nacional ou em Caixa Econômica Federal, de caução na importância de Cr\$ 10.000.000,00 (dez milhões de cruzeiros), para garantia da Proposta e assinatura do Contrato de construção da Represa e Usina da Boa Esperança. O referido depósito será devolvido, respectivamente e cada firma perdutora, somente após o registro pelo Tribunal de Contas do Contrato com a firma vencedora;

f) Apresentação da proposta em seu nome exclusivo. Serão anuladas as propostas apresentadas por consórcio integrado por 2 (duas) ou mais firmas;

g) Apresentação de atestado firmado por estabelecimento bancário de Capital igual ou superior a Cr\$ 200.000.000,00 (duzentos milhões de cruzeiros), onde se declare ter a proponente idoneidade financeira para a execução de obras e serviços cujo vulto financeiro seja da ordem de Cr\$ 2.000.000.000,00 (dois bilhões de cruzeiros), para execução em 40 (quarenta) meses.

V — PROJETO EXECUTIVO

O Projeto Executivo será elaborado a partir do projeto fornecido para efeito da concorrência. Esse Projeto será desenvolvido e os seus desenhos executados progressivamente, de acordo com as necessidades da obra, sendo previamente submetido à aprovação do DNOCS. Os desenhos do Projeto Executivo abrangerão todos os detalhes das obras civis, cálculos estáticos, cálculos de concreto armado (inclusive formas e ferragens), canalizações d'água, ar, eletricidade, esgotos, drenagem, iluminação, além de outros pormenores necessários ao acabamento da obra.

A elaboração do Projeto Executivo não importará em nenhum ônus para o DNOCS sendo de exclusiva responsabilidade da firma empreiteira, mesmo quando esta julgue necessária a consulta a especialistas.

A proponente deverá indicar:

a) nomes dos técnicos projetistas responsáveis pelo trabalho, acompanhados dos respectivos "curriculum vitae";

b) nomes dos projetistas calculista de concreto armado com os respectivos *curriculum-vitae*;

c) relação dos principais projetos congêneres executados pela firma com as suas características fundamentais.

VI — FORMA DE APRESENTAÇÃO DAS PROPOSTAS

As firmas deverão apresentar suas propostas em 4 (quatro) envelopes fechados e lacrados, as 18 (dezoito) horas do dia 3 de novembro de 1960 no escritório do DNOCS na Avenida Nilo Peçanha n.º 155, 2.º andar, obedecendo as exigências seguintes:

1. dois (2) envelopes contendo em cada um toda a documentação da firma participante.

Ambos terão o sobrescrito:

"Documentação para a concorrência a construção da represa e Usina da Boa Esperança".

2. dois (2) envelopes contendo: um a quarta via da proposta propriamente dita, e, outros 2 (dois) cópias e a primeira via da mesma, especificando os preços global e unitários.

Ambos terão o sobrescrito:

"Proposta de preços para a concorrência a construção da Represa e Usina Boa Esperança".

VII — RECEBIMENTO E ABERTURA DAS PROPOSTAS

Os envelopes citados no Capítulo VI acima, serão entregues ao Presidente da Comissão Julgadora que procederá do seguinte modo:

1. Separará dos envelopes de cada firma proponente um envelope da Documentação e outro com uma (1) cópia da proposta (4.ª via), os quais serão rubricados no verso por todos os membros da Comissão Julgadora, sendo facultado o mesmo procedimento aos representantes credenciados das firmas concorrentes.

2. Os envelopes acima serão juntados e amarrados num único pacote que será lacrado e guardado no cofre-forte do DNOCS.

3. Os outros envelopes intitulados proposta, contendo cada um duas (2) cópias e a 1.ª via, serão também rubricados no verso pelos membros da Comissão Julgadora e pelos representantes credenciados das firmas, sendo, em seguida, juntados em um único pacote, amarrados lacrados e guardados no cofre-forte do DNOCS para posterior abertura, em reunião pública, em local, data e hora marcados, na ocasião, pelo Presidente da Comissão Julgadora.

4. Finalmente, os últimos intitulados documentação, serão abertos na ocasião, rubricando-se a totalidade dos documentos pelos membros da Comissão Julgadora e pelos representantes credenciados das firmas.

5. Dessa reunião recebimentos das propostas e abertura da documentação será lavrada e assinada na ocasião a competente ata.

6. O não exercício da faculdade de rubricar os documentos, as propostas e envelopes lacrados, de que tratam os itens anteriores, deste capítulo, pelos representantes, poderá implicar na perda ao direito, por parte das respectivas firmas, de reclamação posterior.

VIII — DOCUMENTAÇÃO

A documentação mínima, que deverá ser apresentada nos envelopes intitulados documentação, servirá para qualificação dos concorrentes e será a seguinte, satisfeita, também as exigências do decreto:

1. Relação abreviada dos papéis e documentos entregues, os quais deverão ser assinados e rubricados em tôdas as páginas.

2. Comprovante do depósito da caução a que se refere o Capítulo IV, item e.

3. Indicação, nominal dos engenheiros responsáveis pela realização das obras e serviços, inclusive aqueles com permanência no canteiro de obras, na forma dos Decretos-lei Federais ns. 23.569 e 8.620, respectivamente, de 11 de dezembro de 1933 e 10 de janeiro de 1940 e *Curriculum Vitae* aos mesmos.

4. Certidão da Junta Comercial, ou do cartórios de registros de títulos e documentos, comprovatório do capital realizado.

5. Documentação sobre a capacidade técnica, como está indicada no Capítulo IV, item c.

6. Atestado de idoneidade financeira, conforme indicado no Capítulo IV item g.

7. Declaração expressa da proponente de que tem pleno conhecimento dos locais da execução das obras e serviços, de suas condições peculiares, vias de acesso e condições gerais de transporte de pessoal, material e acampamento.

8. Declaração da proponente de que acata a decisão que venha a ser tomada pela Comissão Julgadora, relativamente à escolha da proposta mais conveniente e que reconhece não lhe caber nenhum direito de indenização ou compensação pela rejeição de sua proposta, ou por eventual anulação da concorrência.

9. Declaração do proponente de que reconhece serem os cálculos métricos uma estimativa para efeito de comparação das propostas, não lhe cabendo arguir prejuízos pela sua variação para mais ou para menos, de acordo com as necessidades da obra e o Projeto Executivo aprovado pelo DNOCS.

10. Relação dos equipamentos de construção disponíveis e em perfeito estado de funcionamento reservado o direito à Comissão Julgadora de exigir oportunamente comprovantes de propriedade, com indicação pormenorizada de suas características e declaração expressa de que deles dispõe, progressivamente, de acordo com as necessidades dos serviços.

11. Documentos legais conforme decreto.

Os envelopes intitulados propostas deverão reunir a documentação mínima, a seguir relacionada, com tôdas as suas folhas rubricadas por representante legal da proponente.

a) resumo contendo preço global da proposta, bem como os substitutos correspondentes às diversas partes da obra, obtidos pela aplicação dos preços unitários às quantidades citadas no Capítulo III, item IV, deste Edital e detalhadas em anexo próprio;

b) preço unitário de cada um dos serviços constantes da lista referida no Capítulo III, item IV, deste edital;

c) composição dos preços unitários, clássica e percentual, indicando explicitamente as porcentagens de incidência das leis de previdência social, porcentagens admitidas para cobertura de despesas gerais, despesas indiretas, administração, impostos, seguros, financiamento e benefícios;

d) prazos para a conclusão das obras e serviços objeto da presente concorrência não sendo considerada a proposta que oferecer um prazo superior a 40 (quarenta) meses a partir da data de registro do contrato no Tribunal de Contas;

e) cronograma completo e pormenorizado de execução da obra, de acordo com o exigido no Capítulo IV, item d, observadas as condições peculiares da obra e as alternâncias de chuvas e estiagem;

f) relação dos técnicos e projetos principais conforme Capítulo V;

g) relação da aparelhagem para instalação do laboratório de campo.

IX — JULGAMENTO DAS PROPOSTAS

O recebimento, aberturas e julgamento das propostas será efetuado por uma Comissão Julgadora designada, pelo Diretor-Geral do DNOCS, composta de três membros, dos quais dois necessariamente pertencerão aos quadros técnicos do DNOCS. O terceiro membro poderá não pertencer aos quadros do DNOCS, caso em que a escolha recairá, obrigatoriamente, em técnico especializado no ramo e que exerça o magistério em Escola de Engenharia do País.

De posse dos documentos apresentados nos envelopes intitulados Documentação, a Comissão Julgadora os examinará e classificará as firmas que tiverem satisfeito as exigências correspondentes, dando a conhecer seu parecer aos interessados 3 (três) dias antes da data marcada para abertura das Propostas.

No local, data e hora marcados na reunião anterior, a Comissão Julgadora se reunirá na presença dos representantes das firmas concorrentes para abertura dos envelopes intitulados Proposta que se acharem depositadas no cofre-forte da DNOCS, amarrados em pacote em separado. Somente serão abertos os envelopes de Proposta das firmas classificadas pela Comissão Julgadora quando do exame da Documentação.

As Propostas abertas serão rubricadas em tôdas as folhas pelos membros da Comissão Julgadora, sendo facultado o mesmo procedimento aos demais presentes, observada a condição do item 6, do Capítulo VII.

A Comissão Julgadora facultará aos interessados, em ocasião oportuna, o exame das propostas das firmas classificadas.

A Comissão Julgadora procederá, em seguida, ao exame e classificação das Propostas apontando a firma vencedora e submeterá seu parecer à homologação do Diretor-Geral do DNOCS.

No caso de divergência entre os preços unitários, globais e as composições de que tratam os itens *a*, *b* e *c*, do Capítulo VIII, prevalecerão as composições sobre os preços unitários e estes sobre os preços globais.

São razões suficientes para anulação das propostas, pela Comissão Julgadora:

- 1) a não observância de qualquer item deste Edital;
- 2) o disposto no Capítulo IV, item *d*;
- 3) a impossibilidade de comprovar cabalmente qualquer declaração ou informação exarada na proposta;
- 4) vício verificado na composição dos preços unitários;
- 5) a omissão, no cálculo dos preços unitários, de custos (material, mão de obra e equipamento) que evidentemente terão de correr para a completa execução dos serviços e obras.

X — MEDIÇÕES E PAGAMENTOS

As medições e pagamento ficarão subordinados ao seguinte esquema:

- 1 — Uma vez iniciados os trabalhos, a primeira medição será realizada 60 (sessenta) dias da data da primeira ordem de serviço;
- 2 — As medições subsequentes à primeira serão realizadas sempre com 1 (um) mês de intervalo;
- 3 — O pagamento será efetuado contra apreensão das faturas correspondentes aos serviços de fato executados no período considerado;
- 4 — Para garantia do contrato e da boa execução das obras, a caução inicial (Capítulo IV, item *e* será reforçada com o recolhimento, antes do pagamento, da importância correspondente a 5% (cinco por cento) do valor de cada medição, até completar a caução total que importará em 5% (cinco por cento) do valor do contrato.

XI — ASSINATURA DO CONTRATO

A firma classificada em primeiro lugar terá o prazo de 10 (dez) dias, após receber o convite, para assinatura do contrato na sede do DNOCS. Decorrido este prazo o Diretor-Geral deste Departamento poderá desclassificá-la imediatamente e convidar a seguinte pela ordem de classificação.

Fica desde já entendido que, além dos termos do contrato, serão considerados como partes integrantes deste o presente Edital e as especificações de que trata o Capítulo III.

XII — DIVERSOS

Tratando-se de serviço cujos cálculos métricos são inteiramente aleatórios, compete aos DNOCS:

- 1 — promover o excesso de esgotamento das fundações da barragem principal;
- 2 — promover a impermeabilização das fundações por meio de injeções de cimento;
- 3 — promover as sondagens de subsolo;

4 — os preços unitários serão considerados como tendo tomado para cálculo os novos níveis de salário a entrarem em vigor por ocasião do início dos serviços.

XIII — EQUIPAMENTO INDISPENSÁVEL

A firma proponente deve apresentar os comprovantes de propriedade do equipamento, indispensável abaixo relacionado, conforme Capítulo IV — Condições Gerais item *d*

1. Central térmica de 1.000 HP	Uma
2. Oficina mecânica completa incluindo máquinas de solda, máquinas de esteira, prensa, (trator) etc.	Diversas
3. Oficina completa de carpintaria ..	Um
4. Conjunto de compressores com capacidade para 3.000 (três mil) ç.c.m.	Vinte
5. Marteleto com peso unitário de cerca de 20 kg	Diversos
6. Equipamento de limpeza a jacto de ar e de água	—
7. Caminhões basculantes (caçamba) um número suficiente para permitir o funcionamento efetivo de pelo menos 20 (vinte) unidades ..	Diversos
8. Bomba de esgotamento com capacidade para 200 (duzentos) HP ..	Duas
9. Escavadeiras de 1,5 (uma e meia) jardas cúbicas	Duas
10. Carregadeiras tipo "trac-escavator" de 2 (duas) jardas cúbicas	Dois
11. Conjunto trator-escarificador, com tratores tipo Caterpillar D-8 ou similar	Cinco
12. Tratores tipo Caterpillar D-8 ou similar ..	Dez
13. Moto-scrapers de 15 (quinze) jardas cúbicas	Três
14. Moto-niveladoras tipo Caterpillar modelo 12 — (doze) ou similar ..	Três
15. Compactadores de pneus vibratórios de 25 (vinte e cinco) toneladas ..	Três
16. Compactadores manuais pneumáticos tipo sapo	Dez
17. Conjunto de britagem para 50 (cinquenta) m ³ /hora, pelo menos ..	Um
18. Equipamento de produção de areia, a partir da pedra, para 15 (quinze) m ³ /hora, pelo menos	Um
19. Central de concreto, com dosagem gravimétrica, para 50 (cinquenta) m ³ /hora, pelo menos	Um
20. Betoneiras portáteis de 450 (quatrocentos e cinquenta) litros	Três
21. Caçambas de concretagem	Dez
22. Vibradores pneumáticos pesados ..	Dez
23. Vibradores pneumáticos leves ...	Dez

Rio de Janeiro, 10 de outubro de 1960.

Alberto Santana, Chefe do S. A.



— COMPLETARÁ 15 ANOS O S. E. DO DNOCS

No próximo dia 28 de dezembro, completará o SERVIÇO DE ESTUDOS DO DNOCS quinze anos de sua criação. A este respeito o BOLETIM DO DNOCS procurou ouvir o ENG. JOÃO GOMES SOBRINHO, ilustre chefe, desse serviço, em visita que recentemente nos fez.

"O Serviço de Estudos, setor do Departamento Nacional de Obras Contra as Secas, foi criado pelo Decreto-Lei n.º 8.486 de 28 de dezembro de 1945 que reorganizou a antiga IFOCS a qual passou a denominar-se Departamento Nacional de Obras Contra as Secas.

De acordo com o Regimento do DNOCS incumbem ao Serviço de Estudos como principais tarefas:

- a) realizar os trabalhos geodésicos e os estudos topográficos, hidrográficos e hidrológicos indispensáveis à execução do plano de obras do Departamento;
- b) organizar anteprojetos e orçamentos preliminares das obras estudadas;
- c) organizar projetos e orçamentos que por conveniência de serviço lhe sejam cometidos.

Cabe assim ao Serviço de Estudos uma parcela importante do trabalho contínuo do DNOCS no sentido de dar ao Nordeste uma maior resistência frente às secas. E, como pode ser observado nas atribuições acima discriminadas, esta parcela diz respeito ao fornecimento de elementos que servirão e continuam a servir como dados fundamentais para a execução do programa de trabalho do DNOCS.

Primeiramente funcionando em Petrolândia no Estado de Pernambuco, foi depois a sede do Serviço transferida para o Recife, Capital do mesmo Estado. Recentemente iniciou-se a construção do edifício-sede o qual está em fase bastante adiantada, dependendo a sua conclusão unicamente do recebimento de recursos financeiros.

Como decorrência das diretrizes gerais do DNOCS orientou o Serviço suas atividades no sentido de realizar estudos e projetos de açudes, estradas e irrigações realizando também trabalhos geodésicos.

No setor da açudagem, onde maior dose de esforço foi concentrada, cerca de 100 açudes públicos representando aproximadamente 5 bilhões de m³ d'água e 400 açudes a serem construídos em regime de cooperação com o Governo da União por particulares, com a capacidade global de 1 bilhão de m³ d'água, foram estudados e projetados pelo Serviço de Estudos no período de 1952-1960.

Além destes, realizou o Serviço de Estudos trabalhos de campo necessários a confecção dos projetos de alguns dos grandes açudes do DNOCS. Entre estes citaremos como exemplo o Boqueirão de Cabaceiras na Paraíba, Banabuiú no Ceará e Poço da Cruz em Pernambuco.

No setor de rodovias o Serviço de Estudos estudou e projetou 1.500 km a partir de 1952. Entre estas algumas já se encontram inteiramente construídas, estando incluídas neste caso as rodovias Araripina-Crato, Patu-Fogareiro, Floresta-Jutinã, Picos-Simplicio Mendes etc.,

Citaremos como alguns trabalhos do Serviço de Estudos no campo da irrigação:

- a) estudos e projetos do sistema de irrigação de Pósto Agrícola de São Francisco, já em funcionamento e vários outros em cooperação com o Governo da União, aproveitando também as águas do São Francisco;
- b) estudos das possibilidades de irrigação das Várzeas de Sousa (Paraíba) utilizando a água do conjunto Estevam Marinho (ex-Curema) Mãe D'água. A este respeito chegou o Serviço de Estudos a levantar topograficamente uma faixa que está permitindo a Administração Central com pequenas modificações lançar o eixo do canal necessário a execução deste projeto;
- c) estão sendo realizados presentemente estudos com o fito de melhorar o sistema de irrigação já em funcionamento no Município de Livramento do Brumado-Bahia, aproveitando as águas do Rio Brumado;
- d) estudos, também topograficamente, de algumas das bacias de irrigação dos grandes açudes pertencentes aos diversos sistemas do DNOCS. Ex.: bacia de irrigação do Araras (Ceará), bacia de irrigação do Bico da Pedra (Minas Gerais), do Cocorobó na Bahia etc.

Com referência aos trabalhos geodésicos foram lançadas redes de triangulação da 2.ª ordem com nivelamento de alta precisão num total de 5.000 km ao longo dos principais rios do Nordeste e rodovia-tronco de Pernambuco.

Eis portanto um sumário do que é o Serviço de Estudos e de parte de suas realizações durante 15 anos de funcionamento e de luta contra todos os obstáculos entre os quais avultam: a irregularidade de recursos financeiros destinados ao Serviço, e que impede muitas vezes a realização dos programas traçados e a dificuldade de recrutamento de pessoal técnico de grau médio e de nível superior, como consequência dos baixos salários pagos pelo DNOCS.

Animados porém de espírito de perseverança e despreendimento vamos superando os obstáculos que se nos vão antepondo no sentido de realizar uma obra que já constitui parte inestimável do patrimônio técnico da Região".



— NOVOS TRECHOS DA BE-4 (RIO-TERESÓPOLIS) E DA BR-3 (RIO-PETRÓPOLIS)

(OBSERVAÇÕES DE VIAGEM)

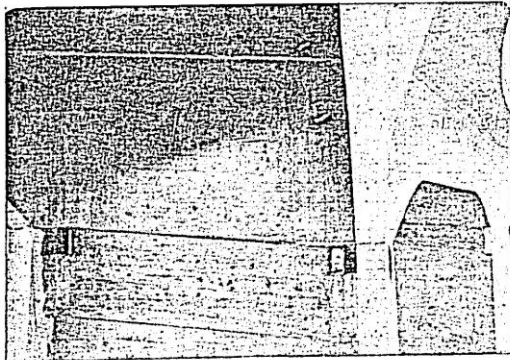
Dentro do atual Plano Rodoviário Nacional é a BR-4, o segundo tronco mais importante. Com seus 1.750 km, atravessa zonas de grande importância poli-



Os visitantes chegam a Bonsucesso, entroncamento da contórno com o antigo trecho que passa por dentro da Cidade de Petrópolis. Entre os engenheiros, vê-se o Dr. Philúvio Cerqueira, antigo engenheiro do DNOCS, hoje dirigindo a Divisão de Estudos e Projetos do DNER.

tica, social e geoeconômica da Nação, sendo eixo natural de ligação entre as regiões Norte-Nordeste e Sul do Brasil. Garante assim a integralização da mais densa rede rodoviária do Brasil (Nordeste) ao resto do sistema nacional de rodagem.

Seu tráfego atesta bem estas condições. Entretanto, infelizmente, sua pavimentação tem sido adiada em benefício de ligações de menor importância que a da BR-4. Está sendo revestida com concreto asfáltico e melhorado seu traçado, porém sem o ímpeto que retrata o andamento das demais rodovias atualmente colocadas em condições prioritárias.

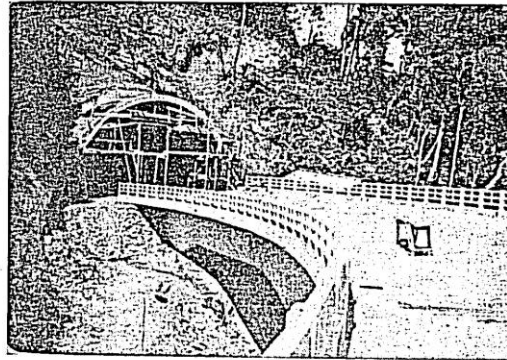


Detalhe dos aparelhos de apoio do viaduto que vemos na foto anterior.

No plano quinquenal do atual Governo deverá ser pavimentada até Muriaé além da chegada a Feira de Santana. Em tempo, parece, que forças políticas procuram despertar a atenção do Governo para a colocação do revestimento de tão importante tronco rodoviário em ordem prioritária. E pretende abrir crédito especial para sua pavimentação total.

Seu traçado, no momento, aproveita a BR-3 até Areal, no Estado do Rio de Janeiro, passando em Sapucaia, Porto Novo do Cunha, Leopoldina, Muriaé, Teófilo Otoni, até atingir Feira de Santana, no Estado da Bahia.

No futuro deverá seguir a BR-1 até a BR-3 e por esta até a BR-5 na altura de Magé. Antes de Magé seguirá rumo próprio passando em Teresópolis e indo atingir o traçado em tráfego no presente, já em Porto Novo do Cunha e daí segue sem modificações maiores. Esta modificação, entendo, também, está exigindo prioridade (até Teresópolis está pavimentada) pois irá reduzir o percurso além de vencer a Serra do Mar em condições mais favoráveis que a subida de Petrópolis, de descongestionar o tráfego desta subida e de repre-



Túneis e um viaduto intermediário vencem a encosta da grande serra no traçado magistral do novo traçado da BR-3, entre Bonsucesso e a FNM.

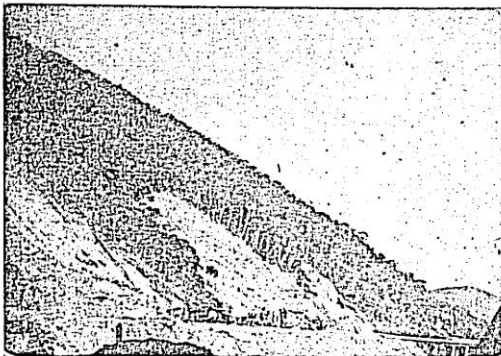
sentar mais uma alternativa na subida desta Serra para a própria BR-3.

TRECHO RIO-TERESÓPOLIS — Esta ligação era anteriormente feita pela BR-3 até próximo a Itaipava, onde sai uma variante para Teresópolis.

Uma estrada municipal com revestimento primário e em precárias condições de tráfego, ligava Magé a Teresópolis.

A E. F. Central do Brasil, mantinha um ramal ferroviário, em condições deficitárias e consequentemente, também, precárias, que partindo da Estação de Barão de Mauá da E. F. Leopoldina, seguia pelas linhas desta estrada até Magé, de onde derivava para Teresópolis. Ramal em bitola estreita que vencida a serra com rampas de até 20% pelo processo de cremalheiras e tração a vapor, por meio de locomotivas de mais de 50 anos de trabalhos.

A ligação através de Petrópolis tem a extensão de 120,50 km. A ligação pela BR-4, já descrita, reduz tal distância a 92,50 km ou seja a pouco mais de 75% daquela.



Escorregamentos importantes ocorreram na Contorno de Petrópolis durante a construção. Estes foram os que maiores problemas técnicos trouxeram.

A Cidade de Teresópolis é um dos pontos turísticos nacionais. Outrossim, possui bom desenvolvimento comercial e industrial. Centro abastecedor de produtos horti-granjeiras do Distrito Federal.

O empreendimento, no presente, considerando-se as demais rodovias do País, se explicaria por duas razões:

a) a Lei 2.975, de 27 de novembro de 1956 (artigo 10, letra b) criou um fundo para a substituição de ramais ferroviários reconhecidamente antieconômicos. Este tem, portanto, aplicação fixa. A necessidade de usar este fundo explica plenamente a ligação executada, já que em ordem de importância parece não haver outra obra mais recomendável;

b) a própria Lei 2.975, definiu a BR-4 passando em Teresópolis e não mais em Petrópolis, ficando sua conclusão dependente, conseqüentemente, da construção do trecho Magé/Pôrto Novo do Cunha. A importância deste melhoramento para a BR-4 e para a BR-3, aliada



Trabalhos de drenagem na serra úmida de Petrópolis. Demonstrando sua eficiência, mostra-se em pleno funcionamento em dia de bonito sol.

a necessidade de aplicação do referido fundo, são, razões que fundamentam tal construção.

Antes mesmo da conclusão do trecho Magé-Teresópolis, já havia sido retirado o ramal ferroviário, já que a nova rodovia aterrou diversos segmentos de seu traçado.

O novo trecho inicia a subida cêrca de 75 km da Praça Mauá, desenvolvendo menos de 20 km em serra, enquanto que a ligação antiga, possui 80 km em serra.

Em Soberbo, ponto mais alto do novo traçado (978 m), sai a variante para Teresópolis (902 m) com cêrca de 2 km, já que a BR-4 não passará dentro da cidade. Soberbo é uma antiga estação no ramal ferroviário substituído e está a 970 m de altitude.

A partir de Santa Guilhermina na BR-5 (ponto inicial do trecho construído) até Teresópolis temos 35,9 km.

Sete obras de arte, num total de 395 m foram construídas, num custo superior a 10 milhões de cruzeiros.

A pavimentação até o Rio Corujas, numa extensão de 19,2 km foi executada em base estabilizada revestida com concreto asfáltico. O restante foi pavimentado em concreto cimento. Tudo orçado em 142 milhões de cruzeiros.



Contrôle de compactação na nova via. Método do óleo.

A obra toda foi orçada em 485 milhões de cruzeiros a saber:

a) obras básicas	Cr\$ 328.000.000,00
b) obras de arte especiais .	Cr\$ 15.000.000,00
c) pavimentação	Cr\$ 142.000.000,00

Total Cr\$ 485.000.000,00

Este valor dá mais de 13 milhões de cruzeiros para um quilômetro.

Em parte da baixa verificou-se um atêrro feito sobre terreno turfoso de brejo. Este cedeu acentuadamente a ponto de romper o revestimento em fendas de grande abertura (havia buracos de quase 10 cm de abertura). A fiscalização estava promovendo a construção de bermas.

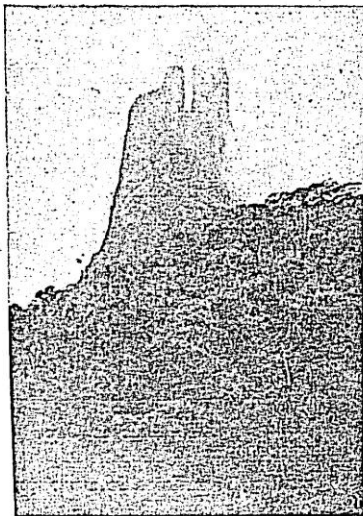
As bermas estão sendo construídas sem o estudo do comportamento do solo. Não se constatou onde estão se manifestando os recalques para serem anulados pelas obras em realização. Ficará um tanto ao acaso a solução do problema, pois, só assim será possível resolver sem o devido conhecimento de suas manifestações.

Uma série de obras complementares ainda estão sendo realizadas, embora a obra tenha sido inaugurada no dia 1.º de agosto de 1959 e esteja em tráfego.

Dada a declividade das encostas, diversos muros foram construídos para arrimar os aterros.

Houve escorregamentos de terra em alguns cortes. Há cortes que apresentam as mesmas características de cortes da contórno de Petrópolis, onde se temia novos escorregamentos. Apesar da crença de que não havia mais perigos de novos escorregamentos na Rio-Teresópolis, notícias posteriormente divulgadas pela Rádio Nacional informaram ter havido um escorregamento no dia 16 de agosto, após fortes chuvas, com a paralisação total do tráfego.

VISITA A BR-3 — Este tronco apresenta características diferentes da BR-4. Estava apenas concluído, e pavimentado até Sete Lagoas, pouco além de Belo Horizonte. Aliás é este o trecho mais importante do total desta estrada.

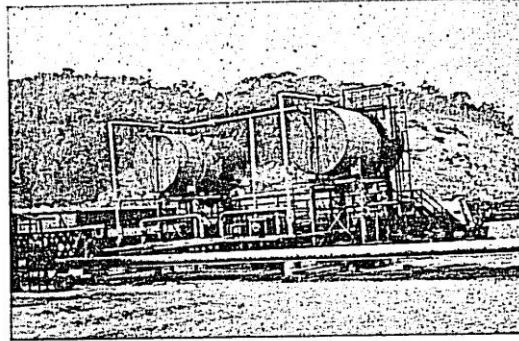


Dêdo de Deus,
em Teresópolis.

Partindo da BR-1 (Av. Brasil), num entroncamento distante 15 km da Praça Mauá, vai encontrar-se com a antiga Rio-Petrópolis, pouco antes da saída da BR-5, isto é, em Pilar (km 11,9), pela qual segue através a baixada até à Fábrica Nacional de Motores, onde começa a galgar a Serra do Mar. Passa em Petrópolis (km 50) e toma a União-Indústria (km 58), indo a Pedro do Rio, Três Rios, Paraibuna, Juiz de Fora, Belo Horizonte, Corinto, Montes Claros, Espinosa, Catité, Paramirim, Seabra e Juazeiro, onde se articula com a rede do nordeste pela BR-25 e BR-27. Segue, portanto, rumo paralelo a BR-4, porém mais pelo interior, passando em regiões hoje servidas pela BR-4, pela falta de outras estradas. Parece que o trecho de Sete Lagoas a Juazeiro, pode aguardar melhor oportunidade, para não prejudicar obras que têm mais urgência, tendo em conta os interesses nacionais.

TRECHO RIO/PETRÓPOLIS — A subida da Serra do Mar, atual tem se mostrado insuficiente para atender ao tráfego normal. As suas características téc-

nicas datam de antes de 1930 e hoje não correspondem às necessidades. A passagem dentro de Petrópolis é outro sério embaraço, em virtude do tráfego urbano e da pouca velocidade possível de desenvolver em quase oito quilômetros. Além disto a municipalidade de Petrópolis cobra pedágio, alegando grandes prejuízos de

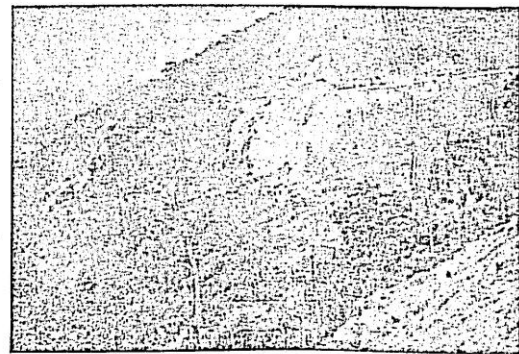


Usina fixa de asfalto.

suas vias urbanas devido ao trânsito da BR-3. Por tôdas estas razões chegou-se com grande acêrto a implantação de um novo traçado. Este partindo da FNM, desenvolve-se afastando-se do atual traçado, vindo a tangenciá-lo, novamente, no Grinfo, dando uma reversão. Daí contorna a Cidade de Petrópolis, indo atingir a União-Indústria (km 66,5) em Bonsucesso.

Não há praticamente diferença entre a quilometragem dos dois traçados. O novo é um pouco mais extenso. Este vence a Serra do Mar com rampa máxima de 6%, raio mínimo de mais de 100 m, pista de 7,5 m e acostamentos de ambos os lados. O traçado antigo tem, também, rampa máxima de 6%, porém com raio máximo de 40 m e pista sem acostamentos (apenas refúgios em alguns pontos).

Visitou-se o trecho denominado contórno de Petrópolis (Bonsucesso-Grinfo) partindo de Bonsucesso, em sua fase final de construção. Inicialmente foi pavimentado (13 km) com base de solo-cimento e concreto asfáltico e concreto asfáltico (5 cm). Os trechos restantes até o Grinfo (32 km) receberam base de macadame hi-



C novo trecho da BR-4 rumo a Teresópolis.

dráulico e revestimento de concreto cimento. Estêve a cargo de diversas construtoras.

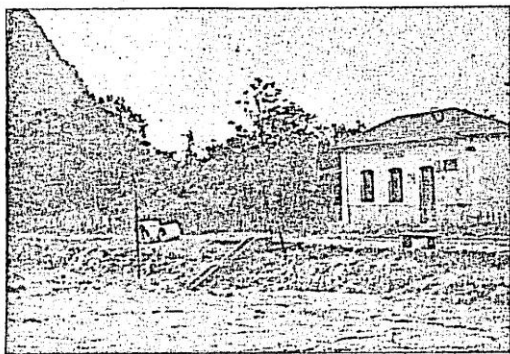
Nos 8 km antes do Grinfo, grandes problemas foram enfrentados. O traçado vence a encosta escarpadíssima através do túnel do Papagaio, um viaduto em curva com 246 km e do túnel do Ouriço (95 m). Após a saída deste túnel ocorreram escarregamentos de grandes proporções. Num deles 70 a 80.000 m³ de terra e rocha arrastaram 6 homens à morte. Há ainda temores que o mesmo maciço ofereça novos escorregamentos. Estudava-se sua ancoragem com grandes parafusos.

Ao todo, segundo informações da fiscalização, já 20 homens perderam a vida nas obras Bonsucesso ao Grinfo.

Para coleta das águas superficiais, construíram-se sargetas em lajes de concreto. Usou-se drenos e manilhas de barro com 30 cm de diâmetro, sendo a drenagem feita pelas juntas, o que não é muito aconselhável.

Os acostamentos em macadame hidráulico, revestidos com tratamento superficial duplo, garantem côr negra, diferindo-os perfeitamente da pista de rolamento (cinza do cimento).

A pista do viaduto será iluminada por um sistema de luzes embutidas no refúgio de pedestre. Os túneis são revestidos e iluminados. Esta prática, foi adotada, visando oferecer sensação de segurança ao veículo em tráfego.



Sobreiro, estação do antigo ramal ferroviário da E.F.C.B., que ligava Teresópolis ao Rio de Janeiro. Ponto de entroncamento da BR-4, com a rodagem de acesso à Teresópolis. A via férrea foi arrancada definitivamente.

O trecho está praticamente pronto até o Grinfo, restando dois pequenos segmentos, onde se verificaram os maiores escorregamentos, próximo a Garganta da Capela. O percurso do Grinfo a FNM, não foi visitado, tendo já realizada 50% de sua terraplenagem.

O trecho pronto, foi inaugurado em setembro de 1959, por ocasião do Congresso Internacional de Estradas de Rodagem.

No Grinfo foi construído um sistema muito interessante de trevo, permitindo a troca de tráfego entre os dois traçados, em qualquer sentido, sem que haja conflito.

A necessidade de tráfego não sendo atendida satisfatoriamente pelo novo traçado, poderá ser usado mão única em cada traçado.

Uma vez que estudos técnicos já realizados determinam o abandono pela Estrada de Ferro Leopoldina de seu traçado que sobe a Serra do Mar, passa em Petrópolis e vai atingir Porto Novo do Cunha, por ser antieconômico, e recomendam outro traçado aproveitan-

do trechos da Rio-Douro e Linha Auxiliar, ambas da E. F. Central do Brasil, através das quais a Leopoldina atingirá Porto Novo do Cunha, este trecho poderá enquadrar-se no referido artigo 10 da Lei n.º 2.975.

Nêste trecho, como no de Teresópolis, poderá ser cobrado pedágio, que certamente dará renda compensadora.

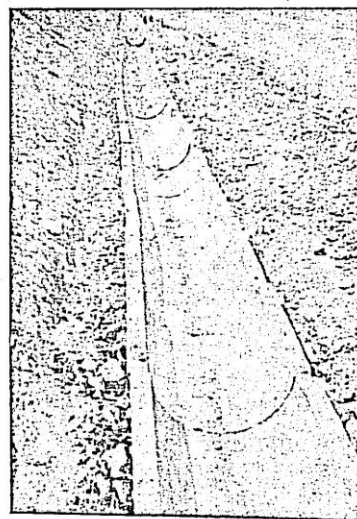


Recalque importante ocorrido na pavimentação de BR-4, entre Magé e Teresópolis, logo após a abertura do tráfego. Subsolo turfoso.

Em problemas de técnica rodoviária, a estrada do Contórno é a que mais impressiona no Brasil. Apesar sua pequena extensão apresentou problemas de toda ordem, todos, em geral, solucionados com técnica invejável.

ESTRADA TERESÓPOLIS/BR-c — Como já ficou dito esta era a ligação usada para se atingir Teresópolis por rodagem. Trata-se de uma estrada pavimentada, toda em serra, apresentando um número impressionante de pequenas curvas (quanto ao raio de cruzatura), que se sucedem de forma cansativa. Não apresenta acostamentos.

Da BR-3, na cota 680 m, atinge-se 1.380 m de altitude para depois descer a 902 m, altura de Teresópolis. As condições de traçado são bastantes precárias.



Calha de concreto usada nas valcetas da BR-3 — contórno de Petrópolis. Repare-se a faixa de acostamento.



— FÁBRICA DE GÁS DA SOCIÉTÉ ANONYME DU GÁS

(OBSERVAÇÕES DE VISITA)

Situa-se essa Indústria no Rio de Janeiro, no quarteirão formado entre as ruas Pedro Ivo e São Cristóvão e Av. Francisco Bicalho, isto é, no km 0 da Av. Brasil (BR-1).

Sua implantação foi uma das iniciativas do Barão de Mauá, para a produção de gás que por alguns anos iluminou as principais artérias do Rio de Janeiro.

Em 25 de março de 1954, através canalização de 20 km, os lâmpões de gás vieram substituir os candieiros de óleo de baleia no perímetro entre a então Rua São Pedro, desde o ex-Aterrado até a antiga Rua Direita (atual lado direito da Av. Presidente Vargas) e a Rua do Ouvidor. Em 1905, a energia elétrica permitiu o início da substituição desse serviço público por iluminação de arco voltaico. Entretanto, a iluminação a gás prestou inestimáveis serviços à Capital da República durante 80 anos, pois, somente a 21 de dezembro de 1933 foi totalmente extinta.

Passando a propriedade do "Grupo Light", o gás começou a ser usado como combustível de uso doméstico.

Hoje, a Sociedade do Gás, produz inúmeros subprodutos da destilação da hulha, sendo o coque metalúrgico e o alcatrão os principais.

Lá ainda estão as instalações erigidas por Barão de Mauá. O grosso dessas instalações datam de mais de 50 anos.

MATÉRIA PRIMA — A matéria prima básica é a hulha, parte de procedência estrangeira e parte nacional, oriunda do Sul do país.

Chega ao Pôrto desta Capital carregada a granel em navios, dos quais, ao largo, é descarregada para chatas que são tracionadas por rebocadores até a entrada do Canal do Mangue, que corre pelo centro da Av. Francisco Bicalho. Daí por processos de tração manual através de cordas, as chatas são levadas até cerca de 200 m para dentro do Canal.

Uma pá mecânica retira o carvão dessa embarcação elevando-se a mais de 3 m, onde é descarregado num silo, que carrega as vagonetas tracionadas por cabos de aço. Através ponte metálica que passa sob o lado esquerdo da Av. Francisco Bicalho, entra no interior da Fábrica. Estas vagonetas carregam as baterias ou depositam o carvão no pátio. O movimento é mecânico e permanente.

No pátio o carvão é estocado em pilhas.

Em geral, a estocagem de matéria prima dá para 30 dias de funcionamento normal da Fábrica, sendo da ordem de 22.000 t de carvão (nacional e estrangeiro).

OBJETIVOS — Como já vimos a finalidade principal da Fábrica é a produção de gás combustível extraído da hulha por processos de destilação, resultando inúmeros subprodutos, dos quais um que muito interessa aos rodoviários, o alcatrão para estradas.

INSTALAÇÕES — Este tipo de indústria requer instalações complexas e difícil de ser entendidas por leigos em Química Industrial em uma simples explanação.

Inicialmente o carvão é lançado em um conjunto de retortas, formando baterias.

Usam retortas intermitentes, tipo Dessau e retortas contínuas, tipo Gloves West. Há um conjunto de cerca de 6 baterias com 35 retortas cada uma.

As retortas são envolvidas com tijolos sílico-aluminosos e recebem a carga por cima, sendo descarregadas por baixo cada 12 horas.

Por aquecimento, nestas retortas obtemos o gás de carvão e o coque metalúrgico, sendo este, em parte usado no próprio aquecimento das retortas e o restante vendido à Indústria Metalúrgica.

Através os demais sistemas que constituem as instalações da Sociedade do Gás, do gás de carvão é extraída uma gama de outros produtos comerciáveis, entre os quais o alcatrão para estradas.

PROCESSOS DE PRODUÇÃO — Os processos de produção são através reações químicas, principalmente endotérmicas.

PRODUÇÃO — O gás produzido é armazenado em reservatórios de grande capacidade e alturas variáveis com a pressão do gás reinante em seu interior. Desses reservatórios o produto é conduzido e distribuído em canalizações. Quando necessário à regularização da pressão de distribuição, há reservatórios em certos pontos da rede distribuidora. O gás é fornecido com quantidades de calor constantes e determinadas no contrato de exploração desse serviço com a Prefeitura do Distrito Federal. A distribuição abrange apenas parte da Cidade, atingindo Bonsucesso no subúrbio da Leopoldina e Meyer no subúrbio da Central do Brasil e toda a zona sul.

Os demais produtos são:

- a) coque metalúrgico;
- b) creolina (cruzvaldina);
- c) óleo creosoto;
- d) alcatrão para estradas;
- e) betúvia (piche dissolvido para pinturas contra oxidação);
- f) nafta;
- g) toluol;
- h) xilol;
- i) benzol;
- j) terra de enxofre (resíduo com 40% de enxofre, utilizado para produção ácido sulfúrico) etc.

Sobram ainda as cinzas, que podem ser aproveitadas em atêrro e especialmente para enchimento de vazios de lajes.

Os alcatrões produzidos para estrada enquadram-se nas especificações usadas para os RT's.

MERCADO — O gás produzido, cerca de 5% é consumido para fins industriais e o restante por parte da população em suas cozinhas domésticas. A zona não servida pela Sociedade, usa liquefeito de petróleo produzido em nossas Refinarias de Petróleo ou importando, e distribuído por inúmeras organizações em botijas de diversas capacidades. Este é vendido em unidade de massa enquanto o de hulha é vendido em unidade de volume.

O coque tem mercado certo pela grande procura deste combustível para metalurgia. Na ocasião da visita, em virtude, da recente entrada de grande partida de coque alemão, destinado a cobrir nosso "déficit" na produção deste produto face a procura, a Sociedade do Gás estava passando por grande retenção em suas vendas de coque.

Os demais produtos têm seu mercado próprio conforme suas respectivas aplicações.



— CENSO DO FUNCIONÁRIO PÚBLICO (Desenvolvimento & Conjuntura, n.º 12 - ano III - dezembro de 1959).

“A distribuição dos funcionários públicos federais recenseados em outubro de 1958, por classe de vencimento percebido revela-nos que é bastante apreciável o número de servidores que percebiam quantia inferior a 10 mil cruzeiros (que passou a corresponder a 13 mil a partir de 1-1-59). Tal grupo compõe a grande maioria do funcionalismo já que equivale a 76% do total. Percebendo menos de 6 mil cruzeiros (hoje representados por 7,8 mil) encontramos outro numeroso grupo de aproximadamente 52 mil servidores e correspondentes à parcela de 31% dos 230 mil funcionários recenseados. A média dos vencimentos dos homens atingiu à cifra de Cr\$ 9.027,00, enquanto o das mulheres alcançava a Cr\$ 7.481,00, ou seja, inferior àquele em 17%.

Em contrapartida sòmente poder-se-á arrolar 4,3% do total recebendo remuneração acima de 20 mil cruzeiros (que acrescidos de 30%, representam no momento 26 mil), situando-se os restantes 19,7% entre a faixa de 10 e 20 mil cruzeiros (atualmente 13 e 26 mil).

A título de curiosidade, consigne-se que 547 funcionários (todos do sexo masculino) recebiam mais de 60 mil cruzeiros na época do censo. Essa quantia hoje, é percebida já acrescida de trinta por cento, ou melhor, representa, atualmente, um vencimento da ordem de 78 mil cruzeiros”.

“O Quadro III, deixamos antever que a maior concentração reside na Capital da República, que congrega mais de 100 mil servidores (41%), verificando-se, ademais, que os Estados próximos do Distrito Federal, são, também, os que apresentam as mais elevadas quotas percentuais de servidores públicos: São Paulo, 8,5%; Minas Gerais, 7,2%, destacando-se, ainda, os Estados da Bahia com 4,5%; Pernambuco com 4,2% e o Estado do Rio de Janeiro com 4,1%. De 1953 para 1958, veja-se ainda pelo Quadro III, que percentualmente a Capital da República aumentou seu quadro funcional, passando de 38% para 41%. Assim como o Estado de Pernambuco que reunia em seu território em 1953 cerca de 3,5% e que em 1958 passou a 4,2%. Perdas substanciais sofreram os Estados de São Paulo, Minas Gerais e Bahia, os quais respondiam por um número de funcionários correspondente às parcelas de 10,1%, 8,9% e 6,1%, respectivamente em 1953 e que na data do censo procedido pelo IPASE, constatou-se responderem apenas por quinhões relativos a 8,5%, 7,2% e 4,5%, de acòrdo com a ordem supra mencionada”.

Admitindo-se que futuramente o Distrito Federal não necessita de maior número de servidores federais do que a capital do Estado de São Paulo, onde trabalham aproximadamente 8 mil funcionários, ou melhor 40% de todo o funcionalismo recenseado no Estado em 1958 (21 mil); chegaremos à conclusão de que talvez em período relativamente curto sejam transferidos para a bela futura capital um total de servidores superior a 90 mil pessoas; afora parcela considerável e inestimável de funcionários autárquicos e paraestatais. Admitindo-se, ainda, de acòrdo com o próprio Censo ora em estudo, que cada funcionário responde pela manutenção, em média, de 3 dependentes, iremos, finalmente, transferir para o planalto central um total de indivíduos superior a 360 mil, apenas com referência ao funcionalismo.

III — DISTRIBUIÇÃO DOS SERVIDORES PÚBLICOS FEDERAIS SEGUNDO AS UNIDADES DA FEDERAÇÃO

UNIDADES DA FEDERAÇÃO	% DE SERVIDORES	
	1953	1958
PARÁ	1,7	2,1
CEARÁ	3,7	2,9
RIO GRANDE DO NORTE	1,9	1,6
PERNAMBUCO	3,5	4,2
BAHIA	6,1	4,5
MINAS GERAIS	8,9	7,2
RIO DE JANEIRO	7,3	4,1
DISTRITO FEDERAL	38,2	40,7
SÃO PAULO	10,1	8,5
RIO GRANDE DO SUL	4,2	4,0
OUTRAS UNIDADES	14,4	20,4
B R A S I L	100,0	100,0

Fonte: IPASE - IBGE - DASP (Comissão do Plano de Classificação de Cargos - 1953).

Merecem ainda destaque outros dados de grande serventia e que se referem à categoria do servidor. Em todo o Brasil, apenas 29% do total dos funcionários públicos federais trazem a denominação de *efetivos*. Os restantes 71% são constituídos de 49% de extranumerários; 8% de aposentados e 14% de servidores de outras categorias (contratados de verba 3 e 4 etc.)”.

O IPASE e o IBGE pretendem divulgar outros detalhes do resultado a que chegaram após a crítica às apurações de Censo do Servidor Público de 1958. Restam, ainda, ser apurada toda a parte referente às condições de vida do servidor, tais como condição da moradia, descontos, a repartição em que trabalha, a função que exerce etc, mas que ainda não puderam ser tabulados por não ter sido o material enviado da autarquia de previdência que os coletou para as máquinas apuradoras do IBGE.

Aguardamos, portanto, que não só exista um maior entrosamento entre os ditos órgãos, como, também, possam os responsáveis pela apuração e divulgação dar maior publicidade aos resultados já que a tiragem do resumo inicial nos parece, segundo informações que conseguimos obter, não ultrapassar de 100 exemplares, que, convenhamos, é irrisório.

NOTÍCIAS DIVERSAS

(continuação)

Valor bruto da venda do boi gordo (a Cr\$ 380,00 a arroba)	5.700,0
Menos despesas com vendas:	
Imposto de vendas e consignações (4%)	228,0
Imposto de consumo e outros (5%)	285,0
— Valor líquido de venda do boi gordo	5.187,0
— Renda bruta	1.987,0
— Renda líquida	1.011,7

Por essa estimativa, a renda líquida do invernista seria Cr\$ 1.011,70, por boi, isto é, 31,6% sobre o capital investido (preço do boi magro), muito superior, portanto, ao lucro líquido médio do criador.

Até recentemente como é sabido, a COFAP maninha tabelado em Cr\$ 530,00 a arroba, preço este 40% mais elevado do que o vigente em outubro de 1957.

Na formação dos preços finais de venda ao consumidor, é mister considerar os custos elevados dos serviços de açougues, que, trabalhando com um único tipo de produto, sobre ele faz recair todas as despesas de operação e mais o lucro. J. J. Barisson Vilares, do Departamento da Produção Animal da Secretaria de Agricultura de São Paulo, em estudo procedido em 1953 no mercado da carne, chega à seguinte composição percentual na distribuição dos custos:

	%
Produtor	54,6
Transporte e impostos	9,7
Beneficiador	9,2
Retalhista	26,5
Total	100,0

A inexistência — já acentuada — de cálculos rigorosos sobre custos de produção e de comercialização dá margem a controvérsias intermináveis e a conflitos inevitáveis sobre o justo preço de tabelamento, na época de entre-safra, entre a COFAP de um lado e os grandes frigoríficos, de outro. Parece certo, todavia, que a ação negativa dos fatores de ordem estrutural e zootécnica, muito está contribuindo para a alta acelerada dos custos de produção. O preço especulativo da terra, em particular, que é uma decorrência da defeituosa estrutura agrária do país, tem grande responsabilidade nesse fato. Nos próprios dados que acabamos de citar, é fácil ver que a parcela "arrendamento da terra" pesa grandemente no custo da produção. O aluguel dos pastos nas invernações que o Dr. Latini nos informava ser de Cr\$ 50,00 mensais por boi, em outubro de 1957, é hoje o dobro, segundo elementos colhidos "in loco" pelo jornalista Márcio Moreira Alves, do "Correio da Manhã".

Ainda de acordo com este último, assim se apresenta, presentemente, o negócio de um grande açougue que manipula 8 toneladas diárias de carne:

	Cr\$ 1.000
— Carne comprada ao frigorífico a Cr\$ 43,00, o kg de primeira, 8 toneladas	344
— Venda diária, com perda de 25% (ossos, sebo, pelancas, etc.) a Cr\$ 62,00 o kg ... 6 toneladas	3.772
— Renda bruta diária	28
— Renda bruta anual (312 dias úteis)	8.736

V — PREÇOS DO BOI E DA CARNE SEGUNDO DIFERENTES FONTES INFORMATIVAS ENTRE 1948 e 1959

(Em Cr\$)

DISCRIMINAÇÃO	1948	1949	1950	1951	1952	1953	1954	1955	1956	1957	1959
FONTA A:											
Preço médio do boi magro	750	900	1.000	1.300	1.700	2.200	...	...	...	3.200	...
Custo do boi gordo pasto em São Paulo	...	1.125	1.350	1.500	1.950	2.550	...	...	...	...	...
Imposto	...	30	43	52	71	89	...	...	...	...	...
Custo total para o invernista	...	1.155	1.393	1.552	2.021	2.639	...	...	...	...	...
Preço médio de venda em São Paulo	...	1.200	1.425	1.725	2.355	2.700	...	...	...	...	...
Preço médio da arroba	...	80	95	115	157	180	220	310	360	...	...
Lucro aparente	...	45	132	173	334	61	...	...	...	...	...
% do lucro aparente s/o custo total	...	3,9	9,5	11,1	16,5	2,3	...	...	...	...	...
FONTA B:											
Preço do boi em São Paulo (arroba)	70	70	90	114	157	179	211	297	330	...	530
Preço do novilho no R. G. do Sul (kg)	2,70	2,70	2,70	3,50	3,70	3,90	5,50	7,50	9,75	9,00	...
FONTA C:											
Preço da garrota de 3 anos	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	6.500
Preço de venda do frigorífico (carne de 1.ª, kg)	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	43
Preço de venda ao consumidor no D. F. (carne de 1.ª, kg)	7,40	8,20	9,40	14,00	21,50	23,70	27,70	36,50	41,10	44,00	62,00

FONTA A: «A comercialização da carne bovina em São Paulo», por Antônio Delfim Neto. FONTA B: Diário do Congresso Nacional - Seção II, 19-2-57. FONTA C: Reportagem de Márcio Moreira Alves, em edições do «Correio da Manhã», do mês de novembro.

Despesas anuais	
— Aluguel	600
— Imposto de vendas e consignações	350
— Impostos e taxas diversas	180
— Empregados	720
— Institutos, LBA etc.	72
— Luz e força	240
— Despesas diversas	180
— Gastos diferidos	208
Total das despesas	2.550
Renda líquida das vendas	6.186
Menos:	
— 10% de depreciação das instalações no valor de Cr\$ 10 milhões	1.000
— Juros de 12% a.a. s/ capital investido nas instalações	1.200
— Lucro líquido anual	3.986
— Taxa de lucro líquido sobre o capital	39,86%

No Rio, porém, só existem 4 ou 5 açougues que vendam 15 toneladas diariamente e uns 10 que vendam entre 6 e 10 toneladas. Quando muito, 15 açougues num total de 1882. A maioria destes, além de mal instalados, não chega a manipular uma tonelada por dia, o que os torna anti-econômicos.

Até 1954 a cotação do boi de corte acompanhou de certo modo a marcha dos preços agrícolas, mas daquele ano em diante o ritmo de alta da carne, tanto no atacado, como no varejo superou amplamente o dos produtos agrícolas (vide Quadro V). E nos dois últimos anos o preço do boi magro passou de Cr\$ 3.200,00 a Cr\$ 6.500,00, isto é, mais que o dobro (vide Quadro IV).

V — ESTADO DE SÃO PAULO

EVOLUÇÃO DOS PREÇOS DO BOI, DA CARNE, DOS PRODUTOS AGRÍCOLAS E DO CUSTO DE ALIMENTAÇÃO

ANO	BOI		CARNE DE 1.ª NO VAREJO		ÍNDICE PREÇOS AGRÍCOLAS AO PRODUTOR	ÍNDICE DE CUSTO DE ALIMENTAÇÃO
	Cr\$/arroba	Índice	Cr\$/kg	Índice		
1948	73,25	100	7,40	100	100	100
1949	70,42	102	8,20	111	114	96
1950	89,83	128	9,40	131	149	103
1951	114,38	163	14,00	189	159	108
1952	156,58	223	21,50	291	177	139
1953	178,67	254	23,70	320	230	189
1954	210,67	300	27,70	374	334	225
1955	297,08	423	36,50	493	361	267
1956	329,83	470	41,10	554	407	330
1957	...	...	44,00	595	437	369
1958	...	...	46,00	622	412	414
1959	530,00	754	62,00	838	577*	609*

(*) Estimativas provisórias.

Fontes: 1.ª coluna - Diário do Congresso Nacional - Seção II, 19-2-1957; demais colunas: F.G.V.

Entre 1948 e 1959 o preço do boi tornou-se 7,5 vezes maior e o preço da carne de 1.ª no varejo 8,4 vezes maior, enquanto, no mesmo período, os preços agrícolas chegaram a sextuplicar e o custo da alimentação (no qual, aliás, a carne pesa em 16,5%) apenas sextuplicou.

Como se vê, o produto mais importante na dieta alimentar dos grandes centros demográficos, que é a carne, foi o que, a longo prazo, experimentou alta mais sensível nos preços, seja na fonte de produção, seja no atacado ou no varejo.

Além da ação das poderosas organizações que controlam o mercado da carne e da defeituosa estrutura agrária que força a alta especulativa da terra, a voracidade fiscal é outro fator de encarecimento da carne.

Vejam a incidência somente do imposto de venda e consignações:

— 3,5% do preço de venda do bezerro (Cr\$ 3.500,00) do criador ao recriador	122
— 4,5% do preço de venda do garrote (Cr\$ 6.500,00) do recriador ao Invernista	293
— 4,8% do preço de venda do boi (Cr\$ 10.000,00) do Invernista ao frigorífico	480
— 4,8% do preço de venda do frigorífico ao açougue, admitindo um sobrepreço de 20%	576
— 4,8% do preço de venda do açougue ao consumidor, admitindo um sobrepreço de 40%	804
Total	Cr\$ 2.275

Supondo que um boi corresponda 200 kg na venda ao varejista, será lícito concluir que somente do imposto de vendas e consignações o consumidor está pagando Cr\$ 11,40 num quilo de carne, que lhe custa Cr\$ 62,00.

Todos os cálculos e estimativas feitos até agora estão baseados na hipótese de que no circuito econômico da carne só atuam os intermediários clássicos. Não é raro, porém, que se faça sentir a ação de "atravessadores" nesse comércio tão complexo e desconcertante".

SITUAÇÃO ATUAL

Poucas vezes no passado o abastecimento da carne sofreu tão sérias perturbações, como agora, em consequência das exigências, não atendidas até bem pouco, de aumento do preço ao consumidor. Em vista da falta da carne, as populações dos dois grandes centros — Rio e São Paulo — tiveram que entrar num regime de racionamento, determinado e controlado pela COFAP, ou a inevitável formação de filas. E, para suprir essa falta, foram forçadas a adquirir outros tipos de carne (liberados), aves e pescado, cujos preços ascenderam rapidamente por força da especulação e da demanda acrescida.

É dos mais eloqüentes o confronto dos preços desses gêneros nos três últimos meses, em que se acentuou a crise da carne bovina. Vejam alguns deles:

Produto	Preço no varejo (Cr\$/kg)		aumento %
	agosto de 1959	novembro de 1959	
Galinha	84,00	100,00	19,0
Lombo	54,00	80,00	48,1
Lingua	75,00	140,00	86,7
Carne seca	76,00	98,00	28,9
Bacalhau	160,00	180,00	12,5

É o caso de perguntar: terá a alta exagerada dos produtos substitutivos da carne de boi anulado a vantagem do preço fixo desta última? Provavelmente sim, em relação às camadas da população de mais elevada renda, que não se terão conformado com a diminuição da cota de carnes em sua dieta alimentar. A autorização concedida pela COFAP de venda a domicílio e o forte aumento do preço da carne que se anuncia para os próximos dias é que virá tornar quase inacessível esse produto básico à alimentação dos grupos mais pobres.

Últimas publicações editadas pelo DNOCS

- N.º 1 — Série I, E — O PROBLEMA DAS SÊCAS — (Conferência pronunciada em 28-8-13) — (1960) — *Eng. Miguel Arrojado Ribeiro Lisboa.*
- N.º 179 — Série I, E — LEGISLAÇÃO DO DNOCS (2.ª edição cuidadosamente revista e aumentada) (1958) — *Bel. José Andréa dos Santos.*
- N.º 180 — Série I, G — MAPA DOS AÇUDES PÚBLICOS CONSTRUÍDOS PELO DNOCS NO POLÍGONO DAS SÊCAS (1959).
- N.º 181 — Série I, E — DESAPROPRIAÇÃO POR UTILIDADE PÚBLICA (1959) — *Bel. F. Ferreira do Vale.*
- N.º 182 — Série I, E — ROTINA DE PROCESSAMENTO DE DESAPROPRIAÇÃO POR UTILIDADE PÚBLICA — *Bel. José Andréa dos Santos.*
- N.º 183 — Série I, E — PLANIFICAÇÃO E PRINCIPAIS REALIZAÇÕES — (DNOCS) — Conferência realizada no Clube de Engenharia (1959) — *Eng. José Cândido Castro Parente Pessoa.*
- N.º 184 — Série I, G — SISTEMAS PRINCIPAIS DE AÇUDAGEM PÚBLICA (mapas) (1959) — (esgotada).
- N.º 185 — Série I, G — AÇUDAGEM EM COOPERAÇÃO — PERFURAÇÃO DE POÇOS — RODOVIAS — ABASTECIMENTO D'ÁGUA — REDE DE RÁDIO — CAMPOS-DE-POUSO — (mapas) (1959) (no prelo).
- N.º 186 — Série I, C — COLETÂNEA DE TRABALHOS TÉCNICOS — SERVIÇO DE PISCICULTURA — (1959).
- N.º 187 — Série I, D, E — CANAL S. FRANCISCO JAGUARIBE — (1959).
- N.º 188 — Série I, D, E — MÉTODO RÁPIDO DE CONTROLE DE CONSTRUÇÃO PARA ATERRIS DE SOLOS COESIVOS — (1959) — *Eng. Jack W. Hilf,* tradução e adaptação do *Eng. Luís Saboya de Albuquerque* — (esgotada).
- N.º 189 — Série I, D, E — SUGESTÕES PARA APROVEITAMENTO DOS VALES POTI, INHAÇU, VERTENTE OCIDENTAL DA IBIAPABA — (1959) — *Eng. Luís Saboya de Albuquerque.*
- N.º 190 — Série I, D, E — DEWEY E OS PERIÓDICOS TÉCNICOS — (1959) — *Eng. Luiz Carlos Martins Pinheiro.*
- N.º 191 — Série I, E — MUNICÍPIOS E ÁREAS NO POLÍGONO DAS SÊCAS (Separata do Boletim do DNOCS, n.º 2, Vol. 18, novembro de 1958) — (1959).
- N.º 192 — Série I, B, G — RESUMO DE PRECIPITAÇÕES PLUVIOMÉTRICAS, Estado do Ceará — (1959) — *Eng. Luís Saboya de Albuquerque* (no prelo).
- N.º 193 — Série I, E — CATÁLOGO DAS PUBLICAÇÕES EDITADAS PELO DNOCS — (1959) — (Separata do Boletim do DNOCS, n.ºs 2 e 4).

- N.º 194 — Série II, M — INTRODUÇÃO AO RELATÓRIO DE 1959 — (1960) — *Eng. José Cândido Castro Parente Pessoa.*
- N.º 195 — Série I, A — A PRECIOSA ALGAROBEIRA — (1960) — (no prelo) — *Eng. Agr. Pimentel Gomes.*
- N.º 196 — Série I, C — A PISCICULTURA NO POLÍGONO DAS SÊCAS — Histórico — (1960) — *José Vanges Campos.*
- N.º 197 — Série I, E — OBRAS CONTRA OS EFEITOS DAS SÊCAS (SÊCA DE 1958) — (Separata do Boletim do DNOCS, n.º 3, Vol. 19, fevereiro de 1959) — (1960) — *Eng. Luiz Carlos Martins Pinheiro.*
- N.º 198 — Série I, E — AÇUDAGEM PÚBLICA — (dados estatísticos até 31-12-59) — (Separata do Boletim do DNOCS, n.º 3, Vol. 19, fevereiro de 1959 — atualizada) — (1960).
- N.º 199 — Série I, E — AGRICULTURA DO NORDESTE E O DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO — Palestra realizada no Clube de Engenharia do Rio de Janeiro — (Separata do Boletim do DNOCS, n.º 4, Vol. 19, maio de 1959) — (1960) — *Eng. Agr. José Guimarães Duque.*
- N.º 200 — Série II, N — ABASTECIMENTO D'ÁGUA DE PALMEIRAS DOS ÍNDIOS — (Separata do Boletim do DNOCS, n.º 5, Vol. 20, agosto de 1959) — (1960) — *Eng. Hildaluis Cantanhede* — (no prelo).
- N.º 201 — Série I, E — AÇUDAGEM EM COOPERAÇÃO — Histórico, legislação e dados estatísticos até 31-12-58) — (Separata do Boletim do DNOCS, n.º 5, Vol. 20, agosto de 1959) — (1960) — (no prelo).
- N.º 202 — Série I, E — PLANIFICATION AND PRINCIPAL ACCOMPLISHMENTS OF THE DNOCS — (Conferência realizada em 19-5-59 no Clube de Engenharia do Rio de Janeiro — edição inglesa da Pub. n.º 183 — Série I, E) — (1960) — *Eng. José Cândido Castro Parente Pessoa* — (no prelo).
- N.º 203 — Série I, E — DNOCS: PROGRAMA E REALIZAÇÕES — Conferência realizada em 15-1-60 na Sociedade Mineira de Engenharia) — (1960) — *Eng. José Cândido Castro Parente Pessoa* — (no prelo).
- N.º 204 — Série I, E — DNOCS: 1956-1960 — (folheto sobre realizações) — (1960).
- N.º 205 — Série II, M — RELATÓRIO DE 1959 — *Eng. José Cândido Castro Parente Pessoa* — (1960).
- N.º 206 — Série II, O — CATÁLOGO BIBLIOGRÁFICO DA BIBLIOTECA DO DNOCS — *Bibliotecária Eponina Cruz Silva* — (1960) — (Em organização).
- N.º 207 — Série I, G, B — PLUVIOMETRIA NO POLÍGONO DAS SÊCAS — (1960) — *Raimundo Andréa.*
- N.º 208 — Série I, E — CONTRIBUIÇÃO A BIBLIOGRAFIA DAS SÊCAS NO BRASIL — (1960) — *Eng. Agr. Rui Simões de Menezes* — (no prelo).

- N.º 209 — Série I, E — NOTAS SOBRE AS SÊCAS — (Separata do Boletim do DNOCS, n.º 6, Vol. 20, novembro de 1959) — (1960) — *Eng. Luiz Carlos Martins Pinheiro.*
- N.º 210 — Série I, E — AÇUDAGEM PÚBLICA — (Histórico e programa: desenvolvidos) — (Separata do Boletim do DNOCS, n.º 6, Vol. 20, novembro de 1959) — (1960) — *Eng. Luiz Carlos Martins Pinheiro.*
- N.º 211 — Série I, D — ÁGUAS SUBTERRÂNEAS — (Separata do Boletim do DNOCS, n.º 6, Vol. 20, novembro de 1959) — (1960) — *Eng. Luiz Carlos Martins Pinheiro.*
- N.º 212 — Série II, N — ABASTECIMENTO D'ÁGUA A CENTROS URBANOS NO POLÍGONO DAS SÊCAS — (Separata do Boletim do DNOCS, n.º 6, Vol. 20, novembro de 1959) — (1960) — *Eng. Dezildo Menezes Pereira.*
- N.º 213 — Série II, L — EVOLUÇÃO DAS RODOVIAS NO POLÍGONO DAS SÊCAS — (Separata do Boletim do DNOCS, n.º 6, Vol. 20, novembro de 1959) — (1960) — *Eng. Sylvio Aderne.*
- N.º 214 — Série II, O — ARMAZENAGEM E ENSILAMENTO — (Separata do Boletim do DNOCS, n.º 6, Vol. 20, novembro de 1959) — (1960) — *Eng. Bellino Lameira Bittencourt.*
- N.º 215 — Série II, L — CATÁLOGO GERAL DE MATERIAIS DO DNOCS — (2.ª Edição revista e atualizada da publicação n.º 85 — Série II, L) — (1960) — (no prelo).
- N.º 216 — Série I, G — AUMENTO DA PRODUÇÃO PESQUEIRA DOS AÇUDES PELA MELHORIA DA APARELHAGEM DE PESCA — (Separata do Boletim do DNOCS, n.º 7, Vol. 21, fevereiro de 1960) — (1960) — *Biologista Osmar Fontenele* — (no prelo).
- N.º 217 — Série II, L — PEQUENAS BARRAGENS E RESERVATÓRIOS — (Separata do Boletim do DNOCS, n.º 7, Vol. 21, fevereiro de 1960) — *Charles M. Harris e John Henry de la Fontaine Vervej* (1960) — (no prelo).
- N.º 218 — Série II, L — CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO RODOVIÁRIA — (Coletânea de aulas, palestras, visitas etc.) — (Separata do Boletim do DNOCS, n.º 7, Vol. 21, fevereiro de 1960) — (1960) — (no prelo).
- N.º 219 — Série II, M — RELATÓRIO DE 1959 DO SERVIÇO DE PISCICULTURA — (1960) — *Biologista Osmar Fontenele* — (no prelo).
- N.º 220 — Série II, H — AÇUDE PÚBLICO ORÓS — (memórias) — (Separata do Boletim do DNOCS, n.º 6, Vol. 20 e n.º 7, Vol. 21) — Projeto da Barragem de Terra — Verificação da Estabilidade — *Eng. José Munarski e Revisão do Projeto — Eng. José Cândido Castro Parente Pessoa.*

- N.º 221 — Série I, E — ORÓS: CASO INÉDITO (Separata do Boletim do DNOCS, n.º 8, Vol. 21, maio de 1960) — (1960) — *Eng. Luiz Carlos Martins Pinheiro*.
- N.º 222 — Série I, C — A ERRADICAÇÃO DA PIRANHÁ NOS AÇUDES DO NORDESTE (Separata do Boletim do DNOCS, n.º 8, Vol. 21, maio de 1960) — (1960) — *Biol. Osmar Fontenele*.
- N.º 223 — Série I, E — ORÓS: AÇUDE DA ESPERANÇA — (1960).
- N.º 224 — Série I, E — PINÇA EM ORÓS (transcrição da Revista Esso, n.º 1/1960) — (Separata do Boletim do DNOCS, n.º 10, Vol. 22, novembro de 1960) — (1960).
- N.º 225 — Série I, B — DADOS PLUVIOMÉTRICOS DO NORDESTE DO BRASIL (Estatísticas das precipitações mensais, anuais e número de dias de chuvas. Cálculo das normais, intensidade média, desvio em relação a normal. Observação de 47 anos através 354 estações) — (1960) — *Meteorologista José Antônio Pereira de Castro* — (no prelo).
- N.º 226 — Série II, M — INTRODUÇÃO AO RELATÓRIO DE 1960 — (1960) — *Eng. José Cândido Castro Parente Pessoa* — (no prelo).
- N.º 227 — Série I, E — OS TRABALHOS AGRONÔMICOS DO DNOCS (Separata do Boletim do DNOCS, n.º 6, Vol. 20, novembro de 1959) — (1960) — *Engs. Agrs. Inácio Ellery Barreira, F. E. Souza Melo, Jairo Padilha e José Guimarães Duque*.
- N.º 228 — Série I, B, G — ATLAS PLUVIOMÉTRICO DO NORDESTE DO BRASIL — (1960) — *Meteorologista José Antônio Pereira de Castro* — (no prelo).
- N.º 229 — Série I, B, G — MAPA PLUVIOMÉTRICO DO NORDESTE DO BRASIL — Escala: 1 : 2.500.000 — (1960) — *Meteorologista José Antônio Pereira de Castro* — (no prelo).

**AS PUBLICAÇÕES EDITADAS PELO D.N.O.C.S ESTÃO À DISPOSIÇÃO
DOS INTERESSADOS NA BIBLIOTECA DA ADMINISTRAÇÃO CENTRAL**

As publicações não esgotadas podem ser obtidas no Serviço de Documentação

Desejando a relação completa das publicações, solicite gratuitamente a

Pub. n.º 193

DEPARTAMENTO NACIONAL DE OBRAS CONTRA AS SÉCAS

Av. Nilo Peçanha, 155 — Tel. 32-9462 — Rio de Janeiro, Guanabara — Brasil

BOLETIM DO DNOCS - VOLUME 22

ÍNDICE GERAL

NÚMERO 9 — AGOSTO DE 1960

1 CICLO DE DIVULGAÇÃO	Eng. Luiz Carlos Martins Pinheiro	2
LIGEIRO ESTUDO SÔBRE IRRIGAÇÃO NO NORDESTE	Agr. José Guimarães Duque	7
ESTUDO HIDROMÉTRICO DO NORDESTE BRASI- LEIRO	Eng. Francisco Gonçalves Aguiar	53
CONTRIBUIÇÃO AO ESTUDO DA PESCA NO AÇUDE LIMA CAMPOS	Biologista Rui Simões de Menezes	63
MÉTODOS DE ENSAIOS DE SOLOS USADOS NOS TRABALHOS DO L.C.S.C. DO DNOCS	Dr. Ceteclílio dos Santos Silveira	109
CURSO DE BARRAGENS DE TERRA	Eng. José Affonso F. Barbosa	105

NÚMERO 10 — NOVEMBRO DE 1960

SIMPÓSIO SÔBRE AS MODIFICAÇÕES DO TEMPO..	.....	302
PINÇA EM ORÓS .....	.....	406
ESTIMATIVA DAS NECESSIDADES DE ÁGUA PARA IRRIGAÇÃO	Eng. Agr. Paulo Guerra	410
APONTAMENTOS DE VIAGEM (Relatório)	Eng. Manoel Martins de Athayde	417
LEVANTAMENTO DAS CONDIÇÕES DE TRÁFEGO DA BR-11	Comissão da Rêde-7 da D.V.T. do M.G.	434
PRINCÍPIOS ESSENCIAIS DA IRRIGAÇÃO	Eng. Agr. A. J. Gonzalez	438
O SISAL — RIQUEZA NORDESTINA	Eng. Agostinho Monteiro	440
CONTRIBUIÇÃO PARA A REFORMULAÇÃO DO 1.º PLANO DIRETOR DA SUDENE	Eng. Dezildo Menezes Pereira	461
PROJETO DA PONTE SÔBRE O RIO JAGUARIBE, EM IGUATÚ, NA RODOVIA CENTRAL DO PIAUÍ	Eng. Lúcio Washington	483
NOTÍCIAS DIVERSAS .....	.....	503
ÚLTIMAS PUBLICAÇÕES EDITADAS PELO DNOCS.	.....	517
ÍNDICE GERAL DO VOL. ....	.....	520

Departamento Nacional de Obras Contra as Sêcas

AÇUDAGEM PÚBLICA — AÇUDES EM CONSTRUÇÃO

(em andamento ou paralisada)

AÇUDE	LOCALIZAÇÃO			CAPACIDADE (1.000 m³)
	SISTEMA	MUNICÍPIO	ESTADO	
ADUSTINA	Vaza-Barris	Paripiranga	Bahia	13.430
ALAGADIÇO II	Complementar	Frei Paula	Sergipe	(2) 1.062
ALECRIM (ampliação)	Piranhas	Santana do Matos	R. Grande do Norte	7.000
BANABUIO	Jaguaribe	Quixadá	Ceará	(2) 1.530.000
BARRA	Maxolô	Serriânia	Pernambuco	2.738
DARREIRAS	Parnaíba	Franteiras	Piauí	52.803
BELDROEGAS	Piranhas	Augusto Severo	R. Grande do Norte	10.343
BOA SAÚDE	Complementar	Januário Cicco	R. Grande do Norte	1.952
BONITO GRANDE	Complementar	Bonito	Pernambuco	(1) 96
CACHOEIRA DA SERRA TALHADA	Pajeú	Serra Talhada	Pernambuco	(2) 21.031
CERAÍMA	Complementar	Guanambi	Bahia	58.000
COCAL	Parnaíba	Cocal	Piauí	9.857
COCOROBÔ	Vaza-Barris	Euclides da Cunha	Bahia	245.376
CRUZ DE POCINHOS	Complementar	Pocinhos	Paraíba	8.478
CURIMATÁ	Paraíba	Cabaceiras	Paraíba	16.600
CUSTÓDIA	Maxolô	Custódia	Pernambuco	21.623
DELFINO (ex-MORIM)	Itapicurú	Campo Formoso	Bahia	2.108
DESTÊRO	Piranhas	Malta	Paraíba	830
GUARANHUS	Complementar	Guaranhus	Pernambuco	2.327
INGAZEIRAS	Parnaíba	Paulistana	Piauí	25.720
JAPI II	Complementar	S. José do Campestre	R. Grande do Norte	(2) 20.649
LATÃO	Jaguaribe	Santanópolis	Ceará	49.470
MACAMBIRA	Complementar	Macambira	Sergipe	623
MAMOEIRO (ex-PREFEITURA PEDRO II)	Parnaíba	Pedro II	Piauí	3.425
MENDUBIM	Piranhas	Açú	R. Grande do Norte	59.755
MILHAN	—	—	Ceará	—
MUNDAÚ	Complementar	Uruburetama	Ceará	12.665
QITICICA	Piranhas	Jucurutú	R. Grande do Norte	498.700
OLHO D'ÁGUA DOS CASADOS	Complementar	Piranhas	Alagoas	653
ORÓS	Jaguaribe	Orós	Ceará	(1) 4.000.000
PALMEIRA DOS INDIOS	Complementar	Palmeira dos Índios	Alagoas	1.437
PEDRÃO	Complementar	Cícero Dantas	Bahia	13.980
PINHÕES (altera barragem)	Complementar	Juazeiro	Bahia	15.216
POÇO GRANDE (ex-ARACÍ)	Itapicurú	Serrinha	Bahia	65.839
QUICÉ	Jaguaribe	Senhor do Bonfim	Bahia	4.232
QUIXABINHA	Apodi	Mauriti	Ceará	32.150
RIACHO GRAVATÁ	Complementar	Mata Grande	Alagoas	8.370
RIACHO DA CRUZ II	Paraíba	Portalegre	R. Grande do Norte	9.634
RIACHO SANTO ANTONIO	Piranhas	Cabaceiras	Paraíba	6.834
SABUGÍ (ex-SANTO ANTONIO)	Complementar	São João do Sabugi	R. Grande do Norte	65.335
SACO II	Complementar	Caripós	Pernambuco	200.527
SANTA CRUZ II	Complementar	Santa Cruz	R. Grande do Norte	(1) 5.159
SERRINHA	Paraíba	Serra Talhada	Pernambuco	515.432
SUMÉ	Complementar	Manteiro	Paraíba	36.800
TRAVESSIA	Complementar	Major Isidoro	Alagoas	414
TREMENDAL	Apodi	Tremendal	Bahia	23.751
UMARIZAL	Complementar	Martins	R. Grande do Norte	3.095
VACARIA	Complementar	Salinas	Minas Gerais	47.749
VANZEA FORMOSA	Itapicurú	Itiúba	Bahia	36.537
VEREDA GRANDE	Parnaíba	Floriano	Piauí	640.807
ZÉ MANOEL (ex-SÃO MIGUEL)	Complementar	Casanova	Bahia	50.546

51 AÇUDES

CAPACIDADE TOTAL 8.427.394

(*) Considerado somente o acréscimo de capacidade do Açude Alecrim de 3.279 mil m³. — (1) Conclusões previstas para 1960. — (2) Conclusões previstas para 1961.

PLANO QUINQUENAL PARA O DNOCS

1956 / 1960

PRINCIPAIS ATIVIDADES

ACUDAGEM PUBLICA

Em 1955	2,9 bilhões de m ³
Em 1960	7,8 bilhões de m ³
Já Realizado	6,8 bilhões de m ³

ACUDAGEM EM COOPERACAO

Em 1955	847 milhões de m ³
Em 1960	1.000 milhões de m ³
Já Realizado	1.045 milhões de m ³

PERFURACAO DE POCOS

Em 1955	12 milhões de l/h
Em 1960	17 milhões de l/h
Já Realizado	18 milhões de l/h

ABASTECIMENTO D'AGUA

Em 1955	nada
Em 1960	25 Cidades
Já Realizado	31 Cidades

PRODUCAO DE PESCADO

Em 1955	500 ton. anuais
Em 1960	1.400 ton. anuais
Já Realizado	1.350 ton. anuais

IRRIGACAO

Em 1955	581 km
Em 1960	700 km
Já Realizado	713 km

ENERGIA ELÉTRICA

Em 1955	200 CV
Em 1960	29.000 CV
Já Realizado	6.000 CV

SILOS E ARMAZENS

Em 1955	nada
Em 1960	313.000 ton.
Já Realizado	168.180 ton.

RODOVIAS

Em 1955	10 mil km
Em 1960	13 mil km
Já Realizado	13 mil km