

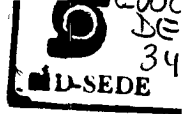
MINISTÉRIO DA AGRICULTURA  
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA

MINISTÉRIO DA IRRIGAÇÃO  
Programa Nacional de Irrigação – PRONI

# Diagnóstico e Prioridades de Pesquisa em Agricultura Irrigada

---

## região sul



MINISTÉRIO DA AGRICULTURA  
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA

MINISTÉRIO DA IRRIGAÇÃO  
Programa Nacional de Irrigação – PRONI

**DIAGNÓSTICO E PRIORIDADES DE  
PESQUISA EM AGRICULTURA IRRIGADA  
REGIÃO SUL**

**Brasília-DF, 1988**

Copyright c EMBRAPA 1988  
EMBRAPA – DEP, Documentos, 34

Exemplares desta publicação podem ser solicitados à EMBRAPA/DEP,  
SCS Quadra 08 Bloco 08, Nº 50 Supercenter Venâncio 2000, 7º andar,  
Sala 735.

Telefone: (061) 225-0956

Telex: (061) 1620

70312 – Brasília – DF

Tiragem: 100 exemplares

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Depar-  
tamento de Estudos e Pesquisas, Brasília – DF 1988.

Região Sul. Diagnóstico e prioridades de pesquisa  
em agricultura irrigada. Brasília – EMBRAPA-DEP 1988.

1977p (EMBRAPA-DEP, Documentos, 34)

1. Agricultura Irrigada – Prioridades – Diagnóstico.
  2. Agricultura Irrigada – Tecnologia – Pesquisa – Diagnós-  
tico.
  3. Agricultura Irrigada – Região Sul. I. Título.
- II. Série.

CDD. 637709811

**DIAGNÓSTICO E PRIORIDADES DE PESQUISA EM  
AGRICULTURA IRRIGADA  
REGIÃO SUL**

**COORDENAÇÃO GERAL**

Antônio Jorge de Oliveira – DEP

João Bosco Pitombeira – DPP

**COORDENAÇÃO REGIONAL E ELABORAÇÃO**

Paulo Rogério Couto Rochedo – CPATB/UF PELOTAS

# SUMÁRIO

	Pág.
<b>APRESENTAÇÃO</b> .....	09
<b>AGRADECIMENTOS</b> .....	11
<b>I. INTRODUÇÃO</b> .....	13
<b>II. OBJETIVOS</b> .....	14
<b>III. ESTADO DA ARTE DA AGRICULTURA IRRIGADA         NA REGIÃO SUL</b> .....	14
<b>1. Paraná</b> .....	14
<b>1.1. Recursos hídricos</b> .....	14
<b>1.1.1. Superficiais</b> .....	14
1.1.1.1. Bacia hidrográfica do rio Paraná .....	16
1.1.1.2. Bacia hidrográfica do Atlântico .....	21
1.1.1.3. Precipitações .....	23
1.1.2. Subterrâneos .....	26
1.1.3. Potencial hidrogeológico para irrigação no Paraná .	30
<b>1.2. Situação atual do Paraná em irrigação</b> .....	30
<b>1.2.1. Fatores condicionantes</b> .....	30
1.2.1.1. Fisiografia .....	30
1.2.1.2. Clima do Estado do Paraná .....	36
1.2.2. Uso da irrigação .....	39
1.2.3. Área de irrigação por aspersão .....	41
1.2.4. Técnicas de irrigação em uso .....	41
1.2.5. Perfímetro drenado .....	44
1.2.6. Perfímetro irrigado .....	44
1.2.7. Custo médio dos projetos .....	45
<b>1.3. Áreas Potenciais para uso pela agricultura irrigada</b> .....	46
1.3.1. Área de várzeas .....	47
1.3.2. Área de meia encosta .....	49
<b>1.4. Problemas atuais e potenciais das áreas irrigadas</b> .....	49
<b>1.5. Instituições envolvidas com pesquisa em agricultura         Irrigada</b> .....	51

<b>2. Santa Catarina</b> . . . . .	<b>53</b>
2.1. Clima . . . . .	53
2.1.1. Precipitação . . . . .	53
2.1.2. Evapotranspiração . . . . .	54
2.1.3. Balanço hídrico . . . . .	54
2.2. Recursos hídricos . . . . .	55
2.3. Situação atual de Santa Catarina em irrigação . . . . .	60
2.4. Áreas potenciais para uso pela agricultura irrigada . . . . .	66
2.5. Problemas atuais e potenciais das áreas irrigadas . . . . .	73
2.5.1. Açudes . . . . .	73
2.5.2. Horticultura . . . . .	73
2.5.3. Microbacias . . . . .	74
2.5.4. Pesquisa . . . . .	75
2.6. Instituições envolvidas com pesquisa em agricultura irrigada . . . . .	75
<b>3. Rio Grande do Sul</b> . . . . .	<b>77</b>
3.1. Recursos hídricos . . . . .	77
3.2. Situação atual do Rio Grande do Sul em irrigação . . . . .	80
3.2.1. Orizicultura . . . . .	82
3.2.2. Outros cultivos . . . . .	86
3.2.3. Técnicas de irrigação em uso . . . . .	102
3.2.3.1. A lavoura orizícola . . . . .	104
3.2.3.2. A irrigação em geral . . . . .	106
3.3. Áreas potenciais para uso pela agricultura irrigada. Fatores condicionantes . . . . .	107
3.3.1. Físicos . . . . .	107
3.3.2. Agronômicos . . . . .	128
3.3.3. Outros . . . . .	132
3.4. Problemas atuais e potenciais das áreas irrigadas . . . . .	132
3.5. Instituições envolvidas com pesquisa em agricultura irrigada . . . . .	155
3.6. Investimentos governamentais e privados em irrigação . . . . .	156

<b>IV. PRIORIDADES DA PESQUISA EM AGRICULTURA IRRIGADA NA REGIÃO SUL . . . . .</b>	<b>184</b>
1. Paraná . . . . .	184
2. Santa Catarina . . . . .	190
3. Rio Grande do Sul . . . . .	203
<b>V. PRODUÇÃO AGRÍCOLA E RESPECTIVAS ÁREAS COLHIDAS NA REGIÃO SUL . . . . .</b>	<b>204</b>
1. Paraná . . . . .	204
2. Santa Catarina . . . . .	206
3. Rio Grande do Sul . . . . .	207
<b>VI. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS . . . . .</b>	<b>208</b>

## APRESENTAÇÃO

O Ministério da Irrigação e a EMBRAPA firmaram, em fins de 1986, um contrato de cooperação técnica para o desenvolvimento de tecnologia em agricultura irrigada na área de abrangência do Programa Nacional de Irrigação — PRONI, o qual compreende as regiões Norte, Centro-Oeste, Sudeste e Sul do Brasil.

Objetivando atender as necessidades de tal contrato, a EMBRAPA, sob a coordenação do DEP e do DPP, decidiu fazer inicialmente um diagnóstico a nível de cada uma das referidas regiões, de forma a obter subsídios para o planejamento da pesquisa, bem como para subsidiar o próprio PRONI, no planejamento de futuros programas e projetos de desenvolvimento em irrigação.

Na primeira parte deste documento, sistemática esta que se repete para as demais regiões, apresenta-se um diagnóstico da agricultura irrigada nas unidades federativas da região. Na segunda parte, apresentam-se as prioridades de pesquisa, as quais retratam tanto a necessidade para equacionar os problemas tecnológicos atuais dos produtores rurais, quanto às dimensões de longo prazo, visando antecipar os possíveis problemas futuros em irrigação.

Este documento, elaborado com ampla participação regional, tem como perspectiva a montagem de um programa nacional de investimentos em pesquisa com agricultura irrigada, para a área de abrangência do PRONI. Através deste programa se pretende auxiliar a pesquisa no sentido de atender às necessidades maiores em termos do desenvolvimento da produção de hortaliças, especialmente a nível dos cinturões verdes, e da produção de grãos para o abastecimento dos mercados interno e externo.

Amélio Dall'Agnol  
Chefe do DPP

Antônio Flávio Dias Ávila  
Chefe do DEP



## AGRADECIMENTOS

Ao término do trabalho deve-se registrar agradecimentos às instituições que não mediram esforços para fornecerem subsídios à elaboração do diagnóstico.

Ao Conselho de Recursos Hídricos do Estado do Rio Grande do Sul, na pessoa de seu Coordenador, Dr. Cícero Moraes Júnior.

Ao Centro de Ciências Agrárias da Universidade de Santa Catarina, na pessoa de seu Diretor Prof. Zeferino Sachett.

À Empresa Catarinense de Pesquisa Agropecuária, na pessoa do pesquisador Dr. Luiz Pinto Gondim.

Ao Instituto Agrônômico do Paraná, na pessoa de seu Coordenador de Pesquisa Dr. Osmar Muzilli.

Ao Centro Nacional de Pesquisa da Soja, na pessoa do Chefe Adjunto Técnico, Dr. Norman Neymaier.

## I – INTRODUÇÃO

O Governo Federal, ao instituir o Programa Nacional de Irrigação — PRONI — pelo Decreto nº 92.395, de 12.02.86, deu efetivamente prioridade às questões, referentes à agricultura irrigada no País.

Tal medida deveu-se ao fato de que nos últimos anos, no setor agropecuário, o crescimento da produção voltou-se para a finalidade energética — cana-de-açúcar — e para a de exportação — soja. Nesse mesmo período, as culturas alimentares tiveram um crescimento estancado ou regredido.

É sabido que o objetivo fundamental do Programa é o aumento, através da irrigação, dos níveis de produção e produtividades agrícolas visando reduzir o déficit de alimentos e contribuir para as políticas de melhoria do abastecimento e controle da inflação.

Considerando o avançado estado da ciência agrônômica nesses últimos anos, notadamente no que diz respeito à relação solo-água — planta — atmosfera, os conhecimentos científicos e as tecnologias disponíveis não são suficientes, além do que a pesquisa em agricultura irrigada tem suas limitações básicas relacionadas à massa crítica de pessoal adequadamente treinado, infra-estrutura de pesquisa e mecanismo de transferência de tecnologia gerada.

A região geográfica formada pelos estados do sul do País — o Brasil Meridional — apresenta algumas características naturais comuns à quase toda sua extensão, ou seja, nos seus 6,79% da superfície total do País.

Apesar de ser uma região não tropical, no decorrer dos últimos anos, a instabilidade climática tem acarretado aleatoriedade na oferta de alimentos.

Dessa forma, como o PRONI visa elevar o nível de segurança e aumentar a produção de alimentos para o abastecimento do mercado, um dos instrumentos a ser utilizado como mecanismo básico deverá ser a pesquisa.

Sob tal ângulo o Sistema EMBRAPA, órgãos estaduais de pesquisa e as universidades se inserem dentro desse contexto.

## II – OBJETIVOS

Considerando o que foi formalizado entre o Programa Nacional de Irrigação – PRONI – e a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA, para a geração e a transferência de tecnologia na área de agricultura irrigada, trata o presente trabalho de apresentar, de uma forma transparente, o estado atual da agricultura irrigada na região fisiográfica do sul do País, abrangendo os estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul, com ênfase nos aspectos tecnológicos e socio-econômicos.

Também neste documento objetiva-se caracterizar as prioridades de pesquisa no que diz respeito às linhas básicas e às de apoio à pesquisa em agricultura irrigada.

## III – ESTADO DA ARTE DA AGRICULTURA IRRIGADA NA REGIÃO SUL

### 1. PARANÁ

#### 1.1. Recursos hídricos

##### 1.1.1. Superficiais

Os rios do Paraná pertencem a duas bacias principais: do rio Paraná e do Atlântico (Figura 1).

A bacia do rio Paraná é mais importante e seu complexo hidrográfico abrange cerca de 80% do território do Estado, com 186.321 km<sup>2</sup> e os rios correm em direção oeste, afastando-se do mar.

A bacia do Atlântico ou do Leste, com 14.674 km<sup>2</sup>, deságua diretamente no Oceano Atlântico. O divisor de águas entre o Oceano Atlântico e a bacia do rio Paraná, está situado na região das nascentes do rio Iguazú, distando somente 32 km da baía de Paranaguá.

O rio Paraná, o oitavo do mundo em extensão, com 4.500 km (800 km em território brasileiro), é o eixo da mais importante bacia hidrográ-

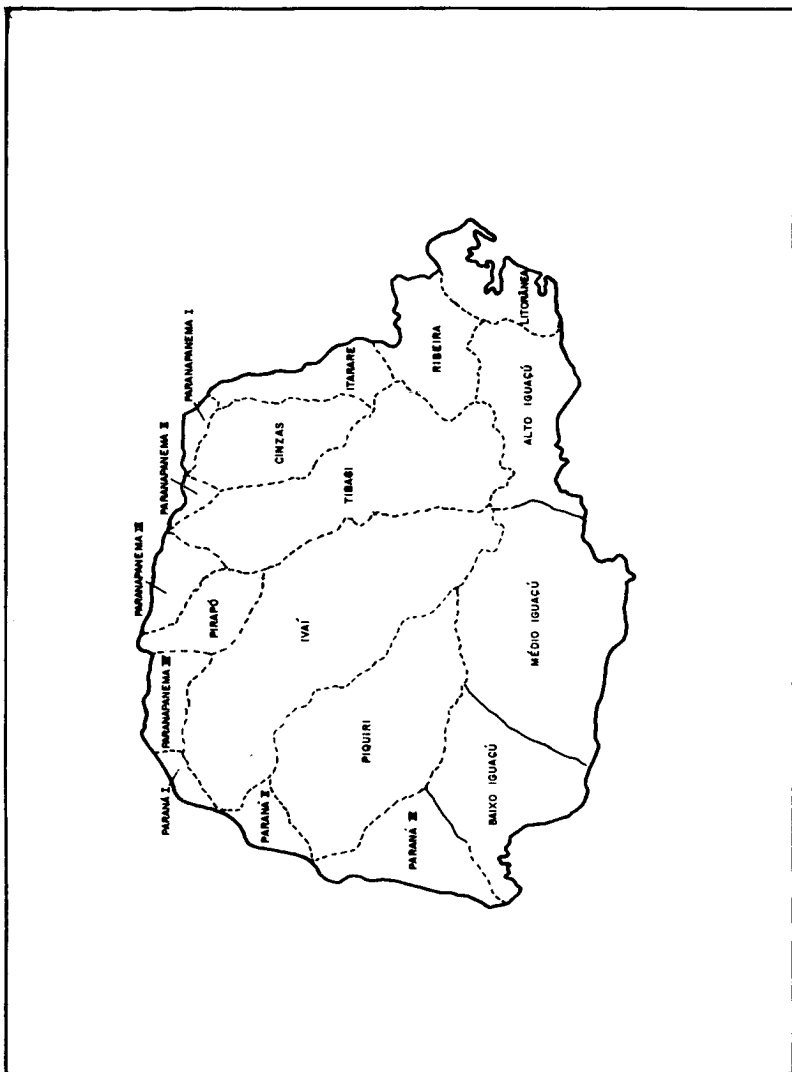


Fig. 01 – Mapa de Distribuição das Bacias Hidrográficas do Estado do Paraná

fica do sul do Brasil: a bacia do Paraná. Além de representar parcialmente o limite ocidental da região sul, é o coletor geral das águas da maioria dos rios que descem do Planalto Meridional do Brasil.

Em virtude das características dos planaltos, o complexo hidrográfico paranaense tem um grande potencial energético aproveitável para empreendimentos hidrelétricos de grande porte.

#### 1.1.1.1. Bacia hidrográfica do rio Paraná

Deste sistema hidrográfico fazem parte:

- bacia hidrográfica do rio Itararé;
  - bacia hidrográfica do rio das Cinzas e Laranjinha;
  - bacia hidrográfica do rio Tibagi;
  - bacia hidrográfica do rio Pirapó;
  - bacia hidrográfica do rio Ivaí;
  - bacia hidrográfica do rio Piquiri;
  - bacia hidrográfica do rio Iguaçu;
  - bacia hidrográfica do rio Paranapanema;
  - pequenas bacias do rio Paraná.
- **Rio Itararé**

Nasce na serra Paranapiacaba, no estado de São Paulo, e é parte da divisão NE do estado do Paraná com o estado de São Paulo, desde a sua desenbocadura no rio Paranapanema, até o rio Bandeirantes e corre em direção SN.

Após um percurso de aproximadamente 40km, o rio penetra na escarpa devoniana, através de vale de ruptura de 590m de profundidade, na altitude de 711m., apresentando até então uma largura entre 20 e 30 m. Desaparece na região do arenito das Furnas, percorrendo vários quilômetros em leito subterrâneo, para ressurgir na fazenda Santa Gil, num desfiladeiro estreito e íngreme, desaparecendo novamente numa pro-

funda gruta, para precipitar-se 25 m num desfiladeiro íngreme. A profundidade máxima de rio é de 2m e ao desembocar no rio Paranapanema apresenta uma largura de 96m.

O volume máximo absoluto assinalado foi  $599,0\text{m}^3/\text{s}$  (1936), e o volume mínimo absoluto  $13,1\text{m}^3/\text{s}$  (1934).

#### — Rios das Cinzas e Laranjinha

O rio das Cinzas nasce na serra das Furnas, a oeste da escarpa devoniana e, após um percurso de 240 km, recebe o rio Laranjinha, o qual rompe a escarpa do terceiro planalto após um percurso de 122 km.

Dos 87 pequenos tributários do rio das Cinzas, dentre riachos, córregos e rios, merecem citação o rio Jacarezinho, afluente da margem direita, com 78km de curso, e o rio Arrozal ou Caxambu, afluente da margem esquerda. Dos 90 pequenos afluentes do rio Laranjinha merecem citação os ribeirões do Rumo e do Engano, afluentes da margem direita, o ribeirão Preto ou Azul, o rio Alecrim, os ribeirões São Francisco, das Pedras e do Tigre, todos afluentes da margem esquerda. Também merece menção o rio do Peixe componente das nascentes do rio Laranjinha, principalmente por ser diamantífero.

Os volumes máximo e médio observados no rio das Cinzas foram, respectivamente,  $872,0\text{m}^3/\text{s}$  (1936 – 1956) e  $5,84\text{m}^3/\text{s}$  (1946). No rio Laranjinha essas medidas foram  $415,0\text{m}^3/\text{s}$  e  $1,4\text{m}^3/\text{s}$ .

#### — Rio Tibagi

É considerado o principal afluente do rio Paranapanema. Nasce nos Campos Gerais, no município de Palmeiras, a oeste da escarpa devoniana. Seu percurso abrange aproximadamente 550km, sendo 78 km navegáveis, desde sua foz até a cidade de Jati do Sul. Com largura variável de 100 a 900 m, desemboca no rio Paranapanema com uma largura de 205m.

O curso do rio Tibagi a princípio acompanha uma fenda estrutural vertical retilínea do arenito das Furnas, para, na região dos folhelhos de Ponta Grossa, exibir várzeas e meandros sinuosos. Apresenta-se, em segui-

da, calmo e tranqüilo até a junção com o rio Pitangui. Corta a extensa serra dos Agudos, formada por folhelhos permianos, e, tomando o rumo sul-norte, cruza a escarpa mesozóica, a serra da Boa Esperança e os derames do Trapp do terceiro planalto até o rio Paranapanema.

Da cidade de Tibagi até a confluência com o Paranapanema, o rio Tibagi apresenta cerca de 68 corredeiras e 19 cachoeiras.

Dos inúmeros afluentes do rio Tibagi, 65 são os mais conhecidos, 29 da margem direita e 36 da margem esquerda, e, como se tornaria enfadonha a enumeração de todos eles, citam-se aqui, os mais importantes:

Afluentes da margem direita: rio Pitangui, que cruza o arenito das Furnas da escarpa devoniana num curso subterrâneo; rio Iapó com o rio Fortaleza, que cruza o arenito das Furnas do planalto seguindo num estreito canhão de 49m de profundidade; rio das Antas; rio São Jerônimo e rio Congonhas.

Afluentes da margem esquerda: rio Imbituva, rio Capivari, rio Imbaú, rio Imbauzinho, rio Barra Grande, rio Apucarantina e rio Taquara.

Os volumes máximo e mínimo constantes do rio Tibagi foram, respectivamente,  $3.943,0\text{m}^3/\text{s}$  (1937) e  $39,2\text{m}^3/\text{s}$  (1934/5).

#### — Rio Pirapó com Rio Bandeirantes

O rio Pirapó nasce em Apucarana, e ao desembocar no rio Paranapanema apresenta um curso de 168km, sendo o seu maior afluente o rio Bandeirantes do Norte, que nasce em Arapongas e que até desembocar no rio Pirapó tem uma extensão de 106 km.

São 116 os afluentes dos rios Pirapó e Bandeirantes do Norte, 60 da margem direita e 57 da margem esquerda, não merecendo maiores considerações por se tratar de córregos e ribeirões.

### – Rio Ivaf

A bacia hidrográfica do rio Ivaf possui uma área de 35.845 km<sup>2</sup>, sendo que o percurso total do rio Ivaf é de 685 km. Ele é formado pela junção do rio dos Patos, que nasce na serra da Boa Esperança, com o rio São João que tem início no Terceiro Planalto, e somente após sua junção é que se observa nos mapas a denominação de rio Ivaf. Seus principais afluentes, na margem direita, são: rio dos Patos, sistema do rio Anhuma e rio das Antas. Pela margem esquerda, os mais importantes são os sistemas dos rios São João, Marrecas, Marrecazinho. Corumbataí, Mourão, Ligeiro, dos Índios e os rios da Bulha e Tapiracuí.

### – Rio Piquiri

Outro complexo hidrográfico que deságua no rio Paraná é o da bacia do rio Piquiri, cujo curso aproximado é de 484 km, com uma zona de drenagem de 23.431 km<sup>2</sup>. Suas nascentes localizam-se na serra São João. Os afluentes mais importantes da margem direita são: rio Goio-Bang, sistema do rio Comissário, sistema do Ribeirão Água Branca, sistema do rio Goio-Erê, sistema do Ribeirão Paulista, sistema do rio do Cobre, sistema do rio Barbaque e rios Banheiro, Tourinho, Sapucaí ou Rebouças, Melissa e Verde, com seus afluentes Alvío e Bõi Piguá.

### – Rio Iguaçu

A bacia hidrográfica do rio Iguaçu é o maior complexo do Estado, ocupando área de 57.329 km<sup>2</sup>. Suas nascentes localizam-se na frente meridional da Serra do Mar. São inúmeros os afluentes da margem direita, dos quais serão citados somente os principais, que são compostos pelos sistemas dos rios Pitanga, Claro, D'Areia, Jordão, Guarani, Andrade, Benjamim Constant, Passa Dois, Rio Negro, Toimbo, Iratin, Butiá, Cotegipe e o grande sistema do rio Chopim.

### – Rio Paraná

É o maior rio da bacia e estabelece a divisa entre os estados do Paraná e Mato Grosso do Sul e a República do Paraguai, desde a embocadura do rio Paranapanema até Foz do Iguaçu, numa extensão de 400,6



km. De suas nascentes no rio Paranaíba até a barra do rio da Prata, o rio Paraná percorre 4.695 km, dos quais 3.367 km, são navegáveis.

Ao sul do rio Paranapanema, o rio Paraná alarga o seu leito repleto de ilhas de 3 a 4 km, até atingir 12 a 14 km de largura entre Porto Camargo, ao noroeste, e a foz do rio Piquiri, a oeste. Em Guaíra, o rio estreitava-se até 4,5 km, precipitando-se numa fenda tectônica, cujo estreito canyon de 60 a 80m dava origem aos famosos saltos das Sete Quedas.

A velocidade média do rio Paraná, no trecho compreendido entre os paralelos 24<sup>o</sup> e 25<sup>o</sup> é de aproximadamente 8 km/h, com um volume de água de 11.000 m<sup>3</sup>/s e uma profundidade que varia de 20 a 44 m (1933 – 1934).

No período de enchente, o alto rio Paraná ultrapassa os diques das margens de 30 m de altura, estendendo-se muitos quilômetros pelas amplas várzeas. A maior enchente até agora registrada elevou o nível em 52 m sobre a média normal.

Uma das três pequenas áreas com rios geologicamente recentes, que correm diretamente para o rio Paraná e quatro sistemas fluviais maiores, que fazem parte da região de captação hidrográfica deste rio, no Estado do Paraná, estão situados na área em apreço.

Assim, a terceira bacia hidrográfica se estende entre a foz do rio Piquiri e a foz do rio Iguaçu, abrangendo com 8.928 km<sup>2</sup> as zonas de drenagem de dez pequenos rios. Entre estes se destacam o arroio Gruaçu, o rio São Francisco, com um salto de 23 m de altura, o rio São Francisco Falso e o rio Ocof.

#### — Rio Paranapanema

O rio Paranapanema, juntamente com seus afluentes da margem esquerda, abrange 55.530 km<sup>2</sup> no estado do Paraná. É divisa norte do estado do Paraná com o estado de São Paulo, desde a embocadura do rio Itararé, correndo no rumo geral Leste-Oeste.

Entre corredeiras e cachoeiras, o rio apresenta cerca de 20, sendo o

mais importante desnível o Salto Grande, com 16m.

A altura média das margens do rio Paranapanema é de 4 m e o nível das enchentes está entre 4 e 8 m. A máxima absoluta de enchentes assinalada foi de  $7,002\text{m}^3/\text{s}$  (1954) e a mínima  $281\text{m}^3/\text{s}$  (1956). A profundidade média do rio é de 2m e na foz 4 m nas águas baixas.

Os afluentes da margem esquerda do rio Paranapanema no Estado do Paraná são:

- Rio Itararé, com seus rios de cabeceira Jaguaricatu e Jaguariaíva, compreendendo uma bacia hidrográfica de  $5.329\text{ km}^2$ .
- Pequena bacia hidrográfica composta de 10 ribeirões, compreendendo  $1.137\text{ km}^2$ .
- Rio das Cinzas e rio Laranjinhas, numa área de drenagem de  $8.766\text{ km}^2$ .
- Rio Tibagi que abrange, com o rio Iapó, uma bacia de  $25.239\text{ km}^2$ .
- Bacia hidrográfica compreendida pelos ribeirões Vermelho, Tenente, Rondon, das Antas, Santa Inês e rio Santo Inácio, num total de  $3.659\text{ km}^2$ .
- Rio Pirapó com rio Bandeirantes do Norte, que constituem uma bacia hidrográfica de  $5.132\text{ km}^2$ .
- Bacia hidrográfica formada pelos ribeirões Inglês, do Diabo, Caiuá, Guairaçá, do Corvo e do Tigre, com  $4.535\text{ km}^2$ .

#### 1.1.1.2. Bacia hidrográfica do Atlântico

Deste sistema hidrográfico fazem parte:

- Bacia hidrográfica do rio Ribeira;

- Bacia hidrográfica da bacia do Laranjeiras;
- Bacia hidrográfica da bacia de Antonina;
- Bacia hidrográfica do Nundiaquara;
- Bacia hidrográfica da bacia de Paranaguá;
- Bacia hidrográfica da bacia de Guaratuba.

#### – Rio Ribeira

O ribeirão Ribeirinha e o rio Açungui, com seus afluentes, são os principais rios de cabeceira do rio Ribeira. A área sob a influência da bacia do Ribeira é de 9.920 km<sup>2</sup>, abrangendo a porção mais setentrional da área considerada.

Nesta região deve-se destacar o Salto do Inferno, com um desnível de 205m, e na escarpa do rio Negro, o salto do Morato com 150 metros.

Desta forma, faz parte também o rio Capivari, o qual tem suas águas represadas e desviadas por um túnel que atravessa a Serra do Mar indo encontrar o rio Cachoeira, nas proximidades do Bairro Alto, já na bacia hidrográfica da bacia de Antonina, com um desnível de 674 metros.

#### – Bacia do Laranjeiras

O sistema hidrográfico da bacia do Laranjeiras possui 1.443 km<sup>2</sup> e é o responsável pela drenagem da porção nordeste da área. Os principais rios que compõem essa bacia são o Furão ou de Fora, o Guaraqueçaba e o Morato, os sistema dos rios Serra Negra, Açungui, Tagaçaba e Potinga.

#### – Bacia de Antonina

A bacia hidrográfica de Antonina, com 1.000 km<sup>2</sup>, tem como principal componente o rio Cachoeira e seus afluentes, que nascem nas serras Capivari, Grande e dos Órgãos. É nesta bacia que se localiza a grande usina hidrelétrica Capivari – Cachoeira.

#### – Rio Nundiaquara

Dentre as seis bacias hidrográficas consideradas, a do rio Nundia-

quara é a que tem menos área, com 311 km<sup>2</sup>, sendo constituída pelo rio de mesmo nome e seus afluentes, todos do lado da Serra do Mar pelo rio Ipiranga que apresenta saltos com desnível de 468,5m e outros rios como o Conceição, Pinto e Passa Sete.

#### – Baía de Paranaguá

A bacia hidrográfica da baía de Paranaguá, com área de 607 km<sup>2</sup>, é constituída por rios que sofrem a influência das marés, e que correm do sul para o norte. Dentre estes destacam-se: Saquarema, Jacaré, rio Ribeirão, Olho D'água, Caraguaçu e Perequê, sendo que estes dois últimos correm diretamente na areia da praia e desembocam no oceano.

#### – Baía de Guaratuba

Com 1.393 km<sup>2</sup>, a bacia hidrográfica da baía de Guaratuba constitui um dos sistemas fluviais mais importantes da zona litorânea, destacando-se os rios São João, Cubatão e Cubatãozinho.

O rio Cubatão, com seus afluentes que nascem no primeiro planalto é o principal componente dessa bacia.

Encontram-se nesta área a Usina Hidrelétrica de Chaminé e a Usina de Guaricana, a primeira situada na região do rio São João e a segunda na zona do rio Arraial.

Ainda, com relação aos recursos hídricos superficiais, ressalta-se o fato da necessidade de se resguardar os mananciais de captação, cujo levantamento encontra-se em andamento na SANEPAR.

#### 1.1.1.3. Precipitação

As precipitações médias mensais para as quatorze bacias hidrográficas do estado do Paraná, obtidas a partir de 36 estações pluviométricas da SUREHMA, IAPAR, DNAEE e COPEL, estão mencionadas na Tabela 1, onde se vê as precipitações máximas, médias e mínimas por bacia.

Bacias												
Hidrográficas	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maior	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
Alto Iguaçú												
– Máxima	218,3	215,2	238,4	117,4	297,2	217,1	456,5	236,7	239,4	265,8	293,9	262,3
– Média	140,3	119,5	131,0	74,1	121,8	113,8	134,6	105,4	126,0	145,7	137,7	163,1
– Mínima	64,9	61,5	43,9	3,8	22,4	42,0	32,2	28,5	19,2	56,9	68,7	80,8
Médio Iguaçú												
– Máxima	226,1	197,4	240,8	236,6	466,6	309,7	639,6	264,2	274,1	373,3	361,0	312,4
– Média	147,8	140,4	144,2	119,3	177,5	156,3	169,1	125,2	136,1	175,3	202,0	193,7
– Mínima	38,2	49,0	56,7	2,8	40,3	18,1	11,0	22,7	34,3	57,3	100,0	100,0
Baixo Iguaçú												
– Máxima	258,6	279,6	255,2	279,7	488,3	299,9	513,0	230,9	271,0	368,1	541,9	393,5
– Média	170,2	150,8	142,0	138,8	118,6	151,3	160,5	124,1	138,1	199,6	242,7	192,0
– Mínima	40,9	46,8	565,8	5,5	43,0	26,6	4,6	27,7	64,5	91,9	100,0	100,0
Cinzas												
– Máxima	253,1	250,3	231,7	165,4	357,8	287,7	178,9	202,1	256,1	223,6	336,9	291,5
– Média	164,4	139,6	128,7	90,5	119,3	108,2	75,5	62,9	121,3	129,2	162,2	203,2
– Mínima	70,2	70,1	70,5	9,1	11,4	5,9	17,0	0,4	28,4	37,1	98,9	100,0
Tibagi												
– Máxima	209,1	191,8	205,9	203,0	361,7	306,9	208,3	167,6	256,2	235,6	333,2	235,4
– Média	148,7	122,3	126,7	94,6	134,7	117,6	103,0	72,5	134,5	142,0	175,0	188,2
– Mínima	74,9	53,0	56,5	1,5	29,0	5,7	18,9	0,2	34,6	59,5	94,2	100,0
Pirapo												
– Máxima	355,6	269,3	289,3	182,2	264,1	327,0	199,2	161,8	232,8	285,9	325,0	265,2
– Média	174,2	145,4	157,9	100,1	107,9	109,8	58,0	52,5	127,9	154,9	165,6	206,5
– Mínima	47,9	62,5	73,5	9,0	11,2	0,0	4,0	0,0	14,0	42,5	83,4	100,0

TABELA 1 – Continuação

Bacias Hidrográficas	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Mai	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
<b>Paraná II</b>												
– Máxima	259,4	142,9	271,8	298,7	363,8	199,5	160,6	112,5	315,8	256,5	354,2	431,9
– Média	134,2	101,4	104,2	108,9	150,2	117,5	81,3	62,5	132,9	149,8	190,2	226,9
– Mínima	29,2	9,8	53,6	2,0	56,6	4,9	18,0	0,8	43,2	28,6	69,7	100,0
<b>Paraná III</b>												
– Máxima	345,9	323,2	376,6	275,7	412,5	262,6	271,1	261,1	378,5	380,1	481,6	461,9
– Média	204,7	158,0	175,8	130,5	177,2	125,1	130,3	113,4	160,1	229,0	219,1	193,0
– Mínima	88,9	24,6	73,8	4,4	27,1	4,8	6,1	10,3	74,2	64,9	100,0	96,9
<b>Piquiri</b>												
– Máxima	231,6	237,0	273,4	244,7	389,4	307,9	249,2	183,7	330,0	271,3	409,1	486,2
– Média	168,7	147,6	133,9	120,5	163,3	137,4	112,1	91,2	152,8	185,9	216,0	246,7
– Mínima	47,5	50,0	66,9	6,7	27,0	9,3	22,0	4,1	57,3	79,9	100,0	100,0
<b>Litoral</b>												
– Máxima	557,5	367,7	484,6	240,6	368,4	233,8	267,2	207,3	224,2	275,0	514,7	593,7
– Média	203,1	241,6	299,6	128,2	146,5	99,6	113,4	93,3	115,4	146,4	216,9	258,6
– Mínima	100,0	100,0	100,0	47,8	21,4	33,2	47,3	26,3	36,5	77,9	69,0	100,0
<b>Paranapanema I</b>												
– Máxima	232,5	247,3	271,5	172,0	312,0	240,0	123,5	237,7	208,0	197,0	329,0	398,0
– Média	180,4	135,9	131,3	82,1	96,5	89,3	56,0	54,0	98,2	103,0	152,9	274,3
– Mínima	100,0	38,0	65,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,0	18,0	47,0	100,0
<b>Paranapoema IV</b>												
– Máxima	246,1	342,7	284,4	172,9	270,4	207,0	95,7	139,1	216,3	349,4	311,4	379,0
– Média	159,8	144,6	125,4	91,8	98,8	75,1	39,0	41,3	129,9	128,9	156,3	234,5
– Mínima	92,5	63,8	53,6	22,1	25,1	0,0	1,9	0,0	24,6	21,9	89,4	100,0
<b>Ivaí</b>												
– Máxima	249,4	198,8	245,7	232,6	323,7	313,3	234,0	147,7	300,9	266,7	307,9	304,2
– Média	156,1	130,5	132,0	101,7	130,3	126,3	90,7	73,5	149,9	160,9	173,6	211,0
– Mínima	61,3	41,5	35,1	8,8	17,0	4,4	15,4	0,4	42,0	60,2	100,0	100,0
<b>Ribeira</b>												
– Máxima	217,0	196,8	248,4	112,5	245,2	206,0	144,9	139,1	210,6	236,0	213,0	219,3
– Média	136,7	113,5	125,5	66,5	91,0	82,8	83,2	73,2	107,2	115,8	122,4	136,7
– Mínima	49,4	13,9	64,2	3,6	6,6	20,2	14,6	4,2	46,9	20,7	56,0	63,6

Fonte: SUREHMA.

### 1.1.2. Subterrâneos

A potencialidade aquífera média das diversas províncias, foi obtida através de acompanhamento de 600 poços tubulares, para abastecimento público, distribuídos em todo o Estado, conforme demonstrado na Tabela 2 e Figura 2.

Na Província Cristalina estão agrupadas as formações pré-cambrianas, constituindo duas subprovíncias: o Pré-Cambriano indiferenciado e o Grupo Açungui. A primeira representada por rochas magmáticas, xistos, granitóides e demais rochas associadas, e a segunda por metamorfitos incluindo as seqüências carbonatadas e ectinitos. Localiza-se no Primeiro Planalto.

A vazão média para a subprovíncia Pré-Cambriana, em torno de 12.000 l/h/poço, provém do sistema de fraturamento característico dos magmatitos, que são aquíferos para profundidades relativamente pequenas, onde as fraturas não são fechadas e o grau de alteração é maior.

Na subprovíncia do Grupo Açungui, com vazão média muito superior à pré-cambriana, mais de 120.000 l/h/poço, a grande permeabilidade tem origem nos processos de dissolução de labirintos "karsticos".

A província Paleozóica agrupa as formações geológicas de Furnas, Ponta Grossa, Itararé, Rio Bonito, Palermo, Irati, Estrada Nova e Rio do Rastro, sendo representadas litologicamente, desde sedimentos finos (como folhelhos, argilitos, siltitos e arenitos) até conglomerados. Constituem o Segundo Planalto.

A subprovíncia Furnas tem vazão média de mais de 70.000 l/h/poço, quando em condições freáticas. Nos arenitos da subprovíncia Itararé as vazões oscilam entre 10.000 a 30.000 l/h/poço, normalmente em função da espessura do pacote aquífero e menor presença de matriz e/ou cimento.

**TABELA 2 — Recursos hídricos subterrâneos**

Formação	Região	Vazão			Profundidade m	Altitude m	Observações
		Máxima	Mínima	m <sup>3</sup> /h Média			
1. Serra Geral	Norte	50	10	40	100 a 150	2500	Junto a alinhamento tectônicos e seccionados n/veis melafíricos c/bombeamento
Aqüífero	Noroeste Norte	300	40	—	—	500	Com bombeamento nas regiões de mais vazão as águas são termais e levemente mineralizadas
2. Botucatu							Com bombeamento nas altitudes abaixo de 400m jorram sem bombeamento
Aqüífero Botucatu	Centro Sul —	40 —	10 —	— —	— —	— —	
3. Paleozóico	Centro Norte Velho	10	01	05	—	—	Com bombeamento
Aqüífero	—	—	—	—	—	—	
4. Kárstico	Leste e Sul	300	40	—	—	300	Com bombeamento, dureza elevada, com muito carbonato
Região metropolitana	—	50	0,5	2,5	—	—	Municípios fora da região Metropolitana as vazões são variáveis.
Aqüífero							
5. Litorâneo	Litoral	20	20	—	—	—	



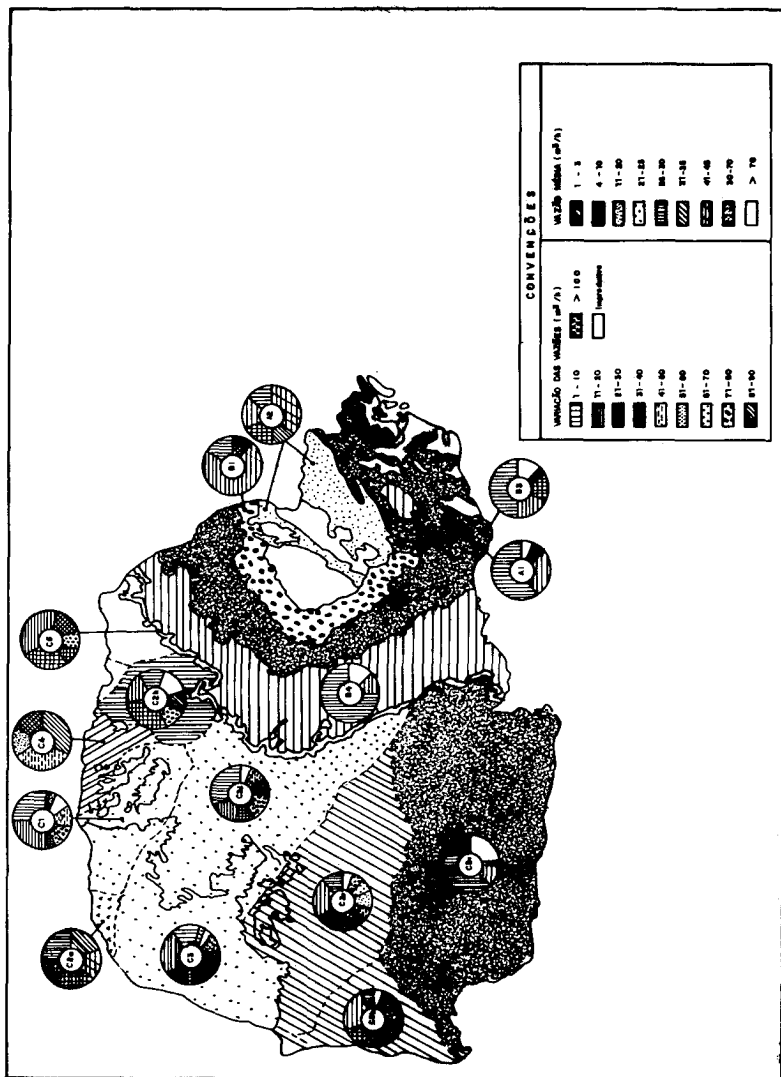


Fig. 02 – Águas Subterrâneas

Nas subprovíncias constituídas de arenitos argilosos, siltitos, folhelhos, como são as subprovíncias Ponta Grossa, rio Bonito, Palermo, Irati, Estrada Nova e rio do Rasto, a vazão média raramente ultrapassa 10.000 l/h/poço, já que as estruturas armazenadoras se restringem a condicionamento tectônico das formações, não permitindo mais do que zonas de permeabilidade locais.

A província Mesozóica abrange as formações Botucatu e Serra Geral, e constituem o Terceiro Planalto.

Através das subprovíncias Botucatu, Serra Geral e Caiuá, a província Mesozóica se mostra como a maior unidade hidrogeológica do Estado, principalmente quando se consideram as disponibilidades do aquífero Botucatu. As vazões de exploração ordinárias para a Província, de um modo geral, oscilam em volta de 30.000 l/h/poço.

Na subprovíncia Caiuá, os mananciais variam de 10.000 l/h/poço nos bordos, até mais de 50.000 l/h/poço nas porções interiorizadas.

A subprovíncia Serra Geral sofre uma subdivisão notável quando se reúne os dados da Bacia do rio Iguçu — vazão média — de 7.000 l/h/poço e, das bacias dos rios Piquiri, Ivaí e Tibagi, esta última mais heterogênea — vazão média de 36.000 l/h/poço.

No caso da subprovíncia Botucatu, considera-se dois condicionamentos (a área freática de ocorrência do aquífero e a área confinada). Na primeira, as vazões não ultrapassam 100.000 l/h/poço. Já na área sob grande confinamento, as vazões podem superar 1.000.000 l/h/poço. A grande disponibilidade de água subterrânea se associa à boa permeabilidade conferida pelos arenitos eólicos e grande extensão dos aquíferos, além da ampla área de recarga. Na subprovíncia Serra Geral Norte, acima da bacia do rio Iguçu, as zonas vesiculares dos derrames bem como dos fraturamentos mais intensos, são as responsáveis pela permeabilização secundária e conseqüente produtividade aquífera dos basaltos.

A província Cenozóica, representada por depósitos recentes, comparece significativamente na região metropolitana de Curitiba, com

os argilitos, arcóseos e conglomerados da formação Guabirotuba.

As subprovíncias Cenozóicas, Guabirotuba e demais depósitos continentais quaternários não têm oferecido resultados significativos. As vazões de exploração mais comuns ficam próximas de 5.000 l/h/poço.

### 1.1.3. Potencial Hidrogeológico para Irrigação no Paraná

A Tabela 3 dimensiona o potencial hidrogeológico para irrigação (preliminar) nas diversas unidades existentes.

## 1.2. Situação atual do Paraná em irrigação

### 1.2.1. Fatores condicionantes

#### 1.2.1.1. Fisiografia

Uma planície litorânea estreita, abruptamente interrompida pela Serra do Mar, e três planaltos que se sucedem de leste para oeste, caracterizam a fisiografia do Paraná – (Figura 3). A cada uma dessas formações correspondem diferenciações de ordem topográfica e climática, bem como características geológicas definidas: o litoral é formado por planícies de aluvião; a Serra do Mar, cujo ponto culminante é o Pico Paraná, com 1.922m. de altitude, é uma formação de rochas cristalinas; no primeiro planalto (Curitiba) predominam as formações rochosas trabalhadas pela erosão; o segundo planalto (Ponta Grossa), caracteriza-se pela ocorrência de rochas sedimentares, folhelhos e calcários; e o terceiro planalto (Guarapuava), que ocupa 2/3 do território do Estado, é constituído por faixas de solos sedimentares, destacando-se as “terras roxas” do norte, do sul e sudoeste.

TABELA 3 – Potencial hidrogeológico preliminar para irrigação.

Unidades Hidrogeológicas	Resultados Observados									Recomendações	
	Vazão (m <sup>3</sup> /h)			Profund. dos poços (m)			Profund. Entr. D'água (m)			Diâmetro (pol)	
	Mínima	Máxima	Média	Mínima	Máxima	Média	Mínima	Máxima	Média	Mínima	Máxima
● Cristalina	3,0	31,0	9,0	22,0	150,0	90,0	15	140	53	4"	6"
● Açungui *	3,0	150,0	78,0	30,0	150,0	87,0	25	90	54	4"	10"
● Furnas – Itararé	3,0	40,0	12,0	100,0	170,0	140,0	15	140	80	4"	8"
● Rio Bonito, Palermo Estrada Nova Rio do Rastro	1,6	10,5	4,0	55	170	133	20	124	80	4"	6"
● Serra Geral **											
B. Iguaçu	2,0	40,0	5,0	47	170	130	47	163	80	4"	8"
B. Piquiri	2,4	80,0	27,0	73	150	107	27	110	70	4"	8"
B. Paraná 3	9,6	225,0	35,0	80	170	123	27	140	70	6"	10"
B. Ivaf	3,0	106,0	21,0	55	170	137	55	137	70	4"	10"
B. Piropó/Paranar. 3	3,0	65,0	27,0	90	150	126	19	105	60	4"	8"
B. Tibagi/Cinzas	5,5	80,0	14,0	12	150	118	40	70	70	6"	8"
● Caiuá	5,8	80,0	24,0	65	230	118	—	—	—	4"	8"
● Guabirotuba/Crist.		5,4			150					4"	6"
● Sed. Costeiros											

Fonte: SUREHMA.

Formação Botucatu: Área de afloração até 100m<sup>3</sup>/h; conf. médio de 100 a 200m<sup>3</sup>/h/ conf. profund. maior que 500m<sup>3</sup>/h.

\* O potencial hidrogeológico de áreas Karstificadas pode representar poços com vazões superiores a 200m<sup>3</sup>/h.

\*\* SAR inferior a 1, segundo o sistema gráfico V.S. Salinity Laboratory.



TABELA 4 – Classes de solos paraenses

Tipo de solo	Área abrangida		Percentual em relação ao território do Estado
	Regiões de maior concentração	ha	
• Latossolo Vermelho-Amarelo	Sudeste Centro Leste Zona Litorânea	445.100	2,23
• Latossolo Vermelho-Escuro	Nordeste Norte,	2.352.900	11,78
• Latossolo Roxo	Norte, Centro- Oeste, Sudoeste	2.958.500	14,66
• Latossolo Bruno	Central, Centro- Oeste, Sudoeste	553.600	2,78
Subtotal Latossolo		6.310.100	31,45
• Terra Roxa Estruturada	Norte, Centro- Oeste, Sudoeste	2.755.600	13,83
• Terra Bruna Estruturada	Centro-Sul	318.600	1,59
• Podzólico Vermelho Amarelo	Todo Estado	3.209.200	16,08
• Cambissolo	Litoral, Centro-Sul	2.110.100	10,62
• Areias Quartzosas	Litoral, Noroeste Centro-Sul	10.300	0,05
• Podzol	Litoral	85.500	0,43
• Solos Hidromórficos Gleizados Indiscriminados	Centro-Sul, Sudeste Noroeste, Nordeste	154.100	0,82
• Solos Indiscriminados de Mangue	Litoral	47.600	0,24
• Solos Orgânicos	Nordeste, Centro- Sul, Sudoeste	120.800	0,60
• Solos Aluviais	Noroeste, Norte Oeste	75.900	0,38
• Solos Litólicos	Nordeste, Norte Sul, Sudoeste, Central	4.380.200	21,98
• Afloramentos de Rochas	Centro-Sul, Sul	169.800	0,85
T o t a l		19.747.800	98,75

Fonte: MA/EMBRAPA.

## **Classes de Solos do Paraná**

O levantamento de reconhecimento dos solos do estado do Paraná é baseado no sistema adotado pela Comissão de Solos do Ministério da Agricultura, onde a unidade de mapeamento utilizada é a de fases de grandes grupos. A escala empregada foi 1:600.000, com grandes informações para planejamento territorial, quer a nível regional como municipal, além de auxiliar muito no planejamento de propriedades rurais. Assim, basicamente ocorrem no Paraná as seguintes classes de solos (Tabela 4):

### **Solos com B. Latossólico**

Dentro desta classe estão compreendidos os solos não hidromórficos que apresentam B. Latossólico equivalente ao "oxic horizon" na atual classificação americana. Normalmente são solos profundos com boa drenagem, altamente intemperizados, ausência de minerais primários, ricos em óxidos de ferro e alumínio. Morfologicamente, são solos que apresentam uniformidade no perfil, tanto na cor como na textura. Os principais solos integrantes deste grupo são: Latossolo Vermelho-Amarelo (LVa), Latossolo Vermelho-Escuro (LEd, LEa, LEe) Latossolo Roxo (LRd e LRe) e Latossolo Bruno (LBa). Estes solos compreendem a maior parte do Estado (31,45%). Do ponto de vista de irrigação apresentam dificuldades para armazenamento de água.

### **Solos com B. Textural**

São solos que possuem horizonte B com acumulação de argila, com presença de cerosidade, apresentando maiores problemas de erosão em relação aos latossolos em função da dificuldade de infiltração. Do ponto de vista de irrigação, esta é uma característica favorável para armazenamento de água.

Os principais tipos integrantes deste grupo são: Podzólico Vermelho Amarelo (PV, PE), Terra Roxa Estruturada (TRe, TRd), Brunizem Avermelhado (BV), Podzólico Bruno acinzentado (PB) e Rubrozem. Neste grupo estão contidos 31,5% dos solos do Estado.

## **Solos com B. Câmbico**

São solos minerais, não hidromórficos, com horizontes B câmbico, o qual corresponde, em grande parte, à definição de “cambic horizon”.

São rasos ou medianamente profundos, moderadamente bem drenados, com seqüência de horizontes A, B, C, com transições normalmente claras entre os horizontes e derivados de materiais relacionados a rochas de composição e natureza bastante variável. Geralmente, são ricos em minerais primários de fácil decomposição. Normalmente apresentam baixa fertilidade com presença intensa de alumínio. Esta unidade compreende 10,62% da área do estado, estando concentrado na região centro-sul.

## **Solos Hidromórficos**

São solos mal drenados, com encharcamento permanente ou intermitente, determinando acumulação de matéria orgânica e gleização devido às condições redutoras, dando coloração cinzenta. A gleização consiste, principalmente na redução do ferro. O caráter mosqueado é comum às vezes devido a alternância de redução-oxidação. Estão classificados como Glei Húmico, Glei pouco Húmico, Podzol hidromórfico e os solos orgânicos (Ho). Estes solos, quando eliminado o excesso de umidade podem ser utilizados para exploração agrícola. Representam 2.5% dos solos do Paraná em unidades representativas, embora, como são áreas pequenas normalmente não estão representadas no Mapa de Solos do Paraná elaborado pela EMBRAPA, cuja escala 1:600.000 não permite mostrar estas pequenas áreas.

## **Solos Pouco Desenvolvidos**

São os solos azonais, com pequeno desenvolvimento do perfil, não há diferenciação de horizontes ou estes são incipientes. Ocorrem os solos Aluviais (Ae, Ad), sitossolos (Re), Regossolos e Areias Quartzosas (AQd, AQe). Destes, o mais importante do ponto de vista de aproveitamento para irrigação aparecem os Solos Aluviais com 0,38% do território do estado, principalmente nas regiões norte e oeste do Estado. Estas áreas apresentam altas fertilidades e são de fácil aproveitamento como áreas irrigadas.



### 1.2.1.2. Clima do Estado do Paraná

De acordo com a Carta Climática do Estado do Paraná (Godoy e Correia, 1976) e com a Divisão Climática do Estado do Paraná (Maack 1968), ambas baseadas em Koeppen, verifica-se que o território paranaense está sob a influência de três tipos climáticos (Figura 4) a saber:

**Cfa:** É um clima mesotérmico, sem estação seca, com verões quentes e com médias do mês mais quente, superior a 22°C, sendo as geadas freqüentes.

É o clima predominante de todo o norte, oeste e sudoeste paranaense, em altitudes normalmente inferiores a 850 a 900 metros.

Convém ressaltar que na zona limítrofe com o estado de São Paulo, em certos anos, verifica-se um período mais seco no inverno, caracterizando o tipo climático Cwa, que se diferencia do Cfa pelo fato de apresentar estiagem no inverno.

**Cfb:** É igualmente um clima mesotérmico, úmido e superúmido, sem estação seca, com verões frescos e com média do mês mais quente inferior a 22°C. As geadas são severas e mais freqüentes em relação ao clima Cfa.

**Af:** É um clima tropical, superúmido, sem estação seca e isento de geadas, com a temperatura média do mês mais frio nunca inferior a 18°C.

Com relação aos aspectos pluviométricos deve-se destacar o seguinte:

Em, praticamente, todo o Estado, a lâmina média da precipitação anual está compreendida entre 1.250 e 2.000mm. (NIMER, 1977), com exceção do pequeno trecho do litoral (com cerca de 3.000mm) e de pequena área na porção sul nas proximidades de Palmas (com 2.000 a 3.000mm) e de toda uma faixa limítrofe com São Paulo, com precipitação inferior a 1.250mm.

Embora dados médios de precipitação apresentem boa distribuição ao longo do ano, é freqüente a ocorrência de períodos de 5 — 20 dias em

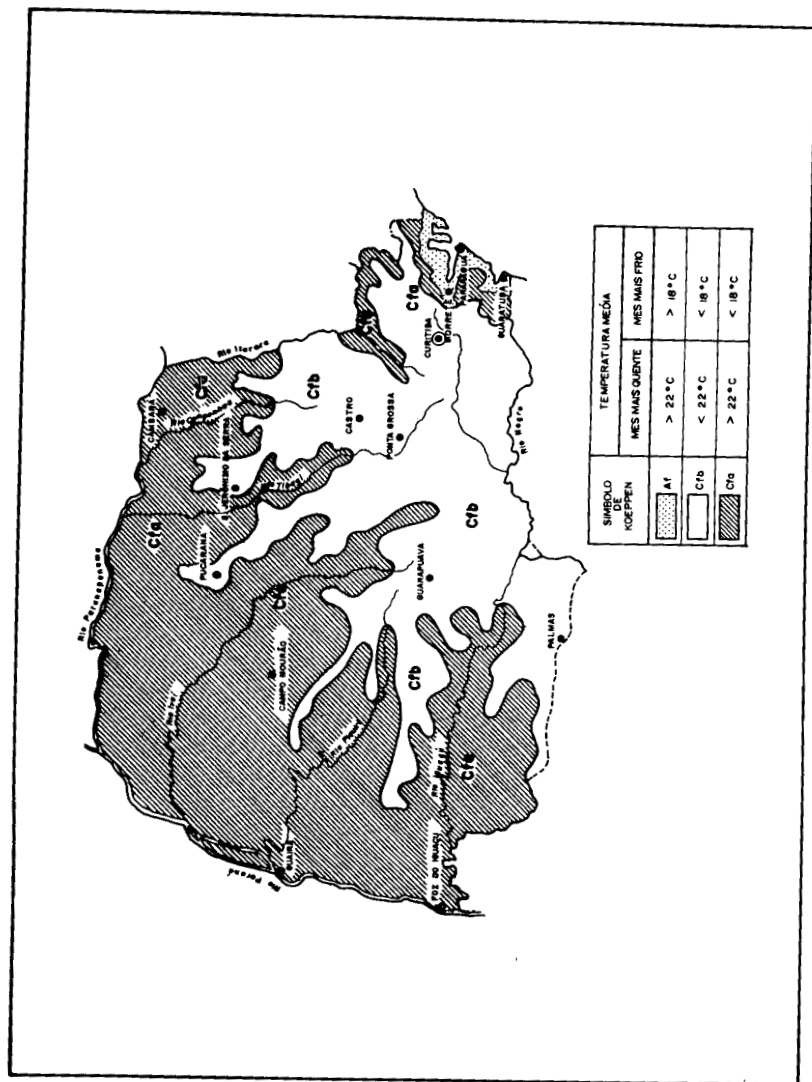


Fig. 04 – Mapa de Localização dos Tipos Climáticos do Paraná

que a precipitação é insuficiente à demanda de água às culturas, ocorrendo os chamados veranicos. Ressalta-se ainda o fato da destruição da floresta no norte e oeste paranaense e sua substituição por cafezais e por culturas de soja e trigo principalmente, sem deixar reservas ou matas de proteção às nascentes. Devido a isso, em dois decênios, aumentou significativamente o coeficiente de variação das precipitações. O norte do Paraná, que segundo MAACK (1968) apresentava um índice normal de 1,4 a 1,6%, atualmente possui um coeficiente de 2,0 a 2,9%. Isto indica que as precipitações tornaram-se mais irregulares, registrando-se ocasiões de abundância e escassez de chuvas.

Mesmo com a predominância dessa sazonalidade periclimétrica, o Paraná ainda encontra em estágio primário no que diz respeito ao aproveitamento dos solos com boa capacidade de retenção de água, como é o caso das várzeas.

Com relação aos aspectos térmicos, pode-se fazer as seguintes observações:

A própria localização geográfica, com o trópico de Capricórnio passando sobre sua extremidade.

As médias anuais de temperatura mais elevadas, em torno de 22,5°C estão ao norte do Estado, nas áreas consideradas mais secas e que coincidem com as de menor índice hídrico anual (CORREIA, GODOY e BERNARDES, 1978), apresentando-se mais baixa no sudoeste, caindo ainda mais na região sul, sendo que em Palmas registram-se as mais baixas médias termométricas, com 15,6°C, enquanto que a média do Estado é de 17°C.

A temperatura média do mês mais quente (janeiro) alcança 26°C na porção oeste do Estado, enquanto a temperatura média do mês mais frio (julho) é de 10°C na região sul, próximo a Palmas.

A temperatura mínima absoluta é de 10°C e a máxima de 40°C.

A latitude, a maritimidade e a altitude, são fatores importantes na ocorrência de distribuição das geadas. Assim, em função da latitude,

constata-se que no norte do Paraná ocorrem áreas praticamente livres do fenômeno; bem ao sul do Estado, na região de Palmas, com cerca de 1.050m de altitude, 20 a 30 dias de geadas ao ano.

No Paraná, as geadas ocorrem quase sempre após os dias de chuva. As geadas noturnas hibernais, na zona mais fria do Estado, distribuem-se de maio até setembro, mas freqüentemente começam em abril, podendo ser prejudiciais para culturas ainda em outubro. As geadas tardias são as mais temíveis, porque os prejuízos que acarretam podem ser catastróficos.

Nas regiões mais quentes do estado, o litoral, o norte e o noroeste, a evapotranspiração potencial atinge índice que ultrapassam os 900mm anuais.

No decurso do ano, observa-se uma considerável variação nos valores da evapotranspiração potencial. Estes valores variam de 30mm em julho nas regiões mais frias do Estado, até cerca de 150mm em janeiro nas regiões mais quentes. Fato já esperado, face à grande oscilação térmica já referida anteriormente.

O Paraná possui condições desde extrema umidade, com excedentes superior a 3.000mm por ano em alguns pontos da Serra do Mar (Véu da Noiva) até valores abaixo de 100mm anuais numa estreita faixa no limite norte e noroeste do Estado.

Quanto a deficiências hídricas anuais, começam a aparecer nas regiões onde os excedentes situam-se abaixo de 500mm, aumentando na direção norte e noroeste e vales dos grandes rios. No transcurso do ano as deficiências são mais comuns nos meses de março-abril e agosto-setembro.

### 1.2.2. Uso da irrigação

Até 1980, a área irrigada no Estado era cerca de 28 mil hectares, conforme é demonstrado na Tabela 5, onde estão discriminadas por meio regiões e micro regiões, assim como o número de estabelecimentos por tipo de irrigação.

TABELA 5 - Uso de irrigação e Áreas irrigadas segundo as Mesorregiões e Microregiões

	Estabelecimento Informantes de Irrigação										Áreas irrigadas		
	Inundação		Infiltração		Aspersão		Outro		Informantes		Áreas (ha)		
	1975	1980	1975	1980	1975	1980	1980	1975	1980	1975	1980	1975	1980
<b>Mesorregiões</b>													
Curitiba	10	16	8	16	85	230		57	86	207	368	947	
Leste Paranaense	62	99	40	72	178	341		264	196	363	2253	4777	
Oeste paranaense	209	288	65	59	76	364		546	276	381	2394	8234	
Norte paranaense	516	870	264	301	431	627		441	941	1433	4331	14132	
<b>Microregiões</b>													
Curitiba	10	16	8	16	85	230		57	86	207	368	947	
Litoral paranaense	10	54	2	4	34	49		25	40	80	170	516	
Alto Ribeira	-	1	-	1	1	5		3	2	4	4	5	
Alto rio Negro paranaense	3	6	1	1	5	11		33	2	9	11	12	
Campos da Lapa	5	12	3	4	14	21		37	11	25	83	401	
Campos da Ponta Grossa	7	5	-	4	13	61		20	15	47	646	1839	
Campos de Jaquielândia	-	3	1	4	7	3		7	7	5	56	44	
São Mateus do Sul	4	1	2	1	-	6		15	8	2	140	298	
Colonial de Irati	5	2	4	2	8	12		42	11	5	72	33	
Norte Velho de Wenceslau Cruz	18	5	21	46	86	155		57	84	166	1033	1152	
Médio Iguaçu	12	13	4	8	13	14		29	16	30	79	472	
Alto Ivai	-	15	-	2	3	15		17	9	8	53	107	
Campo Mourão	10	30	8	13	15	59		67	24	49	612	605	
Piçanga	2	5	2	2	2	23		35	3	17	31	58	
Extremo oeste paranaense	184	209	46	31	37	160		207	205	260	1375	5353	
Sudoeste paranaense	11	26	7	8	14	93		193	24	44	239	238	
Campos de Guarapuava	2	3	2	3	5	25		27	6	11	83	1871	
Norte Velho de Jacarezinho	295	446	38	131	40	36		110	330	548	611	2055	
Alpediada de Assis	62	47	18	36	37	48		25	57	116	164	371	
Norte Novo de Londrina	62	77	96	34	164	222		61	238	256	958	2229	
Norte Novo de Maringá	44	54	47	20	63	89		32	99	132	322	437	
Norte Novíssimo de Paranassé	18	180	26	25	13	41		46	32	161	704	5807	
Norte Novo de Apucarana	21	33	10	32	75	131		61	111	142	1153	674	
Norte Novíssimo de Umuarama	55	63	29	33	39	61		67	74	78	419	2557	
<b>T o t a l s</b>	<b>797</b>	<b>1.273</b>	<b>377</b>	<b>448</b>	<b>770</b>	<b>1.562</b>		<b>1.308</b>	<b>1.489</b>	<b>2.394</b>	<b>9.387</b>	<b>28.092</b>	

Fonte: Censo Agropecuario 1975 e 1980 - IBGE

Na Tabela 6 encontra-se demonstrado o uso de irrigação e área irrigada de acordo com as classes de atividades agropecuárias no estado até 1980. Estes dados dão uma idéia geral do desenvolvimento da irrigação no Estado no ano de 1980.

### 1.2.3. Área de irrigação por aspersão

Existem no estado, cerca de 18.250 hectares de áreas irrigadas sendo por aspersão convencional (8.300ha), aspersão auto-propelido (8.300ha), aspersão pivô central (610ha) e gotejamento (640ha) (Tabela 07).

Para grandes áreas existem trabalhos de pesquisa ou de viabilidade econômica que justifiquem, até o momento, os investimentos a nível de propriedades, dentro da realidade edafoclimática do estado do Paraná.

Entretanto, para exploração olerícolas, localizadas próximas a grandes centros urbanos, a irrigação tem apresentado resultados satisfatórios no aumento da produtividade.

### 1.2.4. Técnicas de irrigação em uso

As técnicas de irrigação mais utilizadas no Paraná são:

- Drenagem/microdrenagem  
Irrigação de sub-superfície
- Drenagem/sistematização  
Irrigação de superfície
- Sistematização de encostas  
Irrigação de superfície

TABELA 6 – Uso de irrigação e área irrigada segundo a classe de atividade econômica e grupos de área no Estado do Paraná.

Classe da Atividade Econômica	Estabelecimento Informantes de Irrigação (n.)						Área irrigada				
	Inundação		Infiltração		Aspersão		Outros	Informantes (n.)		Áreas (ha)	
	1975	1980	1975	1980	1975	1980	1980	1975	1980	1975	1980
– Agricultura	744	1400	313	363	461	938	1086	1217	1818	8284	23241
– Pecuária	35	86	20	40	26	121	136	50	134	307	1229
– Agropecuária	01	21	02	09	05	34	32	04	31	85	1561
– Horticultura ou Floricultura	12	13	34	24	228	388	24	187	328	556	1248
– Silvicultura	02	01	02	01	28	20	03	18	16	74	26
– Avicultura	01	06	06	08	20	46	19	21	46	75	147
– Cunicultura											
– Apicultura/Sericul.	01	01	–	02	02	10	01	02	09	06	26
– Extração vegetal	01	05	–	01	–	05	07	–	12	–	611
Grupos de Áreas											
Total (ha)											
– Menos de 10	349	418	176	189	351	629	393	790	891	2029	1408
– 10 a menos de 50	337	595	135	169	296	833	657	538	1036	2259	4873
– 50 a menos de 100	43	101	29	82	50	94	126	76	189	583	2713
– 100 a mais	68	159	37	58	73	170	132	95	278	4516	19096
<b>T o t a l</b>	<b>797</b>	<b>1273</b>	<b>377</b>	<b>448</b>	<b>770</b>	<b>1562</b>	<b>1308</b>	<b>1499</b>	<b>2394</b>	<b>9387</b>	<b>28092</b>

Fonte: Censo Agropecuário 1975 e 1980 – IBGE.

- Irrigação por aspersão  
Convencional/pivô central/auto-propelido
- Sulco  
Irrigação de superfície
- Gotejamento

Tem variado muito a área média irrigada, por projeto, anualmente.

Os dados dos últimos cinco anos confirmam essa afirmativa:

– 1981	–	11,7ha
– 1982	–	15,5ha
– 1983	–	12,7ha
– 1984	–	7,5ha
– 1986	–	4,9ha

No geral, no que se refere ao tipo de irrigação em uso, bem como sua participação e área correspondente por método, os dados da Tabela 7 demonstram que a maior parcela está concentrada no processo de irrigação por inundação (37,3%), sendo acompanhada pela aspersão convencional (28,6%) e pela aspersão do tipo auto-propelido (27,2%).

**TABELA 7** – Área e participação dos vários métodos de irrigação atualmente em uso no Estado do Paraná, – 1986.

Métodos de irrigação	Área (ha)	Participação (%)
– Inundação	10.150	33,3
– Subirrigação	2.000	6,6
– Sulcos	100	0,3
– Aspersão convencional	8.700	28,6
– Aspersão auto-propelido	8.300	27,2
– Aspersão pivô central	610	2,0
– Gotejamento	640	2,0
<b>T o t a l</b>	<b>30.500</b>	<b>100,0</b>

Fonte: ACARPA – 1986.



### 1.2.5. Perímetro drenado

Até o ano de 1986, segundo levantamento feito pela ACARPA, existem no Paraná cerca de 28.000 ha drenados que são explorados por diversas culturas como demonstrado na Tabela 8. Observa-se, ainda, que a maior área drenada é explorada pela cultura do milho (39,3%), seguida pela do arroz (32,1%) e feijão (12,5%).

**TABELA 8** – Área e participação por cultura, no perímetro drenado do Estado do Paraná, 1986.

Culturas	Área	Participação %
– Arroz	9.000	32,1
– Feijão	3.500	12,5
– Milho	11.000	39,3
– Soja	2.000	7,1
– Pastagem-ovino leite	500	1,8
– Pastagem-ovino corte	1.100	3,9
– Pastagem eqüíno	500	1,8
– Olerícolas	400	1,5
<b>T o t a l</b>	<b>28.000</b>	<b>100,0</b>

Fonte: ACARPA – 1986.

### 1.2.6. – Perímetro irrigado

Utilizando-se da mesma fonte anterior, foram levantadas em 1986, cerca de 30.500ha irrigados no Paraná, cuja distribuição por cultura, encontram-se na Tabela 9. A maior participação é a cultura do arroz (65,6%), seguida, de longe, pela soma de outros cereais (19,7%).

**TABELA 9** – Área e participação por cultura no perímetro irrigado no Estado do Paraná.

<b>Cultura</b>	<b>Área (ha)</b>	<b>Participação</b>
– Arroz	20.000	65,6
– Feijão	1.000	3,3
– Outros cereais	6.000	19,7
– Café	310	1,0
– Hortaliças	400	1,3
– Cana-de-açúcar	1.260	4,1
– Alfafa	150	0,5
– Batata	600	2,0
– Frutíferas	640	2,1
– Pastagem	140	0,4
<b>T o t a l</b>	<b>30.500</b>	<b>100,0</b>

Fonte: ACARPA/86.

O total de área drenada (28.000ha) e irrigada (30.500) soma, no Paraná, 58.500 ha.

### 1.2.7. Custo médio dos projetos

Dentre as várias modalidades de projetos atualmente em uso no estado, verifica-se custos diferenciados para implantação dos mesmos. O tipo de força de trabalho a se utilizar também determina o custo final de implantação. Além disto, dependendo da região de implantação os custos são distintos em função de uma série de variáveis que limitam a unificação dos mesmos.

Entretanto, para efeito de generalização procurou-se fazer uma média destes custos, considerando as localidades mais significativas que concentram maior número de projetos específicos.

Dessa forma, a Tabela 10 resume as médias de custos calculadas por tipo de projeto atualmente em implantação no estado.

**TABELA 10** – Custo médio dos projetos em implantação no Estado do Paraná, 1986.

Tipo de Projeto	Custo Médio por Hectare (Cz\$/ha)
– Drenagem manual	4.000,00
– Drenagem mecânica	5.000,00
– Sistematização de várzeas	10.000,00
– Tabuleiro de Encosta	20.000,00
– Aspersão convencional	20.000,00
– Autopropelido	22.000,00
– Gotejamento	22.000,00

Fonte: ACARPA/1986.

### 1.3. Áreas potenciais para uso pela agricultura irrigada

O Estado do Paraná apresenta cerca de 1.650.000 hectares de várzeas. Deste total, ocorrem áreas que apresentam restrições para o aproveitamento imediato, em virtude de freqüentes inundações. Colos profundos de turfa sofrem influência marinha e localizam-se em nascentes de rios ou áreas de preservação ecológica.

Apesar destas restrições, aproximadamente 450 mil hectares estão aptas para aproveitamento imediato, sendo que grande parte dela necessitando apenas pequenos investimentos em obras de drenagem e irrigação para sua imediata incorporação ao processo produtivo, e outra parte necessitando de obras maiores ao nível de macrodrenagem.

Além das áreas de várzeas, ocorrem também áreas de meia encosta, com disponibilidade de água por gravidade e condições adequadas de solo, constituindo-se em grande potencial para o aproveitamento em agricultura irrigada.

A maioria destas áreas estão localizadas ao longo das principais bacias hidrográficas do estado, apresentando volume e qualidade de água necessários ao desenvolvimento de projetos de irrigação específicos.

Com relação a área de sequeiro, o estado apresenta grandes áreas de solos de alta fertilidade e com topografia adequada para o desenvolvimento de uma agricultura racional.

Para grandes áreas não existem trabalhos de pesquisa ou de viabilidade econômica que justifiquem, até o momento, os investimentos aplicados. Entretanto para explorações de hortaliças próximas aos grandes centros a irrigação tem apresentado resultados satisfatórios no aumento de produtividade.

O estado apresentava várias opções de culturas adaptadas e de alta rentabilidade, suficientes para a promoção de retorno econômico necessários para viabilização dos projetos de irrigação e drenagem a serem implantados.

### 1.3.1. Área de várzeas

Não existe no Paraná um levantamento detalhado de todas as áreas de várzeas para determinar com certeza todo o seu potencial. Os dados disponíveis no momento (Tabela 11), levantados pela EMATER em 1981, por ocasião da implantação do PROVÁRZEAS, demonstraram uma área de várzeas de 1.649.719 ha, de várzeas. Deste total, 729.620 ha. apresentam restrições de uso (áreas de preservação permanente, aptidão restrita dos solos, inundações). Os 920.099 ha restantes não apresentam maiores restrições para o seu uso agrícola. Ainda com relação a esta área, cerca de 450.000 ha têm potencial de uso a curto prazo, sem maiores investimentos, bastando para tanto incentivar os produtores para sua utilização. O restante da área, dos 920.099 ha., necessita de maiores investimentos para o seu aproveitamento, tais como macrodrenagem, e construção de diques de proteção.

Embora o maior potencial das áreas de várzeas esteja concentrada na região sul do estado, o seu aproveitamento tem sido restrito, principalmente em função das dificuldades apresentadas para sua drenagem (alto custo) em relação ao valor das terras; o próprio tipo de solo (solos orgânicos) que dificulta o seu aproveitamento face à inexistência de pesquisa nestes tipos de solos, bem como a baixa fertilidade natural destas áreas. Situação oposta vem ocorrendo nas regiões norte e oeste do estado,

TABELA 11 – Distribuição das várzeas no Estado do Paraná

Microrregiões Homogêneas	Área Cultivada Total ha	Várzeas – Área Cultivável (ha)		Total
		Sem Restrição	Com Restrição	
268 – Curitiba	110.205	141.480	75.430	216.910
269 – Litoral Paranaense	1.150	56.150	97.480	153.630
270 – Alto Ribeira	31.047	14.750	17.750	32.500
271 – Alto rio Negro paranaense	28.244	35.145	25.280	60.425
272 – Campos da Lapa	83.695	63.930	67.360	131.290
273 – Campos de Ponta Grossa	189.764	102.430	102.570	205.000
274 – Campo de Jaguariaíva	66.380	24.510	10.000	36.510
275 – São Mateus do Sul	64.569	47.800	56.520	104.320
276 – Colonial de Irati	203.732	113.410	91.360	204.770
277 – Alto Ivaí	129.559	24.428	3.970	28.398
278 – Norte Velho Wenceslau Braz	189.321	892	400	1.292
279 – Norte Velho de Jacarezinho	326.995	4.746	550	5.296
280 – Algodoeira de Assaí	162.731	1.102	–	1.102
281 – Norte Novo de Londrina	479.821	6.581	2.050	8.631
282 – Norte Novo de Maringá	230.136	636	–	636
283 – Norte Novíssimo Paranaíba	199.261	27.641	15.020	42.661
284 – Norte Novo de Apucarana	515.482	1.485	–	1.485
285 – Norte Novíssimo Umuarama	455.573	12.550	29.120	41.670
286 – Campo Mourão	778.043	1.368	–	1.368
287 – Pintanga	255.255	28.440	–	28.440
288 – Extremo-Oeste Paranaense	1.354.056	19.571	–	19.571
289 – Sudoeste Paranaense	674.971	2.422	–	2.422
290 – Campo de Guarapuava	329.482	109.700	45.850	155.550
291 – Médio Iguaçú	135.273	76.940	88.910	165.850
<b>Total</b>	<b>6.995.592</b>	<b>920.099</b>	<b>729.620</b>	<b>1.649.719</b>

Fonte: ACARPA – PR (1981)

onde, embora o potencial em disponibilidade de várzea seja menor, o esgotamento da fronteira agrícola, o valor das terras, contudo, aliado à alta fertilidade natural das várzeas têm propiciado uma corrida para o aproveitamento destas áreas acarretando grande demanda da assistência técnica, para orientação da utilização racional das várzeas, principalmente em função das altas produtividades que estão sendo obtidas nestas áreas.

Do potencial total de várzeas do estado, estão sendo utilizados racionalmente 40.250 hectares orientados pela extensão rural e iniciativa privada, predominantemente com a cultura do arroz, cuja produtividade média nestas áreas é de 6.000/ha, enquanto nas áreas de sequeiro a produtividade média desta cultura no estado é de 1.500kg/ha.

Além do arroz, que ocupa aproximadamente 70% da área de várzeas irrigada, outras culturas como o milho, soja, feijão, olerícolas são plantadas, principalmente em várzeas apenas com sistema de drenagem.

### 1.3.2. Área de meia encosta

Além das áreas de várzeas, principalmente nas regiões oeste e norte do estado, as áreas de meia encosta apresentam um potencial de utilização como patamares em regiões com boa disponibilidade de água. Estas áreas têm apresentado excelentes produtividades. Embora apresentem custo alto para sua implantação, sua recomendação é econômica, ficando limitado a sua expansão a um maior número de produtores, e a um planejamento e coordenação do uso da água de um mesmo rio por diversos produtores.

### 1.4. Problemas atuais e potenciais das áreas irrigadas

Em relação ao beneficiamento e à comercialização, conclui-se que há deficiência na estrutura de armazenagem, principalmente comunitária, assim como na sua distribuição no estado. O escoamento das safras a nível de propriedade encontra limitações devido à precariedade e à má conservação de estradas vicinais.

Especificamente, no que se refere a política creditícia, a aplicação do crédito no PROVÁRZEAS foi de apenas 370 mil cruzados, represen-

tando 4% do total aplicado em agricultura e de 275 mil no PROFIR representando 3%. Estes dados evidenciam a carência dos recursos disponíveis atualmente para o incentivo da irrigação e drenagem no estado.

A demanda de irrigação e drenagem existente no estado, por parte dos proprietários, difere de região para região de acordo com o grau de conhecimento dos mesmos e do uso a que se destina a área trabalhada. Observa-se que na região norte, pela valorização da propriedade que representa uma várzea recuperada, o grau de conhecimento dos produtores é mais elevado. A demanda é consideravelmente maior. Já na região sul ocorre o inverso e, conseqüentemente, a demanda é menor. Entretanto, de forma geral, o nível de conscientização dos produtores no que diz respeito aos objetivos básicos propostos para o Programa em consideração é baixo.

Os dados de pessoal técnico qualificado para as múltiplas atividades a serem desenvolvidas pelo Programa Estadual de Irrigação e Drenagem demonstram a necessidade de ampliação do quadro, bem como a realização de treinamentos específicos visando melhor qualificação dos mesmos.

A assistência técnica oficial apresenta nível técnico suficiente para implantação dos projetos específicos. Entretanto, o número de técnicos disponíveis é insuficiente. Com relação à assistência privada verifica-se necessidade de treinamento específico.

O estágio atual da pesquisa agrícola em irrigação e drenagem ainda é limitado para o suporte a uma abrangente e integrada intervenção a nível estadual. Apresenta pequeno número de linhas de pesquisa e com abrangência para um número de regiões insuficientes frente à demanda de conhecimentos específicos e à impossibilidade de transposição de seus resultados a todo o estado. Esta situação ocorre em função da carência de recursos humanos e materiais.

A transferência de tecnologia gerada pela pesquisa faz-se principalmente através da assistência técnica oficial diretamente ao agricultor. Da mesma maneira dá-se o processo inverso, isto é, os problemas dos agricultores são levados aos centros de pesquisa através da assistência técnica. Embora prevaleça este sistema de difusão de tecnologia, verifica-se defici-

ência na sua operacionalização comprometendo os resultados desejados.

Para a coordenação do Programa, o estado apresenta estrutura suficiente e adequada, onde a Secretaria da Agricultura, juntamente com suas vinculadas, empresas e cooperativas prestadoras de serviços seriam as responsáveis diretas pela execução do mesmo. De maneira geral, os programas estaduais ficam sob a coordenação direta de uma comissão interinstitucional.

O diagnóstico apresentado demonstra que, apesar dos problemas levantados, o estado apresenta boas condições de infra-estrutura, edafoclimáticas, disponibilidade de recursos hídricos, grau de desenvolvimento agrícola, de mecanismos adequados de apoio à produção, suficientes para credenciar o estado ao início de um Programa de Irrigação e Drenagem.

O sucesso deste programa, evidentemente, dependerá das medidas adotadas para sanar as deficiências básicas existentes.

#### 1.5. Instituições envolvidas com pesquisas em agricultura irrigada

A pesquisa agropecuária no Estado do Paraná é desenvolvida, principalmente pela Fundação Instituto Agronômico do Paraná – IAPAR. Esta instituição desenvolve projetos de pesquisa de interesse estadual com apoio de equipes multidisciplinares, instalando experimentos em áreas representativas, de modo a possibilitar uma ampla extrapolação dos resultados.

A programação de pesquisa e experimentação que vêm sendo desenvolvida pelo IAPAR e que já permite embasar ou abreviar novos estudos necessários ao desenvolvimento do Programa Estadual de Irrigação, visa basicamente minimizar os efeitos da deficiência hídrica, buscando a convivência com a seca via práticas culturais, manejo de solo e criação de variedades tolerantes.

O estágio atual dessas pesquisas ainda é limitado para o suporte a uma abrangente e integrada intervenção a nível estadual com o escopo do programa proposto, apresentando pequenos números de linhas de pesquisa com abrangência para um número de regiões insuficiente frente à



demanda de conhecimentos específicos e à impossibilidade de transposição de seus resultados a todo estado.

Assim, a contribuição atual da Pesquisa Agropecuária Estadual vem contemplando parcialmente trabalhos que podem ampliar conhecimento básicos de solo e clima, fornecer técnicas para minimização de riscos de frustrações de safras por déficit hídrico e obter subsídios para a exploração racional das áreas de várzeas.

Em termos operacionais, estas linhas estão consubstanciadas em subprojetos multidisciplinares, estruturando programas de pesquisa, que detalha a atual contribuição do IAPAR em linhas de pesquisa, ao Programa de Irrigação Estadual.

Além do IAPAR, o Estado do Paraná conta com outros Institutos e universidades, que embora apresentem limitações de recursos humanos e materiais, poderiam contribuir para a complementação e ampliação da pesquisa requerida pelo assunto em pauta, desde que estas dificuldades fossem resolvidas.

A exemplo, cita-se a Universidade Federal do Paraná, as Faculdades de Agronomia de Londrina, Maringá e Ponta Grossa e o Curso de Engenharia Agrícola da FESTIVEL, em Cascavel.

No que diz respeito ao Sistema EMBRAPA, o Centro Nacional de Soja vem desenvolvendo um trabalho com a cultura, no intuito de minimizar o efeito dos períodos secos sobre a produtividade.

Como infra-estrutura de pesquisa, o CNPSO terá a oferecer a mais moderna base física de pesquisa do Estado do Paraná. A nova sede do CNPSO, a ser inaugurada em fins de 1987, localiza-se na Fazenda Experimental Santa Terezinha (350 ha), e constitui-se de 12.000m<sup>2</sup> de área construída. Atualmente o CNPSO está instalado junto ao IAPAR, ocupando uma área construída de 3.000m<sup>2</sup>.

O CNPSO coordena os Programas Nacionais de Pesquisa de Soja e Girassol, totalizando 145 e 19 projetos, respectivamente.

As principais áreas contempladas pelos projetos são: melhora-mento, entomologia, fertilidade dos solos e nutrição de plantas, fitopa-tologia, manejo do solo e da cultura, nematologia, ervas daninhas, tec-nologia de sementes, fisiologia, etc. O efetivo do CNPSo totaliza 213 empregados, sendo que, destes, 46 são pesquisadores.

## 2. SANTA CATARINA

### 2.1. Clima

O Estado de Santa Catarina está situado entre os paralelos 25°57' e 29°29' Sul e os meridianos 48°21' e 53°50'. Localiza-se no continente sul-americano entre os vales dos rios Iguaçu e Uruguai, no sentido Leste-Oeste; no sentido Norte-Sul, localiza-se entre o vale do rio Paraná e o oceano Atlântico, com o qual tem uma faixa litorânea de 427 quilô-metros.

Através das informações obtidas na publicação da EMPASC "Zona-mento Agroclimático do Estado de Santa Catarina", pode-se chegar às seguintes inferências:

A localização geográfica, como também o relevo, são condicionan-tes básicos do clima de Santa Catarina que, na Classificação Climática de Köppen, se denomina de "mesotérmico úmido com verão quente (Cfa)" no oeste e leste do estado.

Na região do Planalto, onde as altitudes são superiores a 800 me-tros, o clima é denominado mesotérmico úmido com verão fresco (Cfb).

O tipo Cfb difere do primeiro, pela temperatura média do mês mais quente ser sempre inferior a 22°C.

#### 2.1.1. Precipitação

As chuvas são determinadas pelo comportamento de quatro massas de ar: Tropical Atlântica, Polar Atlântica, Tropical Continental e Equa-torial Continental. As duas primeiras predominam alternadamente em todas as estações do ano. Essas massas de ar atuam distribuindo, com al-

guma uniformidade, as chuvas durante o ano, com pouca diferença entre os meses mais chuvosos e os mais secos. Em termos anuais, a precipitação pluviométrica varia na encosta leste do estado, de aproximadamente 1.200 a 1.900 mm no planalto e de 1.600 a 2.200 mm no oeste.

A microrregião homogênea com menor precipitação anual e menor número de dias com chuva é a do litoral sul catarinense. Aparece em seguida com a segunda maior precipitação, mas com o número de dias de chuva bem menor que a microrregião anterior.

A maior precipitação máxima em 24 horas ocorreu na microrregião litoral de Itajaí com 263mm verificados em dezembro de 1973.

Os períodos de maior precipitação máxima — grande aliada da erosão do solo por provocar enchurradas — têm sido observados de dezembro a março no litoral; de abril a agosto no oeste; de dezembro a fevereiro e também em julho e agosto no planalto.

As épocas de menor precipitação pluviométrica no litoral têm sido nos meses de junho e julho; tanto no oeste como no planalto esta época se estende pelos meses de abril a julho. Por outro lado, normalmente os períodos de maior precipitação são encontrados nos meses de janeiro a março no litoral e de agosto a outubro no restante do estado.

### 2.1.2. Evapotranspiração

A evapotranspiração real total anual varia de 1.000 a 1.200 mm no oeste, de 900 a 1.000mm no planalto e de 1.000 a 1.100mm no leste, o que, em tese, configura um excedente hídrico em todas as regiões. No entanto, como as precipitações ocorrem desigualmente e as necessidades mínimas de água são de mais de 100mm durante os meses de novembro a fevereiro, devido à maior atividade evaporativa da maioria das culturas de verão, podem ocorrer deficiências de água, principalmente nos meses de novembro e dezembro.

### 2.1.3. Balanço hídrico

O Balanço hídrico, confrontando a precipitação total mensal com

a evapotranspiração potencial, e cotejando a capacidade de armazenamento do solo, indica a escassez ou o excesso hídrico.

Em situações normais, o Estado de Santa Catarina, em sua maior extensão, não sofre problemas de déficit hídrico, os locais onde há deficiências mais acentuadas são Laguna e Florianópolis, principalmente nos meses de novembro e dezembro; Lages e Curitiba, em menor grandeza, também têm deficiências neste período, com um maior índice em novembro. Em termos de estado verifica-se uma diminuição do excesso hídrico total anual e um déficit no sentido oeste-leste. Os maiores índices de excesso ocorrem no oeste e os maiores déficits ocorrem principalmente no litoral sul. Os limites de excesso estão entre 142mm e mm anuais (Xanxerê) e o maior déficit em Imbituba, com 121mm anuais (Figura 5).

Regiões de elevadas altitudes (São Joaquim) também têm altos valores de excedentes hídricos (693mm). Outra região em que a proximidade do litoral, a baixa altitude, a temperatura média anual elevada, a umidade relativa alta condicionam elevadas precipitações e evapotranspiração potencial e altos valores de excedentes hídricos (entre 500 a 700mm) é a região compreendida pelos municípios do baixo vale do Itajaí (Tabela 12).

## 2.2. Recursos hídricos

Sob o ponto de vista de recursos hídricos e, mais especificamente, de águas superficiais, a situação de Santa Catarina não pode ser considerada como privilegiada, quando comparada a outros estados ou regiões do país.

Há que considerar ainda que no sul do estado existem problemas quanto à entrada de águas oceânicas em certas lagoas e rios, prejudicando áreas agrícolas devido à salinização.

Problemas quanto à existência de enxofre e sulfeto de ferro nas águas de rios provocam toxidez nas plantas quando estas são usadas para a irrigação.

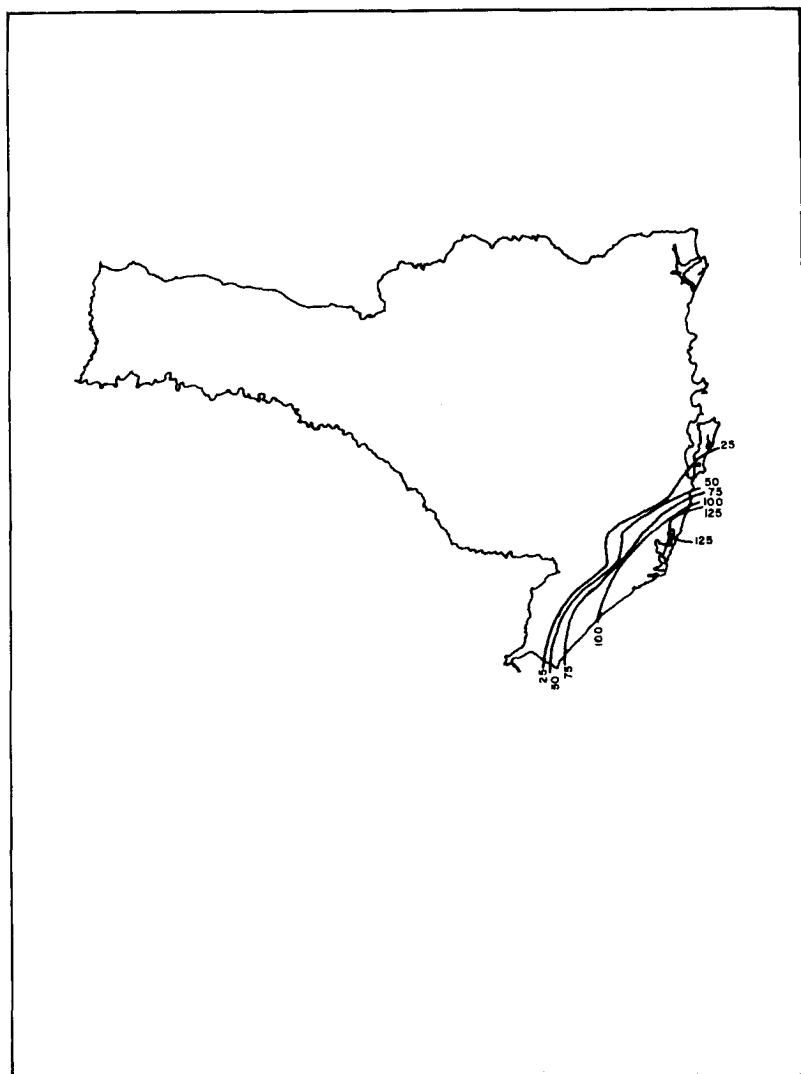


Fig. 05 – Deficiência Hídrica em Santa Catarina  
– Total anual (mm)

TABELA 12 — Precipitação Total Mensal, Precipitação Máxima em 24 horas, Dias de Chuva Mensal, Verificados em Estações Meteorológicas localizadas nas Microregiões Homôgeneas de Santa Catarina em diversos períodos de verificação.

Microrregião homogênea	Localização da estação	Período de verificação (n. de anos)	M E S E S											
			Janeiro		Fevereiro		Março		Abril					
			Precipitação (mm)	Número Dias Chuva	Precipitação (mm)	Número Dias Chuva	Precipitação (mm)	Número Dias Chuva	Precipitação mm	Número Dias Chuva				
											Total	Máxima	Total	Máxima
Colonial do Rio do Peixe	Caçador Ita	25	156,5	72,9	14,7	173,8	110,0	14,1	139,2	83,1	12,3	91,2	65,2	8,6
		5	68,3	28,1	9,3	163,4	47,0	13,8	86,1	48,8	8,8	95,8	75,7	8,2
Colonial do Oeste Catar.	Chapecó Xanxerê	13	161,2	74,0	12,5	157,4	122,6	12,6	121,5	55,6	10,6	121,5	73,7	8,0
		56	224,6	120,0	12,6	196,7	98,8	12,3	183,1	105,2	11,2	164,0	168,2	9,2
Camp. s de Lages	Lages S. Joaquim	60	143,4	63,6	14,0	140,0	127,2	12,8	113,4	99,6	11,5	93,6	117,2	9,9
		31	155,7	86,5	13,6	160,6	101,4	13,7	127,4	76,7	12,4	96,7	78,6	8,6
Campos de Curitibanos	Campos novos	38	156,6	94,7	12,8	156,8	115,2	12,9	140,7	102,3	11,3	134,5	103,7	9,7
Cartonífera	Urussanga	61	193,8	88,4	14,9	193,9	241,1	15,0	166,0	241,1	15,6	101,7	65,6	10,5
Col. sul catar.	Turvo	6	166,0	58,0	10,3	176,3	110,0	10,0	181,3	75,0	8,2	144,8	94,0	7,6
Lit. da Laguna	Laguna	57	120,8	96,0	12,9	129,4	145,8	13,1	141,7	240,2	13,6	121,9	158,4	11,2
Litoral sul catarinense	Aranguá Jaguaruna	50	125,2	139,9	9,7	128,3	171,1	10,2	126,3	107,4	9,4	88,1	68,4	7,7
		6	121,0	62,0	10,3	104,2	74,0	9,8	114,2	58,0	11,3	109,5	66,0	8,3
Florianópolis	Florianópolis	72	176,5	130,2	15,9	174,7	192,0	16,1	171,4	236,4	16,0	433,2	207,9	13,1
Col. Joinville	S. Fco. do Sul	39	248,1	134,9	18,3	281,0	147,3	18,2	244,6	128,4	18,7	139,0	91,0	15,3
Litoral de Itajaí	Camboriú Itajaí	64	190,4	186,2	13,4	197,8	167,0	13,7	166,2	132,6	13,4	116,4	207,2	10,4
		5	202,2	141,6	18,6	218,0	91,0	17,2	234,6	108,0	18,0	143,9	62,1	16,6
Colonial de Blumenau	Indaial Massaranduba	15	181,1	84,6	18,4	186,3	160,6	17,1	162,4	65,9	16,0	100,3	72,7	11,5
		6	184,0	75,0	18,2	228,9	58,4	16,5	195,0	85,0	17,4	127,2	42,0	13,2
Col. do alto Itajaí	Agrolândia	6	126,7	56,0	12,7	214,2	79,0	13,0	116,3	75,0	12,5	115,0	44,0	8,3
Planalto Canoinhas	Porto União S. Bento Sul	44	132,3	94,0	14,8	149,1	100,5	14,1	122,7	68,4	14,2	94,9	90,6	10,0
		6	158,3	70,3	14,9	203,8	92,8	13,7	145,8	54,6	15,6	88,7	26,3	12,9

TABELA 12 - Continuação

Microrregião homogênea	Localização da estação	Período de verificação (n. de anos)	M E S E S											
			Maio			Junho			Julho			Agosto		
			Precipitação (mm)		Número Dias Chuva	Precipitação (mm)		Número Dias Chuva	Precipitação (mm)		Número Dias Chuva	Precipitação mm		Número Dias Chuva
			Total	Máxima		Total	Máxima		Total	Máxima		Total	Máxima	
Colonial rio do Peixe	Caçador Ita	25	103,7	98,6	8,2	114,9	76,2	8,8	113,2	128,6	8,8	128,2	105,0	9,6
		5	103,1	102,0	9,6	108,7	31,6	10,3	131,3	75,2	10,0	123,6	48,1	12,0
Colonial do Oeste Catar.	Chapecó Xanxerê	13	158,7	200,9	9,5	174,4	79,2	9,7	152,4	112,3	10,8	154,8	66,1	10,9
		56	169,3	125,8	9,0	196,5	99,2	9,5	160,9	103,8	9,1	186,7	103,3	10,0
Campos de Lages	Lages S. Joaquim	60	94,5	110,2	8,9	108,2	76,8	10,0	106,6	99,2	9,2	132,3	121,4	10,1
		31	91,1	77,7	8,4	120,8	111,8	9,1	134,0	114,2	9,4	176,2	204,6	11,0
Campos de Curitiba	Campos novos	38	124,2	75,8	10,2	160,2	99,0	10,7	147,0	102,4	10,2	151,0	90,6	10,6
Cartonífera	Urussanga	61	88,5	126,5	9,8	85,2	108,4	9,7	88,4	116,1	9,8	114,0	127,5	11,6
Col. sul catar.	Turvo	6	90,4	58,0	7,0	185,4	118,0	7,8	187,4	84,0	11,4	174,2	78,0	9,8
Lit. da Laguna Laguna	Laguna	57	112,0	15,2	10,2	95,7	106,0	9,8	98,6	142,5	9,9	128,4	112,4	10,8
Litoral sul catarinense	Araçanguá Jaguaruna	50	76,4	89,4	7,0	85,9	66,2	7,3	75,9	67,2	7,0	104,0	86,4	7,7
		6	95,0	65,0	8,3	118,0	69,0	8,0	184,8	68,0	10,7	145,4	67,0	8,9
Florianópolis	Florianópolis	72	105,3	133,8	10,4	87,7	79,9	10,0	80,1	241,9	10,2	97,2	103,9	10,6
Col. Joinville	S. Fco. do Sul	39	120,9	109,0	12,8	95,9	79,2	11,3	101,9	97,4	12,2	94,6	70,6	12,1
Litoral de Itajaí	Camboriú Itajaí	64	110,0	130,0	8,4	96,2	117,9	8,4	92,6	157,6	7,6	104,2	78,2	8,7
		5	105,1	83,9	12,0	105,2	50,7	11,2	168,5	77,7	14,0	138,9	109,2	10,8
Colonial de Blumenau	Indaial Massaranduba	15	104,0	101,6	11,3	107,5	65,9	11,2	132,8	90,9	11,9	136,0	101,2	11,4
		6	126,8	72,6	11,7	105,3	40,6	9,5	162,9	52,8	13,2	184,2	110,0	10,3
Col. do alto Itajaí	Agrolândia	6	90,0	65,0	9,7	108,7	57,0	9,2	190,0	116,0	9,9	160,0	128,0	10,1
Planalto Canoinhas	Porto União S. Bento Sul	44	111,9	147,1	10,6	105,2	132,0	10,8	108,0	152,5	10,0	103,6	100,1	12,4
		6	86,8	80,7	11,5	128,7	88,8	9,7	115,0	70,5	10,5	114,1	69,8	9,6

TABELA 12 -- Continuação

Microrregião homogênea	Localização da estação	Período de verificação (n. de anos)	MESES											
			Setembro			Outubro			Novembro			Dezembro		
			Precipitação (mm)		Número Dias Chuva	Precipitação (mm)		Número Dias Chuva	Precipitação (mm)		Número Dias Chuva	Precipitação mm		Número Dias Chuva
			Total	Máxima		Total	Máxima		Total	Máxima		Total	Máxima	
Colonial do Rio do Peixe	Caçador Ita	25	148,5	76,0	11,1	164,3	98,6	12,2	137,4	74,8	11,3	136,9	78,8	13,0
		5	101,7	72,0	10,0	96,6	38,4	9,8	122,8	49,5	13,0	115,2	57,2	9,0
Colonial do oeste catar.	Chapecô Xanxerê	13	153,7	68,9	10,7	175,3	95,8	11,2	177,8	76,3	11,9	167,5	82,0	12,4
		56	205,7	117,4	11,0	228,1	145,0	10,8	160,4	108,6	9,2	174,1	102,6	10,5
Campos de Lages	Lages S. Joaquim	60	142,5	74,8	11,3	154,6	122,0	11,7	114,3	74,9	10,0	131,2	106,6	11,5
		31	168,3	68,8	11,3	151,1	75,5	11,0	121,7	109,3	11,2	127,9	71,4	10,9
Campos de Curitibaanos	Campos novos	38	175,2	96,2	10,8	173,3	103,8	11,1	124,9	92,2	9,7	142,1	85,0	11,0
Cartonífera	Urussanga	61	124,6	79,6	12,5	123,4	70,2	14,2	116,4	83,9	12,4	134,6	85,0	14,0
Col. sul catar.	Turvo	6	133,6	79,0	7,6	120,2	56,0	7,4	184,0	86,0	9,7	159,2	90,0	10,8
Lit. da Laguna	Laguna	57	135,9	112,0	12,9	121,7	242,8	13,0	104,2	115,8	11,4	96,1	137,0	11,9
Litoral sul catarinense	Araranguá Jaguaruna	50	133,7	112,4	9,7	107,9	73,9	9,5	89,9	68,8	7,6	75,7	66,2	8,2
		6	115,0	50,0	9,6	101,3	34,0	11,0	139,1	67,0	10,3	145,4	67,0	9,8
Florianópolis	Florianópolis	72	110,7	123,0	13,2	122,7	89,8	14,3	126,8	206,1	14,6	130,9	144,0	15,2
Col. Jo inville	S. Fco. do Sul	39	130,7	98,9	15,0	149,9	75,4	16,8	143,7	114,4	17,0	154,8	157,3	17,9
Litoral de Itajaí	Camboriú Itajaí	64	118,7	95,4	11,5	145,7	98,0	12,7	124,0	121,0	11,9	138,1	162,9	13,0
		5	124,0	63,4	13,2	143,3	57,2	14,5	200,6	232,0	16,5	184,7	67,2	47,0
Colonial de Blumenau	Indaial Massaranduba	15	131,4	92,4	14,8	157,1	114,4	16,1	146,9	70,8	15,8	167,0	134,4	17,2
		6	139,4	40,0	12,3	226,9	85,0	15,4	209,9	92,0	15,4	244,5	110,0	18,0
Col. do alto Itajaí	Agrolândia	6	124,0	108,0	10,1	158,0	62,0	11,6	147,1	66,0	11,7	179,7	73,0	13,2
Planalto Canoinhas	Porto União S. Bento Sul	44	134,7	118,6	11,3	147,0	73,7	11,7	122,5	82,2	10,7	143,7	77,2	12,8
		6	117,1	92,6	10,7	125,2	53,2	13,9	116,2	64,9	13,6	165,9	106,9	15,9



Bacias hidrográficas de expressão são consideradas as do rio Uruguai, do rio Iguaçu no planalto norte e as do Sudeste, cujos rios desaguam no oceano (Figura 6).

### 2.3. Situação atual de Santa Catarina em irrigação

A prática da irrigação no estado de Santa Catarina, excetuando-se o arroz irrigado por inundação, pode ser considerada incipiente. Englobando-se as áreas destinadas à horticultura onde inclui-se fruticulturas de climas temperado e tropical, alho, cebôla, batata e demais hortaliças – atinge-se uma área ao redor de 3.300 ha, algo pouco significativo se comparada com a área cultivada no estado que é superior a 2.200.000 ha. A pouca expansão de áreas irrigadas tem sua justificativa principal situada no aspecto econômico, além do aspecto técnico em menor escala.

O arroz irrigado tem sua expansão atrelada à necessidade de altos investimentos em macrodrenagem em áreas constituídas por solos hidromórficos localizados em todo o litoral catarinense e nas bacias dos rios Iguaçu e Canoas, situadas no planalto. Esta área de solos hidromórficos é estendida em aproximadamente 270 mil ha, dos quais 150 mil continuam sem uso algum. Uma vez sanada as limitações apresentadas, estas áreas podem vir a se incorporar ao processo produtivo não só para a cultura do arroz, pois apresentam excelentes condições de clima de solo e de água para irrigação.

O trabalho em várzeas com o cultivo do arroz irrigado já é tradicional no estado, pois já há 80 anos imigrantes europeus iniciaram essa atividade no vale do Itajaí. Em 1981 começou a ação do “Programa de Aproveitamento Racional de Várzeas Irrigáveis de Santa Catarina – Provárzeas SC”, sob a responsabilidade da Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Governo estadual. Nos cinco anos de atuação desse programa foram beneficiados 1.602 agricultores numa área de 11.947 ha, produzindo anualmente 50 mil toneladas de grãos (arroz, soja, milho e feijão) no valor que ascende a 100 milhões de cruzados. A área de arroz irrigado em várzeas cresceu em mais de 10% nos últimos 5 anos, chegando a um total de 95.000 ha na atual safra (1985/86). O “Provárzeas SC” conta atualmente com 11 equipes técnicas formadas por 44 técnicos, capacitados para dar assistência técnica aos produtores nos projetos de

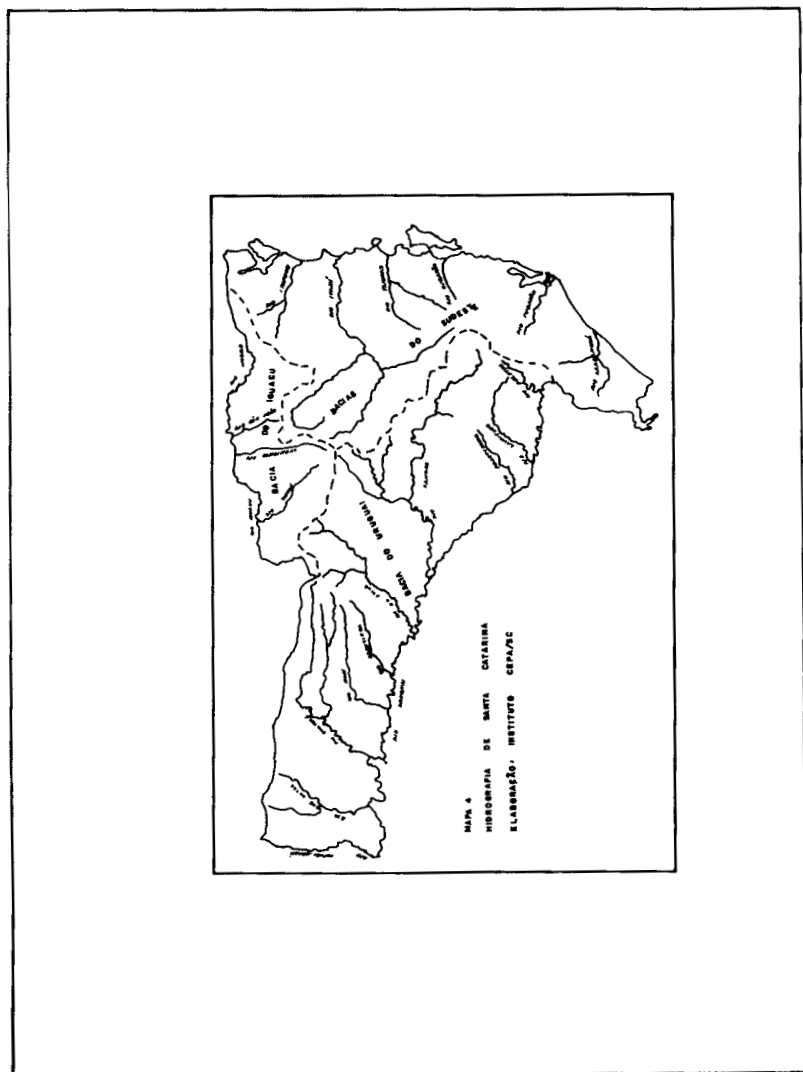


Fig. 06 – Hidrografia de Santa Catarina

irrigação e drenagem. A área de atuação dessas equipes compreende o litoral catarinense e o planalto de Canoinhas. Em funcionamento já há três anos em Araranguá, um Centro de Treinamento vem oferecendo cursos na área de irrigação e drenagem a aproximadamente 1.000 técnicos de todo Brasil e alguns de países latino-americanos.

Em 1984 e 1985 os produtores utilizaram recursos próprios em mais de 50% dos custos de investimentos, demonstrando uma fuga do crédito rural devido ao custo do dinheiro.

Nas áreas de topografia ondulada, característica das demais regiões do estado e onde se concentram as produções das demais culturas, a irrigação se torna mais onerada levando-se em conta os equipamentos necessários à irrigações já que o perfil do terreno dificulta o uso de métodos mais simplificados — para se umedecer o solo.

As atividades, envolvendo outros tipos de irrigação que não por inundação, resumem-se em três subprogramas quais sejam: Conservação e Manejo do Solo e da Água iniciado em 1984, envolve 10 microbacias, sendo 4 no oeste catarinense e as demais no vale do Itajaí. As microbacias estão localizadas ao longo de pequenos rios com uma bacia de captação variando de 1200 a 8.000 ha, sendo suas encostas bastante acidentais, características do estado de Santa Catarina.

As propriedades ali existentes pertencem a pequenos produtores com área média aproximada de 25.ha.

O sistema de exploração, basicamente, usa mão-de-obra familiar, com uso de equipamentos de tração animal e máquinas de pequeno porte. O cultivo da terra é feito, na sua maioria, no sistema tradicional, com sucessivo preparo do terreno.

Nestas propriedades o uso da terra é intensivo, sendo a maioria, área para cultura comercial: milho, feijão, soja, arroz, fumo, área para potreiro, área para culturas de subsistência e área em mata secundária.

No atual trabalho de conservação do solo e da água em microbacias vem se dando ênfase a práticas conservacionistas como uso de terraços,

patamares e, principalmente, a cobertura do solo, visando maior infiltração de nascentes e mananciais, mantendo a umidade do solo em curtos períodos de estiagem bem como evitar problemas de enchurradas.

Quanto à irrigação nas 10 microbacias existentes, só é usada em aproximadamente 50 ha de arroz irrigado. Não é prática corrente o uso de irrigação em culturas de sequeiros cultivados nas microbacias existentes. No entanto, é viável e recomendável o uso de irrigação como forma de aumento de produtividade e renda das famílias rurais, desde que haja recursos técnicos e financeiros disponíveis. O Programa de microbacias em SC, contempla a seguinte evolução:

Ano	Microbacias trabalhadas	Produtores
1986/87	91	950
1987/88	50	2.500
1988/89	150	7.500
1989/90	200	10.000

O segundo subprograma refere-se ao trabalho em horticultura e é voltado principalmente para dois objetivos:

- a) auto-abastecimento do estado;
- b) abastecimento de grandes aglomerados urbanos do país.

A horticultura para auto-abastecimento é parcialmente feita pelos cinturões verdes em torno dos aglomerados urbanos. Esta horticultura é praticada por pequenos produtores com uma produção extremamente diversificada, e uma comercialização através de feiras, feirões; entrega direta e supermercados, varejista, atacadista e consumidores. Dependendo da época, a produção destes produtores representa de 10% a 80% do abastecimento destes aglomerados, sendo que o deficit é feito com produtos oriundos de outros e distantes centros, por uma rede bem montada de intermediários. Esta situação é gerada, sem dúvida nenhuma, pela instabilidade da produção e sua baixa qualidade, advinda da sazonalidade provocada por condições climáticas (temperatura, foto período e precipitação). Sendo que a precipitação é a mais importante delas.

Para um abastecimento racional, com oferta de produtos durante o ano todo, é imprescindível introduzir imediatamente a irrigação no estado.

Dos 5.000 ha plantados com hortaliças no estado, pouco mais de 500 ha são irrigados. Sendo que, destes 500, a grande parte é feito de forma empírica.

O consumo de hortaliças nos principais centros populacionais do estado, indica um excelente potencial para um trabalho voltado ao abastecimento, com produtos produzidos nas suas proximidades, com qualidade e competitividade, e com produção constantes em todas as épocas do ano. Cerca de 2 milhões de habitantes vivem nas 35 cidades com mais de 20.000 habitantes, necessitando para seu abastecimento aproximadamente 165.000t de hortaliças.

A horticultura para abastecimento de grandes aglomerados urbanos do país é feito por horticultores mais especializados e em maior escala. Este tipo de exploração compreende as fruteiras de clima temperado e tropical, o alho, a cebola e a batata. Ocupam uma área de 76.077 hectares, onde apenas 2.750 são irrigadas.

Considerando-se apenas a cultura do alho onde o agricultor gasta por hectare um valor em torno de Cz\$ 40.000,00 só em sementes, e que o valor da produção chega a atingir a cz\$ 120.000,00 por hectare, pode-se avaliar o prejuízo para o estado e para o abastecimento do país, apenas nesta cultura, caso ocorra uma estiagem prolongada. Justificando-se também para este tipo de exploração um programa de irrigação.

O terceiro e último subprograma ligado à irrigação diz respeito aos trabalhos de açudagem e poços tubulares profundos. Trata-se de um convênio com a SUDESUL desde maio de 1981 nas regiões oeste e meio oeste catarinense.

Até mês de dezembro foram realizados 4.432 açudes, 422 poços profundos e 2.564 outros trabalhos compreendendo: silos trincheiras, drenagens, pequenos terraplanagens, bebedouros, etc.

Além da execução dessas obras o estado fornece aos agricultores assistência técnica complementar para irrigação, conservação de solos, reflorestamento e piscicultura, procurando otimizar o aproveitamento das obras.

A piscicultura, em particular, vem sendo praticada em quase todos os reservatórios construídos, sendo hoje uma fonte alternativa de rendimento para milhares de agricultores.

Os beneficiários do programa pagam pelos serviços executados (exclusivamente de equipamentos) um "custo operacional a nível de campo", envolvendo: combustível, lubrificante e operador.

Com os equipamentos disponíveis atende-se cerca de 40% dos interessados.

A Empresa Catarinense de Pesquisa Agropecuária S.A. (EMPASC) vem realizando cálculos de balanço hídrico seriado em Santa Catarina, a partir de dados meteorológicos coletados em diversas estações meteorológicas. Através desses cálculos, ficou constatado que:

- Os maiores valores de evapotranspiração potencial, nas estações meteorológicas consideradas, aconteceram no verão e na primavera, principalmente nos meses de dezembro e janeiro e outubro e novembro, respectivamente.
- Os maiores valores de deficiências hídricas ocorreram para Blumenau, Caçador, Camboriú, Florianópolis, Indaial, Lages, Laguna e Porto União, no verão e na primavera; Campos Novos, Chapecó, São Francisco do Sul, São Joaquim e Xanxerê, na primavera e no verão e para São Miguel D'Oeste, na primavera e no inverno.
- Os meses com freqüência de deficiência hídrica superior a 40% dos anos observados, para as estações calculadas, foram: novembro, dezembro, janeiro, abril, agosto, outubro, fevereiro, julho e setembro.
- Nas estações meteorológicas de Porto União, somente ocorreram deficiências hídricas em maio, setembro, outubro, novembro e dezembro;

São Joaquim apenas não ocorreram deficiências hídricas no inverno; São Miguel D'Oeste ocorreu apenas em julho, setembro e novembro; e dezembro.

Tendo em vista os problemas de deficiência hídrica, existe a necessidade de trabalhos de pesquisa de geração e/ou adaptação de tecnologias em áreas abrangendo aspectos relacionados com solo, clima, culturas, água e metodologia, visando à utilização adequada dos recursos hídricos e ao conseqüente aumento de produção e produtividade das culturas.

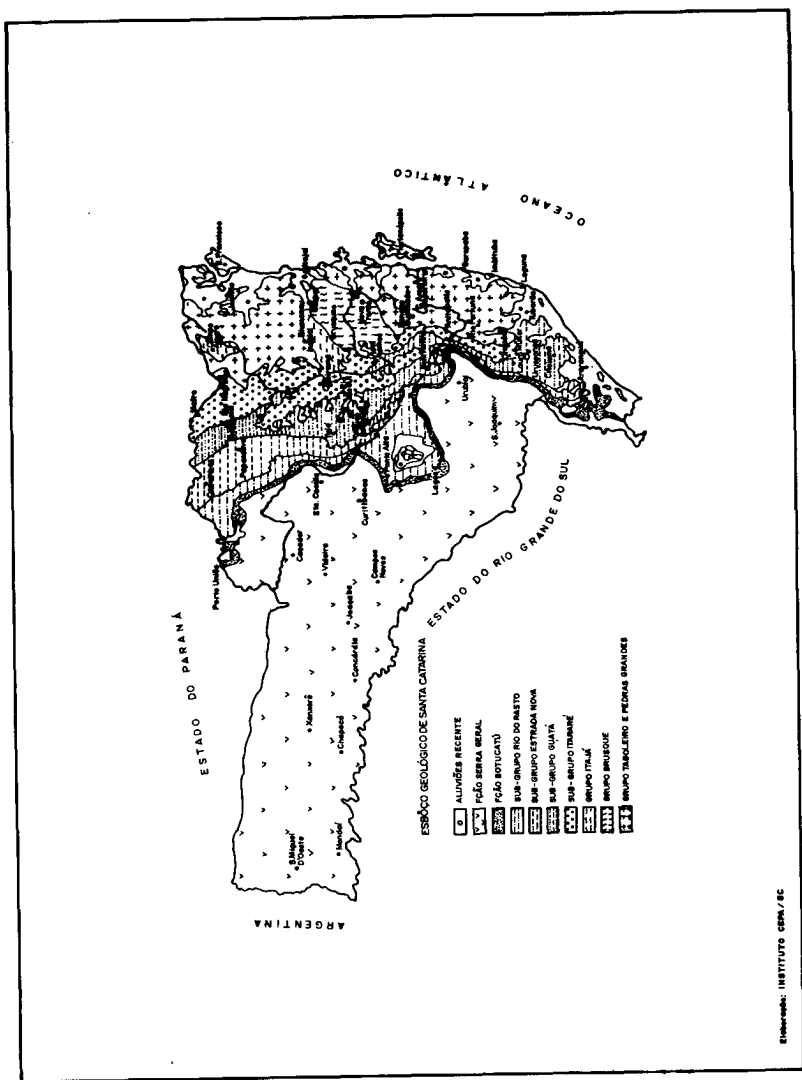
#### 2.4 Áreas Potenciais para uso pela Agricultura Irrigada.

A grande maioria dos solos do Estado de Santa Catarina é de baixa e média fertilidade, com graves deficiências de fósforo e matéria orgânica, razoáveis teores de potássio e baixo teor de cálcio mais magnésio; são solos ácidos com presença significativa de alumínio trocável (nocivo). O relevo é ondulado a fortemente ondulado na região do oeste do estado, medianamente ondulado no planalto e ondulado, suavemente ondulado e plano, em menor escala, na região da baixada litorânea.

Quanto ao material de origem de formação destes solos, observa-se que no oeste a predominância do substrato basalto é inquestionável; na região do planalto a presença de basalto é bem menos significativa, predominando os substratos argilita e siltito, de forma isolada ou combinada. Já na região da baixada litorânea, vulgarmente denominada "serra abaixo", onde se inclui o vale do Itajaí, além das argilitas e dos siltitos, encontra-se o substrato de sedimentos recentes e também o substrato granito.

Os tipos de solos são numerosos e formam um mosaico extremamente complexo. Estão intimamente vinculados ao relevo e a base geológica local; predominam diferentemente segundo os grandes locais hidrográficos existentes em Santa Catarina (Figura 7).

Para a identificação dos solos existentes será usada a denominação regional do solo, sendo que a sua classificação como unidade de mapeamento, bem como a sua extensão e percentual de participação, poderão ser encontrados na Tabela 13.



Endereço: INSTITUTO CSN/SC

Fig. 07 – Esboço Geológico de Santa Catarina



TABELA 13 – Classificação, Extensão e Distribuição Percentual dos Principais Solos do Estado de Santa Catarina

Nome regional	Classificação	Extensão km <sup>2</sup>	Distribuição %
Associação Círculo + Charrua	Brunizen Avermelhado raso, textura argilosa, relevo forte ondulado substrato basalto Solo Litólico Eutrófico, textura argilosa, relevo forte ondulado, substrato basalto	17.843,0	18,0
Vacaria	Latosolo Bruno húmico Distrófico álico, textura argilosa, relevo ondulado, substrato basalto	9.540,0	10,0
Exerim	Latosolo Roxo Distrófico, textura argilosa, relevo ondulado, substrato basalto	5.455,0	5,6
Orleans	Latosolo Bruno Distrófico, textura argilosa, relevo forte, ondulado substrato granito	4.707,5	5,0
Morro da Fumaça	Podzóico Vermelho-Amarelo cascalhento, textura argilosa, relevo forte ondulado, substrato granito	4.225,5	4,6
Rancho Grande	Rubrozen textura média, relevo forte ondulado siltito	4.504,0	4,6
Associação Vacaria + Durox	(Acima descrito) Latosolo Húmico Distrófico, textura argilosa, relevo forte ondulado, substrato basalto	3.708,0	3,8
Mafra	Cambissolo Húmico Distrófico álico, textura argilosa relevo ondulado, substrato argilto + siltito	2.723,0	2,9
Brusque	Laterítico Bruno Avermelhado Distrófico álico, textura argilosa, relevo forte ondulado, substrato xisto + fílitto	2.700,0	2,8
Ita	Podzóico Vermelho-Amarelo, textura argilosa, relevo ondulado, substrato granito	2.117,5	2,2
Araranguá	Areias Quartzosas Distróficas, relevo suavemente ondulado substrato, sedimentos recentes	2.125,4	2,2
Associação Irani + Celulose	Cambissolo Húmico Distrófico álico, textura argilosa, relevo ondulado, substrato basalto Solo Litólico Húmico álico, textura argilosa, relevo forte ondulado, substrato basalto	2.008,2	2,1

TABELA 13 – Continuação

Nome regional	Classificação	Extensão em m <sup>2</sup>	Distribuição %
Associação Erexim Ciríaco Charrua Irani	Solos já descritos	2.002,5	2,1
	Solos já descritos	1.792,0	1,8
Canoinhas	Latossolo Húmico Distrófico, textura argilosa, relevo suave ondulado, substrato argilite + siltite	925,0	1,1
Associação Orleans + Massaranduba	Já descritos		
	Glei Pouco Húmico Eutrófico, textura argilosa, relevo plano, substrato sedimentos recentes	1.005,0	1,1
Riosul	Cambissolo Distrófico álico, textura argilosa, relevo forte ondulado, substrato argilite + siltite	921,0	1,0
Ituporanga	Cambissolo Húmico Distrófico álico, textura argilosa, relevo forte ondulado, substrato argilite + siltite	872,5	0,9
Lages	Cambissolo Húmico Distrófico álico, textura argilosa, relevo ondulado e forte, ondulado, substrato argilite + siltite	887,5	0,9
Palma Sola	Latossolo Húmico Distrófico, textura argilosa, relevo suavemente ondulado, substrato basalto	671,3	0,8
Corochel	Cambissolo Húmico Distrófico álico, textura argilosa, relevo ondulado e forte ondulado, substrato argilite	837,5	0,9
Pouso Redondo	Cambissolo Húmico Distrófico álico, textura argilosa, relevo ondulado, substrato argilite	695,0	0,8
Associação Poço Preto + Porto União	Cambissolo Húmico Distrófico álico, textura média, relevo plano, substrato sedimentos recentes.		
	Glei Húmico Distrófico álico textura argilosa relevo plano substrato sedimentos recentes	714,0	0,8
Jacinto Machado	Cambissolo Eutrófico, textura média, relevo plano, substrato sedimentos recentes	636,0	0,7
Associação Blumenau + Jundiaí + Gravatá	Glei Pouco Húmico Eutrófico, textura média, relevo plano, substrato sedimentos recentes		
	Glei Pouco Húmico Distrófico álico, textura argilosa, relevo plano substrato sedimentos recentes	607,5	0,6
	Solos orgânicos		
Associação Blumenau + Jundiaí	(Solos acima descritos)	402,5	0,4

Fonte: Universidade Federal de Santa Maria – Revista do Centro de Ciências Rurais, vol. 2 N°1-2-3-4.  
Elaboração: Instituto CEPA/SC.

Na bacia do rio Uruguai, predominam os solos derivados do basalto. Nas nascentes dos rios formadores do Uruguai, abrangendo a parte sul da região do planalto, o relevo varia de suavemente ondulado a ondulado, os solos são fracos, muito ácidos, pouco profundos ou pedregosos, aptos para reflorestamento, pastagens, ou apenas para reserva natural. São os solos denominados Irani, Lages e Vacaria, principalmente; também é significativa a presença da associação dos solos Vacaria e Durox.

No médio Uruguai, abrangendo as microrregiões homogêneas Colonial do rio do Peixe e Colonial do Oeste Catarinense, o relevo passa a ser mais acidentado, chegando a fortemente ondulado. Ocorrem os Latossolos denominados Erexim, Palma Sola e Vacaria. São solos de elevada acidez, com problemas devido à toxidez causada pelo alumínio trocável, pequena reserva de nutrientes, principalmente o fósforo, geralmente aptos à motomecanização. Os solos Vacaria são utilizados para pastagens e os demais para culturas anuais como o milho, feijão, soja, trigo e 15% deles com pasto para gado leiteiro. Predomina também a associação dos solos Cirfaco e Charrua, que se apresentam somente desta forma ou, ainda, incluindo nesta associação o solo Erexim. São solos pouco profundos, de pouca acidez e de boa disponibilidade de potássio, cálcio e magnésio, teores médios de fósforo e matéria orgânica. Apesar da razoável fertilidade, a topografia acidentada torna estes solos sujeitos à erosão e bastante restritos à motomecanização. São os solos mais cultivados com as culturas alimentares, principalmente milho e feijão no estado.

A bacia do rio Iguaçu localiza-se, em Santa Catarina, no Planalto Norte. O relevo varia de suave ondulado a forte ondulado. Apesar de ser topograficamente o melhor solo, o Canoinhas possui baixos teores de cálcio, magnésio, fósforo e potássio, é muito ácido e com problemas causados pela presença de alumínio trocável; seu relevo é suavemente ondulado e não tem problemas acentuados de motomecanização e erosão. A utilização atual está ligada à extrativismo vegetal, erva-mate e madeira, esta representada por pinheiro, imbuia e canela.

A associação dos solos Poço Preto + Porto União segue na ordem de importância na região. São solos de relevo plano, de elevada acidez, com alumínio trocável, teores baixo de fósforo e bem supridos de maté-

ria orgânica e potássio. São geralmente encontrados na várzea dos rios Iguaçu e seus afluentes, podendo estar sujeitos a inundações e acúmulo de umidade. São utilizados principalmente com pastagens nativas.

O Solo de maior extensão encontrado na região é o Rancho Grande, que é normalmente raso e de relevo forte ondulado. São solos fortemente ácidos e com problemas de alumínio trocável e teores médios de matéria orgânica e demais nutrientes. Apesar destas características a maior parte das culturas anuais da região, principalmente trigo, linho e fumo, acha-se concentrada nesta unidade de mapeamento. No entanto, trata-se de uma agricultura tipo colonial, com lavouras de pequena extensão.

O solo Maфра apresenta-se em menor escala que o Rancho Grande, possui relevo ondulado, elevados teores de alumínio trocável e matéria orgânica, níveis médios de potássio, baixos teores para os demais nutrientes e mínimos problemas de mecanização e erosão. O uso atual restringe-se principalmente ao extrativismo vegetal e à pastagem.

As vertentes do Atlântico compõem o terceiro grupo principal de bacias hídricas catarinenses e tem como principal componente o rio Itajaí-Açu que penetra profundamente no planalto através de seu afluente norte (rio Itajaí do Norte ou rio Hercílio). Na bacia deste afluente ocorrem os mesmos solos da bacia do rio Iguaçu. Nos dois outros afluentes formadores do Itajaí-Açu, os rios itajaí do oeste e Itajaí do sul, o relevo é extremamente acidentado, com possibilidades muito restritas à motomecanização. São sujeitos à erosão devido também às chuvas torrenciais, freqüentemente formadoras de enchentes. Os solos são fortemente ondulados e os mais encontrados são o Rancho Grande, o Corochel e o rio sul, todos eles de elevada acidez e baixa fertilidade. Os solos de topografia ondulada de maior expressão na região Pouso Redondo e o Itaporanga, intensamente cultivados com milho, feijão, mandioca e cebola. Tal como os solos fortemente ondulados, são de elevada acidez e baixo teor de nutrientes, com exceção do potássio, que apresenta valores médios.

Em uma faixa de baixada, de aproximadamente 50 quilômetros, há grande semelhança de relevo e solos em todas as bacias, tanto do rio Itajaí-Açu como do Itapocu mais ao norte, ou do Tijucas e Cubatão no

centro, ou dos rios Tubarão e Araranguá ao sul; nas partes mais altas ocorrem os solos Orleans, Brusque, Ilha de Morro da Fumaça, todos solos fortemente ondulados, normalmente ácidos e de baixa fertilidade, limitados à motomecanização pela declividade e grau elevado de erodibilidade. Nas áreas menos declivosas são cultivados, em pequenas áreas, o milho, o feijão, a mandioca e o fumo. Em menor grau, os solos mais encontrados são as associações de solos tais como Orleans, Massaranduba, Blumenau, Jundiaí, Gravatal, Blumenau e Jundiaí. Estes solos são usados principalmente com arroz irrigado, cana-de-açúcar e pastagens.

Os solos mais férteis do estado são encontrados nas baixadas e representados pelas unidades Jacinto Machado, Massaranduba Blumenau e Tubarão, todos eles de topografia plana, pouco ácido, sem a presença de alumínio trocável, de média a alta fertilidade, com algumas deficiências de fósforo em alguns deles. São solos cultivados principalmente com arroz irrigado.

Na estreita faixa litorânea propriamente dita, verifica-se a predominância quase absoluta do arenoso, plano, denominado Araranguá, além da presença expressiva, mais ao sul, das Dunas, solos estes extremamente pobres e suscetíveis à erosão, principalmente a eólica. No solo Araranguá cultiva-se a mandioca.

No que se refere à utilização de terras, utilizando as informações do Censo Agropecuário de 1980, destaca-se a existência, no estado, de 678.239 ha de áreas em ociosidade (considerando-se como tal lavouras em descanso e áreas produtivas não utilizadas). Verifica-se, ainda, que 54% dessa área encontra-se disponível nos estratos de até 50 ha, de onde se deduz, "a priori", da possibilidade de expansão de área com lavoura no interior das pequenas propriedades. As microrregiões colonial do Rio do Peixe, Planalto de Canoinhas, Colonial do Oeste-Catarinense e Campos de Curitiba não são aquelas que apresentam um volume maior de áreas ociosas. Também, nesse aspecto (utilização das terras) é importante ressaltar que é nos estratos de até 60ha que se encontram 59% da área cultivada com lavouras permanentes, e 70% da área cultivada, naquele ano, com lavouras temporárias.

Ainda existem áreas de várzeas irrigáveis, que aguardam uso racio-

nal; o estado tem possibilidades de aumentar sua contribuição ao consumo interno brasileiro em alimentos e matérias-primas, bem como participar nas nossas exportações para o mercado internacional.

O litoral catarinense se estende numa faixa de aproximadamente 530 km ao longo da costa com larguras variáveis de 10 a 70 km, até encontrar os contrafortes das serras do Mar e Geral. Uma fração ponderada dessa região formada pelas bacias dos rios Itajaí-Açu, Itapocu, Tijucas, Mampituba, Tubarão, Araranguá, Pirabeiraba, Sahy-Açu e de outras de menor expressão, é formada por baixadas onde predominam solos hidromórficos.

## 2.5. Problemas atuais e potenciais de áreas irrigadas.

### 2.5.1. Açudes

Os prejuízos sócio-econômicos oriundos da ocorrência de estiagem, que assolam freqüentemente a região Sul do país, justificam a necessidade de ações que venham minimizar os efeitos gerados pela falta de chuvas.

Nas regiões oeste e meio oeste do Estado de Santa Catarina, maior produtora de grãos, aves e suínos do estado, ocorrem com maior intensidade os reflexos desses fenômenos.

Considerando que essa região é basicamente de pequenas propriedades rurais, de topografia acidentada e pequenos rios e cursos d'água, cuja vazão, distância, desnível e poluição, normalmente inviabilizam a prática de irrigação, justifica-se a implantação de uma infra-estrutura de reservatórios de água a nível de propriedade, visando a irrigação das lavouras, mesmo nos períodos sem estiagem, uma vez que o aumento da produtividade é significativo, o que viabiliza economicamente a utilização dessa prática.

### 2.5.2. Horticultura

Pesquisa feita pelo ENDEF em 1975 mostrou que a participação das hortaliças na dieta alimentar do povo catarinense é superior a 25%

do peso total dos alimentos consumidos.

A exploração das culturas hortícolas representa no estado importante papel econômico e grande absorção de mão-de-obra. Uma das características importantes deste ramo da agricultura é a sua problemática de comercialização. A longa e tortuosa trajetória percorrida por produtos de grande perecibilidade, desde o produtor até o consumidor, acarreta, para ambos, prejuízos com reflexos na melhoria da produção e produtividade.

Oscilações de preços superiores a 300% em períodos inferiores a 15 dias ocorrem em horticulturas, devido principalmente à enorme influência exercida pelas condições climáticas, destacando-se aí os regimes de chuva. Analisando-se o balanço hídrico de Santa Catarina com os dados mensais de precipitação, não é possível constatar sua distribuição regional dentro de cada mês, o que leva muitas vezes a erros de análise. Com os dados mensais de precipitação pode ocorrer um período de mais de 50 dias sem chuva, sem que esta estiagem seja controlada no papel. Na realidade, estes períodos de estiagens são freqüentes, e quando acontecem, as culturas, principalmente as olerícolas, ficam comprometidas.

### 2.5.3. Microbacias

No trabalho em microbacias hidrográficas estão sendo levados inicialmente uma conscientização de tecnologias adequadas à conservação e ao manejo do solo e água, através de uma metodologia de extensão rural e estratégia de ação já definidas.

A intenção é que o referido trabalho evolua desde as atividades mais elementares até um nível dos mais elevados que temos de conservação do solo e água, bem como o aumento da renda dos agricultores.

Uma das maneiras de aumentar a renda das famílias rurais é a manutenção da umidade necessária às plantas, no solo, provocando uma maior produtividade.

Para isso, até o momento se pensou em trabalhar agressivamente

em cobertura do solo com plantas, além de outras práticas conservacionistas para provocar uma maior infiltração e retenção de umidade no solo, além de uma alimentação equilibrada nas fontes, vertentes e rios, reduzindo ao mesmo tempo a gravidade das secas e enchentes.

No entanto, sabe-se que as precipitações pluviométricas não têm sido uniformes durante o ano, o que tem trazido sérios prejuízos para os agricultores e a nação, ou com estiagem prolongadas, ou com excesso de chuvas que escorrem para os rios, provocando enchentes momentâneas, o que não ocorreria se as mesmas fossem devidamente represadas.

#### 2.5.4. Pesquisa

Em Santa Catarina existem poucas informações a respeito das técnicas de irrigação aplicadas na agricultura, a não ser em culturas que já possuem tradição nas práticas de irrigação, como, por exemplo, o arroz e as hortaliças. Essas culturas geralmente são irrigadas sem conhecimentos básicos como: exigência da cultura em termos de água, velocidade de infiltração da água no solo, evapotranspiração da cultura, e outros dados que possibilitam economizar água e aumentar a produtividade.

A deficiência d'água em um cultivo, além de reduzir a produtividade, muda o padrão de crescimento da cultura. Em geral, a profundidade do sistema radicular decresce à medida que a umidade do solo aumenta. Algumas culturas continuam com seu processo normal de fotossíntese; em outras, este processo cai bruscamente quando a tensão da água no solo aumenta. Num solo com pouca disponibilidade de água, não ocorre o transporte de elementos nutritivos através da água para o vegetal. Para o aumento da disponibilidade de água do solo, a irrigação suplementar é uma opção que deve ser estudada.

#### 2.6. Instituições envolvidas com pesquisa em agricultura irrigada

Além da EMPASC, que atua em pesquisa aplicada, o estado conta com duas Faculdades de Agronomia, sendo uma localizada em Florianópolis, UFSC (Universidade Federal de Santa Catarina) e em Lages, UDESC (Universidade para o Desenvolvimento do Estado de Santa Catarina), e PLANALSUCAR, em Itajaí.



O planejamento das pesquisas realizadas pela EMPASC é baseado basicamente nos programas de pesquisa das Estações Experimentais e Centro de Pesquisa para Pequenas Propriedades. Todo programa de pesquisa é baseado fundamentalmente nas necessidades de um conhecimento mais profundo sobre determinada área, exigidos para esclarecimento da Extensão Rural (ACARESC) e agricultores dentro da filosofia governamental do estado. Para todo programa de pesquisa são realizados levantamentos, tanto de ordem administrativa quanto técnica, e são colhidas informações e sugestões de técnicos de outras instituições, com a finalidade de descobrir os problemas, suas prioridades e formas de execução. Depois destes levantamentos preliminares, são propostos os projetos e experimentos a serem executados, como também da infra-estrutura necessária para execução dos trabalhos de pesquisa.

Atualmente, o número de pesquisadores da EMPASC é superior a 150, sendo que, destes, mais de 100 possuem cursos de pós-graduação em nível de mestrado e/ou doutorado. Dentre as diversas especializações de seus pesquisadores, a EMPASC conta com técnicos nas áreas de fertilidade de solos, microbiologia, conservação de solos, agrometeorologia, irrigação e drenagem, etc. A fim de apoiar os trabalhos de pesquisa, a EMPASC mantém laboratórios de química de solos, física de solos (em formação), sementes, fitossanidade, nutrição e sanidade animal, nutrição e fisiologia vegetal e de enologia.

Estes laboratórios, localizados junto às sete estações experimentais e o Centro de Pesquisa para Pequenas Propriedades, além de realizarem as análises necessárias para a pesquisa, também têm atendido às necessidades de agricultores.

A Extensão Rural do Estado de Santa Catarina (EMATER/ACARESC) junto com o PROVÁRZEAS, organizou onze equipes com cerca de quarenta elementos, entre agrônomos, técnicos agrícolas e desenhistas e atuam em todo litoral catarinense. Em quatro anos já melhoraram 10.000 ha no que diz respeito a drenagem, sistematização do solo e irrigação em várzeas. Além disso, mantém um Centro de Treinamento em Araranguá, onde realizam cursos a técnicos do Sul do Brasil.

O PLANALSUCAR está atualmente desenvolvendo pesquisas

como: 1. influência da profundidade do lençol freático sobre produtividade da cana-de-açúcar; 2. espaçamento entre drenos; 3. sensibilidade de cultura de cana-de-açúcar à inundação; 4. materiais de drenagem. Todos estes trabalhos são realizados em solos de Unidade de Mapeamento Jun diaí em Itajaí. Possuem Laboratório de Física de Solos em Piracicaba-SP, de onde também recebem assessoria técnica.

A UFSC (Universidade Federal de Santa Catarina), através do Centro de Ciências Agrárias (Faculdade de Agronomia) possui especialistas em hidrologia agrícola, irrigação e drenagem, fertilidade, conservação química e física de solos, microbiologia de solo, além de outras áreas. A UFSC possui laboratórios de química e física de solos e água, microbiologia de solo, podendo realizar análises rotineiras e algumas mais específicas, já não possuem todo o equipamento necessário. No que diz respeito ao projeto: depuração de despejo têxtil no solo, realizaram e estão realizando os seguintes trabalhos: 1. redução de infiltração de despejo têxtil por ação mecânica; 2 aumento da taxa de infiltração de resíduo têxtil no solo com crescentes concentrações eletrolíticas; 3. avaliação da ocorrência de microorganismos em dois solos submetidos à aplicação de despejo têxtil e água; 4. características físico-químicas do percolado em condições de fluxo máximo em coluna de solo; 5. rendimento de milho em solo com a adição de resíduo suíno e resíduo industrial têxtil; 6. depuração de despejo têxtil no solo; 7. controle da saturação do complexo de troca por  $\text{Na}^+$  em solo irrigado com despejo têxtil; 8. rendimento de festuca em solo subirrigado com água e com despejo têxtil; 9. infiltração afetada pela composição e concentração eletrolítica da solução.

### 3. RIO GRANDE DO SUL

#### 3.1. Recursos hídricos

Sob o ponto de vista de recursos hídricos e, mais especificamente, de águas superficiais, a situação do Rio Grande do Sul pode ser considerada como privilegiada, quando comparada a outros estados ou regiões do país. Efetivamente, em três grandes reservatórios naturais de água doce, conta com uma acumulação total da ordem de  $72 \text{ km}^3$ ,

correspondendo, em situações médias, à superfície livre de aproximadamente 15.298 km<sup>2</sup>, assim estimada:

Reservatórios Naturais de Água Doce	Superfície (m <sup>2</sup> )	VOLUME Estimado (m <sup>3</sup> )
Lagoa dos Patos *	10.290	54,0
Lagoa Mirim	4.200	15,5
Lagoa Manqueira	800	2,4
<b>T o t a l</b>	<b>15.298</b>	<b>71,9</b>

\* Embora a denominação correta seja Laguna, ~~prefere-se~~ empregar a designação consagrada pelo uso.

Além desses lagos naturais, o Rio Grande do Sul dispõe de uma acumulação adicional de aproximadamente 10 km<sup>3</sup>, em mais de 4.000 açudes e em cerca de 15 barragens de maior porte.

Assim, estima-se que, em lagos naturais e artificiais, a capacidade total de acumulação de águas superficiais se aproxima 82 km<sup>3</sup>, sem computar-se os cursos d'água.

Nas principais bacias hidrográficas do estado, indicadas na Figura 8, as descargas específicas médias variam de 22 l/s/km<sup>2</sup>. (região do planalto) a cerca de 11 l/s/km<sup>2</sup> (litoral sul).

Aproximadamente, pode-se calcular o deflúvio anual médio correspondente às principais bacias hidrográficas, computando-se somente as áreas vertentes situadas no Rio Grande do Sul, da seguinte forma:

Bacias	Superfície (km <sup>2</sup> )	Descarga Específicas Médias (l/s/km <sup>2</sup> )	Deflúvio anual Médio (km <sup>3</sup> )
Rio Uruguai	116.930	21,9	80,76
Lagoa dos Patos	111.260	18,8	66,10
Lagoa Mirim	20.740	14,0	9,16
Rio Negro	2.940	13,0	1,24
<b>T o t a l</b>	<b>251.870</b>		<b>156,26</b>

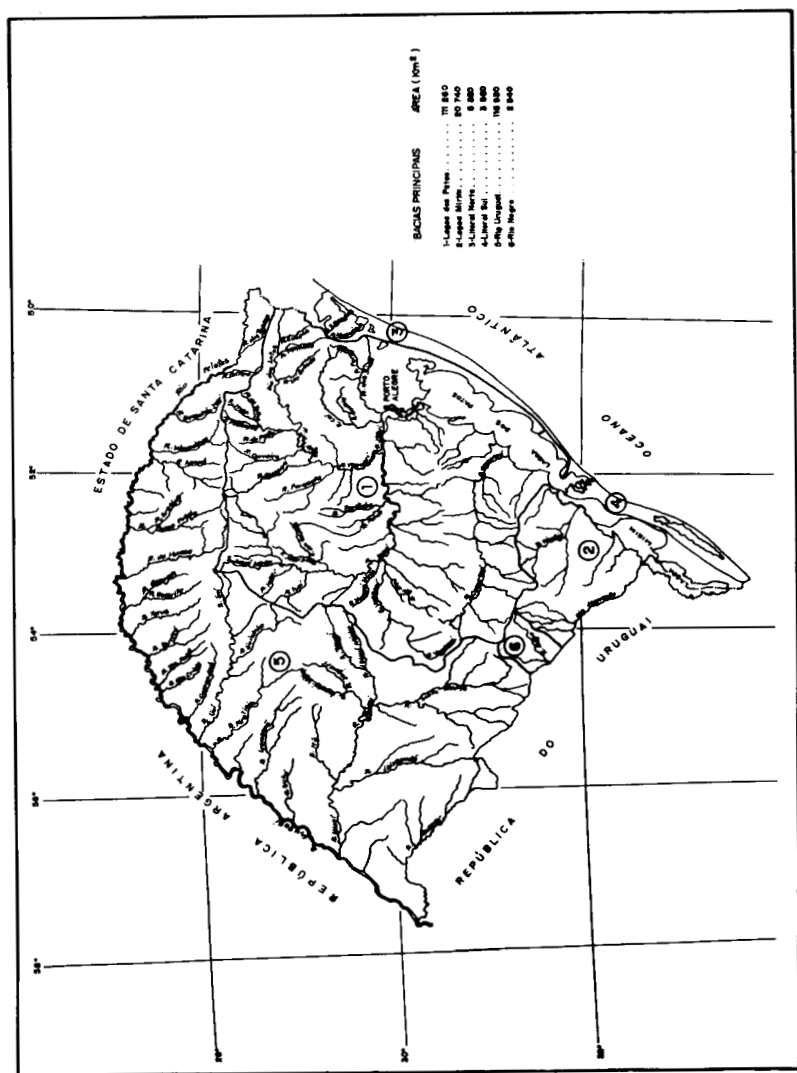


Fig. 08 – Bacias Hidrográficas Principais – RS

Assim, considerando-se a acumulação total estimada de  $80\text{km}^3$  (deduzindo-se o correspondente à Lagoa Mangueira), observa-se que esta acumulação representa quase 50% do deflúvio anual médio.

Todavia, apesar da elevada acumulação disponível, não se deve inferir que a regularização dos caudais, na generalidade e em todos os pontos em que é desejável, seja elevada, até porque, das bacias hidrográficas consideradas, apenas a da Lagoa dos Patos se situa integralmente no Rio Grande do Sul. Além disso, a Lagoa dos Patos, comunicando-se com o oceano através da barra do Rio Grande, não proporciona condições para assegurar-se a retenção de suas águas; por conseguinte, nos meses de verão, freqüentemente ocorre a intrusão de águas oceânicas na sua extremidade meridional.

De outro lado, parte da extensa rede hidrográfica do Rio Grande do Sul, esquematicamente representada na Figura 9, é navegável (mais de 1.000km de hidrovia) e está intimamente vinculada ao processo histórico de povoamento do território rio-grandense.

No citado desenho indicam-se, ainda, as principais subbacias que, em primeira aproximação poderiam ser consideradas para efeito de estudos mais detalhados, visando ao aproveitamento integrado dos recursos hídricos do estado. Neste particular, é de registrar-se que, embora as bacias hidrográficas constituam unidades fisiográficas bem definidas e, por isso, sirvam como base para o estudo das disponibilidades de recursos hídricos, raramente podem ser consideradas microrregiões quando se as considera do ponto de vista da Antropogeografia. Decorre, pois, que, em se tratando de desenvolvimento regional, a bacia hidrográfica não se apresenta como uma unidade de estudo adequada; há que se considerar, então, critérios bem mais amplos.

Considerando os usos consuntivos (abastecimento urbano-industrial, irrigação e alimentação de rebanhos), estima-se que, no presente, o Rio Grande do Sul esteja utilizando menos de 15% das suas disponibilidades médias anuais (cerca de  $157\text{ km}^3/\text{ano}$ ); a irrigação das lavouras de arroz (aproximadamente 700.000ha) demandando  $8,51\text{ km}^3/\text{safra}$ , representa o maior consumo.

### 3.2. Situação anual do Rio Grande do Sul em irrigação

O emprego da irrigação no Rio Grande do Sul está intimamente vinculado à lavoura arrozeira, sendo que sua expansão deve ser creditada à iniciativa privada, cujas experiências pioneiras datam do início do século, e ao apoio oferecido pelo Poder Público, mais efetivo a partir da



criação do Instituto Rio-grandense do Arroz, em 1940.

A ação direta do Poder Público é pouco expressiva no estado, sendo responsável por menos de 4% dos atuais 750.000 ha (em termos aproximados) anualmente irrigados.

A manutenção desta política é recomendada, o que equivale a dizer que ao ensejo da montagem de um programa de irrigação para o estado, suas teses, se propõe, estejam alicerçadas na adequação dos instrumentos de apoio como fator de estímulo à iniciativa privada e na ampliação das ações diretas do Poder Público. Estas, porém, limitadas às obras de maior porte dos sistemas de irrigação/drenagem, quais sejam, os barramentos ou derivações e os canais principais de distribuição/coleta de água, cujo investimento extrapole a capacidade da comunidade envolvida, a qual, nesta concepção, organizada em associações específicas, ficará responsável pela complementação do sistema.

### 3.2.1. Orizicultura

O arroz, que disputa com o trigo a primazia na produção mundial entre os cereais, é uma planta herbácea anual, aquática ou, pelo menos, hidrófila, com exceção de algumas variedades de sequeiro.

No Rio Grande do Sul, dadas as deficiências de umidade do solo verificadas no verão — estação adequada para o cultivo de arroz, em razão dos parâmetros de temperatura e luminosidade, existem limitações definitivas para o cultivo de sequeiro, exceto em áreas restritas normalmente mal drenadas. Assim, o arroz de sequeiro não tem expressão econômica, sendo praticado apenas para subsistência.

Por conseguinte, o cultivo do arroz (*Oryza sativa*) no estado está intimamente vinculado à prática da irrigação. A ampla disponibilidade de águas superficiais e de extensas áreas irrigáveis explica, pois, o desenvolvimento da orizicultura gaúcha.

Tratando-se de uma gramínea hidrófila, a irrigação por inundação é a que melhor atende suas exigências, uma vez que, além de suprir a elevada demanda hídrica da planta, proporciona, através do lençol d'água

superficial, uma conveniente regulação térmica do solo. Atende-se, assim, o que, no linguajar campeiro, se define como exigência básica do arroz: “cabeça quente e pé frio e molhado”, e, possivelmente por isso, com frequência, observam-se plantas mais desenvolvidas nas proximidades das entradas d’água, onde a temperatura desta (e do solo, por conseqüência) é mais baixa.

O zoneamento agrícola, referido no item anterior, indica que a maior parte do estado é considerada como zona preferencial, sendo toleradas e marginais apenas algumas áreas na encosta superior do nordeste; este zoneamento não observa as limitações relativas às deficiências hídricas, porque se refere exclusivamente ao arroz irrigado.

Em termos amplos, dentro da zona considerada preferencial e como conseqüência das condições de relevo, o cultivo do arroz praticamente se encontra na porção sul do estado, notadamente nas Regiões da Depressão Central, da Campanha e do Litoral.

De uma forma geral, a disponibilidade de água pode limitar a expansão da área anualmente cultivada, que é da ordem de 30% das terras aptas à irrigação, normalmente planas e com horizonte B impermeável.

Agora, a limitação no suprimento d’água por irrigação, mais relevante na região da Campanha, o sistema de cultivo tem estado, tradicionalmente, condicionado à necessidade de descanso (pousio) das terras para controle de invasores, prática que gradativamente vem sendo reduzida, em função da aplicação de defensivos e outros procedimentos. Por conseguinte, é de supor-se que, asseguradas as condições de irrigação, o sistema de rotação possa evoluir, alcançando-se, conforme experiência já desenvolvida, a utilização anual de 50% das áreas arrozáveis.

Nesse particular, é interessante notar que, na cultura do arroz irrigado em alguns países, não se observa nenhum período de descanso das terras, prevenindo-se a concorrência de plantas invasoras mediante outros métodos de cultivo (limpeza manual, semeadura nas águas, transplante) e, principalmente, pelo uso de sementes certificadas.

De outro lado, no sistema de rotação de arroz (1 a 3 anos) com



pastagens naturais (7 a 10 anos), o rendimento de pastoreio nos campos naturais é normalmente baixo, devido às dificuldades de drenagem, que também tornam críticas as condições para preparo da terra em anos chuvosos.

Na generalidade, as lavouras arroseiras apresentam apenas um sistema precário para esgotamento da água de irrigação; dada a baixa declividade, que dificulta o escoamento superficial, e a pouca permeabilidade do subsolo, que obsta a infiltração das águas, a drenagem é realmente difícil.

Em algumas áreas arroseáveis em que o solo agrícola é mais profundo ou arenoso, parece tecnicamente viável o melhoramento da drenagem; não se tendo ainda respostas conclusivas quanto aos aspectos econômicos.

Também a sistematização, nivelando-se os terrenos cultivados, apresenta problemas nas áreas que o horizonte A é raso (menos de 40-50 cm). Em solos profundos, o custo normalmente elevado da sistematização torna este procedimento apenas viável, quando realizado pelo proprietário das terras; dado o sistema de lavouras itinerantes, até hoje prevalente, tem-se pouca experiência, no Rio Grande do Sul, nesta matéria.

Do ponto de vista fitossanitário, a bruzone — causada pelo fungo *Piricularia oryzae* Cav. — é também, como ocorre em vários países (Japão), o principal problema da orizicultura rio-grandense, particularmente quando se verificam longos períodos chuvosos e nublados.

Apesar de que a demanda hídrica para o cultivo do arroz irrigado indica, em princípio, que a disponibilidade de água em algumas áreas constitui um fator limitante ao aumento da superfície cultivada anualmente. Assim, a construção de açude e grandes barragens impõe-se ser considerada não só pela redução de custos proporcionada pela irrigação por gravidade, mas também pelo aumento da disponibilidade efetiva de água para expandir a área cultivada.

As Tabelas 14 e 15 e Figura 10 apresentam, por região, os sistemas de irrigação empregados, mecânica e natural e as respectivas áreas. Den-

**TABELA 14** — Sistema de Irrigação, Segundo o Manejo d'água, por Regiões Orizícolas do Rio Grande do Sul — safra 1982/83

Região	Mecânica			Natural			Total
	Área (ha)	Área total (%)	Área da Região (%)	Área (ha)	Área Total (%)	Área da Região (%)	
Sul	136.888	21,6	97,36	3.712	0,6	2,64	140.600
Litoral	68.839	10,9	68,05	32.321	5,1	31,95	101.160
Fronteira							
Oeste	167.016	26,4	90,45	17.634	2,8	9,55	184.650
Depressão							
Central	84.686	13,4	55,66	67.462	10,7	44,34	152.148
Campanha	14.062	2,2	26,03	39.958	6,3	73,97	54.020
Total	471.491	75,5	—	161.087	25,5	—	632.578

tro da irrigação mecânica, são apresentados, através das Tabelas 16 e 17, a energia utilizada para o acionamento dos referidos sistemas.

Por último, as Tabelas de números 18 e 19 e Figura 11 apresentam a situação da estrutura fundiária nas lavouras arroseiras, segundo as regiões orizícolas do estado.

### 3.2.2. Outros cultivos

Além do arroz cujo cultivo, no estado, depende necessariamente de irrigação, a quase totalidade das demais culturas de ciclo estival também tem sua produtividade afetada pelas deficiências ou excessos de umidade do solo e, por conseguinte, pode apresentar interesse para um programa de irrigação e drenagem.

Comparativamente com o arroz, a diferença fundamental é de que, para esses cultivos, a irrigação e drenagem têm caráter suplementar, não se configurando como uma necessidade evidenciada pela perda total da produção.

Assim, a soja, o milho, o feijão, o sorgo, a batatinha e as hortaliças, dentre as culturas anuais, apresentam rendimentos médios que refletem a insuficiência ou o excesso de umidade do solo. Também a mandioca, abacaxi, cana-de-açúcar e outras culturas semiperenes, bem como as frutíferas, em geral, e pastagens devem ser, em princípio, objeto de atenção, quando se trata de implementar um programa de manejo adequado dos recursos hídricos para fins agrícolas.

As indicações acima, meramente enunciativas, não excluem outros cultivos para os quais é essencial o adequado condicionamento do binômio solo-água.

De outra parte, tendo-se presente as freqüentes estiagens de verão e as conseqüentes quebras da produção de soja, milho e feijão, estes cultivos se apresentariam como prioritários para a irrigação, notadamente os dois primeiros por serem praticados mais intensamente no estado. A esse propósito, convém considerar as seguintes produtividades médias\*, em kg/ha:

**TABELA 15** – Distribuição Percentual dos Sistemas de Irrigação e Rendimento Médio, Segundo o Estrato de Área das Lavouras Orizícolas do Rio Grande do Sul, safra 1982/83.

Estratos de Área das Lavouras (ha)		Sistemas de Irrigação		Rendimento Médio (Kg/ha)
		Mecânica (%)	Natural	
Até	9	22,3	77,7	3.367
9	25	42,0	58,0	4.011
25	50	58,0	42,0	4.330
50	100	70,4	29,6	4.159
100	200	70,1	29,9	4.188
200	400	77,5	22,5	4.262
Acima de	400	90,3	9,7	4.405
Média		74,5	25,5	4.339

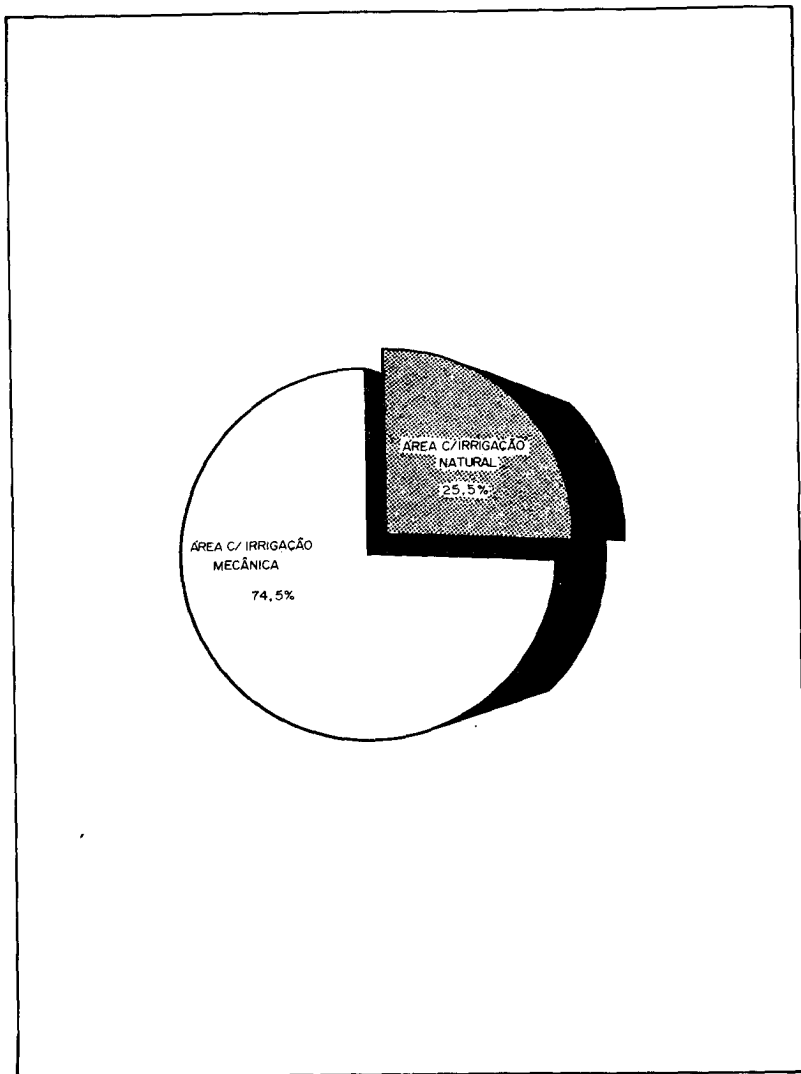


Fig. 10 – Sistemas de Irrigação

**TABELA 16 — Sistema de Irrigação, Segundo o Manejo d'água, por Regiões do Estado do Rio Grande do Sul, 1982/83**

Regiões	Motores a Explosão			Motores Elétricos			Natural			Total (ha)
	Área (ha)	Área Total (%)	Área da Região (%)	Área (ha)	Área Total (%)	Área da Região (%)	Área (ha)	Área Total (%)	Área da Região (%)	Total
Sul	75.966	12,0	54,0	60.922	9,6	43,3	3.712	0,6	2,6	140.600
Litoral	8.143	1,3	8,0	60.696	9,6	60,0	32.321	5,1	31,6	101.160
Fronteira Oeste	44.648	7,1	24,1	122.368	19,3	66,2	17.634	2,8	9,5	184.650
Depressão										
Central	25.850	4,1	16,9	58.836	9,3	38,6	67.462	10,7	44,3	152.148
Campanha	11.231	1,7	20,7	2.831	0,5	5,2	39.958	6,3	73,9	54.020
<b>Total</b>	<b>165.838</b>	<b>26,2</b>	<b>—</b>	<b>305.653</b>	<b>48,3</b>	<b>—</b>	<b>161.087</b>	<b>25,5</b>	<b>—</b>	<b>632.578</b>

**TABELA 17** – Distribuição Percentual dos Sistemas de Irrigação e Rendimento Médio, Segundo o Estrato de Área das Lavouras Orizícolas do Rio Grande do Sul, safra 1982/83

Estrato de Área das Lavouras (ha)	Sistema de Irrigação			Rendimento Médio (m/ha)
	Motores a Explosão (%)	Motores Elétricos (%)	Natural (%)	
Até 9	22,3	—	78,0	3.367
9 . . . . . 25	33,5	8,5	58,0	4.011
25 . . . . . 50	37,2	20,8	42,0	4.330
50 . . . . . 100	39,6	30,8	29,6	4.159
100 . . . . . 200	30,8	39,3	29,9	4.188
200 . . . . . 400	29,0	48,5	22,5	4.262
Acima de 400	36,2	54,1	9,7	4.405
Média	26,2	48,3	25,5	4.339

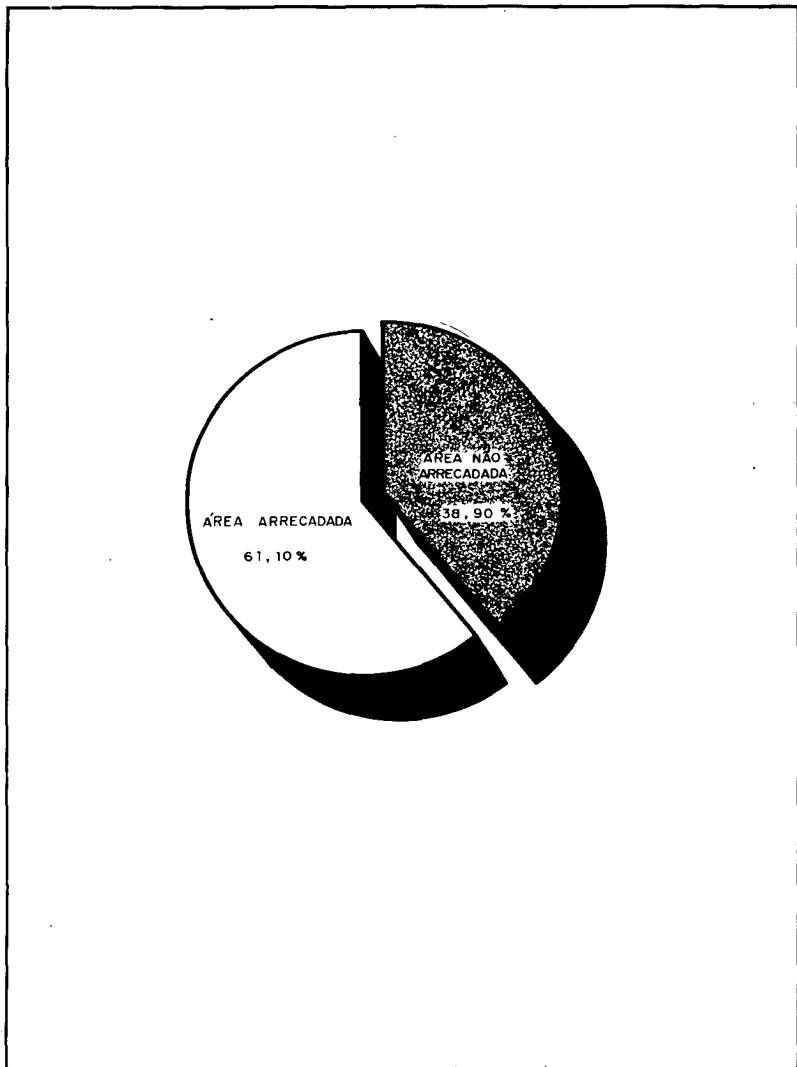
**QUADRO 18** – Situação da Estrutura Fundiária nas Lavouras Arrozeiras, Segundo as Regiões Orizícolas do Rio Grande do Sul, safra 1982/83

Regiões	Terras Próprias			Terras Arrendadas			Rendimento Médio (m/ha)
	Área (ha)	Área Total (%)	Área da Região (%)	Área (ha)	Área Total (%)	Área da Região (%)	
Sul	68.950	10,9	40,0	71.650	11,3	50,9	4.389
Litoral	53.777	8,5	53,1	71.383	7,5	46,8	4.266
Fronteira							
Oeste	56.392	8,9	30,5	128.258	20,3	69,4	4.412
Depressão							
Central	57.649	9,1	37,8	94.499	14,9	62,1	4.202
Campanha	9.599	1,5	17,5	44.421	7,1	82,2	3.950
<b>Total</b>	<b>246.367</b>	<b>38,9</b>	<b>—</b>	<b>386.211</b>	<b>61,1</b>	<b>—</b>	<b>4.339</b>



**TABELA 19** — Situação da Estrutura Fundiária e Rendimento Médio Segundo os Estratos de Áreas das Lavouras Orizícolas do Rio Grande do Sul, safra 1982/83

Estratos de Área das Lavouras (ha)	Terras Próprias		Rendimento Médio (kg/ha)
	(%)	Terras Arrendadas (%)	
Até 9	86,0	14,0	3.367
9 ..... 25	57,1	42,9	4.011
25 ..... 50	44,2	55,8	4.330
50 ..... 100	31,4	68,6	4.159
100 ..... 200	27,7	72,3	4.188
200 ..... 400	28,7	71,3	4.262
Acima de 400	49,0	51,0	4.405
<b>Média</b>	<b>38,0</b>	<b>61,1</b>	<b>4.339</b>



**Fig. 11 – Situação da estrutura fundiária nas lavouras  
arrozais, segundo as regiões orizícolas do Rio Grande  
do Sul – Safra 1982/83**

Cultivos	Sequeiro	Irrigado	
	Brasil	Estados Unidos	Itália
Milho	1.346	8.500	9.000
Soja	1.386	3.900	--

\* Lavoura Arrozreira. Porto Alegre, ÍRGA, v. 29, n. 292, jun. 1976.

Apesar de que, certamente, outros fatores também concorram para as elevadas produtividades obtidas nos países citados acima, é flagrante a importância da irrigação porque comparativamente e com relação ao arroz irrigado, esses mesmos países já não alcançam rendimentos tão superiores aos verificados na lavoura rio-grandense.

Ademais, sabe-se que, no caso do milho, principalmente nas épocas de sua floração e polinização, falta de água conduz necessariamente a baixas produtividades.

Em estudo de 1986\*, indicava-se que, nas regiões do litoral, campanha de depressão central, a frequência de estiagens no período crítico da cultura do milho excedia a 50% dos anos. Infere-se, pois, que, nessas regiões, a irrigação do milho já não se configura como de caráter meramente supletivo; problemas de comercialização e o fato de tratar-se de uma lavoura não empresarial, talvez sejam as razões mais plausíveis para justificar o cultivo do milho de sequeiro.

Milho, soja, feijão, sorgo, pastagens e outros cultivos são, também bastante sensíveis ao excesso de umidade do solo, exigindo sistemas de drenagem eficientes. Por essa razão, em grande parte dos solos aptos para o arroz não se desenvolvem adequadamente e, além disso, a técnica de irrigação praticada para o arroz somente seria viável em terrenos sistematizados.

Em síntese, caberia observar que, entre técnicos e leigos, há um consenso quanto aos benefícios da prática da irrigação em várias culturas

---

\* IPEAS. Indicações para os cultivos do milho no Rio Grande do Sul. Pelotas, IPEAS/CETREISUL 1966. (Circular, 27).

de ciclo estival. Lamentavelmente, entretanto, os experimentos realizados para comprovar a viabilidade econômica dessa tese são ainda inexpressivos e na prática, afora o arroz, os demais cultivos de verão são considerados de sequeiro.

De forma preliminar, em função do nível de informações disponíveis e com caráter ilustrativo, se fez a identificação das atuais zonas de concentração da produção de arroz, milho, feijão e soja, que são culturas de ciclo estival, e do trigo, de inverno.

Para tal se adotou a microrregião homogênea como unidade espacial e selecionaram-se, como material básico, as dez microrregiões maiores produtoras e que ocupam maiores áreas de cada cultivo, informações estas que são apresentadas nas Tabelas 20, 21, 22, 23 e 24.

As quatro microrregiões maiores produtoras de cada cultivo foram consideradas como primeira aproximação de zonas de concentração.

As culturas do arroz, que depende da irrigação, e do trigo que a dispensa em função das precipitações naturais que ocorrem normalmente durante seu período de desenvolvimento, dispensam uma apreciação quanto à questão da irrigação.

As zonas de concentração das demais, face à deficiência de umidade no solo, permitem as seguintes constatações:

#### **milho**

Microrregião 326 – deficiência de 0–50 mm

Microrregião 325 – deficiência de 0–50 mm

Microrregião 324 – deficiência de 0–50 MM

Microrregião 312 – deficiência de 0–50 mm

**TABELA 20** – Principais microrregiões, em ordem decrescente de produção, de arroz, Rio Grande do Sul, safra 1983/84

Microrregião	Área colhida		Produção		Rendimento (kg/ha)
	(ha)	%	t	%	
1. Campanha . . . . .	291.686	40,25	1.325.615	42,50	4.545
2. Lagoa Mirim . . . . .	103.668	14,31	422.369	13,54	4.074
3. Lagoas de Patos . . . . .	69.063	9,53	318.562	10,21	4.613
4. Vale do Jacuí . . . . .	51.695	7,13	218.238	7,00	4.222
5. Litoral Oriental da Lagoa dos Patos .	35.800	4,94	162.080	5,20	4.527
6. Santa Maria . . . . .	32.594	4,50	161.122	5,17	3.943
7. Litoral Setentrional do RS . . . . .	31.801	4,39	145.501	4,66	4.575
8. Porto Alegre . . . . .	23.530	3,25	104.075	3,34	4.423
9. Alto Camaquã . . . . .	24.391	3,37	99.020	3,17	4.060
10. Fumicultura de Santa Cruz . . . . .	20.755	2,86	87.470	2,80	4.214
11. Outras microrregiões (14) . . . . .	39.631	5,47	79.961	2,41	1.891
<b>Rio Grande do Sul . . . . .</b>	<b>724.614</b>	<b>100,00</b>	<b>3.119.013</b>	<b>100,00</b>	<b>4.304</b>

**TABELA 21** — Principais microrregiões, em ordem decrescente de produção de milho, Rio Grande do Sul, safra 1983/84

Microrregião	Área colhida		Produção		Rendimento (kg/ha)
	(ha)	%	t	%	
1. Colonial de Erechim	281.160	14,93	600.762	16,84	2.137
2. Colonial de Iraí	245.690	13,05	505.226	14,16	2.056
3. Colonial de Santa Rosa	225.780	11,99	395.317	11,08	1.751
4. Colonial do alto Taquari	117.326	6,23	252.258	7,07	2.150
5. Passo Fundo	107.100	5,69	213.800	5,99	1.996
6. Lagoa dos Patos	133.500	7,09	192.725	5,40	1.444
7. Fumicultura de Santa Cruz	85.650	4,55	157.313	4,41	1.837
8. Colonial do baixo Taquari	71.800	3,77	155.718	4,37	2.191
9. Colonial das Missões	86.100	4,57	151.557	4,25	1.760
10. Triticultura de Cruz Alta	68.800	3,65	128.650	3,61	1.870
11. Outras microrregiões (14)	461.038	24,48	814.034	22,82	1.766
Rio Grande do Sul	1.883.224	100,00	3.567.360	100,00	1.894

**TABELA 22** – Principais microrregiões, em ordem decrescente de produção de feijão, Rio Grande do Sul, safra 1983/84

Microrregião	Área colhida		Produção		Rendimento (kg/ha)
	(ha)	%	t	%	
1. Colonial do Iraí	59.320	30,16	40.557	30,47	684
2. Funicultura de Santa Cruz	23.854	12,13	20.224	15,19	848
3. Colonial de Erechim	23.473	11,93	15.666	11,17	667
4. Lagoa dos Patos	16.350	8,31	11.064	8,31	677
5. Vale do Jacuí	6.565	3,34	4.372	3,28	666
6. Alto Camaquã	9.280	4,72	4.326	3,25	466
7. Passo Fundo	5.675	2,89	4.054	3,05	714
8. Campos de Vacaria	5.968	3,03	3.406	2,56	571
9. Colonial do baixo Taquari	4.401	2,24	3.203	2,41	728
10. Santa Maria	5.230	2,66	3.097	2,33	592
11. Outras microrregiões (14)	36.566	18,59	23.128	17,38	632
Rio Grande do Sul	196.682	100,00	133.097	100,00	677

**TABELA 23** — Principais microrregiões, em ordem decrescente de produção de soja, . Rio Grande do Sul, safra 1983/84

Microrregião	Área colhida		Produção		Rendimento (kg/ha)
	(ha)	%	t	%	
1. Passo Fundo	439.220	12,06	726.424	13,41	1.654
2. Colonial de Santa Rosa	438.335	12,04	710.097	13,11	1.620
3. Triticulora de Cruz Alta	467.000	12,82	693.840	12,81	1.486
4. Colonial de Erechim	401.932	11,04	607.375	11,22	1.511
5. Colonial das Missões	391.500	10,75	502.525	9,28	1.284
6. Colonial de Iraí	303.800	8,34	473.762	8,75	1.559
7. Colonial de Ijuí	232.500	6,38	363.800	6,83	1.591
8. Campanha	223.270	6,13	243.825	4,50	1.092
9. Soledade	111.200	3,05	169.440	3,13	1.514
10. Colonial do alto Jacuí	89.500	2,46	155.240	2,87	1.735
11. Outras microrregiões (14)	543.556	14,93	763.166	14,09	1.404
Rio Grande do Sul	3.641.813	100,0	5.415.494	100,00	1.487



**TABELA 24** — Principais microrregiões, em ordem decrescente de produção de trigo, Rio Grande do Sul, safra 1983/84

Microrregião	Área colhida		Produção		Rendimento (kg/ha)
	(ha)	%	t	%	
1. Campanha	92.657	14,61	106.977	17,49	1.155
2. Colonial das Missões	109.164	17,21	99.199	16,22	909
3. Triticulora de Cruz Alta	67.035	10,57	71.422	11,84	1.080
4. Passo Fundo	56.851	8,96	67.411	11,02	1.186
5. Colonial de Santa Rosa	126.025	19,87	62.514	10,22	496
6. Colonial de Erechim	32.001	5,05	44.615	7,29	1.394
7. Colonial de Irajá	44.855	7,07	43.506	7,11	970
8. Colonial de Ijuí	41.851	6,60	37.397	6,11	894
9. Colonial do alto Jacuí	19.700	3,11	31.068	5,08	1.577
10. Soledade	12.161	1,92	13.093	2,14	1.077
11. Outras microrregiões (14)	31.887	5,03	33.430	5,48	1.048
<b>Rio Grande do Sul</b>	<b>634.187</b>	<b>100,00</b>	<b>611.632</b>	<b>100,00</b>	<b>964</b>

## **feijão**

Microrregião 317 — deficiência de 0–50 mm e mais de 100 mm

Microrregião 326 — deficiência de 0–50 mm

Microrregião 325 — deficiência de 0–50 mm

Microrregião 314 — deficiência de 50–100 mm e mais de 100 mm

## **soja**

Microrregião 326 — deficiência de 0–50 mm

Microrregião 324 — deficiência de 0–50 mm

Microrregião 328 — deficiência de 0–50 mm

Microrregião 322 — deficiência de 0–50 mm e de 50–100 mm

Estes valores corroboram a idéia de que a irrigação tem caráter complementar, visando também corrigir problemas de distribuição do abastecimento natural das necessidades hídricas das culturas, pois é conhecido que, se a deficiência ocorrer em períodos críticos, seus reflexos sobre a produtividade são significativos. É possível, inclusive, que esta seja uma das causas das baixas produtividades médias obtidas no estado.

Outro fator que chama a atenção é o fato de que estas culturas se distribuem por quase todo o estado, distribuição esta que foi obtida sem a interferência da irrigação, o que sugere a possibilidade, bastante provável ao que se crê, de desenvolvimento de novas zonas, em decorrência da introdução das tecnologias de controle de água no solo.

Tal condição se verifica com a atual zona arrozeira, com área da ordem de 2,5 milhões de hectares e anualmente ocupando apenas um terço com agricultura irrigada.

Na hipótese da utilização destas áreas para outros cultivos irrigados, a partir da adequação de suas condições de drenagem, ter-se-ia a seguinte situação em termos de deficiência de umidade no solo.

Microrregião 321 — deficiência entre 50–100mm e mais de 100mm

Microrregião 319 — deficiência entre 50–100 mm e mais de 100mm

Microrregião 317 — deficiência entre 0–50mm e mais de 100mm

Microrregião 315 – deficiência entre 50–100mm e mais de 100mm

### 3.2.3 – Técnicas de irrigação em uso

No Rio Grande do Sul, o único método de irrigação que tem sua tecnologia difundida e amplamente aplicada na lavoura orizícola é o de inundação e que consiste, em essência, na situação de uma determinada camada do solo e na manutenção de um lençol de água na superfície da área irrigada.

Em princípio, nesse método, o terreno não precisa ser sistematizado, sendo deficiente o estabelecimento de diques de terra, segundo as curvas de nível do terreno, para conter a água e manter a altura da lâmina líquida. Por essa razão, há preferência pelas terras planas e de baixa declividade que, exigindo menor extensão de diques (taipas ou marachas), permitem “quadros” (áreas entre duas taipas contíguas) maiores, com conseqüente redução de custos e maior facilidade para a colheita.

Pode ser dito, portanto, que esse método é exigente quanto às condições topográficas, demandando declividades inferiores a 1%, e a essas já corresponderiam afastamentos de 10–15m entre as taipas, dificultando o trabalho mecanizado no espaço intermediário. Em realidade, declives 0,5% (50cm/100m) podem ser considerados, na área arroseira, como muito acentuados, pois conduziriam a um afastamento das taipas entre 20 e 30m.

Os valores indicados acima servem apenas para evidenciar a influência das condições topográficas do terreno e as limitações que daí decorrem para irrigar por inundação.

Por outro lado, a falta de aeração, decorrente da saturação do solo, limita o emprego desse método para outras culturas de verão praticadas no estado, a não ser pela aplicação de banhos intermitentes em pastagens, quando as condições de microrrelevo o permitam.

A irrigação por sulcos, em forma intermitente para manter a umidade do solo a nível adequados, seriam em princípio apropriado à irrigação de milho, soja, feijão e outros cultivos de verão, dependendo das

condições topográficas e das características físicas do solo (permeabilidade). Como esse método está fundamentado na infiltração de água, a partir dos sulcos, exige controle adequado da velocidade de escoamento superficial.

No estado, esse método é utilizado de forma incipiente, no cultivo de hortaliças e em áreas ainda restritas; contudo, a irrigação por sulcos é a que tem melhores possibilidades de se difundir mais rapidamente, face ao seu custo mais baixo, apesar de algumas dificuldades iniciais quanto à difusão da tecnologia adequada.

Efetivamente, outros métodos, como aspersão e gotejo representam investimentos iniciais mais elevados e, ocasionalmente, custos operacionais também superiores; nos casos em que o bombeamento for indispensável o custo da energia tende a confinar a utilização desses métodos a cultivos altamente rentáveis, tais como frutíferas e hortaliças.

Relativamente à drenagem, apenas na lavoura arroseira existem sistemas implantados e, assim mesmo, funcionando essencialmente para o esgotamento das águas superficiais de irrigação; esses sistemas não proporcionam condições para controle ou remoção da umidade do solo. Por essa razão, em anos de elevada pluviosidade, as operações de preparo da terra são extremamente dificultadas, o mesmo podendo ocorrer durante a colheita.

No geral, dir-se-ia que as técnicas de manejo da água para o efetivo controle da umidade do solo não estão suficientemente difundidas e existem poucas pesquisas e experimentos nesse sentido.

Ademais, a irrigação dos cultivos hoje havidos como de sequeiro representará um aumento na demanda da mão-de-obra, exigindo maior grau de qualificação. Estima-se, por exemplo, que a demanda de mão-de-obra para o milho irrigado seja de 150% da necessária para o cultivo de sequeiro (24 homens-dia/ha); em contrapartida, a produtividade poderá ser de três a quatro vezes superior.

Assim, ao lado do aspecto positivo da geração de empregos, a irrigação demandará um intenso trabalho de assistência técnica e extensão rural.

A prática da irrigação no Rio Grande do Sul está intimamente vinculada à lavoura arrozeira e, de uma forma geral, deve-se creditar à iniciativa privada o mérito maior pela expansão da orizicultura rio-grandense.

Assim, ao comentar-se a situação da irrigação no estado, impõe-se reconhecer que se estará considerando a cultura do arroz irrigado.

### 3.2.3.1 A lavoura orizícola

Tem-se notícia que já em 1832 se praticava o cultivo de arroz no Rio Grande do Sul, mas como cultura de sequeiro, sem irrigação, com caráter incipiente, época em que a pecuária constituía a atividade de maior expressão econômica.

Em 1904 foi implantada a primeira lavoura irrigada, empregando uma máquina alternativa a vapor (locomóvel a lenha) para acionar as bombas hidráulicas.

A expansão desta tecnologia foi rápida, pois em 1908 eram produzidos 55.000 sacos de arroz, elevando-se para 350.000 sacos em 1912. E, 1920 já existiam lavouras com mais de 1.500 hectares, revelando, desde aquela época, a característica de lavoura empresarial que tem marcado a evolução do cultivo de arroz irrigado no estado.

Com a criação do Instituto Rio-grandense do Arroz, em 1940, o poder público passou a prestar um apoio mais efetivo à iniciativa privada, especialmente pelas ações nas áreas de assistência técnica, pesquisa e comercialização da produção.

Apenas para se formar uma idéia sobre os resultados obtidos pela composição iniciativa privada/apoio do poder público, tem-se a seguinte evolução da lavoura arrozeira no estado, em grandes números:

Anos	Áreas cultivadas	Produtividade
	(1.000 ha)	(t/ha)
1920	60	0,60
1930	100	0,65
1940	150	0,75
1950	250	0,80
1960	350	0,95
1970	400	1,85
1980	550	2,10
1985	700	4,80

O método de irrigação utilizado é de inundação que consiste, em essência, na saturação de uma camada do solo e manutenção de um lençol de água na superfície da área irrigada.

Em princípio, nesse método, o terreno não precisa ser sistematizado, sendo suficiente o estabelecimento de diques de terra, segundo as curvas de nível, para conter a água e manter a lâmina líquida.

Estes requisitos fizeram com que a lavoura de arroz buscasse os solos de baixa permeabilidade e topografia plana, situados às margens dos cursos de água e depósitos naturais, proximidade esta que facilita também o abastecimento de água pela menor distância de sua condução

A maior demanda de água, conseqüente do aumento de área cultivada, e emprego de cultivares mais produtivos, de porte mais baixo, passaram a exigir mais atenção à água de irrigação e seu manejo, daí resultando a introdução das técnicas de correção do microrrelevo dos solos e sistematização, esta em parte limitada nos solos com horizonte pouco profundo.

Declives naturais de 0,5% são considerados muito acentuados para a condução deste método de irrigação, que, em termos médios, demanda

cerca de 13 a 17.000 m<sup>3</sup>/ha/safra, aí computadas as perdas de condução da água.

A área de várzeas no Rio Grande do Sul tem uma superfície estimada em cerca de 2 a 2,5 milhões de hectares, dos quais anualmente hoje são cultivados ao redor de 750.000ha.

Em termos teóricos, pressupondo uma adequada distribuição dos recursos hídricos, esta lavoura pode se expandir em 250 a 500 mil hectares, situação em que anualmente ocuparia 50% das várzeas disponíveis, ficando ainda de 1 a 1,25 milhões de hectares passíveis de outros usos, uma vez adequadas suas condições de drenagem.

### 3.2.3.2. A irrigação em geral

A irrigação das demais culturas, como milho, feijão, soja, pastagens, hortaliças, frutíferas, entre outras, é ainda incipiente, estimando-se uma superfície total não alcançando 3% da área irrigada com arroz.

Em caráter experimental alguns produtores têm aplicado esta tecnologia, especialmente em verões muito secos, em áreas pequenas, valendo-se dos sistemas utilizados para o arroz com metodologia empírica (banhos), mas com resultados positivos.

A implantação de programas nacionais, como o PROVÁRZEAS e PROFIR, tem estimulado a expansão da irrigação, sendo que hoje já se encontram produtores utilizando irrigação por sulcos e aspersão em culturas tradicionalmente tidas como de sequeiro. Recente demonstração de trabalhos orientados pela EMBRATER/RS mostram lavouras de milho com produtividades ao redor de 11 t/ha, irrigada por sulcos.

A irrigação de pastagens de ciclo estival, apenas existente em experiências pioneiras, feita por processo de escoamento superficial tem também assegurado rendimentos positivos, que alcançam a três unidades/animal/ha, enquanto a produção da pastagem nativa não chega a metade na mesma época do ano. Estes valores podem ser aumentados se se adotar o processo rotativo de pastoreio, em lugar do contínuo, de uso mais difundido. A produção de sementes de forrageiras, sob irrigação, tem tam-

bém apresentado resultados encorajadores, não só pela produtividade obtida como pela segurança de produção.

Em termos de frutíferas há também algumas experiências de produtores, como maçãs e nogueira-peçã, esta última, inclusive, utilizando o processo de gotejamento.

Na produção de hortaliças a irrigação é mais amplamente empregada, com destaque para a aspersão, em que pese certas restrições a emprego deste método especialmente na cultura de tomate, em função dos tratamentos contra doenças fúngicas que requer.

Salvo, portanto, o emprego na olericultura a irrigação dos cultivos tidos como de sequeiro tem tido caráter incipiente, no Rio Grande do Sul.

As boas respostas em produtividade e garantia de produção, a motivação decorrente das secas críticas e da desuniforme distribuição natural das chuvas, e o apoio do Poder Público por meio da pesquisa, assistência técnica, crédito e obras de infra-estrutura estão a indicar que, a exemplo do que já aconteceu com a cultura do arroz, se está em presença do início de um processo de diversificação da agricultura irrigada no Estado.

Esta indicação é corroborada pelas respostas e interesse dos produtores demonstrados com a implantação do PROVÁRZEAS e PROFIR, em que pesem os entraves até então verificados, hoje em vias de saneamento em função da política federal relativa ao setor de produção primária.

### 3.3. Áreas potenciais para uso pela agricultura irrigada. Fatores condicionantes

#### 3.3.1. Físicos

Do Plano Diretor de Irrigação do Rio Grande do Sul tem-se que os condicionantes físicos que interessam para os fins a que se propõe este Programa dizem respeito aos aspectos fisiográficos do Rio Grande do Sul, notadamente seu relevo, clima, solos e recursos hídricos.



Tais fatores, de importância decisiva na implementação da agricultura irrigada, são considerados em um grau de detalhamento apenas suficiente para o estabelecimento de diretrizes gerais.

Em etapas posteriores, e de acordo com o maior ou menor interesse de cada zona de concentração, caberá o desenvolvimento de estudos mais detalhados sobre os diferentes aspectos de geografia física a seguir comentados.

## Relevo

De acordo com trabalho realizado\* pela Divisão de Pedologia, do Ministério da Agricultura, no Estado do Rio Grande do Sul, podem ser reconhecidas, quanto ao relevo, cinco regiões fisiográficas no território de 282.184 km<sup>2</sup>, correspondentes a 3,32% da superfície do país.

Como se indica na Figura 12, o planalto (I), a Depressão Central (II), a Serra do Sudeste (III), a Capanha (IV) e o Litoral (V) constituem as grandes regiões naturais do Estado.

Essas regiões naturais apresentam, quanto ao relevo, as seguintes características:

### a) Planalto (I)

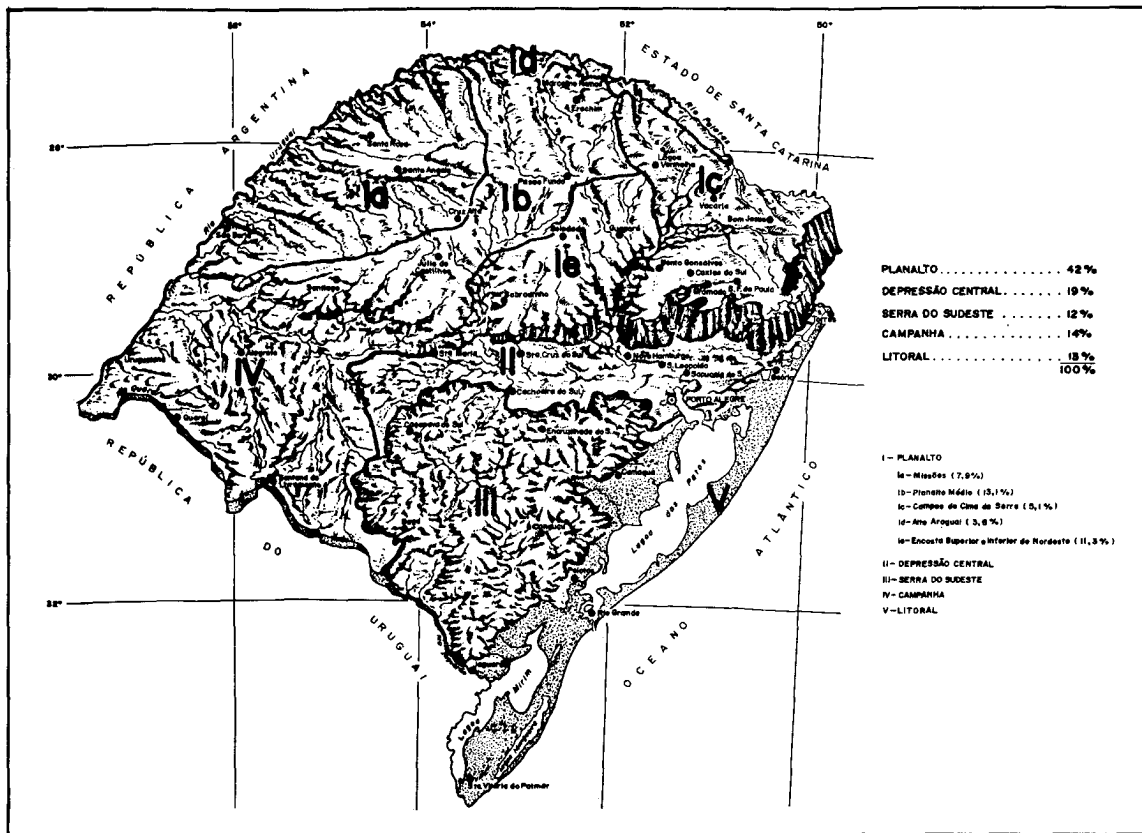
Abrangendo uma área de aproximadamente 120.000 km<sup>2</sup> (42%) e representando a terminação meridional do planalto arenito-basáltico do sul do Brasil, pode ser dividido nas seguintes sub-regiões:

— Missões (Ia): com relevo predominantemente entre suavemente ondulado (declividade de 2 a 8% a ondulado (declividade de 8 a 16%), caracteriza-se por apresentar elevações arredondadas (coxilhas), com pendentes de centenas de metros, e integra a bacia hidrográfica do rio Uruguai.

---

\* BRASIL. Ministério da Agricultura. Divisão de Pedologia. Levantamento dos solos do Rio Grande do Sul. /s.1/1973.

Fig. 12 - Regiões Naturais (Relevo)



– Planalto Médio (Ib): na sua porção norte, o relevo é ondulado a forte-ondulado (declividade de 8 a 32%, apresentando elevações variáveis de dezenas e centenas de metros. Na parte sul, onde ocorre o arenito, o relevo é ondulado (8 a 16% de declividade), com elevações arredondadas, formando, entre si, depressões onde a drenagem é impedida.

– Campos de Cima da Serra (Ic): o relevo se caracteriza por apresentar coxilhas alongadas, com declives suaves na microrregião de Vacaria e fortes nos municípios de Bom Jesus e São Francisco de Paula.

– Alto Uruguai (Ib): o relevo é forte-ondulado a montanhoso (declividade de 16 a 32% e mais), drenado pelo rio Uruguai e tributários, os quais apresentam vales em forma de “V”;

– Encosta. Superior e Inferior do Nordeste (Ie): o relevo é forte-ondulado a montanhoso, profundamente desgastado pela erosão das águas drenadas pelos rios Jacuí, Taquari, Antas, Caf, Sinos e Gravataí.

## **b) Depressão Central (II)**

Corresponde a uma área de aproximadamente 54.000 km<sup>2</sup> (19%), situada entre as regiões do Planalto e serra do Sudeste, cujo relevo se caracteriza por apresentar amplas planícies aluviais e coxilhas sedimentares (ondulado com pendentes de dezenas de metros).

## **c) Serra do Sudeste (III)**

Com área de aproximadamente 35.000 km<sup>2</sup> (12%), é constituída por massa cristalina, por vezes apresentando cobertura sedimentar. Seus contatos com a Depressão Central, Campanha e Litoral podem ser suaves em certas áreas, mas, em geral, caracterizam-se pelo maior movimento do relevo. Esse é predominantemente forte-ondulado a montanhoso (16 a 32% e mais). Em áreas onde ocorrem rochas sedimentares, é ondulado (8 a 16%) e constituído por elevações com declives em dezenas ou centenas de metros, formando vales.

#### **d) Campanha (IV)**

Ocupando uma área de aproximadamente 40.000 km<sup>2</sup> (14%) é formada por sedimentos permotriásticos e basalto e, onde este predomina, na parte oeste, o relevo é plano a suavemente ondulado (< 2 e de 2 a 8%).

Na zona de Livramento e proximidades de Rosário do Sul, o relevo é ondulado (8 a 16%), com declives em dezenas de metros.

A sudoeste da região é suavemente ondulado (2 a 8%); com declives em centenas de metros.

#### **e) Litoral (V)**

Ocupa área de aproximadamente 36.000km<sup>2</sup> (13%), caracterizando-se por apresentar uma longa e estreita planície, relevo plano (< 2%), sem verdadeiras coxilhas, salientando-se o desenvolvimento de dunas.

Considerando-se apenas o relevo, ou mais propriamente as características topográficas das regiões fisiográficas como se comentou, define-se, em termos bastante genéricos, os diferentes graus de limitação a emprego da irrigação, conforme o quadro a seguir. Para tanto, foram utilizados os critérios propostos pelo engenheiro agrônomo, Raimundo Costa Lemos\*, que servem para uma abordagem preliminar do tema, de natureza meramente indicativa.

Em que pese ao fato de se estar trabalhando com apenas um parâmetro e não se ter dado ênfase ao aspecto relativo a método de irrigação, a sub-região das Missões e as regiões de Depressão Central, Campanha e Litoral são aquelas que apresentam condições de relevo mais favoráveis ao desenvolvimento de uma agricultura irrigada, em níveis apreciáveis. Em contrapartida, as sub-regiões do Planalto Médio, alto Uruguai e Encosta Superior e inferior do Nordeste, assim como a região da serra do

---

\* LEMOS, R. C. Subsídios para a classificação das terras para irrigação. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE IRRIGAÇÃO, 2., Porto Alegre, 1970. Anais. Porto Alegre, s. ed.,/1970.

Sudeste apresentam, na generalidade e do ponto de vista do relevo, condições pouco favoráveis para a implementação da agricultura irrigada. A Figura 13, apresenta o relevo geral do estado, configurado pelas altitudes em relação ao zero hidrográfico (Datum Torres – NMM).

Regiões	Grau de Limitação ao uso da Irrigação				
	Nulo	Ligeiro	Moderado	Forte	muito Forte
I – Planalto		0	0	0	0
Ia – Missões					
Ib – Planalto Médio				0	0
Ic – Campos de Cima da Serra			0	0	0
Id – Alto Urugaí					0
Ie – Enc. Sup. e Inf. do Nordeste					0
II – Depressão Central		0	0	0	0
III – Serra do Sudeste				0	0
IV – Campanha		0	0	0	0
V – Litoral		0		0	

## Clima

No Rio Grande do Sul ocorrem, segundo o sistema universal de classificação climática de Köppen, duas variedades específicas do tipo Cf (temperado úmido) a saber:

Cfa – Clima subtropical (ou virginiano), úmido, com chuvas todos os meses, em que temperatura do mês mais quente é superior a 22°C. e a do mês mais frio oscila entre -3 e 18°C;

Cfb – Clima temperado (ou de Faias), em que a temperatura do mês mais quente é inferior a 22°C.

Em relação a essa última variedade específica de clima temperado (ou de Faias), o Rio Grande do Sul, apresentando como particularidade

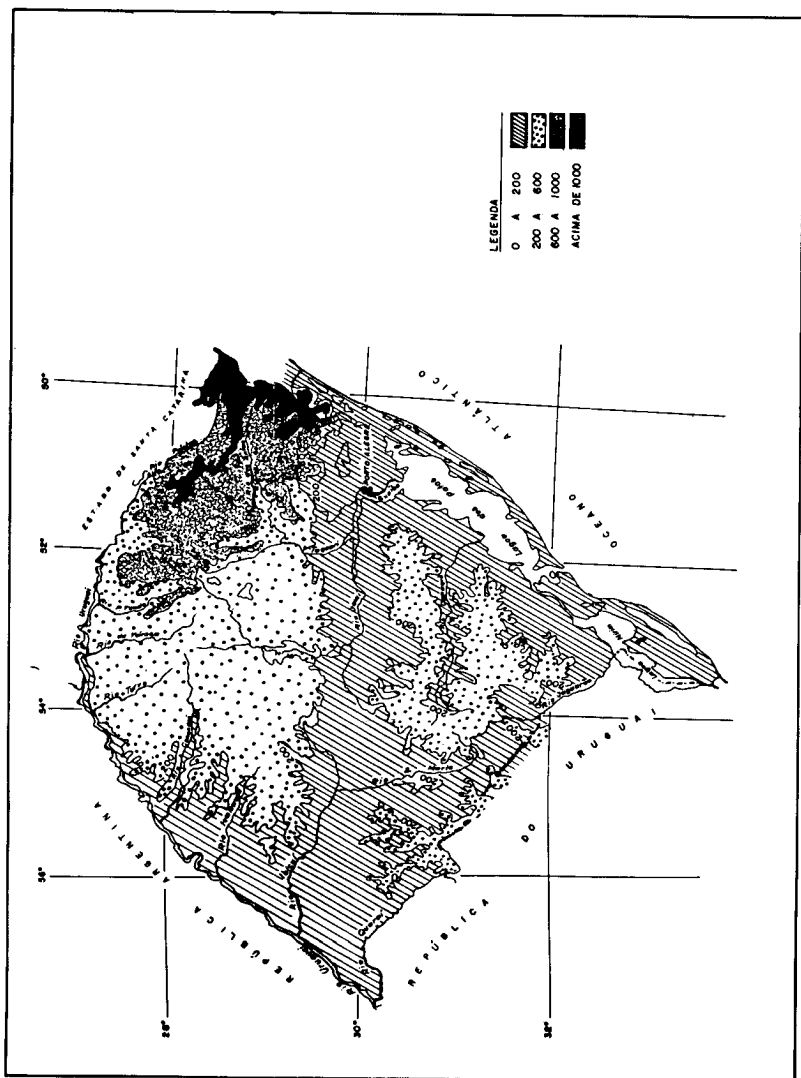


Fig. 13 – Mapa de Relevo

regional temperaturas extremas (médias) entre 10°C a 22°C, é designado por CfbI, com isoterma anual inferior a 18°C.

Já a variedade de clima subtropical (ou virginiano) pode ser dividida em duas sub-regiões:

Cfa 1 — onde a isoterma anual é inferior a 18°C;

Cfa 2 — onde a isoterma anual é superior a 18°C.

Em função das diferenças topográficas e de continentalidade, o Rio Grande do Sul pode ser dividido nas seguintes áreas mortoclimáticas, conforme propõe Motta e Moreno\*, e que estão indicadas na Figura 14.

“CfbI” (Ia) — Planalto Basáltico superior (altitude acima de 600m NMM);

“CfbI” (Ib) — Escudo Sul-rio-grandense — Uruguai (altitudes de 400m NMM e superiores);

“Cfa” (II Ia) — Planalto Basáltico inferior erodido (altitude entre 400 e 600m NMM);

“Cfa” (II Ib) — Periferia do bordo erodido do Planalto Basáltico;

“Cfa” (II Ic) — Escudo Sul-rio-grandense — Uruguai (altitude inferior a 400m NMM).

“Cfa” (II Id) — Planície sedimentar litorânea lagunar (altitude inferior a 100m).

“Cfa” (II 2a) — Planície do vale do Uruguai e parte do Planalto Basáltico Inferior (altitude inferior a 600m NMM).

“Cfa” (II 2 b) — Peneplanície sedimentar periférica (altitude inferior a 400 NMM);

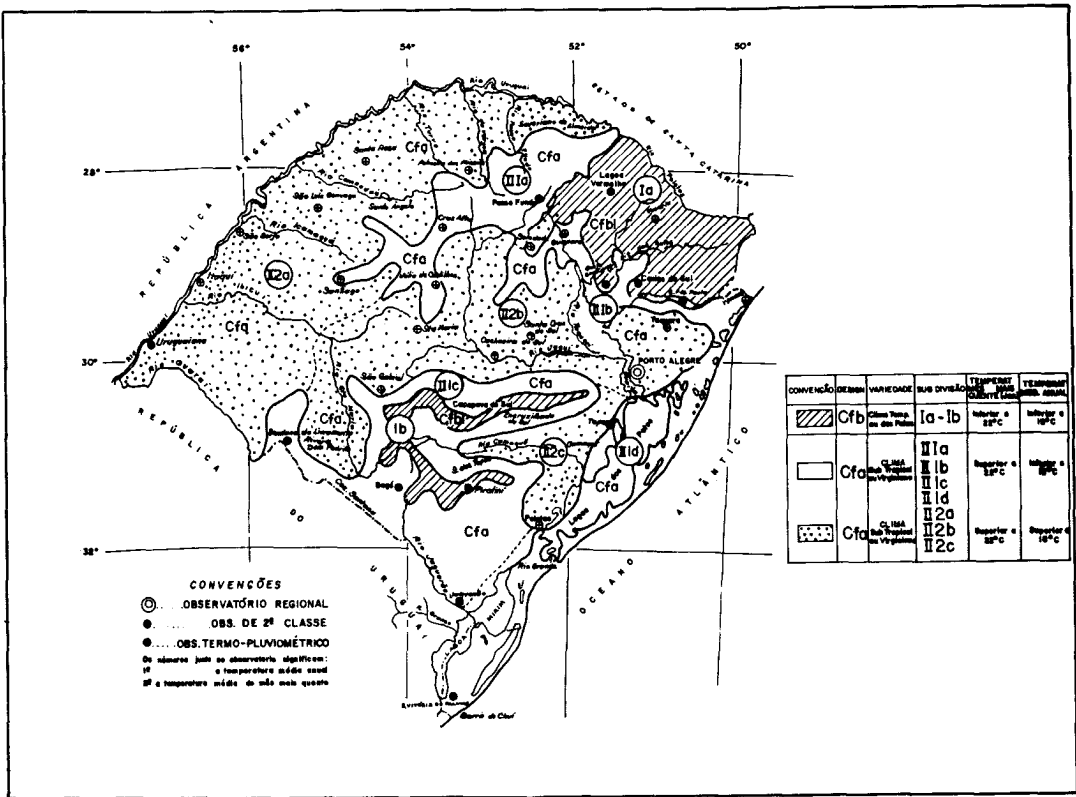
“Cfa” (II 2c) — Vale do rio Camaquã (altitude inferior a 400m NMM)

---

\* MOTTA, F. & MORENO, J. A. *Clima do Rio Grande do Sul*. Porto Alegre, Secretaria da Agricultura, 1961.

\*\* Op. cit., nota 3.

Fig. 14 - Clima





Sob o ponto de vista da agropecuária, a temperatura, as chuvas e a insolação são os fatores climáticos mais relevantes embora outros aspectos (umidade relativa, geadas, ventos) também apresentem importância para determinados cultivos ou linhas de produção.

Assim, para ampliar a caracterização climática geral do estado com vistas ao propósito visado, comentam-se, a seguir, os parâmetros acima indicados.

## Temperatura

A média anual do estado é de 18°C, variando de 16 a 19,4°C, conforme as isotermas anuais indicadas na Figura 15. Temperatura mais elevadas são observadas na Campanha, Missão e Depressão Central, e as mais baixas, nos campos de Cima da Serra, Encosta Superior do Nordeste e Planalto Médio. A temperatura média mensal varia de 9,9 a 13,6°C, no mês menos quente, e 22,3 a 26,1°C, no mês mais quente; normalmente o mês mais quente é janeiro e o menos quente, julho.

## Chuvas

As precipitações médias anuais variam de 1.186 a 2.468mm, conforme as isoietas da Figura 16, estando essa variação relacionada, de certo modo, com as diferentes regiões fisiográficas. Litoral, Depressão Central, Serra do Sudeste e Campanha apresentam os valores mais baixos, não superando, em média, a 1.400mm anuais. Na encosta do Nordeste, Planalto Médio e Campos de Cima da Serra, as médias anuais superam a 1.500mm, exceto em algumas áreas da bacia do rio Taquari. A região do Bordo erodido do Planalto é a mais chuvosa, com máximas superiores a 2.000mm em São Francisco de Paula e Soledade. As precipitações máximas anuais já superaram a 3.000mm (1928, 1936 e 1941) em algumas localidades do estado e, em anos de baixa luviosidade, registraram-se menos de 600mm. Embora as médias mensais não apresentem grandes diferenças, a distribuição das chuvas não é regular, sendo freqüente a ocorrência de períodos secos alternados com períodos chuvosos. A duração, época e freqüência desses fenômenos não são bem definidas; em geral, os meses de maio, junho e setembro são os mais chuvosos, enquanto que em novembro, dezembro e fevereiro se registram as precipitações mais baixas.

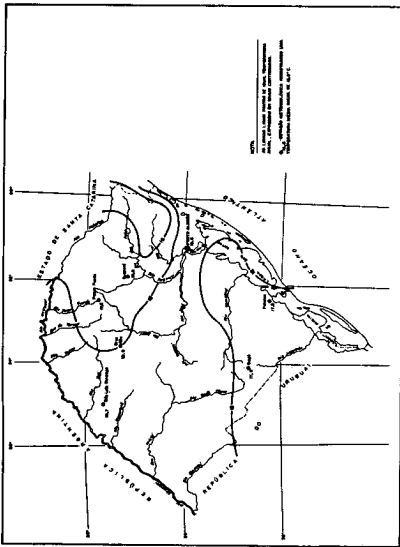


Fig. 15 – Isotermas Anuais

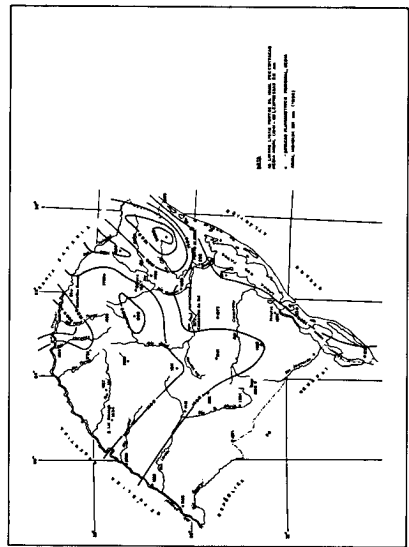


Fig. 16 – Isotermas Anuais

## Insolação

A insolação máxima possível no Rio Grande do Sul é de 4.380 horas anuais, correspondente à latitude de 27°30'S. Entretanto, a insolação anual efetiva, dada a ocorrência de nevoeiros e nebulosidade, decresce para 2.200 a 2500 horas; os valores mais baixos verificam-se nos Aparados da Serra, Iraí e Santa Maria, onde os nevoeiros são mais frequentes. A insolação anual mais elevada ocorre na região da Campanha, na planície do rio Uruguai; o Planalto Inferior erodido e o Escudo Sul-rio-grandense — Uruguai também apresentam insolações anuais próximas a 2.450 horas. Nos meses de dezembro a janeiro, a insolação efetiva é maior, atingindo, em alguns casos (Santa Vitória do Palmar), a 67% do valor máximo possível; em junho e julho reduz-se a 45% do máximo possível, face à ocorrência de nevoeiros e nebulosidade.

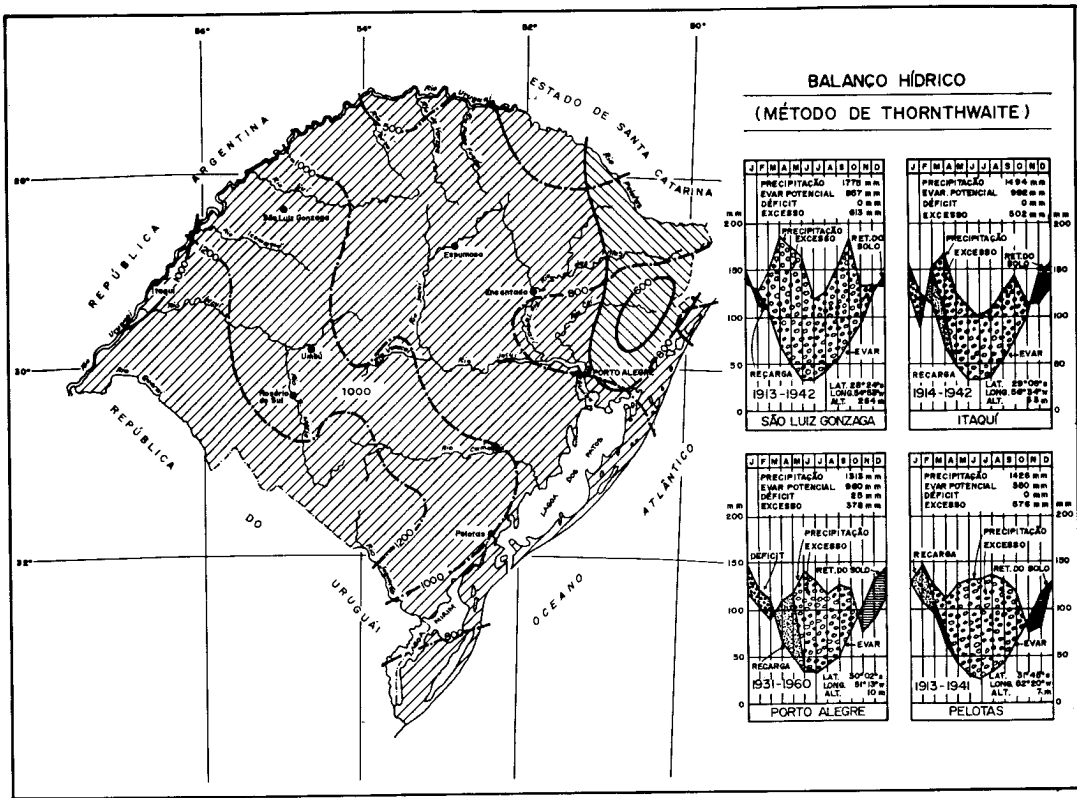
Esses dados e comentários sobre temperaturas, chuvas e insolação servem bem para, na generalidade, caracterizar o clima do Rio Grande do Sul e, embora não sejam suficientes para evidenciar a necessidade de irrigação, permitem inferir que esta deve ser de caráter supletivo, e que a drenagem das águas excedentes é de particular importância.

De outro lado, a Figura 17 revela que a evaporação total — em termos médios anuais, conforme registros de evaporímetros —, variando de 800 a 1.200mm, pode conduzir a deficiência hídrica no solo, principalmente nos meses de novembro a fevereiro.

Efetivamente, a distribuição irregular das chuvas dentro de cada mês pode ampliar as deficiências de água no solo nos meses de verão, quando a evapotranspiração é mais elevada, caracterizando insuficiência de umidade para o desenvolvimento dos cultivos.

Além da frequência de tais situações (não atendimentos das necessidades momentâneas), é importante registrar que, por vezes, as mesmas ocorrem em fases críticas do ciclo vegetativo dos cultivos de verão, comprometendo definitivamente os níveis de produtividade.

Fig. 17 - Evaporação



Ressalte-se, pois, que a irrigação supletiva anteriormente referida, usualmente não evidenciada pela análise de parâmetros médios mensais de chuvas e evapotranspiração, quer significar que o manejo adequado da água, mais em termos qualitativos, é essencial para se alcançar produtividades mais elevadas.

Nesse sentido, vale considerar o estudo realizado em 25 áreas do estado e que evidenciou a ocorrência de períodos críticos de deficiência de umidade nos solos. A Campanha, a Depressão Central e o Litoral Sul podem apresentar deficiências superiores a 200mm, sendo que nas demais regiões podem ocorrer 100mm, excetuando-se os Campos de Cima da Serra e Encosta Superior do Nordeste.

A figura 18 indica a frequência em percentual de anos secos, conforme dados calculados por Barrios e Loebel\* para diferentes áreas do estado e determinados pela equação de Thornthwaite (modificada por Camargo). Os resultados decorrentes da análise de séries históricas, conforme o balanço hídrico realizado, mostram a frequência de anos secos para déficits de menos de 50mm, de 50 a 100mm, e de mais de 100mm. Neste último caso, a irrigação é indispensável; é conveniente quando as deficiências são de 50 a 100mm.

Tomando por referência o percentual de 20% de ocorrência de anos secos, praticamente 2/3 do estado (parte meridional) enquadram-se nessa categoria.

Por outro lado, pode ser admitida uma correlação razoável entre as categorias constantes da figura 18 (deficiência de 50–100mm – irrigação conveniente e de mais de 100mm – irrigação indispensável) com as indicações obtidas através da apreciação dos dados de relevo, onde são menores as limitações para o uso de irrigação justamente na sub-região la–Missões e regiões da Depressão Central, Campanha e Litoral. Na re-

---

\* BARROS, J. & LOEBEL, G. Determinação rápida das limitações de umidade para esculturas no Estado do Rio Grande do Sul. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE IRRIGAÇÃO, 2., Porto Alegre, 1970. Anais. Porto Alegre, SUDESUL/GEIDA, 1971. p. 59–82.



gião da serra do Sudeste, embora se verifique em uma parte, deficiência hídrica de apenas 0 - 50mm as percentagens de ocorrência de anos secos são já significativas, à exceção de Caçapava do Sul, onde as condições de relevo passam a ter maior importância como fator limitante.

A cultura de arroz, em função das exigências específicas decorrentes da irrigação por inundação, não se enquadra perfeitamente nos conceitos emitidos antes, razão pela qual, no momento, apenas se registra, aqui, seu maior condicionamento à topografia e disponibilidade de água.

## Solos

Com base no "Levantamento de Reconhecimento dos Solos do Estado do Rio Grande do Sul"\*; elaborado pelo Ministério da Agricultura, em nível de subgrupo, pode-se considerar, preliminarmente e do ponto de vista do desenvolvimento agrícola, três agrupamentos de solos:

- solos de Planalto, onde a limitação fundamental é de natureza química;
- solos da Campanha e Serra do Sudeste, nos quais a profundidade é principal fator restritivo, estando associada à pedregosidade e rochiosidade;
- solos da Depressão Central e Litoral, em que as dificuldades de drenagem constituem a limitação mais evidente.

No mesmo levantamento, para fins de classificação na categoria mais elevada, os solos foram assim agrupados:

- a) solos com horizonte B latossólico;
- b) solos com horizonte B textural;
- c) solos com horizonte B incipiente;
- d) solos pouco desenvolvidos.

---

\* BRASIL. Ministério da Agricultura. Departamento Nacional de Pesquisa Agropecuária. Divisão de Pesquisa Pedológica. **Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado do Rio Grande do Sul.** (Boletim técnico, 30)

Como caracterização de cada um desses grupos, mas considerando, agora, as categorias inferiores, existem:

a.I – Solos com horizonte B latossólico

Agrupam os solos não hidromórficos, identificados como Vacaria, Erval Grande, Durox, Erexim, Santo Ângelo, Passo Fundo e Cruz Alta, os quais, ocupando uma área total da ordem de 55.706km<sup>2</sup> (cerca de 20,65% da superfície total levantada no estado), são levemente ondulados a ondulados; ocorrem, predominantemente, nas subregiões das Missões, do Planalto Médio e da Encosta Superior e Inferior do Nordeste.

b.II – Solos com horizonte B textural e argila de atividade baixa

Reúnem solos não hidromórficos, denominados Bom Retiro, Tuiá, Itapoã, Santa Clara, Vera Cruz, São Pedro, Tupanciretã, Gravataí, Camaquã, Júlio de Castilho, São Borja, Estação, Oásis, Rio Pardo, São Jerônimo, Cerrito, Alto das Canas, Santa Tecla e Pituba, os quais ocupam uma área total da ordem de 36.255km<sup>2</sup> (13,65% da superfície levantada), com declive suavemente ondulado, ondulado e forte-ondulado; ocorrem, predominantemente, a leste da Depressão Central (também ao longo dessa mesma região, nas zonas de cotas mais elevadas), a oeste das lagoas na Região Litoral e na parte noroeste da região da Campanha.

b.III – Solos com horizonte B textural e argila de atividade alta

Reúnem solos não hidromórficos, identificados como Ciríaco, Vila, Cabaí, Matarazo, Seival, Bexigoso, Venda Grande, Carajá, Caldeirão e Carlos Barbosa, os quais, ocupando uma área aproximada de 45.080km<sup>2</sup> (16,71% da superfície levantada), apresentam declives planos, suavemente ondulados, ondulados e fortemente ondulados; ocorre predominantemente, o Ciríaco (em associação com o Charrua) nas subregiões do alto Uruguai e da Encosta Superior e Inferior do Nordeste. Os demais aparecem nas regiões da Serra do Sudeste e do Litoral (a oeste da Lagoa).

b.IV – Solos com horizonte B textural e argila de atividade baixa (hidromórficos).



Agrupam os solos hidromórficos, designados como Vacaria, São Gabriel, Pelotas, Bagé, Uruguaiana, Santa Maria, Iraí, Ponche Verde, Virgínia, Formiga, Durasnal e Mangueira, os quais ocupam uma área aproximada de 42.048km<sup>2</sup> (16,30%), com declive plano, suavemente ondulado e ondulado; ocorrem predominantemente nas regiões da Campanha e da Depressão Central e, ainda, na zona limítrofe entre as regiões do Litoral e Serra do Sudeste.

b.V – Solos com horizonte B textural e argila de atividade alta (hidromórficos)

Agrupam os solos hidromórficos, denominados Tala, Livramento e Ramos, os quais ocupam uma área aproximada de 579km<sup>2</sup> (0,22%), são ondulados e situam-se, predominantemente, na Região da Campanha (mais especificamente, nos municípios de Livramento e Dom Pedrito); o último situa-se em Cachoeira do Sul, na Região do Sul, na Região da Depressão Central.

v.VI – Solos com horizontes B incipiente e argila de atividade baixa

Reúnem os solos não hidromórficos, identificados como Farroupilha, Bom Jesus e Rocinha, os quais ocupam uma área total de aproximadamente 5.903km<sup>2</sup>, (2,24%) de relevo ondulado a forte-ondulado (5 a 15%), e situam-se, predominantemente, na subregião do alto Uruguai.

d.VII – Solos pouco desenvolvidos e argila de atividade alta

Reúnem os solos não hidromórficos, identificados como Charrua, Pedregal Lavras, Ibaré, Pinheiro Machado e Guaritas, os quais ocupam uma área aproximada de 27.100km<sup>2</sup> (10,08%), com relevo suavemente ondulado, forte ondulado e montanhoso (5 a 40%); situam-se, predominantemente, o primeiro em associação com o Cirfaco (conforme já indicado) os demais nas regiões da Campanha e Serra do Sudeste.

d.VIII – Solos desenvolvidos e argila de atividade baixa

Agrupam os solos não hidromórficos, designados como Guassupi,

Caxias e Silveiras, os quais ocupam uma área aproximada de 9.665km<sup>2</sup> (3.58%), com relevo ondulado e forte ondulado (10 a 15% e mais); situam-se, predominantemente, na subregião da Encosta Superior e Inferior do nordeste e na zona limítrofe entre as regiões da Campanha, Depressão Central e Serra do Sudeste.

#### d.IX – Solos pouco desenvolvidos e argila de atividade alta

Reúnem os solos hidromórficos denominados Escobar, Aceguá, Colégio, Itapeva, Banhado, Taim e Guaíba, os quais ocupam uma área aproximada de 7.404km<sup>2</sup> (2,72%), com relevo plano e ondulado (5%); situam-se, predominantemente, na região da Campanha e em algumas áreas da região do litoral.

#### X – Solos quartzosos profundos (não hidromórficos)

Reúnem os solos arenosos não hidromórficos, denominados Osório, Ibicuí e Dunas, os quais ocupam uma área aproximada de 1.885 km<sup>2</sup> (0,70%), com relevo suavemente ondulado (2%); situam-se, predominantemente, na região do litoral.

#### XI – Solos quartzosos profundos (hidromórficos)

Reúnem os solos arenosos hidromórficos, denominados Curumim e Lagoa, os quais ocupam uma área aproximada de 1.530 km<sup>2</sup> (0,57%), com relevo plano (menos de 5%); situam-se predominantemente, na região do litoral.

Ainda com base no levantamento de reconhecimento anteriormente mencionado, cujo mapa correspondente é apresentado na escala 1.750.000, elaborou-se um novo mapa esquemático, conforme Figura 19, considerando-se quatro categorias de agrupamento de solos, quanto ao uso recomendado, a saber:

– Solos rasos com pedregosidade e rochosidade: incluem os solos geralmente rasos, bem drenados, com relevo forte-ondulado e montanhoso, apresentando alta percentagem de pedregosidade e/ou rochosidade. Pela impossibilidade do uso de máquinas e equipamentos agrícolas, esses

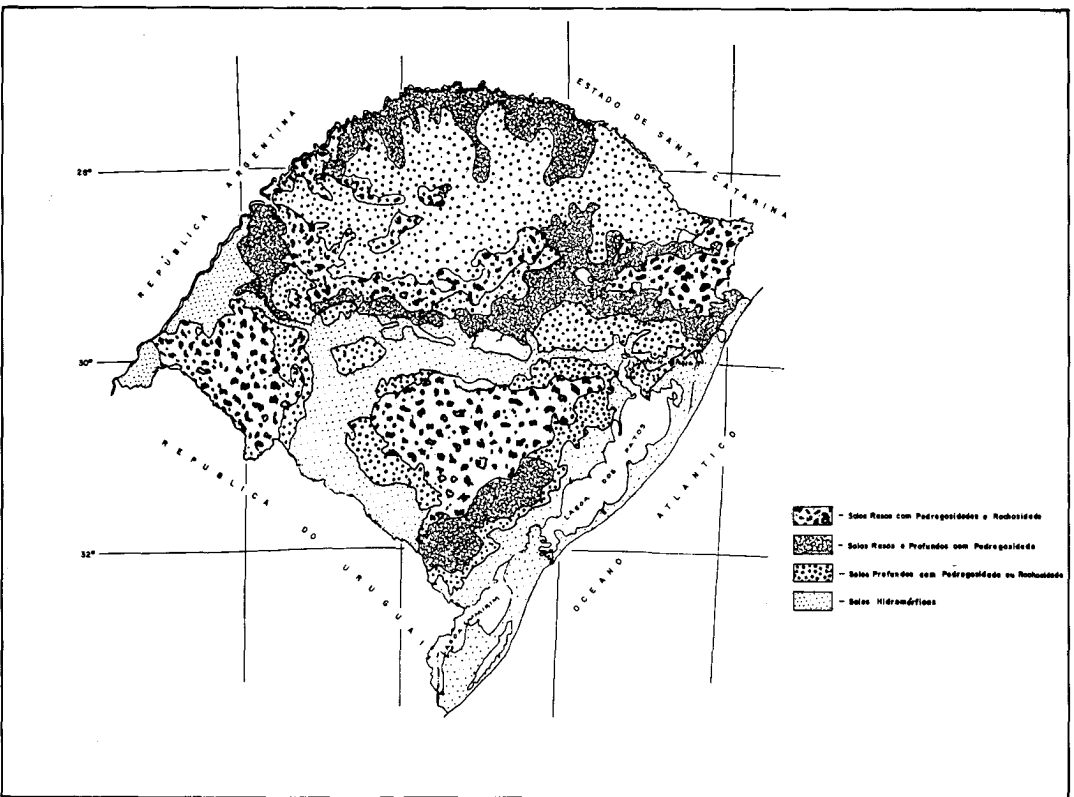


Fig. 19 – Mapa Esquemático de Solos

solos são aptos, quase que exclusivamente, à exploração pecuária e florestamento; nesse agrupamento encontram-se, predominantemente, os solos liqüólicos, eutróficos e os Cambissolos.

— Solos rasos e profundos com pedregosidade: nessa associação encontram-se solos bem drenados, rasos e profundos, com pedregosidade, ondulado-forte ou montanhoso e com sérias restrições quanto ao uso de máquinas e implementos agrícolas; em consequência, somente é viável seu aproveitamento agrícola pelo emprego de métodos tradicionais, típicos do sistema produtivo do tipo colonial. Nessa associação ocorrem, principalmente, os solos brunizem avermelhado, brunizem podzólico amarelo e laterítico bruno avermelhado.

— Solos profundos sem pedregosidade ou rochosidade: integram este agrupamento os solos profundos, bem drenados, com relevo ondulado, e que não apresentam restrições ao uso de máquinas e implementos agrícolas; correspondem a áreas onde se praticam as grandes culturas não irrigadas, como a soja, o trigo e o milho. São, em geral, terras aptas para uma agricultura intensiva, porém com limitações, devido à topografia, para a irrigação; apresentam, também, algumas limitações do ponto de vista químico. Nesse agrupamento ocorrem, principalmente, os solos latossolo bruno, latossolo húmico, latossolo roxo, latossolo vermelho-escuro, latossolo vermelho-amarelo, laterítico bruno avermelhado, brunizem avermelhado, etc.

— solos hidromórficos; nesse grupo estão reunidos os solos das bacias sedimentares e que são, normalmente, profundos, com uma topografia plana ou suavemente ondulada, apresentando, na maioria das vezes, problemas de drenagem, sem ocorrência de pedregosidade ou rochosidade; devido às suas condições topográficas, são aptos para a implementação da agricultura irrigada; ocupam uma área aproximada de 51.600 km<sup>2</sup>, perfazendo 19,80% da área do Estado do Rio Grande do Sul. Nessa associação estão incluídos os planossolo, vertissolo, brunizem hidromórficos, solonetz — solodizado, glei húmico, solos orgânicos, solos aluviais, areias quartzosas.

A cultura de arroz irrigado está praticamente restrita às regiões da Campanha, depressão central e litoral. A julgar pelas condições dos solos existentes, essas mesmas regiões representariam uma primeira prioridade para efeito de irrigação de outros cultivos, caso se adote, como critério de seleção, apenas grandes disponibilidades de áreas com solos de relevo adequado e possibilidades de irrigação por gravidade.

Apenas para se formar uma idéia de grandeza, correlacionando-se os relevos dos diversos tipos de solos, identificados com as respectivas superfícies ocupadas. tem-se:

— Relevo plano — solos: Vila, Pelotas, Uruguiana, Formiga, Durasnal, Mangueira, Escobar, Colégio, Itapeva, Banhado, Taim e Guaíba; superfície 21.384 km<sup>2</sup>, 7,9% da área total levantada;

— Relevo suavemente ondulado — solos: Vacaria, Tupanciretã, São Borja, Matarazo, Vacacaf. São Gabriel, Bagé, Santa Maria, Ponche Verde, Virgínia e Pedregal; superfície 50.804 km<sup>2</sup>, 19,5% da área total levantada.

### 3.3.2. Agronômicos

Os aspectos físicos considerados anteriormente definem, qualitativa e quantitativamente, os recursos naturais de que o Estado do Rio Grande do Sul dispõe para a prática da agricultura.

Todavia, do enfoque integrado de tais aspectos (relevo, clima, solos e águas) é que se poderá inferir, com base nos princípios científicos que regem as ciências agronômicas, a efetiva potencialidade agrícola do estado.

Por conseguinte, os estudos existentes e a experiência efetiva, quanto às limitações agronômicas para o desenvolvimento dos cultivos diante

dos recursos naturais disponíveis, devem ser tidos em conta como fatores condicionantes na implementação da agricultura irrigada.

## **Zoneamento Agrícola**

As condições climáticas e os solos disponíveis, anteriormente comentados, impõem restrições quanto às culturas que podem ser desenvolvidas adequadamente no Rio Grande do Sul (Tabela 25).

Assim, a temperatura, insolação, umidade relativa do ar e outros parâmetros permitem, quando confrontados com as exigências de cada cultivo em particular, estabelecer o zoneamento agroclimático correspondente. Do conjunto de elementos climáticos, as chuvas (deficiências ou excessos) e os ventos podem ser parcialmente contornáveis; no primeiro caso, através da irrigação e drenagem e, no segundo, através de cortinas vegetais de proteção. Os demais fatores, em termos gerais, são de controle impraticável, tratando-se de áreas extensas; evidentemente que, para cultivos de alta rentabilidade e em áreas restritas, se ampliam as possibilidades de condicionamento.

De outro lado, as características físico-químicas dos solos, incluindo aspectos morfológicos, pedregosidade, textura, profundidade, fertilidade e inúmeros outros parâmetros, quando comparados com as exigências dos cultivos, permitem definir o uso recomendado de tais solos ou, de outra forma, estabelecer o zoneamento por cultivos, do ponto de vista edafológico, para uma determinada área.

Considerando, agora, simultaneamente os parâmetros de clima e solos, obtém-se o zoneamento agrícola que indica os cultivos com maior ou menor adequação às condições naturais de cada área ou microrregião. O Rio Grande do Sul já dispõe de estudos básicos dessa natureza, embora seja necessário ampliá-las e detalhá-las, para se otimizar o uso dos solos.

Com efeito, o zoneamento agrícola elaborado dentro do Programa de Investimentos Integrados para o Setor Agropecuário, proporciona informações gerais sobre o grau de adaptação das principais culturas às diferentes regiões do estado.

**TABELA 25** – Programa de irrigação, identificação preliminar das principais zonas atuais de concentração da produção, safra 1983/84

Microrregião homogêneas	Número	Culturas				
		Arroz	Milho	Feijão	Soja	Trigo
Campanha	321	42,5				17,5
Lagoa Mirim	319	13,5				
Lagoa dos Patos	317	10,2		8,3		
Vale do Jacuí	315	7,0				
Colonial de Erexim	326		16,8	11,8	11,2	
Colonial de Iraí	325		14,1	30,5		
Colonial de Sta. Rosa	324		11,1		13,1	
Colonial Alto Taquari	312		7,1			
Fumicultora Sta Cruz do Sul	314			15,2		
Passo Fundo	328				13,4	11,1
Triticultora de C. Alta	322				12,8	11,8
Colonial das Missões	323					16,2
<b>Soma</b>		<b>73,2</b>	<b>49,1</b>	<b>65,8</b>	<b>50,5</b>	<b>56,6</b>

No mencionado estudo, foram identificados, para cada cultivo, quatro tipos de zonas, a saber:

— Zonas preferenciais — correspondentes às melhores condições climáticas e do solo para a cultura, podendo ser, ou não, o local ideal para a mesma, se comparado com outras áreas do país, ou do mundo, mas apresentando, na generalidade, boas condições para o cultivo no estado.

— Zonas toleradas — correspondentes àquelas que apresentam um único fator limitante à cultura, tal como a temperatura, ou condições de deficiência ou excesso hídrico.

— Zonas marginais — Correspondentes àquelas que apresentam dois fatores negativos para o cultivo, umidade relativa e temperatura, por exemplo.

— Zonas inaptas — referem-se às áreas do estado inadequadas para o cultivo.

Assim, desse estudo, realizado em decorrência de convênio entre o governo do estado, Ministério da Agricultura. Instituto Internacional de Ciência Agrícola e Banco Regional de Desenvolvimento do Extremo-Sul, resultaram mapas na escala 1:750.000, para cada um dos seguintes cultivos: Abacaxi, alfafa, alho, arroz, banana, batatinha, cebola, citros feijão, fumo, mandioca, milho, pessegueiro, soja, sorgo, trigo, videira, forrageira de clima tropical, forrageira de clima temperado.

Além do referido zoneamento agrícola, existem estudos mais detalhados nas microrregiões da bacia da Lagoa Mirim (mapas 1:200.000).

Em quaisquer dos zoneamentos existentes, o fator água foi considerado — com exceção para o cultivo do arroz —, a partir das disponibilidades naturais, sem levar em conta a irrigação e a drenagem; diante dessas possibilidades, *será conveniente investigar sobre a necessidade de ajustar tais estudos.*

A esse propósito, é recomendável verificar em cada projeto de irri-



gação (quando se deve dispor de levantamento detalhado de solos) quais os cultivos efetivamente mais adaptados. A realização de ensaios e experimentos diversos, observando-se obviamente as limitações climáticas mais evidentes, é essencial, sempre que o manejo adequado de água (irrigação e drenagem) possa alterar o condicionamento natural do binômio solo-água.

A título ilustrativo, são apresentados os mapas e tabelas constantes do zoneamento agrícola antes referidos, relativos ao arroz irrigado, milho, soja, feijão, cebola e alho e forrageiras (Figuras 20, 21, 22, 23, 24 e 25 e (Tabelas 26, 27, 28, 29, 30 e 31).

### 3.3.3. Outros

Os demais elementos condicionantes, sejam eles de natureza geral (crédito rural, pesquisa, assistência técnica, comercialização) ou infraestrutura (energia, transporte, armazenamento) dispensam uma apreciação nos moldes da relativa aos aspectos físicos e agrônômicos porquanto o sucesso do programa pressupõe uma adequação tanto aos requisitos específicos da agricultura irrigada quanto às zonas de sua concentração.

Assim, estes elementos constituem o tema central de subprogramas especiais.

Vide Anexos de Proposta de Programa de irrigação, Conselho de Recursos Hídricos, Secretaria de Coordenação e Planejamento, Estado do Rio Grande do Sul.

## 3.4. Problemas atuais e potenciais de áreas irrigadas

### **Principais Problemas**

É possível que alguns dos principais problemas com que se depara a orizicultura rio-grandense venham a manifestar-se, dentro de certos limites, em relação a outros cultivos irrigados. Nesse sentido, objetivando a implementação da agricultura irrigada em forma mais ampla, este plano diretor deve considerar tais problemas. É enfatizar, ainda uma vez mais,

que não há a intenção de se fazer uma análise abrangente dos diferentes aspectos que limitam o desenvolvimento da lavoura arrozeira gaúcha, até porque implicaria um exame global da política agrícola como um todo, obviamente fora do escopo deste trabalho.

Assim, dentre os problemas da orizicultura gaúcha que parecem ser inerentes à sua condição de única lavoura irrigada, há que se considerar os que se referem à comercialização, à sua estrutura produtiva e ao custo da irrigação.

## **Comercialização**

Apesar de que o Brasil seja o oitavo produtor mundial de arroz, sua participação representa pouco mais de 2% do total produzido em cerca de 130 milhões de ha cultivados, anualmente, em todo o mundo.

A produção brasileira destina-se, essencialmente, ao atendimento do mercado interno, representado por um consumo da ordem de 43kg per capita/ano, e que participa com aproximadamente 2,4% na ponderação do custo de vida\*.

De março de 1978 a março de 1979, o consumo nacional totalizou cerca de 8,5 milhões de toneladas de arroz, correspondendo a 7,4 milhões de safra 77/78, 1 milhão de estoques oficiais e 115 mil t importadas.

Mantidos os níveis de consumo e considerada a estimativa de produção de 7,8 milhões de toneladas, o Brasil deverá importar, em 1979, mais de 700 mil toneladas de arroz.

A lavoura de arroz, no Brasil, talvez ofereça o exemplo mais representativo da chamada dualidade técnica\*, quanto ao sistema produtivo.

De um lado, a lavoura irrigada, praticando uma agricultura moderna, principalmente no Rio Grande do Sul, e que responde por cerca de 20% a 25% da produção nacional. Do outro lado, 75% da produção proveniente das lavouras de sequeiro, com baixo nível tecnológico e produtividade extremamente dependente das condições climáticas.

---

\* INFORME AGROPECUÁRIO. Belo Horizonte, EPAMIG, n. 55, jul. 1979.

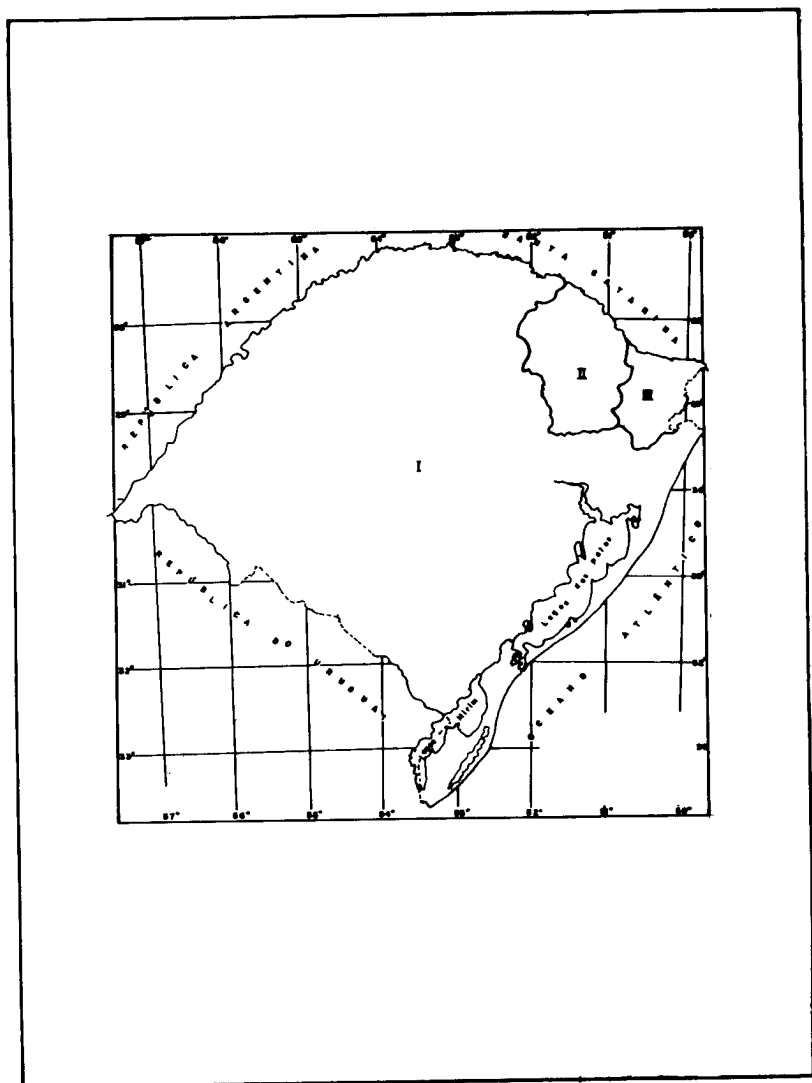


Fig. 20 – Zoneamento Climático para a Cultura de Arroz Irrigado

**TABELA 26 – Critérios para zoneamento climático da cultura do arroz irrigado, Rio Grande do Sul**

Zonas	Estação de crescimento		Condições térmicas durante o verão	
	Temperaturas Médias (°C)	Restrições	Média das máximas (°C)	Restrições
Preferencial I	> 20	Sem restrições	> 25 (mês mais quente)	Sem restrições
Tolerada II	< 20 (em alguns meses)	Com restrições (1)	> 25 (mês mais quente)	Sem restrições
Inapta III	< 20	Com restrições (2)	< 25 (mês mais quente)	Com restrições (2)

1 Pequena deficiência térmica.

2 Insuficiência térmica.

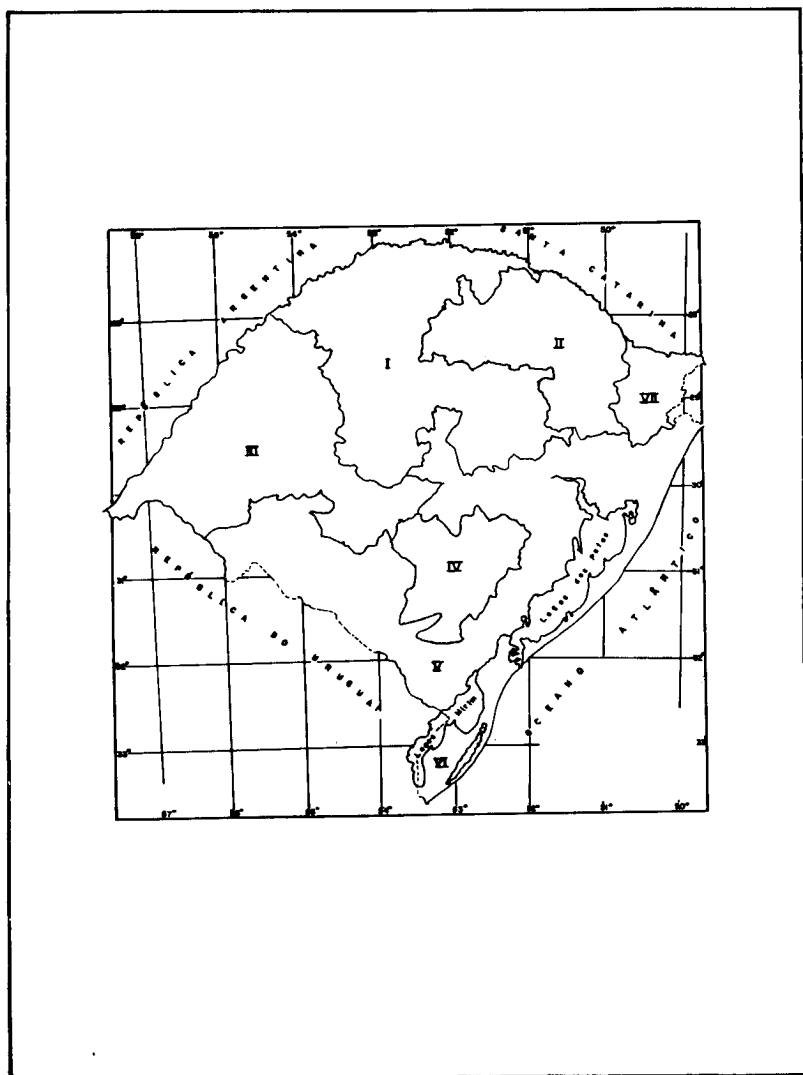


Fig. 21 – Zoneamento Climático para a Cultura de Milho

**TABELA 27** – Critérios para zoneamento climático da cultura do milho, Rio Grande do Sul.

Zonas	Deficiência hídrica		Soma térmica (durante o crescimento)	
	mm	Restrições	Acima 15°C	Restrições
Preferencial I	0	Sem restrições	> 1200	Sem restrições
Toleradas II	0	Sem restrições	600 – 1200	C/restrições (1)
III	1 – 50	Com restrições 2	> 1200	Sem restrições
IV	1 – 50	Com restrições 2	600 – 1200	C/restrições (1)
Marginais V	> 50	Com restrições 3	> 1200	Sem restrições
VI	> 50	Com restrições 3	600 – 1200	C/restrições (1)
Inapta VII	0	Sem restrições	< 600	C/restrições (4)

1 Estação de crescimento curto.

2 Eventual necessidade de irrigação.

3 Freqüente necessidade de irrigação

4 Insuficiência térmica.

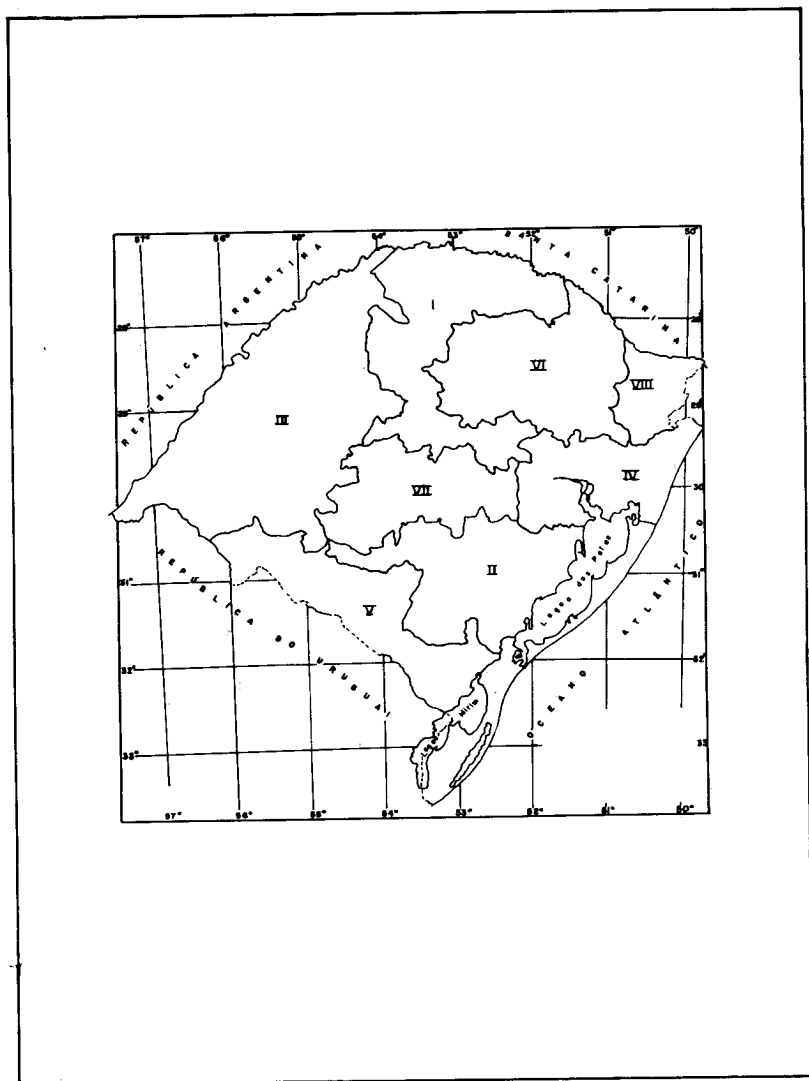


Fig. 22 – Zoneamento Climático para a Cultura de Feijão

**TABELA 28 – Critérios para zoneamento climático da cultura do feijão, Rio Grande do Sul**

Z o n a s	Deficiência hídrica (durante o ciclo)		Condições térmicas durante o ciclo)		Excesso de umidade (maturação e colheita)	
	mm	Restrições	Temperatura média (°C)	Restrições	mm	Restrições
Preferencial I	0	Sem restrições	>=23,9 (nenhum mês)	Sem restrições	< 50	Sem restrições
Tolerada II	< 50	Com restrições 1	>= 23,9 (nenhum mês)	Restrições	< 50	Sem restrições
Marginais III e IV	< 50	Com restrições 1	>= 23,9 (nenhum mês)	Com restrições 2	< 50	Sem restrições
V	> 50	Com restrições 3;	>= 23,9 (algum mês)	Sem restrições	< 50	Sem restrições
VI	0	Sem restrições	>= 23,9 (nenhum mês)	Sem restrições	50-100	C/restrições 4
VII	0	Sem restrições	>= 23,9 (nenhum mês)	Com restrições 2	< 50	Sem restrições
Inapta VIII	0	Sem restrições	>= 23,9 (nenhum mês)	Sem restrições	> 100	C/restrições 5

1 Raramente prejudicial.

2 Rendimento prejudicado.

3 Raramente necessita irrigação.

4 Maturação e colheita prejudicadas.

5 Maturação e colheita seriamente prejudicadas.



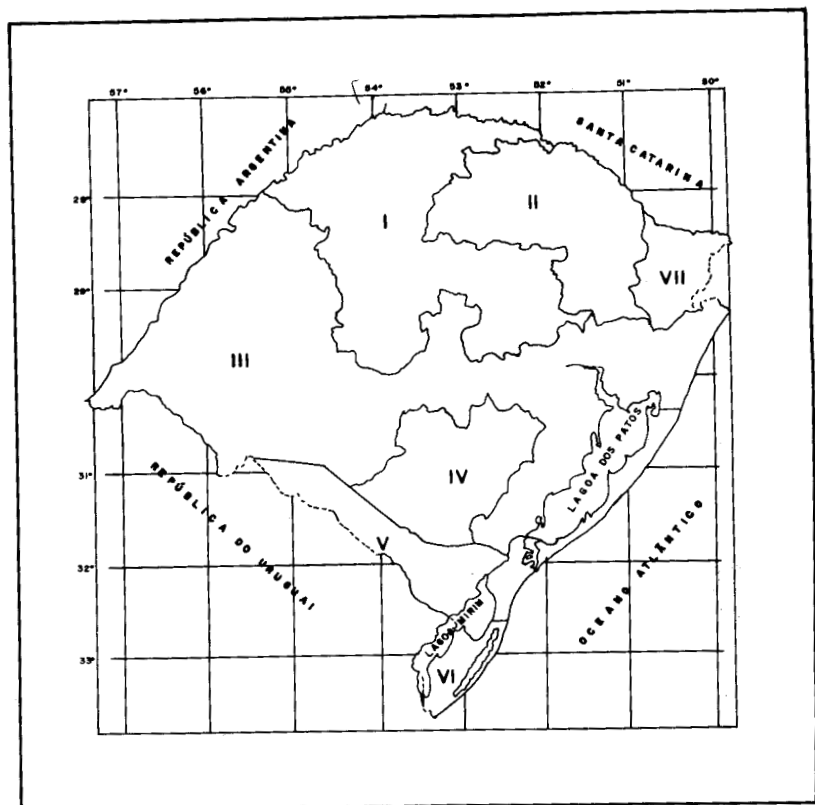


Fig. 23 – Zoneamento Climático para a Cultura de Soja

**TABELA 29** – Critérios para zoneamento climático da cultura da soja, Rio Grande do Sul

Zona	Deficiência hídrica		Soma térmica (durante o crescimento)	
	mm	Restrições	Acima de 15°C	Restrições
Preferencial I	0	Sem restrições	> 1200	Sem restrições
Toleradas II	0	Sem restrições	600 – 1200	Com restrições 1
III	1 – 100	Com restrições 2	> 1200	Sem restrições
IV	1 – 50	Com restrições 3	600 – 1200	Com restrições 1
Marginais V	> 100	Com restrições 4	> 1200	Sem restrições
VI	> 100	Com restrições 4	600 – 1200	Com restrições 1
Inapta VII	0	Sem restrições	< 600;	Com restrições 5

1 Estação de crescimento curto.

2 Necessita irrigação eventual (deficiência hídrica pode atingir 100 mm).

3 Necessita irrigação rara; (deficiência é inferior a 50 mm).

4 Necessita irrigação freqüente.

5 Insuficiência térmica.

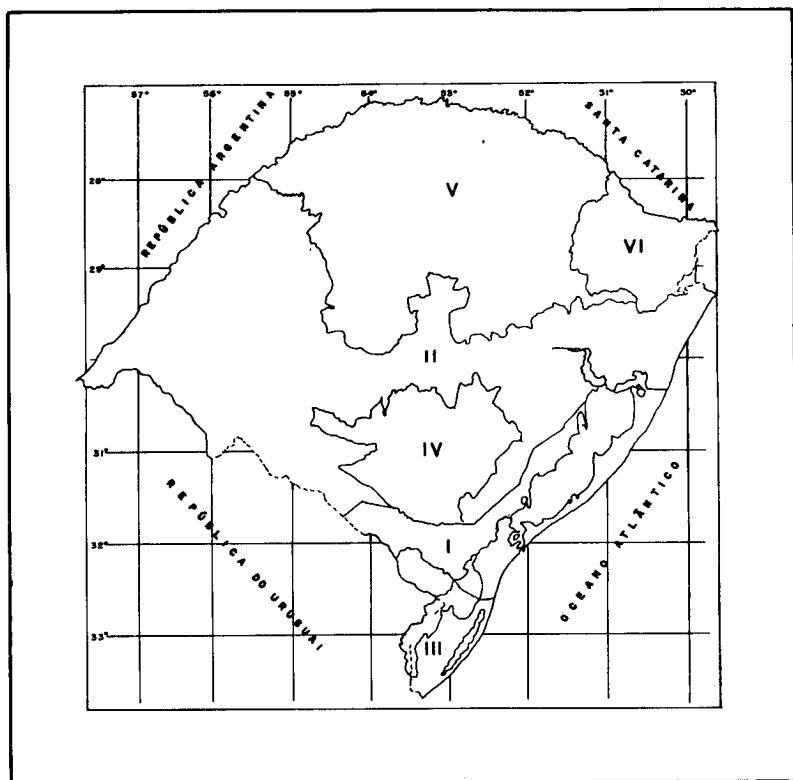


Fig. 24 – Zoneamento Climático para a Cultura de Cebola e Alho

**TABELA 30** – Critério para zoneamento climático da cultura da cebola e alho, Rio Grande do Sul

Z o n a	Temperatura na primavera		Condições hídricas, maturação, colheita e "cura" dos bulbos;	
	Média outubro °C	Restrições	Deficiência hídrica anual mm	Restrições
Preferencial I	> 16,0	Sem restrições	> 100	Sem restrições
Tolerada II	> 16,0	Sem restrições	0 – 100	Com restrições 2
Marginais III	< 16,0	Com restrições 1	> 100	Sem restrições
IV	< 16,0	Com restrições 1	< 50	Com restrições 3
V	> 16,0	Sem restrições	0	Com restrições 2
Inapta VI	< 16,0	Com restrições 1	Excedente hídrico verão muito grande	Com restrições 4

1 Deficiência térmica.

2 Pequenas restrições para cura dos bulbos.

3 Restrições sérias para maturação, colheita e cura dos bulbos.

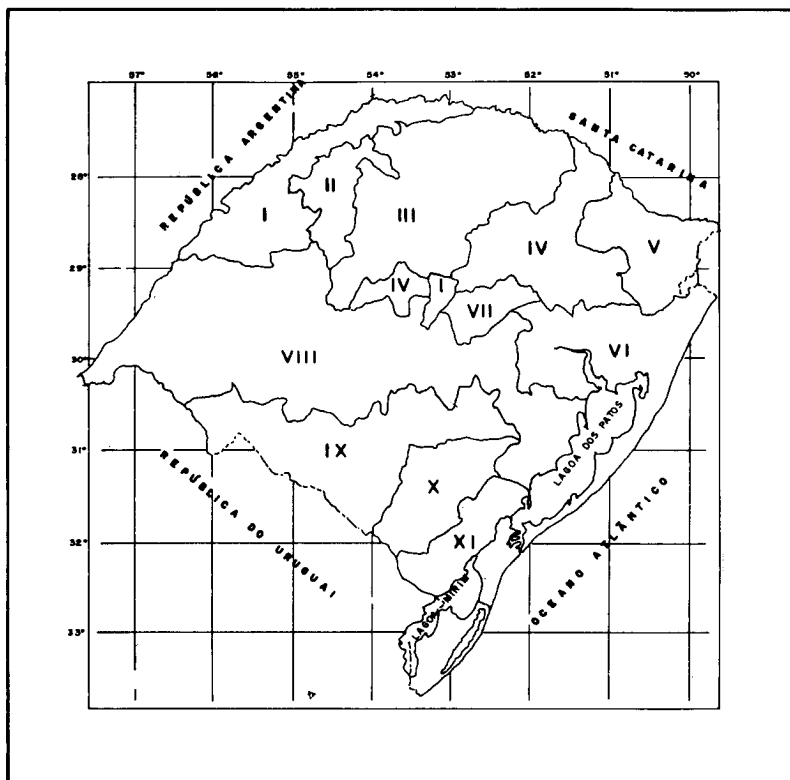


Fig. 25 – Zoneamento Climático para a Cultura de Forrageiras

**TABELA 31** – Espécies forrageiras de clima subtropical por zona climática, Rio Grande do Sul.

(Nome vulgar ou científico)	Zonas climáticas			
	Preferenciais	Toleradas	Marginais	Inaptas 1
Capim-rhodes	X	X	X	
Centrosema	X			
Desmodiesm intortum	X	X		
Feijão miúdo	X	X	X	X
Lotononis	X	X	X	
Missioneira	X	X	X	X
Pangola	X	X	X	
Panicum maximum	X	X	X	
Pensacola	X	X	X	
Phaseolus atropurpureus	X	X		
Paspalum dilatatum	X	X	X	X
Setaria	X	X	X	
Soja perene	X			
Sorgo e milhetos	X	X	X	X

1 Nas zonas climáticas consideradas inaptas para forrageiras tropicais e subtropicais aparecem indicados “Paspalum dilatatum” e Missioneira (Axonopus spp) por se tratarem de espécies de maior resistência ao frio com satisfatório grau de persistência na comunidade natural na região, aliadas às suas maiores amplitudes ecológicas em termos de tolerância. São indicadas ainda espécies subtropicais anais, que apresentam satisfatórias condições de adaptação na região, como sorgo, milhetos e feijão miúdo, dada a possibilidade de cultivo dessas forrageiras para feno e silagem com vistas à suplementação de alimentação no período invernal.

X = Forrageira indicada para a zona.

Essa dualidade técnica, no presente em maior grau configurada na orizicultura, acarreta condições de instabilidade no processo de comercialização que podem ser manifestadas, caso se estenda a prática de irrigação em outros cultivos.

Nesse particular, é de capital importância a política de preços mínimos, financiamentos e aquisição de excedentes que for devolvida pela Comissão de Financiamento da Produção (CFP).

Assim, é relevante considerar o efeito dessa política de preços mínimos, relativamente à comercialização do arroz gaúcho, a partir da análise dos dados da Tabela 32.

Preliminarmente, em relação a tais dados, é interessante notar que a produção nacional de arroz tem experimentado variações anuais da ordem de 25% (por exemplo, 75/76); mesmo assim, a participação do Rio Grande do Sul no total brasileiro, de um ano para outro, não difere em mais e 4%, com um valor médio de 22,5% para o período de 1972/79.

Considerando-se a relação entre o preço pago ao produtor (PP) e o preço mínimo oficial (PM) como um indicador das condições de comercialização, verifica-se, conforme dados da coluna VI da referida tabela, que essa tem sido extremamente variável, especialmente nos últimos três anos.

Com efeito, após excelentes safras de 75/76 e 76/77, que permitiu a formação de estoques e a exportação de parte dos excedentes, o preço recebido pelo produtor gaúcho nos anos de 1977 e 1978 situou-se pouco acima dos preços mínimos oficiais e, em consequência, registrou-se sensível queda do nível de produção nas safras subsequentes. Como resultado da produção, também baixa, nos cultivos de sequeiro nas safras 77/78 e 78/79, e ainda, da inexistência de estoques reguladores, até agosto de 1979, o orizicultor gaúcho comercializou sua produção a preços médios quase 36% acima dos mínimos oficiais, apesar de que a CFP tenha importado arroz para desaquecer o mercado.

TABELA 32 – Comercialização do arroz gaúcho

Anos	Produção Brasil (1.000 t)	Variação em relação ao ano anterior (%)	Produção RS 1.000 t	Variação em relação ao ano anterior (%)	Produção RS	Preço pago ao Produtor
					Produção Brasil (%)	Preço Mínimo
1972	6.761	- 4,9	1.451	+ 7,7	21,46	1,29
1973	7.167	+ 6,0	1.423	- 1,9	19,85	1,05
1974	6.483	- 9,5	1.546	+ 8,6	23,85	1,26
1975	7.781	+ 20,0	1.803	+ 16,6	23,17	1,32
1976	9.757	+ 25,4	1.975	+ 9,5	20,24	1,14
1977	8.993	- 7,8	2.052	+ 3,9	22,82	1,01
1978	7.400	- 21,5	1.992	- 6,3	25,90	1,18
1979	7.800 <sup>1</sup>	+ 5,0	1.690 <sup>2</sup>	- 12,0	22,84	1,36 <sup>3</sup>

Fonte: IRGA.

1 Estimativa EPAMIG.

2 Estimativa GCEA/RS.

3 Estimativa IRGA (até agosto).



De outra parte, é preciso notar que o lavoureiro, tendo que saldar, até julho, os compromissos decorrentes do financiamento de custeio, não pode normalmente aguardar até outubro/novembro quando os preços se elevam e, em conseqüência, o pequeno produtor não se beneficia das variações estacionais nos preços, que somente podem favorecer as grandes empresas que comercializam volumes significativos e dispõem de suficiente capital de giro.

Esse propósito, vale referir que estudos\* recentes revelam que a estocagem de arroz é uma atividade altamente rentável e, possivelmente por essa razão, o sistema empresarial prevaleça sobre o cooperativismo.

Além da concorrência do arroz do sequeiro que, como foi observado, desfavorece, em alguns anos, a comercialização da produção orizícola gaúcha, essa deverá enfrentar, ainda, a competição crescente de lavouras irrigadas em outras áreas do país, gradualmente em expansão.

É de se considerar, por exemplo, as produtividades elevadas (da ordem de 6.000kg/ha) que têm sido obtidas em determinadas áreas de Minas Gerais, dentro do Programa de Aproveitamento Racional das Várzeas – PROVÁRZEAS, que estima, em cerca de 1,5 milhão de hectares, disponibilidade total de várzeas irrigáveis; em torno de 12.000/ha estavam saneados e sistematizados.

Assim, a lavoura orizícola rio-grandense, possivelmente, tenderá a diminuir sua participação na produção nacional, a menos que, por redução dos custos de produção ou aumento de produtividade, se torne mais competitiva.

## **Estrutura produtiva**

A estrutura produtiva da lavoura arrozeira gaúcha guarda, desde suas origens, algumas características que concorrem significativamente para torná-la pouco estável. Em parte, a expansão das lavouras mediante a incorporação de novas áreas, principalmente daquelas em que a pecuária extensiva predominava, explica a instabilidade do sistema produtivo, configurada na prevalência, ainda hoje, do arrendamento de terra e água.

\* MOURA, P.A.M de **Eficiência de estocagem em armazéns gerais**. Viçosa, UFV 1978. (tese ilustrada).

Com efeito, como se depreende da observação da Tabela 33, nas lavouras de mais de 9 ha que respondem, em média, por 95% da produção rio-grandense de arroz, cerca de 66% das áreas cultivadas são arrendadas; aproximadamente 31% do total das lavouras é irrigado mediante a compra de água.

Assim, a figura das lavouras itinerantes predomina na orizicultura gaúcha e, embora seja justificada comumente como uma decorrência do sistema de rotação com pastagens, necessária para controle de invasoras pelo descanso das terras (pousio), na realidade ainda é devida, em forma expressiva, ao controle da água de irrigação.

Por conseqüência, ao proprietário das terras, não dispondo de água, oferecem-se duas alternativas:

- arrendar as suas terras ao orizicultor, proprietário do sistema de irrigação;
- comprar a água, transformando-se, ele próprio, em orizicultor.

**TABELA 33** – Lavoura Arroeira rio-grandense, percentagem da área anual cultivada

Safrá	Arrendamento			Terra e água Próprias
	Terra	Terra e Água	Água	
69/70	44,70	20,17	8,53	26,60
70/71	42,04	21,49	7,96	28,51
71/72	39,83	23,57	7,57	29,03
72/73	42,79	22,16	7,56	27,49
73/74	35,78	29,48	5,51	29,23
74/75	44,88	22,97	7,73	24,42
75/76	46,72	22,88	10,31	20,09
76/77	44,68	23,10	8,83	23,39
77/78	42,59	23,38	6,00	28,03
Médias	42,67	23,24	7,78	26,31

Fonte: IRGA – Anuários Estatísticos.

Nota: Computadas somente as lavouras com mais de 9ha.

O arrendamento de terra e água, que corresponde a 23,38% da área cultivada em lavouras de mais de 9ha na safra 77/78, é freqüente nos chamados sistemas de acionistas, em que proprietários de grandes áreas arrendam suas terras e fornecem água e agricultores, mediante diferentes formas de pagamento.

Conforme os dados da Tabela 33, observa-se que o arrendamento das terras pelo orizicultor é predominante, revelando, uma vez mais, que o controle da água é o fator mais expressivo no sistema produtivo vigente; apenas cerca de 28% dos proprietários de terra dispõem de água própria.

O arrendamento da terra e o fornecimento de água é praticamente, em três modalidades, sendo representativos os valores a seguir indicados, correspondentes à safra 1977/78:

- pagamento em percentagem sobre a produção, que foi de 14,1% pela terra, de 19% pela água e de 24,8% pela terra e água;
- pagamento em moeda corrente, que foi de Cr\$ 1.033,29/ha pela terra, Cz\$ 624,73/ha pela água e Cr\$ 1.487,77/ha pela terra e água;
- pagamento em arroz (sacos de 50 kg), que foi de 11 sacos/ha pela terra, de 8 sacos/ha pela água e 16 sacos pela terra e água.

Nas áreas em que a expansão da orizicultura é mais recente, como no caso do município de Dom Pedrito, a estrutura de produção é mais instável, embora as produtividades sejam elevadas, devido à fertilidade natural das terras cultivadas pela primeira vez.

Os seguintes dados\*, relativos a esse município para a safra 1977/78, são representativos:

Área total cultivada . . . . .	24.302 ha
Produtividade média . . . . .	4.066 kg/ha
Lavouras não adubadas (% da área cultivada) . . . . .	57.42%
Área sem aplicação de defensivos (% de área cultivada) . . . . .	61,1%
Área arrendada (% da área cultivada) . . . . .	80,4%

\* MACHADO, Soly S. Dom Pedrito; alguns aspectos da economia agrícola. Lav. Arroz.) 32 (315): 49-57, 1979.

Forma de arrendamento	produção (%)	Cr\$/ha	sacos/ha
Terra . . . . .	17,2	1.013,62	10
Água . . . . .	14,2	1.147,84	—
Terra e água . . . . .	27,2	1.318,43	17

De uma forma geral, os indicadores que, no presente, refletem a situação da lavoura arrozeira em Dom Pedrito são representativos para outros municípios em que essa é uma atividade mais recente.

Assim, a elevada percentagem de áreas arrendadas, o baixo nível de utilização de adubos e defensivos, por tratar-se de terras cultivadas pela primeira vez, o valor mais elevado dos arrendamentos e, particularmente, as produtividades bem acima da média do estado são características normais nesse primeiro estágio de introdução da lavoura de arroz. Em maior ou menor grau, cada município gaúcho viveu, em diferentes épocas, esse estágio; normalmente, a redução gradativa da fertilidade dos solos, decorrente de uma agricultura de certa forma extrativa, e, principalmente, o aumento da infestação por invasoras conduz a reduções na produtividade das lavouras, concomitantemente, com uma elevação dos custos de produção.

Ao que se supõe, a região da Campanha, que ora se encontra nesse estágio, tenderá a consolidar gradativamente sua estrutura produtiva, à medida que os aspectos negativos referidos acima se tornarem mais agudos. É possível, também, que as características dos solos, em algumas áreas dessa região, permitam outras alternativas em termos de cultivos irrigados (soja, milho, sorgo e pastagens), resultando numa estrutura produtiva mais diversificada do que aquela que se estabeleceu na zona arrozeira tradicional.

Nesse sentido, é de referir-se que, na generalidade e, em parte como consequência da precariedade dos sistemas de irrigação e drenagem implantados, decorrentes da prevalência dos arrendamentos, a utilização das terras arrozáveis tem estado restrita à rotação de arroz com pastagens.

Efetivamente, talvez o mais sério problema da orizicultura gaúcha é que essa não encontrou, em termos amplos, uma linha de produção alternativa que permita complementá-la mediante um processo de rotação racional e comprovadamente econômico. A pecuária extensiva desenvolve-se, apenas, por ser a única alternativa que se pode ajustar com suficiente agilidade às variações e mudanças nas áreas cultivadas anualmente.

É possível que, no contexto atual, com os elevados preços do arroz e da carne, esse sistema produtivo possa ser considerado satisfatório. Porém, dado que tais preços decorrem de condicionamentos nitidamente conjunturais, seria prudente insistir na necessidade de reformular a estrutura da lavoura arroseira, integrando-a a outras linhas de produção.

Nesse particular, não deve haver ilusões quanto a tal possibilidade, enquanto a eficiência dos sistemas de irrigação e, principalmente, de drenagem não for sensivelmente melhorada. E, quanto a isso, parece ser pouco viável, se permanecer a estrutura de posse da terra (66% arrendada) e o controle da água (73,69% da área anual cultivada), que caracterizam, no presente, a atividade arroseira no estado.

## **Custo da irrigação**

Tendo presente os comentários incluídos no item 3.1 do Capítulo III, os quais emprestam ênfase à feição energética da irrigação, é de se considerar, mais detidamente, os efeitos da crise do petróleo sobre a lavoura do arroz irrigado no Rio Grande do Sul.

Efetivamente, segundo estimativas da CEPA/RS, para uma área plantada de 567.000ha na safra 79/80, a lavoura arroseira gaúcha deverá consumir cerca de 217.447.000 litros de óleo diesel, dos quais pelo

menos 30% corresponderão diretamente à irrigação por bombeamento com motores a explosão, praticada em aproximadamente 50% da área total cultivada (inclusive com menos de 9ha).

Por outro lado, relevaria destacar que o Brasil deverá importar cerca de 700 mil t de arroz em 1979, o que, a um preço médio da ordem de US\$ 300/t, representará um dispêndio de divisas de aproximadamente US\$ 210 milhões.

Esses números, representativos da situação atual, podem parecer suficientes para justificar a manutenção da estrutura produtiva vigente no Rio Grande do Sul, não fora o fato de que a lavoura irrigada gaúcha deve competir, a longo prazo e em condições cada vez mais desfavorável, com o arroz do sequeiro cultivado em outras áreas do país, o qual, apesar de sua baixa produtividade, tem gerado cerca de 60% a 70% da produção nacional.

Por conseguinte, a irrigação da lavoura orizícola representará, na safra 1979/80, um dispêndio em divisas da ordem de US\$ 6,6 milhões\*, enquanto que o consumo total de óleo diesel, na mesma lavoura, será equivalente a cerca de US\$ 21,1 milhões.

Para a safra 1979/80, dada a ausência de estoques e o consumo crescente de arroz, a orizicultura rio-grandense terá condições de recrutar os fatores de produção a preços atuais de mercado, inclusive os derivados de petróleo, sem perder as condições de competitividade frente à lavoura do sequeiro. Todavia, tão logo a produção nacional proporcione excedentes para a formação de estoques (o que pode ocorrer já na próxima safra (1979/80), inevitavelmente, a lavoura arroseira do Rio Grande do Sul encontrará dificuldades crescentes ante as questões relacionadas com o elevado grau de energia que mobiliza, principalmente para a irrigação.

A esse respeito, é importante referir que, nos últimos dez anos, cerca de 60% das lavouras têm sido irrigadas mediante sistemas de bombeamento, cujo consumo médio de energia é de 0,19 t equivalente de petróleo (t.E.P.).\*\*

---

\* Consumo de 68 x 10 lt de óleo diesel, correspondente a 55.057 t equiva petróleo, e importação de 80% a cerca de US\$ 150/t equivalente petróleo.

\*\* 1 t.E.P. = 0,99 lt óleo diesel.

Considerando-se os demais custos diferenciais em relação à lavoura de sequeiro, o que se depreende é que a elevação no preço de petróleo importado desfavorece, cada vez mais, a cultura do arroz irrigado no Rio Grande do Sul, cuja produtividade média, a partir de 1970, situou-se em um patamar de aproximadamente 3.600 kg/ha.

Ora, de 1973 até o presente, o preço do petróleo importado sofre um acréscimo de aproximadamente 414%, em termos reais, isto é, deduzida a desvalorização do dólar americano\*.

Assim, considerando a importância que se pode visualizar para os próximos anos, quanto ao balanço energético no setor agrícola, impõe-se a identificação de alternativas que favoreçam a lavoura orizícola rio-grandense nesse aspecto.

Nesse particular, é conveniente considerar que as soluções aparentemente mais atraentes e imediatas, como a eletrificação com tarifas subsidiadas, poderão acarretar dificuldades futuras. A longo prazo, a política governamental relativa à administração dos preços de recursos energéticos deve observar, até mesmo por condicionamentos externos, a alocação racional desses recursos, sob pena de agravar o desequilíbrio do setor.

Por conseguinte, o custo da irrigação, que constitui motivo de preocupação dos orizicultores, deve ser focado a partir de uma visão ampla e abrangente, incluindo as mais diversas alternativas.

Dentre essas, a irrigação por gravidade, a partir de barragens e açudes, é a mais definitiva, embora sua economicidade e, por vezes, sua exequibilidade esteja limitada por condições fisiográficas (topografia e geologia).

No caso das barragens de maior porte, o investimento inicial varia, conforme projetos existentes, entre US\$ 1,000 e US\$ 1,500 por hectare de área irrigável.

---

\* De US\$ 2,4/bbl (1973) para US\$ 26,35/bbl (1979), a preços de 1973; deflatores conforme os índices dos preços por atacado do U.S. Department of Commerce.

Em contrapartida, estima-se que investimentos de US\$ 1,650/ha irrigado sejam necessários para a eletrificação de granjas de arroz.

Além dessas alternativas, cabe considerar-se a utilização de locomóveis a lenha, carvão e resíduos, principalmente em áreas em que há disponibilidade de matas de eucalipto a produção de álcool em mini-distilarias (sorgo sacarino e cana-de-açúcar) e, em caráter suplementar até o aproveitamento da energia eólica.

Certamente, muitas dessas alternativas não são passíveis de implementação a curto prazo e, por isso, imagina-se que a eletrificação seja a solução ideal.

Sem descartar essa possibilidade em alguns casos, valeria indicar que a efetiva redução dos custos de irrigação somente será viável mediante o estudo detalhado de cada área, cotejando-se as diferentes alternativas aqui referidas.

### 3.5. Instituições envolvidas com pesquisa em agricultura irrigada

No Rio Grande do Sul, no decurso de alguns anos passados, pesquisadores de algumas instituições passaram a dedicar-se, com alguma intensidade, em pesquisas destinadas a gerar tecnologias que pudessem viabilizar o uso da irrigação.

Com exceção do Instituto Rio-grandense do Arroz (IRGA), ligado à secretaria da Agricultura, e o Centro de Pesquisa Agropecuária de Terras Baixas de Clima Temperado (CPATB), Sistema EMBRAPA, que geraram tecnologias hoje disponíveis à cultura do arroz irrigado, as demais instituições, ainda buscam dentro de suas programações, contemplar geração de tecnologia às culturas tradicionalmente de sequeiro.

Dentro desse contexto, além do IRGA e CPATB, acima referidos, destacam-se o IPAGRO, da Secretaria da Agricultura, o IPH e a Faculdade de Agronomia da UFRGS, o Centro de Ciências Rurais da UFSM, a FAEM e o CETID da UFPEL.



### 3.6. Investimentos governamentais e privados em irrigação

#### **A atuação do Poder Público**

Embora a expansão da lavoura de arroz irrigado no Rio Grande do Sul seja devida, essencialmente, à capacidade empresarial dos orizicultores, é certo que o desempenho da iniciativa privada depende, em grande parte, do apoio do poder público. Esse tem atuado, no que concerne à agricultura irrigada, segundo duas linhas de ação:

- exercendo o papel indutor, mediante o crédito rural, a pesquisa, a assistência técnica e a melhoria das facilidades infra-estruturais, e através da política de preços mínimos e de aquisição de excedente, regulando a comercialização;
- estudando, projetando e operando obras hidráulicas com vistas à irrigação e drenagem, controle de cheias e o manejo dos recursos hídricos em geral.

Com relação a essa última linha de ação, cabe reconhecer que, até o presente, a atuação do poder público tem sido pouco expressiva, sendo que do total de 540.000ha irrigados na safra de 1978/79, apenas 3,6% correspondem a área integrada nos projetos governamentais a seguir descritos.

#### **Projetos implantados**

Apesar de, em outras áreas do país, o conjunto de obras de captação e distribuição de água na área irrigada ser, usualmente, conhecido como perímetro de irrigação, prefere-se designar tais conjuntos como sistemas ou distritos de irrigação, segundo o grau de complexidade e o porte.

Essa diferenciação de nomenclatura, mais que simples exercício semântico, pretende significar que, no Rio Grande do Sul, os projetos públicos de irrigação aproveitam, no todo ou em parte, a estrutura fundiária preexistente. Não são, como nos perímetros de irrigação do nordeste, essencialmente, projetos de colonização de responsabilidade total do Poder Público.

Cabe considerar, agora, os projetos de responsabilidade parcial do poder público já implantados e em operação no Rio Grande do Sul.

## **Distrito de irrigação do arroio Duro**

No município de Camaquã, a leste da sede municipal e fazendo parte da planície sedimentar que conforma a margem noroeste da Lagoa dos Patos, situa-se a região do Banhado do Colégio, entre os paralelos 30°50'S e 31°05'S os meridianos 53°0'W e 54°0'W.

Essa região é o desaguadouro natural do Arroio Duro que, não tendo leito definido nesse trecho, inundava uma área extensa e, assim apesar da fertilidade das terras aluviais, não era possível o aproveitamento agrícola das mesmas.

Em 1952, o Departamento Nacional de Obras e Saneamento — DNOS, autarquia vinculada ao Ministério do Interior, dando continuidade aos planos elaborados pela extinta Comissão Especial de Obras de Irrigação (CEOI), subordinada à então Secretaria de Obras Públicas do Estado, iniciou os serviços de drenagem do leito do Arroio Duro, definindo um traçado dentro do Banhado do Colégio.

Com as obras planejadas visava-se, originalmente, a drenagem de aproximadamente 15.000ha, constituídos por banhados e zonas alagadiças onde se encontram áreas de solos com alto teor de matéria orgânica.

Como fonte de abastecimento de água, o plano inicial previa a construção de três barragens, respectivamente, no arroio Duro, Arroio Velhaco, ao norte do primeiro, e arroio Sutil, esse afluente do rio Camaquã. Posteriormente, a concepção inicial foi alterada, sendo definida a construção apenas da primeira das citadas obras, sendo as duas últimas substituídas por outra, de maior porte, no próprio rio Camaquã (Bom Será).

A barragem do arroio Duro está concluída, bem como a rede de canais de irrigação e drenagem, ao passo que a do rio Camaquã (Bom Será) está em andamento.

A barragem do arroio Duro, situada à montante da cidade de Camaquã, apresenta as seguintes características principais:

Bacia de contribuição . . . . .	400km <sup>2</sup>
Acumulação útil . . . . .	150x106m <sup>3</sup>
Área inundada . . . . .	1.650ha
Tipo de barragem . . . . .	maciço de terra de seção homogênea
Altura máxima . . . . .	20m
Comprimento total . . . . .	1.450m
Largura do coroamento . . . . .	9m
Capacidade do vertedouro . . . . .	500m <sup>3</sup> /s
Comprimento do túnel adutor . . . . .	190m
Máxima . . . . .	25m <sup>3</sup> /s

A água é conduzida da barragem, pelo próprio canal de escoamento de cheias, denominado de canal principal, onde é retida, após a cidade de Camaquã e a travessia da BR-116, por meio de quatro comportas reguláveis, derivando-se daí para uma câmara de distribuição que alimenta os canais de irrigação.

A rede de canais compreende:

Canais principais . . . . .	27 km
Canais secundários . . . . .	207 km
Drenos principais . . . . .	27
Drenos secundários . . . . .	207

A rede de canais terciários é variável, conforme as necessidades decorrentes de localização das áreas cultivadas anualmente.

Atualmente, com o distrito de irrigação do arroio Duro, operado pelo DNOS, irrigam-se, por ano, cerca de 10.000ha, embora a área total dominada seja de 36.000ha.

São atendidas 250 pequenas propriedades, com área média de 10 a 20ha cada uma, as quais, em conjunto, praticam a irrigação em cerca de

4.100ha, que decorrem de um pequeno plano de colonização implantado na região.

Os restantes 6.000ha irrigados anualmente distribuem-se entre 80 propriedades, essas de maior porte.

Na safra 1977/78, o fornecimento de água foi assegurado a 215 usuários (65% do total situado na área dominada), cuja produtividade média atingiu a 4.400kg/ha de arroz; em algumas áreas são cultivadas soja, milho, pastagens, sem o uso sistemático de irrigação, obtendo-se, ainda assim, rendimentos elevados devido à fertilidade dos solos.

A tarifa de água, cobrada por ha irrigado (cultivo de arroz), é desconhecida do financiamento de custeio concedido pelo Banco do Brasil, que recolhe diretamente ao DNOS; na safra 1978/79, a tarifa de água foi de Cr\$ 618,40/ha, ou seja, apenas 19,25% do custeio médio correspondente à irrigação estimado pelo IRGA (Anuário Estatístico do Arroz — 1979) e equivalente a menos de 3% do valor da produção calculado em base dos preços mínimos oficiais.

Observa-se, por conseguinte, que os orizicultores do distrito do arroio Duro desfrutam de uma posição extremamente privilegiada quando comparados com a situação média dos produtores de arroz do estado.

## **Distrito de irrigação do Capané**

Pelo Decreto-Lei nº 1.052, de 17 de janeiro de 1946, o Governo do Estado do Rio Grande do Sul foi autorizado a desapropriar uma área de 2.127,14ha, necessária às obras de açudagem para o conveniente aproveitamento das águas do arroio Capané, em Cachoeira do Sul, para fins agrícolas e industriais.

Cerca de 3/4 da área total desapropriada foi inundada pela barragem construída sobre o arroio Capané para a irrigação, por gravidade, de terras adequadas ao cultivo de arroz, situadas a jusante de obra.

Segundo o projeto executado, cabe distinguir os seguintes elementos técnicos:

Bacia hidrográfica . . . . .	196km <sup>2</sup>
Acumulação útil . . . . .	107x10(6)m <sup>3</sup>
Área inundada . . . . .	1.719,1ha
Extensão no coroamento . . . . .	2.355,0m
Largura do coroamento . . . . .	7,0m
Altura máxima . . . . .	13,5m
Largura máxima da base . . . . .	113,0m
Vertedouro (extensão da crista) . . . . .	100,0m
Área anual irrigável (arroz) . . . . .	5.661,0ha

A obra foi construída pelo IRGA, no período de 1946/49, e continua, até hoje, sob a administração da citada autarquia estadual, a qual fornece aos arroseiros da região apenas a água para irrigação mediante o pagamento de valor correspondente a uma percentagem sobre a produção média do estado; essa tarifa corresponde, hoje, ao valor de 7,46 sacos/ha.

A distribuição das águas é feita através de uma rede de canais com 70,5km de extensão, que exigiu um movimento de terra da ordem de 330.000. Há quatro canais principais, dois em cada margem da área irrigável, assim identificados:

Canal 1 — (Irapuã)	
Extensão . . . . .	5,08 km
Largura da base . . . . .	14,0 m
Altura da água . . . . .	1,0 m
Declividade . . . . .	0,0002m/m

Canal 2 — (margem esquerda do Capané)	
Extensão . . . . .	23,7km

### Seção 1

Extensão . . . . .	14,0km
Largura da base . . . . .	14,0m
Altura da água . . . . .	0,6m

Conta com um vertedouro de alvenaria com 6,0m de vão e uma calha de madeira sobre o arroio Capanezinho, com 32m de comprimento e 6m de altura.

### **Seção 2**

Extensão . . . . .	2,96km
Largura da base . . . . .	9,0m

### **Seção 3**

Extensão . . . . .	5,32km
Largura da base . . . . .	6,0m

### **Seção 4**

Extensão . . . . .	1,42km
Largura da base . . . . .	4,0m

#### **Canal 3 – margem superior**

Este canal inicia no canal 4, na altura dos 1.140m.

Extensão . . . . .	18,9km
Largura da base . . . . .	5,5m
Altura da água . . . . .	0,6m
Declividade . . . . .	0,0005m/m

#### **Canal 4 – (principal da margem direita)**

Extensão . . . . .	21,8km
Largura da base – nos primeiros 18,5 km. . . . .	14,0m
– no segundo 1,5 km . . . . .	12,0m
– no restante . . . . .	9,0m

Uma área relativamente pequena, que não alcança a 20% do total cultivado anualmente, é irrigado por bombeamento da água da barragem, situação em que o preço cobrado pelo IRGA diminui para o valor correspondente a 5,74 sacos/ha.

O número de proprietários da Região, cuja estrutura fundiária não foi alterada, e que pode irrigar com as águas da barragem do Capané, não alcança a 100.

## **Distrito de irrigação do Sanchuri**

Trata-se de uma barragem construída pelo IRGA sob os auspícios do Governo Federal, no ano de 1947, sobre o arroio Sanchuri, afluente da margem esquerda do rio Uruguai, município de Uruguiana.

A barragem apresenta as seguintes características técnicas principais:

Bacia hidrográfica . . . . .	200km <sup>2</sup>
Acumulação útil . . . . .	60,9 x 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>
Área inundada . . . . .	2.711ha
Extensão no coroamento . . . . .	986,0m
Largura do coroamento . . . . .	7m
Altura máxima . . . . .	7m
Vertedouro (extensão da crista) . . . . .	100m
Lâmina máxima sobre o vertedouro . . . . .	1,5m
Área anual irrigável . . . . .	2.786ha

A operação da barragem e sistema de irrigação estiveram sob responsabilidade do IRGA, que adquiriu uma área adjacente com cerca de 10.000ha e passou a utilizá-la dentro dos moldes das chamadas colônias rizícolas; a autarquia forneceria terra e água para agricultores que não tivessem logrado sucesso em seus empreendimentos, principalmente em função de fatores climáticos adversos.

A localização física da barragem é de sorte a permitir um aproveitamento de irrigação, por gravidade, de uma área (cerca de 1.200ha) inferior à metade da capacidade da barragem, restando a possibilidade de bombeamento para complementar o uso total da água.

Acresce, ainda, que parte da área irrigável pode ser abastecida por bombeamento direto do rio Uruguai e está sujeita à inundação; diante de tais condições, os resultados obtidos pelo IRGA não foram satisfatórios.

Assim, a operação do sistema, pelo IRGA, desenvolveu-se por um período de cerca de 15 anos, após o qual foi feita uma tentativa de estabelecimento de um núcleo de irrigação sob a responsabilidade da iniciativa privada. Para tanto, a área de propriedade do IRGA foi loteada e vendida, principalmente para os agricultores já instalados; a área média dos lotes aproximava-se de 100ha. Dessa forma, cerca de 100 orizicultores transformaram-se em proprietários rurais, criando uma cooperativa São Marcos — para orientar e conduzir as atividades de irrigação.

### **Colônia rizícola I — (CRI)**

Localizada em Palmares do Sul, 5º distrito do município de Osório, a Colônia Rizícola tem uma superfície total de 10.400ha, da qual 5.900ha (56,72% é área para orizicultura, com rotação de pastagens; 2.300ha (22,12%) destinam-se ao reflorestamento; 1.600ha (15,39%) ocupado com mananciais hídricos e 600ha (5,77%) são ocupados com matas de eucalipto.

O objetivo principal da organização da Colônia Rizícola foi de proporcionar oportunidade de recuperação aos orizicultores que não tivessem obtido sucesso em suas lavouras, como decorrência, principalmente, de fatores meteorológicos.

Ao IRGA competia o fornecimento de terra e água, além da prestação de assistência técnica. A cobrança pela terra e água para instalação das lavouras dos parceiros é feita na base de 25% sobre a produção seca e posta nos armazéns da Colônia.

A lavoura da Colônia é irrigada com águas da Lagoa da Porteira e Banhado dos Felicianos, através de bombeamentos instalados nas lagoas da Lavagem, do Marco de Pedra e Represo, com uma vazão média de 1,015m<sup>3</sup>/s.

A administração da Colônia, além de se preocupar com a situação econômica, tem procurado proporcionar melhores condições de vida a



todos os moradores do núcleo; prestando assistência, ensino de práticas modernas utilizadas na orizicultura, facilitando a obtenção de sementes de alta qualidade, herbicidas, fungicidas, adubos e assegurando abastecimento de água para irrigação na época adequada e em quantidade suficiente.

## **Barragem de São Gonçalo**

A barragem sobre o canal São Gonçalo, que interliga as lagoas Mirim e dos Patos, vem assegurando, desde 1977, a qualidade das águas para irrigação de cerca de 100.000ha cultivados com arroz nos municípios de Santa Vitória, Rio Grande, Jaguarão, Arroio Grande e Pelotas.

## **Estudos existentes**

Ao longo do tempo e através do trabalho desenvolvido por diversas entidades governamentais, foi acumulado um acervo razoável de estudos relativos ao aproveitamento dos recursos hídricos do estado para diferentes finalidades.

Todavia, como tais estudos foram realizados em épocas diferentes e observam, na sua maior parte, enfoques setoriais, torna-se difícil inventariá-los, em sua totalidade, e mesmo, alguns desses tornaram-se obsoletos em razão de investigações subseqüentes, ou por estarem apoiados em fundamentos técnico-econômicos ultrapassados.

Assim, ainda que reconhecendo a validade de uma ampla pesquisa histórica nesta matéria, prefere-se considerar, de momento, os estudos mais recentes, e com possibilidades de aproveitamento mais imediato para os fins a que se destina este trabalho. De outro lado, adverte-se que, em etapas posteriores, será necessário ampliar o universo ora pesquisado, particularmente, quando se vier a estudar, em bacias hidrográficas ou microrregiões homogêneas, o aproveitamento integrado dos recursos hídricos.

## Sistema de irrigação do Camaquã

Esse sistema, localizado nos municípios de Camaquã e Tapes, permitirá irrigar por gravidade 160.982ha de terras, situadas na margem noroeste da Lagoa dos Patos; o distrito do arroio Duro, já comentado, é parte integrante do mesmo. Com a construção da barragem de Bom Será sobre o rio Camaquã e os canais de irrigação previstos, o sistema de irrigação estará concluído.

O Projeto Camaquã contempla os seguintes propósitos:

- assegurar o suprimento de água para irrigar, por gravidade e anualmente, 80.491ha de arroz e 15.895ha de outros cultivos;
- aumentar para 50% a área, anualmente, cultivada com arroz, ampliando a utilização atual de 25%;
- incrementar a produtividade da lavoura de arroz para níveis médios não inferiores a 4.000kg/ha;
- recuperação e defesa, contra inundação, das áreas do baixo vale do rio Camaquã, para estabelecimento de um programa de colonização com assentamento de 400 famílias;
- eliminação de aproximadamente 300 açudes, recuperando 11.000ha para fins de utilização agrícola.

Para complementar o suprimento de água para irrigação especial, durante os picos de demanda, será utilizada a barragem do arroio Duro, já construída.

A barragem de Bom Será terá as seguintes características, conforme o projeto básico elaborado:

Bacia hidrográfica . . . . .	13.512km <sup>2</sup>
Acumulação útil . . . . .	725 x 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>
Área inundada . . . . .	10.868,5ha
Altura máxima (maciço de terra) . . . . .	51,50m

altura máxima (vertedouro de concreto) . . . . .	42,00m
Extensão total . . . . .	618,00m
Largura do coroamento . . . . .	7,00m
Largura da base . . . . .	145,00m
Descarga máxima de fundo . . . . .	250m <sup>3</sup> /s
Descarga máxima de vertedouro . . . . .	7.300m <sup>3</sup> /s
Descarga máxima da tomada d'água . . . . .	126m <sup>3</sup> /s

A barragem terá 995.000m<sup>3</sup> nos maciços de terra e 572.739m<sup>3</sup> nas obras de concreto (vertedouro, tomada d'água escadas para peixes).

## **Distrito de irrigação do Chasqueiro**

Localizado no município de arroio Grande, destina-se à irrigação por gravidade de 5.000ha cultiváveis, anualmente, com arroz, dominando uma área total de 10.000ha, e beneficiando a 120 proprietários rurais.

Estão previstos os seguintes planos de cultivos:

### **1ª Fase**

Arroz . . . . .	5.000ha	20.000t/ano
Carne . . . . .	5.000 ha	140t/ano

### **2ª Fase**

Arroz . . . . .	4.000ha	16.000t/ano
Carne . . . . .	4.000ha	200t/ano
Soja . . . . .	500ha	1.000t/ano
Milho . . . . .	300ha	900t/ano
Sorgo . . . . .	300ha	1.000t/ano
Milho Doce . . . . .	500ha	1.000t/ano
Pepino . . . . .	50ha	400t/ano

Na área de demonstração a ser implantada, dentro do distrito, com a participação da EMBRAPA e EMBRATER, serão desenvolvidos experimentos com sorgo sacarino, piretro, alpiste, feijão-vagem, feijão, hortaliças e outros cultivos, procurando obter-se informações técnico-econômicas diretamente transferíveis aos produtores.

As seguintes obras já estão projetadas no projeto básico:

### **Barragem**

Bacia hidrográfica . . . . .	262km <sup>2</sup>
Acumulação útil . . . . .	82 x 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>
Extensão total . . . . .	1.200m
Altura máxima . . . . .	22m
Largura no coroamento . . . . .	6m
Largura na base . . . . .	120m
Descarga máxima da tomada d'água . . . . .	9m <sup>3</sup> /s
Canais	
Extensão total . . . . .	40.220m
Tomadas d'água . . . . .	37

### **Sistema de irrigação do Jaguarão**

O rio Jaguarão, cuja bacia hidrográfica abrange 7.491 km<sup>2</sup>, é um dos contribuintes da lagoa Mirim, e limita o território brasileiro, nos municípios de Jaguarão, Erval e Bagé, com a República Oriental do Uruguai.

O projeto desenvolve-se sob a égide da Comissão Mista Brasileiro-Uruguaia para o Desenvolvimento da Bacia da Lagoa Mirim – CLM, através da “Subcomissão Coordenadora do Rio Jaguarão”, integrada por representantes da SUDESUL e ELETROBRÁS, essas como entidades executivas.

As obras, cujos projetos básicos foram elaborados entre 1974 e 1978, têm as seguintes características principais:

## Passo Centurião

### Barragem

Bacia hidrográfica . . . . .	4.780km <sup>2</sup>
Acumulação útil . . . . .	1.160 x 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>

### Área inundada

Brasil . . . . .	14.877 ha
Uruguai . . . . .	10.543 ha
Tipo de barragem . . . . .	maciço em terra
Extensão no coroamento . . . . .	676m
Altura máxima . . . . .	45m
Descarga p/irrigação . . . . .	100m <sup>3</sup> /s
Vertedouro . . . . .	4 x comportas 10 x 08m

### Central hidrelétrica

Potência instalada . . . . .	32Mw
Fator de cap. anual . . . . .	38,9%
Geração média anual . . . . .	109,3 Gwh
Queda de projetô . . . . .	31m
Tipos de turbinas . . . . .	Kaplan
N. de unidades . . . . .	2
Conversor de freqüência 60/50 Hz) . . . . .	16w

## Talavera

### Barragem

Tipo . . . . .	maciço em terra zoneada
Acumulação útil . . . . .	396 x 10(6) m <sup>3</sup>
Brasil . . . . .	3.336ha
Uruguai . . . . .	4.351ha
Extensão no coroamento . . . . .	3.700m
Altura máxima . . . . .	30,6 m
Vertedouro . . . . .	5. x comp. 10,7 x 13,3 m
Central hidrelétrica	
Potência instalada . . . . .	10Mw
Energia média anual . . . . .	39Gwh
Número de unidades . . . . .	2
Tipo de turbinas . . . . .	Kaplan ou Bulbo
Queda média . . . . .	14m
Canais principais	
Brasil . . . . .	57,6 km
Uruguai . . . . .	42,7 km
Linhas de transmissão de energia	
LT Centurião – UTE Pres. Médici . . . . .	84 km – 138 kv
LT Centurião – Mello . . . . .	52 km – 60 kv
LT Centurião – Rio Branco . . . . .	66 km – 60 kv

### Sistema de irrigação do Taim

A região em questão situa-se no litoral sul do estado, no município do Rio Grande do Sul, distritos de Taim, de formação litorânea e pertencentes à planície arenosa marítima, com abundância de banhados e, em geral, com problemas de drenagem. A característica mais notável relativa à textura dos solos é o acentuado contraste entre a camada argilosa superficial e o fundo arenoso. Integra a bacia hidrográfica da lagoa Mirim, que pode compensar, como fonte de recursos hídricos, as possíveis deficiências, nos anos secos, das lagoas Flores e Cuiabá.

O aproveitamento agrícola existente, feito em moldes tradicionais, alcança apenas a 12% do potencial físico da região, praticamente inexistindo um sistema adequado de drenagem.

Os estudos iniciais referiam-se a uma área de 172.000ha, sendo escolhida, após análise dos dados levantados e condições edafológicas, uma área de 50.000ha, considerando como viável para o desenvolvimento de projeto de irrigação.

As características geológicas e topográficas da região conduziram à idéia de emprego do sistema de irrigação por inundação, devendo ser a água, recalçada mecanicamente, das lagoas existentes, a partir de quatro estações de bombeamento convenientemente localizadas, constituído cada uma delas a base de um subsistema independente, que abastece uma rede de canais de irrigação, classificados como principais, secundários e terciários. Esses últimos abastecem as unidades de produção.

Foi projetada, também, uma rede completa de canais de drenagem, que coletará as águas excedentes, de irrigação em períodos de maior precipitação, conduzindo-as aos escoadouros e reservatórios naturais existentes.

Também foi projetada uma rede viária interna para possibilitar o acesso a vários pontos da área e, segundo as necessidades, para escoar a produção.

Os anteprojetos elaborados incluem as seguintes obras:

Estação de bombeamento	Canais de irrigação (km)	
	Principal	Secundário
I	26	54,5
II	41	123,5
III	29	43,0
IV	5	6,0
Total	101	227,0

Bacias	Canais de drenagem (km)	
	Principal	Secundário
Canal São Gonçalo	42,5	82,5
Lagoa Caiubá	41,0	24,5
Lagoa Flores	9,5	—
Lagoa Mirim	31,0	45,0
Banhado Maçarico	4,0	—
<b>Total</b>	<b>128,0</b>	<b>152,0</b>

Caminhos	Comprimento (km)
Novos	44
Melhorados	110
<b>Total</b>	<b>154</b>

O estudo de viabilidade aqui referido foi contratado pelo DNOS, há alguns anos, e, em conseqüência, deve ser atualizado.



## Sistema do vale do Mampituba

Dentro do Projeto do Litoral Sul de Santa Catarina, que vem sendo implementado pela SUDESUL, está prevista a construção de uma barragem sobre o rio Praia Grande, objetivando a laminação de cheias para controle de inundações em áreas urbanas ribeirinhas ao rio Mampituba, e a irrigação por gravidade, dominando uma área de cerca de 20.000ha no município de Torres, RS.

Assim, o sistema do vale do Mampituba, que integra o Projeto Litoral Sul (PRO-LITORAL), beneficiará o Estado do Rio Grande do Sul, complementando o subprojeto Sombrio, esse localizado em Santa Catarina.

Na área de 20.000ha, situada no município de Torres (RS) e irrigável com as águas acumuladas na barragem de Praia Grande, será estimulada a agricultura intensiva, mantendo-se, em parte, a estrutura fundiária, e, também, implantando projetos de colonização em áreas férteis a serem recuperadas mediante o estabelecimento de drenagem adequado.

A citada barragem terá, conforme o anteprojeto disponível, as seguintes características técnicas:

Bacia hidrográfica . . . . .	370 km <sup>2</sup>
Acumulação útil . . . . .	236 x 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>
Área inundada . . . . .	1.030 ha
Altura máxima . . . . .	52 m
Tipo de barragem . . . . .	maciço de terra
Extensão de coroamento . . . . .	1.530 m
Largura no coroamento . . . . .	8 m

## Estudos de identificação (inventários)

Desde longa data, o Rio Grande do Sul realiza esforços para identificar projetos de irrigação e drenagem, visando, dessa forma, a superar as limitações que a carência ou excesso de chuvas impõe, periodicamente, à produção agropecuária.

Todavia, desafortunadamente, a intensificação desses esforços têm sido subsequente a situações excepcionalmente anormais — de estiagens e inundações —, e por conseqüência, não observaram a necessária continuidade, resultando, na prática, em uma série de estudos e inventários, dos quais, alguns anos após, não mais se tem notícia.

De uma certa forma, a situação presente, com as estiagens verificadas em 1978 e 1979, repete, pois, a história. Nesse sentido, é importante conhecer tais estudos e inventários, por duas razões fundamentais:

- alguns dos projetos identificados, já implantados ou não, proporcionam informações técnicas úteis de orientação de ações futuras;
- a análise das conseqüências e resultados efetivos de tais estudos, correlacionada com os aspectos institucionais das diferentes entidades que os promoveram, deve conduzir a indicações importantes para identificar-se as razões pelas quais tais esforços têm sido descontinuados, caracterizando-se, nesse particular, a falta de uma ação sistematizada e permanente.

Ainda mais uma vez, vale ressaltar que, dada a multiplicidade de estudos realizados em diferentes épocas e por entidades as mais diversas, considerar-se-ão somente aqueles mais recentes e de maior amplitude, o que significa dizer que se tem consciência da possibilidade de omissão.

Contudo, o fato de algum estudo não ser citado neste trabalho não implica qualquer definição quanto à inviabilidade do projeto eventualmente omitido.

Isto posto, comentam-se, a seguir, os estudos de identificação ou inventários sobre projetos de irrigação e drenagem que foi possível relacionar, observando-se, em particular, as entidades que os desenvolveram.

### **Comissão Especial de Obras de Irrigação (CEOI)**

Através da Lei nº 2.434, de 23 de setembro de 1954, o Governo do Estado instituiu a Comissão Especial de Obras de Irrigação – (CEOI), vinculada à então Secretaria de Obras, hoje Secretaria do Interior, Desenvolvimento Regional e Obras Públicas – (SDO).

Os trabalhos desenvolvidos pela CEOI estenderam-se até 1955 e incluem um elenco de estudos com diferentes graus de detalhamento, mas que, na generalidade, se situam a nível de anteprojeto, usualmente voltados para a irrigação do arroz. O acervo total dos trabalhos da CEOI não está, no presente, disponíveis, sendo de supor-se que uma parte dos mesmos, lamentavelmente, foi perdida. Não é de surpreender, pois, que se volte a considerar, no futuro, alternativas já inventariadas pela CEOI, embora não arroladas neste documento.

Na Tabela 34, apresenta-se uma relação dos estudos e anteprojetos elaborados pela CEOI, indicando-se os elementos técnicos obtidos; observa-se, pela carência de dados em alguns desses estudos, que as informações básicas (cartografia, hidrologia etc), então disponíveis, eram bastante escassas e, em consequência, o nível de detalhamento dos diferentes anteprojetos é muito variável.

É importante referir que, como no caso da barragem do Santa Maria Chico, no município de Dom Pedrito, algumas obras estudadas pela CEOI foram reavaliadas, posteriormente, por outras entidades. Nota-se, ainda, que as comunidades, tendo conhecimento da CEOI, reivindicam a implantação de muitas das obras inventariadas; a frustração das expectativas geradas há tantos anos deve servir para evitar-se, dentro do possível, que se desperte, quando não existirem bases confiáveis, novamente tais anseios comunitários.

TABELA 34 – Plano Diretor de Irrigação, Anteprojeto da CEOI

Projeto	Bacia	Curso d'água	Município	Finalidade(s)	Bacia vertente (km)	Acumulação Total	10(06) m <sup>3</sup> Util	Tipo de Barragem	Extensão da crista (m)	Laguna da crista (m)	Altura máxima (m)	Área inundada (ha)	Nível estudo	Observações
Açude Pinheiro	Jacuf	Sanga do Morto	Alegrete	Irrigação		4,60		Terra			10,00		Invent.	
Açude Umbu	Jacuf		Cacequi	Irrigação		6,30		Terra			8,50		Invent.	
Areial	Jacuf			Irrigação		2,03		Terra			8,00		Invent.	
Batucará	Jacuf	R. Botucará	Candelária	Irrigação		3,50		Terra			22,00		Invent.	
Castelhano	Jacuf	Art. Castelhano	Venâncio Aires	Irrigação		180,00		Terra			17,00	2.000	Invent.	
Divisa	Jacuf	Art. Divisa	Rosário do Sul	Irrigação	14.000	65,60	52,30	Terra	1.588		12,70	2.090	Invent.	
Inhanduí	Jacuf	Art. Inhanduí	Alegrete	Irrigação	79.500	3,08		Terra			24,00		Invent.	
Iruí	Jacuf	Art. Fui	Rio Pardo	Irrigação		251,50	240,00	Terra		1.300	23,20	2.000	Invent.	
			Encruz. do Sul	Geração							17,30			
Santa Maria Chico	Jacuf	Art. Sta. Maria Chico		Irrigação		99,26	90,00	Terra	1.600	900		2.300	Invent.	CEOI (16-10-62) Elab. IRGA (11-11-75) Rev.
Tabatinga	Jacuf	Mt. Tabatinga	Rio Pardo	Irrigação		129,82					19,00			
Taguarembó	Jacuf	Art. Taguarembó	D. Pedrito	Irrigação				Terra						
			Laras do Sul	Irrigação				Terra						
Vacacaf	Jacuf	R. Vacacaf	São Gabriel	Irrigação										
				Geração		680,00		Terra	960		25,00	8.000	Invent.	Alternativa 1
Vacacaf	Jacuf	R. Vacacaf	São Gabriel	Irrigação	233.190	400,00		Terra			17,50	9.000	Invent.	Alternativa 2
Velhaço	Jacuf	Art. Velhaço dos Patos	Camaquã	Irrigação	54.100			Terra			16,84		Invent.	Substituto Sistema Camaquã (DNOS)
Ibrapuitã	Jacuf	R. Ibrapuitã	Alegrete	Irrigação	308.100		1.020,00	Terra						CEOI – Geotécnica
				Geração				Mista						CEE – (1955)

Fonte: Pesquisa direto Mapoteca SDO.

CEOI – Comissão Especial de Obras de Irrigação.

## Comissão de Planejamento da Irrigação

Em janeiro de 1962, e sob os auspícios da então Superintendência do Plano de Valorização Econômica da Região da Fronteira Sudoeste do País, hoje SUDESUL, foi instituída, a Comissão de Planejamento da Irrigação, também integrada por representantes do DNOS, CEOI, IRGA, DEPRC e Secretaria de Agricultura.

Em relatório de maio de 1962, a referida comissão propôs a construção de 336 açudes em 10 municípios da Fronteira oeste do estado.

Município	Número de açudes	Acumulação (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	Área de arroz irrigada (ha)
Itaqui	51	303,60	17.204
Uruguaiana	54	246,39	13.962
Quaraí	24	78,90	4.471
Alegrete	96	374,39	21.216
Livramento	26	273,21	13.442
Rosário do Sul	21	87,51	4.959
Cacequi	19	78,98	4.475
São Gabriel	20	56,31	3.190
General Vargas	10	41,34	2.342
São Borja	15	85,80	3.862
Total	336	1.626,43	90.123

Não há, no momento, informações de quantos dos açudes inventariados já estão construídos. Nota-se, entretanto, da observação atenta das relações constantes das páginas seguintes, que o maior açude, Alegrete, teria uma acumulação de 38.000.000m<sup>3</sup>, inundando uma área de 720ha, para irrigar 2.070ha de arroz, isto é, a área inundada corresponde a mais de 1/3 da superfície irrigada.

Nos açudes menores, com acumulação inferior a 5.000.000m<sup>3</sup>, a relação entre a área irrigada e a inundada é ainda, mais desfavorável;

em muitos desses pequenos barramentos, cuja taipa teria menos de 5m de altura, a área inundada excede à superfície irrigada.

No conjunto, os 336 açudes inventariados, que permitiriam, anualmente, 90.123 ha de lavouras de arroz, representariam a perda, por inundação; de 34.849 (cerca de 38,6% da área anual irrigada).

Finalmente é importante destacar que o inventário realizado pela Comissão de Planejamento da Irrigação, de real valor, como um estudo preliminar, cingiu-se à consideração das condições topográficas, sem a análise mais detalhada dos aspectos atinentes à hidrologia, geologia e natureza dos solos a serem irrigados; ao que se sabe, o referido plano de açudagem visava, também, à dessedentação dos rebanhos, já que, como foi referido no relatório da comissão, a seca de 1957-58 teria provocado a perda de 86.128 bovinos só no município de Uruguaiana.

### **Comissão da Lagoa Mirim (CLM)**

A bacia hidrográfica da Lagoa Mirim — com 62.250 e 33.000km<sup>2</sup> na República Oriental do Uruguai — apresenta ampla disponibilidade de terras agricultáveis e águas superficiais, o que, aliado a condições climáticas favoráveis, revela a elevada potencialidade agrícola da microrregião.

Assim, desde 1963, com a criação da Comissão Mista Brasileiro-Uruguiaia para o Desenvolvimento da Bacia da Lagoa Mirim (CLM), essa microrregião tem sido intensamente estudada pelos dois governos, propondo-se a implementação de um programa de obras com vistas à plena utilização dos recursos naturais existentes, principalmente para a irrigação de cerca de 900.000 ha.

As ações binacionais estão definidas pelo Tratado da Bacia da Lagoa Mirim e Protocolo do Rio Jaguarão, celebrados em 7 de julho de 1977, e que foram promulgados, no Brasil, pelo Decreto nº 81.351, de 17 de fevereiro de 1978. Dentro desse marco institucional e dando prosseguimento aos entendimentos anteriormente mantidos, os governos tratam da implantação do sistema de irrigação do rio Jaguarão, já comentado.

No que concerne às ações em território brasileiro, a SUDESUL, como organismo operativo, atua através de seu Departamento da Lagoa Mirim, criado pelo Decreto nº 69.612, de 29 de novembro de 1971, que vem tratando da implantação de vários projetos.

Além da barragem-eclusa do São Gonçalo e do distrito de irrigação do arroio Chasqueiro, já referidos, estuda o aproveitamento do rio Piratini, do arroio Pelotas e outros.

O sistema de irrigação do Rio Piratini, conforme anteprojeto disponível, permitirá dominar, por gravidade, 66.500 ha, além de ensejar a geração de energia elétrica (78Gw/h/ano); os estudos de engenharia final (projeto básico) devem estar concluídos dentro de 02 anos, sendo possível o início das obras imediatamente após o término da implantação do Projeto Chasqueiro, assegurando-se, assim, continuidade ao programa de obras na bacia da Lagoa Mirim.

A barragem de Picada Nova, sobre o rio Piratini, cerca de 17km a montante da cidade de Pedro Osório, terá as seguintes características principais:

Bacia hidrográfica . . . . .	2.271 km <sup>2</sup>
Acumulação útil . . . . .	1.075 x 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>
Área inundada . . . . .	7.750 ha
Tipo de barragem . . . . .	contrafortes (concreto)
Extensão no coroamento . . . . .	1.229 m
Altura máxima . . . . .	58 m
Descarga máxima tomada d'água	63.700m <sup>3</sup> /s

Está previsto um aproveitamento hidrelétrico de 16mW, com queda média de 30m e geração média anual de 78GWh/ano.

Os canais de irrigação terão uma extensão de 181km, dominando, por gravidade, 66.500ha de terras irrigáveis nos municípios de Pelotas, Pedro Osório e Arroio Grande.

O anteprojeto existente prevê a construção de um sifão ou aquea-

duto sobre o rio Piratini, para irrigar áreas em ambas as margens desse curso d'água.

O distrito de irrigação do arroio Pelotas, conforme anteprojeto existente, dominará por gravidade uma área de 7.600ha no município de Pelotas, a partir de uma barragem com as seguintes características:

Bacia hidrográfica . . . . .	760km <sup>2</sup>
Acumulação útil . . . . .	40 x 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>
Área inundada . . . . .	1.050ha
Tipo de barragem . . . . .	maciço em terra
Extensão do coroamento . . . . .	1.610m
Altura máxima . . . . .	20m
Descarga máxima tomada d'água . . . . .	8m <sup>3</sup> /s

Na generalidade, o elenco de projetos propostos para a bacia da Lagoa Mirim contempla os seguintes propósitos imediatos, decorrentes da irrigação por gravidade de 117.000 ha (no Brasil):

- redução do custo de produção da lavoura orizícola, ensejando uma poupança de divisas (da ordem de US\$ 2 milhões/ano) pela eliminação do bombeamento com óleo diesel;
- diversificação da produção agrícola, permitindo, pelo baixo custo, a irrigação de outros cultivos de verão (milho, soja, sorgo e pastagens em períodos críticos de estiagem);
- aumento da produção de hortigranjeiros, gerando empregos na área rural e contribuindo, assim, para minimizar o fluxo migratório para as cidades, além de assegurar o suprimento de matéria-prima às indústrias de processamento de alimentos já instalados;
- em caráter secundário, mas de alta relevância no contexto atual, a produção de energia elétrica a baixo custo.



O desenvolvimento da bacia da Lagoa Mirim, em seus aspectos amplos e relevantes, deve ser visualizado, segundo os seguintes parâmetros de referência:

- a feição binacional, caracterizada pela ação integrada com o Governo Uruguaio, assume relevância maior quando considerada no quadro das relações internacionais concernentes ao Cone Sul da América do Sul;
- a predominância dos projetos agrícolas, particularmente quando os mesmos objetivam, também, a redução no consumo de combustíveis e a produção de energia elétrica, configura-se como altamente conveniente no contexto atual, revelando inclusive no que se refere aos objetivos de, pela geração de empregos, minimizar o êxodo rural.

## **Outros estudos**

Além dos estudos anteriormente referidos, existem vários trabalhos relativos ao aproveitamento de recursos hídricos no Rio Grande do Sul que merecem ser citados, posto que podem proporcionar subsídios técnicos, ainda que de caráter preliminar, de bacias hidrográficas ou de microrregiões.

Nesse particular, é importante reconhecer que, até o presente, normalmente os estudos observam um enfoque estritamente setorial (abastecimento urbano, geração de energia, irrigação, navegação ou, então, são excessivamente abrangentes, tratando de levantar potencialidades globais.

Nessa última categoria, pode ser incluído o trabalho "Possibilidades de Irrigação no Extremo Sul do País", editado em 1968 (2ª edição — 112/69) pela SUDESUL, que indica, na generalidade, uma série de alternativas de barramentos visando à irrigação; este trabalho foi apresentado como contribuição ao SEMINÁRIO LATINO-AMERICANO DE IRRIGAÇÃO, realizado em Caracas (Venezuela), entre 21 de outubro e 1º de novembro de 1968.

Apesar de seu caráter meramente indicativo, este relatório deverá ser considerado no futuro, porque resultou de uma pesquisa de campo, em conseqüência, contém informações objetivas.

Também merece menção o chamado "Plano Boursheid", elaborado por Fredolino Boursheid em 1967, que propõe a construção de um elenco de barragens no município de Dom Pedrito, a qual deve ser cotejada com alternativa da barragem de Santa Maria Chico, conforme o anteprojeto elaborado pelo CEOI em 1962 e revalidado pelo IRGA em 1975. Neste particular, é de enfatizar-se que as condições de topografia e, especialmente, a fertilidade dos solos do município de Dom Pedrito estão a antecipar que essa é mais uma das áreas prioritárias a ser consideradas.

Além disso, do total de 24.933 ha cultivados com arroz em 1978-79, somente 34,2% foram irrigados por gravidade no município de Dom Pedrito.

Por outro lado, o sistema de posse da terra (80,4% arrendadas), o valor do arrendamento da terra e água (27,7% da produção ou 17 sacos/ha) revelam que, nesse município, se repetem, mais uma vez, as condições históricas da expansão da orizicultura como lavoura pioneira; as produtividades, que já alcançaram a 4.949 kg/ha em 1974/75, têm declinado, embora se mantenham bem acima das médias do estado. É de destacar-se que as condições dos solos nessa região permitem expandir, especialmente com irrigação e drenagem adequadas, as culturas de milho e soja, cujas áreas cultivadas, em 1977, foram respectivamente, de 3.700 e 9.500ha.

Os estudos e obras realizadas pela Companhia Estadual de Energia Elétrica (CEEE), com vistas a aproveitamentos hidrelétricos e, recentemente, o estudo conjunto do trecho limítrofe do rio Uruguai desenvolvido pela ELETROBRÁS e ÁGUAS Y ENERGIA (Argentina), devem ser considerados para compatibilizá-los com projetos de irrigação nas áreas circunvizinhas. No que concerne à CEEE, o problema de eletrificação das granjas de arroz torna conveniente considerar o aproveitamento hidrelétrico de barragens, originalmente, previstas para a irrigação; reciprocamente, a regularização proporcionada pelos barramentos para geração de energia elétrica podem ser aproveitados para irrigação a jusante,

desde que existam áreas adequadas.

Da mesma forma, convém referir que as obras para melhoramento das condições de navegabilidade dos cursos d'água, objeto de atenção da PORTOBRÁS, tais como as que integram a ligação Ibicuí-Jacuí, devem ser consideradas como possibilidades de utilização hidrográfica.

Os estudos que a Companhia Rio-Grandense de Saneamento — CORSAN desenvolve, seja em termos de assegurar o suprimento de água potável aos centros urbanos através da construção de barragens e outras hidráulicas (adutora à cidade de Rio Grande, por exemplo), seja pelo controle de qualidade dos mananciais, devem ser tidos em conta quando da elaboração de projetos de irrigação e drenagem.

Finalmente, o plano de açudagem promovido pelo IRGA, os esforços de povoamento piscícola que a SUDENE e outras entidades desenvolvem, assim como reflorestamento nas áreas contíguas às barragens e nas bacias hidrográficas promovidas pelo IBDF, e outros estudos relativos à proteção dos recursos naturais (conservação do solo, fauna e flora) incluem-se entre os aspectos que, em cada caso particular, deverão ser objeto de particular atenção.

As referências aqui incluídas têm, por conseguinte, a intenção de alertar para o fato de que, no estudo de uma bacia hidrográfica ou especificamente de um projeto de irrigação, dever-se-á iniciar fazendo um inventário detalhado das investigações realizadas; com surpresa, possivelmente haverá de deparar-se com um acervo valioso de informações, embora careçam de uma melhor sistematização. Ainda assim, evitar-se-á a perda de tempo e recursos com a repetição de estudos já realizados.

## **Obras não utilizadas ou incompletas**

Como que a atestar a descontinuidade da ação do poder público, no que concerne ao planejamento do uso integrado dos recursos hídricos, há, no Rio Grande do Sul, algumas obras hidráulicas que, concluídas, não estão sendo utilizadas e outras que, parcialmente implantadas, permanecem esquecidas.

Em boa parte, esse lamentável quadro — dificilmente justificável em face da escassez crônica de disponibilidades para investimentos — é decorrente, mais uma vez, do enfoque rigidamente setorial com que as entidades públicas costumam visualizar o aproveitamento das águas. Assim, quando a barragem, concluída ou em construção, não mais se apresentou viável, por vezes, em face das razões supervenientes plenamente justificáveis sob a ótica setorial da entidade empreendedora, essa preferiu esquecê-la.

Dado que tais fatores ocorreram em épocas e situações distintas e, possivelmente, possam, ainda, repetir-se em tempos futuros, não é de se perquirir, agora, das responsabilidades pelos mesmos. Intenta-se, apenas, considerar, a possibilidade de aproveitar essas obras para fins hidroagrícolas ou, como se verá, para atender, tanto quanto possível, a propósitos múltiplos, notadamente irrigação, geração de energia e laminação de cheias.

## Barragem Vacacaí Mirim

Situada sobre o Rio Vacacaí-Mirim, no município de Santa Maria, nas proximidades da sede municipal, destinava-se ao suprimento de água ao Distrito Industrial; por razões supervenientes, esse foi deslocado para uma área que não aquela originalmente prevista e, em conseqüência, a barragem construída não mais pode atender àquela finalidade.

A obra que foi realizada no período de 1961/72 pode ser caracterizada pelos seguintes elementos técnicos:

Bacia hidrográfica . . . . .	30 km <sup>2</sup>
Acumulação útil . . . . .	5 x 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>
Área inundada . . . . .	81,7 ha
Tipo de barragem . . . . .	maciço em terra
Extensão no coroamento . . . . .	560 m
Altura máxima . . . . .	22 m

## IV – Prioridades da pesquisa em agricultura irrigada na região Sul

### 4.1. Paraná

#### 4.1.1. No CNPSO

O Brasil pode aumentar a sua produção agrícola expandindo sua fronteira agrícola e/ou aumentando a produtividade das áreas cultivadas, através de novas cultivares, melhoria das condições químicas dos solos. Porém as culturas dificilmente realizam o seu potencial produtivo de uma forma estável ao longo dos anos. Uma das principais causas da não realização deste potencial é a distribuição irregular das chuvas nas regiões produtoras. Como consequência, advêm prejuízos tanto para os produtores como para o estado e o país.

No caso da soja, o histórico de clima, nos últimos anos, tem evidenciado freqüentes períodos com deficiências hídricas nas diferentes fases do ciclo da cultura. Este fato, tem provocado decréscimos na produção do país e sérios transtornos econômicos aos agricultores. Ao nível da pesquisa, essas frustrações de produtividade são prontamente evidenciadas quando se compara épocas de semeadura à distribuição irregular de chuvas durante o ciclo da soja. As deficiências de água provocam “déficit” hídrico nos tecidos das plantas, diminuem a absorção de nutrientes pelas plantas e modificam o comportamento dos nutrientes no solo. Na soja, a deficiência hídrica, na fase de formação e enchimento de grãos é limitante à produtividade. O estabelecimento da cultura no campo e a colheita são fases em que a umidade também é crítica. Para emergir, a soja precisa de mais água do que outras espécies como arroz e milho. O excesso de umidade após a maturação fisiológica prejudica a qualidade da semente, principalmente, quando associado à temperaturas elevadas.

Basicamente, o que se tem feito para minimizar o efeito dos períodos secos sobre a produtividade é a recomendação da adoção de algumas práticas, como por exemplo, tipos de preparo do solo, profundidade de incorporação de corretivos e nutrientes, cobertura morta do solo, escalonamento de épocas de semeadura e de cultivares, escolha de arranjos de plantas que aumentam a eficiência da absorção da água pelas plantas.

Os trabalhos nessas linhas trouxeram importantes contribuições para minimizar os danos causados pela distribuição irregular das chuvas. No entanto, existe a necessidade de se incrementar e de complementar outros estudos nas áreas de agroclimatologia, fisiologia vegetal e física do solo, todas com altíssima prioridade. O objetivo é melhor estudar a frequência e a intensidade dos verânicos e das chuvas, assim como a evapotranspiração, o consumo de água pela planta nos diferentes estádios, a interceptação e distribuição de energia solar no dossel, a distribuição, desenvolvimento e eficiência das raízes na absorção de água e nutrientes, a capacidade de retenção de água pelos solos, a condutividade hidráulica em solos saturados e não saturados, o movimento de íons no solo, etc. Estes parâmetros são básicos para a determinação da quantidade de água e nutrientes no sistema solo-água-planta e, por certo, o entendimento das relações existentes no sistema trará importantes subsídios para a irrigação minimizando as perdas e os riscos das frustrações de safras causados pelos deficits hídricos.

O CNPSO já avalia superficialmente alguns desses parâmetros, no entanto, devido à carência de pessoal de nível técnico-científico e de pessoal de apoio, não se tem efetuado estudos mais aprofundados.

#### 4.1.2. IAPAR

A fundação Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR) desenvolverá em seus centros de pesquisa e experimentação, as atividades que darão suporte técnico-científico à assistência técnica da agricultura irrigada. Nesse sentido, abrangerá investigações básicas para minimização dos riscos de frustrações de safra, estudos de exigência hídricas das culturas, adequação de várzeas para plantio, métodos e manejo de irrigação, sistema de previsão de precipitações para monitoramento de irrigação, estudos de sistemas de produção em agricultura irrigada.

Com ações prioritárias de pesquisa, destacam-se:

- a) Investigações básicas para projeto de irrigação e drenagem.
  - Levantamento detalhado dos recursos hídricos a nível das áreas prioritárias.

- Caracterização química, física e hídrica dos solos.
  - Caracterização climática do Estado do Paraná frente às áreas prioritárias do programa (evapotranspiração potencial, frequência de veranicos, chuvas intensas, velocidade média e direção predominante dos ventos, ocorrência de geadas).
  - Fatores sócio-econômicos e da estrutura fundiária.
- b) Minimização dos riscos de frustrações de safras por déficit hídrico:
- Preparo do solo (área irrigada e/ou drenada);
  - Adubação verde de inverno e verão;
  - Plantio de variedades das culturas mais tolerantes à seca.
  - Adubação química, orgânica e calagem;
  - Modificações no microclima visando economia de água;
- c) Desenvolvimento de alternativas para uso e manejo dos solos de várzeas.
- Drenagem agrícola;
  - Manejo dos solos;
  - Tecnologia para produção de arroz em várzeas;
  - Avaliação de explorações alternativas para uso das várzeas;
  - Métodos de irrigação adequados às condições culturais e sócio-econômicas do público prioritários do programa;
  - Equipamentos para o manejo e sistematização dos solos de várzeas adequados à realidade sócio-econômica do público prioritário deste programa.

- d) Determinação das exigências hídricas das culturas:
- Determinação dos estádios críticos para irrigação.
  - Curvas de resposta de produção em função da deficiência hídrica.
  - Determinação dos coeficientes de cultura.
- e) Alterações nas características do ecossistema agrícola devido à ação dos diferentes sistemas de irrigação e drenagem:
- Avaliação das alterações nas características físicas, químicas e nos parâmetros hídricos dos solos devido à irrigação e drenagem.
  - Preparo de solos inundados e impermeabilização de solos.
  - Modificações no comportamento das interações culturas, pragas, doenças e predadores influentes por modificações no microclima devido à irrigação e drenagem.
  - Problemas de toxidez e deficiências nutricionais.
- f) Métodos e manejo de irrigação em culturas prioritárias.
- g) Previsão de precipitações e umidade do solo para monitoramento das necessidades hídricas.
- h) Avaliação sócio-econômica das propriedades beneficiadas:
- Custo benefício do investimento realizado.
- i) Mudanças sociais decorrentes da introdução de sistema de irrigação no Paraná:
- Aproveitamento de várzeas em pequenas propriedades.
  - Regiões com grande participação em áreas sistematizadas.
  - Interação de manejo do solo com aproveitamento de cursos naturais de água.



Programa / Título do Projeto	Título do Subprojeto
1. Recursos naturais	
. Desenvolvimento de modelos agroclimáticos para a agricultura paranaense.	. Potencial agroclimático do Estado do Paraná. . Exigências bioclimáticas de espécies e cultivares para subsídios ao zoneamento agrícola do Estado do Paraná. . Modelagem de balanço hídrico para principais culturas do Estado do Paraná.
. Estudos e avaliação do processo erosivo no Estado do Paraná.	. Avaliação da erosividade da chuva. . Avaliação da erosão em sistemas de produção regionais.
. Uso, manejo e conservação do solo e água em terras de alta aptidão agrícola.	. Desenvolvimento de métodos de preparo de solos e sistemas de lavouras diversificadas com rotação de culturas e adubação verde.
. Uso, manejo e conservação do solo em terras de baixa aptidão agrícola	. Desenvolvimento de métodos de preparo do solo e sistemas de lavouras diversificadas através de consorciação, rotações de culturas e adubação verde.
. Desenvolvimento de alternativas para uso e manejo de solos de várzeas.	. Avaliação de culturas alternativas para o uso de solos de várzeas. . Estudo das variações das propriedades físicas e químicas e suas relações em função do manejo de solo de várzeas.

---

Programa / Título do Projeto	Título do Subprojeto
<ul style="list-style-type: none"> <li>. Reciclagem de nutrientes, corretivos e condicionadores do solo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>. Dinâmica de nutrientes em sistemas agrícolas diversificados.</li> <li>. Uso e manejo de resíduos orgânicos e minerais.</li> </ul>
<p>2. Culturas Alimentícias</p>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>. Obtenção de cultivares de arroz irrigado adaptadas às condições do Paraná.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>. Desenvolvimento de cultivares para alta produtividade com resistência ao Bruzone, ao frio, ao acamamento e degrana.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>. Deficiência hídrica nas culturas alimentícias.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>. Avaliação de práticas culturais em arroz irrigado.</li> <li>. Resistência à seca em trigo.</li> <li>. Identificação de fontes de resistência à seca e a altas temperaturas durante o florescimento no feijoeiro (<i>Phaseolus Vulgaris L.</i>).</li> <li>. Resistência à seca em arroz de sequeiro.</li> </ul>
<p>3. Culturas Agroindustriais</p>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>. Desenvolvimento de tecnologias para cultivo de cafeeiro em áreas de risco quanto à aptidão climática.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>. Exigências hídricas do cafeeiro no Estado do Paraná.</li> </ul>

## 2. Santa Catarina

Os trabalhos da EMPASC na área de pesquisa se desenvolverão nos seguintes subitens:

- Elaboração de levantamento das características físico-hídricas dos solos, necessários em projetos de irrigação e drenagem.
- Avaliar os efeitos de diferentes sistemas de manejo nas propriedades físicas dos solos de várzeas (minerais e orgânicas).
- Desenvolver metodologias para determinação de características físico-hídricas dos solos de várzeas, mais apropriadas para o uso do agricultor em zonas de várzeas.
- Desenvolver tecnologias viáveis para a recuperação das propriedades físico-químicas de solos de várzeas.
- Curva característica de retenção de umidade.
- Capacidade do solo e de partícula.
- Porosidade.

### Clima

- Determinação das áreas homogêneas quanto aos parâmetros:
  - . velocidade do vento
  - . precipitação
  - . evapotranspiração potencial

identificação dos períodos de maior demanda e de deficiência de água.

- Calibração dos diversos balanços hídricos climatológicos com os de campo.

## Culturas

- Distribuição do sistema radicular das diferentes culturas para os diferentes tipos de solo.
- Calibração dos coeficientes de cultura para as diferentes épocas de semeadura.
- Classificação das variedades das culturas de maior importância quanto à tolerância ao déficit hídrico.
- Determinação do ponto de umidade crítica para as diferentes culturas.
- Avaliação econômica do benefício da irrigação.
- Desenvolver pesquisas que objetivam novas alternativas de uso dos solos de várzeas:
  - . rotação de culturas
  - . sucessão de culturas
  - . consorciação de culturas
- Introdução e seleção das principais culturas dos solos de várzeas, tolerantes a:
  - . encharcamento do solo
  - . problemas de salinidade

- . deficiência hídrica
- . toxicidade de ferro
- . baixa fertilidade
- . baixa temperatura

## Água

- Fazer determinações de qualidade da água para irrigação nas diferentes estações do ano e estudar o balanço de sais em solos de áreas sujeitas a problemas de salinidade.
- Promover o estudo do balanço hídrico em bacias hidrográficas de regiões que apresentem deficiência ou excesso de água.
- Promover o estudo do balanço hídrico no solo para as principais culturas de várzeas.
- Estudar a resposta das culturas a diferentes profundidades do lençol freático.
- Instalar unidades de demonstração de irrigação e drenagem em áreas de clima e solo representativos da região para o conhecimento de:
  - . conhecimento do lençol freático
  - . vazão dos sulcos de irrigação
  - . coeficientes de drenagem
  - . estudo de materiais de drenagem

## Métodos

- Testar a viabilidade dos diferentes métodos de irrigação.
- Comparar a eficiência técnica e econômica dos diferentes métodos viáveis para a região.

- Definir parâmetros de projeto para os métodos específicos.

## Difusão de Tecnologia

- Pesquisa em andamento, Comunicado Técnico e Boletim Técnico.
- Dias de campo, treinamentos e seminários.

	<b>Necessidade de Pesquisa</b>	<b>Ações a Médio e Longo Prazos</b>	<b>NP*</b>
Solos: Levantamento com detalhes dos solos irrigáveis.	Elaboração de levantamento pedológico com detalhes para classificar os diferentes solos de várzeas existentes.	a) Atualização e publicação do relatório do levantamento semidetalhado do sul do estado.	1
	Elaboração de levantamento das características físico-hídricas dos solos necessários em projetos de irrigação e drenagem.	b) Fazer determinações de campo e/ou laboratório da densidade do solo, densidade de partículas, porosidade, espaço aéreo, composição granulométrica curva de retenção de água do solo, capacidade de armazenamento, condutividade hidráulica, taxa de infiltração e profundidade da camada impermeável.	1

	Necessidade de Pesquisa	Ações a Médio e Longo Prazos	NP*
		c) Elaboração de levantamento semidetalhado dos solos de várzeas do Estado de Santa Catarina, estudando os parâmetros físico-químicos, para fins toxonômicos dos solos de várzeas.	I
Comportamento físico do solo	Avaliar os efeitos de diferentes sistemas de manejo nas propriedades físicas dos solos de várzeas (minerais e orgânicos).	Fazer levantamento das propriedades físicas em áreas de histórico conhecido.	I
	Avaliar os efeitos da drenagem e utilização dos solos de turfa na subsidência e irreversibilidade destes.	Desenvolver metodologias	I
	Desenvolver metodologias para determinação de características físico-hídricas dos solos de várzeas, mais apropriados para o uso do agricultor em zonas de várzeas.	Procurar correlações entre os métodos usuais laboratórios e os de mais fácil execução pelo pequeno e médio produtor.	II

	<b>Necessidade de Pesquisa</b>	<b>Ações a Médio e Longo Prazos</b>	<b>NP*</b>
	Desenvolver tecnologias viáveis para a recuperação das propriedades físico-químicas de solos de várzeas.	Ajustar e desenvolver metodologias de pesquisa em física de solo.	II
	Desenvolver e adaptar práticas mecânicas mais eficientes e econômicas no manejo dos solos de várzeas.	Desenvolver metodologias.	I
Comportamento biológico do solo	Desenvolver estudos de mineralização dos solos de turfa.	Desenvolver metodologias.	III
	Determinação da taxa de composição e liberação de nutrientes da matéria orgânica e suas relações com a produtividade dos solos de turfa.	Desenvolver sistemas de manejo com fins de preservação, manutenção e melhoria da fertilidade dos solos de turfa.	III



	<b>Necessidade de Pesquisa</b>	<b>Ações a Médio e Longo Prazos</b>	<b>NP*</b>
	Promover estudos de fixação biológica de nitrogênio.	Avaliar o potencial de utilização do produto da associação Azolla e Anabaena como adubo orgânico para culturas irrigadas por inundação, com ecotipos locais.	III
Comportamento químico do solo	Promover o levantamento do estado atual da fertilidade do solo e o diagnóstico dos principais problemas atuais e potenciais da produtividade das culturas.	Fazer avaliações periódicas da fertilidade do solo.	I
	Desenvolver metodologia para o diagnóstico da disponibilidade de nitrogênio no solo e avaliação da necessidade da adubação nitrogenada, em relação a parâmetro de solo, água e planta	Desenvolver metodologia	II

---

Necessidade de Pesquisa	Ações a Médio e Longo Prazos	NP*
Fazer a avaliação da eficiência agrônômica de adubos orgânicos de produção direta na propriedade.	Desenvolver testes com adubos orgânicos de origem animal e vegetal.	II
Avaliar a contribuição de leguminosas em rotação e/ou utilização como adubo verde para o balanço de nitrogênio em zonas arrozeiras, como também avaliar a contribuição desse manejo na melhoria das propriedades físicas do solo.	Desenvolver experimentos com adubação verde comparada a adubação mineral em experimento de longa duração.	II
Desenvolver modelos de resposta para avaliação da eficiência técnica e economia da calagem em sistemas de rotação com o arroz irrigado.	Experimentos de longa duração.	II

---

Necessidade de Pesquisa	Ações a Médio e Longo Prazos	NP*
Avaliar a eficiência de utilização dos nutrientes pelas culturas em relação a modos e épocas de aplicação de adubos e corretivos.	Experimentos de média duração	I
Desenvolver estudo de métodos de análise do solo, para avaliação da necessidade de adubação fosfatada e potássica para solos de várzeas.	Avaliação dos efeitos residuais da calagem e adubação em sistema de rotação.	I
Estabelecer sistemas de avaliação da necessidade de macronutrientes secundários e micronutrientes.	Experimentos de média duração.	II
Avaliação do grau de salinidade dos solos de várzea e estudar métodos de controle à salinização.	Fazer avaliações periódicas.	I

	<b>Necessidade de Pesquisa</b>	<b>Ações a Médio e Longo Prazos</b>	<b>NP*</b>
<b>MANEJO DA ÁGUA</b>			
Qualidade da água de irrigação	Fazer determinações de qualidade da água para irrigação nas diferentes estações do ano e estudar o balanço de sais em solos de áreas sujeitas a problemas de salinidade.	Determinação da necessidade de lixiviação em zonas sujeitas a problemas de salinidade.	I
Balanço hídrico	Promover o estudo do balanço hídrico em bacias hidrográficas de regiões que apresentam deficiência ou excesso de água.	Utilização de dados meteorológicos de postos e estações meteorológicas.	I
	Promover o estudo do balanço hídrico no solo para as principais culturas de várzeas.	Experimentos de média duração.	I
Drenagem	Estudar a resposta das culturas a diferentes profundidades do lençol freático.	Instalação de experimentos de média duração.	I

	<b>Necessidade de Pesquisa</b>	<b>Ações a Médio e Longo Prazos</b>	<b>NP*</b>
	<p>Instalar Unidades de Demonstração de irrigação e drenagem em áreas de clima e solo representativos da região para o conhecimento de:</p> <p>a) conhecimento do lençol freático.  b) espaçamento de drenos  c) comprimento dos sulcos de irrigação  d) vazão dos sulcos de irrigação  e) coeficientes de drenagem  f) estudo de materiais de drenagem.</p>	<p>Selecionar as áreas para as Unidades de Demonstração.</p>	I
<b>MANEJO DAS CULTURAS</b>			
Uso alternativo do solo	<p>Desenvolver pesquisas que objetivam novas alternativas de uso dos solos de várzeas:</p>	<p>Experimentos de média duração</p>	I

	<b>Necessidade de Pesquisa</b>	<b>Ações a Médio e Longo Prazos</b>	<b>NP*</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) rotação de culturas</li> <li>b) sucessão de culturas</li> <li>c) consorciação de culturas</li> </ul>		
<b>Seleção de espécies</b>	<p>– Introdução e seleção das principais culturas dos solos de várzeas, toleráveis:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) encharcamento do solo</li> <li>b) problemas de salinidade</li> <li>c) deficiência hídrica</li> <li>d) toxidez de ferro</li> <li>e) baixas fertilidade</li> <li>f) baixas temperaturas</li> </ul>	Experimentos de média duração.	I
<b>Plantas daninhas</b>	<p>– Produção de sementes e mudas</p> <p>Desenvolver processos integrados para controle de plantas daninhas em áreas de várzeas.</p>	Desenvolver tecnologias	I

	<b>Necessidade de Pesquisa</b>	<b>Ações a Médio e Longo Prazos</b>	<b>NP*</b>
	Controle de pragas e doenças	Desenvolver processos integrados para controle de pragas e doenças em áreas de várzeas.	Levantamentos e experimentos.
<b>MECANIZAÇÃO AGRÍCOLA</b>			
	Máquinas e equipamentos	Desenvolver máquinas e equipamentos agrícolas, bombas e outros.	
<b>DIFUSÃO DE TECNOLOGIA</b>			
	Publicações	Pesquisa em andamento, Comunicado Técnico, boletim Técnico, Documento e Livros.	
	Outras metodologias	Dias de campo, treinamento, cursos e seminários.	

### **3. No Rio Grande do Sul**

No presente documento são apontadas apenas as áreas de pesquisa consideradas prioritárias, as que devem ser realizadas no período de 1986/90.

#### **Programa de Pesquisa na Área de Irrigação e Drenagem no Rio Grande do Sul**

##### **Estudos do solo**

– Levantamento das características físico-hídricas dos solos. Curva de desorção, capacidade de infiltração, condutividade hidráulica, densidade do solo. Porosidade, características dos solos orgânicos.

– Aspectos químicos. Determinação das curvas de respostas de nutrientes com culturas irrigadas e sua interação com o solo. Manejo da adubação.

– Aspectos biológicos. Fixação simbiótica e assimbiótica de nitrogênio.

– Preparo do solo. Sistemas de preparo e cultivo. Melhoria das condições físico-hídricas. Aumento da capacidade de infiltração. Uso e conservação da água e do solo.

##### **Estudos de irrigação**

Respostas das culturas a diferentes potenciais de água no solo. Necessidades hídricas nas diferentes fases do ciclo da cultura. Sistemas de irrigação: eficiência, avaliação e otimização do uso da água. Inovação



tecnológica de métodos de irrigação em várzeas e coxilhas. Avaliação de materiais e equipamentos para irrigação. Análise de viabilidade econômica e financeira de diferentes sistemas de irrigação.

## **Estudos de drenagem**

Respostas das culturas a diferentes níveis freáticos e critérios de drenagem. Sistemas de drenagem: tipos, eficiência, materiais a utilizar. Interação irrigação e drenagem para diferentes tipos de solos e culturas. Drenagem de solos orgânicos. Análise de viabilidade econômica e financeira de diferentes sistemas de drenagem. Efeito da compactação.

## **Estudos das culturas**

Uso consuntivo para diferentes culturas. Desenvolvimento e avaliação de cultivos adaptados, à irrigação e a drenagem. Manejo de cultivos irrigados: época de semeadura, densidade de plantas, controle de insetos, rotação cultural, controle de pragas e moléstias.

## **Estudos de mecanização e equipamentos**

Desenvolvimento e avaliação de máquinas e implementos para a agricultura irrigada em várzeas e coxilhas. Avaliação da eficiência e qualidade dos equipamentos de irrigação e drenagem.

## **V – Produção agrícola e respectivas áreas colhidas na região sul.**

### **1. Paraná**

**TABELA 35** – Produtos agrícolas (irrigados e não irrigados) e respectivas áreas colhidas nos anos de 1982/84, no Estado do Paraná.

Produto	Área (ha)			Quantidade produzida (t)		
	1982	1983	1984	1982	1983	1984
Arroz	204.142	216.400	196.700	257.229	368.313	242.570
Café	302.812	438.937	442.262	162.683	608.940	494.289
Feijão	879.990	699.685	741.001	666.780	347.035	479.108
Mandioca	62.490	69.870	73.688	1.218.740	1.383.000	1.446.258
Milho	2.276.700	2.361.800	2.447.000	5.430.000	5.018.870	5.400.000
Soja	2.099.996	2.022.000	2.177.900	4.200.120	4.315.000	4.121.000
Trigo	1.174.997	898.265	829.211	1.025.000	1.066.000	1.113.009
Sorgo	5.904	12.320	15.054	16.285	33.092	39.574
Hortaliças						
Alho	1.376	1.360	919	4.180	3.580	2.558
Batata-doce	5.406	5.396	5.957	78.969	80.433	90.231
Batata	50.460	45.004	40.929	598.553	422.870	509.673
Cebola	4.180	4.184	3.485	21.923	23.000	19.089
Melancia	919	835	811	1.382	1.332	1.690
Melão	20	21	21	37	41	33
Tomate	1.080	1.090	1.107	46.494	46.000	45.197

Fonte: Anuário Estatístico do Brasil – 1985 (IBGE).

## 2. Santa Catarina

**TABELA 36** — Produtos Agrícolas (irrigados e não irrigados) e respectivas áreas colhidas para os anos de 1982/84, no Estado de Santa Catarina.

Produto	Área (ha)			Quantidade produzida (t)		
	1982	1983	1984	1982	1983	1984
Arroz	143.088	142.758	139.281	374.078	395.613	453.057
Café	264	354	476	331	578	890
Feijão	368.540	350.918	393.819	321.045	162.803	310.439
Mandioca	79.033	78.544	83.102	1.141.097	1.022.161	1.090.368
Milho	1.108.615	1.062.521	937.731	2.628.756	1.687.355	2.345.209
Soja	445.700	359.455	422.446	534.452	405.397	578.769
Trigo	23.213	17.234	14.865	13.656	9.881	11.854
Sorgo	62	—	—	202	—	—
<b>Hortaliça</b>						
Alho	2.608	2.557	2.144	8.654	9.724	8.988
Batata-doce	4.179	4.306	4.903	67.113	61.898	75.389
Batata	18.975	16.580	17.236	160.912	115.498	161.373
Cebola	11.384	12.338	12.157	113.745	125.756	111.116
Melancia	1.767	1.896	2.045	3.944	4.763	5.261
Melão	70	55	49	40	33	32
Tomate	1.441	1.509	1.574	39.827	34.484	48.269

Fonte: Anuário Estatístico do Brasil — 1985 (IBGE).

### 3. Rio Grande do Sul

**TABELA 37** — Produtos agrícolas (irrigados e não irrigados) e respectivas áreas colhidas para os anos de 1982/84, no Estado do Rio Grande do Sul.

Produto	Área (ha)			Quantidade produzida (t)		
	1982	1983	1984	1982	1983	1984
Arroz	624.254	636.539	724.614	2.589.885	2.220.497	3.119.013
Café	—	—	—	—	—	—
Feijão	213.671	187.437	196.682	146.928	92.455	133.097
Mandioca	137.834	136.996	127.275	1.685.263	1.672.264	1.410.255
Milho	1.851.740	1.778.993	1.883.224	3.147.246	3.174.771	3.567.360
Soja	3.539.585	3.402.835	3.641.813	4.220.579	5.268.869	5.415.494
Trigo	1.308.052	690.566	634.187	516.790	797.422	611.632
Sorgo	50.423	51.638	65.964	105.634	105.687	136.695
Hortaliças						
Açúcar	2.095	2.120	2.028	5.797	5.889	5.689
Batata-doce	29.554	29.626	29.057	229.280	229.745	227.594
Batata	45.779	45.917	48.867	245.624	260.078	324.229
Cebola	19.703	19.858	23.122	168.555	167.748	155.988
Melancia	6.209	9.510	11.422	11.744	22.919	25.911
Melão	1.551	1.965	1.863	4.083	4.511	4.049
Tomate	3.573	3.283	2.854	47.374	42.904	45.638

Fonte: Anuário Estatístico do Brasil — 1985 (IBGE).

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BRASIL – IBGE – Anuário Estatístico 1985 do Brasil. Rio de Janeiro. 1986
- ESTADO DO PARANÁ – CAFÉ do Paraná. Programa de Irrigação e Drenagem do Estado do Paraná. Curitiba. 1986.
- ESTADO DO PARANÁ. Secretaria de Agricultura. Contribuição para a Sistematização do Uso da Água na Agricultura Paranaense. IAPAR. Doc. nº 13. Londrina. 1986.
- ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL. Secretaria de Coordenação e Planejamento. Proposta de Programa Estadual de Irrigação. CONRHIRGS. Porto Alegre. 1986.
- ESTADO DE SANTA CATARINA. Agricultura. Síntese Anual da Agricultura de Santa Catarina 1985–1986. Florianópolis, SC. 1986.
- ESTADO DE SANTA CATARINA. Programa Nacional de Irrigação em Santa Catarina. EMPASC. Florianópolis. 1986.
- IRGA – Anuário Estatístico do Arroz. Porto Alegre. v. 39. 1984.
- MAACK, REINHARO, Geografia física do Estado do Paraná, Curitiba, 1968.
- MINTER-SUDESUL – Plano Diretor de Irrigação do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. SUDESUL/FEE. 1980.