

JICA-CIDIA

H. Fernandez

AGRINTER-AGRIS

24 FEB 1982

20370000

JICA-812-27

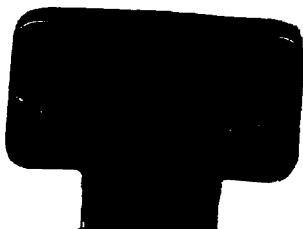
INSTITUTO INTERAMERICANO DE CIÊNCIAS AGRÍCOLAS – OEA  
ESCRITÓRIO NO BRASIL

PROJETO DE PESQUISA

ESTUDOS DE IRRIGAÇÃO, SALINIDADE  
E DRENAGEM PARA A  
REGIÃO CANAVIEIRA DO  
NORTE FLUMINENSE

Rio de Janeiro, R.J.  
Fevereiro, 1979

00007508



SUMÁRIO

I.	INTRODUÇÃO.....	1
II.	ANTECEDENTES SOBRE O NORTE FLUMINENSE.....	3
	1. Hidrologia regional.....	3
	2. Clima.....	3
	3. Zonas de produção.....	6
	4. Sistema atual de produção.....	8
	5. Fatores limitantes da produção.....	12
III.	O PROJETO DE PESQUISA.....	15
	1. Objetivo geral.....	15
	2. Objetivos específicos.....	15
	3. Estratégia do Projeto.....	17
IV.	OS SUBPROJETOS DE PESQUISA.....	18
	1. Caracterização físico-hídrica dos diferentes tipos de solos para fins de irrigação.....	18
	1.1 Justificativa.....	18
	1.2 Objetivos.....	19
	1.3 Metodologia Experimental.....	19
	1.4 Recursos Humanos.....	22
	1.5 Recursos Financeiros.....	22
	1.6 Cronograma de Execução.....	24
	1.7 Referências Bibliográficas.....	25
	2. Estudos da interação lâmina de água x adubação em regime de chuva e sob irrigação.....	26
	2.1 Justificativa.....	26
	2.2 Objetivos.....	26
	2.3 Metodologia Experimental.....	27
	2.4 Recursos Humanos.....	31



2.5	Recurso Financeiros.....	31
2.6	Cronograma de Execução.....	34
2.7	Referências Bibliográficas.....	35
3.	Avaliação técnico-econômica da irrigação suplementar em cana-de- açúcar.....	36
3.1	Justificativa.....	36
3.2	Objetivos.....	37
3.3	Metodologia Experimental.....	37
3.4	Recursos Humanos.....	39
3.5	Recursos Financeiros.....	39
3.6	Cronograma de Execução.....	41
3.7	Referências Bibliográficas.....	42
4.	Caracterização dos problemas de sais na área dos produtores de cana-de-açúcar.....	43
4.1	Justificativa.....	43
4.2	Objetivos.....	43
4.3	Metodologia Experimental.....	44
4.4	Recursos Humanos.....	45
4.5	Recursos Financeiros.....	46
4.6	Cronograma de Execução.....	47
4.7	Referências Bibliográficas.....	48
5.	Implantação de um Projeto Piloto para estudos de drenagem.....	49
5.1	Justificativa.....	49
5.2	Objetivos.....	49
5.3	Metodologia Experimental.....	50
5.4	Recursos Humanos.....	53
5.5	Recursos Financeiros.....	53
5.6	Cronograma de Execução.....	55
5.7	Referências Bibliográficas.....	56
6.	Avaliação da irrigação sub-superficial em cana-de-açúcar median te controle do lençol freático.....	57
6.1	Justificativa.....	57



6.2.	Objetivos .....	57
6.3.	Metodologia Experimental .....	58
6.4.	Recursos Humanos .....	59
6.5.	Recursos Financeiros .....	59
6.6.	Cronograma de Execução .....	61
6.7.	Referências Bibliográficas .....	62
V.	RECURSOS HUMANOS DO PROJETO .....	63
VI.	RECURSOS FINANCEIROS DO PROJETO .....	64
VII.	CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO DO PROJETO .....	65
VIII.	CUSTOS ANUAIS .....	65





## 1. INTRODUÇÃO

O Norte Fluminense abrange cerca de 600.000 ha, predominantemente os municípios de Campos, São João da Barra e Macaé e se caracteriza por ser a região do Estado do Rio que possui a maior vocação agrícola, em razão do seu potencial em recursos de solo e água, tendo a sua economia voltada, principalmente, para as atividades canavieiro-açucareiras, pecuária de corte e leite e de produção de arroz, mandioca, hortaliças e frutas.

A região conta com uma vasta infra-estrutura de drenagem, porém não oferece condições de uma exploração compatível com sua potencialidade, face, principalmente, aos problemas hidroagrícolas que se verificam na Baixada, nos Tabuleiros e nos vales úmidos, relacionados com a irregularidade do regime de chuvas.

A cultura da cana-de-açúcar constitui a principal atividade da região, cobrindo uma área de aproximadamente 161.000 ha, com maior concentração no município de Campos.

Uma análise dos dados agrícolas existentes permite estabelecer que a produção e a produtividade da cultura vêm decrescendo nos últimos anos, gerando um arrefecimento do desenvolvimento sócio-econômico da região.

Procurando soluções para os problemas causados pela baixa produtividade da cana-de-açúcar na região, algumas instituições realizaram pesquisas nos aspectos agrônômicos, principalmente em adubação (FUNDENOR e Subinspetoria Técnica do IAA de Campos), entomologia e fitomelhoramento (PLANAL-SUCAR).

Nos aspectos de irrigação e drenagem existem instalações de diversos sistemas em pequena escala, tanto entre produtores como em áreas de usinas, porém sem a orientação técnica adequada que permita obter conclusões sobre a viabilidade econômica desses sistemas.



Por outro lado, a PLANALSUCAR tem realizado algumas experiências com irrigação por aspersão e gotejamento. Contudo, e considerando o potencial da região, ainda se desconhece a rentabilidade econômica da introdução da irrigação na cana-de-açúcar.

Para a adoção das práticas irrigatórias na região, não existem informações básicas pertinentes que permitam definir e caracterizar as áreas para a elaboração e implantação de projetos de irrigação, e para a introdução da tecnologia de drenagem.

Este Projeto visa complementar os esforços de outras instituições, pesquisando nas áreas de irrigação, drenagem e salinidade, com o propósito de estabelecer normas e diretrizes para um melhor manejo de água e solo. Os resultados deverão contribuir para o aumento na produtividade da cultura, através da melhoria da tecnologia canavieira na região.



## II. ANTECEDENTES SOBRE O NORTE FLUMINENSE

### 1. Hidrologia regional

O sistema hidrológico da região Norte Fluminense está constituído, segundo estudos efetuados por Fallioli, por:

- Trecho final do rio Paraíba do Sul, até sua desembocadura no Atlântico. Seu principal afluente, neste segmento, é o rio Muriaé. Tanto o Paraíba como o Muriaé provêm de outras regiões.
- Outros rios e cursos naturais menores formados na região: o rio Ururai e seu afluente principal, o Preto (que une as lagoas de Cima e Feia) e os rios Macabú e Prata.
- Lagoas e canais artificiais, ou melhor, drenos, estes principalmente na margem direita do Paraíba, na área denominada Baixada, por suas características de planície aluvial. As lagoas principais são as de Cima e Feia, que funcionam como elementos "reguladores" do Sistema Hidrológico da Baixada.

Os canais mencionados (drenos) têm conexão com o Paraíba, através de comportas que dão vazão a  $5 \text{ m}^3/\text{s}$ , constituindo-se, assim, nos maiores contribuintes de água de irrigação para a Baixada. Todos eles desembocam ou na Lagoa Feia ou em seu "ladrão" (Canal das Flechas), que comunica a Lagoa Feia com o mar.

### 2. Clima

No Quadro 1 apresentam-se os dados climatológicos da Estação Meteorológica de Campos. Incluem-se também dados de Evapotranspiração potencial calculados pela equação de Panman.



Com relação às temperaturas máximas absolutas e às médias máximas do período mais quente, que corresponde ao período de maior precipitação, ocorre o efeito conjugado calor-umidade, que permite a máxima atividade vegetal da cultura da cana.

A pluviosidade aumenta, da costa para o interior, de 900 mm/ano, na zona de Baixada, a 1.000 mm/ano nos Tabuleiros e 1.200 mm/ano nas zonas dos contrafortes montanhosos, até alcançar valores ainda superiores nas zonas montanhosas.

Baseando-se nos valores médios de precipitação, observa-se um déficit ou uma suficiência hídrica mínima no primeiro período, fevereiro-março, mais acentuado na zona costeira da Baixada de Campos e menor na área de Macaé e do Interior. Um segundo período de déficit vai de abril-maio até agosto-setembro nas zonas de Campos e Itaperuna, restringindo-se a junho-agosto na zona de Macaé.

De acordo com o Quadro 1, a Baixada é classificada, segundo Köppen, como sendo de clima Aw (quente, com chuvas de verão).





QUADRO 1 - Dados meteorológico na Estação de Campos para o período 1931/1970

MESES	Temp.		Temp.		Emm		UR (%)	PP(mm)	Sol (hrs.)	Dias de chuva	ETP (mm/dia)
	Méd.Máx.	Média (oc)	Méd.Min.	Temp.	(mm)	(Piche)					
Janeiro	31	26	22	148	80	74	221	13	6,2		
Fevereiro	32	26	22	101	79	71	205	10	6,2		
Março	31	26	22	102	80	72	210	11	5,0		
Abril	29	24	20	98	82	58	194	11	4,1		
Mai	28	22	18	58	82	54	207	10	3,2		
Junho	27	21	16	32	82	51	203	9	2,7		
Julho	26	20	16	37	81	56	202	7	2,8		
Agosto	27	21	16	24	79	68	218	7	3,6		
Setembro	27	22	18	48	79	69	150	8	4,1		
Outubro	28	23	19	98	80	69	145	13	4,5		
Novembro	28	24	20	155	80	65	153	14	5,0		
Dezembro	29	25	21	186	81	67	168	15	5,3		
TOTAL	-	-	-	1,087	80	774	2,277	128	-		



### 3. Zonas de produção

A cana-de-açúcar é cultivada na Baixada do Norte Fluminense, há mais de 400 anos e estendeu-se mais tarde também aos Tabuleiros.

Segundo a FUNDENOR (1971b), com base em estudos de fotointerpretação, em 69/70, a área total ocupada com cana foi de 160.850 ha, com uma maior concentração no Município de Campos, ocupando 117.720 ha.

O Município de Campos agrega as mais extensas áreas cultivadas e a mais alta percentagem de terras mediantemente apropriadas para esta cultura, tornando-se o maior produtor de cana. Seguem-se os municípios de Macaé e São João da Barra.

No Quadro 2 apresentam-se a repartição da cultura pelas diversas zonas geomorfológicas típicas da região e os rendimentos médios da produção.

QUADRO 2 - Zonas geomorfológicas e rendimentos médios de cana-de-açúcar no Norte Fluminense (FUNDENOR, 1971)

ZONAS	Área cultivada (ha)	Rendimento médio (t/ha)
Restinga	680	35,0
Baixada	70.870	46,0
Tabuleiros	55.880	31,9
Interior	33.420	24,1

Nas zonas geomorfológicas, verifica-se a existência de inúmeros tipos de solos.

Na Restinga, o solo tende a ser arenoso, bem drenado, com o lençol d'água situado a uma profundidade média de 80 cm. A fertilidade é muito baixa. Nesta área, a cana ressurte-se da escassa retenção de água, usufruindo porém, de algum modo, do lençol freático.



Na Baixada, onde se concentra a maior extensão de áreas de cultivo de cana, o solo apresenta aspectos complexos. Em alguns casos, a cana demonstra uma produtividade excepcional. Os terrenos com textura compacta, com alto teor de argila, constituem 82% da área, sendo solos arenosos os 8% restantes. Geralmente o "gley" se encontra numa profundidade reduzida, sendo que essa camada, normalmente, encontra-se a menos de 40 cm, em 36% da área.

Na Baixada, existe um lençol freático semi-superficial, cujas características influem notavelmente no ciclo vegetativo da cana. O nível deste lençol está diretamente ligado à pluviosidade: eleva-se no período das chuvas, impedindo a percolação das águas superficiais e, assim, as águas pluviais causam áreas de alagamento. Esta situação de má drenagem dotou os solos de alto grau de acidez. Em 63% da área, os solos tem pH superior a 5,3; em 37% o pH é inferior a 5,2, com valores mínimos frequentes de 3,5 - 3,8. Isto afeta seriamente a cultura da cana, que resiste notavelmente à acidez, se esta não tiver seu pH abaixo de 5,5.

No Tabuleiro, a cultura da cana difundiu-se em época relativamente recente devido, principalmente, ao uso da mecanização e da adubação.

Os solos típicos do Tabuleiro são, geralmente, profundos, levemente drenados, sujeitos a uma certa erosão em função da declividade e contêm cerca de 30% de argila. Esses solos tendem a endurecer notavelmente nos períodos de seca. Do ponto de vista da fertilidade, são muito pobres em matéria orgânica e possuem baixos níveis de nutrientes. O pH gira em torno de 5,5 - 6,0.

Em comparação com os solos da Baixada, o Tabuleiro não oferece à cana as vantagens e desvantagens da presença do lençol freático, mas a ausência de acidez tóxica e o Ph mais elevado, permitem, ao mesmo tempo, o emprego de fertilizantes químicos.



No Interior, as áreas cultivadas com cana são limitadas quanto à extensão e produtividade. Essas áreas, compreendidas na parte mais montanhosa do Norte Fluminense, apresentam relevo irregular e declividade muito forte.

Os solos são medianamente profundos, moderadamente sujeitos a erosão, de regular a bem drenados e com boa retenção de água. Do ponto de vista da fertilidade, são deficitários em matéria orgânica e têm baixo teor de nutrientes.

#### 4. Sistema atual de produção

As operações agrícolas destinadas ao cultivo da cana podem ser sintetizadas da seguinte maneira:

- Preparo dos terrenos praticamente durante todo o ano, com maior intensidade de outubro até meados de fevereiro.
- Plantio de frio de setembro a novembro. Plantio de quente de fevereiro a maio.
- Cuidados culturais de novembro a maio, com maior intensidade de dezembro a março.
- Safra de junho a janeiro, com maior intensidade de agosto a novembro.

Existem variações nos sistemas de produção usados na zona da Baixada Campista e na do Tabuleiro.

A seguir descrevem-se as operações agrícolas:





### a) Preparo do solo

O preparo do solo é realizado usando-se arados de disco e grade. Efe- tuam-se duas arações e duas gradagens, alternadamente, atingindo-se uma pro- fundidade de aproximadamente 15 a 25 cm.

Os tratores de tipo leve, de rodas, de 60 a 80 HP, são os de uso mais generalizado para a preparação do terreno.

### b) Plantio

O sistema mais usado é o de plantio com trator, usando-se principal- mente as plantadoras "Campistinha" e Australiana, que usa a cana inteira e corta os toletes. A plantadora abre o sulco, planta e cobre a semente, tendo, contudo, um baixo rendimento (1,5 ha/dia).

Usa-se 2,5 a 4 t/ha de sementes, que em geral têm de 10 a 13 meses e são de qualquer soca, desde a planta até a quinta soca. O plantio é reali- zado em sulcos, com espaçamentos de 1,30 a 1,50 m, sendo 1,40 m o mais co- mum.

A desinfecção da semente com produtos à base de mercúrio, para de- fendê-la das infecções da podridão da cana, é prática comum. Utiliza-se tam- bém inseticidas para o controle de térmitas, principalmente nos campos infes- tados.

A variedade mais comum na região é a CB 45/3, que abrange cerca de 80% das áreas de Tabuleiro e 60% das áreas de Baixada.

### c) Tratos culturais

Adubação: É mais difundida na zona do Tabuleiro, onde se considera que seus efeitos são significativos. O tipo de adubo mais usado é o composto



to, de fórmula 8-14-8; 12-6-12; 12-8-8. As quantidades de adubo colocadas por hectare são muito variáveis. A dose considerada média é de 0,6 t por ha. Poucos são os agricultores que, na adubação, fazem uso da análise do solo.

Controle de ervas daninhas: É pouco difundida a utilização de herbicidas. O controle mais comum é a capina manual, principalmente na época da entressafra, quando há disponibilidade de mão-de-obra.

É prática usual dar-se uma ou duas passagens de trator, com cultivador, entre as linhas de cana, para destruir as ervas daninhas e para esfarelar o solo. Com esta operação, cobre-se o sulco feito na época do plantio, juntamente com o adubo colocado ao lado da planta.

Controle de doenças e pragas: Não é prática comum na região e somente alguns produtores realizam o controle químico de parasitos da cana. À exceção do tratamento preventivo das sementes, não se exerce controle sobre as doenças.

Colheita: A idade do canavial da cana planta varia entre 13 a 18 meses e a das socas de 12 a 14 meses.

O corte é feito manualmente e seu rendimento médio estimado por homem é de 5 t/dia, em cana queimada, e de 2 a 2,5 t/dia, em cana não queimada.

A maior parte da cana é carregada mecanicamente para a carreta ou para o caminhão. Entretanto, uma parte apreciável do total que vai para a usina é carregada manualmente. Por caracterizar-se pela ausência de impurezas na cana, este sistema é preferido pelas usinas.



O transporte da cana é feito principalmente por carretas de 4 a 5 t, que formam comboios de 4 a 5 carretas, puxados por trator (25 t/viagem). Usa-se, em menor grau, o caminhão médio de 10 a 12 t e o trailer de 20 a 25 t. A carreta puxada a boi é usada em baixa proporção pelos pequenos produtores.

Cultivo e colheita das socas: O primeiro trabalho é o do "enleiramento", que consiste em se juntar as olhaduras e folhas no espaço existente entre 2 linhas de cana, deixando-se 4 camalhões (bancos) limpos. Esta operação é feita a trator, embora alguns agricultores façam-na manualmente.

Após o "enleiramento", passa-se o trator com cultivador e pontas, rompendo o espaço entre 2 linhas de cana ou camalhão (banco). Alguns agricultores aproveitam esta passagem para fazer a adubação da soca, a qual é, todavia, pouco difundida.

Quando a cana está entre 2 ou 3 meses, faz-se uma "capina" ou limpeza das ervas daninhas. Esta operação é feita de preferência na entressafra, quando há abundância de mão-de-obra. A colheita é feita igualmente ao referido na planta. Os rendimentos decaem, em geral, entre os cortes, cerca de 10 a 20%.

Custos atuais de produção: O custo atual de produção por ha, segundo a EMATER-RJ, a preços de setembro de 1978, foi de Cr\$ 10.560,00, com a seguinte distribuição percentual: 11% para o preparo do solo, 22% para o plantio, 36% para tratamentos culturais (cultivo) e 31% para a colheita.

O custo de cultivo e colheita da cana-soca (2º ao 5º ano) é aproximadamente 50% do custo de produção da cana-planta.



## 5. Fatores limitantes da produção

A produção e a produtividade da cultura da cana no Norte Fluminense têm diminuído nos últimos anos, fazendo com que os índices de desenvolvimento sócio-econômico também sofram decréscimos.

A produção é afetada diretamente por uma série de fatores limitantes, que se transformam em pontos de estrangulamento do sistema de produção. A seguir, apresenta-se um resumo dos referidos fatores na região.

### a) Solos

Os solos da região são predominantemente argilosos (80% da área). A reação do solo atinge o pH 3,2 na zona da B aixada e 5,5 - 6,5 na zona dos Tabuleiros. A cana-de-açúcar resiste até pH 5,5. A fertilidade natural dos solos é baixa.

### b) Recursos hídricos

Segundo os valores médios de precipitação, verifica-se que há um déficit de água no período de fevereiro - março, mais acentuado na zona costeira da Baixada de Campos e menor na área de Macaé e do Interior. De abril - maio a agosto - setembro, nas zonas de Campos e Itaperuna, e de junho a agosto na zona de Macaé, ocorre um segundo período de déficit.

Em geral, apesar da pluviosidade anual ser maior que a evapotranspiração (1.100 e 950 mm, respectivamente), devido à má distribuição das chuvas, os recursos hídricos naturais são insuficientes para a cultura da cana.

Diante destes problemas, as alternativas existentes são a suplementação mediante irrigação e/ou uso da água do lençol freático, por sistemas controlados de drenagem.





c) Drenagem natural

Devido à concentração pluviométrica num período do ano, há uma flutuação extrema do lençol freático, o que provoca alagamento na época de chuvas e déficit de água na época seca. A falta de drenagem a nível de parcela afeta seriamente a produção de cana-de-açúcar.

d) Manejo de Solos

Dois aspectos do manejo de solos evidenciam-se como os fatores de maior limitação do aumento da produtividade.

O preparo do solo é deficiente. A profundidade de aração não atinge mais de 20 cm. Isto parece ser derivado do uso de equipamentos inadequados, que criam camadas compactadas superficialmente, o que impede o desenvolvimento normal do sistema radicular da cana e impossibilita a extração de água e nutrientes de uma camada mais profunda do perfil do solo.

O uso e o manejo dos fertilizantes é também inadequado.

Na maioria das áreas situadas na zona dos tabuleiros, ao se realizarem as operações de plantio, é frequente também a adubação da plantação, efetuada segundo instruções sumárias dos vendedores de adubo, sem se levar em consideração a análise de fertilidade (pH, NPK, Ca, entre outros). Disto se depreende haver desconhecimento da tecnologia apropriada à melhor utilização de adubos (doses, época de aplicação, procedência, etc.).

e) Manejo da Cultura

Existem mais de 30 variedades de cana-de-açúcar que estão sendo cultivadas na região. Contudo, a variedade CB 45/3 abrange, sozinha, cerca de 80% das áreas de Tabuleiro e 60% das áreas de Baixada.



A variedade CB 45/3 foi criada há mais de 30 anos e, apesar de possuir uma série de boas características, oferece uma vulnerabilidade acentuada ao Carvão (Ustilago sp). Esta é uma área que demanda esforços de pesquisa para introduzir e realizar os testes de competição de um grande número de cultivares, a fim de selecioná-los e adaptá-los às condições de clima, solo e manejo da cultura na região.

Outro problema que afeta a produtividade é o elevado número de falhas (stand) nos canaviais, devido à desuniformidade na colocação dos toletes, à inadequada profundidade e à deficiente preparação do solo.

Nos aspectos fitossanitários, evidenciam-se problemas no que se refere ao Carvão e ao raquitismo da soca.

A existência de canaviais de diferentes idades, frequentemente de mais de 10 anos, com produtividade muito baixa, de até 8 - 10 t/ha, é outro fator que influencia desfavoravelmente a situação canavieira.

#### f) Manejo dos Canaviais

Cultiva-se a cana em áreas impróprias. Existem 20 - 25.000 ha plantados em que a produção é extremamente baixa. Estas áreas representam 10 - 15% de toda a superfície cultivada com canaviais e deveriam ser também utilizadas para outras culturas (pastagens ou reflorestamento).

Os novos canaviais não estão adequadamente localizados quanto ao trabalho mecanizado, seja em função do declive, seja de suas dimensões ou forma.

Nas áreas novas, leva-se em conta somente a fertilidade natural, sem se cuidar da manutenção.

Na fase de renovação dos canaviais, as araduras apresentam geralmente o inconveniente de serem feitas em épocas impróprias e em pouca profundidade, sendo as posteriores gradagens deficientes e superficiais.



### III. O PROJETO DE PESQUISA

#### 1. Objetivo geral

O presente projeto tem como objetivo geral gerar informações básicas sobre o meio físico ligado à produtividade da cana-de-açúcar sob regime de irrigação e sobre a introdução de tecnologias de irrigação e drenagem que sirvam de apoio à ação de organismos regionais na elaboração e execução de projetos de aproveitamento hidroagrícola.

#### 2. Objetivos específicos

Constituem objetivos específicos do presente projeto:

##### a) Na área de irrigação:

- Reunir dados básicos sobre os diferentes tipos de solo.
- Definir metodologias de apresentação da informação e dar diretrizes para o manejo da mesma.
- Facilitar o uso dos dados pela assistência técnica, bem como para fins de planejamento e elaboração de projetos de irrigação.
- Melhorar a eficiência no uso dos recursos hídricos, através da irrigação.
- Definir os melhores níveis de manejo da irrigação e de fertilizantes, para a produção de cana-de-açúcar em áreas sob irrigação.
- Definir os melhores níveis de adubos, especialmente os nitrogenados, em áreas sob regime de chuvas.
- Definir as lâminas de irrigação mais adequadas para a máxima eficiência no aproveitamento dos adubos.
- Obter dados de evapotranspiração para a cana.
- Avaliar a viabilidade econômica da irrigação suplementar em cana-de-açúcar.



- Definir o método de irrigação mais recomendável para a suplementação da água à cultura.
- Testar o comportamento do sistema de produção em condições irrigadas (sulcos e aspersão) e de regime natural de chuvas.

b) Na área de salinidade

- Definir os problemas de sais a nível parcelar, para direcionar os programas de produção na região.
- Quantificar a extensão dos problemas na região, a partir de áreas restritas, com tipificação de manejo.
- Definir um programa de manejo de solos e água para aliviar e/ou solucionar os problemas na região.

c) Na área de drenagem

- Reunir informações detalhadas sobre as características de drenagem superficial e subterrânea e os seus efeitos no desenvolvimento da cana.
- Definir as necessidades de drenagem superficial e subterrânea para a cana-de-açúcar.
- Quantificar o efeito da profundidade do lençol freático sobre a produtividade da cana-de-açúcar.
- Determinar custos e benefícios do sistema de drenagem.
- Avaliar o sistema de irrigação subsuperficial mediante controle do lençol freático em sistemas de drenagem.
- Definir normas de extrapolação a nível regional e a dependência de soluções locais ao sistema regional.





### 3. Estratégia do Projeto

Tendo em vista os objetivos específicos a que se propõe o presente Projeto, foram definidos seis Subprojetos, constituindo-se nas unidades operacionais na execução do trabalho.

Os Subprojetos são os seguintes:

- Subprojeto 1: Caracterização físico-hídrica dos diferentes tipos de solos, para fins de irrigação.
- Subprojeto 2: Estudos da interação lâmina de água x adubação, em regimes de chuva e sob irrigação.
- Subprojeto 3: Avaliação técnico-econômica da irrigação suplementar da cultura da cana-de-açúcar.
- Subprojeto 4: Caracterização dos problemas de sais na área dos produtores de cana.
- Subprojeto 5: Implantação de um Projeto Piloto para estudos de drenagem.
- Subprojeto 6: Avaliação da irrigação subsuperficial na cana, mediante o controle do lençol freático.

Os Subprojetos foram caracterizados em termos de Justificativa, Objetivos, Metodologia Experimental, Recursos Humanos, Recursos Financeiros e Referências Bibliográficas.

Os Subprojetos são descritos a seguir:



#### IV. OS SUBPROJETOS DE PESQUISA

##### 1. CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-HÍDRICA DOS DIFERENTES TIPOS DE SOLOS PARA FINS DE IRRIGAÇÃO

###### 1.1 JUSTIFICATIVA

Uma das alternativas para o aumento da produtividade da cana-de-açúcar existentes é a aplicação de água mediante irrigação suplementar.

Para a definição e a elaboração de projetos de irrigação, é necessário o conhecimento detalhado das características físicas dos solos, sendo que aquelas ligadas à classificação de terras para irrigação são as de maior importância.

Por outro lado, o manejo racional e adequado da irrigação requer uma série de dados básicos sobre solos que devem ser propriamente caracterizados. Esses dados nem sempre estão disponíveis na quantidade e qualidade desejáveis, para uso eficiente da assistência técnica.

Segundo o relatório da FUNDENOR (1971b), existem cerca de 160.000 ha cultivados com cana-de-açúcar no Norte Fluminense. Esta área apresenta uma grande variação de solos, distribuídos nas zonas da Restinga, da Baixada, dos Tabuleiros e do Interior (FUNDENOR, 1971a).

Na Restinga o solo apresenta tendências a ser arenoso, bem drenado, com o lençol d'água situado a uma profundidade média de cerca de 80 cm. A fertilidade é muito baixa. Nesta área, a cana ressen-te-se da escassa retenção de água, usufruindo porém de algum modo do lençol freático.

Na Baixada, onde se concentra a maior extensão de áreas de cultivo de cana, o solo é compacto, com alto teor de argila. Nesta área, 82% são de solos argilosos e 8% de arenosos.



Na região dos Tabuleiros, os solos são profundos, levemente drenados e contêm cerca de 30% de argila.

No Interior, os solos são mediamente profundos, de regular a bem drenados e com boa retenção de água. Essas áreas compreendem a parte mais montanhosa do Norte Fluminense, apresentam relevo irregular e declividade muito forte.

Este Subprojeto visa gerar informações sobre os parâmetros básicos dos diferentes grupos de solos, para uso imediato da assistência técnica, no que se refere ao manejo solo/água e à elaboração de projetos de irrigação.

## 1.2 OBJETIVOS

- a. Reunir dados básicos sobre os diferentes tipos de solo;
- b. Definir metodologias de apresentação da informação e dar diretrizes para o manejo da mesma;
- c. Facilitar o uso dos dados pela assistência técnica, bem como para fins de planejamento e elaboração de projetos de irrigação;
- d. Melhorar a eficiência no uso dos recursos hídricos, através da irrigação.

## 1.3 METODOLOGIA EXPERIMENTAL

Para as zonas de maior importância econômica (Baixada, Tabuleiros e Interior) serão selecionados os principais tipos de solos a serem submetidos a parametrização físico-hídrica para fins de irrigação.



Os dados básicos de irrigação a serem determinados nos diferentes solos serão:

- Textura
- Curvas de retenção de água
- Densidade global
- Lâminas de armazenamento de água
- Infiltração acumulada.

As curvas de retenção de água, textura, densidade global e lâminas de armazenamento de água serão definidas para camadas de 30 cm do solo, até 120 cm, ou menores, no caso de solos rasos, em amostras coletadas em trincheiras abertas para este fim.

Com o propósito de gerar dados mais acordes com as características de manejo da irrigação, a definição dos parâmetros será feita num nível de 50% de água disponível no solo.

As metodologias empregadas serão as tradicionais na determinação dos parâmetros de irrigação, quais sejam:

#### Textura:

A textura do solo será definida através da análise granulométrica realizada pelo procedimento de Day (1965), tendo como agente dispersante a solução de Calgon a 5%.





### Curvas de retenção de água:

As curvas de retenção das diferentes camadas dos solos selecionados serão determinadas utilizando-se o equipamento de prato e panela de pressão (Richards, 1965). As tensões ou pressões negativas serão: 0,1 - 0,3 - 0,5 - 1 - 3 - 5 - 10 e 15 bares.

A determinação da capacidade de campo dos solos será realizada "in loco". Uma parcela de 4 x 3 m será inundada para saturar o perfil efetivo do solo. Logo, determinar-se-á, diariamente, a umidade das camadas do solo, até não se observarem mudanças apreciáveis durante três dias consecutivos.

### Densidade global:

A densidade global de cada profundidade será determinada usando-se cilindros do volume conhecido (Blake, 1965). Coletar-se-ão 3 amostras por profundidade. Quando não for possível a coleta de amostra por este procedimento, usar-se-á a metodologia do torrão parafinado.

### Lâmina de armazenamento de água (L):

Será calculada para as diferentes camadas do solo, de acordo com as relações hídricas tradicionais:  $L = \theta \cdot Z$ , onde  $\theta = Ps \cdot Dg$ , cu conteúdo volumétrico de água,  $Z$  é a profundidade do solo ou espessura da camada e  $Dg$  é a densidade global do solo.

### Infiltração:

Os testes de infiltração serão feitos com cilindros duplos com 3 repetições, em cada tipo de solo, de acordo com o procedimento descrito por Haise et alii (1965). A carga de água no cilindro será mantida num nível constante pela inversão de uma garrafa de volume conhecido, previamente calibrada. Dependendo do solo e o propósito da informação, poder-se-á usar os procedimentos de bacias de inundação, sulco-infiltrômetro ou de entrada e saída



da (Queiroz et alii, 1975). A informação de campo será graficada em papel Di-log, para a determinação da equação de infiltração acumulada.

#### 1.4 RECURSOS HUMANOS

##### 1.4.1 Pessoal

- 1 Especialista em Pesquisa de Irrigação (20% do tempo)
- 1 Técnico agrícola (6 meses)
- 1 Datilógrafa (5 meses)
- 3 Operários (6 meses)
- 1 Estagiário (20% do tempo)

#### 1.5 RECURSOS FINANCEIROS

##### 1.5.1 Pessoal

	<u>Cr\$</u>
- 1 Especialista em Pesquisa de Irrigação (20% do tempo).....	151.550,00
- 1 Datilógrafa (5 meses).....	45.000,00
- 1 Estagiário bolsista (20% do tempo).....	20.780,00
- 1 Técnico Agrícola (6 meses).....	62.350,00
- 3 Operários (6 meses).....	46.760,00

1.5.2 Custos Operacionais e Técnicos ..... 32.475,00

1.5.3 Veículos (1 pick-up para os 6 Subprojetos).... 200.000,00

##### 1.5.4 Materiais e utensílios:

###### a) Equipamentos

- 1 Dispensor soil-moisture.....	4.330,00
- Material de vidro.....	10.100,00
- 1 Balança Metler sensitiva.....	32.500,00
- 1 Estufa (até 120° C).....	21.650,00
- 3 Densímetros (Bouyoucos).....	3.250,00
- 1 Panela de pressão (5 bar) - soil-moisture.	17.320,00
- 1 Panela de pressão (15 bar) - soil-moisture	26.000,00
- 4 placas porosas (1 bar) - soil-moisture....	3.250,00
- 4 placas porosas (3 bar) - soil-moisture....	3.250,00
- 2 placas porosas (5 bar) - soil-moisture....	2.065,00



	<u>Cr\$</u>
- 2 placas porosas (15 bar) - soil-moisture..	2.165,00
- 2 cilindros para ar comprimido .....	10.000,00
- 1 regulador de pressão (até 225 lb/pulg <sup>2</sup> )..	3.000,00
- 1 regulador de pressão (até 100 lb/pulg <sup>2</sup> )..	3.000,00
- 15 cilindros de aço (10 cm de comprimento e 8 cm de diâmetro) e cabeçal de amostragem..	10.000,00
- 3 conjuntos de cilindros duplos para tes- tes de infiltração.....	10.000,00
- 4 trados (caneco, holandês, rosca).....	6.000,00
<b>1.5.4 <u>Serviços de terceiros</u></b>	
Serviços gerais.....	32.500,00
Edição de publicações.....	8.000,00
<b>1.5.5 <u>Supervisão e Apoio Técnico</u></b>	<u>76.730,00</u>
<b>TOTAL*</b>	<b>844.025,00</b>

---

Obs.\* Taxa de câmbio: Cr\$ 21,65 x US\$ 1,00



## 1.6 CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO

ATIVIDADES/MESSES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1. Reconhecimento da área	o											
2. Coleta de amostras (Textura, curvas de retenção e densidade global)		o	o									
3. Testes de infiltração				o	o							
4. Determinações de laboratório						o	o	o				
5. Análise dos resultados									o	o		
6. Publicação											o	o





1.7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BLAKE, G. R. Bulk density. In: Black et alii (ed), Method of soil analyses, Part 1, Physical and mineralogical properties including statistics measurement and sampling. pp. 374-390. Madison, American Society of Agronomy. 1965.

DAY, P. R. Particle fractionation and particle-size analysis. In: Black, C.A. et alii (ed). Methods of soil analysis, Part 1. Physical and mineralogical properties including statistics of measurement and sampling. pp. 545-567. Madison, American Society of Agronomy, 1965.

FUNDENOR. Desenvolvimento agropecuário da região norte fluminense. Volume 6. Uso atual das terras e capacidade de uso. Roma, ITALCONSULT. 26 p. 1971a.

FUNDENOR. Desenvolvimento agropecuário da região norte fluminense. Volume 7. Culturas tropicais. Roma, ITALCONSULT. 176 p. 1971b.

HAISE, H., DONNAN, W.W., PHELAN, J.T., LAWHON, L.F. & SHOCKLEY, D.G. The use of cylinder infiltrometers to determine the intake characteristics of irrigated soil. Washington, D.C. USDA. 10 p. (ARS 41-7), 1965.

RICHARDS, L.A. Physical condition of water in soil. In: C.A. Black et alii, (ed). Method of soil analysis, Part 1, Physical and mineralogical properties, including statistics of measurement and sampling. pp. 128-152. Madison, American Society of Agronomy, 1965.

QUEIROZ FILHO, S.C., MILLAR A.A., & BOERS, M. Características da infiltração dos vertissolos do submédio São Francisco. Anais do Congresso Brasileiro de Ciência do Solo. 15: 64-74. 1975.



## 2. ESTUDOS DA INTERAÇÃO LÂMINA DE ÁGUA X ADUBAÇÃO EM REGIME DE CHUVAS E SOB IRRIGAÇÃO

### 2.1 JUSTIFICATIVA

A manutenção da alta produtividade de uma cultura depende, em grande parte, do uso racional e eficiente dos fatores complementares da produção.

Há dois fatores que, com maior frequência, limitam a produtividade das culturas: os regimes de água e de adubação nitrogenada.

Um dos principais problemas que apresenta a produção de cana-de-açúcar no Norte Fluminense é o inadequado uso dos fertilizantes por parte dos produtores.

Normalmente não se leva em consideração a fertilidade natural ou residual dos solos. Isso se deve, principalmente, ao fato de não se realizarem análises prévias de fertilidade do solo, usando-se diretamente as formulações comerciais disponíveis.

A eficiência no uso dos adubos, especialmente dos nitrogenados, está estreitamente ligada ao manejo da irrigação e, no caso do regime de chuvas, ao manejo do adubo (fontes, dose, parcelamento).

Este Subprojeto gerará as informações necessárias para definir os melhores níveis de adubação e de manejo da água em condições irrigadas e o melhor manejo do adubo em regime de chuva.

### 2.2 OBJETIVOS

1. Definir os melhores níveis de manejo da irrigação e de fertilizantes, para a produção de cana-de-açúcar em áreas sob irrigação;



2. Definir os melhores níveis de adubos, especialmente os nitrogenados, em áreas sob regime de chuvas;
3. Definir as lâminas de irrigação mais adequadas à máxima eficiência no aproveitamento dos adubos;
4. Obter dados de evapotranspiração para a cana.

### 2.3 METODOLOGIA EXPERIMENTAL

Como resultado final deste Subprojeto, é esperada a definição da função de produção para a lâmina de água, para diferentes níveis de adubação.

Para a execução deste Subprojeto, usar-se-á o sistema de irrigação por aspersão em linha (Bauder et alii, 1975; Hanks et alii, 1976; Silva et alii, 1978), o qual consiste em colocar uma linha central de aspersores, introduzindo-se a variável fertilidade no sentido da linha de aspersores. A variável lâmina de água é introduzida pela diferente distribuição de água a partir da linha de aspersores.

O campo da cultura será manejado de forma uniforme, sem separação entre parcelas. O espaçamento entre aspersores será de 6 m. O tamanho da parcela será de 6 x 15 m e a unidade experimental de 6 x 1,50 m, estabelecidos em função do diâmetro molhado do aspersor. Serão utilizados aspersores do tipo Rain Bird 30B-TNT (3/16" x 3/32"), operando a pressão de serviço de 3 atm (45 PSI), fornecendo um diâmetro molhado de aproximadamente 30 m.

Utilizar-se-á um delineamento experimental de blocos casualizados, com arranjo em faixas, com quatro repetições. Os tratamentos constarão da combinação de cinco lâminas de água e quatro níveis de adubação nitrogenada. As parcelas receberão os níveis de 0, 50, 100 e 150 kg de nitrogênio por hectare, enquanto nas unidades experimentais serão estabelecidas as cinco lâ-



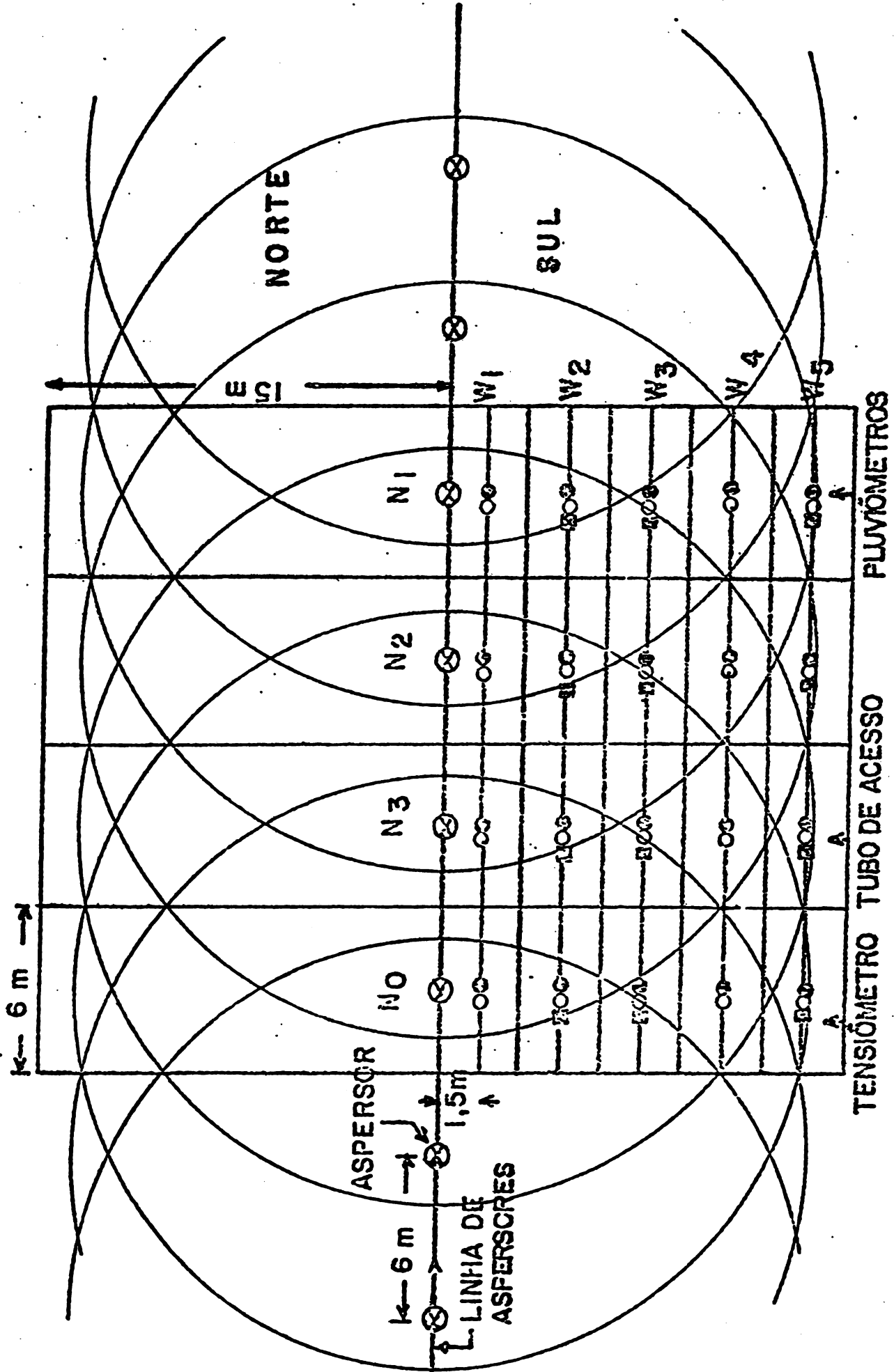


FIGURA 1. Diagrama esquemático de um bloco.





minas de água por diferente distribuição de água pelos aspersores. Na Figura 1 tem-se um diagrama esquemático de um bloco, mostrando a distribuição das parcelas, unidades experimentais, colocação de aspersores e equipamentos de controle e medição.

As operações agrícolas de preparo do solo, adubação, plantio de cana, uso de defensivos, etc. serão feitas de acordo com a melhor tecnologia existente para a área.

Irrigações preliminares serão efetuadas de forma uniforme em toda a área, para facilitar a emergência e o desenvolvimento inicial das canas, utilizando-se um conjunto de aspersão com espaçamento 12 x 12 metros.

Quando as plantas atingirem uma altura de aproximadamente 30 cm, as irrigações passarão a ser controladas no tratamento  $N_2W_2$ , tomado como "ponto de controle" e serão efetuadas quando o teor de umidade do solo, neste tratamento, atingir 50% da água disponível. Para o controle da umidade e definição do momento da irrigação, serão utilizados a sonda de nêutron e tensiômetros sensíveis.

Durante o desenvolvimento da planta, efetuar-se-ão medições de altura e alongamentos entre nós, durante vários ciclos de irrigações, para determinar a resposta de crescimento.

No fim do ciclo vegetativo determinar-se-á semanalmente a relação de produção tonelagem/açúcar, visando definir as condições de manejo da cultura para maximizar seus rendimentos. Por ocasião da colheita, determinar-se-á a produção e características industriais da cana.

Este tipo de experimento permite, também, a determinação da evapotranspiração da cultura. A evapotranspiração será determinada através do balanço completo da água. A equação de balanço para definir a evapotranspiração, em um intervalo de tempo, é dada pela relação:



$$P + I - G = ET - W - D \quad (1)$$

(Black et alii, 1970; Millar et alii, 1978), onde P é a quantidade de água recebida devido às chuvas (mm), I é a irrigação aplicada (mm), G é o escoamento superficial (mm), considerado zero em superfícies planas e em condições de baixa pluviometria, ET é a evapotranspiração (mm), D é a drenagem abaixo da zona radicular ou fluxo capilar para a zona radicular por contribuição do lençol freático, e W é a variação na lâmina de água armazenada na zona radicular (mm).

A equação de fluxo em uma direção para movimento de água num solo com vegetação é dada pela relação:

$$\partial\Theta/\partial t = \partial(k \partial H/\partial Z) / \partial z - Q \quad (2)$$

(Black et alii, 1970; Rose e Stern, 1967; Van Bavel et alii, 1968).

onde  $\Theta$  é o conteúdo volumétrico da água e  $k$  é a condutividade capilar. A carga hidráulica  $H$ , à profundidade  $Z$ , é dada por  $H = -\psi + Z$ , onde  $\psi$  é o potencial matricial e a profundidade  $Z$  (potencial gravitacional) é negativa, medida a partir da superfície. O termo  $Q$  é a taxa de água removida do solo devido à evapotranspiração.

A variação na água armazenada no solo é obtida por integração da equação (2) na profundidade da zona radicular, para  $t$  constante. Nestas condições, tem-se:

$$dW/dt = - (k \partial H/\partial z)_{z=L} - dET/dt \quad (3)$$

(Rose e Stern, 1967).

onde  $W$  é a água armazenada na zona radicular de profundidade  $L$ ,  $dET/dt$  é a taxa de evapotranspiração e  $(k \partial H/\partial z)_{z=L}$  é a taxa de fluxo (drenagem ou contribuição do lençol) através do limite da zona radicular. A equação (3) é a variação em função do tempo da equação (1), onde  $P$  e  $G$  são zero.



## 2.4 RECURSOS HUMANOS

### 2.4.1 Pessoal

- 1 Especialista em Pesquisa de Irrigação (40% do tempo no primeiro ano e 50% no segundo)
- 1 Técnico Agrícola (40% do tempo)
- 1 Estagiário (40% do tempo)
- 1 Datilógrafa (5 meses)
- 1 Mestre Rural (50%)
- 2 Operários permanentes

## 2.5 RECURSOS FINANCEIROS (Custos de Operação)

Cr\$

### 2.5.1 Pessoal

- 1 Especialista em Pesquisa de Irrigação (40% do tempo no 1º ano e 50% no segundo) .....	681.975,00
- 1 Datilógrafa (5 meses).....	45.000,00
- 1 Estagiário (40% do tempo) .....	83.136,00
- 1 Técnico Agrícola (40% do tempo) .....	124.704,00
- 1 Mestre Rural (50%) .....	48.713,00
- 2 Operários permanentes .....	140.295,00
2.5.2 Custos Operacionais e Técnicos .....	129.900,00

### 2.5.3 Materiais e Utensílios

#### a) Equipamentos

#### - Irrigação por aspersão

. 460 m de tubos de alumínio de 3", com engate rápido, em unidades de 6 m de comprimento .....	150.000,00
. 8 tubos de 3 m cada, com as mesmas características acima.....	7.200,00
. Bomba com motor de 8 a 10 HP, pressão de operação de 4,2 atm, vazão de 720 l/min, com tubulação de sucção de 4" e tubulação de saída de 3".....	60.000,00
. Válvula de pé e tela de proteção de 4".....	1.100,00



. 8 Válvulas de comporta de 3" .....	12.000,00
. 66 saídas de aspersores .....	35.000,00
. 66 bicos de aspersores - 9/64" x 3/32" (Rain Bird).....	39.600,00
. 180 m de tubos galvanizados - 3/4".....	20.000,00
. 140 m de tubos elevadores - 3/4" .....	15.000,00
. 6 tês - 3" de alumínio.....	4.000,00
. 66 suportes p/elevadores de 2,5 m.....	16.500,00
. 8 plugs - 3", de alumínio.....	1.280,00
. 1 medidor de pressão até 6 atm.....	2.000,00

OBS. Todos os tubos de aspersão são de engate rápido

- Medição de Unidade do Solo

. 1 Sonda de nêutron (troxler 1257 SN 445).. com medidor portátil.....	173.200,00
. 3 Trados (caneco, rosca, holandês).....	4.870,00
. 500 latas de alumínio numeradas, diâmetro 10 cm - altura 10 cm.....	10.825,00

2.5.4 Material de consumo

. 1000 sacos plásticos 25cm x 35cm.....	300,00
. 1000 etiquetas de papel.....	200,00
. 150 cápsulas porosas para tensiômetros....	10.000,00
. 300 m de tubulação de nylon semi-rígido, transparente (1/4").....	5.000,00
. 300 m de tubulação de nylon semi-rígido transparente (1/8").....	5.000,00
. 3 kg de mercúrio líquido.....	25.000,00
. 180 m de tubo de acesso, galvanizado de 2"	24.000,00
. Combustível (1000 litros de gasolina).....	9.095,00
. Fertilizantes (sulfato de amônio, superfos fato triplo, cloreto de potássio).....	2.165,00
. Defensivos.....	975,00
. Sementes.....	1.625,00





**2.5.5 Serviços de terceiros**

- Serviços gerais.....	165.625,00
- Edição de publicações.....	10.825,00
- Aluguel de maquinaria agrícola (limpeza, aração, gradagem, sulcamento, etc.).....	4.870,00

**2.5.6 Supervisão e Apoio Técnico ..... 207.100,00**

**TOTAL \* 2.278.078,00**

---

Obs. Taxa de câmbio: Cr\$ 21,65 x US\$ 1.00



2.6 CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO

ATIVIDADES/MESES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
1. Planejamento e seleção da área	o																								
2. Calibração de instrumentos	o	o																							
3. Implantação do experimento (limpeza da área, preparo do solo, adubação, plano, instrumento)			o	o																					
4. Condução dos tratamentos, inclusive dos fitossanitários, irrigações, observações, colheita)				o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o							
5. Coleta e análise dos dados (interpretação dos resultados, redação de relatórios)																			o	o	o	o	o	o	o
6. Publicações																								o	o



## 1.7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BAUDER J. W., HANKS R. J., JAMES, D.W. Crop production function determinations as influenced by irrigation and nitrogen fertilization using a continuous variable design. Soil Society of America Journal 39: 1187 - 1192. 1975.
- BLACK, T.A., GARDNER, W.R. & TANNER, C. B. Water storage and drainage under a row crop on a sandy soil. Agronomy Journal (62(1): 48-51. 1970.
- HANKS, R. J., KELLER, J., RASMUSSEN, V. P. & WILSON, G. D. Line source sprinkler for continuous variable water and fertilizer studies on small areas. Utah State University, 13 p. 1974.
- Line source sprinkler for continuous variable irrigation crop production studies. Soil Science Society of America Journal 40: 426 - 429. 1975
- MILLAR, A.A., CHOUDHURY, E. N. & ABREU, T.A. Determinação da evapotranspiração em tomate industrial através do balanço completo de água sob diferentes regimes de irrigação. Petrolina CPATSA/EMBRAPA, 20 p. (Apresentado no IV CONIRD, Salvador, BA, setembro 1978). (no prelo)
- ROSE, C.W. & STERN, W. R. Determination of withdrawal of water from soil by crop roots as a function of depth and time. Australian Journal of Soil Research 5:11:19, 1967
- SILVA, M.A. da, MILLAR, A.A. BERNARDO S., CONDE, A.P. Efeito da lâmina de água e da adubação nitrogenada sobre a produção de feijão "Macassar", utilizando o sistema de irrigação por aspersão em linha. Petrolina, CPATSA/EMBRAPA, 20 p. (apresentado no IV CONIRD, Salvador, Ba, setembro 1978). (no prelo)
- STEWART, G. L & TAYLOR, S.A. Field experience with neutron scattering method of measuring soil moisture. Soil Science 83(2): 151-158. 1957.
- VAN BAVEL, C.H.M., BRUST, K.J. & STIRK, G.F. Hydraulic properties of a clay loam soil and the field measurement of water uptake by roots. II. The water balance of the root zone. Soil Science Society of America Proceedings 32:317-321. 1968.



### 3. AVALIAÇÃO TÉCNICO-ECONÔMICA DA IRRIGAÇÃO SUPLEMENTAR EM CANA-DE-AÇÚCAR

#### 3.1 JUSTIFICATIVA

A cana-de-açúcar está sendo cultivada no Norte Fluminense, na Baixada, há mais de 400 anos, alcançando o seu cultivo, mais tarde, também os Tabuleiros.

Com base em estudos de fotointerpretação, a área total ocupada (1969/70) foi avaliada em 160.850 ha, com maior concentração da cultura canavieira no Município de Campos, com 117.720 ha (FUNDENOR, 1971b).

A região Norte Fluminense apresenta dois períodos bem definidos no que diz respeito à distribuição pluviométrica, ou seja, um chuvoso e outro seco.

Baseando-se nos valores médios mensais de pluviometria, observa-se um déficit ou uma suficiência hídrica mínima no primeiro período fevereiro-março, mais acentuado na zona costeira da Baixada de Campos e menor na área de Macaé e do Interior; um segundo período de déficit corresponde a abril-maio até agosto-setembro, para as zonas de Campos e Itaperuna, sendo restrito a junho-agosto para a zona de Macaé (FUNDENOR, 1971a).

Existe a alternativa de se irrigar durante o período seco, porém não se conhecem dados sobre a viabilidade econômica desta tecnologia. É necessário, igualmente, definir o tipo de metodologia de irrigação mais adequado às condições da região.

Este Subprojeto gerará as informações necessárias ao planejamento regional e à tomada de decisões, nos casos de investimentos em infraestrutura de irrigação.





### 3.2 OBJETIVOS

1. Estudar a viabilidade econômica da irrigação suplementar em cana-de-açúcar;
2. Definir o método de irrigação mais recomendável para a suplementação de água à cultura;
3. Testar o comportamento do sistema de produção em condições irrigadas (por sulcos e aspersão) e de regime natural de chuvas.

### 3.3 METODOLOGIA EXPERIMENTAL

O trabalho experimental será executado a nível operacional, em áreas convenientemente escolhidas.

Tratando-se da avaliação econômica da introdução da irrigação, o trabalho consistirá, em grande parte, na comparação de métodos de irrigação, principalmente o de sulcos e o de aspersão.

Previamente à implantação dos sistemas de produção irrigados e de regime de chuvas, far-se-á avaliação técnica dos métodos de irrigação pelos procedimentos tradicionais (Cridde et alii, 1956), com a finalidade de obter a máxima eficiência.

Os sistemas a serem avaliados serão os seguintes:

- a. sistema de produção com irrigação suplementar por sulco;
- b. sistema de produção com irrigação suplementar por aspersão;
- c. sistema de produção sob regime de chuvas.



As áreas semicomerciais de cada sistema serão de 0,5 ha e receberão manejo uniforme no que diz respeito a: preparo do solo, plantio, adubação, tratamento fitossanitário e capinas. Essas operações agrícolas serão definidas levando-se em consideração a melhor tecnologia existente na área e de acordo com o tipo de solo utilizado, de tal forma que a única variável em jogo será o método e o volume de irrigação.

Todas as operações agrícolas realizadas em cada sistema de produção serão convenientemente aferidas, de modo a possibilitar sua análise econômica.

Com a finalidade de possibilitar a análise estatística dos resultados, separar-se-ão ao acaso 5 parcelas de 9 x 10 m (6 fileiras de cana de 1,5 m de espaçamento) na área de 0,5 ha. Dentro destas parcelas, efetuar-se-á determinação de produção, conteúdo de açúcar e observações de caráter agrônomo (crescimento, ataque de pragas e doenças, etc.). A análise estatística consistirá na aplicação do Teste de Tuksey ou Duncan às medidas obtidas nas 5 parcelas isoladas nos diferentes sistemas de produção (Pimentel Gomes, 1967).

Esta metodologia tem sido amplamente usada pelo ICRISAT (Krantz e Kampen, 1976) para a comparação de sistemas de produção. Contudo, a avaliação econômica corresponderá à aferição das operações agrícolas em toda a área do sistema.

Para a distribuição de água ao sistema de irrigação por sulcos usar-se-á uma motobomba portátil, com motor 4HP e vazão de 500 lt/min., à qual será acoplado um tubo com janelas de acordo com o espaçamento das fileiras (1,5 m).



Aplicar-se-á a irrigação por aspersão mediante um conjunto com espaçamento de 12 x 12m. Para diminuir os custos operacionais, usar-se-á parte do sistema de aspersão do Subprojeto 2, sendo que somente duas linhas laterais ficarão disponíveis, o que implicará em 3 mudanças do equipamento para cobrir a área de 0,5 ha. O sistema de produção sob regime de chuvas será convenientemente acondicionado para evitar a acumulação dos excessos de água. Nos sistemas irrigados, os intervalos de irrigação e as lâminas de água a serem aplicadas serão definidas em função do solo, demanda atmosférica e profundidade do sistema radicular. O controle das irrigações será realizado através da determinação da umidade do solo, usando-se a sonda de nêutron e o tensiômetro.

**3.4 RECURSOS HUMANOS**

**3.4.1 Pessoal**

- 1 Especialista em Pesquisa de Irrigação (40% do tempo no primeiro ano e 50% no segundo ano)
- 1 Técnico Agrícola (40% do tempo)
- 1 Estagiário (40% do tempo)
- 1 Datilógrafa (5 meses)
- 1 Mestre Rural (50% do tempo)
- 2 Operários permanentes

**3.5 RECURSOS FINANCEIROS**

**3.5.1 Pessoal**

- 1 Especialista em pesquisa de irrigação (40% do tempo no 1º ano e 50%, no 2º ano).....	<u>Cr\$</u> 681.975,00
- 1 Estagiário (40%).....	83.136,00
- 1 Técnico Agrícola (40%).....	124.704,00
- 1 Mestre Rural (50%).....	48.710,00
- 2 Operários (100%).....	140.295,00
- 1 Datilógrafa (5 meses).....	45.000,00

**3.5.2 Custos Operacionais e Técnicos** ..... 129.900,00

**3.5.3 Materiais e Utensílios**

a) Equipamentos

- Irrigação por aspersão (grande parte do equipamento já foi considerado no Subprojeto 2)

Adicionar:

- . 120 m de tubos de alumínio de 3", com er-



mento.....	36.000,00
. 2 Válvulas de comporta de 3".....	3.000,00
- <u>Irrigação por sulco</u>	
. 1 Bomba c/motor de 4 HP - 30 m <sup>3</sup> /hora.....	30.000,00
15 m.c.a	
. Tubulação de sucção, válvula de pé e tela.....	8.000,00
. 60 m de tubos janelados de 3".....	25.000,00
- <u>Medição da umidade do solo</u>	
. Sonda de nêutron (incluída no Subprojeto 2).....	—
. Latas, trados, tensiômetros (Suprojeto 2).....	—
3.5.4 <u>Material de consumo</u>	
. Combustível (500 litros de gasolina).....	4.870,00
. Fertilizantes (sulfato de amônio, superfosfato triplo, cloreto de potássio).....	3.250,00
. Defensivos.....	2.700,00
. Sementes.....	1.625,00
3.5.5 <u>Serviços de terceiros</u>	
- Serviços gerais.....	171.900,00
- Edição de publicações.....	11.000,00
- Aluguel de maquinaria agrícola.....	9.200,00
3.5.6 <u>Supervisão e Apoio Técnico.....</u>	156.026,00
<hr/>	
TOTAL*	Cr\$ 1.716.291,00
<hr/>	

\* Obs: Taxa de câmbio utilizada: Cr\$ 21,65 x US\$ 1,00





3.6 CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO

ATIVIDADES/MESES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
1. Planejamento e seleção da área	o																								
2. Avaliação dos métodos de irrigação e parametrização	o	o																							
3. Implantação do experimento (limpeza da área, preparo do solo, sulcamento, adubação, plantio, instrumentação)			o	o																					
4. Condução do experimento (sistemas de produção, tratamentos culturais, observações, colheita)					o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o							
5. Coleta, análise e interpretação dos dados																			o	o	o	o	o	o	o
6. Publicações																									o



### 3.7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CRIDDLE, W., DAVIS, S., PAIR, C.H. & SHOCKLEY, D.G. Methods for evaluating irrigation systems. USDA, Soil Conservation Service, Agriculture Handbook, 82:1-13. 1956.
- FUNDENOR. Desenvolvimento Agropecuário da região Norte Fluminense. Volume 2. Climatologia. Roma, ITALCONSULT. 24 p. 1971a.
- FUNDENOR. Desenvolvimento Agropecuário da região Norte Fluminense. Volume 7. Culturas Tropicais. Roma, ITALCONSULT, 175 p. 1971 b.
- KRANTZ, B.A. & KAMPEN, J. Annual report of the farming systems research program. April 1975-March 1976. Hyderabad, India, ICRISAT. 236 p. 1976.
- PIMENTEL GOMES, F. Iniciação à Estatística. São Paulo, Livraria Nobel S.A. 1976.



#### 4. CARACTERIZAÇÃO DOS PROBLEMAS DE SAIS NA ÁREA DOS PRODUTORES DE CANA-DE-AÇÚCAR

##### 4.1 JUSTIFICATIVA

A flutuação extrema experimentada pelo lençol freático tem acarretado sérios problemas de drenagem nas partes mais baixas da região.

Por outro lado, a permanência de lençóis freáticos cria condições para a movimentação de sais para a superfície do solo, sob regime de alta demanda evaporativa.

O período chuvoso, por outro lado, contribui para o lavado dos sais acumulados na camada superficial do solo, desconhecendo-se, contudo, a extensão deste efeito.

Na região do Norte Fluminense tem-se verificado a existência de solos salinos, salino-sódicos e sódicos. Entretanto, não se conhece a extensão destes problemas na área dos produtores, o que dificulta a definição de um programa de manejo de solo e de eventual recuperação.

Este Subprojeto deverá determinar e quantificar o tipo de problema existente em áreas típicas da região. Recomendações de manejo poderão ser feitas a partir dos dados de caracterização do problema.

##### 4.2 OBJETIVOS

1. Definir os problemas de sais a nível parcelar, para direcionar os programas de produção na região;
2. Quantificar a extensão dos problemas na região, a partir de áreas restritas, com tipificação de manejo;
3. Definir um programa de manejo de solos e água para aliviar e/ou solucionar os problemas na região.



#### 4.3 METODOLOGIA DE TRABALHO

Considerando que a área cultivada com cana-de-açúcar no Norte Fluminense abrange, aproximadamente, 160.000 ha, o estudo em referência será realizado em áreas restritas, tipificadas no que diz respeito a manejo na Baixada de Campos, com aproximadamente 30.000 ha, por ser a área com maiores problemas.

Na Baixada de Campos, selecionar-se-á 30 áreas de 30 ha, com ajuda do levantamento pedológico existente (FUNDENOR, 1971) e através de reconhecimento de campo, nas quais será realizada a amostragem de solo. Para a localização das áreas e marcação dos lugares de amostragem, serão adquiridas fotografias aéreas utilizáveis para este propósito e os do Subprojeto 5.

A metodologia de trabalho consistirá em fazer amostragem de solos em quadriculas de 200 m x 200 m. A amostragem será feita em 2 profundidades: 0-30 e 30-60cm, extraíndo-se amostras de água cada vez que se atingir o lençol freático, Juntamente com a amostragem, far-se-á um levantamento detalhado das condições de manejo da área (drenagem, irrigação, adubação, etc.).

Nas amostras de solo, convenientemente preparadas, dever-se-á fazer as seguintes determinações, com fins de caracterização de salinidade: pH, condutividade elétrica do extrato de saturação, cations trocáveis, carbonatos e sulfatos.

As análises químicas serão realizadas pelos procedimentos tradicionais em laboratórios comerciais especialmente contratados, os quais serão fiscalizados no que diz respeito a metodologias usadas e à execução. Para avaliar a qualidade das determinações, serão introduzidas amostras-testemunhas.

Os laboratórios deverão efetuar as determinações químicas de acordo com as seguintes metodologias:





As determinações de condutividade elétrica do extrato de saturação, pH em água e KCl, cálcio, magnésio, sódio, potássio e alumínio trocável deverão ser realizadas de acordo com as metodologias tradicionais especificadas por Richards (1954) e Vettori (1969). Para as amostras que apresentem condutividade elétrica acima de 1 mmhos/cm, deverá-se adotar uma metodologia diferente. Essas amostras deverão ser lavadas com solução de álcool etílico a 60% em volume, até reação negativa de cloreto e sulfato, antes de ser efetuada a extração com solução de acetato de amônio 1 N pH 7 (Dantas, 1961). O emprego direto do acetato de 1 N pH 7 na determinação de cations permutáveis não tem aplicação em solos contendo sais solúveis. Neste caso, seu uso fornece resultados imprecisos e a soma dos valores analíticos encontrados fica acrescida desses sais.

Será determinada a condutividade elétrica na água freática. Os dados serão colocados em mapas de escala 1:2000, traçando-se as isolinhas químicas necessárias para a delimitação das áreas com solos normais, salinos e salino-sódicos, para as camadas 0-30 e 30-60 cm de profundidade, segundo metodologia de Cordeiro e Millar (1978).

Como produto final, deverá-se especificar as necessárias recomendações de manejo do solo, de aplicação de emendas químicas, etc.

#### 4.5 RECURSOS HUMANOS

##### 4.5.1 Pessoal

- 1 Especialista em Pesquisa de Salinidade e Drenagem (30% do tempo)
- 1 Estagiário (30% do tempo)
- 1 Técnico Agrícola (30% do tempo)
- 1 Datilógrafa (5 meses)
- 2 Operários (4 meses)



**4.5 RECURSOS FINANCEIROS**

Cr\$

**4.5.1 Pessoal**

- 1 Especialista em Pesquisa de Salinidade e Drenagem (30% do tempo).....	227.325,00
- 1 Estagiário (30% do tempo).....	31.176,00
- 1 Técnico Agrícola (30% do tempo).....	31.176,00
- 2 Operários (4 meses).....	21.650,00
- 1 Datilógrafa (5 meses).....	45.000,00

**4.5.2 Custos Operacionais e Técnicos ..... 97.425,00****4.5.3 Materiais e Utensílios****a) Equipamentos**

. Condutivímetro portátil p/determinar C.E. da água freática.....	21.650,00
---	-----------

**b) Material de consumo**

. Combustível (1000 l de gasolina).....	9.093,00
. 1.000 sacos de pano.....	16.238,00
. 3.000 etiquetas de papel, cartões de identificação e barbante.....	650,00

**4.5.4 Serviços de terceiros**

. Serviços gerais.....	97.425,00
. Edição de publicações.....	10.825,00
. Análise de salinidade de 900 amostras...	487.125,00

**4.5.5 Supervisão e Apoio Técnico..... 109.675,00**


---

TOTAL \* Cr\$ 1.206.433,00

---

\* Taxa de câmbio: Cr\$ 21,65 x US\$ 1,00



**4.6 CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO**

ATIVIDADES/MESSES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1. Reconhecimento da região e seleção das áreas de amostragem	o											
2. Coleta de amostras		o	o	o								
3. Análises químicas				o	o	o	o	o	o	o		
4. Relatório e Publicações											o	o



#### 4.7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CORDEIRO, G.C. & MILLAR, A.A. Problemas de sais nas áreas em operação agrícola do Projeto de Irrigação de São Gonçalo. Anais do IV Congresso de Irrigação e Drenagem, 21 p. 1978. (no prelo).
- DANTAS, H.S. Determinação de cations permutáveis em solos contendo sais solúveis. Recife, Instituto Agronômico do Nordeste, p.p. 29-41. 1961. (Boletim 15).
- FUNDENOR. Desenvolvimento agropecuário da região Norte Fluminense. Volume 7. Culturas Tropicais. Roma, ITALCONSULT. 176 p. 1971.
- RICHARDS, L.A. (ed). Diagnóstico y rehabilitación de suelos salinos y só-dicos. Washington, USDA. 172 p. 1954. (Manual de Agricultura nº 60).
- VETTORI, L. Métodos de análises de solos. s.l., MA/EPE, 24 p. 1969. (Boletim Técnico nº 7).





## 5. IMPLANTAÇÃO DE UM PROJETO PÍLTO PARA ESTUDOS DE DRENAGEM

### 5.1 JUSTIFICATIVA

A região do Norte Fluminense caracteriza-se por apresentar uma flutuação acentuada do lençol freático, causando problemas de drenagem em setor importante do ciclo da cana-de-açúcar. Mais de 30% da Baixada está constituída por áreas alagadas ou alagadiças (FUNDENOR - ITALCONSULT. Vol. 7 - 1971).

Existem possibilidades de manejar o lençol freático para aproveitamento de água para irrigação, por abastecimento subsuperficial. Contudo, não existem dados sobre critérios de drenagem para os solos predominantes na região e nem dados da resposta da cana-de-açúcar ao nível do lençol freático.

Uma das melhores formas de obtenção de dados e de definição de normas de drenagem e das bases para a caracterização das áreas de Baixada, segundo as necessidades de drenagem, é a implantação de um Campo Piloto de testes de drenagem. As características da região, dos solos e do comportamento do balanço hidrológico justificam a realização deste trabalho.

### 5.2 OBJETIVOS

1. Reunir informações detalhadas sobre as características da drenagem superficial e subterrânea e os seus efeitos no desenvolvimento da cana;
2. Definir as necessidades de drenagem superficial e subterrânea para a cana-de-açúcar (características de drenos e sistemas de evacuação);
3. Determinar custos e benefícios do sistema;
4. Definir normas de extrapolação a nível regional e a dependência de soluções locais ao sistema regional.
5. Servir de área de testes para o sistema de irrigação subsuperficial, com controle do lençol freático.



### 5.3 METODOLOGIA EXPERIMENTAL

- Seleção da área: observar-se-á a representatividade no que diz respeito aos problemas de drenagem e à possibilidade de irrigação subsuperficial, prioritariamente, deixando para uma segunda etapa as áreas que apresentem também problemas de solo, toxicidade, etc. A área será de cerca de 18 ha para o estudo da combinação de profundidades e 3 afastamentos de drenos.

- Levantamento topográfico: altímetro da área numa escala de 1:1.000, com curvas a cada 0,20 ou cada 0,10 cm (segundo o relevo), método de radiação. Perfis longitudinais de drenos artificiais e naturais da área.

- Planejamento e dimensionamento do sistema de drenagem e estruturas necessárias.

- Sistematização da área: seguir-se-á o método da curva mestre (E. Matute - IICA), usando-se principalmente motoniveladora e trator de lâmina frontal.

- Determinação das características físicas do solo: textura, estrutura, densidade global, porosidade drenável, com a densidade de uma observação a cada 2 ha, a quatro profundidades: 0-30, 30-60, 60-90 e 90-120 cm. A amostragem será baseada em critérios pré-estabelecidos (Departamento de Agricultura dos Estados Unidos, 1967), considerando-se principalmente as variações devidas à anisotropia dos solos (Nielsen, 1973 e Massland, 1967), características em solos aluviais (Gomes e Millar, 1978).

- Execução de testes de condutividade hidráulica e infiltração. Um teste de condutividade a cada 2 ha, segundo o método do furo direto (van Beers, 1963, Reeve et alii, 1951), cu invertido, segundo seja o caso de lençol alto ou baixo na época do estudo. Um teste de infiltração, com 2 repetições a cada 2 ha, usando-se o método descrito no Subprojeto 1.

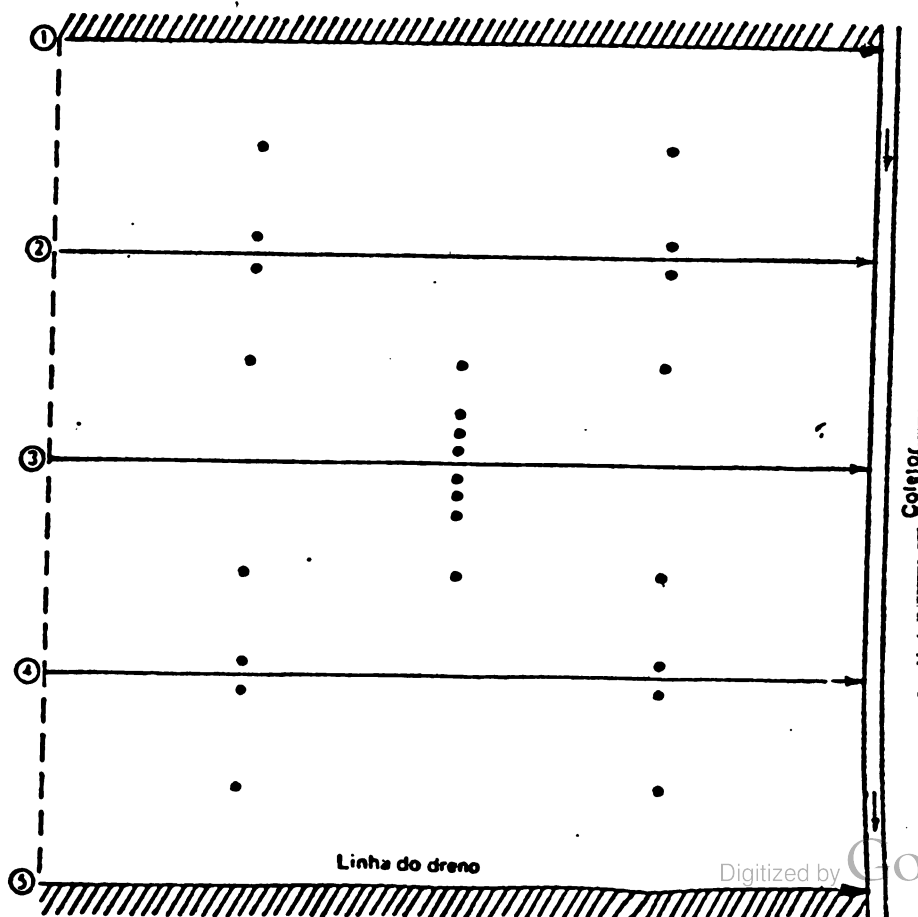


- Perfurações profundas para reconhecimento das características hidrodinâmicas dos materiais dessas camadas (3 m toda a área).

- Instalação de poços de observação para os testes de descarga, com a seguinte localização:

- . Poços da metade do espaçamento para medir a carga hidráulica disponível.
- . Perto de uma linha de drenos para observar a forma do lençol freático. Os poços deverão ser colocados preferentemente a distância de 0,5, 1,5 e 5 m do dreno. Quando o espaçamento for maior de 75 m, deve-se colocar mais um poço a 10 - 15 m.
- . Sobre a linha de drenos para determinar o funcionamento dos drenos.
- . É recomendável colocar poços após o final das linhas de drenos para observar o efeito de bordadura.

Para melhor visualização, apresenta-se a seguir o esquema de linhas de drenos e distribuição dos poços de observação para os testes de descarga:





- Estabelecimento das profundidades e espaçamentos a serem adotados. Os espaçamentos considerados são os calculados com fórmulas apropriadas e variações acima e abaixo destes. Duas serão as profundidades consideradas (1.0 e 1.50 m). O critério de seleção é baseado em profundidades efetivas de raízes, profundidades do impermeável ("gley") e economia em instalações futuras, baseadas nos resultados deste estudo.

- Instalação do esquema, com construção de drenos e estruturas necessárias, inclusive estação de bombeamento.

- Planejamento agrônômico da área e programação das atividades agrônômicas.

- Implantação da cultura: preparação de solo, seleção de sementes, plantio, controle agrônômico, etc.

- Coleta sistemática de dados de profundidade do lençol, vazões e níveis em valas da área, desenvolvimento de raízes e entrenós da planta, qualidade de caldo (brix, pol), análises foliares e dados meteorológicos, todos eles em função do tempo e ao longo do período vegetativo ou em parte dele, segundo seja o caso.

- Processamento desses dados e testes dos sistemas.





#### 5.4 RECURSOS HUMANOS

- 1 Especialista em Pesquisa de Drenagem e Salinidade  
(50% do tempo no primeiro ano e 30% no segundo ano)
- 1 Técnico Agrícola(40% do tempo)
- 1 Estagiário (40% do tempo)
- 1 Datilógrafa (5 meses)
- 1 Mestre Rural permanente
- 2 Operários permanentes

#### 5.5 RECURSOS FINANCEIROS

##### 5.5.1 Pessoal

	<u>Cr\$</u>
- 1 Especialista em Drenagem e Salinidade (50% no primeiro ano e 30% no segundo ano).....	606.200,00
- 1 Estagiário (40% do tempo).....	83.136,00
- 1 Técnico Agrícola (40% do tempo).....	124.704,00
- 1 Mestre Rural permanente.....	97.425,00
- 2 Operários permanentes.....	140.290,00
- 1 Datilógrafa (5 meses).....	45.000,00

5.5.2 Custos Operacionais e Técnicos ..... 129.900,00

##### 5.5.3 Implementação do Sistema de Drenagem

- Topografia (equipe: topógrafo e portamiras - 18 ha).....	12.990,00
- <u>Sistematização</u>	
. Motoniveladora (20 dias).....	92.013,00
. Trator de lâmina frontal (6 dias).....	27.063,00
- <u>Drenos subterrâneos</u>	
. Escavação - mão-de-obra, equipe (2000 m) ....	45.465,00
. Colocação de tubos (2000 m).....	5.413,00
. Recobrimento de tubos (2000 m).....	3.765,00
. Manilhas.....	12.990,00
. Tubos plásticos, saída de coletores.....	1.300,00



	<u>Cr\$</u>
- Construção de pequenas obras de alvenaria	
. Saídas de drenos (material e mão-de-obra).....	10.830,00
. Estação de Bombeamento (material e mão-de-obra).....	7.036,00
- Construção do dreno coletor.....	5.400,00
- Conjunto de moto-bomba + acessórios.....	60.000,00
- Infra-estrutura para condução de água de irrigação.....	72.000,00
- <u>Instalações complementares</u>	
. Poços de observação.....	7.200,00
. Estrutura de medição de vazão.....	10.000,00

#### 5.5.4 Materiais e utensílios

##### a) Equipamentos

- Para determinação de textura.....	(*)
- Para medição de condutividade hidráulica.....	6.500,00
- Dois jogos de trado tipo holandês, com extensões de até 3 m cada e diâmetro de 8 cm.....	3.250,00
- Equipamento especial para perfurações de até 15 cm (trados, tubos plásticos, etc.).....	10.000,00
- Equipamento para medida de infiltração.....	(*)
- Duas sondas (sonora e elétrica) para medidas diretas da profundidade do lençol e mostradores de água do lençol.....	2.000,00
- Um condutivímetro para medida de concentração de sais.....	(**)
- Um correntômetro para medida de velocidade de até 1m/ség.....	32.500,00
5.5.5 <u>Serviço de Terceiros</u> .....	129.900,00
5.5.6 <u>Supervisão e Apoio Técnico</u> .....	178.430,00

---

TOTAL \*\*\*

Cr\$ 1.962.700,00

---

\* Considerado no Subprojeto 1

\*\* Considerado no Subprojeto 2

\*\*\* Taxa de câmbio: Cr\$ 21,65 x US\$ 1,00



5.6 CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO

ATIVIDADES/ MESES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
-- Seleção de área	o																							
-- Levantamento topográfico	o																							
-- Planejamento do sistema	o																							
-- Sistematização	o																							
-- Características físicas		o																						
-- Testes		o																						
-- Perfuração, profundidade		o																						
-- Poços de observação (instalação)						o																		
-- Instalação do sistema				o																				
-- Implantação de culturas, controle agrônômico e colheita							o																	
-- Coleta de dados de drenagem						o	o	o	o															
-- Coleta de dados fisiol.							o	o	o															
-- Coleta de dados de brix, pol							o	o	o															
-- Process. dados e testes dos sistemas												o											o	o
-- Relatório																							o	o

● Considere-se esta uma alternativa no caso do plantio em Setembro-Outubro do primeiro ano. A outra alternativa, plantio em Fevereiro-Março (segundo ano), ficará incompleta segundo o esquema de dois anos de programação.



5.7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- E.U.A. DEPARTMENT OF AGRICULTURE - Soil Conservation Service - Soil survey laboratory methods and procedures for collecting soil samples. Washington. D.C. 1967 (Soil survey investigation report 1).
- FUNDENOR - ITALCONSULT - Desenvolvimento Agropecuário da região Norte Fluminense. Vol 7. - Campos. R.J. Brasil - Roma-Itália, 1971.
- GOMES, P., FARIAS, C. & MILLAR, A.A. Problemática da caracterização das propriedades hidráulicas de solos aluviais para fins de drenagem subterrânea, R. Bras. Ci. Solo 1978 (no prelo).
- MAASLAND, M. - Soil anisotropy and land drainage. In J.N. Luthin ed. Drainage for agricultural lands., Madison American Society of Agronomy, 1957. p. 216-285.
- MATUTE, E. - Método de curva mestre na sistematização de terras com fins de irrigação em solos de camada agrícola rasa. 1978. Comunicação pessoal.
- MILLAR, A.A. Drenagem de terras agrícolas: bases agronômicas. São Paulo, Mc Graw-Hill do Brasil, 1978. 2 p.
- NIELSEN, D.R., BIGGAR, J.W. & ERH, K.T.: Spatial variability of field measured soil water properties. Hilgardia 42: 215-259. 1973.
- VAN BEERS, W. F. J. The anger hole method. A field measurement of the hydraulic conductivity of soil below the water table. Wageninge, the Netherlands. International Institute for Land Reclamation and Improvement. - 1963, 32 p. (Full 1).





## 6. AVALIAÇÃO DA IRRIGAÇÃO SUBSUPERFICIAL EM CANA-DE-AÇÚCAR MEDIANTE CÔNTR- LE DO LENÇOL FREÁTICO

### 6.1. JUSTIFICATIVA

- Áreas com periódicas dificuldades de drenagem sofrem problemas de falta de água na época seca (quando o nível freático atinge profundidades superiores a 1 m), devido à pouca profundidade de raízes, causada principalmente pelo problema do alto lençol freático na época de chuvas. Isto implica na necessidade da implantação de um sistema de irrigação, ou melhor, de Subirrigação, por ser o mais viável, técnica e economicamente (FUNDENOR, 1975).

O lençol freático pode ser manejado de forma a mantê-lo num nível ideal, no qual o fluxo capilar seja igual à evapotranspiração da cultura. Para isto, é preciso conhecer a resposta da cultura a diferentes profundidades do lençol de água, nos diversos tipos de solos, bem como as características hidráulicas destes solos (PETERSEN et alii, 1968; SALTER et alii, 1965).

Este trabalho gerará informações necessárias para definir as características e condições em que deverá ser manejado o lençol freático para a produção da cana.

### 6.2 OBJETIVOS

Determinar a viabilidade do uso do lençol freático, através do funcionamento invertido de drenos subterrâneos, para o fornecimento da umidade requerida pelas plantas na zona de raízes em épocas de estiagem ou ausência de chuvas.

Determinar os efeitos do sistema de balanço de água e sais no perfil no que diz à sensibilidade da planta (GARDNER, 1967).



### 6.3 METODOLOGIA EXPERIMENTAL

- As pesquisas correspondentes a este Subprojeto serão realizadas na área experimental de drenagem. Considerar-se-ão neste item só aspectos da metodologia exclusiva de pesquisa, supondo já a área instalada segundo o explicado na metodologia experimental do Subprojeto 5.

- Determinação de características físicas dos solos acima do nível do provável lençol mais baixo (STAKMAN et alii, 1969)

- Determinação periódica (acompanhando as variações do lençol), das características químicas do perfil de solos.

- Coleta sistemática de dados sobre a profundidade do lençol freático, a qualidade das águas freáticas e os teores de umidade do perfil acima do lençol até a camada superficial.

- Realizar-se-á controle do lençol freático e tensões de umidade em perfis de solo com cana em tanques, a nível de campo (HOLMES et alii, 1967).

- Definição de profundidades ótimas de lençol freático, de acordo com a distribuição do conteúdo de umidade no perfil do solo.

- Implantação da cultura de cana em uma área semi-comercial (parte da área de drenagem), com controle do lençol freático.

- Acompanhamento de parâmetros meteorológicos, principalmente de evaporação.

- Controle de fatores de produção e rendimentos de cana.

- Processamento de dados, visando evapotranspiração real, profundidade do lençol, perfis de umidade e rendimentos de cana.



## 6.4 RECURSOS HUMANOS

### 6.4.1 Pessoal

- 1 Especialista em Pesquisa de Salinidade e Drenagem (20% do tempo primeiro ano, 70% no segundo ano e 50% no terceiro ano)
- 1 Técnico Agrícola (40% do tempo durante 2 anos (+ 6 meses))
- 1 Estagiário (30% do tempo durante os dois primeiros anos e 100% durante 6 meses adicionais)
- 1 Datilógrafa (5 meses)
- 1 Operário permanente durante dois anos.

## 6.5 RECURSOS FINANCEIROS

Cr\$

### 6.5.1 Pessoal

- |  |              |
|--|--------------|
| - 1 Especialista em Salinidade e Drenagem (20% primeiro ano e 70% no segundo + 6 meses no 3º ano)..... | 1.060,850,00 |
| - 1 Técnico Agrícola (40% do tempo durante 2 anos (+ 6 meses) .....                                    | 187.200,00   |
| - 1 Datilógrafa (5 meses).....   | 45.000,00    |
| - 1 Estagiário (30% do tempo durante os 2 primeiros anos + 6 meses).....                               | 114.312,00   |
| - 1 Operário permanente (24 meses).....  | 70.148,00    |

6.5.2 Custos Operacionais e Técnicos ..... 227.325,00

### 6.5.3 Materiais e Utensílios.....

- |   |           |
|---|-----------|
| - 20 tanques (inclusive de controle manométrico)..... | 10.000,00 |
| - Tensiômetros (60).....                              | 8.400,00  |

### Instalações

- |                                      |            |
|--------------------------------------|------------|
| - Implantação da cultura (5 ha)..... | 150.000,00 |
|--------------------------------------|------------|



Cr\$

6.5.4 Serviços de terceiros

- Serviços gerais.....	227.325,00
- Análise química do solo para fins de pesquisa e salinidade: 6 pontos com 3 níveis uma vez por ano.....	18.000,00
- Análise química de solos para fins de nutrição: 6 amostras x 3 níveis uma vez por ano.....	6.000,00

6.5.5 Supervisão e Apoio Técnico..... 212.460,00

---

TOTAL\* Cr\$ 2.337.020,00

---

\* Obs. Taxa de câmbio: Cr\$ 21,65 x US\$ 1,00





**6.6 CROQUIGRAMA DE EXECUÇÃO**

ATIVIDADES/MESES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Características fisiográficas	o		o																											
Características químicas	o	o	o																											
Preparo tanque	o	o			o																									
Controle tanque																														
Piezometria e tensiometria						o	o	o	o	o	o	o	o																	
Detem. Normas												o																		
Implant. de campo e controle agrônomico											o	o	o								o				o					
Controle de sistema de subirrigação														o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
Controle de fatores de produção e rendas															o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
Processamento de dados												o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
Redação do Relatório														o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
Publicação															o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o



## 6.7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

FUNDENOR. Estudo para a racionalização da agroindústria açucareira do norte do Estado do Rio de Janeiro - Prosucar - Vol. 11 - Campos, 1975.

GARDNER, W.R. Water movement in the unsaturated soil profile. Proc. Int. Soil Water Symposium, I.C.I.D. Praga. Vol. II, 223 - 236. 1967.

HOLMES, J. W. et alii. Measurement of soil water In: R.M. Hagan et alii. (ed). Irrigation of agricultural Lands, Agronomy nº 11, 275-303. Am. Soc. Agron. 1967.

PETERSEN, G. W., CUNNINGHAM, R.L., KATELSKI, R.P.: Moisture characteristics of Pennsylvania Soils. I. Moisture retention as related to texture. Soil. Sci. Soc. Amer. Proc. 32: 271-275. 1968.

SALTER P. J., WILLIAMS, J. B. The influence of texture on the moisture characteristics of soils. - IV. A method of estimating the available water capacities of profile in the field. J. Soil. Sci. 18: 174-181 - 1965.

STAKMAN, N. P et alij. Determination of soil moisture retention curves I. Sand box apparatus. II. Pressure membrane apparatus I. C. W. Wageningen, 1969.



#### IV. RECURSOS HUMANOS DO PROJETO

Para a execução do Projeto contar-se-á com o seguinte Quadro de Pessoal:

##### 1. Pessoal internacional

- 1 Especialista em Pesquisa de Irrigação, durante 24 meses.
- 1 Especialista em Pesquisa de Salinidade e Drenagem, durante 30 meses.

##### 2. Pessoal Nacional e Auxiliar

- 1 Técnico Agrícola para Irrigação (24 meses)
- 1 Técnico Agrícola para Drenagem (30 meses)
- 1 Estagiário na área de irrigação (24 meses)
- 1 Estagiário na área de Drenagem (30 meses)
- 1 Datilógrafa (30 meses)
- 1 Mestre Rural na área de Irrigação (24 meses)
- 1 Mestre Rural na área de Drenagem (24 meses)
- 108 meses de operário rural na área de irrigação
- 80 meses de operário rural na área de Drenagem.



VI. RECURSOS FINANCEIROS DO PROJETO (Cr\$)

ITENS	SUBPROJETOS						SUB-TOTAL
	1	2	3	4	5	6	
L;							
<u>1. Pessoal</u>							
1.1 Internacional	151.550,00	681.975,00	681.975,00	227.325,00	606.200,00	1.060.850,00	3.409.875,00
1.2 Nacional	174.890,00	441.848,00	441.845,00	129.002,00	490.555,00	416.660,00	2.094.800,00
<u>2. Custos Operacionais e Técnicos</u>	32.475,00	129.900,00	129.900,00	97.425,00	129.900,00	227.325,00	746.925,00
<u>3. Materiais e utensílios</u>							
3.1 Equipamentos	367.880,00	552.575,00	102.000,00	21.650,00	114.250,00	8.400,00	1.166.755,00
3.2 Implantação do sistema de drenagem e controle	-	-	-	-	313.465,00	150.000,00	463.465,00
3.3 Material de consumo	-	83.360,00	12.445,00	25.981,00	-	10.000,00	131.786,00
<u>4. Serviços de terceiros</u>	40.500,00	181.320,00	192.100,00	595.376,00	129.900,00	251.325,00	1.390.520,00
<u>5. Supervisão e Apoio Técnico</u>	76.730,00	207.100,00	156.026,00	109.675,00	178.430,00	212.460,00	940.421,00
<b>TOTAL (Cr\$)</b>	<b>844.025,00</b>	<b>2.278.078,00</b>	<b>1.716.291,00</b>	<b>1.206.433,00</b>	<b>1.962.700,00</b>	<b>2.337.020,00</b>	<b>10.344.547,00</b>

Obs. Taxa de câmbio: Cr\$ 21,65 x US\$ 1,00





VII. CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO DO PROJETO

SUBPROJETOS	<u>M E S E S</u>						
	0	1	6	12	18	24	30
1							
2							
3							
4							
5							
6							

VIII. CUSTOS ANUAIS

OBJETO DO GASTO	<u>A N O S</u>			TOTAL
	1979 (6 meses)	1980 (12 meses)	1981 (12 meses)	
Pessoal	1.472.986	2.604.587	1.427.102	5.504.675
Operações	574.999	823.633	328.895	1.727.527
Equipamentos	1.176.755	-	-	1.176.755
Serviços Gerais	272.179	474.852	248.138	995.169
Supervisão e Apoio Técnico	271.082	448.965	220.374	940.421
TOTAL/ANO	3.768.001	4.352.037	2.224.509	10.344.547

