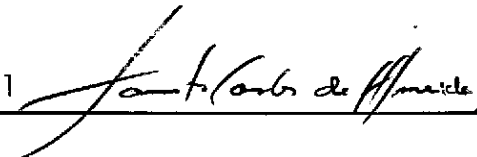
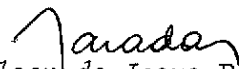


1. Publicação nº <i>INPE-2252-PRE/035</i>	2. Versão	3. Data <i>Out., 1981</i>	5. Distribuição ☐ Interna ☒ Externa ☐ Restrita
4. Origem <i>DME</i>	Programa <i>RECAT</i>		
6. Palavras chaves - selecionadas pelo(s) autor(es) <i>METEOROLOGIA; MODIFICAÇÃO DE TEMPO; AUMENTO DE PRECIPITAÇÃO</i>			
7. C.D.U.: <i>551.509.6</i>			
8. Título <i>MODIFICAÇÃO ARTIFICIAL DO TEMPO - GERENCIAMENTO DA PRECIPITAÇÃO</i>		10. Páginas: <i>06</i>	
		11. Última página: <i>05</i>	
		12. Revisada por	
9. Autoria <i>Fausto Carlos de Almeida</i>		 <i>Yoshihiro Yamazaki</i>	
		13. Autorizada por	
Assinatura responsável 		 <i>Nelson de Jesus Parada</i> Diretor	
14. Resumo/Notas <i>Dentro do tópico Modificação Artificial do Tempo, várias experiências têm sido realizadas no sentido de se tentar alterações benéficas ao homem, como supressão de granizo, aumento da precipitação, dissipação de névoa, entre outros, sendo que as duas últimas, especialmente a dissipação de névoa, já é utilizada operacionalmente. Vários são os benefícios a serem extraídos do emprego destas técnicas, assim como os problemas e responsabilidades sociais de sua utilização. Neste trabalho será apresentada uma revisão sobre o estado da arte das técnicas de modificação, seus resultados e dificuldades de avaliação, bem como os problemas com a transferência de resultados de uma região para a outra. Ênfase será dada a técnica de aumento de precipitação dentro de um contexto maior do gerenciamento da precipitação em uma dada região.</i>			
15. Observações <i>Trabalho a ser apresentado no IV Simpósio Brasileiro de Hidrologia e Recursos Hídricos, de 15 a 19 de novembro de 1981, Fortaleza, Ceará.</i>			

MODIFICAÇÃO ARTIFICIAL DO TEMPO - GERENCIAMENTO DA PRECIPITAÇÃO

POR

Fausto Carlos de Almeida¹

RESUMO - Dentro do tópico Modificação Artificial do Tempo, várias experiências têm sido realizadas no sentido de se tentar alterações benéficas ao homem, como supressão de granizo, aumento da precipitação, dissipação de névoa, entre outros, sendo que as duas últimas, especialmente a dissipação de névoa, já é utilizada operacionalmente. Vários são os benefícios a serem extraídos do emprego destas técnicas, assim como os problemas e responsabilidades sociais de sua utilização. Neste trabalho será apresentada uma revisão sobre o estado da arte das técnicas de modificação, seus resultados e dificuldades de avaliação, bem como os problemas com a transferência de resultados de uma região para a outra. Ênfase será dada a técnica de aumento de precipitação dentro de um contexto maior do gerenciamento da precipitação em uma dada região.

INTRODUÇÃO

O problema do conhecimento científico e tecnológico das técnicas de modificação de tempo tem sido enfocado em vários artigos especializados, e muito discutido em diferentes reuniões científicas especializadas no assunto. As razões de tal interesse estão ligadas a um problema que já afeta várias regiões do mundo, a água; sua escassez ou excesso, seu uso ineficiente e demandas sempre crescentes; o problema da variabilidade espacial e temporal das precipitações e seus efeitos na agricultura e na produção de energia, e em tantas outras atividades do sistema produtivo e social de um país.

Para tentar minimizar os caprichos da natureza neste sistema, diferentes técnicas experimentais que empregamos conhecimentos científicos e tecnológicos do homem ao problema do gerenciamento dos recursos hídricos têm sido feitos.

Dentre estas técnicas, apresenta-se a de modificação artificial, especialmente a do aumento da precipitação numa dada região.

Para que estas técnicas se tornem operacionais, de fácil avaliação e passível de transferência de uma região para outra, diferentes problemas, tanto de natureza científica como tecnológica, devem ser resolvidos.

O ESTADO DA ARTE

De acordo com o Workshop sobre "O Futuro da Pesquisa Atmosférica Nacional" realizado nos Estados Unidos em 1977, (Blackadar and Droessler, 1977) onde se reuniram aproximadamente 220 cientistas especializados em vários ramos da Meteorologia para, a pedido da Fundação de Ciência Americana (NSF), assessorar o status e definir pesquisas que deveriam ter prioridade nos anos subsequentes, o comitê em Modificação declarou: As pesquisas em Modificação de

¹ Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq
Instituto de Pesquisas Espaciais - INPE

Tempo devem "focalizar as áreas de alterações intencionais de sistemas de nuvens e precipitação e a do impacto não-intencional das atividades humanas na meteorologia e clima". Continua afirmando que "é absolutamente vital que a NSF continue a apoiar pesquisas básicas a níveis adequados, almejando aumentar nossa compreensão dos processos físicos envolvidos". Cita programas como o "CLIMAX, METROMEX, FACE, HIPLEX e NHRE" como exemplos desse esforço, complementando "que dividendos reais em termos de conceito e compreensão desses processos estão começando a ser realizados". Conclui notando que "devido aos problemas críticos de gerenciamento dos recursos hídricos que já afetam grandes regiões da nação, é certo que usuários potenciais da metodologia de modificação de tempo tentarão aplicação desta tecnologia tão logo lhes seja possível. É também provável que problemas de energia e qualidade do ar nos forçarão a focalizar atenção nos impactos não-intencionais das atividades antropogênicas".

Em outro trabalho oficial e de cunho internacional, preparado pela Organização Meteorológica Mundial (OMM) (Maybank, 1977) o qual trata de problemas da organização de experimento para o aumento da precipitação (para orientar países membros na implantação de programas dessa natureza), destacou-se que "a possibilidade de aumentar a precipitação natural pela modificação de nuvens que passam sobre uma área é uma solução para aliviar a escassez de água e as secas". O trabalho continua dizendo que a "Modificação de Tempo como um método de aumentar chuva ou neve ... deve ser descrito atualmente como incerto, mas potencialmente promissor, pelo menos em algumas áreas ou estação do ano. "Do ponto de vista das necessidades mundiais de alimento, a melhora da produtividade agrícola e a mitigação dos efeitos da seca nas áreas agrícolas afetadas são de vital importância, e qualquer meio de conseguir tais benefícios através de um aumento da água disponível deve ser considerado".

Das várias técnicas de Modificação de Tempo conhecidas, as do aumento da precipitação e a de dissipação de névoa, atualmente já usadas em programas operacionais, são as que mais se destacaram. Exemplos são os programas de aumento de neve em Colorado, USA, e o de aumento de chuva em Israel, além dos diversos sistemas instalados em bases aéreas americanas e nos aeroportos de Orly e Charles de Gaulle na França, para dissipação de névoa.

Técnicas de modificação tais como supressão de granizo (EEUU, Rússia, Canadá, Suíça, África do Sul, etc.), modificação de furacões e tufões (EEUU, Japão, etc.), supressão de descargas elétricas (EEUU, Rússia, etc.), supressão de incêndio em florestas (EEUU, etc.), além de outros que ainda não foram explorados em pesquisa de campo, como por exemplo o uso de "carbon black" para modificação climática, e a modificação do balanço de radiação encontram-se a nível de pesquisa básica, e não se cogita aplicá-los a nível operacional em futuro próximo, como se viu em Maybank (1977).

Deve-se lembrar que, embora as técnicas de aumento de precipitação já estejam sendo usadas a nível operacional por alguns programas, ainda não existe um consenso sobre seus resultados, aceitando-se em geral um aumento da ordem de 10% a 20% na precipitação. Fato importante a ser destacado é o da não-transferência de tecnologia sem uma prévia análise das condições locais e de resultados de programa experimental bem planejado e conduzido, vis-à-vis o programa hoje em execução nos EEUU (HIPLEX), além de outro iniciado em ISRAEL.

A respeito destes problemas, List (1981), relatando os principais resultados apresentados na recente conferência científica sobre Modificação de Tempo realizada em Clermont Ferrand, França, e patrocinada pela OMM apresenta um resumo do que foi a reunião, em suma - "O julgamento das atividades em Modifi

cação de tempo seria fácil se a ocorrência e a quantidade de chuva, granizo ou neve pudessem ser previstas. Na ausência deste conhecimento a priori, juntamente com a alta variabilidade dos fenômenos em estudo, métodos estatísticos devem ser aplicados para se avaliar o sucesso ou não de um dado experimento". List segue afirmando "somente um experimento de aumento de precipitações tem suportado todos os testes estatísticos aplicados a ele; é o projeto de Israel".

Um outro trabalho também recente é o descrito pelo XXIII Comitê Executivo da OMM sobre o Estado Atual de Modificação Artificial do Tempo (OMM, 1981), que reúne o pensamento científico sobre modificação do tempo e para o qual o leitor é referido.

Quanto ao uso das técnicas de modificação artificial do tempo, para o aumento da precipitação como solução para o problema da variabilidade espacial e temporal da precipitação em uma dada região (seca ou enchente), veja-se a Figura 1, auto-explicativa, onde o problema é enfocado de forma macroscópica e visto dentro do contexto integrado do gerenciamento de precipitação.

CONCLUSÃO

Das várias atividades em Modificação de Tempo, a de dissipação de névoa é a única considerada em estágio operacional.

A técnica do aumento de precipitação se encontra em estágio de aceitação como semi-operacional, sem transferência de tecnologia (são necessários levantamentos preliminares e um programa experimental para validar a operação).

As técnicas de supressão de granizo, assim como as técnicas de modificação de furacões e tufões, hoje já mais bem compreendidas, ainda permanecem em estágio de teste de conceitos (numérico e de campo), embora alguns programas de supressão de granizo (por exemplo: os da Rússia e África do Sul) já afirmem a sua operacionalidade. Note-se que existem vários programas no mundo investindo e testando estas técnicas, tal a sua importância para a agricultura e propriedade.

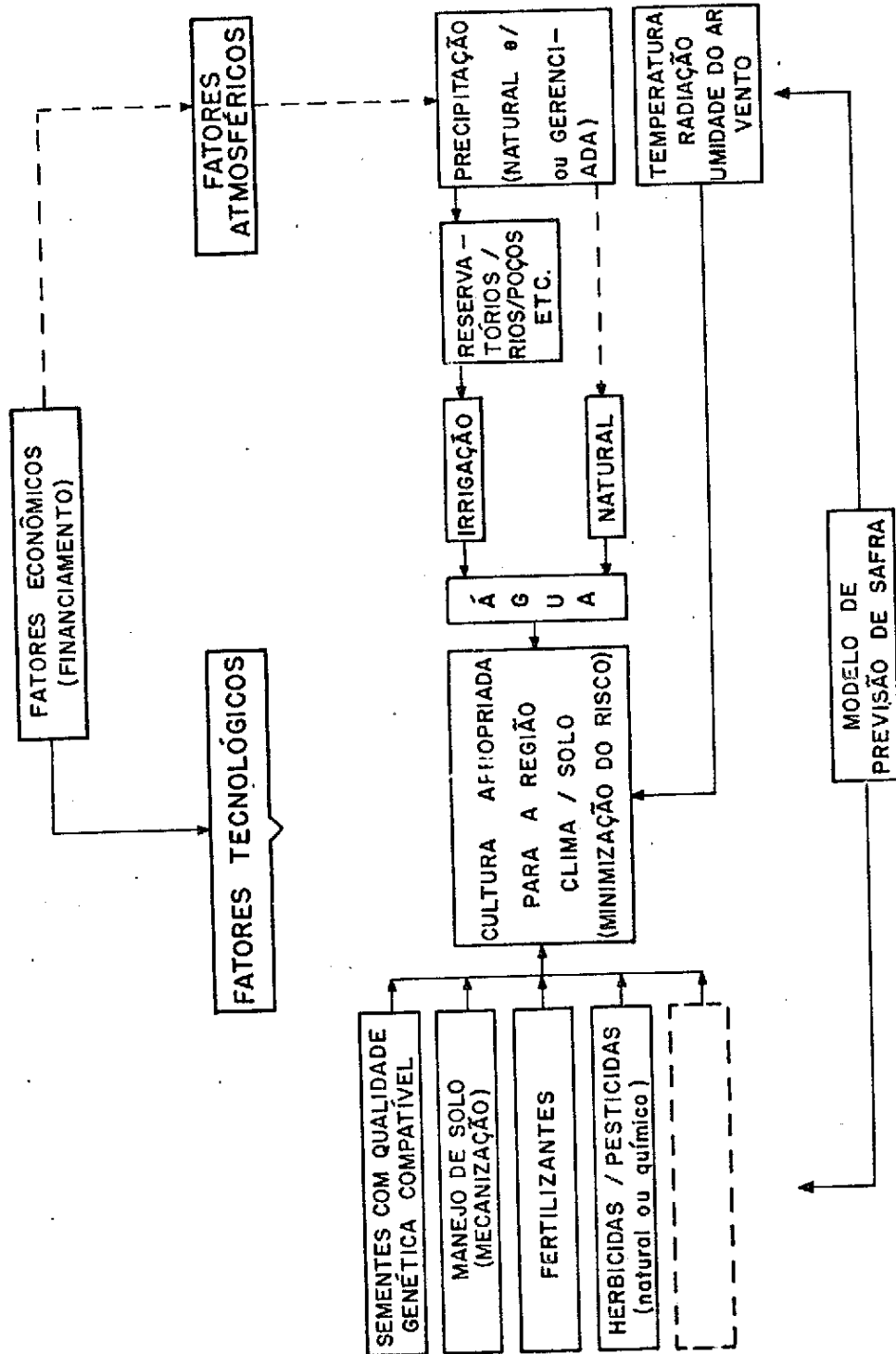
As técnicas de supressão de descargas elétricas e de incêndio em florestas, embora com alguma experiência de campo realizada, ainda se encontram em estágio de desenvolvimento de conceitos e testes de teorias.

As técnicas como o uso de "carbon black", e talvez a de modificação do balanço de radiação, permanecem no estágio teórico, sem nenhum teste de campo.

RETORNO ECONÔMICO

Do ponto de vista operacional, para fins agrícolas, a técnica do aumento de precipitação, quando comparada com a de supressão de granizo, tem maior retorno econômico. A técnica de dissipação de névoa é também viável economicamente, embora na maioria de suas aplicações seu retorno é medido pela finalidade estratégica, em geral de segurança nacional.

Para finalizar, repete-se aqui a conclusão chave do trabalho intitulado "The Management of Weather Resources", preparado para o Departamento de Comércio dos EEUU em 1978 (Cleveland, 1978): "Uma tecnologia utilizável (a de Modificação de Tempo) para aumentar significativamente chuva e neve e diminuir da



FATORES INFLUENCIANDO A PRODUTIVIDADE - VISÃO INTEGRADA
DO GERENCIAMENTO DA PRECIPITAÇÃO

Figura 1

nos causados por algumas situações meteorológicas adversas já é científica-
mente viável e próxima de ser alcançada".

REFERÊNCIAS

- BLACKARD, A.K. e DROESSLER, E.G., (1977), Workshop on the Future of National Atmospheric Research, workshop co-leaders. August 17-18, AMS, Boston, Mass., USA, 143 pp.
- CLEVELAND, H., (1978): The Management of Weather Resources, vol. I, Proposals for a national policy and program, chairman of the advisory board. Department of Commerce, Washington, D.C., 229 pp.
- LIST, R., (1981), Weather Modification - Third WMO Conference, Clermont Ferrant (France), July 1980 - WMO Bulletin.
- MAYBANK, J., (1977), The Scientific Planning and Organization of Precipitation Enhancement Experiments, with particular attention to Agricultural needs, WMO Technical note nº 154, WMO, Geneva, Switzerland, 88 pp.
- OMM, (1981), Estado Atual da Modificação Artificial do Tempo, XXIII, Com. Executivo, Doc. 7.