

Ediane
04/10/61/49

FOL
788

FC
188

INSTITUTO INTERAMERICANO DE CIENCIAS AGRICOLAS - OEA
ESCRITÓRIO NO BRASIL

PROGRAMA DE PESQUISAS PRIORITÁRIAS
EM TECNOLOGIA DE IRRIGAÇÃO PARA O
NORDESTE 1/

Agustin A. Millar 2/

Programa de pesquisas
1978 FL-00788



-
- 1/ Conferencia convidada para o Encontro sobre Escoamento em Meios Porosos, realizado em Rio Claro, SP entre 11 e 14 de outubro de 1978.
 - 2/ Eng^o. Agr^o., Ph.D., Especialista em Tecnologia de Irrigação do IICA, Técnico Residente do Convênio IICA/CODEVASF, e Consultor Técnico do CPATSA/EMBRAPA.

Í N D I C E

1.	INTRODUÇÃO	3
2.	ANTECEDENTES SOBRE O NORDESTE	3
	2.1. Clima	3
	2.2. Agricultura na região	8
	2.3. Agricultura irrigada	8
	2.4. Evolução da pesquisa	10
3.	PROGRAMA DE PESQUISA PARA AS ÁREAS IRRIGADAS	11
	3.1. Definições	11
	3.2. Conformação do programa	13
	3.3. Filosofia do programa	15
	3.4. Informação quantitativa	18
4.	PESQUISA EM IRRIGAÇÃO	20
	4.1. Relação Solo - Água - Planta	23
	4.2. Metodologia de Irrigação	27
5.	PESQUISA EM MANEJO DE SOLO E ÁGUA PARA AS ÁREA IRRIGADAS COM PROBLEMAS DE SAIS.	28
	5.1. Irrigação e Melhoria da Eficiência de Irrigação	29
	5.2. Salinidade e Manejo de Solos Afetados por sais	31
	5.3. Drenagem	33
6.	TRANSFERÊNCIA DA TECNOLOGIA GERADA	34
7.	REFERENCIAS	35

1. INTRODUÇÃO

O programa do trópico semi-árido em desenvolvimento no Nordeste foi concebido levando-se em consideração o maior programa de desenvolvimento agrícola que se deve implantar na região, o programa das áreas integradas do Nordeste.

O programa do trópico semi-árido deve representar, segundo o Governo Federal, "um conjunto de projetos prioritários através dos quais se vai usar a ciência e a tecnologia para a solução dos problemas do Nordeste, e particularmente, da agricultura, da pecuária, da agroindústria, de maneira associada com a política global de desenvolvimento da área".

No esforço de modernização do setor agropecuário, se considera como um dos pontos principais, o desenvolvimento da pesquisa e experimentação agrícola, como programas regionais e por produtos nitidamente definidos. Dentro deste espírito, o programa de pesquisa agrícola deve estar em perfeita sintonia com as diretrizes fixadas pelos órgãos de desenvolvimento da região.

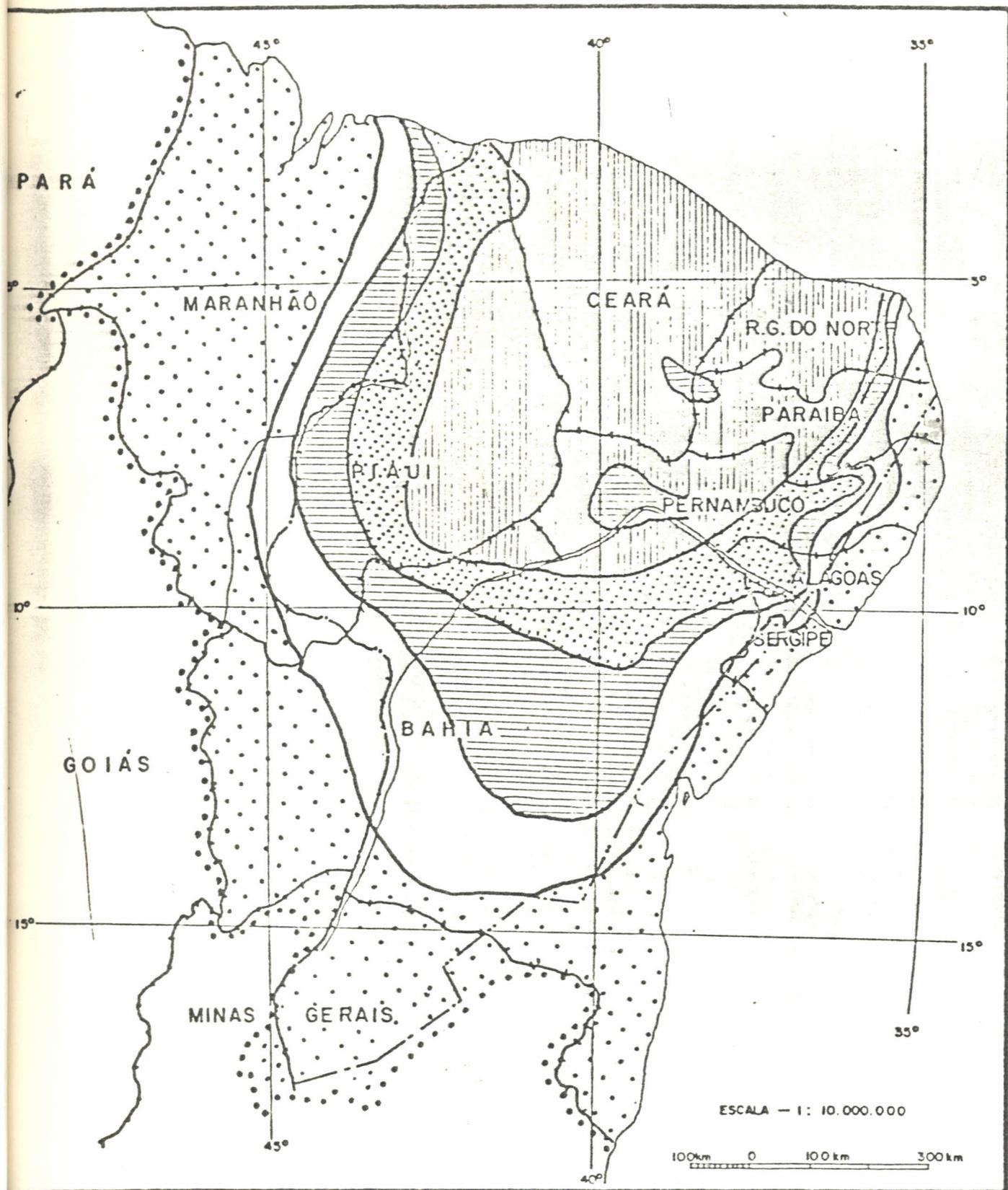
A irrigação exige um alto padrão tecnológico devido ao grau de intensidade das explorações agrícolas. Técnicas sobre equipamentos de irrigação, metodologias de aplicação e de manejo de solo, água e culturas, que tenham por objetivo melhorar a eficiência da irrigação, a melhor oportunidade de aplicação e seu mais baixo custo, precisam ser estudadas em profundidade. Por outro lado, há necessidade de estabelecer uma metodologia para acompanhamento das mudanças de caráter físico e especialmente, químicas dos solos intensamente utilizados sob irrigação e pouco conhecidos nos climas tropicais.

Conscientes destas necessidades, os organismos federais da região do Nordeste que têm como beneficiário direto o produtor das áreas irrigadas, têm reunido esforços para conformar um programa prioritário de pesquisas para o Nordeste, do qual se apresentam as características principais neste documento.

2. ANTECEDENTES SOBRE O NORDESTE

2.1. Clima

No Nordeste encontra-se o chamado "polígono das secas", nome dado pela alta ocorrência de secas. Na Figura 1 mostra-se um mapa do Nordeste indicando a frequência de incidência de secas (SUDENE, 1973). Observa-se que na maior parte dos Estados do Ceará, Paraíba, Rio Grande do Norte, Pernambuco e Piauí, as secas incidem com frequência de 81 a 100%.



INCIDÊNCIA DE SÊCAS



81 A 100%



41 A 60%



61 A 80%



21 A 40%

Figura 1. Incidência de secas no Nordeste (SUDENE, 1973)

As chuvas se concentram num único período de três a cinco meses (Figura 2), variando as médias de uma área a outra, com distribuição muito irregular. O coeficiente de variação nas áreas mais secas é superior a 50%. Na figura 3 se mostra um mapa do Nordeste incluindo as isoietas para as médias anuais (SUDENE, 1973).

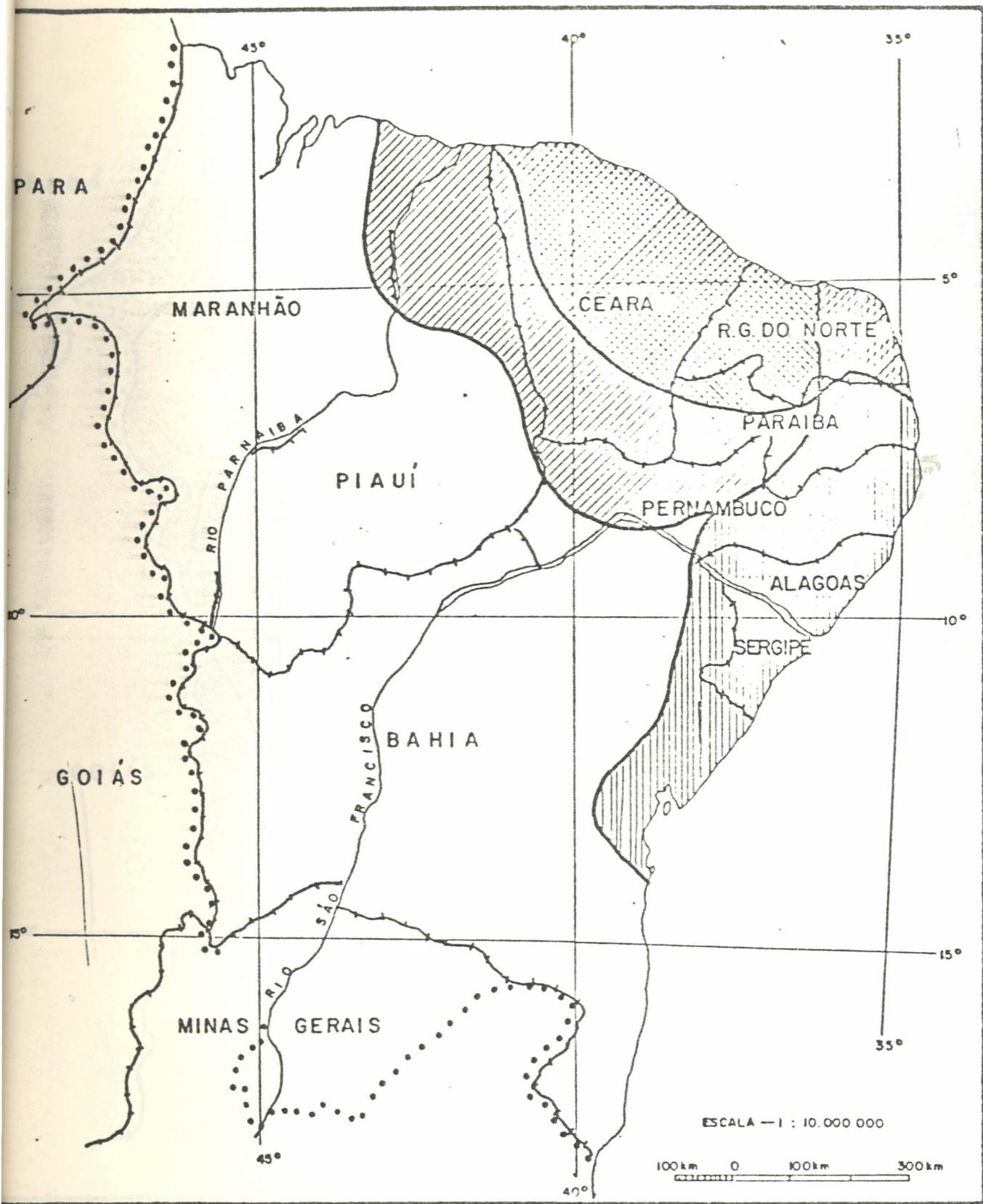
As temperaturas médias anuais variam pouco de um lugar para outro, situando-se entre 23 a 27° C. A média anual de insolação é da ordem de 2800 horas/ano, com umidade relativa média da ordem de 50%, e a evaporação média anual ultrapassa os 2000 mm.

Considerando a informação de evapotranspiração potencial e as probabilidades mensais de ocorrência de chuvas, Hargreaves(1974), tem feito um zoneamento climático do Nordeste para a produção agrícola (Figura 4) sugerindo a seguinte classificação: Muito-Árido (não útil para agricultura de sequeiro), Árido (uso limitado em agricultura de sequeiro), Semi-Árido (produção possível para culturas de ciclo de 3 - 4 meses), Subúmido (produção possível para culturas que precisam umidade adequada durante 5 ou mais meses).

2.2. Agricultura na Região

A agricultura da região apresenta situações bem diferentes' condicionadas por fatores de ordem climática e socio-econômica, a saber (CPATSA, 1978):

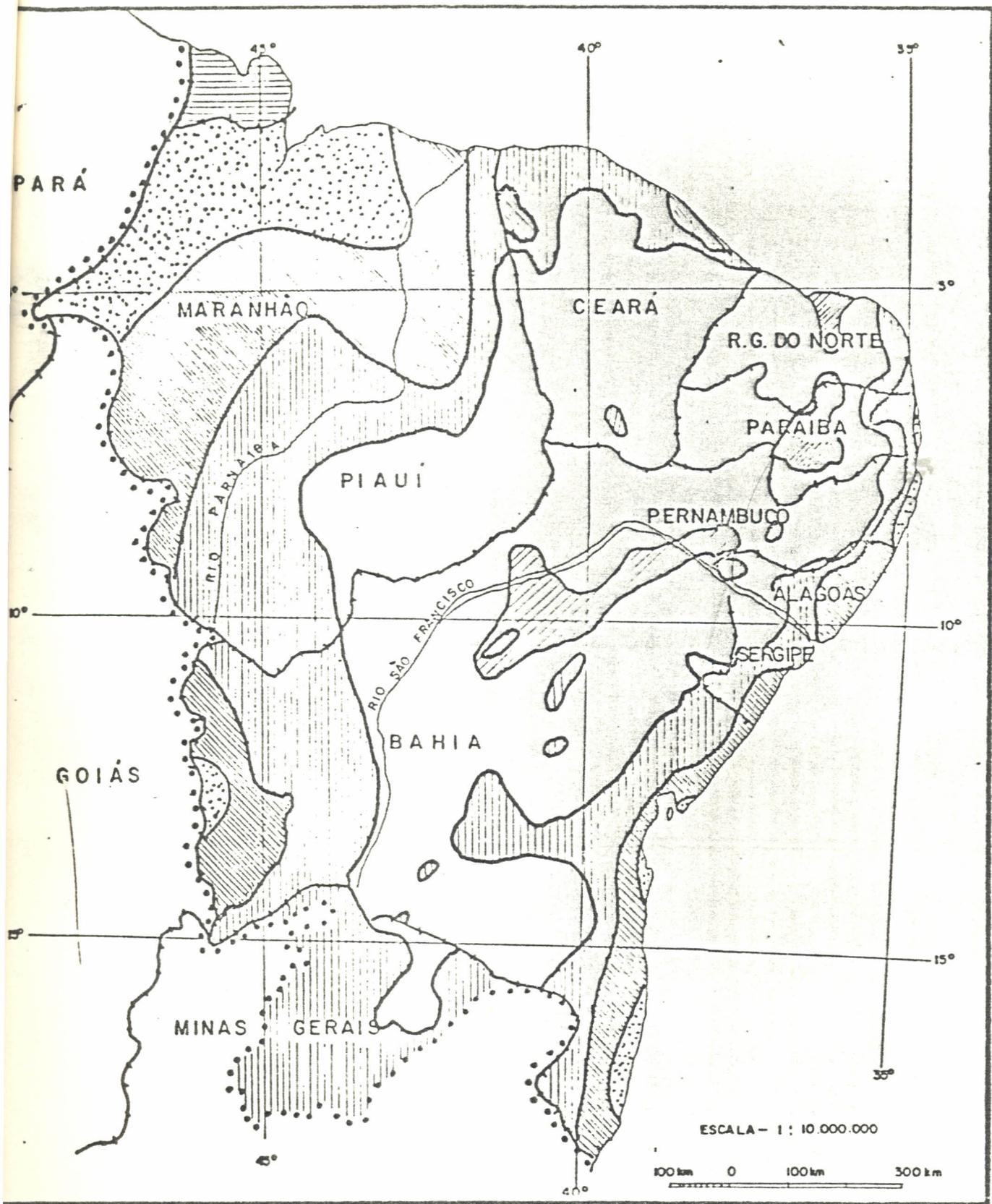
- Áreas com precipitação pluvial relativamente alta, superior a 1000 mm, na faixa litorânea, limites com a Amazonia e Sul da Bahia. Nessas áreas predomina o cultivo de cana-de-açúcar, cacau, côco, caju e pecuária.
- Áreas com precipitação média, 600-1000 mm, com certa regularidade. Nessas áreas predomina o cultivo de algodão arbóreo e herbáceo, milho, feijão e pecuária. Abrange, em maior ou menor extensão, todos os Estados do Nordeste.
- Áreas com forte instabilidade climática e baixa precipitação, 250-600 mm. Nessas áreas predomina a pecuária (bovinos, caprinos), havendo a exploração de algumas culturas como o algodão arbóreo, mamona e mandioca. Especialmente ao redor dos barreiros e pequenas barragens, quando as condições de solo permitem, se encontram as culturas de vazantes (Guerra, 1975).
- Áreas que se encontram em altitude elevada, 600 a 1000 metros, onde a temperatura é mais amena e sempre há maior disponibilidade de água. São comumente designados de "brejos" e apresentam potencial elevado para hortaliças e fruteiras.
- Áreas que apresentam disponibilidade de água e solo e que se prestam para a irrigação convencional. Corresponde aos perímetros irrigados do DNOCS, CODEVASF, além dos aluviões, dos quais o do São Francisco é o mais importante. Predomina o cultivo das hortaliças e fruteiras, havendo outros cultivos, dependendo da época do ano.



**DISTRIBUIÇÃO DE CHUVAS EM RELAÇÃO AO TEMPO
PERIODO CHUVOSO**

- | | | | |
|---|----------------|---|-----------------|
|  | DEZEMBRO/MAIO |  | FEVEREIRO/JULHO |
|  | NOVENBRO/ABRIL |  | MARÇO/AGOSTO |
|  | JANEIRO/JUNHO | | |

Figura 2. Distribuição de chuvas no Nordeste em relação ao tempo de ocorrência (SUDENE, 1973).



ISOIETAS-MÉDIAS ANUAIS - "DADOS IN NATURA"

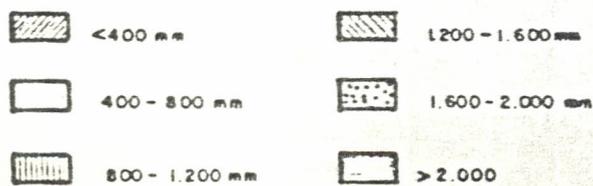


Figura 3. Mapa de isoietas do Nordeste (SUDENE, 1973).

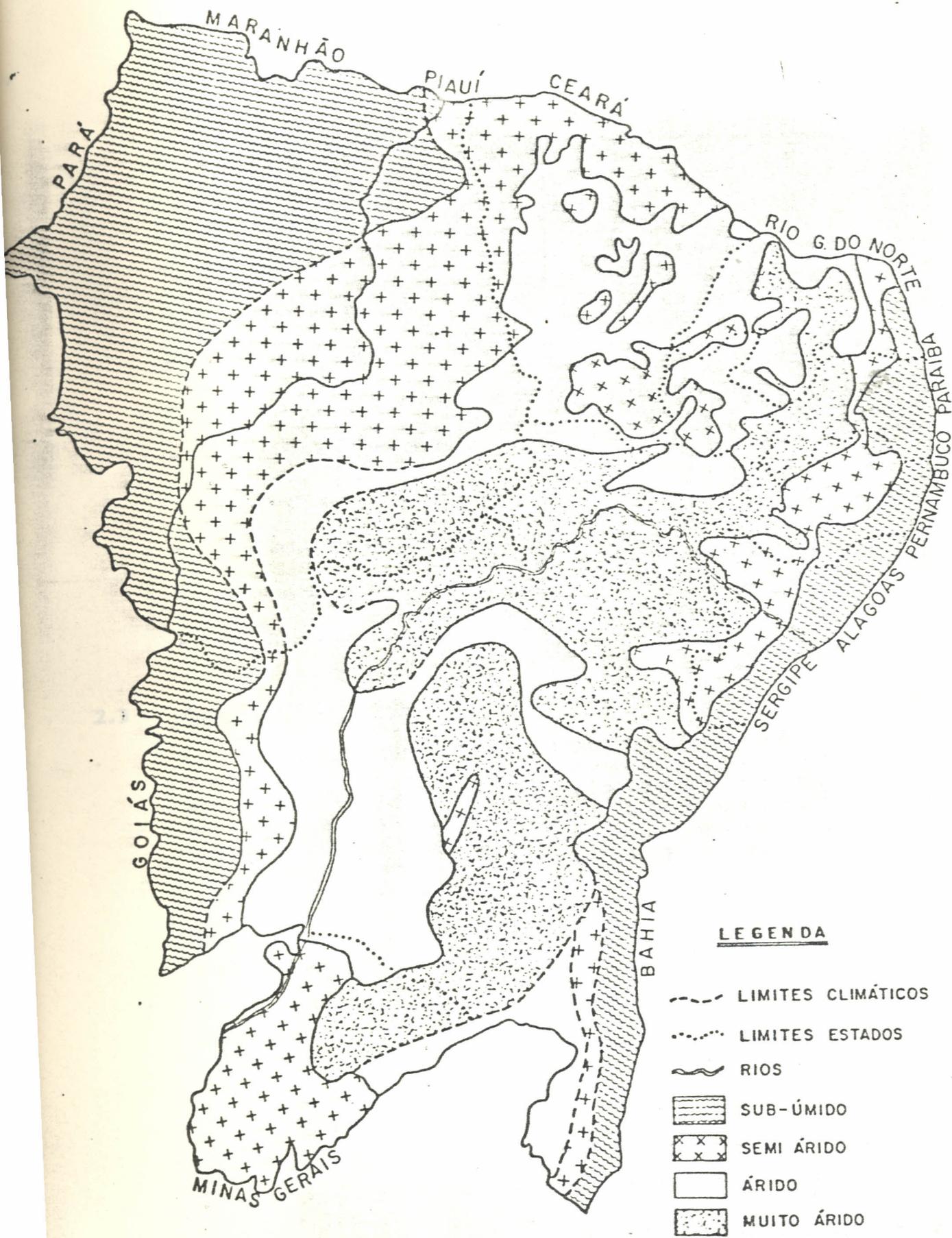


Figura 4. Zoneamento climático do Nordeste para produção agrícola (Hargreaves, 1974).

Segundo ICRISAT (1976), de modo geral podem-se considerar como fatores limitantes de grande relevância nessas áreas, os seguintes:

- Chuvas intensas em alguns anos e secas imprevisíveis noutros.
- Estação chuvosa relativamente curta.
- Precipitação altamente variável, dentro da estação chuvosa.
- Taxa de evapotranspiração alta na estação de crescimento.
- Solos rasos e de baixo conteúdo de matéria orgânica.
- Baixa capacidade de infiltração dos solos.
- Alto potencial de erosão.
- Pequenas propriedades.
- Recursos de capital limitados.
- Força de trabalho predominantemente humana e animal.
- Elevada taxa de desemprego durante as grandes secas.

2.3 Agricultura Irrigada

A agricultura irrigada no Nordeste desempenha um papel de grande significado na execução da estratégia de desenvolvimento agropecuário regional. Com efeito, o melhor aproveitamento dos recursos de água e solos irrigáveis, de existência comprovada na região, permitirá além da implantação de sistemas de irrigação e culturas irrigadas, o desenvolvimento de atividades agropecuárias em sua área de influência, associadas às atividades próprias da irrigação de áreas de sequeiro e aos projetos de irrigação o que representa nova perspectiva de ocupação racional e econômica de uma substancial faixa adicional de terras semi-áridas do Nordeste.

O desenvolvimento da agricultura irrigada envolve aspectos altamente positivos para a criação de uma economia estável, com reflexos no crescimento econômico da região, tais como:

- Grande concentração produtiva que minimiza os custos dos serviços.
- Grau de segurança frente às adversidades do meio ambiente.
- Exigência de uma alta tecnologia que lhe confere alta rentabilidade.
- Elevada qualidade dos produtos, o que permite a exportação para os mercados mais exigentes, tanto de produtos "in natura" como industrializados.
- Viabilidade de desenvolvimento da indústria com funcionamento contínuo.

- Oferta de produtos aos mercados nos períodos de demanda excedente.

A fase inicial do Programa de Irrigação do Nordeste, envolvendo a elaboração de estudos básicos está praticamente concluída. Até 1976 havia cerca de 14,7 milhões de hectares com estudos a nível de plano diretor, 678.605 ha com estudos de viabilidade, 121.114 ha com projeto executivo, 49.473 ha em implantação, e aproximadamente 15.000 ha em operação.

O Programa de Irrigação no Nordeste está sendo executado pela Companhia de Desenvolvimento do Vale do São Francisco, com atuação na Bacia do Rio São Francisco, e pelo Departamento de Obras Contra as Secas, com atuação no restante da região.

O potencial de irrigação nas áreas do DNOCS atinge cerca de 500.000 ha. O objetivo do DNOCS é elevar para 90.000 ha, até 1979, a superfície dos perímetros irrigados nas áreas prioritárias do Vale do Gurgueia e Baixo Parnaíba, no Piauí, Vale do Acaraú e Vale do Jaguaribe, no Ceará, Vale do Apodi e Vale de Piranhas-Açu, no Rio Grande do Norte, e Vale do Itapicurú e Vale do Rio de Contas-Brumado, na Bahia, (DNOCS/II PND, 1976).

De acordo com a prospecção efetuada pela Consultora "Development and Resources Corporation" existiam até 1974 no Vale do Rio São Francisco, 620.300 hectares planejados para irrigação. Segundo o Bureau of Reclamation (BUREC), na área de atuação da CODEVASF existem 2.964.600 hectares potencialmente irrigáveis, dos quais 457.100 ha estão sendo considerados para serem implantados até o ano 2000 no plano estratégico proposto pelo Projeto FAO/BRA/74/008. O total da área acumulada dos projetos, considerados pela CODEVASF, alcança a 847.600 ha.

A área atualmente irrigada no Vale do Rio São Francisco, em projetos operados pela CODEVASF, não ultrapassa 6.000 ha, distribuídos nas diferentes áreas prioritárias, segundo dados recentes compilados por Franco (1978). Segundo Finney e Albuquerque (1975), estima-se que existem mais de 37.000 ha de aluviões irrigados pela iniciativa privada nas margens do Rio São Francisco, sendo em sua maioria propriedades de 10 a 100 ha.

Nas áreas da CODEVASF e do DNOCS, a exploração vem sendo feita mediante colonização em lotes variando entre 5 e 15 ha. A tendência atual na área da CODEVASF é o fortalecimento de empresas de médio e grande porte, mantendo aproximadamente 20% das áreas com sistemas de colonização.

Os produtos atuais, constantes nos planos agrícolas dos projetos de irrigação são hortaliças (cebola, tomate industrial, melancia, melão), fruteiras (bananas, uva), grãos (arroz, feijão), produção de sementes (melão, pepino, milho, sorgo, arroz), e fibra (algodão). Entre os produtos potenciais nas áreas irrigadas, tem-se cana de açúcar, milho, alfafa, cevada, alho, etc.

Na áreas irrigadas, os sistemas de cultivo e produção atualmente em uso apresentam uma série de fatores limitantes, entre os quais se podem mencionar: irrigação sem controle, práticas culturais ineficientes, adubação inadequada, falta de mão de obra especializada, incidência de pragas e doenças, falta de controle de invasoras, falta de variedades adequadas ao cultivo com irrigação, falta de sementes selecionadas, etc.

O programa de pesquisa para as áreas irrigadas do Nordeste, está concentrado na busca de solução dos problemas anteriormente mencionados, pesquisando-se de forma integrada os sistemas de cultivo e de produção.

2.4 Evolução da Pesquisa

Até 1974, a pesquisa em agricultura irrigada no Nordeste era executada diretamente pelos organismos federais, usuários da informação.

No Vale do Rio São Francisco, a antiga Superintendência do Vale do São Francisco (SUVALE) mantinha um serviço de Experimentação e Pesquisa Agropecuária para dar apoio aos programas de irrigação nas áreas prioritárias do Vale. Este serviço foi continuado pela Companhia de Desenvolvimento do Vale do São Francisco (CODEVASF), porém contava com recursos humanos reduzidos, sendo ao todo 9 pesquisadores distribuídos no Vale. Os trabalhos de pesquisa do programa SUVALE/CODEVASF eram dirigidos a gerar informação para planejamento e planos agrícolas dos Projetos de Irrigação. (Aragão et al., 1974).

Por sua vez, o Departamento de Obras Contra as Secas (DNOCS) vinha executando pesquisas em agricultura irrigada através de seus próprios serviços, numa vasta rede de campos experimentais, porém sem contar com um número adequado de recursos humanos (Souza & Barrios, 1974). Os trabalhos realizados limitaram-se a pesquisas agrônomicas de irrigação (DNOCS, 1973-1975).

Por outro lado, outros organismos como o Instituto de Pesquisas Agrônomicas (IPA) do Estado de Pernambuco, e Universidades, vinham também executando alguns tipos de pesquisas relacionados com agricultura irrigada.

Desta forma, a pesquisa em irrigação no Nordeste vinha sendo executada de forma isolada, sem contar com uma programação prioritária e compatibilizada entre as diversas Instituições executoras. No quadro geral, o ponto de estrangulamento foi a formação de pessoalea continuidade das pesquisas.

Com a finalidade de ter um sistema nacional de pesquisa agropecuária mais eficiente e racional, o Governo Federal criou a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), com o objetivo de promover, estimular, coordenar e executar atividades de pesquisa a nível nacional (EMBRAPA, 1973).

O modelo institucional da EMBRAPA está constituído por um Sistema Nacional que compreende duas linhas fundamentais de atuação: ação direta e ação coordenadora. A ação direta se realiza através das unidades de execução nacional - os Centros Nacionais - e de unidades executivas de âmbito estadual. A ação coordenadora é de caráter programático e normativo, tendo nas empresas estaduais de pesquisa o veículo de execução da mesma (EMBRAPA, 1974).

Dentro do novo esquema operacional da pesquisa agropecuária, e com a finalidade de gerar tecnologia de irrigação e de agricultura de sequeiro, necessária para os produtores do Nordeste, a EMBRAPA criou várias unidades de pesquisa, distribuídas em toda a região.

Um levantamento de publicações sobre aspectos de irrigação no Nordeste (Millar, 1973), demonstrou que 52% das publicações versaram sobre pesquisa e tecnologia de irrigação, sendo o restante, sobre aspectos de inventário de recursos e políticas de irrigação.

Em 1978, a realidade da contribuição da tecnologia de irrigação, pode ser facilmente apreciada através da evolução experimentada nos Congressos de Irrigação e Drenagem de 1975 e 1978, e através do grande número de publicações avulsas e comunicados técnicos da EMBRAPA.

Atualmente se pode dizer, sem medo de errar, que a pesquisa em tecnologia de irrigação tem bases sólidas no Nordeste Brasileiro.

3. PROGRAMA DE PESQUISA PARA AS ÁREAS IRRIGADAS

3.1 Definições

Com a finalidade de facilitar a apresentação e poder focalizar a pesquisa em irrigação é necessário estabelecer algumas definições. Define-se como pesquisa em tecnologia de irrigação os estudos agrônômicos e de engenharia das práticas e técnicas de irrigação. Na figura 5 apresenta-se, em forma esquemática, a subdivisão da pesquisa em tecnologia de irrigação.

Na pesquisa agrônômica de irrigação se incluem todas aquelas pesquisas da relação solo-água-planta (RSAP) e suas interações, e pesquisas do sistema de produção sob irrigação. No primeiro caso, o fator água é uma variável experimental, enquanto no segundo caso, é um fator constante, já otimizado, da pesquisa.

Na pesquisa da Relação RSAP e interações, incluem-se, por exemplo, estudos de lâminas de água, evapotranspiração, efeito do déficit hídrico sobre as culturas, interações água x adubos, parâmetros e práticas de irrigação, etc.

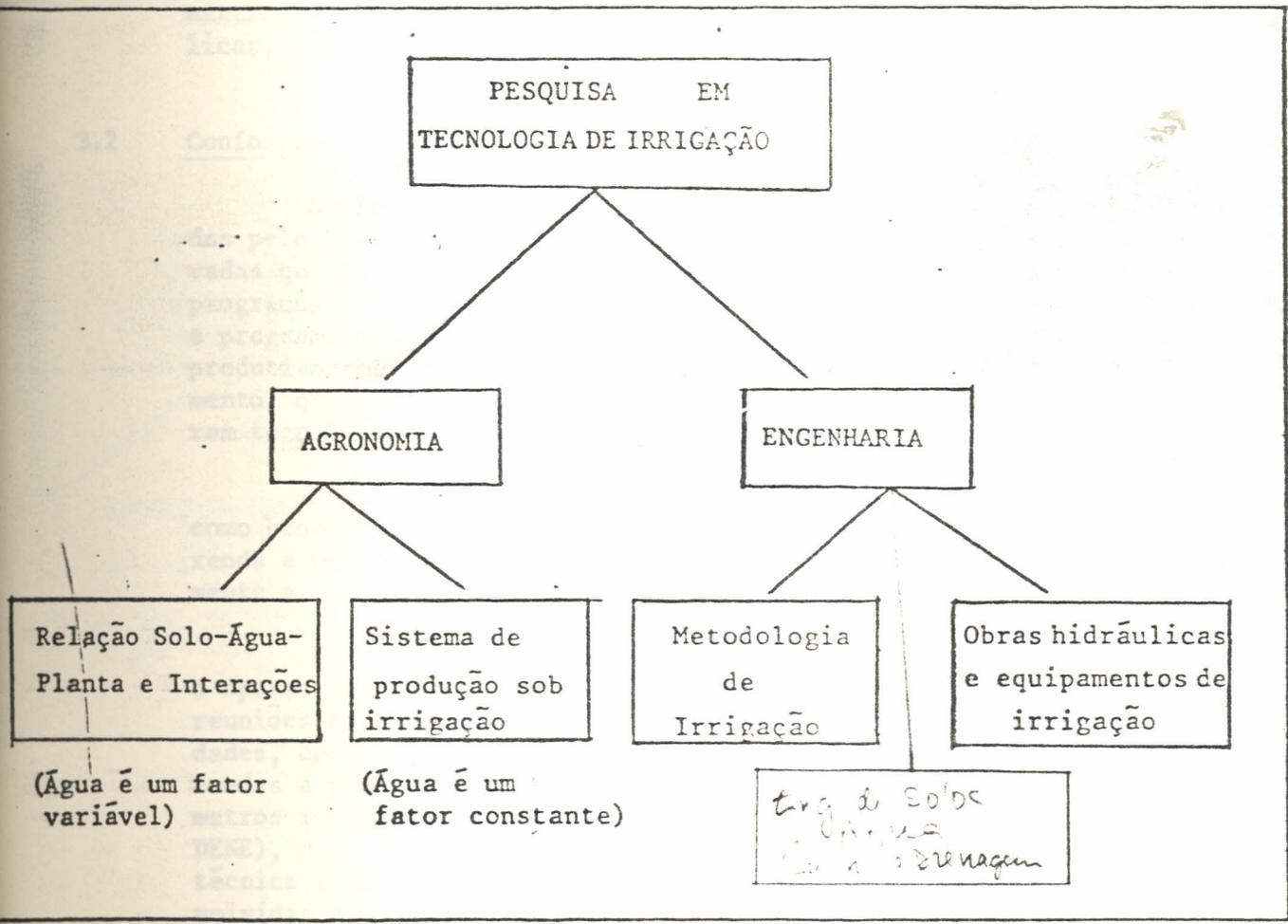


Figura 5. Esquematização da pesquisa em tecnologia de irrigação (Millar, 1978).

Na pesquisa do Sistema de Produção incluem-se, por exemplo, estudos de variedades mais adaptadas às condições de irrigação, condições do meio físico-ambiental das culturas (fertilidade do solo, salinidade, etc.), estudos de pragas e doenças, estudos de espaçamento, controle de ervas daninhas das culturas irrigadas, etc.

Na pesquisa de engenharia de irrigação incluem-se todas aquelas pesquisas ligadas à infraestrutura de irrigação, e manejo do sistema. Nesta área, incluem-se, por exemplo, estudos de metodologia de irrigação, equipamentos de irrigação, materiais de construção de equipamentos e estruturas hidráulicas, viabilidade técnico-econômica de uso e construção de equipamentos, uniformidade de construção de materiais e equipamentos, manejo e conservação de estruturas hidráulicas, técnicas de drenagem e materiais afins, etc.

3.2 Conformação do Programa de Pesquisa

A nível de Nordeste, e dentro das diretrizes globais traçadas pelo Governo Federal operam várias instituições públicas e privadas que se responsabilizam pela execução de um amplo conjunto de programas, cobrindo as áreas irrigadas, de desenvolvimento integrado e programas de apoio. Entre estas instituições e ligadas ao processo produtivo sob irrigação, destacam-se as de coordenação do desenvolvimento, que implantam e operam Projetos de Irrigação, e outras que geram tecnologia agrícola.

A atuação dos organismos federais nas áreas irrigadas tem como beneficiário direto o produtor, com o objetivo de maximizar sua renda e melhorar o padrão de vida. Na Figura 6 se mostra esquematicamente as relações das instituições com o produtor.

Existem várias modalidades de coordenação para compatibilizar e operacionalizar os objetivos das diferentes instituições. Realizam-se reuniões anuais para avaliar resultados de pesquisa, definir prioridades, compatibilizar e programar a execução. Nestas reuniões, efetuadas a nível do Nordeste, participam os organismos que operam perímetros irrigados (CODEVASF e DNOCS), de desenvolvimento regional (SUDENE), de financiamento (Banco do Nordeste do Brasil), de assistência técnica (EMBRATER), Universidades, e Unidades do Sistema EMBRAPA envolvidas nas áreas irrigadas.

Por outro lado, realizam-se reuniões específicas entre as instituições: CODEVASF/EMBRAPA, EMBRAPA/EMATER, e entre Unidades do Sistema EMBRAPA com a finalidade de desenvolver atividades de transferência de tecnologia.

Para a conformação do programa integrado de pesquisa, e como subsídio às reuniões de Programação, realizam-se o reconhecimento das áreas irrigadas, levantamento de problemas e necessidades prioritárias, visita a colonos e produtores particulares; consulta técnicos da região, e estudo e análise da informação existente.

Desta forma, o programa integrado de pesquisa em tecnologia de irrigação é o resultado de uma ação participativa e consultiva de um grande número de pessoas, tanto técnicos como produtores da região. Através deste sistema consultivo de programação, têm-se elaborado vários planos de pesquisa prioritária para o Nordeste (CPATSA, 1976 a, b, c, d, e; Millar et al, 1976).

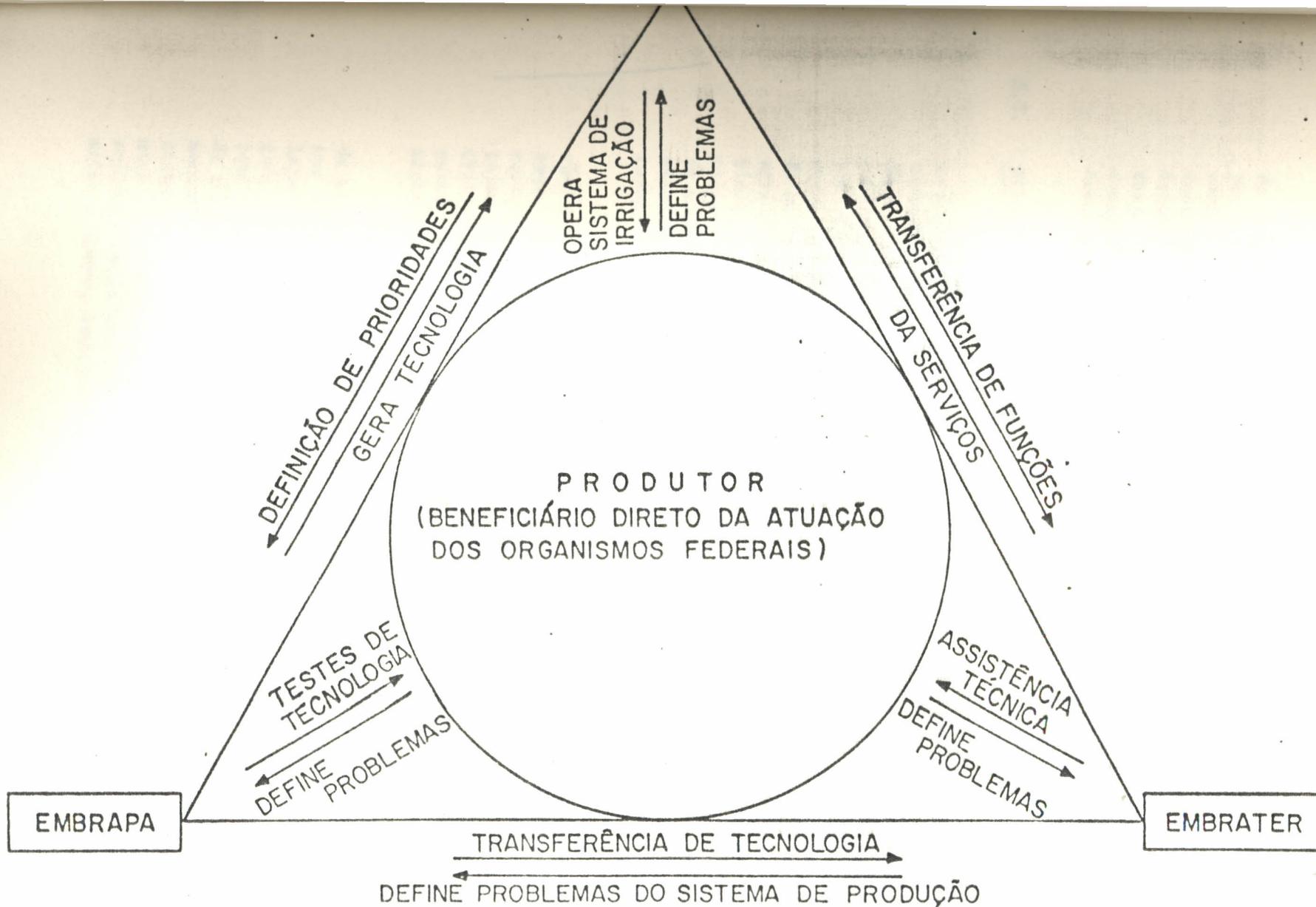


Figura 6. Esquemática da atuação dos organismos federais em benefício dos produtores nas áreas irrigadas do Nordeste (Millar, 1978).

A coordenação da programação integrada de pesquisa em tecnologia de irrigação é liderada pelo Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semi-Árido (CPATSA) da EMBRAPA.

Dentro do sistema EMBRAPA, o Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semi-Árido (CPATSA), localizado no Vale do São Francisco, porém com atuação a nível do Nordeste, é o único Centro a nível nacional que tem um projeto institucional para as áreas de irrigação, denominado "Projeto de Desenvolvimento de Sistemas de Produção para Áreas Irrigadas". Por sua vez, as outras unidades de pesquisa do Nordeste, que não dependem do CPATSA, porém mantêm uma estreita coordenação na programação e compatibilização, tem pesquisas da área de tecnologia de irrigação em seus programas por produto.

3.3. Filosofia do Programa

O programa de pesquisa em tecnologia de irrigação no Nordeste é orientado principalmente no sentido de se encontrarem métodos econômicos de aumentar a produtividade dos sistemas de produção, estudando-se os diversos aspectos da irrigação e suas interrelações com os demais fatores de produção, como fertilidade, carência de micronutrientes, métodos e época de aplicação de fertilizantes, adubos orgânicos, criação de variedades adaptadas, épocas de plantio, uso de herbicidas, rotação de culturas, uso de equipamentos e máquinas agrícolas, combate às pragas e doenças, através dos controles químico biológico, e principalmente criando variedades resistentes. Este projeto tem por objetivo, também conhecer as expectativas de demanda e oportunidade de colocação dos produtos no mercado, identificar aspectos de padronização e embalagem, determinar a melhor relação custo/benefício para cada sistema de produção.

Por outro lado, na pesquisa para as áreas de sequeiro, inclui-se uma parcela importante de pesquisas em tecnologia de irrigação. Neste caso, os estudos visam o melhor aproveitamento dos recursos hídricos através de metodologias específicas de irrigação (gotejamento, sucção, irrigação suplementar mínima) (Coelho et al. 1978; CPATSA, 1978; Silva et al. 1978 a, b,), pesquisas dos sistemas de cultivo de escoamento, bacias e vazantes (Liu, 1978), e culturas resistentes à seca.

Na formulação do programa de pesquisa se considera o sistema de produção em uso, descrito na sua forma global, abordando os aspectos de maior significância, para se ter uma melhor visão de interrelação dos diversos aspectos do sistema de produção para áreas irrigadas. (Veja Figura 7 - Queiroz, 1976). Esse conceito implica na concentração das pesquisas em locais representativos, na necessidade de equipe interdisciplinar, na integração dos resultados de experimentos pequenos em experimentos maiores, cujos resultados sejam facilmente visíveis ao produtor e permitam uma melhor avaliação econômica. Um modo de mostrar o efeito global dos diversos progressos conseguidos isoladamente, pode ser exemplificado com os dados para milho e sorgo, mostrados na Tabela 1 (ICRISAT, 1976).

Práticas Culturais
 - Controle de invasoras
 - Época do plantio
 - Densidade de plantio x níveis de fertilizantes
 - Rotação
 - Tração manual, animal, mecânica
 - Sistema de plantio

Fitossanidade
 - Teste de fungicidas (parte aérea e solo)
 - Teste de inseticidas
 - Avaliação de danos
 - Variedades

Variedades
 - Introdução
 - Seleção
 - Resistência as doenças e pragas

Produtos 1, 2 n
 (considerados no total e sequencia do produtor típico)

Fertilidade
 - Níveis
 - Fontes
 - Aplicação
 - Época
 - Efeito residual

Processamento
 - Tecnologia de alimentos
 - Variedades
 - Colheita
 - Tecnologia de sementes

Irrigação
 - Sistemas de irrigação
 - Interação água x níveis de N x população
 - Uso consuntivo
 - Salinidade
 - Variedades
 - Métodos de aplicação de água

Figura 7 - Diagrama do experimento grande e de alguns experimentos pequenos, para estudo de sistemas de produção agropecuária em áreas irrigadas. (Queiroz, 1976)

Tabela 1. Aumento da produção de milho e sorgo (kg/ha) devido a 3 passos de tecnologia em comparação com os 3 passos combinados. (ICRISAT, 1976)

Tratamento	Variedade	Adubação	Manejo de cultura	Sorgo		Milho	
				Produção (kg/ha)	Aumento sobre o nº 1	Produção (kg/ha)	Aumento sobre o nº 1
1	Local	Local	Local	333	-	452	-
5	Melhorada	Local	Local	635	302	629	177
3	Local	Melhorada	Local	1338	905	1902	1450
2	Local	Local	Melhorada	615	<u>282</u>	654	<u>202</u>
		Total dos 3 passos individuais			1489		1829
8	Melhorada	Melhorada	Melhorada	3429	<u>3096</u>	3475	<u>3023</u>

O programa de pesquisa para as áreas irrigadas está concebido dentro do enfoque sistêmico, discutido por Queiroz (1976). Esta modalidade de pesquisa considera "experimentos grandes" ou centrais e "experimentos pequenos" ou satélites (Figura 7).

Os estudos de sistemas de cultivo para áreas irrigadas são pesquisados através da integração de experimentos adequadamente estruturados e conduzidos por uma equipe multidisciplinar (CPATSA, 1978 a, b, c). Os experimentos principais do programa são os seguintes:

a) Experimentos de Sistema de Cultivo

Os experimentos de sistema de cultivo são basicamente constituídos de rotações, as quais dependem fundamentalmente das culturas principais que apresentam possibilidades de mercado. Em cada uma das rotações se integram os principais resultados dos experimentos satélites, onde se procura avaliar todos os aspectos técnicos das mesmas. As melhores combinações são avaliadas em escala operacional no experimento de Sistema de Produção.

b) Experimentos Centrais de Sistemas de Produção

Os experimentos centrais de sistema de produção constam dos melhores tratamentos econômica e tecnicamente viáveis dos experimentos de Sistemas de Cultivo. Estes experimentos são conduzidos em escala operacional, sendo computadas todas as informações técnicas e econômicas, com a finalidade de se obter Sistemas de Produção viáveis para produtores das áreas de colonização ou médios e grandes proprietários.

c) Experimentos Satélites

Os experimentos satélites compreendem o estudo de problemas específicos em certas áreas e que comprovadamente constituem obstáculos à obtenção de produções estáveis e elevadas. Estes experimentos cobrem praticamente todas as disciplinas da agronomia, podendo ser agrupados em áreas de maior concentração como seja: Variedades, Fertilidade e Nutrição de Plantas, Manejo de Solos e Água (Relação Solo-Água-Planta e Metodologia de Irrigação), Proteção de Culturas e Manejo de Cultura.

Nestes experimentos, usa-se a metodologia convencional de condução e as análises seguem os procedimentos estatísticos comumente usados.

3.4 Informação Quantitativa do Programa

Na Tabela 2 se mostra o número de subprojetos de pesquisa em tecnologia de irrigação para o Nordeste, nos diferentes Centros, Empresas Estaduais e UEPAES do sistema EMBRAPA.

Tabela 2 . Número de subprojetos de pesquisa para as áreas irrigadas do Nordeste nas Unidades do Sistema EMBRAPA

ÁREA DE CONCENTRAÇÃO	CENTROS			EMPRESAS ESTADUAIS					UEPAES			
	CNPA	CNPMF	CPATSA	EMAPA	EPABA	EPACE	EPAMIG	IPA	CAICO	ITAPIREMA	PENEDO	TERESINA
<u>AGRONOMIA</u>												
RSAP	0	0	17	0	4	0	7	0	0	0	2	0
SISTEMA DE PRODUÇÃO	-	-	-	3	-	-	6	-	2	1	-	-
. Fitomelhoramento	1	0	20	0	10	0	*/	3	0	0	5	1
. Química e Fertilidade do solo	0	0	16	0	5	0	*/	0	0	0	2	0
. Manejo da Cultura	0	1	23	0	13	3	*/	3	0	0	6	0
<u>ENGENHARIA</u>												
Metodologia de irrigação	0	0	2	0	2	0	1	0	0	0	0	0
Obras Hidráulicas e equipamento de irrigação	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	1	1	78	3	34	3	14	6	2	1	15	1

*/ Sem dados quantitativos para o Norte de Minas Gerais

FONTE : EMBRAPA. Programa de Pesquisa 1977, Região Nordeste

EMBRAPA. Programa Nacional de Pesquisa Agropecuária, PRONAPA 78.

Brasília, 1978

Da informação da Tabela 2, conclui-se que em 1977 existiam 160 subprojetos de pesquisa para as áreas irrigadas do Nordeste. De acordo com a classificação feita na Figura 5, 97% dos subprojetos correspondem à pesquisa agrônômica de irrigação, e somente 3% poderiam considerar da área de engenharia de irrigação.

Devido à nova filosofia de enfoque sistêmico na programação e execução da pesquisa (Figura 7), a partir de 1978 o CPATSA concentrou todos os subprojetos em tecnologia de irrigação, anteriormente existentes, em apenas 3 subprojetos de desenvolvimento de sistemas de cultivo: sistema para culturas anuais, sistema para culturas perenes e sistema para áreas afetadas por sais (CPATSA, 1978, a,b,c).

Na Tabela 3 se mostra os recursos humanos em tecnologia de irrigação, nas diferentes unidades do sistema EMBRAPA no Nordeste. Com parada à situação anterior a 1975, os recursos humanos em pesquisa de irrigação aumentaram notavelmente.

Na Tabela 4 se mostra a situação de recursos financeiros globais em tecnologia de irrigação para executar os programas de pesquisa do Nordeste. Os recursos destinados a pesquisa em tecnologia são apresentados como porcentagem do global, usando dados de 1977 (Millar, 1978).

Com respeito à intensidade de uso dos recursos financeiros, usando cálculo de Millar (1978) para as regiões Baixo e SubMédio São Francisco e considerando que o potencial de irrigação dessas áreas é de 347.600 ha (Millar, 1978), conclui-se que a inversão na execução de pesquisa em tecnologia de irrigação é de Cr\$ 14,4/ha/ano. Incluindo os salários dos técnicos de tecnologia de irrigação, a inversão aumenta para Cr\$ 22/ha/ano.

4. PESQUISA EM IRRIGAÇÃO

Considerando que o interesse maior dos participantes do Encontro de Escoamento em Meios Porosos se centra na pesquisa relacionada com os problemas de aproveitamento e manejo da água de irrigação, a seguir apresentamos uma análise resumida do tipo e objetivos desta pesquisa.

O programa de pesquisa em irrigação tem-se concentrado na solução dos problemas de manejo de solo e água que se apresentam na operação das áreas irrigadas.

As pesquisas em manejo de água tem-se centralizado nos produtos prioritários da região, com a finalidade de gerar informação básica de solo, planta e clima que permitam: aumentar a eficiência de uso do recurso água, aumentar a produtividade das culturas, e reduzir os custos de produção.

Tabela 3. Recursos humanos em tecnologia de irrigação nas unidades do Sistema EMBRAPA no Nordeste.

UNIDADES DE PESQUISA	NÚMERO DE PESQUISADORES		
	RSAP	SISTEMA DE PRODUÇÃO SOB IRRIGAÇÃO	TOTAL UNIDADE
<u>CENTROS</u>			
CNPA	1	*/	24
CNPMF	1	*/	34
CPATSA	10 ^{1/}	6	55
<u>EMPRESAS ESTADUAIS</u>			
EMAPA	-	1	17
EPABA	2	3	82 ^{3/}
EPACE	-	1	18
EPAMIG	6 ^{2/}	*/	151
IPA	-	3	62
<u>UEPAES</u>			
CAICÓ	1	-	12
ITAPIREMA (PE)	1	-	7
PENEDO (AL)	2	5	15
TERESINA (PI)	1	-	15
T O T A L	25	19	492 ^{4/}

*/ Sem informação

1/ Três técnicos dedicados a pesquisa em métodos de irrigação;
1 técnico em pós-graduação.

2/ Dois técnicos localizados fora do NE, em Viçosa e Lavras-MG

3/ Incluídos os pesquisadores da UEPAE Barreiras

4/ Incluindo pesquisadores da EPAMIG que não trabalham no Nordeste.

Tabela 4 . Recursos financeiros globais e em tecnologia de irrigação nas unidades do Sistema EMBRAPA para execução dos programas de pesquisa do NORDESTE.

UNIDADE DE PESQUISA	GLOBAL UNIDADE 1978 (C\$ 1.000,00)	TECNOLOGIA DE IRRIGAÇÃO (%) ^{2/}
<u>CENTROS</u>		
CNPA	26.956	-
CNPMF	36.729	-
CPATSA	56.853	22,3
<u>EMPRESAS ESTADUAIS</u>		
<u>EMAPA</u>		
EMAPA	12.200	-
EPABA	21.098 ^{1/}	15,7 ^{3/}
EPACE	11.270	-
EPAMIG	51.240	-
IPA	19.300	-
<u>UEPAES</u>		
CAICÓ (RN)	11.112	-
ITAPIREMA (PE)	15.375	-
PENEDO (AL)	12.927	12,1
TERESINA	17.964	-
T O T A L	293.024	-

1/ Incluindo o orçamento da UEPAE BARREIRAS

2/ Dados em % do orçamento 1977 (Millar, 1978)

3/ Segundo dados UEPAE BARREIRAS

FONTE : EMBRAPA. 1978. Programa Nacional de Pesquisa Agropecuária, PRONAPA 78. Brasília, D.F.

4.1 Relação Solo-Água-Planta

Para o manejo racional e eficiente da água a nível parcelar nas áreas irrigadas, precisa-se do conhecimento de uma série de dados básicos que caracterizam o método de aplicação de água às culturas nas condições de operação. Esses dados nem sempre estão disponíveis na quantidade e qualidade desejáveis para o uso eficiente pela assistência técnica.

Nesta área se concentra uma série de tipos de pesquisas prioritárias que descrevemos a seguir:

Caracterização físico hídrica dos solos das áreas irrigadas para fins de irrigação.

Objetivos:

- Reunir informação básica de diferentes solos das áreas irrigadas para o manejo da irrigação.
- Facilitar o uso dos dados pela assistência técnica.
- Melhorar a eficiência da irrigação parcelar.

Efeito do nível de manejo da irrigação sobre a produção das culturas irrigadas.

Objetivos:

- Complementar a informação mundial existente, especialmente das culturas irrigadas prioritárias do Nordeste.
- Definir níveis operacionais de manejo da irrigação para maximizar a produtividade dos sistemas de cultivo, de acordo com as características de solo, cultura e condições de operação do produtor.
- Reunir informação básica para parametrização, simulação e testes de modelos, visando a extrapolação de resultados.

Algumas publicações neste tópico são as de Possidio et al. (1975), Silva & Araújo (1975), Abreu et al. (1978), Chaudhury et al. (1978), e Aragão & Pereira (1978).

Determinação da evapotranspiração em culturas irrigadas.

Os requerimentos de água das culturas têm sido definidos através de formulações empíricas, especialmente nas etapas de planejamento dos projetos de irrigação. Para fins de manejo da irrigação, especialmente ao nível parcelar, precisa-se de dados obtidos a nível de campo nas culturas prioritárias, devido principalmente à grande variação nos resultados das fórmulas empíricas, o que impossibilita sua aplicação (Dulá, 1976).

Desta forma, as pesquisas em evapotranspiração visam os seguintes objetivos:

- Definir os requerimentos de água das culturas prioritárias em função do nível de manejo da irrigação e do ciclo fenológico das culturas.

- Definir as lâminas de irrigação e frequência de irrigação para as culturas prioritárias nos diferentes tipos de solo.
- Definir e calibrar as fórmulas empíricas de maior aplicabilidade no Nordeste.
- Calibração do Tanque de Evaporação Classe A para extração dos dados e uso no manejo da irrigação parcelar.

Algumas publicações tem sido feitas nesta área de pesquisa no Nordeste (Aragão, 1975; Aragão & Araújo, 1975; Silva & Mendes, 1975; Silva et al., 1975; Oliveira & Araújo, 1975; Millar & Choudhury, 1978; Aragão & Pereira, 1978).

Efeito do déficit fenológico de água sobre a produção em culturas irrigadas.

Considerando que as disponibilidades de água para irrigação são limitadas, precisa-se aumentar a eficiência de uso, a qual deve ser conseguida através do aprimoramento da aplicação de água às culturas. Para obter isto, necessita-se conhecer detalhadamente o ciclo fenológico das culturas, suas respostas aos diferentes fatores de produção e suas interações (Millar, 1976).

As culturas apresentam uma série de características através de seus ciclos fenológicos que determinam a introdução de mudanças no manejo da irrigação e que precisam ser definidas para cada cultura em particular (Millar, 1977). As culturas apresentam períodos críticos onde a falta de água produz marcada redução nos rendimentos. Assim, por exemplo, no caso do milho, se falta água no período do início ao término da polinização, a produção se reduz em 50% (Millar, 1976).

As pesquisas nesta área têm como objetivo o seguinte:

- Definir o ciclo fenológico das culturas, e os períodos críticos quanto à falta de água.
- Quantificar o efeito dos déficits fenológicos na produção da cultura.
- Normalizar a distribuição de água na operação dos projetos de irrigação e definir as necessidades de irrigação mínimas suplementares na agricultura de sequeiro.
- Gerar informação básica para os programas de manejo da cultura e de melhoramento genético visando resistência à seca, em condições de sequeiro.

Algumas publicações de orientação da pesquisa (Millar, 1976, 1977) e outras de resultados experimentais (Magalhães et al., 1978, Choudhury & Millar, 1978) tem sido feitas nesta área de pesquisa.

Efeito da lâmina de irrigação e da adubação nitrogenada na produção de culturas irrigadas.

A eficiência de uso dos fertilizantes, especialmente nitrogenados, está intimamente relacionada com o manejo da irrigação existindo a necessidade da definição da função de produção para lâmina de água em função da adubação. Esta é uma informação básica, não somente para as áreas irrigadas, mas também para as áreas de sequeiro (Millar, 1977). As metodologias usadas neste tipo de pesquisa permitem que num mesmo experimento possam ser obtidas várias informações prioritárias (Millar, 1977; Silva et al., 1978).

Os objetivos desta pesquisa são:

- Determinar a função de produção para lâmina de água das diferentes culturas.
- Gerar informação para manejo da irrigação (lâmina, frequência de irrigação e evapotranspiração).
- Gerar informações para a agricultura de sequeiro (zoneamento climático, possibilidades de uso de adubação nitrogenada).

Parametrização da informação de solo-planta-clima para manejo da água.

No manejo da irrigação das culturas há necessidade de se definir dois aspectos: QUANTA água e QUANDO aplicar. Para isto se precisa conhecer em forma integrada as informações de solo, planta, e clima, e das características do método de irrigação e condições operacionais dos produtores.

Nesta área de pesquisa se seleciona e se usa a informação produzida nas diferentes pesquisas de irrigação, com os seguintes objetivos:

- Parametrizar os dados e métodos de irrigação para uso pela assistência técnica junto aos produtores.
- Definir metodologias para adequação dos resultados de pesquisas, visando sua utilização em outras áreas ecológicas.
- Montar modelos para análises da informação.

Como exemplos do que se pretende obter nesta área de pesquisa, na Figura 8 se mostra um fluxograma para modelar a frequência operacional de irrigação das culturas (Millar & Choudhury, 1978).

Avaliação de sistemas de manejo de irrigação.

Há uma série de fatores que condicionam a definição do nível de manejo da irrigação a nível parcelar, que devem ser pesquisados em conjunto. Esta é uma etapa intermediária entre o experimento satélite e os sistemas de cultivo e de produção, que permite fazer a comprovação dos resultados de manejo da irrigação obtidos a nível de experimento pequeno e compará-los ao tipo de manejo usado pelo produtor. Sua concepção se prende à necessidade de avaliar o fator de eficiência do método de aplicação de água, o qual tem sido otimizado nos experimentos pequenos.

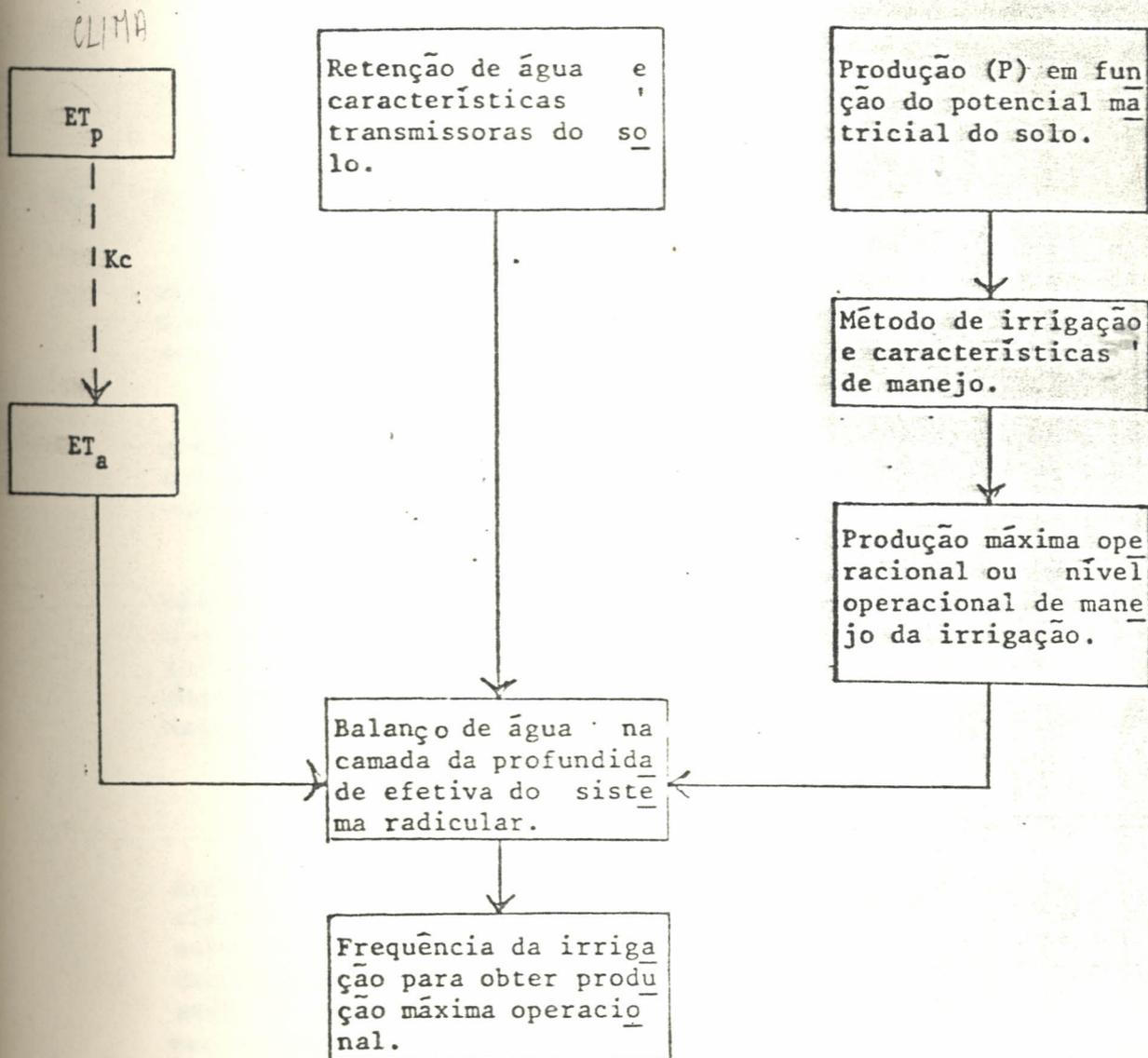


Figura 8. Esquema operacional para definir a frequência de irrigação a nível de parcela (Millar & Choudhury, 1978).

Os objetivos deste tipo de experimento são:

- Testar passos tecnológicos em manejo da irrigação em culturas prioritárias.
- Definir o nível operacional de manejo da irrigação quando testado na forma de frequência de irrigação.
- Determinar a eficiência de aplicação em diferentes sistemas de manejo da irrigação.

4.2 Metodologia de Irrigação

Para se obter a máxima eficiência na aplicação da água, as características dos métodos de irrigação devem ser adequadamente definidas para as condições de produção e de operação do produtor, especialmente naqueles métodos já em uso nas áreas irrigadas.

O método de irrigação, na maioria dos projetos de irrigação e em áreas particulares, já está definido, contudo sua operação e manejo não está adequadamente equacionado aos aspectos de tipo de culturas e manejo das mesmas (adubação, fitossanidade, etc.).

A pesquisa nesta área está dirigida à parametrização dos métodos visando a melhoria no manejo de água, comparação técnico econômica de métodos de irrigação em culturas específicas, e a introdução de novos métodos com a finalidade de aumentar a produtividade das culturas e o melhor aproveitamento dos recursos hídricos disponíveis.

Parametrização dos métodos de irrigação.

Existem uma série de parâmetros básicos em cada método de irrigação que devem ser definidos adequadamente para o manejo eficiente da água. Assim, por exemplo, para o manejo da irrigação por sulcos é preciso conhecer as condições da parcela do produtor (solo, declividade, infiltração, comprimento de sulcos, vazões apropriadas, etc). O grande número de variáveis dificulta qualquer intento de fazer recomendações de manejo da irrigação diante do produtor. Para isto é necessário ter uma adequada parametrização do método envolvendo o maior número de variáveis possíveis.

Os objetivos desta área de pesquisa são:

- Definir os parâmetros básicos dos métodos de irrigação em uso nas áreas de irrigação.
- Definir metodologias de apresentação e uso da informação.
- Facilitar o manejo da irrigação e o trabalho da assistência técnica a nível do produtor.

Algumas publicações feitas nesta área exemplificam os objetivos desejados (Queiroz et al., 1975; Miller et al., 1978).

2 Comparação de métodos de irrigação.

A produtividade da maioria das culturas irrigadas dependem em grande parte do método de aplicação da água. Dependendo das características de solo e culturas, o método de irrigação pode proporcionar o aumento da eficiência de utilização dos adubos e pode aumentar ou diminuir a qualidade dos produtos e a incidência de doenças. Diante desta problemática, este tipo de pesquisa visa os seguintes objetivos:

- Avaliação técnico-econômica de métodos de irrigação em diferentes culturas, nas condições do Nordeste.
- Definir o método de irrigação mais apropriado às culturas irrigadas, que possibilite um melhor uso dos adubos e menor incidência de doenças.

Algumas publicações tem sido feitas nesta área de pesquisa a nível do Nordeste (Calegar & Coelho, 1978; Coelho et al., 1978; Soares & Farias, 1978).

Introdução de novos métodos de irrigação

A agricultura do Nordeste se caracteriza pela sua dependência a um regime pluviométrico, baixo e de distribuição muito irregular. Nesta situação, torna-se evidente que um incremento notável poderá ser alcançado mediante a introdução de irrigação suplementar. Diante destas considerações, faz-se necessária a realização de pesquisa que vise definir, avaliar e introduzir novos métodos de irrigação, de baixo custo e altamente eficientes, para o melhor aproveitamento dos recursos hídricos disponíveis como, açudes, barreiros e áreas de captação de água de chuva, principalmente para agricultores de baixa renda no Nordeste.

A pesquisa nesta área tem os seguintes objetivos:

- Estudar novos métodos e sistemas de irrigação de baixo custo e alta eficiência de aplicação de água para a irrigação suplementar na agricultura de sequeiro.
- Aumentar a diversificação e produtividade das culturas, especialmente dos produtores de baixa renda.
- Avaliar e comparar técnica e economicamente o uso destes métodos em áreas irrigadas.
- Proporcionar aos produtores, alternativas de seleção de métodos de irrigação, além dos tradicionais.

Algumas publicações tem sido feitas nesta área, mostrando resultados promissores (Coelho et al., 1978; Calegar & Coelho, 1978; Silva et al., 1978 a, b).

5.

PESQUISA EM MANEJO DE SOLO E ÁGUA PARA AREAS IRRIGADAS COM PROBLEMAS DE SAIS.

Para a conservação dos recursos de solos e água nas áreas irrigadas, é necessário um manejo adequado e eficiente desses recursos. Para lograr isto, é preciso conhecer a natureza e qualidade dos recursos, a problemática associada ao meio ambiental, e sobretudo os fatores de manejo que tendem a modificar a qualidade.

Visando equacionar a produção aos fatores limitantes, a introdução de práticas de manejo mais adequadas, técnicas de recuperação e conservação dos recursos de solo e água, Millar, Gomes e Matias Filho (1978) apresentaram um programa de pesquisa nesta área na Reunião sobre Salinidade em Áreas Irrigadas do Nordeste, (SUDENE/DAA), o qual foi aceito com ligeiras modificações, tornando-se o Plano Diretor de Pesquisa em manejo de solo e água para áreas irrigadas com problemas de sais.

As pesquisas contidas naquele documento foram agrupadas em três áreas: Irrigação e Melhoria da Eficiência de Irrigação, Salinidade e Manejo de Solos Afetados por Sais, e Drenagem.

Em continuação, se apresentam as pesquisas nestas áreas com o resumo dos objetivos.

5.1 Irrigação e Melhoria da Eficiência de Irrigação

Caracterização físico-hídrica dos diferentes tipos de solos para fins de irrigação.

Objetivos:

- Reunir informação básica dos diferentes solos nos projetos de irrigação.
- Facilitar o uso dos dados pela assistência técnica.
- Melhorar a eficiência da irrigação parcelar.

Parametrização dos métodos de irrigação nos projetos do Nordeste.

Objetivos:

- Caracterizar os métodos de irrigação para manejo.
- Melhorar a eficiência de irrigação nos projetos.
- Adequar os dados básicos do método para uso imediato pela assistência técnica.

Determinação da eficiência parcelar dos projetos de irrigação.

Objetivos:

- Definir os problemas de manejo de água nos projetos de irrigação.
- Definir áreas de ação para a assistência técnica (problemas de manejo de equipamento, uso inapropriado de bombas e sifões, etc), e pesquisa (problemas especiais de solos e culturas)

- Relacionar eficiência de aplicação da irrigação com os problemas localizados de salinidade.

Comparação de métodos de irrigação em solos com problemas de sais.

Objetivos:

- Avaliar o comportamento de diferentes culturas em solos afetados por sais.
- Definir as condições de operação dos métodos de irrigação em solos com problemas de sais.
- Definir o manejo operacional mais eficiente para maximizar a utilização de áreas afetadas por sais.

Irrigação por gotejamento na utilização agrícola de solos salinos.

Objetivos:

- Avaliar as possibilidades de uso da irrigação por gotejamento em solos afetados por sais.
- Determinar a distribuição de sais em solos irrigados por gotejamento.
- Estudar a influência das precipitações naturais no processo de lixiviação e redistribuição de sais em solos irrigados por gotejamento.

Avaliação do método de irrigação por sucção em solos afetados por sais.

Objetivos:

- Estudar as possibilidades de uso deste método em solos com problemas de sais.
- Avaliar o desenvolvimento das culturas quando irrigadas por este procedimento.

propósito
Aproveitamento de água com problemas de sais em irrigação. X

Objetivos:

- Avaliar a resposta das culturas ao uso de água salina.
- Avaliar a evolução química do solo irrigado com água salina.
- Avaliar a acumulação de sais no solo quando manejado sob diferentes regimes de aplicação.

Resposta das culturas a lâminas de irrigação em solos afetados por sais, usando aspersão em linha. X

- Obter informação para diferentes culturas com possibilidades de produção em áreas afetadas por sais.
- Definir as condições de umidade no solo, mais apropriadas para o manejo de culturas em solos com problemas de sais.
- Definir as lâminas de água necessárias para produção adequada das culturas em solos afetados por sais.

Estudos de interação água x fertilizantes em solos afetados por sais .

Objetivos:

- Definir os melhores níveis de umidade do solo e de fertilizantes para a produção em áreas com problemas de sais.
- Definir as lâminas de irrigação mais adequadas para máxima eficiência no aproveitamento dos adubos, especialmente nitrogenados, em solos afetados por sais.

5.2 Salinidade e Manejo de Solos Afetados por Sais.

Campos experimentais para estudos de salinidade

Objetivos:

- Concentração de estudos abordando, de modo integrado, os métodos de irrigação; métodos de recuperação dos solos com problemas de sais; introdução de plantas e/ou métodos de cultivo que permitam o uso das áreas salinizadas, considerando os sistemas de produção em uso na área irrigada em apreço.
- Concentração dos recursos humanos e financeiros de todas as instituições que possam direta ou indiretamente contribuir para a elaboração e execução de um programa de pesquisa integrada que vise solucionar os principais problemas de salinidade e drenagem no Nordeste.

Estudo da evolução química dos solos nas áreas irrigadas do Nordeste.

Objetivos:

- Coleta, avaliação e análise da flutuação de sais em solos irrigados, em função do tempo.
- Definir a necessidade de práticas de manejo quanto necessário.
- Quantificar a evolução de problemas de sais.

Balço de sais e exigências de lixiviação em áreas irrigadas.

Objetivos:

- Proceder a uma avaliação da quantidade de sais incorporados ao perfil do solo, através da água de irrigação e da quantidade de sais eliminados através da água de drenagem.
- Estimar lâminas de água a serem aplicadas ao solo para o restabelecimento de um nível adequado de sais no perfil do solo e manutenção desse nível através de um adequado balanço.

Influência do método de irrigação na salinização e alcalinização dos solos irrigados.

Objetivos:

- Determinar a variação do conteúdo de sais no perfil do solo pela aplicação de água de irrigação através de diferentes métodos de irrigação.
- Identificar métodos de irrigação que acarretam uma menor intensidade de salinização do solo bem como a viabilidade econômica dos mesmos.

Uso de parcelas indicadoras para definir os fatores limitantes da produção nas diferentes culturas irrigadas.

Objetivos:

- Definir nas áreas com problemas de sais os fatores de solo-água que limitam a produção das diferentes culturas.
- Gerar informação para definir e/ou adequar os planos agrícolas dos projetos de irrigação.

Flutuação dos níveis de sais nas redes de drenagem dos projetos de irrigação.

Objetivos:

- Coleta, avaliação e análise da flutuação dos teores de sais nas redes de drenagem em função do tempo.
- Fazer uma quantificação do balanço geral de sais nos projetos de irrigação.
- Quantificar o efeito de práticas de manejo e/ou recuperação de solos afetados pelo sal.

Determinação do nível econômico do uso de corretivos químicos em solos sódicos.

Objetivos:

- Definir os tipos de corretivos químicos mais adequados para uso na recuperação de solos sódicos.
- Quantificar o uso de corretivos químicos (dosagens, aplicação, tipo de lavagens, etc.).

Práticas de manejo na recuperação de solos salino-sódicos e sódicos.

Objetivos:

- Determinar o efeito combinado de preparação do solo, uso de corretivos e culturas na recuperação de solos salino-sódicos e sódicos.
- Gerar informações a nível de parcelas experimentais e comerciais para uso pelos produtores de áreas afetadas.
- Colocar em produção agrícola os solos abandonados dos projetos de irrigação.

5.3 Drenagem

Determinação da profundidade e espaçamento de drenos através de testes em áreas pilotos. *

Objetivos:

- Gerar tecnologia em drenagem subterrânea
- Estabelecer normas de drenagem para estabelecimento de sistemas em áreas irrigadas.

Estudos sobre granulometria de materiais filtrantes e tipos de condutos para drenagem subterrânea em solos siltosos e argilosos. *

Objetivos:

- Definição de tipos de filtro para drenos subterrâneos em tipos dominantes de solos nas áreas irrigadas.
- Definição de tipos de condutos a serem utilizados na drenagem subterrânea, tendo em vista a eficiência e economicidade dos mesmos.

Estudos da recarga subterrânea em áreas irrigadas provocada pelas precipitações naturais.

Objetivos:

- Estudar a influência das precipitações naturais, nos problemas de drenagem superficial e subsuperficial.
- Estudar a recarga subterrânea proveniente da elevação do nível d'água nos escoadouros naturais.
- Estudar a recarga subterrânea proveniente do escoamento subsuperficial proveniente de áreas circunvizinhas mais elevadas.

Estudos da recarga subterrânea em áreas semi-áridas irrigadas *

Objetivos:

- Verificar a flutuação do lençol freático em áreas submetidas a diferente manejo de irrigação e relacioná-lo com as características texturais do perfil.
- Definir as condições de recarga em áreas irrigadas.

Avaliação da drenagem por bombeamento no Projeto São Gonçalo

Objetivos:

- Determinar a área efetiva do rebaixamento do lençol freático em solos aluviais.
- Estudar a possibilidade do reaproveitamento da água subterrânea para irrigação.

Efeito da flutuação do lençol freático na distribuição de sais no perfil de solo.

Objetivos:

- Quantificar o efeito da profundidade do lençol freático no processo de salinização.
- Avaliar o efeito da demanda atmosférica no transporte de sais para a superfície do solo.

Exigências de drenagem superficial de culturas irrigadas.

Objetivos:

- Conhecer o efeito de diferentes períodos de inundação sobre as culturas.
- Determinar os períodos mais críticos quanto à inundação.
- Definir o tempo de drenagem das diversas culturas.

Exigências de drenagem subterrânea de culturas irrigadas.

Objetivos:

- Conhecer o efeito de diferentes profundidades do lençol freático sobre a produção das culturas prioritárias.
- Definir os requerimentos de drenagem subterrânea para diferentes culturas.

6. TRANSFERÊNCIA DA TECNOLOGIA GERADA

Para um programa de pesquisa ser eficiente, deve completar o ciclo, distribuindo a informação gerada. Não poderia terminar esta apresentação sem referir-me, ainda que brevemente, à transferência da tecnologia de irrigação.

Existem várias modalidades para divulgação da tecnologia, entre as quais se podem definir as seguintes:

- Publicação em periódicos para o conhecimento dos técnicos.
- Publicação de resultados em comunicados técnicos para uso rápido pela assistência técnica.
- Publicação de resumos da pesquisa, como os publicados pelo CPATSA (1977).
- Reuniões técnicas com o pessoal da EMBRATER, CODEVASF e DNOCS.
- Dias de campo com agentes da assistência técnica e produtores.
- Uso de campos de testes de passos tecnológicos, como áreas demonstrativas para os produtores.
- Uma nova modalidade é a introdução de cursos curtos de transferência de tecnologia em tópicos específicos, além dos cursos operativos como os ministrados pelo Convênio MINTER/IICA.

A transferência de tecnologia no Nordeste é um trabalho que está sendo incrementado, visando cumprir os propósitos e objetivos do programa de pesquisa, qual seja o de levar a informação tecnológica até o produtor.

7. REFERÊNCIAS

- ABREU, T.A. dos SANTOS, A.A. MILLAR, E.N. CHOUDHURY & M.M. CHOUDHURY. 1978. Análise da produção de cebola sob diferentes regimes de irrigação. Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira (Apresentado para Publicação).
- ARAGÃO, O.P. e OUTROS. 1974 Coletânea de trabalhos experimentais nas Estações Experimentais de Mandacarú e Bebedouro. Juazeiro-BA, 5ª Agência Regional da SUVALE. (mimeografado).
- ARAGÃO, O.P. 1975. Evapotranspiração da cana de açúcar no Sub-Médio São Francisco. III Seminário de Irrigação e Drenagem. Volume III: 85-91.
- ARAGÃO, O.P. & J.P. de ARAUJO, 1975. Relações entre a evapotranspiração potencial da alfafa e grama com tanque classe A sob diferentes exposições. III Seminário de Irrigação e Drenagem. Volume III: 92-95
- ARAGÃO, O.P. & J.R. PEREIRA. 1978. Comportamento da cana de açúcar sob diferentes regimes de irrigação. Salvador - BA, IV CONIRD. 29 p.
- BUREC. 1970. Reconhecimento dos recursos hidráulicos e de solos da Bacia do Rio São Francisco. Rio de Janeiro, SUVALE, Volume I, 303 p.
- COLEGAR, G.M. & M.B. COELHO. 1978. Algumas considerações econômicas dos métodos de irrigação por gotejo e por sulco na cultura do melão. Salvador-BA, IV CONIRD (no prelo).
- CHOUDHURY, E.N., A.A. MILLAR, M.M. CHOUDHURY & T.A. dos SANTOS ABREU. 1978. Efeito de diferentes níveis de irrigação na produção do tomate industrial. Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira (apresentado para publicação).
- CHOUDHURY, E.N. & A.A. MILLAR. 1978. Efeito do déficit fenológico de água sobre a produção e características industriais do tomate. Salvador-BA, IV CONIRD. 16 p. (no prelo)
- COELHO, M.B., A.F.L. OLITTA & J.P. ARAUJO. 1978. Influência dos métodos de irrigação por sulco e gotejo na cultura do melão. Salvador -BA, IV CONIRD. (no prelo).
- CPATSA/EMBRAPA. 1976a. Pesquisas prioritárias em agricultura irrigada para as áreas do DNOCS. Petrolina, CPATSA/EMBRAPA. 60 p. (xerox).

CPATSA/EMBRAPA. 1976b. Pesquisas prioritárias em agricultura irrigada para o Vale do São Francisco . I: Pesquisas em melhoramentos e produção de sementes. Petrolina , CPATSA/EMBRAPA. 112 p. (mimeografado).

CPATSA/EMBRAPA. 1976c. Pesquisas prioritárias em agricultura irrigada para o Vale do São Francisco . II: Pesquisas em adubação e uso de fertilizantes. Petrolina, CPATSA/EMBRAPA. 89p. (mimeografado).

CPATSA/EMBRAPA. 1976 d. Pesquisas prioritárias em agricultura irrigada para o Vale do São Francisco. III: Pesquisas em uso e manejo da água. Petrolina, CPATSA/EMBRAPA. 111 p. (mimeografado)

CPATSA/EMBRAPA. 1976e. Pesquisas prioritárias em agricultura irrigada para o Vale do São Francisco. IV: Pesquisas em manejo da cultura. Petrolina, CPATSA/EMBRAPA. 103 p.

CPATSA/EMBRAPA. 1977. Resumo de atividades de pesquisas. Petrolina , CPATSA/EMBRAPA. Volume 1 e 2.

CPATSA/EMBRAPA. 1978a. Sistemas de cultivos para culturas anuais em áreas irrigadas. Petrolina, CPATSA/EMBRAPA. 63 p. (subprojeto de pesquisa).

CPATSA/EMBRAPA. 1978b. Desenvolvimento de sistemas de cultivos para culturas perenes em áreas irrigadas. Petrolina, CPATSA/EMBRAPA . 29 p. (subprojeto de pesquisa).

CPATSA. 1978c. Desenvolvimento de sistemas de cultivo para áreas irrigadas afetadas por sais. Petrolina, CPATSA/EMBRAPA. 12 p. (subprojeto de pesquisa).

CPATSA. 1978d. Projeto de Desenvolvimento de sistemas de produção para áreas de sequeiro. Petrolina , CPATSA/EMBRAPA. 54 p. (projeto de pesquisa).

DNOCS. 1973 - 1975. Relatório de pesquisas agropecuárias da 3ª Diretoria Regional do DNOCS. Anos: 1973, 1974 e 1975. Recife-PE, DNOCS.

DNOCS. 1976. II PND: Programa de irrigação do Nordeste Semi-Árido . Fortaleza, DNOCS. 73 p.

DULÁ, J. 1976. Parâmetros do uso da água para planejamento da irrigação. Brasília, CODEVASF/FAO/ABID. 17 p. (Conferência apresentada no Seminário de Manejo de Água, maio 3 - 5 , 1976). FOL 2412

EMBRAPA, 1973. Ciências e tecnologia agropecuária a serviço do desenvolvimento nacional. Brasília, EMBRAPA. 30 p. (Série Documentos^T Oficiais nº 1).

EMBRAPA, 1974. Modelo institucional de execução da pesquisa agropecuária. Brasília, EMBRAPA. 82 p.

EMBRAPA. 1977. Programação de pesquisa - 1977, Região Nordeste. Brasília, DDM, Área de Programação e Acompanhamento. 158 p.

- FINNEY, C.E. & C.C. ALBUQUERQUE, 1973. Irrigação particular no Médio e Sub-Médio Vale do São Francisco. Rio de Janeiro, MINTER/GEIDA. 63 p.
- FRANCO, E. 1978. Evaluación del estado actual a 1980 en funciones de operación y mantenimiento de los perímetros irrigados por la CODEVASF, Brasília, FAO. 25 p. y 4 anexos (Consultoria Técnica).
- GUERRA, P. de B. 1975. Agricultura de vazantes - um modelo agrônomico nordestino. III Seminário de Irrigação e Drenagem. Volume IV: 325-330.
- HARGREAVES, G.H. 1974. Precipitation dependability and potentials for agricultural production in Northeast Brazil. Logan, Utah State University, CUSUSWASH. 123 p.
- ICRISAT. 1976. International workshop on farming systems. Hyderabad, India, ICRISAT. 548 p.
- LIU, W.T. 1978. Conceitos e estratégia em manejo de água para agricultura de sequeiro no Nordeste. Petrolina, CPATSA/EMBRAPA (em preparação).
- MAGALHÃES, A.A. de, A.A. MILLAR & E.N. CHOUDHURY. 1978. Efeito do déficit fenológico de água sobre a produção de feijão. Turrialba (apresentado para publicação).
- MILLAR, A.A. 1973. Compilação e resumo do conteúdo das publicações sobre aspectos de irrigação no Nordeste Brasileiro. Petrolina, IICA, 45 p. (publicação Miscelanea nº 110).
- MILLAR, A.A. 1976. Respuesta de los cultivos al déficit de agua como información básica para el manejo del riego. Brasília, CODEVASF/FAO/ABID. 62p. (Conferência apresentada no Seminário de Manejo de água, maio 3 - 5, 1976).
- MILLAR, A.A., U. GOMES & E.L. de POSSIDIO. 1976. Programa de pesquisas em agricultura irrigada para o Baixo São Francisco. Petrolina, FAO/CODEVASF/EMBRAPA, 40 p. (Documento de Trabalho para relatório ao Banco Mundial).
- MILLAR, A.A. 1977. Uso de alguns métodos e resultados de pesquisas de irrigação em programas de pesquisas para as áreas de sequeiro. Petrolina, PNUD/FAO - Projeto BRA/74/008. 23 p. (documentos de orientação para pesquisadores).
- MILLAR, A.A., H.M. de AZEVEDO & E.L. de POSSIDIO. 1978. Metodologia para adequação de parâmetros do método de irrigação por sulcos para uso pela assistência técnica. Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira (no prelo).
- MILLAR, A.A., E.N. CHOUDHURY & T.A. dos SANTOS ABREU. 1978. Determinação da evapotranspiração em tomate industrial através do balanço completo de água sob diferentes regimes de irrigação. Salvador-BA, IV CONIRD. 20 p. (no prelo).

- MILLAR, A.A. , P.C.F. GOMES & J. MATIAS FILHO. 1978. Pesquisa em manejo de solo e água para áreas irrigadas com problemas de sais do Nordeste. Fortaleza-CE, SUDENE, Reunião sobre Salinidade em Áreas Irrigadas do Nordeste. 65 p. (no prelo).
- MILLAR, A.A. 1978. Pesquisa em tecnologia de irrigação no Vale do Rio São Francisco. Petrolina, Projeto FAO/BRA/74/008, Relatório Final, 53 p. (4 anexos).
- MILLAR, A.A. & E.N. CHOUDHURY. 1978. Metodologia para a determinação da frequência operacional de irrigação das culturas. Brasília , IICA (em preparação).
- OLIVEIRA, A.A., J.T. ARAUJO & W.C.R. MENDES. 1975. Determinação do coeficiente "K" para a cultura da cebola. III Seminário de Irrigação e Drenagem. Volume III: 120 - 128.
- POSSIDIO, E.L., E.S. GOES & A.A. MILLAR. 1975. Efeito de níveis de umidade na produção da videira. III Seminário de Irrigação e Drenagem. Volume III: 145 - 151.
- QUEIROZ FILHO, S.C. & A.A. MILLAR. 1975. Parâmetros para irrigação por sulcos dos vertissolos do Sub-Médio São Francisco. III Seminário de Irrigação e Drenagem. Volume IV: 18-29.
- QUEIROZ, M.A. 1976. Algumas considerações sobre execução de pesquisa com enfoque sistêmico em áreas irrigadas do Trópico Semi-Árido. Brasília, CODEVASF/FAO/ABID. 23 p. (Anais do Seminário de Manejo de água, no prelo).
- SILVA, J.F. & W.C.R. MENDES. 1975. Estudo da evapotranspiração na cultura do algodão herbáceo. III Seminário de Irrigação e Drenagem. Volume III : 96 - 101.
- SILVA, J.F. , W.C.R. MENDES & E.S. GOES. 1975. Estudos da evapotranspiração em bananeira, cultivar nanição. III Seminário de Irrigação e Drenagem. Volume III: 102-108.
- SILVA, A. de S., E.D. SANTOS & A.A. de MAGALHÃES. 1978. Confecção e testes de cápsulas porosas para o método de irrigação por sucção. Salvador-BA, IV CONIRD. (no prelo).
- SILVA, A. de SOUZA, E.D. SANTOS & A.A. de MAGALHÃES . 1978. Introdução e avaliação do método de irrigação por sucção na região do Trópico Semi-Árido. Salvador-BA, IV CONIRD. 14 p. (no prelo).
- SILVA, M.A. da, A.A. MILLAR, S. BERNARDO & A.R. CONDÉ. 1978. Efeito da lâmina de água e da adubação nitrogenada sobre a produção de feijão "Macassar", utilizando o sistema de irrigação por aspersão em linha. Salvador-BA, IV CONIRD. 20 p. (no prelo).
- SOARES, J.M. & C.M.B. FARIAS. 1978. Influência de métodos de irrigação e sistema de adubação na cultura do tomate industrial. Salvador-BA, IV CONIRD. 22 p. (no prelo).

SOARES, J.M. & L.J. da GAMA WANDERLY. 1978. Influência dos métodos de irrigação na produção de cebola. Salvador-BA, IV CONIRD. 12 p. (no prelo).

SOUZA, R.A. de J. BARRLOS, 1974. Treinamento e pesquisa em agricultura irrigada no Nordeste do Brasil. Rio de Janeiro, IICA. 62 p. (Publicação Miscelânea do IICA Nº 109).

SUDENE . 1972. Recursos naturais do Nordeste. Investigação e Potencial . Recife, MINTER/SUDENE/DRN. 109 p. (sumário).

SUDENE/DAA. 1978. Anais da Reunião sobre Salinidade em Áreas Irrigadas do Nordeste. Recife , SUDENE/DAA, Divisão de Experimentação. (no prelo).