

TESE

932

ESCOLA FEDERAL DE ENGENHARIA DE ITAJUBÁ

*Um Estudo Energético e Econômico da Irrigação  
da Cultura da Batata comum (Solanum Tuberosum)  
no Sul de Minas Gerais*

JOSÉ MAURO FERRAZ

ITAJUBÁ, MG

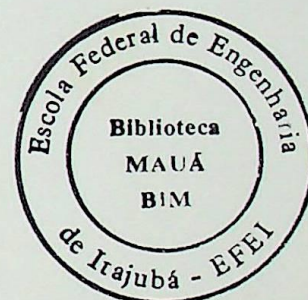
1997

**ESCOLA FEDERAL DE ENGENHARIA DE ITAJUBÁ**  
**CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA MECÂNICA**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**UM ESTUDO ENERGÉTICO E ECONÔMICO DA  
IRRIGAÇÃO DA CULTURA DA BATATA COMUM  
(*SOLANUM TUBEROSUM*) NO SUL DE MINAS GERAIS**

**JOSÉ MAURO FERRAZ**



**ORIENTADOR: PROF. DR. LUIZ AUGUSTO HORTA NOGUEIRA**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciências em Engenharia Mecânica, na área de concentração em Conversão de Energia.

**Itajubá - MG**

**1997**

CLASS. 582.92.(043.2)  
CUTTER. F368e  
TOMBO. 932

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES



INSTITUTO DE INVESTIGACIONES

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES

El presente documento es el resultado de un estudio de campo realizado en el territorio de la zona de estudio para determinar el estado de conservación de los recursos naturales y culturales de la zona.

**ESCOLA FEDERAL DE ENGENHARIA DE ITAJUBÁ**  
**CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA MECÂNICA**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**UM ESTUDO ENERGÉTICO E ECONÔMICO DA  
IRRIGAÇÃO DA CULTURA DA BATATA COMUM  
(*SOLANUM TUBEROSUM*) NO SUL DE MINAS GERAIS**

**JOSÉ MAURO FERRAZ**

**Membros da Banca Examinadora**

- 1- Prof<sup>a</sup>. Dra. Silvia Azucena Nebra de Perez**
- 2- Prof. Dr. Luiz Antonio Cury**
- 3- Prof. Dr. Luiz Augusto Horta Nogueira  
(Orientador)**

**Itajubá-MG**

**1997**

## AGRADECIMENTOS

A DEUS, Deus de todos e em todos.

Aos meus pais, Darcy e Gertrude de Castro, pela dedicação que tiveram ao educar-me, sendo sempre muito mais amigos.

Aos Prof. Dr. Luiz Augusto Martins Rodrigues, meu orientador, pela paciência, dedicação e atenção durante o desenvolvimento desta dissertação.

### Dedicatória

Prof. Dra. Silvia Augusta Nêbo de Faria, que sempre incentivou e apoiou minha participação na UNB/AMP.

Aos Prof. Luiz Antonio Cury, José Adair Fernandes, Luiz Roberto Nery e José Ronaldo Carlos Augusto Nery, por muitas horas de debates, trocas de experiências e sugestões.

Aos Coordenadores Agrônomos José Oscar Borelli, Cassiano (EMATER/RS) e José Antônio Marinho (EMATER - Mato do Pê) e José Carlos Assis (EMATER - Cuiabá), pela grande colaboração na obtenção de dados para o trabalho de conclusão.

Aos Agrônomos responsáveis nos municípios citados, que responderam de boa vontade a todas as solicitações e respostas desta dissertação.

Que Deus abençoe a todos os envolvidos, a todos os que estiverem lendo esta dissertação e a todos os que estiverem lendo esta dissertação.

A minha esposa Maria Aparecida e aos meus filhos César Eduardo, Luiz Ricardo e Luiz Rogério.

## AGRADECIMENTOS

A DEUS, fonte de amor e vida.

Aos meus pais, Betty e Geraldo (in memoriam), por maiores que forem as palavras serão muito pouco para agradecer.

Ao Prof. Dr. Luiz Augusto Horta Nogueira, meu orientador, pela amizade, dedicação e companheirismo durante o desenvolvimento desta dissertação.

À Prof<sup>ª</sup>. Dra. Silvia Azucena Nebra de Perez que muito ajudou-me e apoiou-me durante minha permanência na UNICAMP.

Aos Profs. Luiz Antonio Cury, José Adolar Fernandes, Luiz Fernando Barca e José Hamilton Chaves Gorgulho Júnior, pelas muitas horas de discussão, trocas de informações e incentivos.

Aos Engenheiros Agrônomos José Oscar Brandão Carneiro (EMATER-Itajubá), José Antonio Mariano (EMATER- Maria da Fé) e José Pereira Rezende (EMATER-Cristina), pela grande colaboração na obtenção de dados para a realização deste trabalho.

Aos Agricultores-Irrigantes dos municípios citados, que dispuzeram do seu precioso tempo para pacientemente responder meus questionários.

Aos funcionários Luiz Plinio da Silva, Messias Tadeu Salgado, Cristina Rodrigues S. de Almeida e Maria de Lourdes Damásio Silva, pela inestimável ajuda sempre com eficiência e muito bom humor.

Aos demais colegas e funcionários da Escola Federal de Engenharia de Itajubá.

## RESUMO

Este trabalho visa avaliar, fundamentalmente, os parâmetros físicos e monetários relativos ao consumo de óleo diesel usado na irrigação por aspersão da batata comum (*Solanum Tuberosum*) e, posteriormente, sugerir possíveis métodos de conservação e substituição desse importante energético.

A região do Sul de Minas Gerais tem como atividade econômica básica a agricultura intensiva e variado grau de aplicação de tecnologia modernas.

Muitas são as culturas tradicionais, entre elas, com grande destaque a batata comum, que exige expressivos volumes de água e energia, ao longo dos vários estágios de seu desenvolvimento e produção.

Num trabalho de pesquisa de campo, junto a 36 (trinta e seis) irrigantes, aleatoriamente selecionados, pode-se constatar que 95% dos grupos de motobomba utilizados para acionar sistemas convencionais de irrigação por aspersão, empregam óleo diesel como energético básico, apesar da alta densidade de eletrificação rural na região. Com isso ocorrem gastos elevadíssimos nesse derivado do petróleo, conforme as análises estatística e econômica procedidas, que estimaram em 667.000 litros o consumo de óleo diesel e em R\$269.525,00 o gasto total, em valores presentes, para os 200 irrigantes existentes nos três municípios estudados: Itajubá, Maria da Fé e Cristina, para a safra agrícola de 1991/1992. Outrossim, pode-se constatar também que, em média, 6,23% do custo total do saco de 60 kg produzidos, correspondem aos gastos com óleo diesel destinado somente à irrigação por aspersão convencional daquela cultura.

De qualquer forma, o consumo de óleo diesel, conforme estimativa da EMBRAPA/EMATER tem-se elevado significativamente, ano após ano, quer em decorrência da expansão das áreas produtivas, quer em razão do superdimensionamento dos equipamentos, ou mesmo, em função do uso inadequado ou ineficiente dos sistemas de irrigação empregados.

Palavras - Chave: 1- Batata Comum; 2 - Aspersão Convencional; 3- Consumo de Óleo Diesel; 4- Análise Estatística; 5- Análise Econômica; 6- Conservação e Substituição

## ABSTRACT

The aim of this work is the evaluation of the physical and economical parameters related to diesel oil consumption used in sprinkler irrigation of potato (*Solanum Tuberosum*) crop and to suggest possible methods of conservation and substitution of these important energetic resource.

The South region of Minas Gerais state has the agriculture as its basic economical activity with the application of different degrees of modern technologies.

Among the potato culture demands expressive amounts of water and energy throughout its production cycle. In a site research among 36 irrigators, selected at random it was verified that 95% of pumping set groups used to put in action conventional systems for sprinkler irrigation has diesel oil as its energy source instead of using electricity, although besides density of electrification in the region is high. This leads to high expenses in oil according to statistics and economical analysis which concluded that, for the 200 irrigators in the three regions of Itajubá, Maria da Fé and Cristina, the consumption of diesel oil was estimated as about 667.000 liters at a total expense of R\$269.525,00 for the 1991/1992 harvest.

It was concluded that 6,23% of 60 kg total cost come from diesel oil consumption used in sprinkler irrigation.

Anyway, diesel oil consumption, according to a EMBRAPA/EMATER estimation, has been increasing significantly year by year, either by the expansion of productive areas, or by the oversized equipments or yet by the inadequate or inefficient use of irrigation systems applied.

KEYWORDS: 1. Potato; 2. Sprinkler Irrigation; 3. Diesel Oil Consumption; 4. Statistical Analysis; 5. Economical Analysis; 6. Conservation and Substitution.

# ÍNDICE

	<u>Página</u>
Dedicatória	i
Agradecimentos	ii
Resumo	iii
Abstract	iv
Índice	v
Lista de Tabelas	vi
Lista de Gráficos	viii
Lista de Figuras	x
Lista de Mapas	x
Simbologia	xi
1 - Introdução	
1.1 - Considerações Iniciais	01
1.2 - Objetivos do trabalho	02
1.3 - A irrigação no Brasil	03
PRIMEIRA PARTE	
2 - Conceitos básicos de irrigação	12
2.1 - Introdução	12
2.2 - Água e Irrigação	12
2.3 - Solos	13
2.4 - Relação entre o Solo e a Água	15
2.5 - A Planta e a Água	19
2.6 - Sistemas de Irrigação	22
3 - Consumo de energia na irrigação: aspectos gerais	34
4 - Características da cultura da batata ( <i>Solanum Tuberosum</i> )	44
5 - Aspectos gerais da agricultura no Sul de Minas Gerais	48
SEGUNDA PARTE	
6 - Desenvolvimento metodológico para o estudo da irrigação da batata comum no Sul de Minas Gerais	54
7 - Apresentação e análise dos resultados do estudo energético e econômico da irrigação da batata comum	56
8 - Conclusões	94
9 - Recomendações Finais	97
10 - Bibliografia	99
11 - Anexos	
A - Programas Governamentais em Irrigação	103
B - Tópicos Importantes sobre a especificação de Sistemas de Irrigação	107
C - Questionário de Pesquisa de Campo	110
D - Tabulação dos Resultados Obtidos pelo Questionário de Pesquisa de Campo	118
E - Gráficos Representativos	136
F - Dados Estatísticos Importantes relativos às Variáveis Estudadas	153

## LISTA DE TABELAS

<u>Tabelas</u>	<u>Designação</u>	<u>Página</u>
1.1	Brasil - Áreas Irrigadas por Estados	04
1.2	Irrigação nas Regiões Brasileiras	06
1.3	Área Potencialmente Irrigável no Brasil	06
1.4	Evolução de Vendas de Equipamentos de Irrigação - Pivô Central	08
1.5	Evolução de Vendas de Equipamentos de Irrigação - Auto Propelidos	09
1.6	Evolução de Vendas de Equipamentos de Irrigação - Aspersão Convencional	09
1.7	Evolução de Vendas de Equipamentos de Irrigação - Localizada	10
1.8	Evolução de Vendas de Equipamentos de Irrigação - Pressurizada	10
2.1	Relação entre a Textura do Solo e Valores Típicos de Capacidade de Campo, Ponto de Murchamento Permanente e Água Disponível Total.	16
2.2	Profundidade do Sistema Radicular de Algumas Culturas	17
2.3	Consumo de Água por Ciclo de Produção para Algumas Culturas	20
2.4	Características de Aspersores para a Irrigação	30
3.1	Propriedades Físicas Usuais dos Solos	37
3.2	Sugestões de Valores de Evapotranspiração Potencial para Várias Regiões do Estado de Minas Gerais	38
3.3	Valores Admissíveis para o Fator Cultural	38
3.4	Pressão de Serviço para Tipos de Aspersores Disponíveis	43

<u>Tabelas</u>	<u>Designação</u>	<u>Página</u>
5.1	Principais Produtos Produzidos no Sul de Minas Gerais	50
7.1	Dados Relativos a Produção Esperada, Área Irrigada, Tipo de Solo, Potência Instalada e Consumo Total de Óleo Diesel	60
7.2	Relações Existentes entre os vários Dados de Campo	63
7.3	Dados Teóricos Calculados Relativos a Produção Básica, Energia Consumida e Potência Exigida	72
7.4	Dados Relativos ao Consumo Total Obtido e o Consumo Teórico Calculado de Óleo Diesel	79
7.5	Dados Relativos aos Desvios dos Consumos Teóricos Calculados em Relação ao Consumo Total Obtido de Óleo Diesel	80
7.6	Dados Relativos aos Desvios Percentuais dos Consumos Teóricos Calculados, Média Aritmética, Desvio Padrão e Coeficiente de Variação.	81
7.7	Consumo Médio Obtido em Campo e Consumo Médio Teórico Calculado por Município	83
7.8	Média das Médias e Média do Desvio Padrão	89
7.9	Relações Produção Esperada/Produção Básica e Potência Instalada/ Potência Exigida	89
7.10	Valores Médios Existentes entre os Dados Obtidos em Campo	90
7.11	Consumo Total Obtido e Consumo Teórico Calculado de Óleo Diesel por Município	92

## LISTA DOS GRÁFICOS

<u>Gráficos</u>	<u>Designação</u>	<u>Página</u>
7.1	Distribuição Percentual das Principais Olerícolas Irrigadas no Sul de Minas Gerais	56
7.2	Relação Produção Esperada/Área Irrigada	64
7.3	Relação Produção Esperada/Potência Instalada	67
7.4	Relação Produção Esperada/Consumo Total de Óleo Diesel	68
7.5	Relação Potência Instalada/Área Irrigada	69
7.6	Relação Consumo Total de Óleo Diesel/Área Irrigada	70
7.7	Relação Consumo Total de Óleo Diesel/Potência Instalada	73
7.8	Relação Produção Esperada/Produção Básica	74
7.9	Consumo Total de Óleo Diesel e Consumo Teórico Segundo Autores - Município A	84
7.10	Consumo Total de Óleo Diesel e Consumo Teórico Segundo Autores - Município B	85
7.11	Consumo Total de Óleo Diesel e Consumo Teórico Segundo Autores - Município C	86
7.12	Relação Consumo Total de Óleo Diesel e Consumo Teórico Segundo Autores-Desvios Relativos	87
7.13	Relação Consumo Total de Óleo Diesel e Consumo Teórico Segundo Autores-Desvios Percentuais	88
9.1	Relação Potência da Motobomba/Custo Total	98
11.1	Tipo de Cultura	137
11.2	Área Cultivada	137

<u>Gráficos</u>	<u>Designação</u>	<u>Página</u>
11.3	Uso da Terra	138
11.4	Fases de Desenvolvimento da Cultura	138
11.5	Perspectiva de Produção para Próxima Safra	139
11.6	Tipo de Captação	139
11.7	Propriedades dos Equipamentos	139
11.8	Escolha do Tipo de Acionamento	140
11.9	Identificação dos Aspersores	140
11.10	Espaçamento entre os Aspersores	140
11.11	Número de Aspersores Usados	141
11.12	Orientação Técnica para o Uso dos Equipamentos	141
11.13	Uso dos Equipamentos - Órgão Orientador	142
11.14	Uso dos Equipamentos - Cultura	142
11.15	Uso dos Equipamentos - Tipo de Cultura	142
11.16	Tempo de Utilização	143
11.17	Principais Defeitos - Motor	143
11.18	Principais Defeitos - Bomba	144
11.19	Principais Defeitos - Tubulações	144
11.20	Principais Defeitos - Aspersores	145
11.21	Questão da Manutenção dos Equipamentos	145
11.22	Questão do Financiamento dos Equipamentos	145
11.23	Orientação para Aquisição dos Equipamentos	146
11.24	Irrigação por Safra Agrícola	146
11.25	Período do Dia para Uso da Irrigação	147
11.26	Tempo Gasto para cada Posição de Irrigação	147
11.27	Informações sobre a Altura de Recalque	148
11.28	Informações sobre a Altura de Sucção	148
11.29	Condições dos Equipamentos	149
11.30	Perdas Superficiais	149
11.31	Quantificação das Perdas Superficiais	150
11.32	Vazamento nas Tubulações	150
11.33	Irrigação fora da Área	151
11.34	Quantificação da Irrigação fora da Área	151
11.35	Tipo de Solo	152

## LISTA DAS FIGURAS

<u>Figuras</u>	<u>Designação</u>	<u>Página</u>
2.1	Relação entre o Crescimento Vegetal e Diminuição da Água Disponível	18
2.2	Taxas de Infiltração para Alguns Tipos de Solo	19
2.3	Evapotranspiração durante o Desenvolvimento de uma Cultura	21
2.4	Esquema de Funcionamento de um Sistema Irrigação Portátil	25
2.5	Esquema de Funcionamento de um Sistema de Irrigação Semi-Portátil	26
2.6	Esquema de Funcionamento de um Sistema Fixo de Irrigação por Aspersão	27
2.7	Sistema Autopropelido com Aspensor tipo "Canhão"	27
2.8	Pivô-Central	28
2.9	Corte Esquemático de um Aspensor Rotativo	30
2.10	Vista de um Aspensor de um Bocal	30
2.11	Vista de um Aspensor Gigante	31
2.12	Conexão com Engate Rápido	32
2.13	Acessórios Diversos	32

## LISTA DOS MAPAS

<u>Mapas</u>	<u>Designação</u>	<u>Página</u>
5.1	Minas Gerais - Divisão em Macroregiões de Planejamento	49
5.2	Áreas Geográficas Relativas ao Estudo	51

## SIMBOLOGIA

### Caracteres Latinos

<u>Símbolos</u>	<u>Designação</u>	<u>Página</u>
AD	Água Disponível	16
CC	Capacidade de Campo	15
cm	Centímetro	17
CV	Cavalo Vapor	59
CVa	Coefficiente de Variação	58
CZ\$	Cruzado	105
DA (ou Da)	Densidade Aparente	36
E	Energia Requerida pela Unidade de Bombeamento	35
Ef	Eficiência do Sistema de Irrigação	39
Eir	Consumo de Energia na Irrigação	39
ET	Evapotranspiração	38
f	Fator Cultural	38
g	Aceleração da Gravidade	35
ha	Hectare	58
Ha	Pressão de Trabalho do Aspersor Escolhido	42
Hb	Altura de Bombeamento Total	42
HP	Horse Power	59
Hp	Perda de Carga na Tubulação	42
hr	Profundidade Efetiva do Sistema Radicular da Planta	38
HT (ou H)	Altura Manométrica Total	35
I	Intervalo Total	62
Ht	Desnível Médio entre o Ponto de Captação e o Ponto de Irrigação	42
IA	Intensidade de Aplicação de Água	40
kW	Kilowatt	59
LB	Lâmina Bruta de Água	39
LF	Lâmina de Água a ser Aplicada na Cultura	39
Lmax	Limite Máximo	58
Lmin	Limite Mínimo	58
m	Metro	30
MB	Motobomba	25
m.c.a.	Metro de Coluna de Água	43
mm	Milímetro	06
P	Potência Necessária	35
PI	Período de Irrigação	40
PIB	Produto Interno Bruto	48
Pir	Potência Exigida na Irrigação	39
PMP	Ponto de Murcha Permanente	16
PS	Pressão de Serviço	30
PVC	Cloreto de Polivinil	31
Q	Vazão de Água Bombeada	35
Si	Área a ser Irrigada	41

<u>Símbolos</u>	<u>Designação</u>	<u>Página</u>
TD	Tempo Disponível de Funcionamento do Sistema de Aspersão	40
TI	Tempo de Irrigação	40
TIB	Taxa de Infiltração Básica	18
TR	Turno de Rega	40
TS	Tempo de Irrigação no Período da Seca	42
V	Volume de Água Bombeada	35
VIB	Velocidade de Infiltração Básica	18
$\bar{X}$	Média Arimética	58

### Caracteres Gregos

$\gamma$	Peso Específico da Água	35
$\rho$	Densidade da Água	35
$\eta$	Eficiência Global da Unidade de Bombeamento	35
$\eta_{ir}$	Número de Vezes de Irrigação durante o Período da Seca	41
$\eta_{mb}$	Rendimento do Conjunto Motobomba	41
$\phi$	Diâmetro do Bocal	124
$\sigma$	Desvio Padrão	58

### Siglas Diversas

ABIMAC	Associação Brasileira dos Fabricantes de Máquinas Agrícolas	08
CEASA	Companhia de Entrepósitos de Abastecimento S/A	53
EMATER	Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado de Minas Gerais	53
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária	45
ELETROPAULO	Eletricidade de São Paulo S/A	97
EPAMIG	Empresa de Pesquisa Agrícola de Minas Gerais	53
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística	51
PROFIR	Programa de Financiamento para Irrigação	03
PROINE	Programa de Irrigação do Nordeste	03
PRONI	Programa Nacional de Irrigação	03
PROVARZEAS	Programa Nacional de Aproveitamento de Várzeas Irrigáveis	03
RURALMINAS	Fundação Rural Mineira	53
SINDIMAC	Sindicato Nacional dos Fabricantes de Máquinas Agrícolas	08



## 1 - INTRODUÇÃO

### 1.1- Considerações Iniciais

A adoção da irrigação visando ao incremento da produtividade agrícola remonta ao início da Humanidade, nos estudos arqueológicos na Mesopotâmia e no Egito, este último considerado uma "dádiva do Nilo", conforme mostra HEMERY e colaboradores (1993), a irrigação, há séculos, tem permitido aumentar a disponibilidade de alimentos, melhorando o uso do solo e ampliando os ganhos da mecanização. Hoje, apesar de representarem somente 15% de toda a área cultivada no planeta, as áreas irrigadas respondem por quase 50% da produção agrícola mundial. Praticamente 75% das áreas irrigadas no Mundo estão localizadas em 22 países subdesenvolvidos, entre eles o Brasil. Cerca de 1 bilhão de pessoas sobrevivem diretamente em função de alimentos e fibras produzidas nessas áreas, e com isso, o consumo de água e energia vinculadas à irrigação aumentou assustadoramente. De acordo com BARRIOS (1974), "El uso del agua de riego en la agricultura constituye en muchas regiones del mundo la manera más rápida y efectiva para aumentar la productividad agrícola y a la vez, crear empleos directos en el médio rural". Como se sabe, para irrigar uma dada cultura, suprimindo suas necessidades hídricas não atendidas de modo natural, deve-se gastar energia, insumo, eventualmente caro ou pouco disponível, mas imprescindível, tanto quanto a água.

Contudo, inúmeras questões importantes se apresentam com relação aos aspectos energéticos da irrigação. Qual seu efetivo impacto energético? Qual a eficiência do uso de energia nesta atividade? Existem perspectivas de racionalização da demanda energética associada à irrigação? Os resultados de incremento da produtividade associados à irrigação podem ser generalizados? Estes questionamentos e outros similares tem ainda encontrado poucas respostas e buscá-las é um tarefa de inegável relevância social. Não obstante, são muito diversificados os cultivos irrigados, bem como as tecnologias adotadas para sua irrigação, impondo uma definição objetiva do cenário a considerar para uma eventual análise.

Assim, no sentido de melhor definir o escopo deste trabalho, dentro da proposição inicial de estudar os aspectos energéticos da irrigação, e tendo em vista a importância econômica e social do cultivo da batata comum (*Solanum Tuberosum*) no Sul de Minas Gerais, que ocupa expressiva área e emprega um grande número de trabalhadores, optou-se por restringir a análise a esta cultura e a esta região. Além disso. A cultura da batata no Sul de Minas representa cerca de 86% de toda a produção do Estado e em termos de superfície, tal cultivo corresponde a idêntico percentual de toda a área irrigada em olerícolas do Sul de Minas Gerais, conforme RODRIGUES et alli, (1987).

## 1.2 - Objetivos do trabalho

Este trabalho compõe-se de duas partes distintas; na primeira delas procurou-se desenvolver os aspectos fundamentais. O Capítulo 2 apresenta-se os conceitos básicos associados à irrigação, como sua terminologia e as relações entre a água, solo e planta, incluindo as descrições detalhadas dos Sistemas de Irrigação e seus componentes básicos. Os aspectos energéticos constituem objeto de análise do Capítulo 3, de como determinar o consumo energético nesta atividade agrícola. No Capítulo 4, a cultura da batata é apresentada em termos das características agrônômicas, das práticas culturais adotadas e dos requisitos edafoclimáticos, bem como alguns aspectos econômicos e mercadológicos relevantes. No Capítulo 5 busca-se apresentar a região considerada no presente trabalho, na qual foram selecionados alguns municípios considerados representativos, nos quais, por sua vez, se selecionaram as propriedades onde se tomaram os casos estudados mais adiante.

Na segunda parte desenvolve-se e aplica-se uma metodologia para o estudo das variáveis energéticas associadas a irrigação da batata no Sul de Minas Gerais. Assim, no Capítulo 6 se desenvolve uma proposta metodológica para o presente estudo; a partir da seleção de um conjunto de propriedades produtoras, buscou-se determinar qual o seu efetivo consumo energético na irrigação, em termos reais, e qual poderia ser tal consumo, considerando-se o adequado dimensionamento e a correta operação dos sistemas de irrigação. Estes resultados, apresentados e comentados no Capítulo 7, foram cotejados e estudados em seus aspectos estatísticos e econômicos, permitindo a inferência dos efeitos das diversas variáveis envolvidas. A análise dos resultados conduziu também a um conjunto de conclusões importantes (Capítulo 8) e recomendações finais relativos à racionalização e ao incremento da eficiência do uso da energia nos sistemas de irrigação nesta cultura, observados no Capítulo 9.

São apresentados ainda alguns anexos que auxiliam a compreensão do texto e fornecem dados e aspectos adicionais relativos ao tema tratado.

## 1.3 - A Irrigação no Brasil

### 1.3.1 - Introdução

Em terras brasileiras, a irrigação parece ter sido usada pela primeira vez no estado do Rio de Janeiro, em culturas de arroz exploradas pelos padres jesuítas, na época da colonização (ENCICLOPÉDIA DELTA LARROUSE, 1973). No Segundo Império, Dom Pedro II recomendava a construção de açudes e a irrigação como paliativos para as periódicas secas do Nordeste. Já em 1960, quando existiam 70 milhões de pessoas no Brasil, a baixa produtividade da agricultura tradicional, aliada à seca, fez com que seus governantes despertassem para a necessidade de irrigar as lavouras, sob o risco de faltar cada vez mais alimento para a população. Assim, dez anos depois, a irrigação ocupava 500.000 hectares do território nacional; na década seguinte mais 400.000 hectares foram irrigados, numa tendência de crescimento motivada pela elaboração de planos plurianuais de irrigação.

Em 1980, segundo a FAO, dos 8,45 milhões de hectares cultivados no Brasil, somente 1,2 milhões eram irrigados (NOGUEIRA et al., 1991).

Assim, a partir de 1981 o quadro da agricultura irrigada começou a mudar, com a criação de dois programas de incentivo: o PROVÁRZEAS (Programa Nacional de Aproveitamento de Várzeas Irrigáveis) e o PROFIR (Programa de Financiamento para Irrigação). Juntos, esses programas fizeram o país chegar, em 1985, a 1,8 milhão de hectares irrigados, consolidando definitivamente o processo de crescimento da irrigação no país. E apesar de ser considerado um país com pouca tradição em irrigação, o Brasil contava em 1986, com uma área irrigada superior a 2.000.000 de hectares (Ministério da Irrigação, 1986), conforme mostra a Tabela 1.1. Neste ano foram implantados dois importantes programas, com a instituição de dois outros programas, PRONI (Programa Nacional de Irrigação) e o PROINE (Programa de Irrigação do Nordeste), contudo com resultados pouco estimulantes em relação às propostas iniciais. De qualquer modo, graças aos recursos injetados por esses projetos, mais 346 mil hectares foram incorporados ao território irrigado, apenas em 1990.

A Tabela 1.1 seguinte mostra os quantitativos de áreas irrigadas, em ordem decrescente, expressas em hectares, e os principais estados da federação brasileira onde ocorrem os mais diversos tipos de irrigação.

**Tabela 1.1 - Brasil - Áreas Irrigadas Por Estados – 1986**

Estados	Área Irrigada (ha)
- Rio Grande do Sul	781.218
- Minas Gerais	286.421
- São Paulo	232.352
- Santa Catarina	81.066
- Rio de Janeiro	78.318
- Goiás	63.692
- Espírito Santo	54.536
- Mato Grosso do Sul	51.924
- Paraná	51.000
- Mato Grosso	23.372
- Pará	14.641
- Distrito Federal	7.240
- Roraima	3.058
- Amazonas	1.999
- Amapá	348
- Rondônia	310
- Acre	112
- Estados do Nordeste	338.776
- Total	2.070.378

Fonte: MINISTÉRIO DA IRRIGAÇÃO (1986)

### 1.3.2 - Irrigação nas Regiões Brasileiras

As maiores áreas irrigadas do Brasil estão na região Sul, cerca de 44% do total nacional; a irrigação nesta região é praticada principalmente para arroz (95%), com baixa tecnologia e facilitada pela topografia plana e grande disponibilidade de água. Os demais 5% são destinados às hortaliças.

Na região Nordeste, devido às características de grande parte de seu território, não é possível uma agricultura expressiva sem adoção da irrigação. Apesar dos esforços do governo e de particulares, o total da área irrigada não chegava aos 350.000 hectares em 1986, incluindo as áreas de várzeas. Em 1991, totalizava 400.000 ha. As chuvas são escassas e mal distribuídas nesta região, mas as condições generosas de insolação, somadas, às razoáveis áreas de solos propícios à agricultura indicam um potencial agrícola interessante. Entretanto, nem a política de açudagem para armazenamento das águas de chuva nem a justificativa da finalidade social das obras de irrigação adotadas pelos órgãos públicos trouxeram resultados esperados. O que parece faltar, no entendimento de alguns estudiosos é exatamente o mais difícil e trabalhoso:

- a- decisão política;
- b- assistência ao homem do campo, levando-o a ser primeiramente um bom agricultor e depois um irrigante bem sucedido;
- c- adoção de técnicas simples e baratas, de preferência locais;
- d- aproveitamento racional para fins agrícolas, em pequenas e grandes propriedades, dos enormes volumes de água armazenadas nos milhares de açudes existentes;
- e- complementação, em ritmo mesmo que modesto, mas contínuo, das obras iniciadas;
- f- recursos financeiros adequados;
- g- intercâmbio de informações entre irrigantes e técnicos, adequadamente preparados para orientá-los;
- h- outros.

Para as outras regiões, apesar da situação econômica crítica que tem atravessado a agricultura brasileira, a tendência atual continua sendo da expansão paulatina das áreas irrigadas. O Tabela 1.2 mostra as superfícies irrigadas em diversos Estados da federação, em 1991, com destaque especial para os Estados de Minas Gerais e São Paulo, onde a irrigação atinge uma área superior a 500.000 ha. Estados brasileiros como o Rio de Janeiro, Espírito Santo, Mato Grosso do Sul, Goiás e outros também tem usado a irrigação de forma crescente. Estima-se que atualmente o Brasil tenha mais de 2,3 milhões de hectares irrigados, em outubro 1992, era pouco mais que 2,2 milhões de hectares (DIAS, 1992), com as mais diversas culturas e métodos. Isso representa pouco mais que 4% das áreas potencialmente irrigáveis de todo o país, estimadas em 52 milhões de hectares, como se apresenta no Tabela 1.3. No entanto, essa reduzida área irrigada responde por 16% da produção nacional de grãos e por 25% da receita total de nossa agricultura.

Pode-se, também, observar na Tabela 1.2, o regime de chuvas expressos não somente em quantitativos de precipitação (mm), com também sua ocorrência em termos periódicos mensais.

A evaporação anual (mm), os métodos de irrigação mais empregados (%) e os principais produtos cultivados, através do uso da irrigação, compõem a Tabela 1.2 seguinte.

Tabela 1.2 - Irrigação nas Regiões Brasileiras

Região	Áreas irrigáveis e irrigadas (1000 ha)		Regime de chuvas		Evaporação anual (mm)	Métodos de Irrigação mais empregados (%)	Principais cultivos irrigados
	potencial	em uso	(mm)	meses de chuva			
SUL	5.000	1.000	1.200	Todo o ano	800-1.000	Inundação (95%) Aspersão (5%)	arroz hortaliças
SUDESTE	10.000	500	1.500	6-7	1.000-1.500	Inundação (37%) Aspersão (60%) Sulcos (3%)	arroz feijão trigo milho, hortaliças
CENTRO-OESTE	11.000	300	1.200-1.500	6-7	1.500-1.800	Aspersão (68%) Inundação (31%) Sulcos (1%)	trigo milho arroz feijão, hortaliças
NORDESTE	6.000	400	400-1.000	4-7	2.500	Aspersão (54%) Sulcos (30%) Inundação (14%) Localizada (2%)	frutas algodão hortaliças, arroz forrageiras
NORTE	20.000	5	1.800-2.500	8-12	800-1.200	Inundação (100%)	arroz

Fonte: Ministério da Agricultura - Citado por DIAS (1992)

Tabela 1.3 - Área Potencialmente Irrigável no Brasil (milhões de hectares)

Regiões	Terras Altas	Terras Baixas (Várzeas)	Total
Sul	3	2	5
Sudeste	8	2	10
Centro-Oeste	10	1	11
Nordeste *	5	1	6
Norte	N.A	20**	20
Total	26	(26) 6	52

\* Inclui o Vale do São Francisco

\*\* Várzeas com utilização restrita por longa permanência de inundação sazonal

Fonte: Ministério da Agricultura - Citado por DIAS (1992).

Segundo CAVALCANTE (1993), os planos governamentais federais pretendem que até 1995 mais 1,7 milhões de hectares estejam irrigados. No anexo A-Programas Governamentais para Irrigação apresentam-se algumas informações sobre os programas

PROINE e PRONI, concebidos a partir da segunda metade da década passada visando atingir as metas de 4 milhões de hectares irrigados. Os resultados atuais destes programas embora aquém do pretendido, são dignos de menção e por isso merecem breves comentários.

### 1.3.3 - Resultados dos Planos de Irrigação

Infelizmente, com a extinção do Ministério da Irrigação e o rearranjo institucional dos últimos governos (Presidentes Collor e Itamar), as atividades de fomento e estímulo à irrigação ficaram estancadas e a atual situação, nesta área, revela uma preocupante desarticulação entre os diversos agentes públicos e privados, requerendo urgente posicionamento do Estado, enquanto balizador do desenvolvimento. A análise apresentada neste tópico baseia-se no trabalho desenvolvido por BERNARDO, S. (CAVALCANTE 1993), um conhecido estudioso desta temática do Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Viçosa (UFV), MG.

Segundo este autor, diversos projetos de irrigação públicos e privados em execução no Brasil, deixaram de alcançar seus objetivos devido, basicamente, as seguintes falhas.

- a - Falta de planejamento e de oportunidade para treinamento dos técnicos de cada projeto específico;
- b - Problemas de dimensionamento do projeto e a escolha do método adequado de irrigação;
- c - Carência de drenagem na maioria dos projetos o que resultou na elevação do lençol freático e salinização do solo;
- d - Manejo deficiente da irrigação nos projetos;
- e - Carência de recursos para manutenção e melhoria de cada projeto;
- f - Falha na divisão das propriedades a serem irrigadas (algumas muito grandes e outras muito pequenas)
- g - Análise “nem sempre real” da viabilidade econômica dos projetos antes de serem implantados;
- h - Outros de menor importância.

Apesar de todas as dificuldades supra-citadas, a expansão das superfícies irrigadas proporcionaram um crescimento na comercialização de equipamentos, conforme

mostram os Tabela 1.4, 1.5, 1.6, 1.7 e 1.8. Pode ser observado nestas tabelas que os entre os anos 1986 a 1991 ocorreu uma significativa expansão no parque de equipamentos de irrigação das diversas tecnologias em todo o Brasil. Naturalmente que estes valores agregados não permitem grandes inferências quanto a efetiva superfície irrigada e muito menos quanto aos volumes e demandas energéticas associadas, mais não cabem dúvidas de que estes índices também acompanharam a expansão da capacidade de irrigação. Ainda segundo estes dados, observou-se no início dos anos 90 uma retomada deste crescimento, contudo a falta de uma série de valores, mais atualizada, impede que se faça uma análise deste período, chamando a atenção ao fato de que as tecnologias mais energeticamente intensivas foram as que mais se ampliaram no mercado.

**Tabela 1.4 - Evolução de Vendas de Equipamentos de Irrigação - Pivô Central ( período - 1982 a 1991).**

Ano	Hectares Irrigados	Número de Equipamentos	Tamanho (Ha/Unidade)
1982	12.300	119	103,4
1983	8.850	100	88,5
1984	12.690	148	85,7
1985	18.440	227	81,2
1986	52.690	727	72,5
1987	48.280	676	71,4
1988	25.630	362	70,8
1989	43.700	671	65,1
1990	16.500	250	66,0
1991	35.400	520	68,1
<b>Total</b>	<b>274.480</b>	<b>3.800</b>	

Fonte: ABIMAC/SINDIMAC, citado por CAVALCANTE (1993).

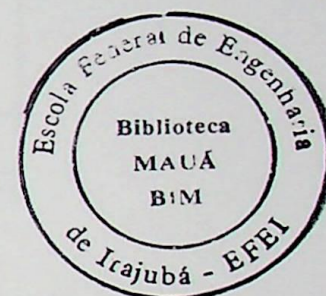
A Tabela acima mostra um crescimento altamente representativo de hectares irrigados, principalmente entre os anos de 1985, 1986 e 1987, onde o aumento em relação a 1984 foi, respectivamente, 45%, 315% e 280%. Em 1988 e 1990, o acréscimo de área irrigada voltou a diminuir, aumentando nos anos de 1989 e 1991.

Mesmo comportamento é observado no número de equipamentos utilizados, válidos para os anos acima referidos.

**Tabela 1.5 - Evolução de Vendas de Equipamentos de Irrigação - Autopropelidos ( período - 1982 a 1991).**

Ano	Hectares Irrigados	Nº de Equipamentos
1982	10.310	287
1983	11.090	302
1984	21.060	724
1985	16.350	625
1986	23.980	720
1987	16.390	493
1988	8.610	238
1989	5.280	177
1990	2.200	79
1991	800	29
<b>Total</b>	<b>116.070</b>	<b>3.674</b>

Fonte: ABIMAC/SINDIMAC, citado por CAVALCANTE (1993).



**Tabela 1.6 - Evolução de Vendas de Equipamentos de Irrigação- Aspersão Convencional ( período - 1987 a 1989).**

Diâmetro	Comprimento de Tubos (1.000m)		
	1987	1988	1989
2 polegadas	205,8	334,4	132,9
3 polegadas	985,5	1.168,5	409,1
4 polegadas	1.084,9	405,0	469,8
5 polegadas	392,7	158,7	198,1
6 polegadas	481,4	185,4	282,2
<b>Total</b>	<b>3.150,3</b>	<b>2.252,0</b>	<b>1.492,1</b>

Fonte: ABIMAC/SINDIMAC, citado por CAVALCANTE (1993).

Embora as áreas com irrigação por aspersão convencional tenha crescido significativamente nos anos 1990 e 1991 (vide Tabela 1.8), a quantidade de tubos comercializados (em 1000 m) diminuíram nos anos anteriores, 29% em 1988 e 53% em 1989, em relação a 1987 (Tabela 1.6 acima).

**Tabela 1.7 - Evolução de Vendas de Equipamentos de Irrigação  
- Localizada ( período - 1982 a 1991).**

Ano	Hectares Irrigados	Número de Equipamentos
1982	1.440	48
1983	1.620	54
1984	1.320	44
1985	1.590	53
1986	1.860	62
1987	1.260	42
1988	1.070	33
1989	1.160	37
1990	2.700	39
1991	4.100	160
Total	18.120	572

Fonte: ABIMAC/SINDIMAC, citado por CAVALCANTE, 1993

A totalização das áreas irrigadas, estimada em função das vendas de equipamentos entre os anos de 1982/91, por cada tipo específico de equipamento de irrigação, pode ser vista no Tabela 1.8 abaixo.

**Tabela 1.8 - Evolução da Superfície Irrigada com Equipamentos de Irrigação  
-Pressurizada.**

Tipo de Equipamento	Área Irrigada (1.000 ha)										
	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	Total
Pivô Central	12,3	8,85	12,6	18,4	52,6	48,2	25,6	43,7	16,5	35,4	274,4
Autopropelido	0		9	4	9	8	3	0	0	0	8
I. Localizada	10,3	11,0	21,0	16,3	23,9	16,3	8,61	5,28	2,20	0,80	116,0
Convencional	1	9	6	5	8	9					7
Car. Enrolador	1,44	1,62	1,32	1,59	1,86	1,26	1,07	1,16	2,70	4,10	18,12
	-	-	-	-	-	-	-	-	4,10	7,60	11,70
	-	-	-	-	-	-	-	-	0,40	1,60	2,00
Total	24,0	21,5	35,0	36,3	78,5	65,9	35,3	50,1	25,9	49,5	422,3
	5	6	7	8	3	3	1	4	0	0	7

Fonte: ABIMAC/SINDIMAC, citado por CAVALCANTE, (1993)

Pode-se observar na tabela acima que quase todos os sistemas tiveram crescimentos expressivos; o pivô central com um acréscimo de 115% no ano 1991 em relação 1990, o sistema convencional com um acréscimo de 85% e o carretel enrolador, 400%, em relação ao mesmo período. O sistema irrigação localizada teve um crescimento modesto, 51%, em relação ao ano anterior e o sistema autopropelido, um decréscimo 74%.

A inexistência de informes mais atualizados não permitiram uma avaliação atualizada, porém dados relativos ao próprio crescimento da agricultura, nos anos recentes, principalmente na bataticultura, Capítulos 4 e 5, induz a acreditar no desempenho crescente nas vendas de componentes para sistemas de irrigação.

## 2 - CONCEITOS BÁSICOS DE IRRIGAÇÃO

### 2.1- Introdução

A irrigação é uma tecnologia vital para regiões com precipitação insuficiente ou mal distribuída ao longo do ano, permitindo produzir mais, melhor e colher, em alguns casos, até cinco safras em dois anos, aproveitando melhor todas as práticas agrícolas disponíveis. A irrigação valoriza os investimentos em mecanização agrícola, trazendo grandes benefícios para aqueles que conseguem integrá-la de modo harmônico ao sistema de produção. Apresentam-se, a seguir alguns conceitos gerais de interesse na análise dos sistemas de irrigação, (TELLES et alli, 1984, NOGUEIRA et al, 1991, BARRETO, 1986 e BERNARDO, 1987).

### 2.2 - Água e irrigação

As águas destinadas à irrigação poderão provir tanto do lençol subterrâneo como de drenos ou de poços, ou serem constituídas por águas superficiais como rios, lagos, açudes, reservatórios, tanques, aquedutos ou canais. Entretanto, como afirma BARRETO (1986), as águas mais comumente empregadas em irrigação de culturas no Brasil, são águas superficiais, provenientes de rios ou de córregos, de lagos naturais ou artificiais. A localização da fonte de suprimento de água para irrigação constitui fator de elevada importância sob o ponto de vista econômico, pois na medida em que aumenta a distância da fonte até a área a ser irrigada e sobretudo a diferença de altura existente entre ambas, cresce proporcionalmente o custo do equipamento e os custos de operação.

No planejamento de um sistema de irrigação, além da disponibilidade e localização das fontes de água, deve-se atentar também para os aspectos relativos à capacidade de absorção da água pelo solo. O regime de infiltração deve ser maior que a taxa de aplicação, evitando assim o escoamento superficial, indesejável por promover a erosão. Por sua vez, o movimento da água no solo depende dos seguintes fatores, alguns dos quais serão comentados adiante:

- Declividade do terreno;
- Textura;
- Conteúdo de matéria orgânica;
- Estrutura;
- Porosidade;
- Adensamento;
- Características químicas.

### 2.3 - Solos

O bom desempenho de um sistema de irrigação depende, sobretudo, do conhecimento das características do solo a ser regado. O solo é como uma esponja que armazena água e a fornece gradativamente as plantas, de acordo com suas necessidades. Um procedimento inadequado no uso da irrigação, devido ao desconhecimento das qualidades do terreno e das profundas relações entre solo, planta e água pode torná-lo imprestável devido ao encharcamento, salinidade ou desterramento que eventualmente acarreta. As principais características do solo, relevantes para o nosso estudo, são:

#### **Textura e Estrutura do solo**

A textura diz respeito ao tamanho das partículas minerais (areia, limo e argila), referindo-se à sensação que dá ao tato uma porção do solo: grosseira, fina, sedosa, etc.

A estrutura refere-se ao agrupamento e arranjo de suas partículas. Este agrupamento e arranjo afetam diretamente a infiltração, permeabilidade, capacidade de retenção e disponibilidade de água para os vegetais. Assim tem-se os diversos tipos de solo, quanto à seus aspectos relacionados com a irrigação:

#### **a- solos com textura grossa ou arenosos**

- a.1- Profundo e uniforme: drenagem excelente, alta capacidade de infiltração, sem problemas com salinidade, baixa capacidade de retenção de água, erosão moderada.
- a.2- Moderadamente profundo sobre cascalhos: drenagem excelente, alta capacidade de infiltração, sem problemas com salinidade, muito baixa capacidade de retenção de água, erosão moderada.
- a.3- Raso sobre camada dura ou rochosa: drenagem pobre, alta capacidade de infiltração, problemas severos com salinidade, muito baixa capacidade de retenção de água, moderada a severa erosão.

### **b- solos com textura média ou argilo-arenosos**

- b.1- Profundo e Uniforme: drenagem boa, média capacidade de infiltração, leve sensibilidade à salinidade, alta capacidade de retenção de água, erosão moderada e severa.
- b.2- Moderadamente profundo com camada argilosa sobre subsolo: drenagem fraca e pobre, média a baixa capacidade de infiltração, problemas severos com salinidade, capacidade de retenção de água muito alta, erosão severa.
- b.3- Raso sobre camada argilosa dura e rochas: drenagem pobre, baixa capacidade de infiltração, problemas muito severos com salinidade, capacidade de retenção de água moderada, erosão muito severa.

### **c- solos com textura fina ou argilosos:**

- c.1- Profundo e Uniforme: drenagem boa, baixa capacidade de infiltração, problemas moderados com salinidade, alta capacidade de retenção de água, erosão moderada.
- c.2- Moderadamente profundo sobre rocha fraturada: drenagem boa, baixa capacidade de infiltração, problemas severos com salinidade, moderada capacidade de retenção de água, erosão severa.
- c.3- Profundo, uniforme, com argila pesada: drenagem muito pobre, capacidade de infiltração muito baixa, problemas severos com salinidade, moderada a baixa capacidade de retenção de água, erosão moderada a baixa.

### **Cor do Solo**

Isoladamente, a cor do solo não tem grande significado, porém, junto a outras propriedades do solo é de suma importância. Um exemplo seria a sua relação com a drenagem interna:

- um solo de cor vermelha indica presença de óxido de ferro desidratado, ou seja, uma drenagem boa;
- um solo de cor amarelada indica presença de óxido de ferro hidratado, ou seja, uma drenagem deficiente.

A cor também pode estar relacionada com a textura e a quantidade de matéria orgânica existente, como por exemplo:

- solos argilosos (maior teor de matéria orgânica) - cor mais vermelha
- solos arenosos (menor teor de matéria orgânica) - cor mais escura

## 2.4 - A relação entre o Solo e a Água

Esta relação é fundamental na compreensão dos processos associados à irrigação, devendo ser observado que os solos tem características diferentes. Por isso, ao se pretender irrigar um determinado terreno, impõe-se que se conheça como seu solo se comporta em relação à presença de água, especialmente segundo quatro fatores de grande importância.

### a- Capacidade de retenção da água do solo:

Penetrando na terra, a água vai preenchendo os espaços porosos e/ou então vai sendo retida ao redor dos grãos de terra ou dos agregados do solo. Prosseguindo a irrigação, ou seja, fornecendo-se mais água para o terreno, atinge-se um estado em que praticamente todos os grãos e agregados ficam cercados de água. Quando isto acontece diz-se que o solo está saturado. Ao prosseguir irrigando um solo saturado, a água vai no início contornando os poros saturados e sendo arrastada para o lençol freático pela força da gravidade. No entanto, chega um momento em que nem mesmo a água que é arrastada pela gravidade consegue compensar a água que é vertida no solo para irrigá-lo. Quando isto acontece o terreno fica encharcado.

A rapidez com que a água é drenada depende da textura do solo e também da sua permeabilidade. Para cada tipo de solo há sempre um período de tempo em que a água praticamente para de se mover em direção ao lençol freático. Certos solos demoram 24 horas, depois de irrigados, para chegar a esse ponto; outros, 96 horas. Quando isso acontece, isto é, quando o fluxo de água gravitacional fica reduzido a uma taxa quase nula, diz-se que o solo atingiu a sua Capacidade de Campo (CC), que pode ser medida como uma fração ou percentual do volume do terreno considerado. Quando o solo atinge a Capacidade de Campo, suas condições de umidade para o crescimento das plantas são as melhores possíveis, pois não existe excesso (encharcamento) nem falta d'água, já que todos os poros estão ocupados.

Entretanto, não é possível conservar por muito tempo a Capacidade de Campo ideal para a plantação. Com o passar do tempo o solo vai secando, devido à evaporação e ao consumo das plantas. Assim a umidade do solo vai diminuindo, até um

determinado ponto, quando então as plantas não conseguem mais retirar água. Esse ponto crítico é conhecido pelos técnicos como Ponto de Murcha Permanente (PMP), medido em unidades semelhantes à Capacidade de Campo. Quando o solo atinge esse estado, sua água está firmemente retida em torno dos grãos de terra e dos agregados. Por isso as raízes das plantas não conseguem absorvê-la e começam a murchar. A Capacidade de Campo e o Ponto de Murcha Permanente são dois extremos de umidade disponível no solo para as plantas. No primeiro caso, a umidade é ótima, no segundo, insuficiente.

Uma outra medida muito útil para se conhecer o estado de umidade do solo é a Água Disponível (AD). Seu valor é dado pela diferença entre o valor da Capacidade de Campo e o valor do Ponto de Murcha Permanente, ou seja:

$$AD = CC - PMP$$

onde CC = capacidade de campo  
PMP = ponto de murcha permanente.

Em geral adota-se um nível de 60% para AD como um limite para reiniciar a irrigação.

Uma relação entre as diversas texturas de solo e os valores típicos de CC, PMP e AD é apresentada na Tabela 2.1.

**Tabela 2.1 - Relação entre a Textura do Solo e Valores Típicos de Capacidade de Campo, Ponto de Murchamento Permanente e Água Disponível Total**

Textura	Capacidade de Campo (%)	Ponto de Murcha Permanente (%)	Água Disponível (%)
Arenosa	9	4	5
Média	22	10	12
Argilosa	33	16	17

#### **b- Profundidade do Solo:**

É importante avaliar a Água Disponível no solo levando-se em conta a profundidade das raízes das plantas, que varia conforme o tipo de vegetal e a profundidade do solo, como se apresenta na Tabela 2.2. Considera-se que a profundidade do solo corresponde a cerca de 70 a 80% da profundidade do sistema radicular da planta.

Tabela 2.2 - Profundidade do Sistema Radicular (hr) de algumas Culturas:

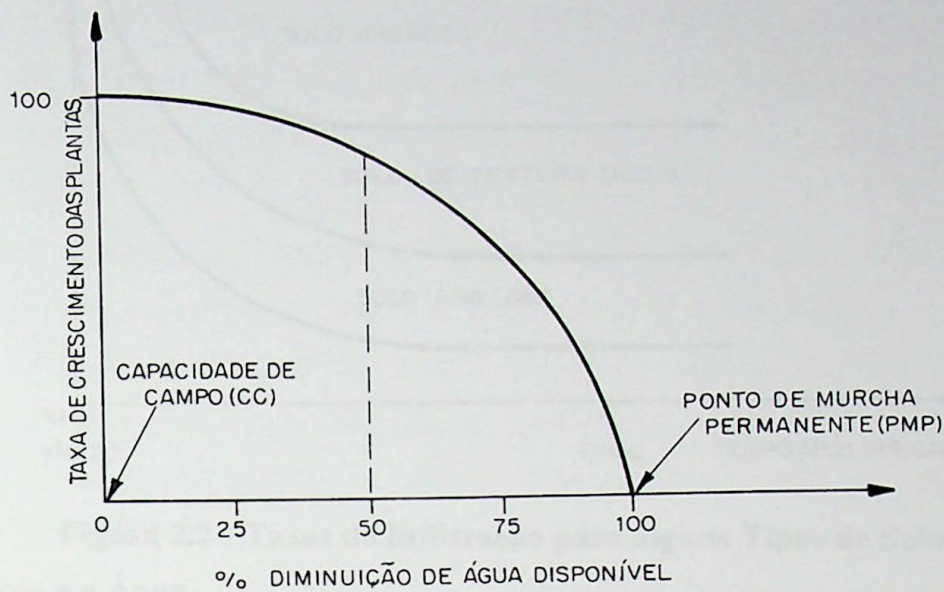
Culturas	Profundidade do Sistema Radicular (cm)	Culturas	Profundidade do Sistema Radicular (cm)
Abóbora	50	Espinafre	35
Alface	35	Feijão	25
Alfafa	80	Figo	75
Algodão	40	Fumo	40
Alho	25	Maça	60
Arroz	40	Melancia	40
Aspargo	60	Melão	50
Batata	40	Pera	60
Batata doce	60	Pêssego	80
Beterraba	40	Repolho	25
Brócolis	35	Soja	50
Café	60	Sorgo	60
Cana de açúcar	60	Tomate	50
Cebola	40	Trigo	35
Citrus	60	Vagem	40
Couve-flor	35		

Fonte: PIRES (1982)

### c- Diminuição da Umidade do Solo:

Para uma cultura obter desenvolvimento ótimo, deve-se manter, permanentemente, a umidade do solo o mais próximo possível da Capacidade de Campo. Isto é, no entanto, em geral, impraticável; somente a técnica da irrigação por gotejamento é capaz de manter essa umidade sob controle tão rigoroso

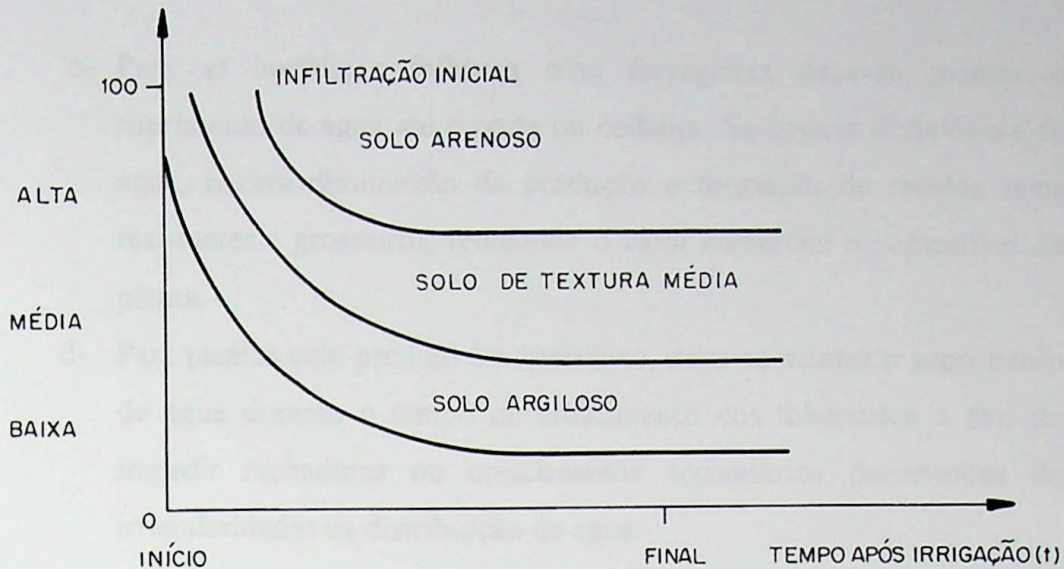
À medida que o solo vai secando, a taxa de crescimento das plantas vai diminuindo. Se a umidade do solo atinge o Ponto de Murcha Permanente as plantas param de crescer. A Figura 2.1 mostra de que maneira o crescimento das plantas vai sendo afetado quando diminui a porcentagem de Água Disponível na zona das raízes. Observe-se que quando a Água Disponível diminui até 50%, a partir da Capacidade de Campo, o crescimento das plantas se vê afetado porém não de modo muito expressivo. Entretanto, quando a Água Disponível diminui para menos de 50%, a taxa de crescimento cai rapidamente.



**Figura 2.1 - Relação entre o Crescimento Vegetal e a Diminuição de Água Disponível**

**d- Taxa de Infiltração ou Velocidade de Infiltração Básica (VIB):**

A Taxa de Infiltração ou Velocidade de Infiltração Básica é o parâmetro que indica de que maneira o solo vai absorvendo a água, ou seja, quantos milímetros de água se infiltram por unidade de tempo. Esta taxa não é sempre a mesma, ao longo do processo da irrigação. Quando o solo está seco, a penetração da água é rápida. Com o passar do tempo, ela vai declinando, progressivamente e de maneira uniforme, até atingir uma taxa constante. Essa taxa é denominada “Taxa de Infiltração Básica”. A Figura 2.2 mostra os valores dessa taxa para alguns tipos de solo e ao longo de um processo de rega, com a Taxa de Infiltração Básica correspondendo ao valor assintótico para as curvas apresentadas. Nas áreas irrigadas a intensidade de aplicação de água pelos sistemas de irrigação deve ser menor que a Taxa de Infiltração Básica, sem o que irá ocorrer escoamento superficial.



**Figura 2.2 - Taxas de Infiltração para alguns Tipos de Solo**

### 2.5 – A Planta e a Água

As plantas, desde a sementeira até a colheita, passam por diferentes estágios, onde as necessidades de água variam conforme a espécie vegetal. Geralmente, na germinação e no início do crescimento, a quantidade de água absorvida e transpirada é pequena, e embora a evaporação do solo exposto seja grande, a quantidade de água aplicada pode ser menor que a normal. Ao processo de evaporação d'água associado à transpiração do vegetal durante a fotossíntese e à evaporação propriamente dita se denomina Evapotranspiração.

À medida que a planta se desenvolve, maior quantidade de água será absorvida e menor será a evaporação do solo, devido à maior cobertura vegetal. No seu pleno desenvolvimento vegetativo, exigirá o máximo suprimento de água. De maneira geral, pode-se adotar alguns procedimentos sobre o suprimento de água às plantas em seus diversos estágios de desenvolvimento.

- a- Durante o crescimento vegetativo deve haver um adequado suprimento de água, sem deficiência para não reduzir o crescimento da planta e sem excesso para não prejudicar o sistema radicular (falta de arejamento, especialmente em solos pesados, de difícil drenagem).
- b- Para a produção de frutos ou de sementes deve-se ter um bom suprimento de água por ocasião da floração e início da frutificação. Após esse período e até o início do amadurecimento, o suprimento de água deve ser normal. Desse estágio em diante as regas deverão ser suspensas, pois um excesso de água favorecerá o desenvolvimento de frutos aguados, volumosos, sem sabor, pouco resistentes ao armazenamento e de sementes com menor teor em proteína.

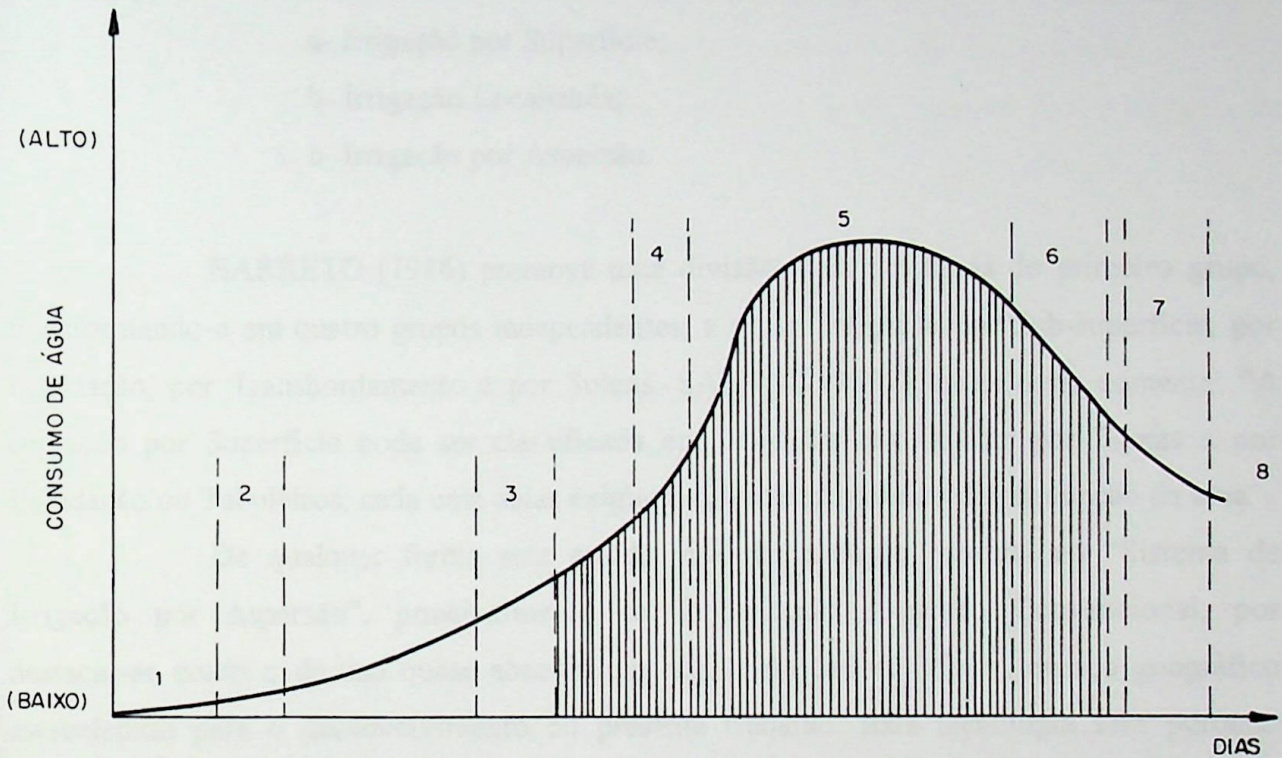
- c- Para as hortaliças folhosas e/ou forrageiras deve-se manter o suprimento de água até o corte ou colheita. Se houver deficiência de água, haverá diminuição da produção e formação de tecidos mais resistentes e grosseiros, reduzindo o valor comercial e comestível da planta.
- d- Para plantas cujo produto é subterrâneo, deve-se manter o suprimento de água durante o tempo de crescimento dos tubérculos a fim de impedir rachaduras ou crescimentos secundários decorrentes de irregularidades na distribuição de água.
- e- As irrigações devem ser feitas com um volume tal que atinja a profundidade efetiva do sistema radicular da planta.

Quanto ao consumo de água para suprimento das necessidades hídricas de diferentes culturas durante o ciclo total de desenvolvimento, a Tabela 2.3 apresenta alguns valores de importância comercial:

**Tabela 2.3 - Consumo de Água por Ciclo de Produção**

<b>Culturas</b>	<b>Consumo de água por Ciclo (mm)</b>
Abacate	650 – 1000
Alfafa	600 – 1000
Algodão	550 – 950
Arroz	500 – 800
Banana	700 – 1700
<b>Batata</b>	<b>500 – 800</b>
Batata-doce	400 – 675
Beterraba	1000 – 1500
Cacau	800 – 1200
Cana de açúcar	1000 – 1500
Cebola	350 - 600
Feijão	300 - 500
Fumo	300 - 500
Grãos	300 - 450
Hortaliças	250 - 500
Laranja	600 - 950
Milho	400 - 700
Noz	700 - 1000
Oleaginosas	300 - 600
Soja	450 - 825
Sorgo	300 - 650
Tomate	300 - 600
Uva	450 - 900

Tanto o tipo de cultura como o estágio de desenvolvimento influenciam a transpiração, a evaporação e, conseqüentemente, a evapotranspiração. A Figura 2.3 apresenta a variação da evapotranspiração ou do consumo de água em função do estágio de uma cultura típica.



**Figura 2.3 - Evapotranspiração durante o Desenvolvimento de uma Cultura**

Onde:

1. *Plantio*
2. *Emergência*
3. *Formação dos ramos*
4. *Início do florescimento*
5. *Consumo máximo do florescimento*
6. *Abertura dos primeiros frutos*
7. *Período de queda de folhas*
8. *Colheita*

## 2.6 - Sistemas de Irrigação

### 2.6.1 - Classificação

Os sistemas de irrigação são geralmente agrupados sob a seguinte classificação:

- a- Irrigação por Superfície;
- b- Irrigação Localizada;
- c- Irrigação por Aspersão.

BARRETO (1986) promove uma divisão mais detalhada do primeiro grupo, transformando-o em quatro grupos independentes, a saber: Irrigação por Sub-superfície, por Inundação, por Transbordamento e por Sulcos. SANTOS (1987), neste tema comenta: “A irrigação por Superfície pode ser classificada em irrigação por Sulcos, por Faixas e por Inundação ou Tabuleiros, cada uma delas exigindo diferentes sistemas de adequação da área”.

De qualquer forma este estudo visa dar atenção especial ao “Sistema de Irrigação por Aspersão”, principalmente ao denominado Aspersão Convencional, por destacar-se como o de uso quase absoluto na região do Sul de Minas, espaço geográfico estabelecido para o desenvolvimento do presente trabalho. Esta tecnologia será portanto abordada em maior detalhe.

#### a- Irrigação por Superfície

O método de irrigação por superfície recebe também o nome de irrigação por gravidade, uma vez que a água é aplicada diretamente sobre a superfície do solo pelo efeito da gravidade. O sucesso na irrigação com tal tecnologia depende do tipo de solo e da topografia do terreno. Embora seja adotado em quase todo o mundo, no Brasil é relativamente pouco conhecido devido à escassa divulgação e, principalmente, em razão da falta de interesse comercial.

Os métodos de irrigação por superfície, classificados de acordo com o tipo de sistema de aplicação de água utilizado, conforme SANTOS (1987), são por:

- Sulcos, efetua-se pela inundação parcial da água que escoar por sulco pela superfície de solo;
- Inundação ou Tabuleiros, com inundação total, pela acumulação da água na superfície do solo, como se verifica na lavoura de arroz irrigado;
- Faixas, com inundação total, por condução da água em faixas na superfície do solo.

### **b- Irrigação Localizada**

É toda aquela em que se molha a zona do sistema radicular da planta. Visa levar o solo à Capacidade de Campo (CC). Sua aplicação deve ser orientada para culturas de alto retorno econômico, como ameixa, café, goiaba, laranja, limão, maçã, mamão, melão, nectarina, pêsego e uva, como propõe NOGUEIRA et al.,(1991).

Os principais tipos do sistema de irrigação localizada em uso comercial são: gotejamento e microaspersão, além de tubos perfurados e porosos, jato pulsante, xique-xique, potejamento e cápsulas porosas. O equipamento utilizado consiste em um conjunto moto-bomba, tubulações, acessórios e eventualmente, um sistema para filtragem da água e adição de fertilizantes. O consumo de energia nesse sistema pode ser considerado **intermediário** entre os sistemas por Superfície e por Aspersão (SCALOPPI, 1986a). No gotejamento, a água é levada ao pé da planta por uma extensa rede de tubulações fixas e de baixa pressão. A liberação da água ao solo é feita pontualmente através de “gotejadores”, na forma de gotas e em vazões reduzidas (1 a 10 litros/hora por gotejador). A quantidade de água fornecida é perfeitamente controlada. O método pressupõe um cuidadoso sistema de filtragem da água e de eventual aplicação de fertilizantes líquidos e outros produtos químicos diluídos.

Na microaspersão, a água é aspergida pelos micro-aspersores em pequenos círculos junto ao pé da planta. A água é conduzida através de uma rede fixa e extensa de tubos, que opera com baixas pressões, porém superiores às do gotejamento. As vazões e as áreas molhadas por cada uma das microaspersões são superiores as dos gotejadores. Por ser um sistema totalmente fixo, a mão de obra utilizada é bem reduzida, limitando-se aquela

necessária para regular válvulas dosadoras e registros. A maior velocidade da água reduz a sedimentação das partículas, diminui o entupimento do sistema e permite o emprego de filtros mais simples, com telas metálicas, dispensando os filtros de areia.

No sistema de tubos perfurados não existem emissores, tais funções são desempenhadas pelos orifícios na própria tubulação de distribuição. O xique-xique é uma adaptação do tubo perfurado, adotando um envolvimento na região de cada furo por uma luva de diâmetro superior ao do tubo, para controle de vazão. Estes sistemas são mais usados para irrigação em fruticultura e horticultura.

No sistema de jato pulsante a água é distribuída aos pontos de irrigação em pequenos jatos provocados por válvulas dispostas a intervalos regulares em uma tubulação de pequeno diâmetro. O sistema é formado por circuitos fechados alimentados por uma tubulação principal. Cada circuito é comandado por uma válvula piloto e composta de várias válvulas irrigadoras.

Potejamento consiste no uso de potes de barro isolados ou interconectados por tubos, com cápsulas porosas semelhantes, constituindo-se de peças ocas, cônicas, fabricadas com argila, que contém dois orifícios com bico na parte superior e confeccionadas com moldes de gesso.

### **c - Irrigação por Aspersão**

Esta tecnologia de irrigação consiste no fornecimento de água ao solo sob forma de chuva artificial, utilizando para isso, um equipamento próprio para essa finalidade. Em princípio, pode ser usado para qualquer tipo de solo e para todas as culturas. É especialmente recomendada nos solos extremamente permeáveis, em terrenos muito irregulares e com solo muito superficial e em terrenos muito inclinados e sujeitos a erosão.

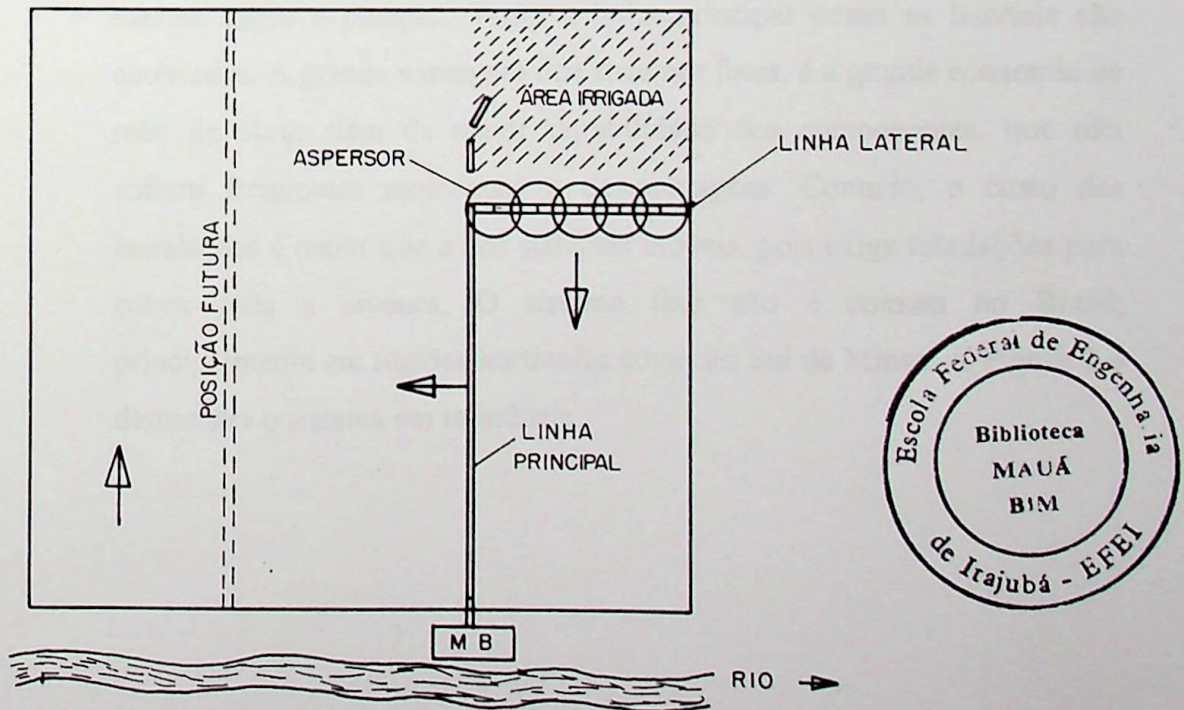
Embora os sistemas de aspersão obedeçam o mesmo princípio, há uma variação de equipamentos, cada um com suas características e especificações particulares. Telles (1984), classifica-os de acordo com a seguinte ordem:

1. Convencional
2. Autopropelido
3. Montagem Direta
4. Pivô Central
5. Outros Sistemas Mecanizados

Estes sistemas são descritos a seguir.

1-Sistema convencional: conforme observa TELLES (1984), “A designação de convencional está ligado ao aspecto histórico da introdução da aspersão. Um sistema convencional é constituído fundamentalmente de, sistema de captação e bombeamento, tubulação de recalque (principal), tubulação lateral (ramal ou de irrigação) e aspersores”. O sistema convencional pode-se subdividir ainda em 3 grandes grupos: Portátil (ou móvel), Semi-portátil (ou semi-fixo) e Fixo. PIRES (1982), mostra as características e especificações de cada grupo:

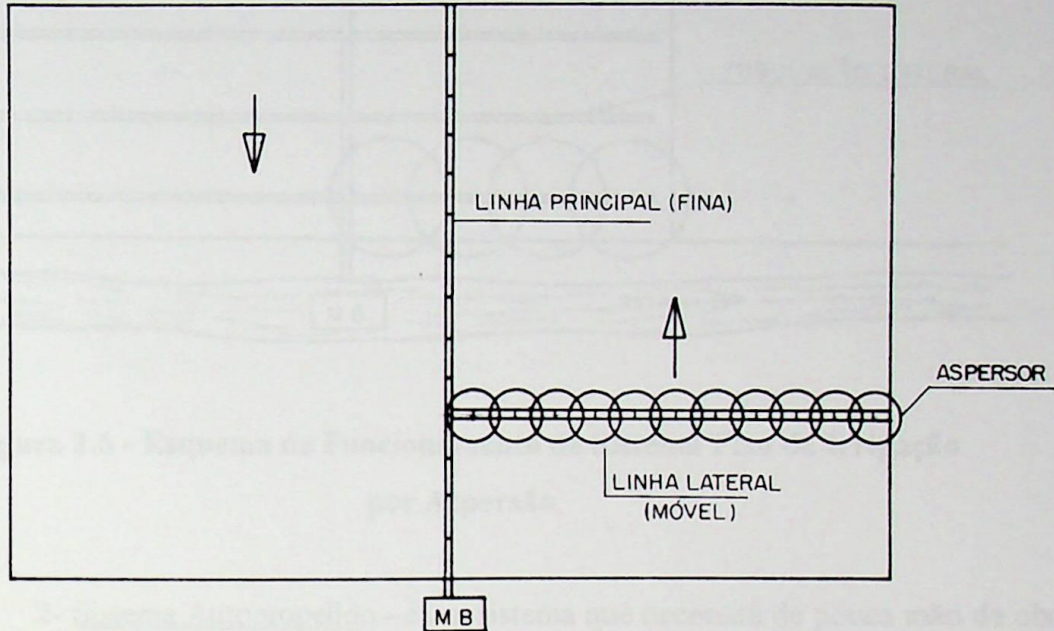
- a- **Sistema Portátil** - nesse sistema, como o próprio nome sugere, há uma movimentação da linha principal e da linha lateral. É um sistema que se caracteriza pelo baixo custo do investimento inicial e maiores gastos de mão de obra. A Figura 2.4 mostra o esquema de funcionamento de um sistema portátil. Tal sistema de irrigação é o mais comum para irrigar culturas temporárias como a batata comum e cenoura, principalmente na região do Sul de Minas Gerais.



**Figura 2.4 - Esquema de Funcionamento de um Sistema de Irrigação Portátil**

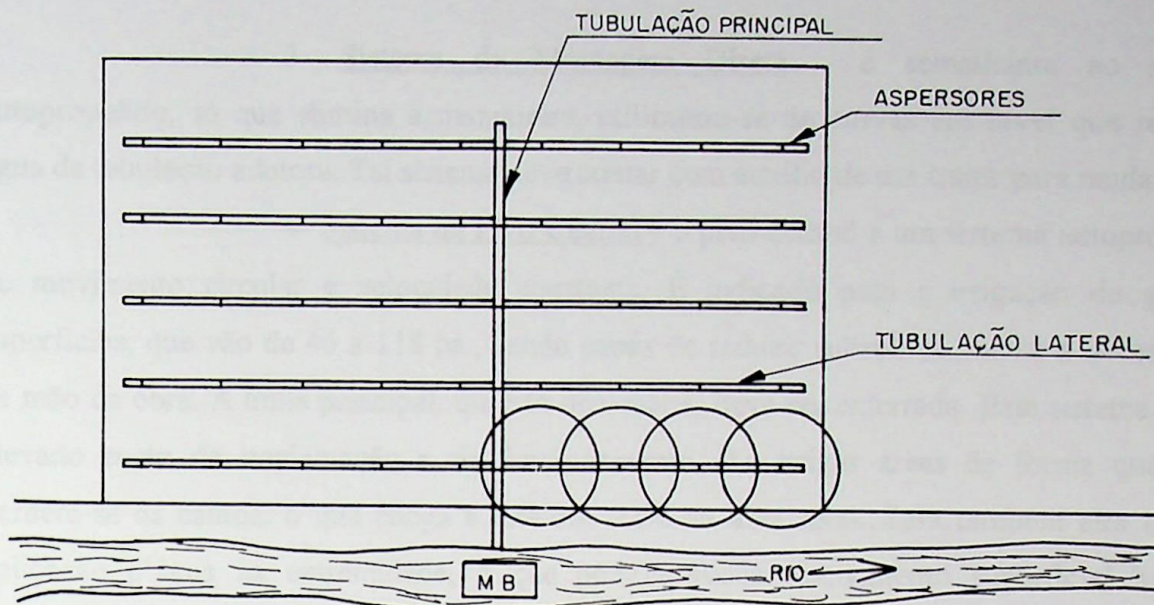


**b- Sistema Semi-Portátil** - é uma variação do sistema móvel, onde só há movimentação da linha lateral. A linha principal é fixa no terreno, enterrada ou na superfície. A Figura 2.5 apresenta a forma de funcionamento de um sistema semi-portátil com uma linha lateral.



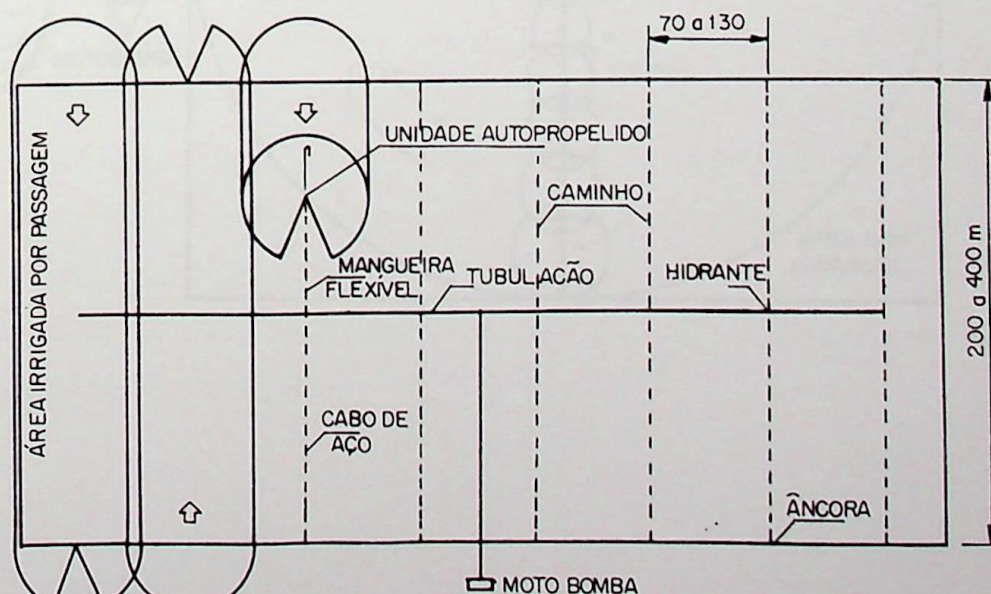
**Figura 2.5 - Esquema de Funcionamento de um Sistema de Irrigação Semi-Portátil**

**c- Sistema Fixo** - os componentes do sistema são todos permanentes numa mesma gleba e posição. Tanto a linha principal como as laterais são enterradas. A grande vantagem dos sistemas fixos, é a grande economia de mão de obra, além da maior durabilidade dos componentes, que não sofrem frequentes montagens e desmontagens. Contudo, o custo das instalações é maior que a dos sistemas móveis, pois exige tubulações para cobrir toda a lavoura. O sistema fixo não é comum no Brasil, principalmente em regiões hortícolas como no Sul de Minas. A Figura 2.6 demonstra o sistema em referência.



**Figura 2.6 - Esquema de Funcionamento de Sistema Fixo de Irrigação por Aspersão**

2- Sistema Autopropelido - é um sistema que necessita de pouca mão de obra e pode ser utilizado para irrigar áreas que vão desde 8 a 60 ha. O sistema é constituído basicamente por uma motobomba, tubulações de recalque, mangueira com carreta enroladora e aspersor. Seu funcionamento é muito prático e tem tido grande aceitação junto aos agricultores. De todos os elementos que compõem o sistema, a mangueira flexível é o elemento de maior sensibilidade, devido a seu alto custo e a exposição ao arraste constante do solo. A Figura 2.7 mostra o sistema.



**Figura 2.7 - Sistema Autopropelido com Aspersor Tipo "Canhão"**

3- Sistema de Montagem Direta - é semelhante ao sistema autopropelido, só que elimina a mangueira, utilizando-se de curvas em nível que recebem água da tubulação adutora. Tal sistema deve contar com auxílio de um trator para mudanças.

4- Sistema de Pivô Central - o pivô central é um sistema autopropelido de movimento circular e velocidade constante. É indicado para a irrigação de grandes superfícies, que vão de 46 a 118 ha., sendo capaz de reduzir substancialmente a necessidade de mão de obra. A linha principal, quando necessária, deve ser enterrada. Este sistema possui elevado custo de implantação e de funcionamento. Ao irrigar áreas de forma quadrada, perdem-se os cantos, o que chega a totalizar 22% da área total. Tem também alta taxa de aplicação d'água na extremidade, o que pode provocar escoamento superficial bastante grande. A Figura 2.8 esquematiza esta tecnologia.

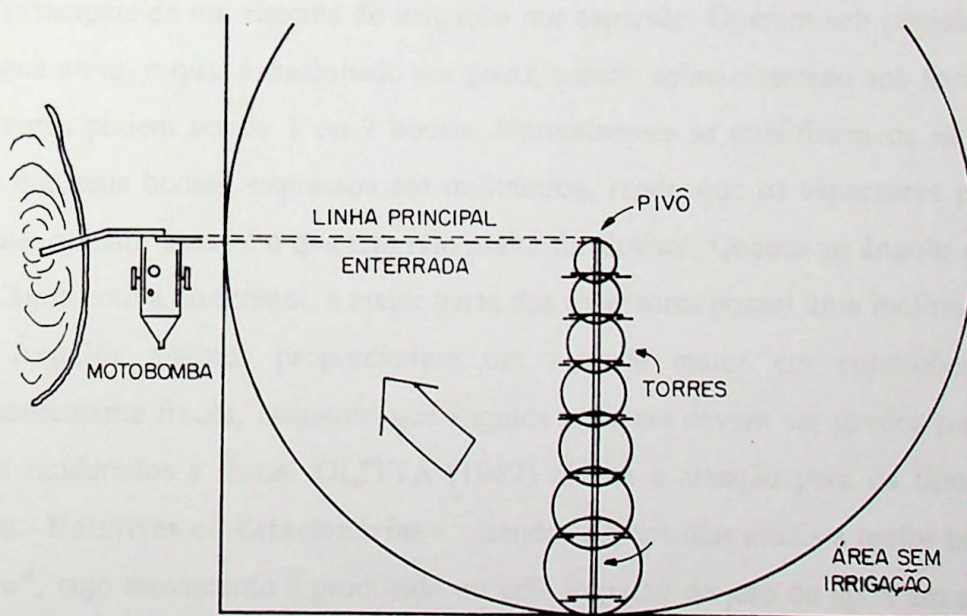


Figura 2.8 - Pivô Central

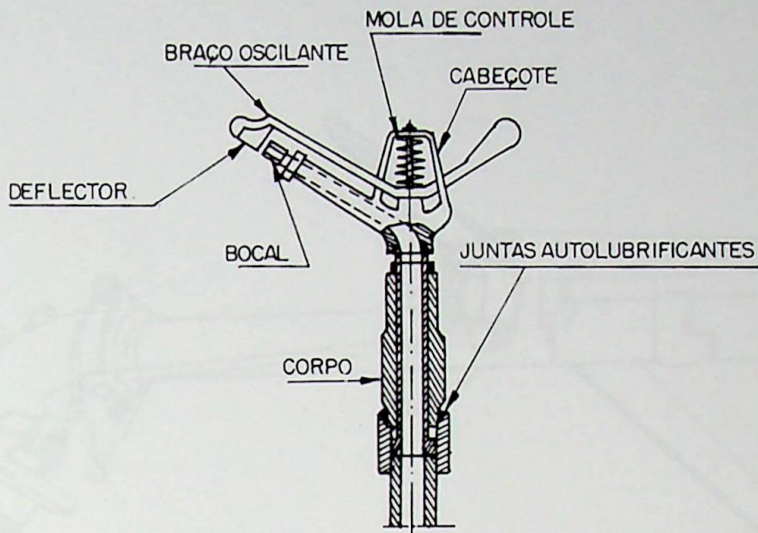
5-Outros Sistemas Mecanizados - segundo TELLES et alli(1986), existem outros sistemas mecanizados de irrigação por aspersão, porém, sem maior utilização no Brasil. Pode-se destacar o “Side Roll” (movimentação lateral montada sobre rodas e rebocado por trator) e o “irrigador gigante” (conjunto com largos braços laterais elevados).

### 2.6.2- Componentes de um Sistema de Irrigação por Aspersão

Os principais componentes dos sistemas de irrigação por aspersão. São:-

a-Motobomba - O conjunto motobomba, é uma unidade fundamental no sistema de irrigação por aspersão. Tem como finalidade básica captar a água e impulsioná-la, sob pressão, através das tubulações e acessórios. No Brasil geralmente as bombas usadas são as do tipo “centrífugas de eixo horizontal”. Em algumas regiões em que usa-se a água subterrânea para irrigação, o tipo “turbina de poços profundos” é o mais utilizado.

b- Aspersores - Varios autores são unânimes em afirmar que os aspersores são as peças principais de um sistema de irrigação por aspersão. Operam sob pressão e lançam o jato de água no ar, o qual é fracionado em gotas, caindo sobre o terreno sob forma de chuva. Os aspersores podem ser de 1 ou 2 bocais. Normalmente se qualificam os aspersores pelo diâmetro dos seus bocais, expressos em milímetros, sendo que os aspersores portadores de dois bocais, o maior bocal é o que tem raio maior de alcance. Quanto ao ângulo de inclinação do jato d'água com a horizontal, a maior parte dos aspersores possui uma inclinação em torno de 30°. Ângulos maiores proporcionam um alcance maior em condições de ventos predominantemente fracos, enquanto que ângulos menores devem ser usados para condições de ventos moderados a fortes. OLITTA (1987) chama a atenção para os tipos básicos de aspersores - **Rotativos ou Estacionários** - sendo que nos dias atuais a maior parte é do tipo "**Rotativo**", cujo movimento é produzido ou pelo impacto do jato de água em um braço, ou pela ação hidráulica sobre uma engrenagem ou por reação. A Figura 2.9, apresenta os diversos elementos que compõem um aspersor.



**Figura 2.9 - Corte Esquemático de um Aspersor Rotativo**

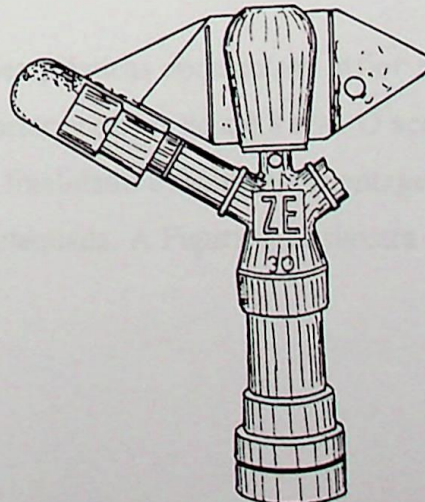
De acordo com a pressão de serviço, pode-se classificar os aspersores em cinco grandes grupos, conforme tabela 2.4 abaixo.

**Tabela 2.4 - Características de Aspersores para Irrigação**

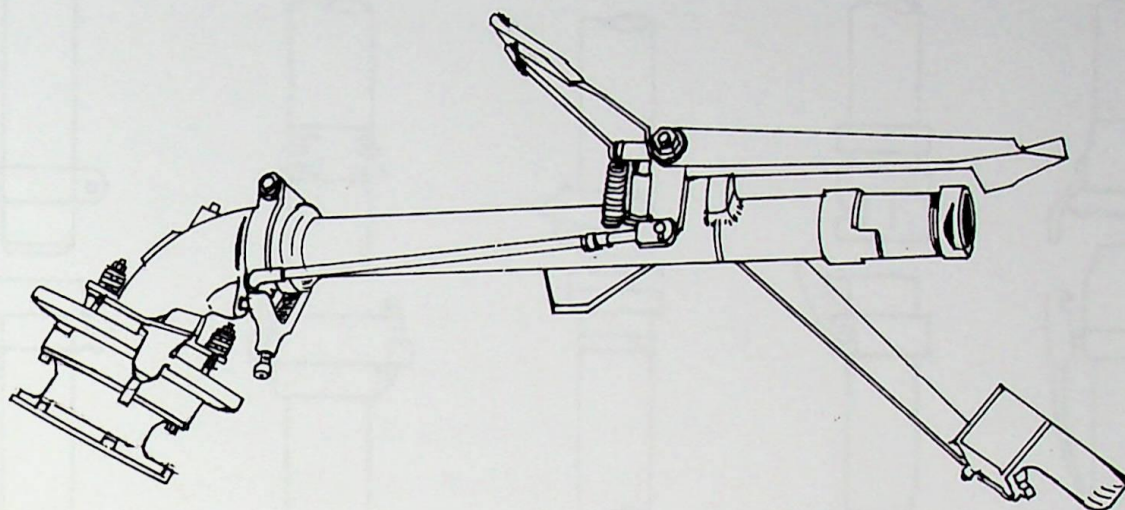
tipo de aspersor	pressão de serviço (m.c.a.)	alcance (m)
microaspersor	4 a 10	pequeno
pequenos	10 a 20	6 a 12
médios	20 a 40	12 a 30
grandes	30 a 60	24 a 60
gigantes ou canhões	40 a 120	até 150

Fonte: Manual Básico sobre Irrigação - ASBRASIL - (1987)

As Figuras 2.10 e 2.11 mostram alguns exemplos destes aspersores.



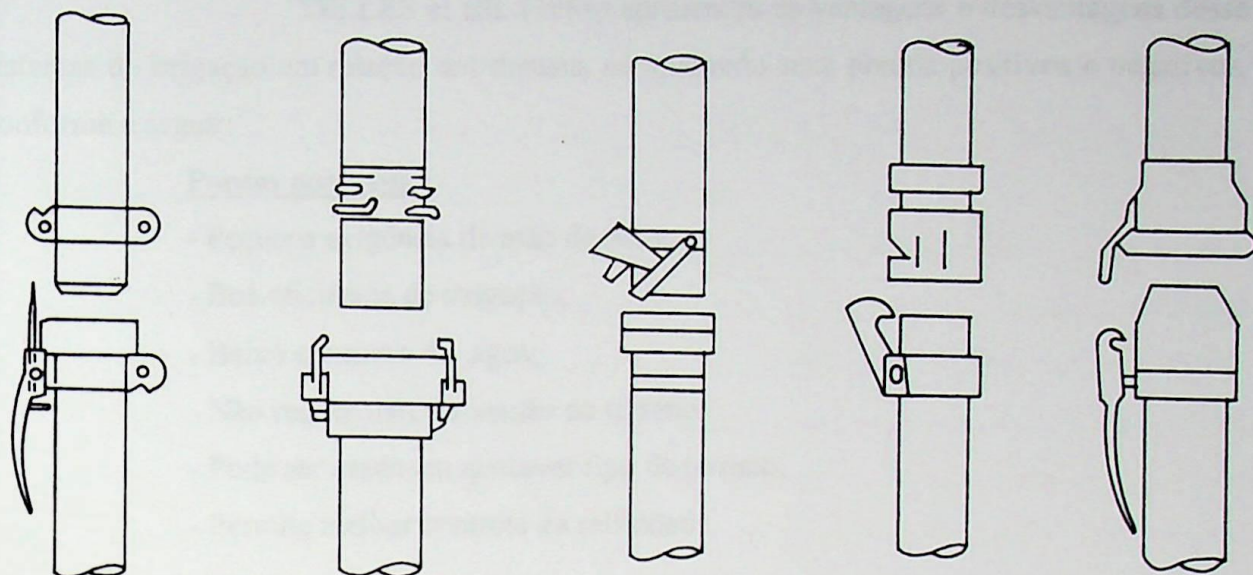
**Figura 2.10 - Vista de um Aspersor de um Bocal**



**Figura 2.11 - Vista de um Aspersor Gigante**

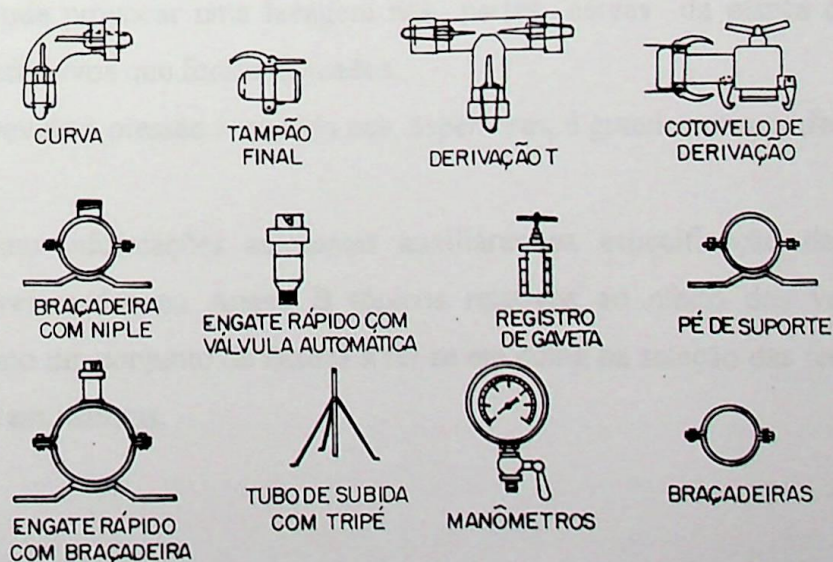
C- Tubulações - O transporte de água desde a captação até os aspersores é executado através de tubulações que são basicamente, a tubulação principal e as tubulações laterais. Os aspersores se localizam nas tubulações laterais, mantendo distâncias pré-estabelecidas. Os materiais que compõem os tubos são de diversos tipos, como: PVC rígido, aço zincado, alumínio, ferro fundido, aço, cimento-amianto e concreto. As tubulações geralmente possuem comprimento padrão de 6m, mas é possível encontrar tubos de alumínio com 10 m. Os diâmetros comerciais disponíveis no mercado variam de 2",3",4", 5" e em alguns raros casos, de 6".

As tubulações plásticas apresentam maior facilidade de transporte, por serem mais leves e chegam a suportar pressões de até 8 atm. O acoplamento dos tubos é feito através de "engates rápidos", cuja finalidade é facilitar a montagem e desmontagem das tubulações, além de garantir vedação adequada. A Figura 2.12 mostra exemplos de conexões com engate rápido.



**Figura 2.12 - Conexão com Engate Rápido**

d- Acessórios - Uma série de acessórios complementam os equipamentos básicos, necessários à condução da água até os aspersores, como: curvas, registros, tê, redução, tampão, cruzeta, manômetro, válvula de derivação, válvula de retenção, válvula de pé, tubos de subida, tripê, etc.



**Figura 2.13 - Acessórios Diversos**

### 2.6.3 Vantagens e Desvantagens da Irrigação por Aspersão.

TELLES et alli. (1984) apresentou as vantagens e desvantagens desse sistemas de irrigação em relação aos demais, enumerando seus pontos positivos e negativos, conforme a seguir:

#### **Pontos positivos :**

- Pequena exigência de mão de obra;
- Boa eficiência de irrigação;
- Baixo consumo de água;
- Não requer sistematização do terreno;
- Pode ser usada em qualquer tipo de terreno;
- Permite melhor controle da salinidade.

#### **Pontos negativos:**

- Impõe o uso de equipamento completo, normalmente de custo elevado;
- Em alguns casos, promove menor rendimento dos produtos por área plantada, por exemplo na produção de arroz;
- Sofre muito a influência do vento e da umidade;
- Pode promover o desenvolvimento de doenças devido a criação de um microclima próprio;
- Pode provocar uma lavagem nas partes aéreas da planta carregando os defensivos que foram aplicados;
- Devido à pressão requerida nos aspersores, é grande consumidora de

Como informações adicionais auxiliares na especificação de sistemas de irrigação, são apresentados no Anexo B tópicos relativos ao efeito dos ventos sobre a irrigação, bem como um conjunto de fatores a ter-se em conta na seleção das tecnologias para aplicação de água em culturas.

### **3 - CONSUMO DE ENERGIA NA IRRIGAÇÃO: ASPECTOS GERAIS**

#### **3.1 - Introdução**

A irrigação, entre as diversas atividades efetuadas no setor agropecuário, caracteriza-se como uma grande consumidora de energia.

Um estudo desenvolvido no Estado da Califórnia revelou que a irrigação demanda aproximadamente 13% da energia diretamente utilizada na agricultura, segundo SCALOPPI (1985). Em outro estudo, também para esta região, KNUTSON et alli (1978) mostram que 84% da energia utilizada na irrigação tem por finalidade básica transportar a água até a área irrigada e os restantes 16% são utilizados para pressurizar os sistemas de distribuição de água. Ainda segundo estes autores, a maior parte da energia utilizada para irrigação, 91%, é requerida em sistemas por aspersão, apesar da área irrigada por estes sistemas representar apenas 17% da área total irrigada na Califórnia, na época do estudo. Estudos desenvolvidos por BATTY et alli (1975) e WENSINK et alli (1976), concluíram que os sistemas de irrigação por superfície supridos com água por gravidade, são os menores consumidores de energia, entre todos os sistemas considerados, enquanto que os sistemas por aspersão apresentaram o maior consumo energético.

Quando a água necessária estiver junto a lavoura a irrigar, portanto, não exigindo energia adicional para levá-la até este ponto, os sistemas por aspersão chegam a requerer quantidades de energia superiores em 100% daquela requerida pelos sistemas de superfície, chegando a atingir valores de 1.200% nos sistemas por aspersão autopropelidos, conforme mostra SCALOPPI (1985).

#### **3.2 - Consumo de Energia na Irrigação por Aspersão Convencional: Conceitos**

A irrigação por aspersão convencional merece destaque especial neste trabalho por ser a tecnologia, predominantemente empregada na região estudada. Como já afirmado anteriormente, tais sistemas de irrigação são extensamente adotados e apresentam uma demanda energética significativa, sobretudo nas regiões em desenvolvimento. Nas regiões mais desenvolvidas as técnicas de irrigação adotadas empregam geralmente sistemas não convencionais, de aspersão ou não, como pivô central, micro aspersão e gotejamento (TESTEZLAF, 1990).

O consumo de energia na irrigação é em função direta da demanda de água. Assim, a determinação da energia a ser requerida em um dado sistema de irrigação depende evidentemente da área a ser irrigada, e poderão ser empregados os mais diversos tipos de energéticos, como eletricidade, óleo diesel, gasolina, gás de gasogênio, etc. De qualquer forma, a energia, E, e a potência, P, requeridas na operação de bombeamento de água para irrigação são dadas pelas seguintes equações fundamentais, que relacionam-se com a elevação de um volume d'água a uma altura genérica:

$$E = \frac{V.H.\rho.g}{\eta} \quad (1)$$

$$P = \frac{Q.H.\rho.g}{\eta} \quad (2)$$

onde, nas expressões anteriores;

P = potência necessária (W)

V = volume de água bombeada ( $m^3$ )

Q = vazão d'água bombeada ( $m^3/s$ )

H = altura manométrica total (m)

$\rho$  = densidade da água ( $kg/m^3$ )

g = aceleração da gravidade ( $m/s^2$ )

$\eta$  = eficiência global da unidade de bombeamento

T = tempo de bombeamento (s)

Uma breve análise da equação (1) mostra que são diversas as variáveis que intervêm sobre a demanda energética na irrigação. Assim;

a- O volume de água bombeada é determinado por:

- área efetivamente irrigada;
- lâmina líquida a aplicar;
- eficiência de aplicação.

b- A altura manométrica total depende da:

- altura geométrica de sucção;
- altura geométrica de recalque;
- pressão de serviço das unidades aplicadoras de água;
- perdas de carga ocorridas na condução de água através das tubulações e acessórios.

c- A eficiência global da unidade de bombeamento.

Os níveis de eficiência global das unidades de bombeamento podem ser otimizados, devendo para isso proceder a uma criteriosa escolha da bomba hidráulica, da unidade motora e do mecanismo de transmissão de potência entre o motor e a bomba, já que os rendimentos globais das unidades de bombeamento decorrem do produto dos rendimentos individuais dos motores, bombas hidráulicas e dos mecanismos de transmissão.

### 3.3 - Parâmetros para o Consumo Energético na Irrigação

Ainda que as equações anteriormente descritas permitam diretamente a determinação da energia e da potência requerida em um sistema de irrigação, é preciso buscar relações mais detalhadas que envolvam parâmetros relacionados ao solo, à cultura e à topografia, como mostram PIRES (1982) e SANTOS et al (1986), que em última análise permitirão definir o volume de água necessário e a altura de bombeamento. Embora alguns destes parâmetros já tenham sido apresentados anteriormente, a seguir serão retomados com maiores detalhes.

#### a- Parâmetros de Solo

- Capacidade de Campo (CC): é a quantidade máxima de água capilar que pode ser retida pelo solo em condições naturais;
- Densidade Aparente (DA): é a relação entre peso e volume de uma determinada amostra de solo ao natural, após sua secagem em estufa;

Tabela 3.1 - Propriedades Físicas Usuais dos Solos.

Tipo de Solo	VIB (cm/hora)	Densidade Aparente (g/cm <sup>3</sup> )	Capacidade de Campo (%)	Ponto de Murchamento (%)
Arenoso	5 (2,5-22,5)	1,65 (1,55-1,80)	9 (6-12)	4 (2-6)
Barro-arenoso	1,5 (1,3-1,6)	1,50 (1,40-1,60)	14 (10-18)	6 (4-8)
Barro	1,3 (0,8-2,0)	1,40 (1,35-1,50)	22 (18-26)	10 (8-12)
Barro-argiloso	0,8 (0,25-1,5)	1,35 (1,30-1,40)	27 (23-31)	13 (11-15)
Argiloso- arenoso	0,25 (0,03-0,5)	1,30 (1,25-1,35)	31 (27-35)	15 (13-17)
Argiloso	0,05 (0,01-0,1)	1,25 (1,20-1,30)	35 (31-39)	17 (15-19)

Fonte: PIRES (1982) e SANTOS et al (1986)

- Ponto de Murcha Permanente (PMP): representa a percentagem de umidade que o solo ainda conserva, quando as plantas mostram pela primeira vez sinais de murcha permanente;

- Velocidade de Infiltração Básica (VIB): representa a taxa de infiltração da água em um solo, quando este se apresenta saturado. Se for aplicada ao solo uma taxa de água maior que a VIB, fatalmente ocorrerá escoamento superficial.

A Tabela 3.1 mostra valores típicos para os referidos parâmetros e os intervalos em que variam.

#### b- Parâmetros Relacionados com a Cultura

Três importantes parâmetros devem ser considerados em relação ao vegetal cultivado a ser irrigado:

- Profundidade Efetiva do Sistema Radicular (hr): é a profundidade do solo onde se encontra de 70 a 80% de todo sistema radicular da planta. Valores para as culturas de maior interesse constam da tabela 2.2, capítulo 2 anterior.

- Evapotranspiração (ET): é a quantidade d'água que se perde por evaporação na cultura e no solo e na transpiração dos vegetais. A tabela 3.2 apresenta valores típicos deste parâmetro para várias regiões do Estado de Minas Gerais, considerando os períodos de maior solicitação hídrica.

**Tabela 3.2 - Sugestões de Valores de Evapotranspiração Potencial, para várias Regiões do Estado de Minas Gerais.**

Regiões	Valores de ET ((mm/dia)
Norte de Minas	4,5 -- 6,5
Triângulo Mineiro	4,0 -- 5,0
Jequetinhonha e Mucuri	3,5 -- 5,0
Zona da Mata	3,5 -- 4,5
<b>Sul de Minas</b>	<b>3,0 -- 4,0</b>
Vale do Rio Doce	3,0 -- 4,5
Centro	4,0 -- 5,0

Fonte: PIRES (1982) e SANTOS et al (1986)

Obs.: Segundo a EMATER (DADOS TÉCNICOS E ECONÔMICOS, 1991), a Evapotranspiração Potencial pode chegar nos meses de junho a setembro, no Sul de Minas, a 6 mm/dia.

- Fator Cultural (f): sua finalidade é permitir levar em conta como as várias culturas respondem distintamente aos teores de umidade, conforme mostra tabela 3.3

**Tabela 3.3 - Valores Admissíveis para o Fator Cultural**

Cultura	f	Cultura	f
Arroz	0,1	Trigo	0,6
Alface	0,7	Aveia	0,6
Batata	0,5	Tomate	0,3
Cenoura	0,5	Pimentão	0,5
Milho	0,7	Soja	0,7
Feijão	0,7		

Fonte: PIRES (1982) e SANTOS et al (1986)

### 3.4- Cálculos Necessários para estimar a Potência da Bomba e a Energia Consumida

Um dos objetivos desse trabalho é saber com que eficiência ou, em outras palavras, qual o nível de “dispêndios” que se verifica nos sistemas de irrigação na cultura da batata comum.

O consumo real observado, bem como a potência instalada, foram determinados no Questionário de Pesquisa de Campo, no capítulo 6, Segunda Parte. Trata-se então de saber, agora qual a energia consumida e a potência exigida, recomendáveis para comparar com os dados anteriormente citados e dar a conhecer o desempenho relativo dos sistemas realizados. Esta não é uma tarefa trivial, por diversos motivos. Em primeiro lugar, a sistemática de cálculo típico é bastante detalhada, passando inclusive por considerações minuciosas de projeto, dimensionamento hidráulico e manejo de um sistema de irrigação por Aspersão Convencional e requer diversas hipóteses nem sempre verificáveis na prática. Por outro lado, é igualmente importante saber que os resultados calculados pelos métodos padronizados dificilmente poderiam ser implementados face às limitações e condicionantes das configurações já disponíveis. Assim, adotou-se o seguinte procedimento, baseado em um tratamento energético da irrigação por aspersão proposto por SANTOS (1987).

#### a - Cálculo do Consumo de Energia para Irrigação e Potência Exigida

O consumo de energia para irrigação ( $E_{ir}$ ) e a potência exigida ( $P_{ir}$ ) podem ser estimados em função das características do solo, da cultura e da topografia.

#### a1 - Lâmina de água (LF) a ser aplicada na cultura

$$LF = \frac{(CC - PM)}{10} \cdot Da \cdot hr \cdot f \quad (3)$$

#### a2- Lâmina bruta de água (LB) a ser aplicada na cultura

$$LB = \frac{LF}{E_f} \quad (4)$$

onde:

$E_f$  = eficiência do sistema de irrigação, podendo ser adotados valores próximos a 0,7 (Ley e Clyma, 1981), citado por SCALOPPI (1986 b)

a3- Turno de rega (TR)

É o intervalo de tempo em dias entre duas aplicações da lâmina d'água sucessivas, em um mesmo local.

$$TR = \frac{LF}{ET} \quad (\text{dias}) \quad (5)$$

onde:

ET é dado pela tabela 3.2

a4- Período de Irrigação (PI):

É o número de dias que se gastará para irrigar toda a área com aplicação da lâmina d'água desejada. Deve ser igual ao turno de rega, menos um intervalo de um dia, para fins de estimativa.

$$PI = TR - 1 \quad (\text{dias}) \quad (6)$$

a5- Tempo de aplicação da lâmina bruta (TP):

$$TP = \frac{LB}{IA} \quad (7)$$

onde:

IA = é a intensidade (ou precipitação) de aplicação em mm/h ( $IA \leq VIB$  - PIRES 1982);  
para estimativas podemos adotar  $IA = VIB$

a6- Número de horas disponíveis para irrigação no período de dias equivalentes a TR (TI):

$$TI = TR \cdot TD \quad (8)$$

onde

TD = número de horas em que o sistema funcionará, por dia. Para Sistemas Fixos e Pivô Central, TD pode ser 24 horas, mas para aspersores individuais de 8 a 12 horas, coincidindo com o turno de trabalho comum no campo.

### a7- Potência Exigida para irrigação

Como a potência exigida ( $P_{ir}$ ) é contínua durante o turno de irrigação, tem-se:

$$P_{irr} = 9,81 \cdot \frac{LB \cdot H_b \cdot Si}{\eta_{mb} \cdot T_I} \quad (9)$$

onde

$Si$  = Área a ser irrigada

$T_I$  = N° de horas disponíveis para irrigação.

Considerando as condições da lavoura de batata no Sul de Minas, foram adotados os valores constantes nas tabelas apresentadas anteriormente, que dão respostas adequadas às seguintes variáveis:

- . Capacidade de campo (%)
- . Ponto de murchamento (%)
- . Densidade aparente ( $g/cm^3$ )
- . Velocidade de infiltração básica (cm/h)
- . Profundidade efetiva do sistema radicular (cm)
- . Evapo-transpiração potencial (mm/dia)
- . Fator cultural

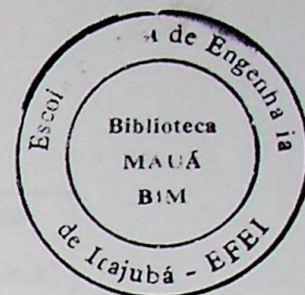
### a8- Consumo de Energia para irrigação

Utilizando-se de LB, pode-se dizer que o consumo de energia para a irrigação é dado pela equação abaixo onde  $\eta_{mb}$  é o rendimento do conjunto moto-bomba, que pode ser adotado como 0,65 e  $H_b$  é a altura manométrica de bombeamento.  $\eta_{ir}$  é o número de vezes que se irrigará durante o período da seca (TS):

$$\mathcal{E}_{ir} = 9,81 \cdot \frac{LB \cdot H_b}{\eta_{mb}} \cdot \eta_{ir} \quad (10)$$

Sabe-se que:

$$\eta_{ir} = \frac{TS}{TR} \quad (11)$$



onde

TS = Tempo de irrigação no período de seca

a9- Altura de bombeamento (ou manométrica) total

$$H_b = H_p + H_a + H_t \quad (12)$$

onde

$H_p$  = é a perda de carga na tubulação (m.c.a). Para a fase de estimativa deve ser considerado como 10% do  $H_t$ . ( SANTOS et al,1986 )

$H_a$  = é a pressão de trabalho do aspersor escolhido (m.c.a)

$H_t$  =é o desnível médio entre o ponto de captação d'água (altura de sucção) e o de irrigação (altura de recalque), dado em m.c.a

Para estimativas iniciais,  $H_a$  pode ser tomado no item 3.1.4.4 - 2 para vários tipos de aspersores. Na falta de maiores informações, recomenda-se adotar o aspersor médio.

No intuito de proceder ao cálculo da energia e potência teoricamente requeridas, faz-se mister considerar para cada irrigante entrevistado, as seguintes informações, já devidamente relacionados no Anexo C - Tabulação dos Resultados obtidos pelo Questionário de Pesquisa de Campo.

- . Altura de bombeamento ou manométrica total (m.c.a)
- . Eficiência do conjunto moto-bomba ( $\eta_{mb}$ )
- . Área a ser irrigada ( $m^2$ )

Particularmente para a altura de bombeamento total ( $H_b$ ), tomou-se um resultado como a composição dos valores de sucção e recalque médio medidos em campo e agregados com 10% para contabilizar as perdas de carga nas linhas (SANTOS et al, 1986); OLITTA (1987), trabalha com uma perda de carga nas linhas da ordem de 5% (cinco por por cento). Quanto à pressão de trabalho dos aspersores, devido a uma variedade imensa de tipos e marcas existentes em campo, adotou-se os valores médios tabelados, de acordo com a classificação sugerida e apresentada por SANTOS (1987).

**Tabela 3.4 - Pressão de Serviço para Tipos de  
Aspersores Disponíveis**

<b>Tipo de Aspersor</b>	<b>Pressão de Serviço (Valores Médios-m.c.a)</b>
Micro-aspersores	7
* Aspersores pequenos	15
* Aspersores médio	30
Aspersores grandes	45
Aspersores gigantes (canhões)	80

\* Mais comuns no Sul de Minas

Fonte: PIRES (1982)

O método recém descrito, embora aproximado, é de utilização imediata e possível de ser aplicado com os dados de campo.

### **3.5 - Resultados e Comparações com Dados de Campo e Téóricos**

#### **Calculados**

A adoção da metodologia anteriormente descrita, permitiu o estabelecimento de um sistema de cálculo cuja finalidade será determinar os valores teóricos de Energia Consumida, Potência Exigida e Consumo de Óleo Diesel relativos à irrigação por Aspersão Convencional na Cultura da Batata no Sul de Minas Gerais.

Nos capítulos 6 e 7, Segunda Parte, tais procedimentos são desenvolvidos e comparados com os dados levantados em campo, permitindo uma visão mais abrangente da realidade técnica e econômica do uso daquele importante energético na agricultura sul mineira.

## 4 - CARACTERÍSTICAS DA CULTURA DA BATATA (SOLANUM TUBEROSUM)

### 4.1 - Introdução

A cultura da batata, denominação vulgar da "Solanum Tuberosum", conhecida muitas vezes sob a denominação de batatinha, originária da América do Sul, onde se encontra vegetando no estado selvagem, principalmente em regiões elevadas do Chile, Peru e Bolívia.

É uma planta anual, herbácea, caracterizada por formar um caule subterrâneo entumescido pela acumulação de reservas, denominado tubérculo, que é a parte comercializável.

### 4.2 - Atualidade Econômica

A bataticultura é uma das atividades agrícolas das mais importantes para a Região do Sul de Minas Gerais, com 86,5% de toda a batata cultivada e 84,9% da área colhida com o produto no Estado. A produtividade (18,4 t/ha) é superior a média estadual (18,1 t/ha), mas significativamente inferior à da região do Triângulo (25,3 t/ha).

A área colhida representa 2,7% do total regional, porém a batata contribui com 18,4% do Valor Bruto da Produção Agrícola da região Sul, superada apenas pelo café (GOVERNO DO ESTADO DE MINAS GERAIS, 1989). É entre as culturas anuais a que apresenta o 2<sup>o</sup> (segundo) maior custo de produção, de acordo com MAKISHIMA (1989).

A área colhida com o produto tem apresentado variações. Depois de uma queda, a taxa de 1,3% a.a. entre 1980 e 1985, mostrou expansão de 2,7% a.a entre 1985 e 1988. A área plantada mostrou tendência de crescimento nos anos 1992, 1993 e 1994, atingindo as quantias de 27.528 hectares, 29.170 hectares e 30.237 hectares, respectivamente. A Produção Total também cresceu, totalizando 528.714 toneladas em 1992, 608.446 toneladas em 1993 e 619.093 toneladas em 1994 (ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO BRASIL, 1995).

Por seu lado, a produtividade média mostra tendência ascendente, tendo crescido 23,9% entre 1980 a 1993.

Duas fortes razões têm levado sucesso à bataticultura no Sul de Minas:

- a) as boas condições agroclimáticas;
- b) a influência de produtores paulistas que levaram suas técnicas adequadas de cultivo à região.

#### **4.3 - Exigências Climáticas:**

O clima desempenha um papel muito importante na produção de batata. Este tipo de cultura comporta-se melhor em clima mais ameno, onde a média da temperatura do verão não passa de 20°C, com temperaturas noturnas baixas que favorecem a formação de tubérculos, que é a fase mais importante da produção.

#### **4.4 - Necessidades Hídricas:**

O período crítico da batata em relação a água coincide com a fase de crescimento dos tubérculos. É uma etapa da vida da planta que se caracteriza por intensa absorção de nutrientes. A época de maior necessidade de água tem início 60 dias após o plantio e se prolonga até à maturação, que ocorre em média depois de 110 dias.

"As necessidades hídricas na cultura é bastante variável, dependendo principalmente, das condições climáticas predominantes. De maneira geral, essa cultura consome de 300 a 500 mm de água durante todo o ciclo de vida" ( MAROUELLI, 1987).

#### **4.5 - Exigências Edáficas :**

A batata pode ser cultivada nos mais diversos tipos de solos, assumindo grande importância a consideração das propriedades físicas do solo em função das exigências da cultura. Este tipo de cultura desenvolve-se bem em solos profundos, porosos, bem drenados, de pH levemente ácido, relativamente férteis ou quando de baixa fertilidade natural, bem adubados. Outro ponto a ser considerado , a topografia, objetivando a facilidade de mecanização e controle de erosão. Nas áreas de relevo plano e suave ondulação é que se obtêm os melhores rendimentos das máquinas agrícolas e a erosão pode ser controlada com práticas mais simples e mais baratas.

#### **4.6- Operações que Compõem o Sistema da Cultura da Batata**

De acordo com as recomendações técnicas propostas pela EMBRAPA/EMATER (1977) e OLIVEIRA et al (1981), as operações necessárias à cultura da batata são respectivamente:

a- Escolha do local de plantio: os terrenos para o plantio da batata devem estar localizados em áreas com ar mais seco, bem ensolarados e com facilidade de água para irrigação. Devem possuir as características edáficas já mencionadas e ainda estar livre dos riscos de geadas durante o período da cultura.

b- Análise do solo e correção da acidez: retirar amostras de solo e enviá-la ao laboratório, 2 meses antes do plantio, para saber as quantidades de calcário e de adubos a serem aplicadas, variáveis de acordo com o terreno.

c- Preparo e conservação do solo: a batata exige um bom preparo do solo. Faz-se a primeira aração a uma profundidade de 25 centímetros, 60 dias antes do plantio, época em que se aplica também o calcário. A segunda aração, realizada com 20 centímetros de profundidade, 30 dias depois da primeira. Em terrenos com declividade superior a 5%, há necessidade de fazer práticas de conservação de solo.

d- Sulcamento: na prática faz-se o sulcamento, podendo ser usado para isto, o sulcador de tração animal ou de tração mecânica, com a distância de 80 centímetros entre sulcos. A profundidade do sulco depende da época do plantio. Recomenda-se plantar a uma profundidade de 10 a 12 centímetros nos meses de seca e de 8 a 10 centímetros nos meses de chuva.

e-Adubação: Recomendável fazer a adubação com base nos resultados da análise do solo (item . b).

f- Batata - Semente: a boa semente (tubérculo - semente) é outra grande exigência da batata; a preferência nesse sentido é para as sementes que são produzidas sob rigoroso controle, durante o qual são eliminadas as plantas doentes. O tamanho ideal para a batata-semente é de 40 a 60 gramas por unidade. Para esse tamanho, haverá um gasto entre 60 a 70 caixas, cada uma de 30 kg, para o plantio de 1 (um) hectare.

g- Plantio: indica-se efetuar o plantio pelo menos 5 dias depois da adubação química, usando-se o espaçamento de 30 a 40 centímetros dentro dos sulcos.

h- Épocas de plantio: dependendo das condições climáticas de cada região, o plantio poderá ser feito em três épocas distintas, a saber: 1. Plantio da Seca - de Janeiro a Abril; 2. Plantio de Inverno - de Maio a Agosto; 3. Plantio das Águas - de Setembro a Dezembro.

i- Tratos Culturais: os tratos culturais basicamente se compõem das seguintes operações:

i.1- Amontoa: quando as hastes estiverem com 25 a 30 centímetros, o que ocorre aos 30 a 40 dias após o plantio, faz-se a amontoa ou achegamento da terra dos dois

lados da fila de plantas, formando um camalhão (porção de terra entre dois regos) de cerca de 20 centímetros de altura; dependendo da intensidade das chuvas e do crescimento das plantas, pode ser feita nova amontoa aos 60 dias de plantio.

i.2- Capinas: a primeira capina se faz no momento da amontoa, podendo ser usada a enxada ou tração animal.

i.3- Irrigação: o tipo de irrigação mais usada para a batata é por aspersão. Além de minimizar os riscos inerentes às condições climáticas adversas, a adoção da irrigação na cultura da batata objetiva também a colocação do produto no mercado em épocas mais propícias, uma vez que o seu cultivo pode ser realizado praticamente durante todo o ano, com exceção das regiões sujeitas à geada.

i.4- Combate a pragas e doenças: é preciso eliminar sistematicamente as plantas invasoras, que são geralmente hospedeiras dos micróbios causadores de doenças da batata. Outra preocupação são as doenças fisiológicas, provocadas por excesso de umidade, solo mal preparado, desbalanço da nutrição ou falta de resistência da variedade. Deve-se considerar como cuidados culturais as pulverizações quinzenais das plantas, com uma variante de fungicidas encontrados comumente no comércio, todos eles de ação preventiva contra as várias moléstias que atacam as batateiras.

j- Colheita: a batata geralmente é colhida 4 meses depois do plantio, quando as hastes estiverem completamente secas e os tubérculos, com a película (casca) firme, não se desprendendo. É importante que seja colhida nesta época, não ficando muito tempo no solo, porque o excesso de umidade e de calor são prejudiciais. A colheita deve ser feita com instrumentos manuais ou mecânicos ou ainda pela combinação de ambos. A batata deve ser armazenada sem ser muito manuseada, para evitar esfoladuras e lesões internas. Os lugares frescos, escuros, bem ventilados, com umidade relativa do ar acima de 80% e vedados contra ratos e insetos, são os mais adequados. O período máximo de armazenagem suportado pelas batatas é de três meses, depois disso desidratam-se, murcham e o perdem valor.

k- Classificação e Comercialização: a comercialização costuma ser feita logo em seguida à colheita, em sacos de 60 kg, com classificação por tamanho, formato e película (casca). Por tamanho, considera-se graúda ou especial (Tipo I) a batata com diâmetro transversal acima de 45 mm; média ou de primeira (Tipo II) a que tenha entre 33 e 45 mm; miúda ou de segunda (Tipo III) entre 23 e 33 mm; e miudinha (Tipo IV) entre 20 e 23 mm. Pelo formato e pela casca, considera-se a batata lisa se tiver o formato alongado e a película lisa e brilhante. O rendimento varia de 5.000 a 12.000 kg de tubérculos por hectare. Na zona temperada do Sul, culturas racionais não raro atingem 20 ou mais toneladas na mesma área.

## 5 - ASPECTOS GERAIS DA AGRICULTURA NO SUL DE MINAS GERAIS

### 5.1 - Caracterização da Região em Estudo

#### 5.1.1 - Características Gerais

Minas Gerais é um estado tipicamente agrícola, com expressiva participação na produção nacional de grãos, aproximadamente 10% (5,3 milhões de toneladas) para a safra de 1987. Além disso é o principal estado produtor de café, com cerca de 30% da produção total e possui o maior rebanho bovino do país, com cerca de 20 milhões de cabeças, aproximadamente 16% do total nacional, com a maior produção de leite, 30% do total (GOVERNO DO ESTADO DE MINAS GERAIS, 1989).

No contexto nacional, os principais produtos cultivados em Minas Gerais, em quantitativos de produção são: o café, (34,04%), a batata (37,16%), o alho (22,08%), o feijão (13,32%) e o milho (12,51%), para citar os mais relevantes.

Além dessa contribuição agrícola, Minas Gerais participa significativamente com os demais setores produtivos do PIB Brasileiro. Em 1994 sua contribuição foi de 12,53% do total (ALMANAQUE ABRIL, 1997).

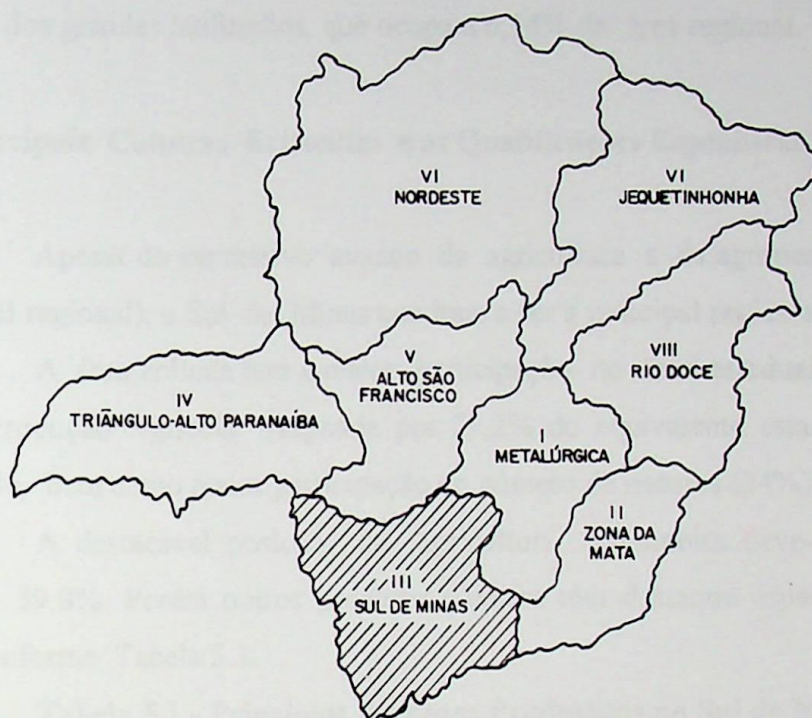
Crescimento razoável ocorreu na área total agricultável do Estado que passou de 3,7 milhões de hectares em 1980 para 3,88 milhões de hectares em 1988, com expansão de cerca de 5% nos primeiros oito anos da década de 1980, mantendo a mesma tendência de crescimento para os anos da década de 1990 (ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO BRASIL, 1995).

Dentre as oito macroregiões de planejamento estabelecido pelo Governo do Estado (Mapa 1), a Macroregião III (Sul) assume papel de grande destaque na agricultura mineira, quantitativa e qualitativamente, apresentando os maiores níveis tecnológicos do Estado.

#### 5.1.2 - Condições Geográficas e Climáticas

Localizada mais ao Sul do Estado, a Macroregião III, formada por 177 municípios, a maior parte integrada às bacias do Rio Grande e do Rio Sapucaí, que atravessam no sentido Sudeste - Noroeste. A superfície regional, de 64,5 mil km, que corresponde a 11% da superfície do Estado.

Mapa 5.1- Minas Gerais - Divisão em Microregiões de Planejamento



A precipitação pluviométrica anual média da região varia de 1.200 mm a 1.500 mm, enquanto a temperatura média anual é inferior a 19<sup>o</sup>C, aproximadamente.

São predominantes dois tipos de clima: a maior parte da superfície possui Clima Subúmido, sobretudo na região do lago da represa de Furnas e de Pouso Alegre; o Clima Úmido também ocupa boa parte da região, principalmente no Sudeste e no Noroeste. Ocorre também o clima Superúmido.

A cobertura vegetal natural está assim dividida: a Floresta Atlântica ocupa, aproximadamente, a metade da superfície, compreendendo uma longa faixa de terra que acompanha os limites com o Estado de São Paulo, passando pelas regiões de Caxambu, Itajubá, Pouso Alegre, Poços de Caldas e daí até, a represa de Estreito; no restante predomina a vegetação de Cerrado e Campo.

No que tange à população, a Região Sul possui 2,36 milhões de habitantes (1988), o que corresponde a 15,2% da população estadual. O índice de urbanização, de 71,3%.

Depois da Zona da Mata e do Triângulo e Alto Paraíba, o Sul de Minas possui a estrutura fundiária menos concentrada, apesar de manter a característica geral de concentração da posse da terra, consubstanciada no fato de que 55,71% dessas terras

pertencem a apenas 9,71% do número de estabelecimentos com mais de 100 hectares, 90,18% dos demais, que compõem o estrato de 0 a 100 ha, ocupam 44,29% da área regional. O que confere à região uma menor concentração da distribuição da terra é a pequena participação dos grandes latifúndios, que ocupam 6,14% da área regional.

### 5.1.3 - Principais Culturas Existentes e as Qualificações Específicas.

Apesar do expressivo avanço da agricultura e da agropecuária nos cerrados (3,2% do PIB regional), o Sul de Minas continua a ser a principal região agrícola do Estado.

A área colhida tem a maior participação no total estadual (23,5%), e o valor Bruto da Produção Agrícola responde por 29,2% do equivalente estadual. Tem a maior produtividade, bem como maior participação no número de tratores (34%).

A destacável posição da agricultura sulmineira deve-se, basicamente, à cafeicultura, 59,8%. Porém outros produtos também têm destaque especial na produção estadual, conforme Tabela 5.1.

**Tabela 5.1 - Principais Produtos Produzidos no Sul de Minas Gerais**

<b>Produto</b>	<b>% (em relação ao total do Estado)</b>
Milho	22,8
Laranja	33,1
Feijão	19,5
Batata	86,5
Alho	45,3
Arroz	16,9
Cana de Açúcar	22,5
Fumo	20,9
Mandioca	13,2

Fonte: GOVERNO DO ESTADO DE MINAS GERAIS (1989).

No contexto regional, o produto de maior participação no Valor Bruto da Produção é o Café, (34,1%), seguido da Batata (18,4%), do Milho (18,2%), da Cana de Açúcar (9,0%), do Arroz (5,7%) e do Feijão (5,6%).

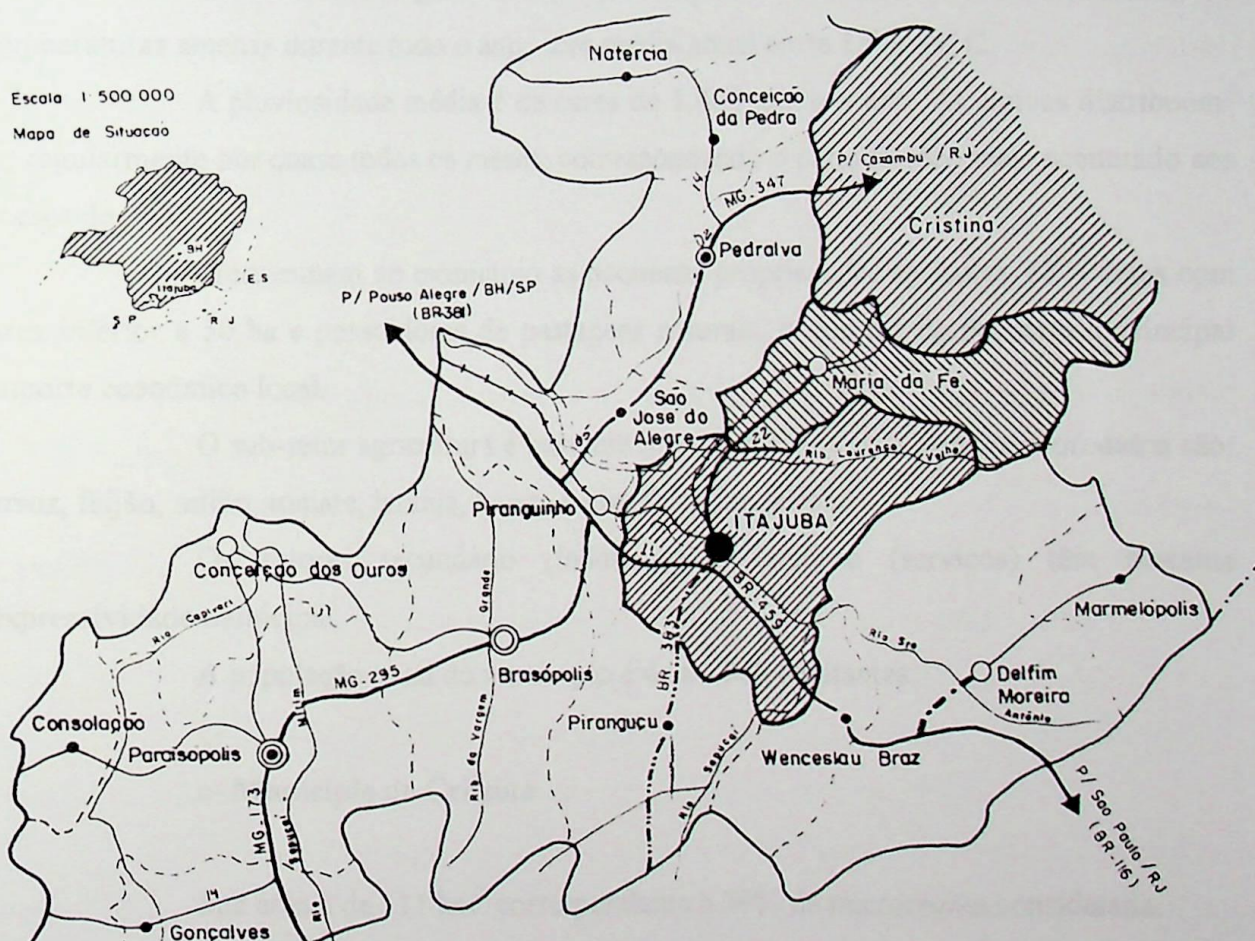
Indiscutivelmente, o Sul de Minas é, quantitativamente, a região agrícola mais importante do Estado e que adota um moderno padrão tecnológico.

### 5.1.4 - Definição da Área de Análise

#### a- Introdução

A região a ser estudada é constituída pelos Municípios de Itajubá, Maria da Fé e Cristina, parcela da Microregião de Itajubá, dentro das novas redivisões do Brasil, estabelecidas pelo INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE, (1990). Antigamente os referidos municípios pertenciam à Microregião 202 - Alta Mantiqueira, que era composta por 27 municípios.

O Mapa 5.2 posiciona, num contexto mais amplo, as áreas geográficas básicas deste trabalho.



Os três municípios acima apresentados possuem as características básicas que são descritas pelo INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS APLICADAS - IGA (1980), conforme o detalhamento que se segue:

### **b- Município de Itajubá**

O município sulmineiro de Itajubá é a sede da microregião que leva seu nome. Tem uma extensão territorial de 281 km<sup>2</sup> e corresponde a 36% da região estudada.

O sistema hidrográfico municipal é composto principalmente pelo Rio Sapucaí, que atravessa a cidade, bem como pelo Rio Lourenço Velho e os Ribeirões dos Toledos, José Pereira, Anhumas, Piranguçu e outros de menor importância.

Quanto ao relevo, Itajubá faz parte do grande domínio morfo-estrutural da Serra da Mantiqueira, com terrenos de topografia variando de ondulada à montanhosa, cujas altitudes situam-se entre as cotas 800 a 1500m.

O clima da região é do tipo tropical mesotérmico brando úmido, de temperaturas amenas durante todo o ano, com média anual entre 18° a 19° C.

A pluviosidade média é de cerca de 1.400 mm por ano. As chuvas distribuem-se regularmente por quase todos os meses, correspondendo o período seco mais acentuado aos meses de inverno.

Predominam no município as pequenas propriedades agrícolas, 88% delas com área inferior a 50 ha e possuidoras de pastagens naturais, o que faz da pecuária o principal suporte econômico local.

O sub-setor agricultura é bastante importante e os seus principais produtos são: arroz, feijão, milho, tomate, laranja, batata e hortifrutigrangeiros.

Os setores secundário (industrial) e terciário (serviços) têm bastante expressividade municipal.

A população atual do município é de 82.960 habitantes.

### **c- Município de Cristina**

Sua área é de 311 km<sup>2</sup> correspondente a 39% da microregião considerada.

A rede de drenagem municipal faz parte da Bacia do Rio Verde, sendo o Rio Lambari, o principal rio do município, mais os ribeirões da Barra Grande, da Pedra Branca, da Barra Mansa, da Glória, da Beleza e outros córregos afluentes ou sub-afluentes destes.

A maior parte do relevo municipal caracteriza-se por uma seqüência de colinas, com vertentes íngremes, provenientes do encaixamento dos rios. Áreas deste tipo têm alta propensão à revinamentos e deslizamentos.

Nas planícies fluviais estão concentradas parte representativa das lavouras de batata, lavouras de “inverno”, embora ocorram também, lavouras de “seca”.

O clima da região é do tipo tropical de altitude elevada, caracterizado por verões brandos e úmidos e invernos frios e secos.

A precipitação anual está em torno de 1.100 mm. O período seco tem duração de 5 a 7 meses, coincidentes com os meses mais frios.

A agricultura é a mais importante atividade econômica do município, com destaque à cafeicultura e horticultura. A batata inglesa destaca-se pela área cultivada, pelo volume da produção e pelo rendimento médio. O maior número de estabelecimentos dedicados à produção de batata comum, situam-se na região da Fazendinha dos Alpes, da Paciência e do Vale do Rio Lambari.

Outros produtos como milho, feijão, arroz, cenoura, pimentão, figo, tomate, leite e seus derivados, têm destaque e são basicamente comercializados no Rio de Janeiro -RJ.

#### **d - Município de Maria da Fé**

Sua extensão territorial de 198 km<sup>2</sup> correspondente 25% da microregião em estudo.

Os rios Cambuí, dos Passos e dos Criminosos formam o sistema hidrográfico do município.

Semelhante ao município de Cristina, a maior parte do seu relevo é composto por colinas com vertentes íngremes.

O clima é frio e seco nos períodos de inverno e brando e úmido no verão.

A precipitação pluviométrica anual está em torno de 1.473 mm.

Neste município, como nos demais anteriormente citados, a agricultura é a principal atividade econômica, mormente no que se refere a hortifruticultura.

A venda de produtos primários como a batata (semente e consumo), cenoura, tomate, milho, banana, arroz e outros, nos estados de São Paulo, Rio de Janeiro e Minas Gerais, tem-se constituído na fonte básica de recursos do município.

Ressalta-se a importância da pesquisa agropecuária e de assistência técnica exercidas pelos órgãos: EMATER, EPAMIG, CEASA, RURALMINAS, além de contar com o suporte financeiro dos Bancos Real e do Brasil S/A na produção agrícola.

## 6 - DESENVOLVIMENTO METODOLÓGICO PARA O ESTUDO DA IRRIGAÇÃO DA BATATA COMUM NO SUL DE MINAS

### 6.1 - Metodologia Usada

#### 6.1.1. - Introdução

Conforme comentado, a região estudada compreendeu os municípios de Itajubá, Maria da Fé e Cristina, interligados geograficamente, que juntos possuem uma área de 790 km<sup>2</sup>, com mais ou menos 350 propriedades rurais que se dedicam à cultura da batata, sendo entre elas perto de 200 que utilizam irrigação.

O sistema de irrigação mais comumente utilizado é o de Aspersão Convencional onde a participação dos motores diesel ocorre numa média de 95% do total.

A adoção generalizada do Sistema de Irrigação por Aspersão Convencional no Sul de Minas decorre, não só devido as suas inúmeras vantagens já citadas, como também das próprias condições de topografia local, de cultura, de posse da terra e das disponibilidades energéticas.

Já foi mencionado anteriormente que a Aspersão Convencional se caracteriza pelo lançamento de água ao solo na forma de chuva artificial. O sistema permite que a aplicação da água seja feita com intensidade igual ou menor que a Velocidade de Infiltração do Solo (VIB), além de possibilitar o seu manejo e deslocamento sobre o terreno.

A pulverização da água é conseguida pela passagem do fluxo, sob pressão, através de estruturas denominadas "aspersores", que dentre outros componentes já referenciados, constituem-se no elemento mais importante da Aspersão Convencional. O aspersor é o responsável pelo fracionamento do jato e sua escolha é feita em função da velocidade de infiltração do solo, da cultura, da topografia e da pressão de serviço.

Qualquer proposta relativa à economia de energia passa, inevitavelmente, pela avaliação do dimensionamento e das condições físicas dos componentes do sistema de irrigação, pelo seu manejo, pela altura de elevação da água, pelo desnível de sucção e outras variáveis de importância menor.

## **6.1.2 - Procedimentos Adotados**

a- Modo de Ação - No intuito de conseguir todas as possíveis informações que permitissem uma análise clara e abrangente do consumo de óleo diesel na irrigação por aspersão na microregião referida, com a finalidade de propor métodos e processos futuros de conservação e substituição daquele energético, estabeleceu-se um Questionário de Pesquisa de Campo. A metodologia utilizada foi a "pesquisa direta" entre o entrevistador e o irrigante, requerendo do entrevistado respostas diretas e objetivas às questões propostas.

Do total de propriedades a estudar, foram selecionados 36 (trinta e seis) agricultores irrigantes, que foram entrevistados junto as suas lavouras. Em alguns casos, deixava-se o questionário de pesquisa em suas mãos e 2 ou 3 dias depois voltavam os entrevistadores para dirimir as possíveis dúvidas e recolher as respostas.

A pesquisa, por inúmeras razões, não pode ser estendida aos quase 200 irrigantes (DADOS TÉCNICOS E ECONÔMICOS, 1991) existentes na microregião. A partir de análise caso a caso, o autor desta dissertação contou com a fundamental assessoria dos Engenheiros Agrônomos José Oscar Brandão Carneiro (EMATER - Itajubá), José Antônio Mariano (EMATER - Maria da Fé) e José Pereira Rezende (EMATER - Cristina), para eleger os irrigantes nos municípios de Itajubá, de Maria da Fé e de Cristina, de modo a cobrir a diversidade de situações quanto à tipologia a estudar.

b-Época das Entrevistas - os questionários foram preenchidos entre os meses de julho a outubro de 1991 e 1992, portanto durante a fase de crescimento das culturas de batata de "inverno", isto é, aquelas plantadas entre os meses de maio a agosto dos referidos anos.

## **6.2 - Dados Pesquisados**

### **6.2.1 - Questionário de Pesquisa de Campo**

O questionário de pesquisa é composto por quatro (4) grandes partes; a) Identificação da Propriedade; b) Dados sobre a Cultura; c) Dados sobre a Irrigação; d) Informações Extras a serem colhidas pelos entrevistadores. Cada uma dessas grandes partes é resultado de uma série de questões pertinentes aos referidos títulos e que estão estreitamente interrelacionadas, dispostas de uma forma harmônica e elucidativa.

Observe-se que no citado questionário, algumas questões também consideraram as lavouras da cenoura existentes na região, devido à alta convivência agrícola das duas culturas regionais.

No Anexo C encontra-se de forma detalhada o Questionário de Pesquisa de Campo.

## 7 - APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS DO ESTUDO ENERGÉTICO DA IRRIGAÇÃO DA BATATA COMUM

### 7.1 - Introdução

Segundo dados da EMATER, citados por RODRIGUES et alli (1987), nas 47.226 propriedades rurais existentes no Sul de Minas, foram cultivados 20.339 ha de olerícolas irrigadas no ano de 1986, cuja distribuição percentual encontra-se representada no Gráfico 7.1 abaixo.

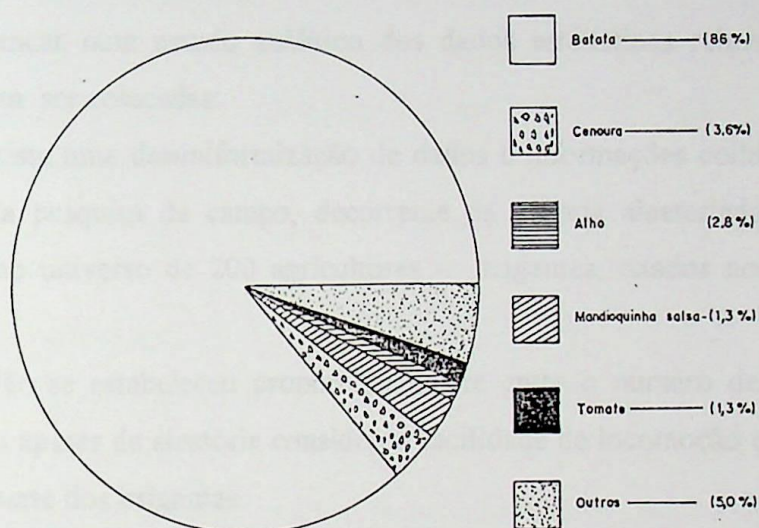


Gráfico 7.1 - Distribuição Percentual da Área Irrigada por Cultura Safra 85/86

Gráfico. 7.1

Pelo exposto percebe-se a importância econômica das culturas de Batata e Cenoura, que juntas totalizam quase 94% das olerícolas irrigadas na região.

### 7.2 Número de Entrevistas

O Questionário de Pesquisa de Campo permitiu levantar dados abrangentes junto a 36 (trinta e seis) irrigantes distribuídos em 03 municípios da região:

- Município de Itajubá (A) - 11 irrigantes
- Município de Maria da Fé (B) - 09 irrigantes
- Município de Cristina (C) - 16 irrigantes

A tabulação e a interpretação dos dados de campo propiciaram um volume expressivo de informações, porém neste tópico, destacam-se as variáveis mais expressivas para o estudo proposto.

## **7.3 - Apresentação e Análise dos Dados Estatísticos**

### **7.3.1 - Considerações Iniciais**

A apresentação e análise dos dados estatísticos constantes das tabelas e gráficos seguintes, incluiu uma série de dificuldades decorrentes de fatores, muitas vezes, imponderáveis e, por isso, impossíveis de serem mensurados convenientemente.

Apesar desta imensa dificuldade, quase intransponível, fez-se um esforço para, analisando alguns desses parâmetros, extrair informações de interesse e que pudessem, de alguma forma contribuir com a questão do consumo energético na irrigação por Aspersão Convencional no Sul de Minas Gerais.

Antes de avançar num estudo analítico dos dados estatísticos relevantes, algumas observações merecem ser colocadas:

a- Existe uma desuniformização de dados e informações colhidas juntos aos irrigantes, através da pesquisa de campo, decorrente da própria aleatoriedade da escolha daqueles irrigantes no universo de 200 agricultores - irrigantes, citados no item 6.1.2 no capítulo anterior.

b- Não se estabeleceu proporcionalidade entre o número de irrigantes por município. A escolha apesar de aleatória considerou facilidade de locomoção e acessibilidade de informações por parte dos irrigantes.

c- Muitas informações de grandezas secundárias que poderiam dar grande contribuição ao estudo foram desprezadas, para evitar excessivo alongamento dessa dissertação, porém estão relacionados no Anexo F.

### **7.3.2 Dados Obtidos em Campo**

De todas as informações e dados levantados através do Questionário de Pesquisa de Campo e devidamente tabulados (Anexo C), 05 (cinco) variáveis merecem tratamento especial por serem muito importantes.

São elas:

- Produção esperada de batata ( sacos de 60kg)
- Área irrigada ( Ha)
- Tipo de solo
- Potência instalada ( CV e HP )
- Consumo total de óleo diesel ( Litros/safra).

A análise estatística proposta para tratamento dos dados obtidos e também, os dados teóricos calculados, seguem procedimentos sugeridos por SPIEGEL, (1967).

### **a - Produção esperada de batata**

Conforme mostra a tabela 7.1., a produção esperada pelos agricultores-irrigantes (coluna 2) dos 3 (três) municípios, Itajubá, Maria da Fé e Cristina, identificados pelas letras A, B, e C, respectivamente (coluna 1), apresenta um grande Intervalo (I) de 9.880 sacos de 60 kg/safra, tendo como Limite Mínimo (Lmin.) de 120 sacos de 60 kg (A11) e Limite Máximo (Lmax.) de 10.000 sacos de 60kg (C06). A Média Aritmética ( $\bar{X}$ ) é de 1.728 sacos de 60kg; o Desvio Padrão ( $\sigma$ ) de 1.877 sacos e o Coeficiente de Variação ( $CV_a$ ) de 108,6%, correspondendo a uma grande dispersão de dados.

Tal situação caracteriza uma variação acentuada no volume de produção de batata na região, onde convivem grandes e pequenas produções, de acordo com o interesse e capacidade individual de cada agricultor.

O Anexo F fornece outras informações estatísticas importantes para esse tópico.

### **b - Área Irrigada**

A grandeza territorial das 36 áreas irrigadas, semelhante ao item 1.2.1 acima, também apresenta um largo Intervalo de 19,40 ha., variando do Lmin. igual a 0,60 ha (A11) até Lmax. de 20,00 ha. (C06). Aqui, também, caracteriza-se claramente a figura do micro e pequeno agricultor de hortaliças, razão pela qual dos 36 agricultores da amostra, 31 agricultores ou 86% do total, trabalham em áreas inferiores a 10,00 ha. A Dispersão Absoluta é bastante grande, pois o coeficiente de Variação ( $CV_a$ ) é da ordem 84% (vide Anexo E).

### **c - Tipo de Solo**

Identificados pelos engenheiros agrônômicos da EMATER que assessoraram esta pesquisa, os tipos de solos constantes na área de estudo puderam assim ser enumerados, de acordo com a coluna 3 da tabela 7.1:

- 23 áreas de Solo Barro-Arenoso (Bare);
- 12 áreas de Solo Barro-Argiloso (Barg);
- 1 área de Solo Arenoso (Are).

O tipo de solo é de grande importância tanto na produção esperada como na energia consumida, porém para fins desse estudo, tal referência não foi considerada, por envolver aspectos edafo-geológicos de alta complexidade, muito além dos interesses aqui propostos.

#### **d- Potência Instalada**

Conforme relação apresentada no Anexo C, há uma grande variedade de conjuntos moto-bomba na área em estudo, diferenciados pela marca, modelo, ano de fabricação e potência, que poderiam dificultar em muito construção de distribuições de frequências.

Não existe uma relação estreita e equilibrada entre tamanho da área irrigada e a potência do motor diesel acionador do sistema convencional de irrigação por Aspersão. Explica tal fato porque a maioria dos projetos de irrigação das lavouras de batata na região são elaborados pelos próprios agricultores-irrigantes, que aproveitam equipamentos já adquiridos anteriormente, sem quaisquer critérios técnicos, e os usam em lavouras com áreas plantadas, maiores ou menores, quer de batata comum como de outras culturas possíveis.

As unidades de potência obtidas em campo estão expressas em Cavalo-Vapor (CV) ou em Horse-Power (HP); mais tarde para fins de comparação com a Potência Exigida (Dados Teóricos Calculados), foram todas transformadas na potência comum em Kilowatts (KW).

#### **e - Consumo Total de Óleo Diesel**

##### **e.1 - Referências Iniciais**

RODRIGUES et alli (1987), citando dados fornecidos pela EMATER em 1986, apresentavam o número de conjuntos diesel e Potência Instalada, válidos para os municípios da antiga microregião 202- Alta Mantiqueira, citados no capítulo 5, item 5.1.4., anterior.

#### **Grupos Motobomba a diesel na Região**

<u>Potência Instalada (CV)</u>	<u>Número de Conjuntos na Região</u>
05 a 10	40
10 a 20	60
20 a 30	100
30 a 40	100
40 a 50	250
50 a 60	400
> 60	50
<b>Total</b>	<b>1000</b>

Tabela 7.1 - Dados Relativos a Produção Esperada, Área Irrigada, Tipo de Solo, Potência Instalada, Consumo Total de Óleo Diesel.

Código do Irrigante (1)	Dados Obtidos em Campo				
	Produção Esperada (sacos de 60 kg) (2)	Área Irrigada (ha) (3)	Tipo de Solo (4)	Potência Instalada (5)	Consumo Total de óleo Diesel (litro/safra) (6)
A01	1.500	3,63	Bare	13 CV	900
A02	3.000	10,00	Bare	55 CV	2.100
A03	1.500	4,00	Bare	27 CV	2.475
A04	2.000	3,60	Bare	10 CV	1.500
A05	2.000	4,37	Bare	18 HP	1.800
A06	4.500	13,30	Bare	70 CV	6.000
A07	1.500	3,63	Bare	62 CV	1.800
A08	1.000	2,00	Bare	11 HP	1.350
A09	300	3,60	Bare	10 CV	1.800
A10	2.000	7,00	Bare	36 CV	3.000
A11	120	0,60	Bare	9 CV	450
B01	500	1,60	Barg	18 CV	3.000
B02	3.000	10,00	Bare	160 CV	9.000
B03	1.400	4,50	Bare	14 CV	2.850
B04	1.000	3,00	Barg	18 CV	3.750
B05	600	4,00	Barg	55 CV	3.750
B06	500	2,00	Bare	13 CV	1.575
B07	1.200	4,00	Bare	18 CV	1.800
B08	400	1,50	Bare	38 CV	1.800
B09	1.200	4,00	Bare	18 HP	3.000
C01	3.000	7,50	Barg	90 HP	6.000
C02	5.000	12,00	Bare	140 CV	13.500
C03	800	2,80	Bare	18 CV	2.400
C04	4.000	8,00	Bare	90 HP	4.500
C05	3.000	8,00	Barg	110 CV	6.750
C06	10.000	20,00	Barg	140 CV	18.000
C07	410	2,00	Bare	13 CV	780
C08	350	1,20	Barg	11 CV	945
C09	600	1,50	Barg	13 CV	1.500
C10	300	1,00	Bare	13 CV	1.350
C11	650	2,50	Are	18 HP	1.500
C12	1.300	4,00	Barg	60 HP	4.500
C13	1.000	3,00*	Barg	16 HP	1.500
C14	500	2,00	Barg	18 CV	600
C15	1.100	3,50	Bare	90 HP	3.000
C16	1.000	4,50	Barg	18 CV	1.350

\*Área de 6 ha, porém usa-se para o plantio da batata, somente 3 ha.

Estimativas feitas pelos engenheiros agrônomos dos escritórios da EMATER nos municípios estudados mostram que existem, na área pesquisada, mais de 200 conjuntos motobomba movidos a diesel, com potência variável de 5 a 160 CV.

As informações obtidas nos 36 Questionários de Pesquisa de Campo permitiu montar a seguinte estrutura.

#### Grupos de Motomba a diesel Levantados nos 03 Municípios Estudados

<u>Potência Instalada (CV)</u>	<u>Número de Conjuntos nos 03 Municípios</u>
05 a 10	03
10 a 20	18
20 a 30	01
30 a 40	02
40 a 50	00
50 a 60	03
> 60	09
Total	36

O anexo E, gráfico 11.24 mostra que 80% dos irrigantes usam a irrigação na cultura da batata de inverno, de 30 a 45 dias, sendo a maior concentração (73%) em 30 dias. Portanto, vai-se usar 30 dias (ou 15 semanas com 2 dias de irrigação cada), como o número médio de dias de irrigação da cultura de inverno da batata comum na região.

#### e.2 - Dados Tabelados

Os dados constantes da tabela 7.1., coluna 6 relativos ao consumo total de óleo diesel (litros/safra), apresentam valores variando de 450 litros/safra (A11) até 18.000 litros/safra (C06), com um Intervalo (I) igual a 17.550 litros/safra. A Média

Aritmética ( $\bar{X}$ ) é igual a 3.385 litros/safra, o Desvio Padrão ( $\sigma$ ) de 3.615 litros/safra e Coeficiente de Variação ( $CV_a$ ) de 107%, identificando uma larga Dispersão Absoluta e reforçando a imponderabilidade dos dados colhidos em campo.

No sub-item d3, item 7.3, relativo a análise do confronto entre o consumo total de óleo diesel e o consumo teórico calculado, proposto pelos autores referidos, outras informações complementares serão obviamente colocadas.

### 7.3.3 - Relação entre os Dados Obtidos em Campo

A associação dessas variáveis levantadas pela pesquisa permite uma análise mais criteriosa da realidade ocorrida em campo, fornecendo uma gama de informações que irão proporcionar conclusões relativas ao consumo de óleo Diesel na irrigação por Aspersão, nos municípios considerados.

A tabela 7.2 apresenta cruzamentos importantes entre as variáveis mencionadas.

#### a- Produção esperada / área irrigada.

É evidente que um quantitativo físico maior de produção está associado ao tamanho da área irrigada, porém o cruzamento de dados entre produção esperada e área irrigada permite obter os seguintes resultados apresentados na coluna 2, tabela 7.2.

Os quantitativos físicos fornecidos pela relação acima, variam de 83 sacos/ha (A09) até 556 sacos/ha (A04), portanto com um Intervalo total (I) de 473 sacos/ha.; a Média Aritmética ( $\bar{X}$ ) é 328 sacos/ha. e o Desvio-Padrão( $\sigma$ ) de 101 sacos/ha.

Aqui também identifica-se um razoável Coeficiente de Variação ( $CV_a$ ) da ordem de 31%, caracterizando uma baixa Dispersão de dados.

Segundo a EMATER (DADOS TÉCNICOS E ECONÔMICOS, 1991) ,a produção média média de batata comum do Sul de Minas, em área irrigada, girava em torno de 300 sacos /ha, podendo chegar a uma produção de 400 sacos/ha., em condições excepcionais.

O Limite Mínimo de 83 sacos/ha, informado pela irrigante A09, é justificado no questionário individual onde ele afirma que na área de 3,60 ha. está também plantado em consorciação com a batata, repolho, pimentão e beringela.

Tabela 7.2 - Relações Existentes entre os vários Dados Obtidos em Campo

Código do Irrigante (1)	Prod Esp / Área Irrigada (sacos 60 kg / ha) (2)	Prod Esp / Pot. Instalada (sacos 60 kg / kW) (3)	Prod. Esp / Consumo (sacos 60 kg / l / safra) (4)	Potência Instalada / Área (kW / ha) (5)	Consumo Total de Óleo Diesel / Área Irrigada (l / safra / ha) (6)	Consumo Total de Óleo Diesel / Potencia Instalada (l / safra / kW) (7)
A01	413	157	1,67	2,6	248	94
A02	300	74	1,43	4,0	210	52
A03	375	76	0,61	5,0	619	125
A04	556	272	1,33	2,0	417	204
A05	458	149	1,11	3,1	412	134
A06	338	87	0,75	3,9	451	117
A07	413	33	0,83	12,6	496	39
A08	500	122	0,74	4,1	675	165
A09	83	41	0,17	2,0	500	245
A10	286	76	0,67	3,8	429	113
A11	200	18	0,27	11,0	750	68
B01	313	38	0,17	8,3	1875	227
B02	300	26	0,33	11,8	900	77
B03	311	136	0,49	2,3	633	277
B04	333	76	0,27	4,4	1250	283
B05	150	15	0,16	10,1	938	93
B06	250	52	0,32	4,8	788	165
B07	300	91	0,67	3,3	450	136
B08	267	14	0,22	18,6	1200	64
B09	300	89	0,40	3,4	750	224
C01	400	45	0,50	8,9	800	89
C02	417	49	0,37	8,6	1125	131
C03	286	60	0,33	4,7	857	181
C04	500	60	0,89	8,4	563	67
C05	375	37	0,44	10,1	844	83
C06	500	97	0,56	5,1	900	175
C07	205	43	0,53	4,8	390	82
C08	292	43	0,37	6,7	788	117
C09	400	63	0,40	6,4	1000	157
C10	300	31	0,22	9,6	1350	141
C11	260	48	0,43	5,4	600	112
C12	325	29	0,29	11,2	1125	101
C13	333	84	0,67	4,0	500	126
C14	250	38	0,83	6,6	300	45
C15	314	16	0,37	19,2	857	45
C16	222	76	0,74	2,9	300	102

Relação Produção Esperada / Área Irrigada

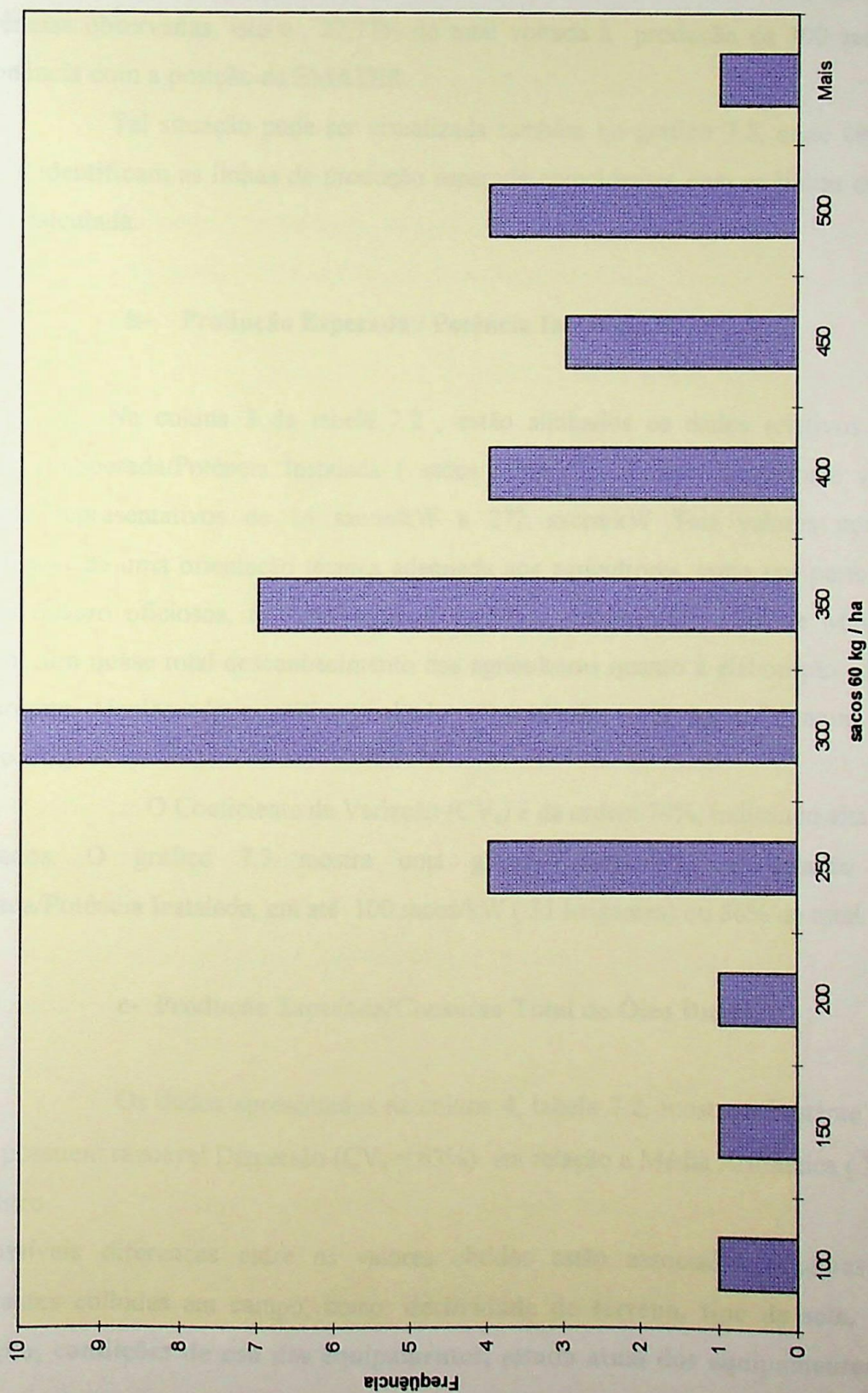


GRÁFICO 7.2

Por outro lado, os quantitativos de produção de 510 sacos/ha a mais, observados nas respostas das irrigantes A04 ( 556 sacos/ha) ; A08(500 sacos/ha); C04 (500sacos/ha), constituem excesso de otimismo dos produtores, difícil de alcançar.

O gráfico 7.2, mostra uma frequência comum de 10 ocorrências em 36 ocorrências observadas, isto é , 27,77% do total voltada à produção de 300 sacos/ha , em consonância com a posição da EMATER.

Tal situação pode ser visualizada também no gráfico 7.8, onde vários pontos comuns identificam as linhas de produção esperada coincidentes com as linhas de produção teórica calculada.

#### **b- Produção Esperada / Potência Instalada.**

Na coluna 3 da tabela 7.2 , estão alinhados os dados relativos a Relação Produção Esperada/Potência Instalada ( sacos 60kg/kW). Existe uma forte variação de numeros representativos de 14 sacos/kW a 272 sacos/kW Tais valores confirmam a inexistência de uma orientação técnica adequada aos agricultores, tanto por parte dos órgão oficiais quanto oficiosos, no setor agrícola nacional, mormente no Sul de Minas, como também, um quase total desconhecimento dos agricultores quanto a elaboração adequada de um projeto técnico-administrativo voltado a produção da batata comum (*Solanum Tuberosum*).

O Coeficiente de Variação ( $CV_a$ ) é da ordem 74%, indicando alta Dispersão de dados. O gráfico 7.3 mostra uma grande frequência da Relação Produção Esperada/Potência Instalada, em até 100 sacos/kW ( 31 irrigantes) ou 86% do total.

#### **c- Produção Esperada/Consumo Total do Óleo Diesel.**

Os dados apresentados na coluna 4, tabela 7.2, mostram bastante coerência; isto é, possuem razoável Dispersão ( $CV_a = 63\%$ ) em relação a Média Aritmética ( $\bar{X}$ ) de 0,57 sacos/litro.

As possíveis diferenças entre os valores obtidos estão associados a outras variáveis importantes colhidas em campo, como: **declividade do terreno, tipo de solo, tempo de irrigação, condições de uso dos equipamentos, estado atual dos equipamentos, etc**, que

poderiam ser tratados com maior nível de detalhamento em estudos mais aprofundados relativos a esta questão.

O gráfico 7.4, Relação Produção Esperada/ Consumo Total de Óleo Diesel, seguinte ilustra melhor as informações acima apresentadas observando uma grande concentração, 20 irrigantes ou 56% do total consumido até 0,5 sacos/litro/safra.

#### **d- Potência Instalada/Área Irrigada.**

As próprias características da lavoura da batata comum na região, entre elas a **propriedade da terra e itinerância da cultura**, permitem uma rigidez na Relação Potência Instalada/Área Irrigada. Os números apresentados na coluna 5. da tabela 7.2 e no gráfico 7.5, mostram um Intervalo de 17 kW; uma Média Aritmética de 6,8 kW; o Desvio Padrão de 0,7 kW e o Coeficiente de Variação de 10,4%, estabelecendo, assim, uma baixa Dispersão de valores em relação a Média Aritmética.

Pode-se observar nos trabalhos efetuados em campo que os irrigantes tem conhecimentos práticos quanto as necessidade de potência da moto-bomba em relação área a ser irrigada.

#### **e- Consumo Total do Óleo Diesel/Área Irrigada.**

O gráfico 7.6 e a coluna 6 da tabela 7.2, mostram os valores obtidos para essa associação. Há uma grande aproximação à Distribuição Normal, onde 83,3% dos irrigantes gastam até 1.000 litros de Óleo Diesel por hectare irrigado. Num estudo mais direcionado, diversas outras variáveis de campo deverão participar mais ativamente desse contexto, entre elas, de grande importância para análise, **a declividade do terreno irrigado e a potência do conjunto moto-bomba.**

#### **f- Consumo Total de Óleo Diesel/Potência Instalada.**

Não existe uma relação harmônica entre o Consumo Total de Óleo Diesel/Potência Instalada. Os quantitativos físicos variam de um Limite Mínimo de 45 litros/kW até o Limite máximo de 283 litros/kW, fornecendo um Intervalo ( I ) de 238 litros/kW. O Coeficiente de Variação ( $CV_a$ ) é da ordem de 49,7%, propiciando uma razoável Dispersão de dados.

Relação Produção Esperada / Potência Instalada

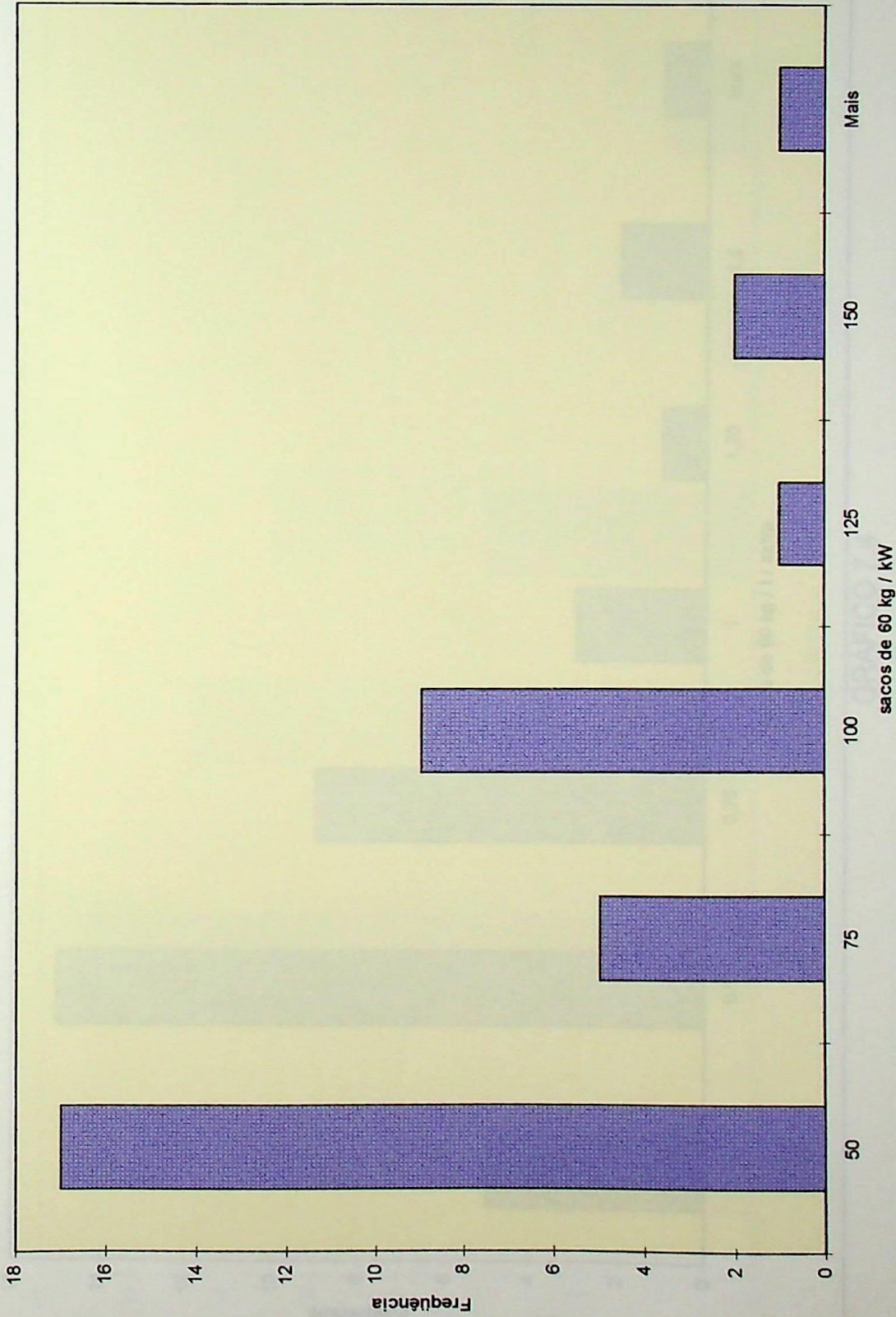


GRÁFICO 7.3

Relação Produção Esperada / Consumo Total de Óleo Diesel

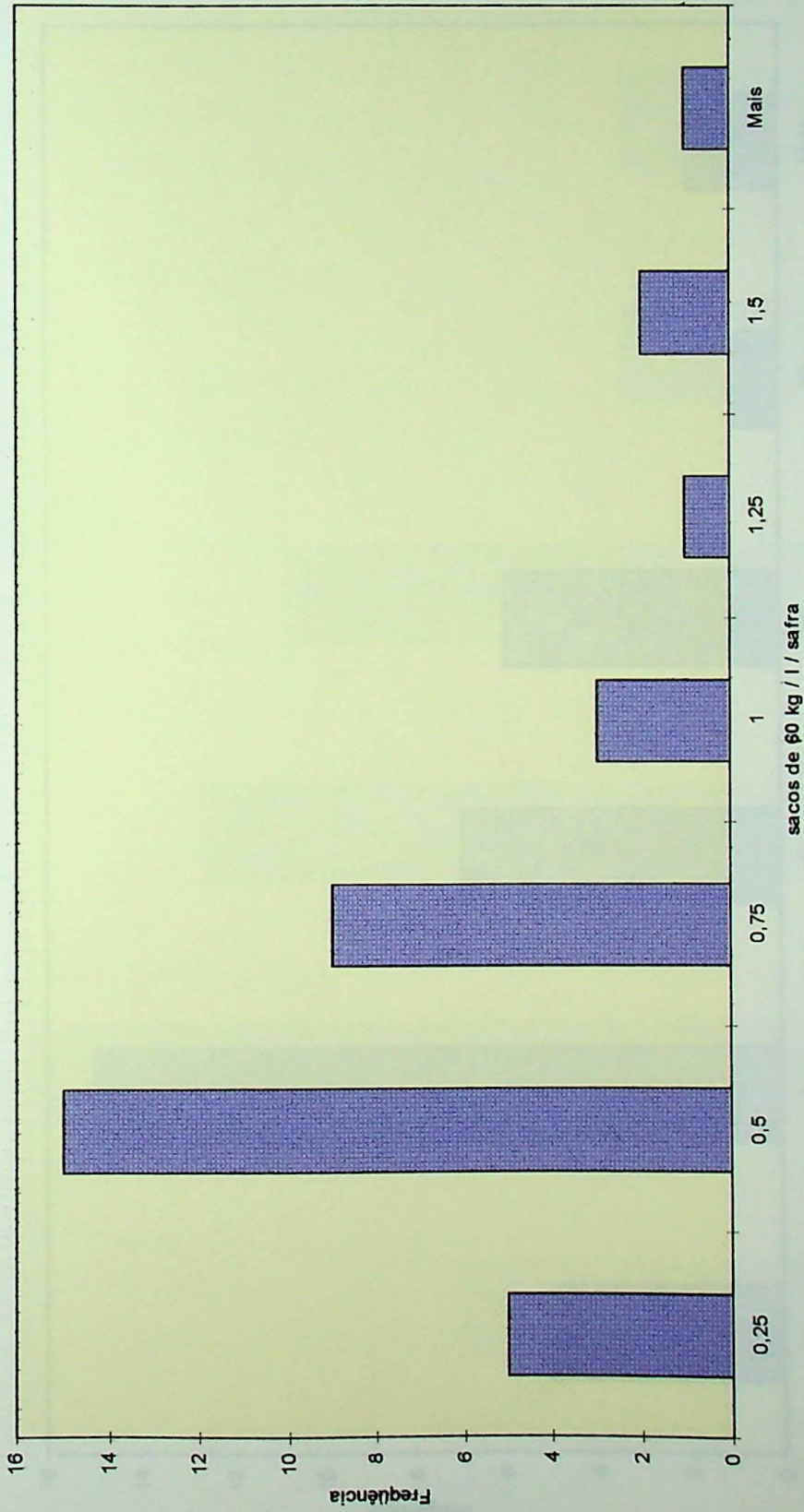


GRÁFICO 7.4

Relação Potência Instalada / Área Irrigada

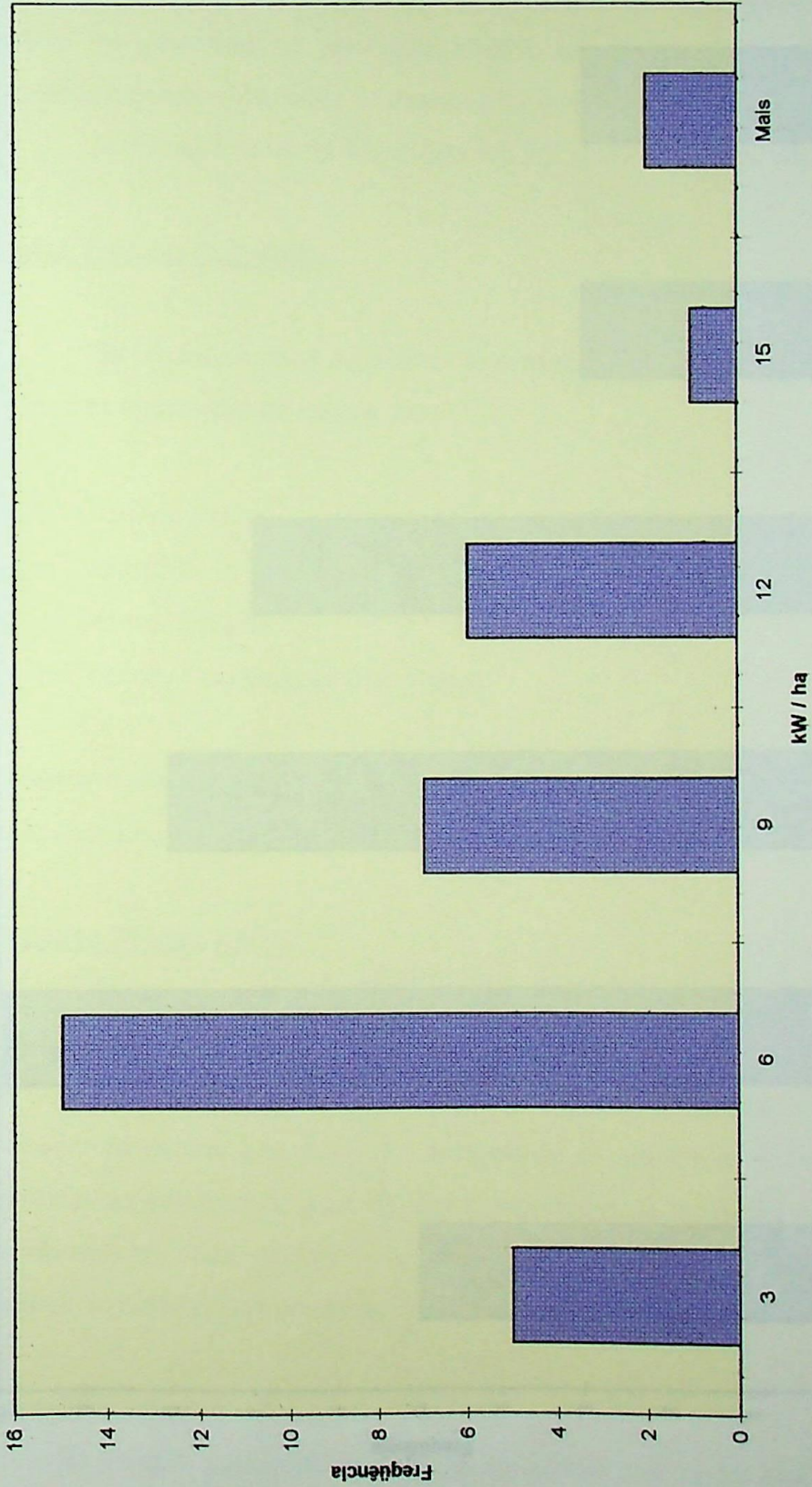


GRÁFICO 7.5

Relação Consumo Total de Óleo Diesel / Área Irrigada

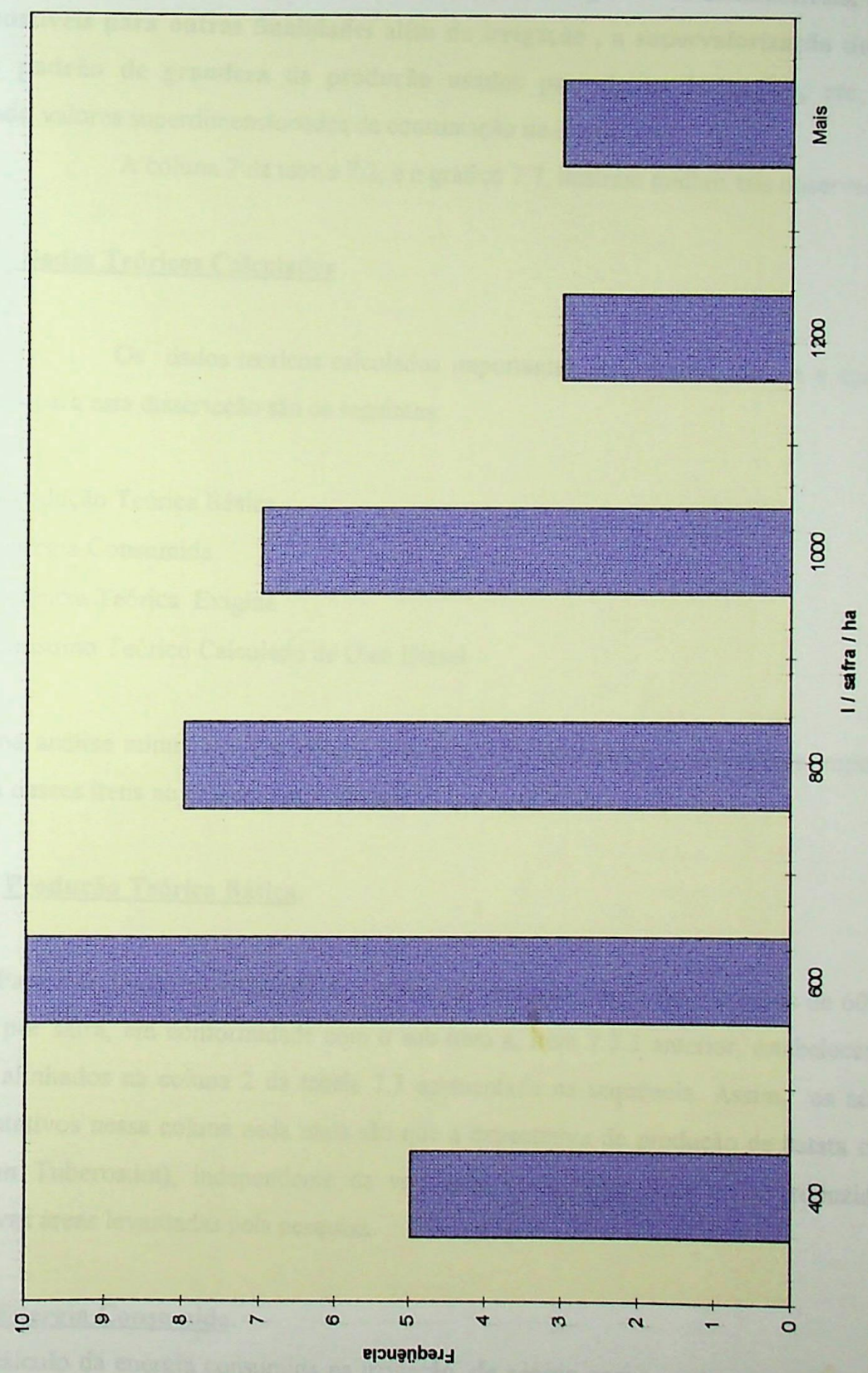


GRÁFICO 7.6

Relação Consumo Total de Óleo Diesel / Área Irrigada

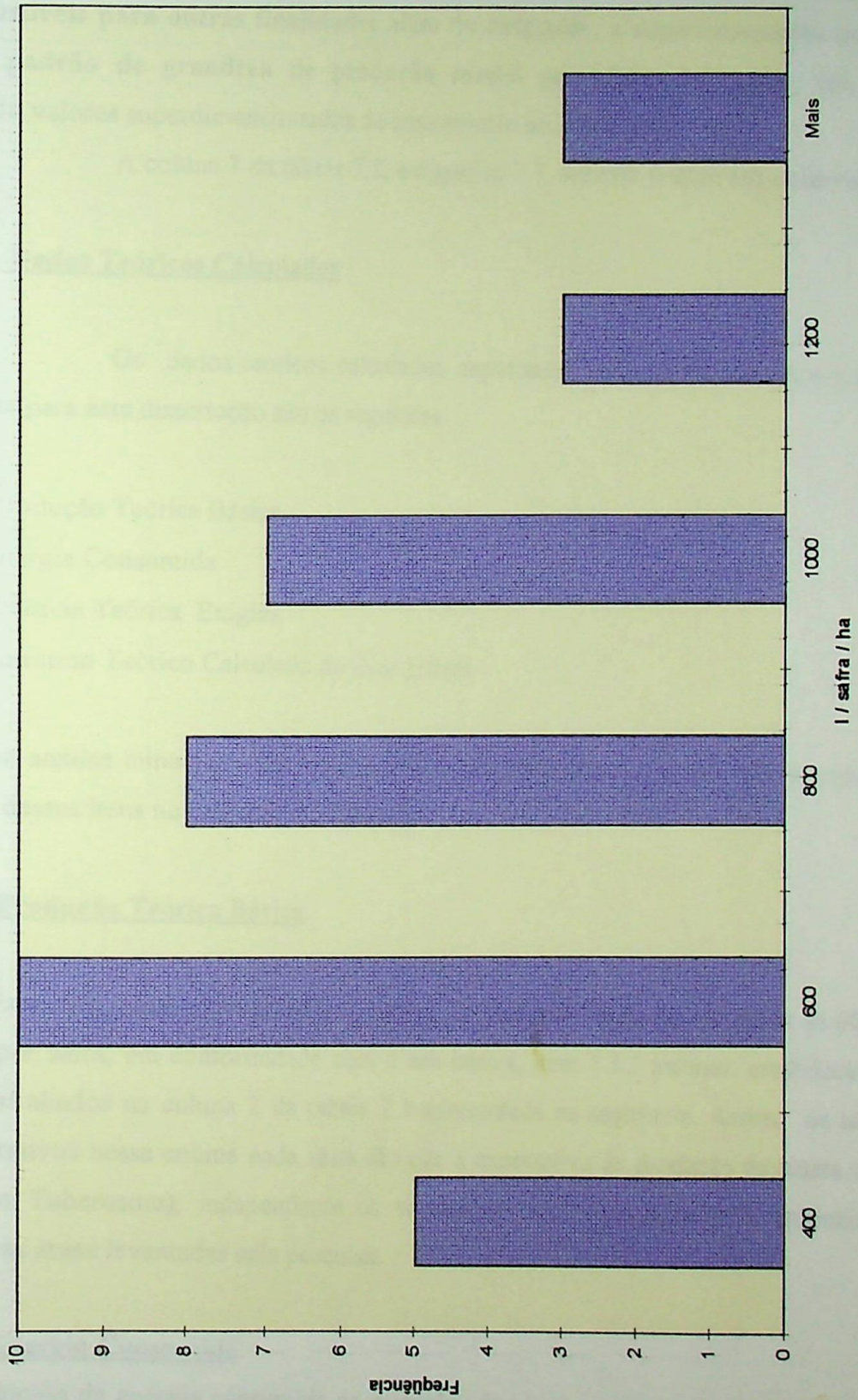


GRÁFICO 7.6

Muitos são os fatores intervenientes nessa associação que acabam provocando “não alinhamentos” dos dados encontrados, além dos que já foram mencionados anteriormente. Outros mais, como a **falta de controle dos gastos de combustíveis, o uso de combustíveis para outras finalidades além da irrigação, a supervalorização dos gastos como padrão de grandeza de produção usados por alguns irrigantes, etc**, acabam trazendo valores superdimensionados de consumo de óleo Diesel.

A coluna 7 da tabela 7.2, e o gráfico 7.7, ilustram melhor tais observações.

#### **7.3.4 - Dados Teóricos Calculados**

Os dados teóricos calculados importantes para análise técnica e econômica proposta para esta dissertação são os seguintes:

- Produção Teórica Básica
- Energia Consumida
- Potência Teórica Exigida
- Consumo Teórico Calculado de Óleo Diesel

Uma análise minuciosa dos tópicos acima permite estabelecer a extensão e importância de cada desses itens no contexto do trabalho.

##### **a - Produção Teórica Básica.**

Para fins desse estudo tomou-se por base a produção média de 300 sacos de 60kg por hectare por safra, em conformidade com o sub-item a, item 7.3.3 anterior, estabelecendo os valores alinhados na coluna 2 da tabela 7.3 apresentada na sequência. Assim, os números representativos nessa coluna nada mais são que a expectativa de produção de batata comum (*Solanum Tuberosum*), independente da variedade considerada, que seria produzida nas respectivas áreas levantadas pela pesquisa.

##### **b - Energia Consumida.**

O cálculo da energia consumida na irrigação, de acordo com as colunas 3 e 4 da tabela 7.3 é dado pela aplicação sobre os dados de campo da fórmula 10 item a8 - Consumo de Energia para irrigação apresentada no capítulo 3.

Tabela 7.3 - Relações Existentes entre os vários Dados Obtidos em Campo

Código do Irrigante (1)	Prod Esp / Área Irrigada (sacos 60 kg / ha) (2)	Prod Esp / Pot. Instalada (sacos 60 kg / kW) (3)	Prod. Esp / Consumo (sacos 60 kg / l / safra) (4)	Potência Instalada / Área (kW / ha) (5)	Consumo Total de Óleo Diesel / Área Irrigada (l / safra / ha) (6)	Consumo Total de Óleo Diesel / Potencia Instalada (l / safra / kW) (7)
A01	413	157	1,67	2,6	248	94
A02	300	74	1,43	4,0	210	52
A03	375	76	0,61	5,0	619	125
A04	556	272	1,33	2,0	417	204
A05	458	149	1,11	3,1	412	134
A06	338	87	0,75	3,9	451	117
A07	413	33	0,83	12,6	496	39
A08	500	122	0,74	4,1	675	165
A09	83	41	0,17	2,0	500	245
A10	286	76	0,67	3,8	429	113
A11	200	18	0,27	11,0	750	68
B01	313	38	0,17	8,3	1875	227
B02	300	26	0,33	11,8	900	77
B03	311	136	0,49	2,3	633	277
B04	333	76	0,27	4,4	1250	283
B05	150	15	0,16	10,1	938	93
B06	250	52	0,32	4,8	788	165
B07	300	91	0,67	3,3	450	136
B08	267	14	0,22	18,6	1200	64
B09	300	89	0,40	3,4	750	224
C01	400	45	0,50	8,9	800	89
C02	417	49	0,37	8,6	1125	131
C03	286	60	0,33	4,7	857	181
C04	500	60	0,89	8,4	563	67
C05	375	37	0,44	10,1	844	83
C06	500	97	0,56	5,1	900	175
C07	205	43	0,53	4,8	390	82
C08	292	43	0,37	6,7	788	117
C09	400	63	0,40	6,4	1000	157
C10	300	31	0,22	9,6	1350	141
C11	260	48	0,43	5,4	600	112
C12	325	29	0,29	11,2	1125	101
C13	333	84	0,67	4,0	500	126
C14	250	38	0,83	6,6	300	45
C15	314	16	0,37	19,2	857	45
C16	222	76	0,74	2,9	300	102

Relação Consumo Total de Óleo Diesel / Potência Instalada

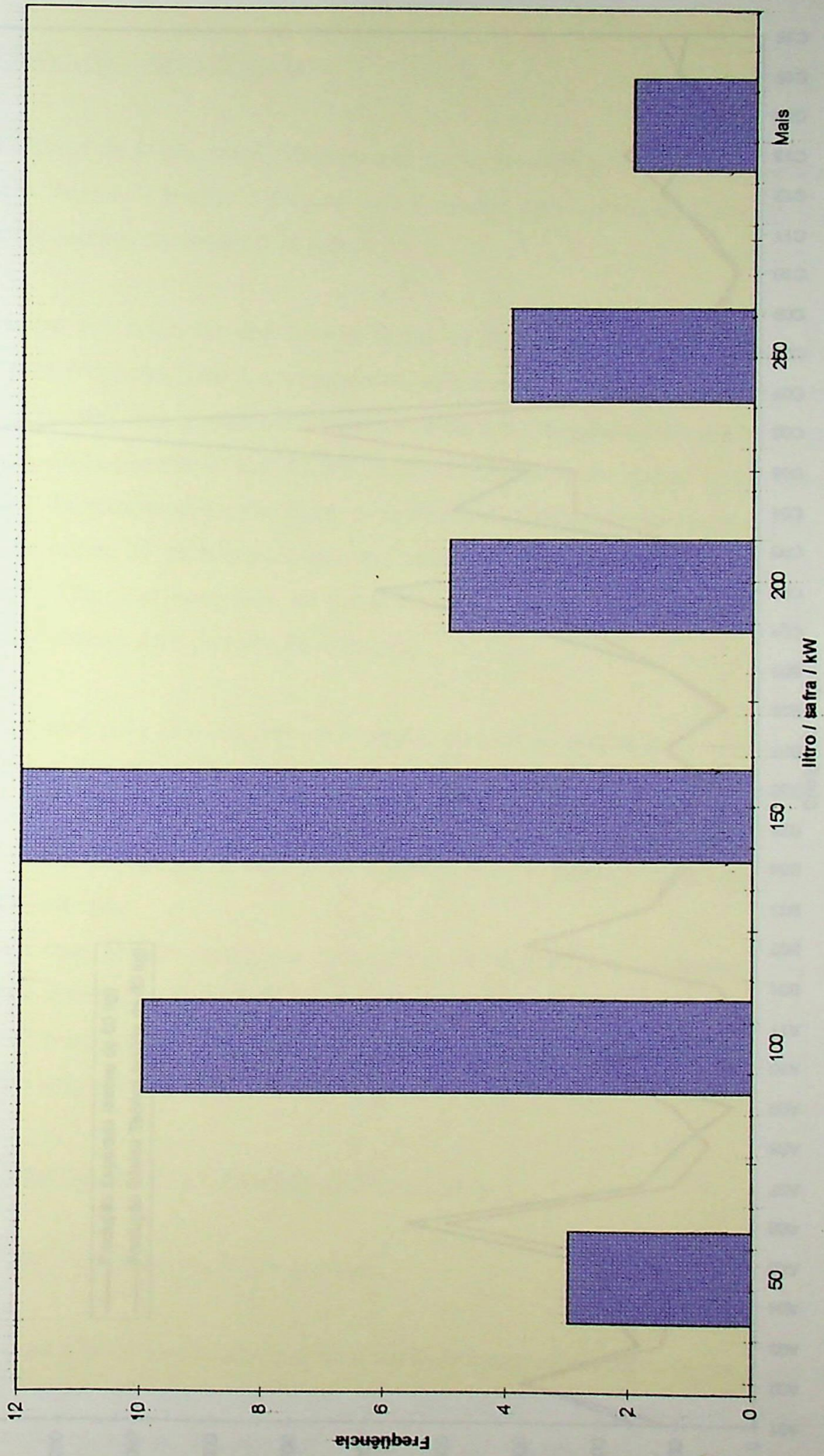


GRÁFICO 7.7

### Relação Produção Esperada / Produção Básica

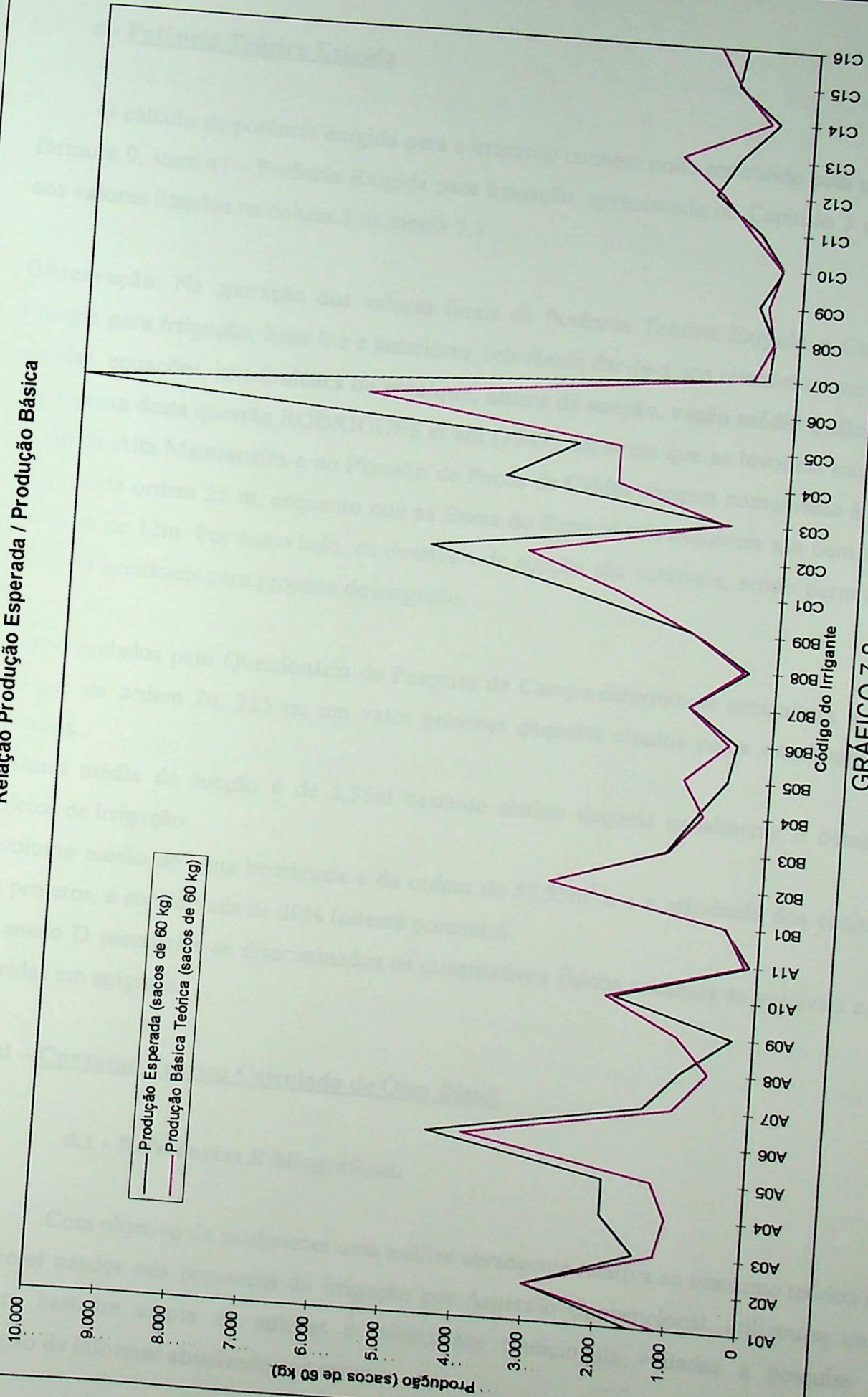


GRÁFICO 7.8

Relação Consumo Total de Óleo Diesel / Potência Instalada

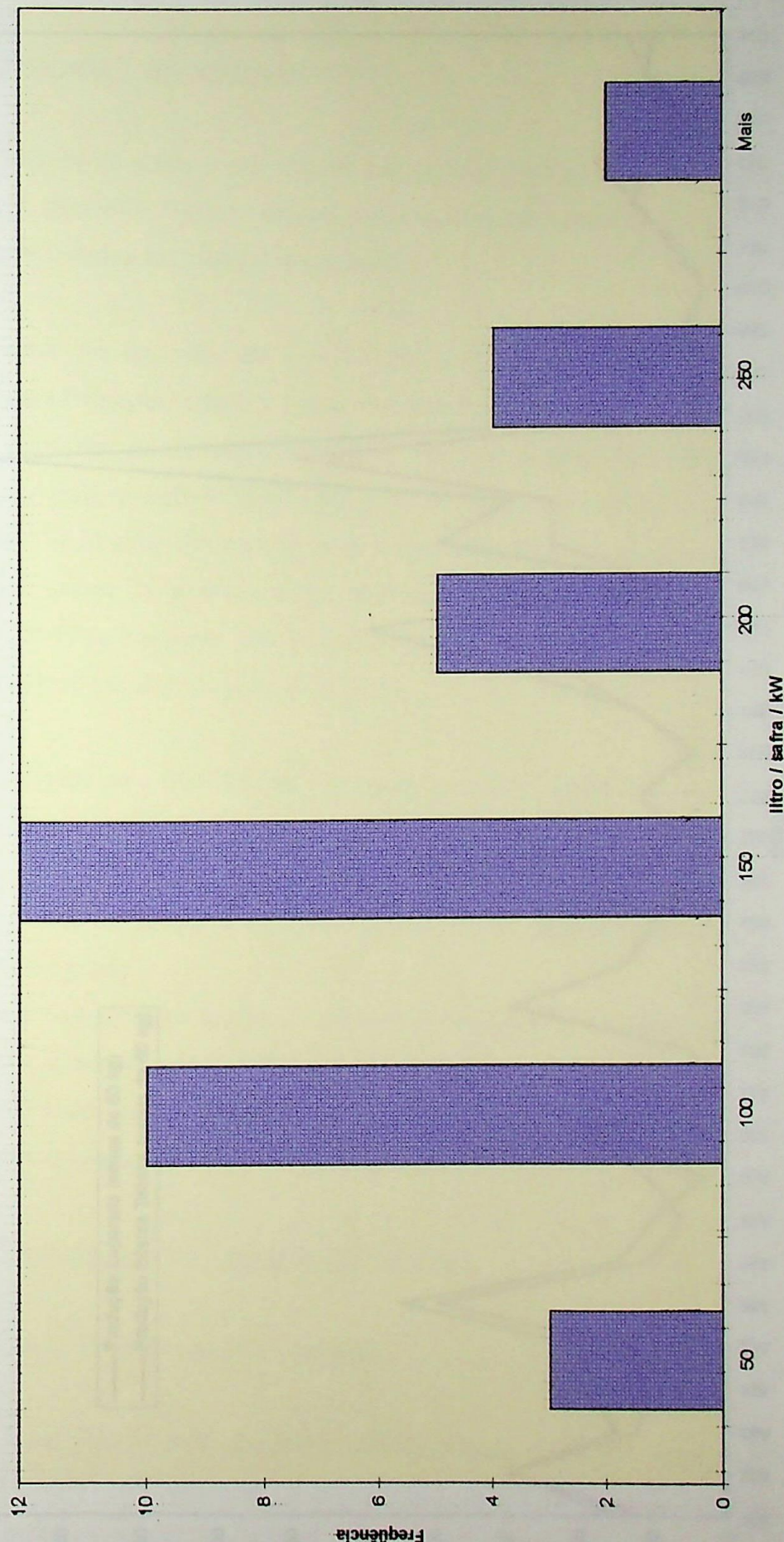


GRÁFICO 7.7

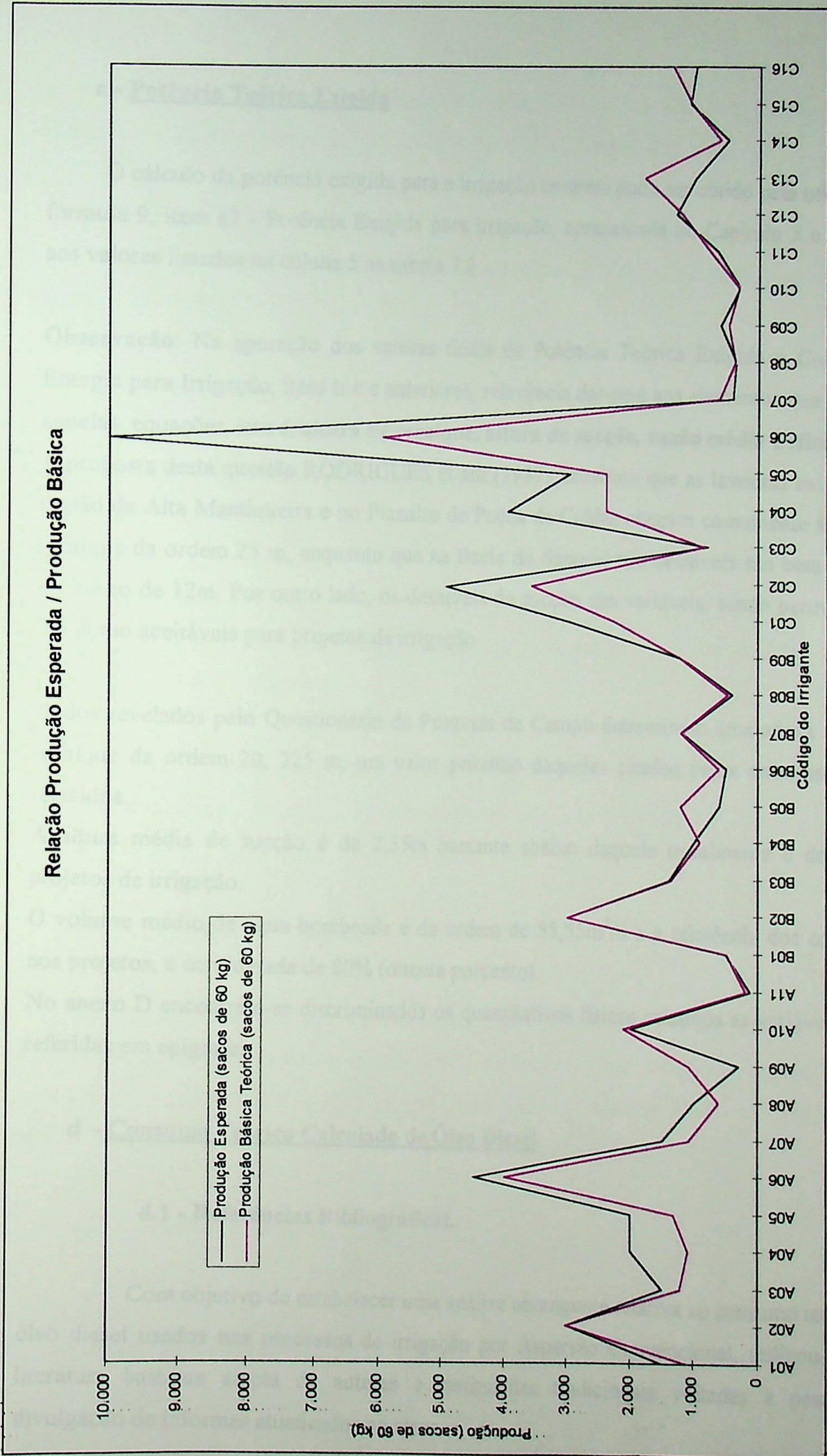


GRÁFICO 7.8

### **c - Potência Teórica Exigida**

O cálculo da potência exigida para a irrigação também pode ser obtido pela utilização da fórmula 9, item a7 - Potência Exigida para irrigação, apresentada no Capítulo 3 e dá origem aos valores listados na coluna 5 na tabela 7.3.

**Observação:** Na apuração dos valores finais de Potência Teórica Exigida e Consumo de Energia para Irrigação, itens b e c anteriores, relevância dar-se-á aos elementos que compõem aquelas equações, isto é, **altura de recalque, altura de sucção, vazão média e eficiência.**

A proposta desta questão RODRIGUES et alli (1987), mostram que as lavouras existentes na região da Alta Mantiqueira e no Planalto de Poços de Caldas chegam comumente à altura de recalque da ordem 25 m, enquanto que na Bacia do Sapucaí tais desníveis são bem menores, em torno de 12m. Por outro lado, os desníveis de sucção são variáveis, sendo permitidos até 5m como aceitáveis para projetos de irrigação.

Dados revelados pelo Questionário de Pesquisa de Campo determinam uma altura média de recalque da ordem 20, 325 m, um valor próximo daqueles citados pelos estudiosos acima referidos.

A altura média de sucção é de 2,35m bastante abaixo daquele usualmente é dotado em projetos de irrigação.

O volume médio de água bombeada é da ordem de 55,55m<sup>3</sup>/h e a eficiência dos conjuntos, nos projetos, é considerada de 80% (oitenta por cento).

No anexo D encontram-se discriminados os quantitativos físicos relativos as variáveis acima referidas em epígrafe.

### **d – Consumo Teórico Calculado de Óleo Diesel**

#### **d.1 - Referências Bibliográficas.**

Com objetivo de estabelecer uma análise abrangente relativa ao consumo teórico de óleo diesel usados nos processos de irrigação por Aspersão Convencional, utilizou-se uma literatura bastante ampla de autores e instituições tradicionais voltadas a pesquisa e divulgação de informes atualizados no setor.

Por essa razão, quatro (04) referências consagradas foram tomadas com parâmetros para avaliação dos dados de consumo de óleo diesel obtido em campo, são elas:

- BARRETO (1986)

“Os motores diesel consomem, em média 280cc de óleo diesel por HP/hora”-  
pagina . 121, item 6.2.

- BERNARDO (1987)

“ O consumo de óleo diesel, em conjunto moto-bomba, na irrigação convencional é da ordem de 0,22 a 0,32 litro/CV/hora .”

Página. 381 - quadro 8.11.

- PIRES (1982)

“O consumo médio de óleo diesel nos motores convencionais está em torno de 0,317 litro/Kw/hora”. Página 39

- ÁGUA - MANUAL DE IRRIGAÇÃO (1991)

“O consumo de óleo diesel por hora trabalhada é de 0,225 litros/CV/hora”.

Página 25 - Cap. 2 - “Energia “

#### **d.2 - Valores Tabelados.**

Portanto, cada um dos autores supracitados, considerando uma série de fatores importantes envolvidos neste cenário de Irrigação Convencional, propõem relações básicas entre Consumo de Óleo diesel por hora e Potência Unitária Instalada. Nesses termos, pode-se calcular os dados representativos partindo-se das seguintes metodologias:

#### **Consumo Teórico de Óleo Diesel**

- Consumo teórico/BARRETO = Potência Exigida (PIR em kW).270 horas/safra.  
0,280 litros/HP/h ÷ 1,341 HP/h.

- Consumo teórico/BERNARDO = Potência Exigida (PIR em kW) . 270 horas/safra. 0,22 (Mínimo) litros/CV/hora ÷ 1,360 CV/h.
- Consumo teórico/BERNARDO = Potência exigida(PIR em kW). 270 horas/safra.0,32 (Máximo) litros/CV/hora ÷ 1,360 CV/hora.
- Consumo teórico/PIRES = Potência exigida(PIR em kW) . 270 horas/safra .0,317 litros/ kW/hora.
- Consumo teórico/ÁGUA-MANUAL DE IRRIGAÇÃO = Potência exigida (PIR em kW) . 270 horas/safra 0,025 litros/CV/hora ÷1,360 CV/hora.

Os dados de consumo total e teórico de óleo Diesel estão discriminados nas tabelas e nos gráficos que se seguem.

### **d.3 - Análise e Avaliação do Consumo Total e Teóricos de Óleo Diesel**

#### **d.3.1 - Introdução**

De todas as variáveis consideradas, a de maior importância, indiscutivelmente, é o consumo de óleo diesel, único energético que aciona todas as moto-bombas pertencentes à amostragem dos 36 irrigantes levantados pelo presente estudo. Portanto, as conclusões e recomendações propostas no final dessa dissertação terão que focar, obrigatoriamente, a questão do consumo energético e sugerir formas de conservação e possíveis substituições para aquele insumo fundamental.

Nesses termos, faz-se mister à interpretação, análise e avaliação do consumo total de óleo diesel obtido em campo em confronto com o consumo teórico calculado proposto pelas metodologias anteriormente descritas.

### d.3.2 - Análise e Avaliação do Óleo Diesel

O desenvolvimento dessa questão far-se-á a partir dos dados estatísticos obtidos e consolidados nas tabelas abaixo relacionadas.

Tabela 7.4 - Dados Relativos ao Consumo Total Obtido e Consumo Teórico Calculado de Óleo diesel .

Tabela 7.5 -Dados Relativos aos Desvios dos Consumos Teóricos Calculados em Relação ao Consumo Total Obtido de Óleo diesel.

Tabela 7.6 - Dados Relativos aos Desvios Percentuais dos Consumos Teóricos Calculados, Média Aritmética, Desvio Padrão e Coeficiente de Variação, do Consumo de Óleo diesel.

Alguns pontos relevantes poderão ser considerados:

- 14 irrigantes entre os 36 observados ou seja, 39% do total, consomem **menos** combustível que os propostos pela metodologia de BARRETO(1986); sendo 03 irrigantes do município A (Itajubá), 02 irrigantes do município B (Maria da Fé) e 09 irrigantes do município C (Cristina).
- 07 irrigantes entre os 36 estudados, ou seja 20% do total, consomem **menos** óleo diesel que o consumo mínimo proposto por BERNARDO (1987), sendo 03 irrigantes do município A (Itajubá), nenhum irrigante do município B (Maria da Fé), 04 irrigantes C (Cristina).
- 22 irrigantes ou seja 61% do total, consomem **menos** óleo diesel que a proposição de consumo máximo proposto por BERNARDO (1987), sendo 07 irrigantes ou seja , 64 % dos 11 irrigantes do município de Itajubá; 04 irrigantes ou seja 44% dos 09 irrigantes do município de Maria da Fé e 11 irrigantes ou seja, 69% dos 16 irrigantes do município de Cristina.

Tabela 7.4 - Dados Relativos ao Consumo Total Obtido e Consumo Teórico Calculado de Óleo Diesel (litros/safra)

Código do Irrigante	Consumo Total de Óleo Diesel Obtido em Campo	Consumo segundo Barreto	Consumo Mínimo segundo Bernardo	Consumo Máximo segundo Bernardo	Cons.Segundo Pires	Cons. segundo Água - Manual de Irrigação
A01	900	1.460	1.161	1.689	1.231	1.188
A02	2.100	4.437	3.538	5.147	3.750	3.621
A03	2.475	3.578	2.853	4.151	3.025	2.920
A04	1.500	1.454	1.159	1.686	1.229	1.186
A05	1.800	1.765	1.407	2.047	1.492	1.440
A06	6.000	5.868	4.679	6.807	4.960	4.788
A07	1.800	1.466	1.169	1.701	1.239	1.196
A08	1.350	808	644	937	683	659
A09	1.800	1.478	1.178	1.714	1.249	1.206
A10	3.000	2.920	2.329	3.388	2.469	2.383
A11	450	235	187	273	199	192
B01	3.000	2.003	1.597	2.323	1.693	1.634
B02	9.000	10.602	8.453	12.298	8.962	8.651
B03	2.850	1.799	1.435	2.087	1.521	1.468
B04	3.750	4.679	3.731	5.427	3.955	3.818
B05	3.750	3.678	2.933	4.268	3.110	3.002
B06	1.575	1.072	855	1.243	906	875
B07	1.800	1.786	1.424	2.072	1.510	1.478
B08	1.800	1.164	928	1.350	984	950
B09	3.000	1.669	1.331	1.936	1.411	1.362
C01	6.000	11.153	8.892	12.937	9.428	9.101
C02	13.500	4.926	3.928	5.714	4.164	4.020
C03	2.400	1.938	1.545	2.248	1.638	1.581
C04	4.500	3.370	2.687	3.909	2.849	2.750
C05	6.750	7.895	6.295	9.159	6.674	6.442
C06	18.000	20.915	16.677	24.262	17.68	17.067
C07	780	821	655	952	694	670
C08	945	1.028	820	1.193	869	839
C09	1.500	1.568	1.251	1.820	1.326	1.280
C10	1.350	405	323	470	343	331
C11	1.500	797	636	925	674	651
C12	4.500	4.065	3.242	4.716	3.437	3.317
C13	1.500	2.728	2.175	3.164	2.306	2.226
C14	600	1.161	934	1.359	990	956
C15	3.000	2.777	2.214	3.221	2.347	2.266
C16	1.350	4.470	3.564	5.185	3.778	3.647

Tabela 7.5 - Dados Relativos aos Desvios dos Cons. Teóricos Relação Cons. Total Obtido de óleo Diesel (l/safra)

Código do Irrigante	Cons.segun do Barreto	Consumo Mínimo segundo Bernardo	Consumo Máximo segundo Bernardo	Cons. segundo Pires	Consumo segundo Água - Manual de Irrigação
A02	2.337	1.438	3.047	1.650	1.521
A03	1.103	378	1.676	550	445
A04	-46	-341	186	-271	-314
A05	-35	-393	247	-308	-360
A06	-132	-1.321	807	-1.040	-1.212
A07	-334	-631	-99	-561	-604
A08	-542	-706	-413	-667	-691
A09	-322	-622	-86	-551	-594
A10	-80	-671	388	-531	-617
A11	-215	-263	-177	-251	-258
B01	-997	-1.403	-677	-1.307	-1.366
B02	1.602	-547	3.298	-38	-349
B03	-1.051	-1.415	-763	-1.329	-1.382
B04	929	-19	1.677	205	68
B05	-72	-817	518	-640	-748
B06	-503	-720	-332	-669	-700
B07	-14	-376	272	-290	-322
B08	-636	-872	-450	-816	-850
B09	-1.331	-1.669	-1.064	-1.589	-1.638
C01	5.153	2.892	6.937	3.428	3.101
C02	-8.574	-9.572	-7.786	-9.336	-9.480
C03	-462	-855	-152	-762	-819
C04	-1.130	-1.813	-591	-1.651	-1.750
C05	1.145	-455	2.409	-76	-308
C06	2.915	-1.323	6.262	-319	-933
C07	41	-125	172	-86	-110
C08	83	-125	248	-76	-106
C09	68	-249	320	-174	-220
C10	-945	-1027	-880	-1007	-1019
C11	-703	-864	-575	-826	-849
C12	-435	-1.258	216	-1.063	-1.183
C13	1.228	675	1.664	806	726
C14	561	334	759	390	356
C15	-223	-786	221	-653	-734
C16	3.120	2.214	3.835	2.428	2.297

Tabela 7.6 - Dados Relativos aos Desvios Percentuais dos Cons. Teóricos Calculados, Média Aritmética, Desvio Padrão e Coeficiente de Variação

Código do Irrigante	Consumo segundo Barreto	Consumo Mínimo segundo Bernardo	Consumo Máximo segundo Bernardo	Consumo segundo Pires	Cons. segundo Água - Manual de Irrigação	Média Aritmética	Desvio Padrão	Coeficiente de Variação
A01	62,2%	29,0%	87,7%	36,8%	32,0%	49,5%	22,4%	0,45
A02	111,3%	68,5%	145,1%	78,6%	72,4%	95,2%	29,2%	0,31
A03	44,6%	15,3%	67,7%	22,2%	18,0%	33,6%	20,0%	0,60
A04	-3,1%	-22,7%	12,4%	-18,1%	-20,9%	-10,5%	13,4%	-1,28
A05	-1,9%	-21,8%	13,7%	-17,1%	-20,0%	-9,4%	13,5%	-1,44
A06	-2,2%	-22,0%	13,5%	-17,3%	-20,2%	-9,7%	13,5%	-1,40
A07	-18,6%	-35,1%	-5,5%	-31,2%	-33,6%	-24,8%	11,3%	-0,45
A08	-40,1%	-52,3%	-30,6%	-49,4%	-51,2%	-44,7%	8,3%	-0,18
A09	-17,9%	-34,6%	-4,8%	-30,6%	-33,0%	-24,2%	11,3%	-0,47
A10	-2,7%	-22,4%	12,9%	-17,7%	-20,6%	-10,1%	13,4%	-1,33
A11	-47,8%	-58,4%	-39,3%	-55,8%	-57,3%	-51,7%	7,2%	-0,14
B01	-33,2%	-46,8%	-22,6%	-43,6%	-45,5%	-38,3%	9,2%	-0,24
B02	17,8%	-6,1%	36,6%	-0,4%	-3,9%	8,8%	16,3%	1,85
B03	-36,9%	-49,6%	-26,8%	-46,6%	-48,5%	-41,7%	8,7%	-0,21
B04	24,8%	-0,5%	44,7%	5,5%	1,8%	15,3%	17,2%	1,13
B05	-1,9%	-21,8%	13,8%	-17,1%	-19,9%	-9,4%	13,6%	-1,44
B06	-31,9%	-45,7%	-21,1%	-42,5%	-44,4%	-37,1%	9,4%	-0,25
B07	-0,8%	-20,9%	15,1%	-16,1%	-17,9%	-8,1%	13,5%	-1,67
B08	-35,3%	-48,4%	-25,0%	-45,3%	-47,2%	-40,3%	8,9%	-0,22
B09	-44,4%	-55,6%	-35,5%	-53,0%	-54,6%	-48,6%	7,7%	-0,16
C01	85,9%	48,2%	115,6%	57,1%	51,7%	71,7%	25,7%	0,36
C02	-63,5%	-70,9%	-57,7%	-69,2%	-70,2%	-66,3%	5,0%	-0,08
C03	-19,3%	-35,6%	-6,3%	-31,8%	-34,1%	-25,4%	11,2%	-0,44
C04	-25,1%	-40,3%	-13,1%	-36,7%	-38,9%	-30,8%	10,3%	-0,34
C05	17,0%	-6,7%	35,7%	-1,1%	-4,6%	8,0%	16,2%	2,01
C06	16,2%	-7,4%	34,8%	-1,8%	-5,2%	7,3%	16,0%	2,19
C07	5,3%	-16,0%	22,1%	-11,0%	-14,1%	-2,8%	14,5%	-5,24
C08	8,8%	-13,2%	26,2%	-8,0%	-11,2%	0,5%	15,0%	29,60
C09	4,5%	-16,6%	21,3%	-11,6%	-14,7%	-3,4%	14,4%	-4,25
C10	-70,0%	-76,1%	-65,2%	-74,6%	-75,5%	-72,3%	4,1%	-0,06
C11	-46,9%	-57,6%	-38,3%	-55,1%	-56,6%	-50,9%	7,3%	-0,14
C12	-9,7%	-28,0%	4,8%	-23,6%	-26,3%	-16,5%	12,5%	-0,75
C13	81,9%	45,0%	110,9%	53,7%	48,4%	68,0%	25,1%	0,37
C14	93,5%	55,7%	126,5%	65,0%	59,3%	80,0%	26,8%	0,33
C15	-7,4%	-26,2%	7,4%	-21,8%	-24,5%	-14,5%	12,8%	-0,88
C16	231,1%	164,0%	284,1%	179,9%	170,1%	205,8%	45,7%	0,22

Média das Médias -1,3%

Desvio das Médias 52,92%

- 08 irrigantes ou seja 22% do total observado consomem **menos** combustível que a propositura feita pela metodologia de PIRES (1982). Destes 08 irrigantes, somente 03 irrigantes consomem **menos** (27%), no município de Itajubá; 01 irrigantes (11%), no município de Maria da Fé e 04 irrigantes (25%) no município de Cristina, em relação aos totais considerados.
- 08 irrigantes ou seja 22% do total dos 36 irrigantes consomem **menos** óleo diesel que a sugestão de consumo proposto pela metodologia ÁGUA - MANUAL DE IRRIGAÇÃO, (1991), sendo 03 irrigantes (27%) consomem **menos** no município de Itajubá; 01 irrigante (11%) no município de Maria da Fé e 04 irrigantes (25%), entre os 16% irrigantes, consomem **menos** no município de Cristina.

Portanto, alguns pontos neste tópico merecem atenção especial:

- A partir das 05(cinco) metodologias propostas, percebe-se que em 04 (quatro) delas, quais sejam, as propostas por BARRETO, BERNARDO (mínimo), PIRES E ÁGUA-MANUAL DE IRRIGAÇÃO, os irrigantes que consomem **menos** óleo diesel em relação a elas correspondem aos percentuais 39%, 20%, 22% e 22%, respectivamente, e que somente em relação a metodologia proposta por BERNARDO (máximo), que os consumidores consomem quantitativos menores que 61% do total.
- Existe grande proximidade de resultados entre as metodologias propostas por BERNARDO (mínimo), PIRES e ÁGUA-MANUAL DE IRRIGAÇÃO, que poderiam servir como balizas para orientar futuros trabalhos de conservação e substituição energéticas na irrigação por Aspersão Convencional no Sul de Minas.
- Alguns irrigantes chegam a gastar quantidade de óleo diesel de 50% ou **mais** do que daqueles quantitativos propostos pelos autores, entre eles os irrigantes codificados por A08, A11, B01, B03, B08, B09, C02, C10 e C11, de acordo com os gráficos 7.9, 7.10, 7.11, 7.12 e 7.13.

- Por outro lado, outros irrigantes chegam a consumir quantitativos de óleo diesel de até 284, 1% a **menos** que as metodologias propostas, entre eles, A01, A02, C01, C13, C14 e C16, conforme os gráficos 7.9, 7.10, 7.11, 7.12 e 7.13.
- Apesar dos excessos de gastos com óleo diesel, por alguns irrigantes e de economias significativas de outros, em relação as metodologias propostas, a médias das médias dos percentuais dos desvios é da ordem de - 1,3% , isto é, em média para os 36 irrigantes tomados em conjuntos está-se gastando em média 1,3% a mais que o proposto pelos autores.
- Agrupando-se os irrigantes por município chega-se ao resumo abaixo, utilizando-se da Média Aritmética com o objetivo de minimizar o impacto da heterogeneidade dos dados colhidos em campo.

Tabela 7.7 - Consumo Médio Obtido em Campo e Consumo Médio Teórico  
Calculado por Município

Município	Consumo Médio Obtido em Campo Litros/safra	Consumo Médio Teórico (Litros/Safra)				
		Barreto	Bernardo (Mínimo)	Bernardo (Máximo)	Pires	Água - Manual de Irrigação
A	2.106	2.315	1.846	2.685	1.957	1.889
B	3.392	3.161	2.521	3.667	2.672	2.582
C	4.261	4.376	5.315	5.077	3.700	3.572

Analisando os dados obtidos, verifica-se que não existem grandes disparidades entre os valores obtidos no levantamento de campo e aqueles definidos pelas metodologias aplicadas. Os consumos médios de campo, por município, encontram-se perfeitamente ajustados entre os valores consumos médios teóricos calculados, caracterizando consistência, apesar das diferenças individuais acusadas nos pontos anteriores.

- O mesmo agrupamento utilizado para a tabela 7.7 anterior, permite também a confecção do resumo abaixo para os desvios em valores e percentuais, trabalhando com as medidas de posição, Média Aritmética, e de dispersão, Desvio Padrão ( SPIEGEL, 1967).

Consumo Total de Óleo Diesel e Consumo Teórico Segundo Autbres - Município A

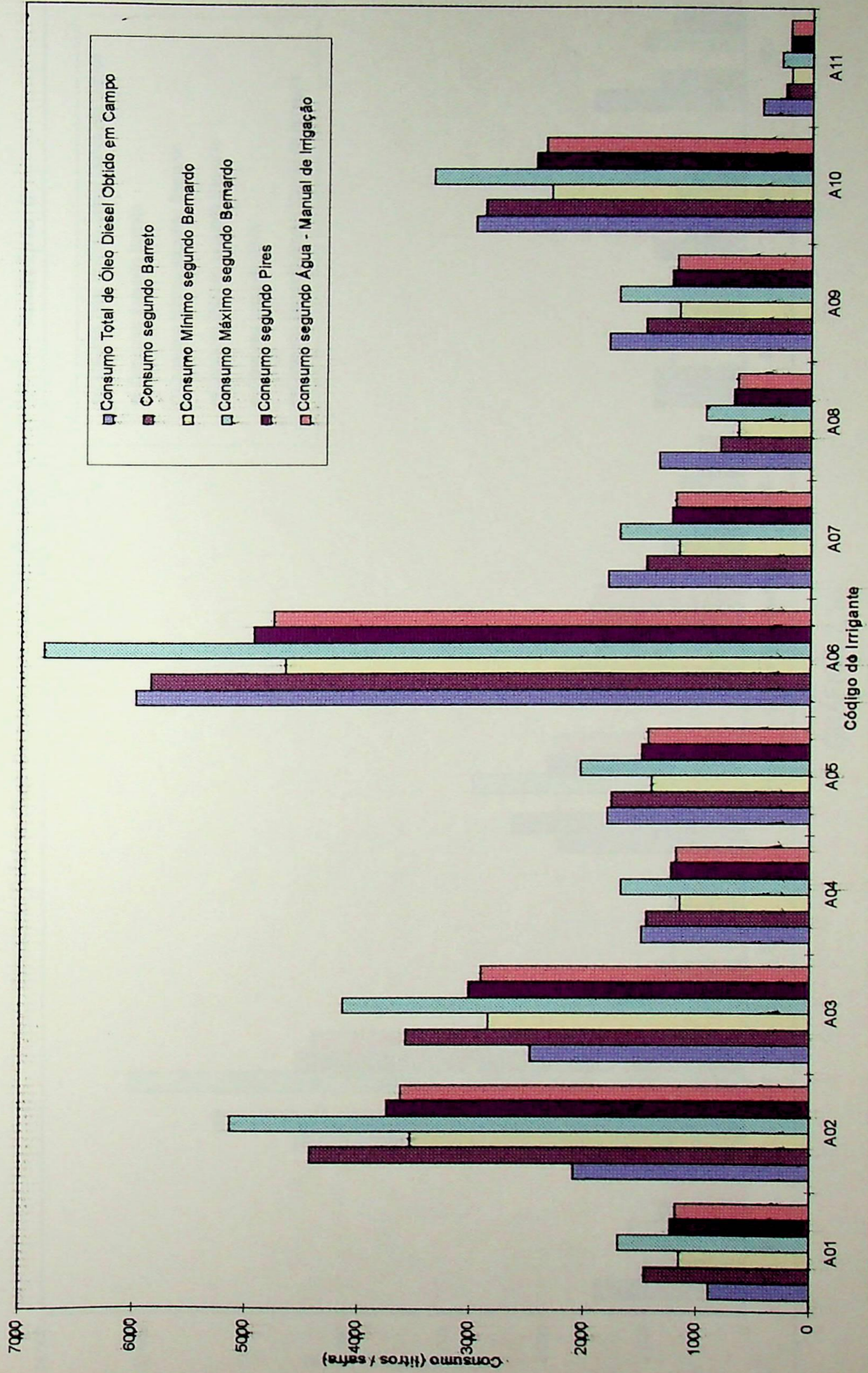


GRÁFICO 7.9

Consumo Total de Óleo Diesel e Consumo Teórico Segundo Autores – Município B

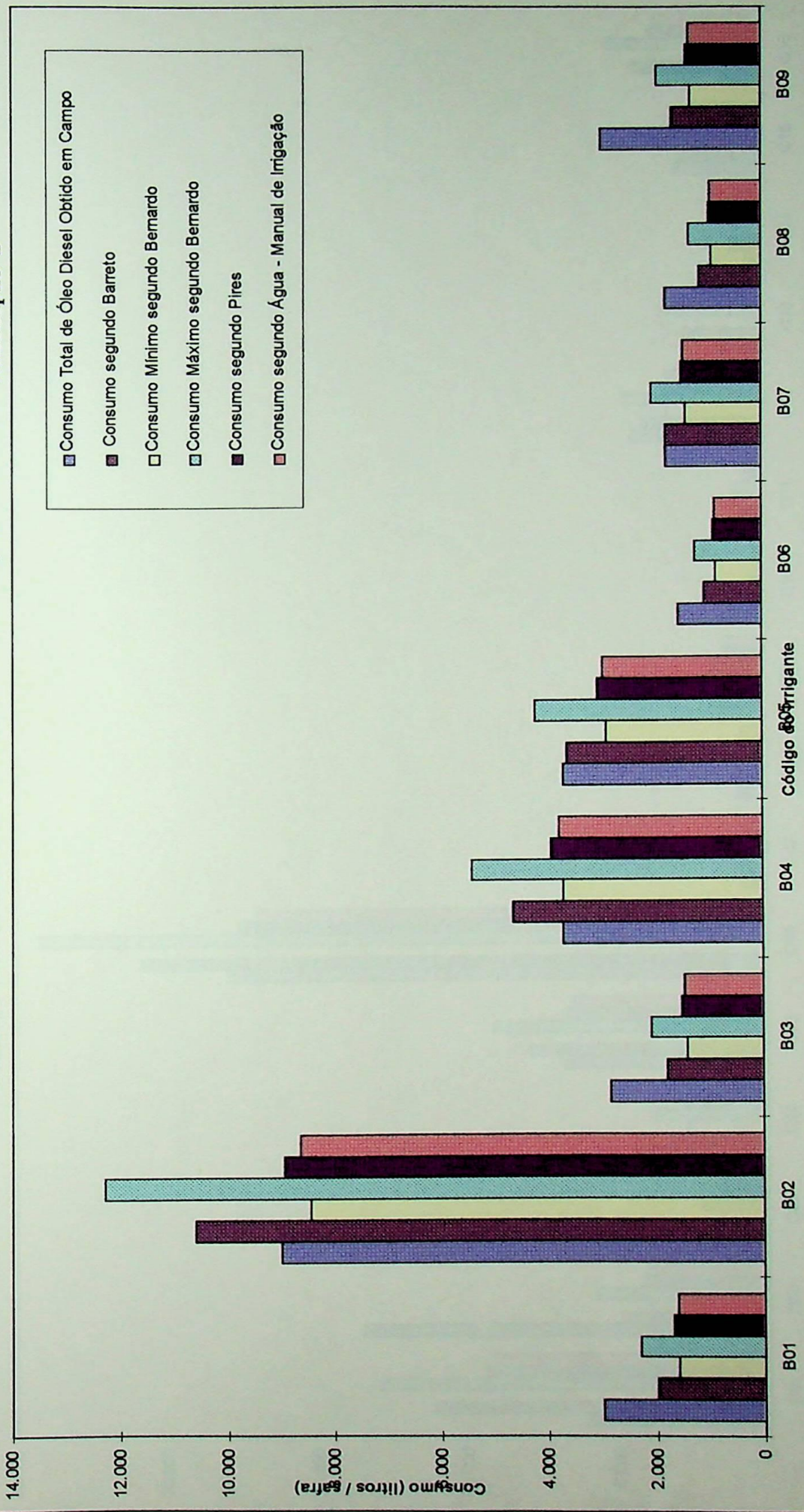


GRÁFICO 7.10

Consumo Total de Óleo Diesel e Consumo Teórico Segundo Autores - Município C

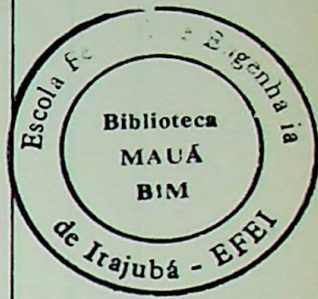
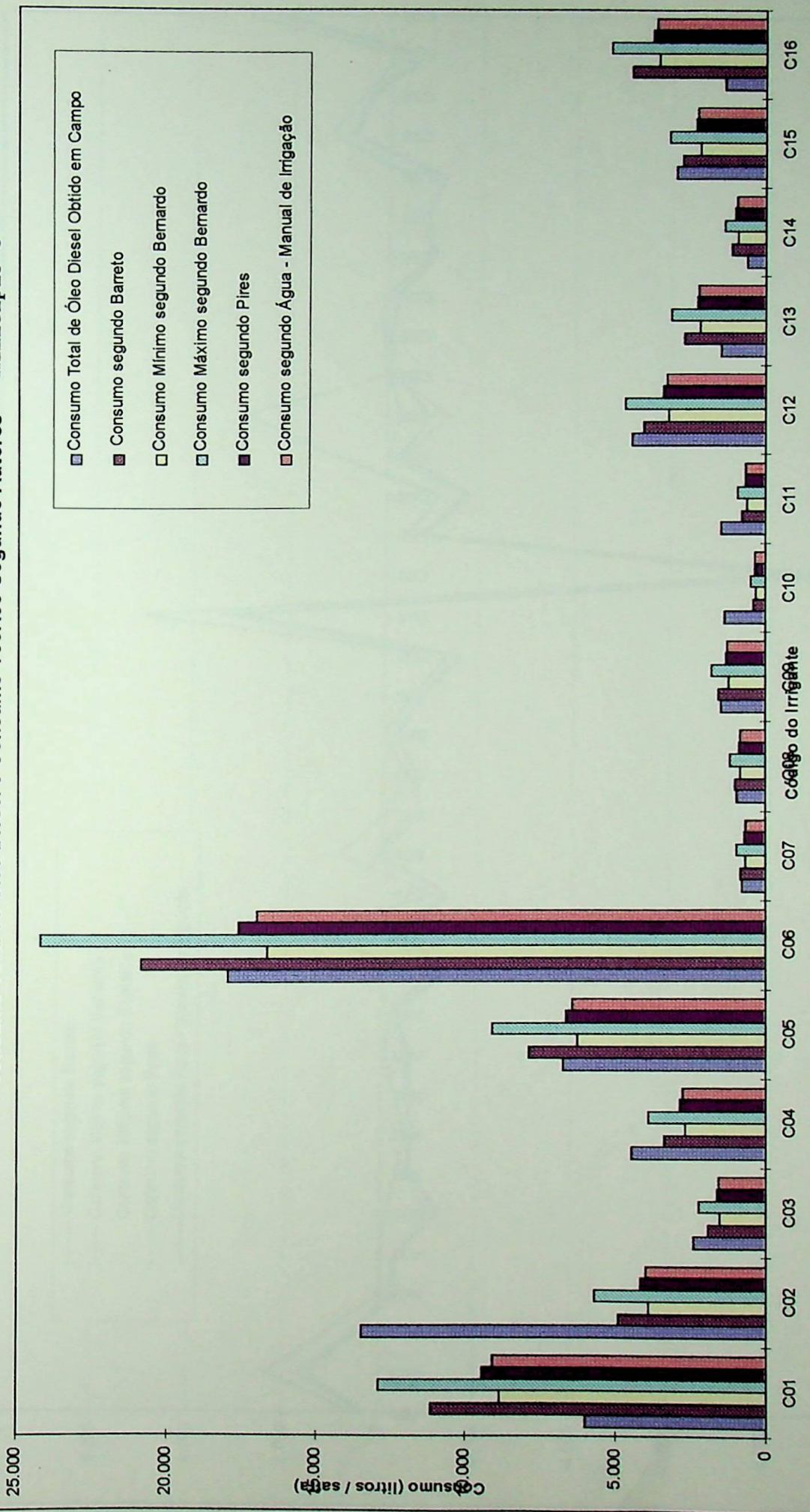
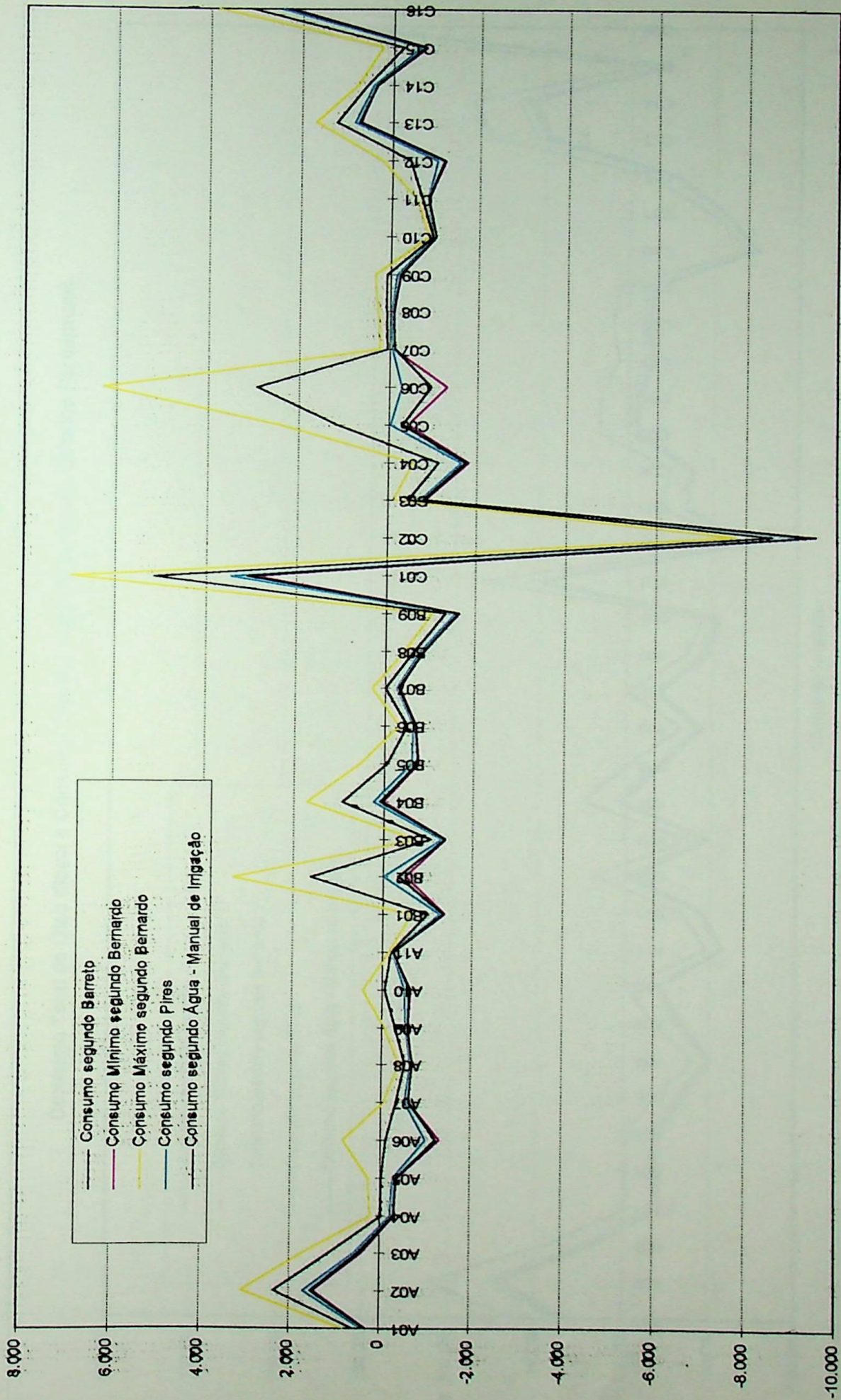


GRÁFICO 7.11

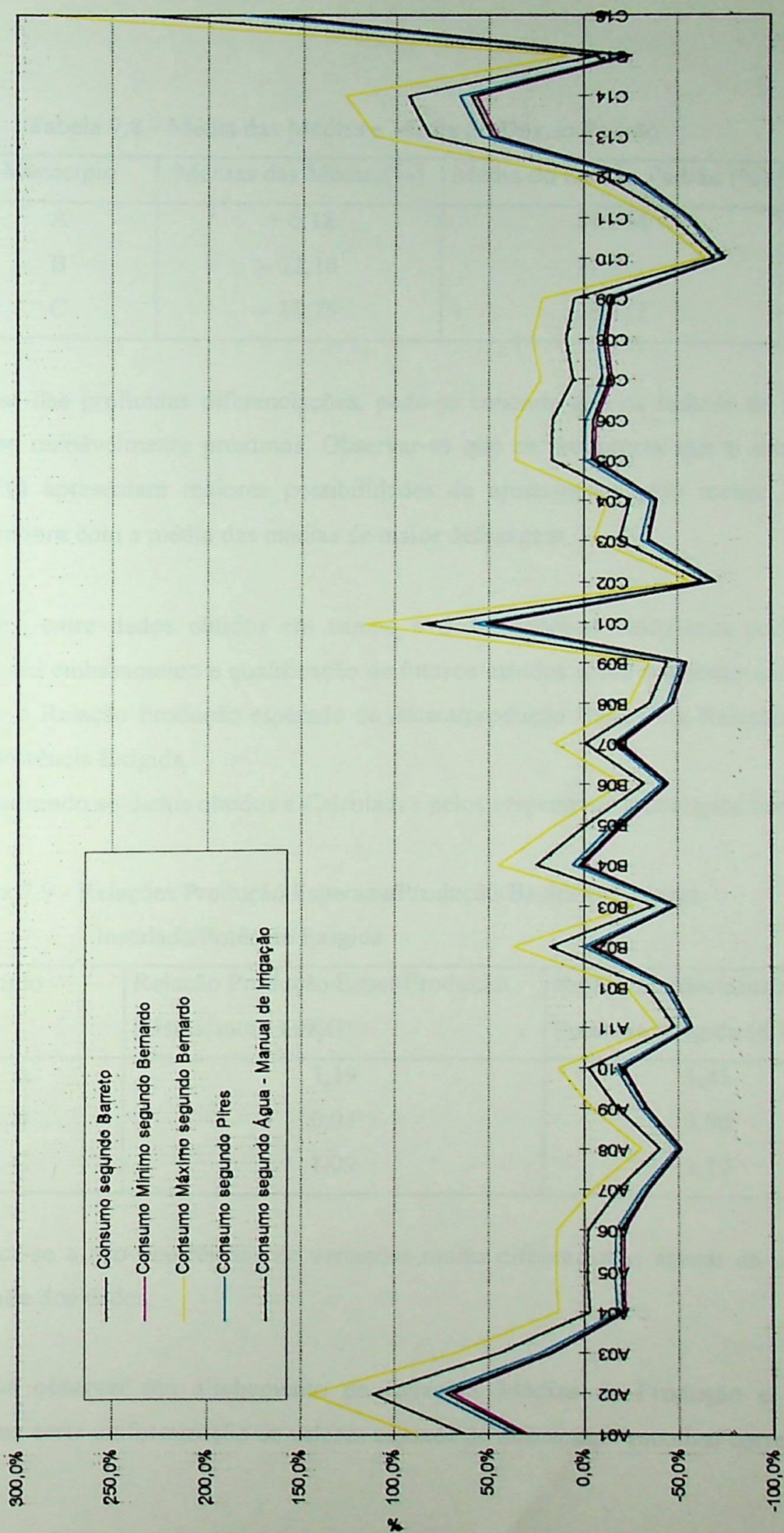
Consumo Total de Óleo Diesel e Consumo Teórico segundo Autores - Desvios Relativos



Código do Irrigante

GRÁFICO 7.12

### Consumo Total de Óleo diesel e Consumo Teórico segundo Autores - Desvios Percentuais



Código do Irrigante

GRÁFICO 7.13

Tabela 7.8 - Média das Médias e Média do Desvio Padrão

Município	Médias das Médias(%)	Média do Desvio Padrão (%)
A	+ 6,18	14,864
B	- 22,16	11,611
C	- 15,75	16,413

Apesar das profundas diferenciações, pode-se concluir que os Índices de Dispersão apresentam-se razoavelmente próximos. Observar-se que os produtores que o município B (Maria da Fé) apresentam maiores possibilidades de ajustamento pelo menor Índice de Dispersão, embora com a média das médias de maior defazagem.

- As relações entre dados obtidos em campo e dados teóricos calculados poderiam ter utilidade para embasamento e qualificação de futuros estudos sobre o assunto em epígrafe. Entre eles, a Relação Produção esperado de Batata/produção Básica e a Relação Potência Instalada/Potência Exigida.

Condensando so dados obtidos e Calculados pelos respectivos municípios tem-se:

Tabela 7.9 - Relações Produção Esperada/Produção Básica e Potência Instalada/Potência Exigida

Município	Relação Produção Esper/Produção Básica(sacos 60KG)	RelaçãoPotênciaInstalada Potência Exigida (KW)
A	1,19	1,41
B	0,93	0,96
C	1,09	1,19

Verifica-se a não ocorrências de variações muito diferenciadas apesar da extremada heterogeneidade dos dados.

Pode-se observar um alinhamento de Relações Médias de Produção e Potência, permitindo uma certa uniformização de valores capazes de direcionar “escolhas corretas”.

- Outras Relações, condensadas da tabela 7.2, também poderiam contribuir com a questão do consumo do óleo diesel na Irrigação por Aspersão Convencional no Sul de Minas, conforme abaixo representado.

Tabela 7.10- Valores Médios Existentes entre os Dados Obtidos em Campo

Município	Prod.Esp/ Área Irrig. (Sacos 60 kg/ha)	Prod. Esp/ Pot.Inst. (Sacos 60 kg/kw)	Prod. Esp./ Consumo de Óleo (Saco60 kg/l)	Potência Inst./Área Irrigada (kw/ha)	Cons. Total ÓleoDiesel/ Área Irrig. (l/ha)	Cons.Total Óleo Diesel Diesel/Pot (l/kw)
A	358	100	0,87	4,90	473	123
B	280	60	0,34	5,83	976	172
C	336	51	0,50	7,66	769	110

- As diferenças observadas entre os valores apresentados pela Relação Potência Instalada/Potência Exigida (Tabela 7.9) e Consumo de Óleo Diesel/Área Irrigada (Tabela 7.10), basicamente entre os municípios A (Itajubá) e B (Maria da Fé), estão associadas às características topográficas das áreas de cultura da batata. No município A, as lavouras na sua quase totalidade são plantadas em várzeas que margeiam o rio Sapucaí, tendo a altura de recalque bem menores que as do município B, onde a maioria das lavouras ocorrem em terrenos de encosta, de maior altura de recalque. Assim, há uma equivalência no índice da Tabela 7.9, no entanto uma grande variação no índice da Tabela 7.10, para o município de Maria da Fé, relativo ao município de Itajubá.

Embora com grandes diferenciações entre os diversos segmentos estudados em campo, os valores até aqui obtidos permitem algumas relações coerentes, conforme descritas a seguir.

- A análise dos dados estatísticos relativos as variáveis obtidas em campo e as variáveis teóricas calculadas permite inferir algumas conclusões que podem ser consubstanciadas nos seguintes pontos básicos:

Os irrigantes do município A (Itajubá) apresentam resultados médios mais compensadores em termos de:

- Consumo Médio de Óleo Diesel Obtido em Campo
- Produção Esperada/Área irrigada
- Potência Instalada/Área Irrigada
- Consumo de Óleo Diesel/Área Irrigada
- Produção Esperada/ Potência Instalada
- Produção Esperada/ Consumo Total de Óleo Diesel
- Produção Esperada/ Produção Básica

◇ Os irrigantes do município B (Maria da Fé) obtiveram resultados médios compensadores em termos de:

- Potência Instalada/Potência Exigida
- Menor Média do Desvio Padrão (Menor Dispersão)

◇ Os irrigantes do município C (Cristina) obtiveram os resultados médios mais compensadores em termos de:

- Consumo Total de Óleo Diesel/Potência Instalada.

- Se for adotado os critérios universalmente aceitos da Teoria dos Jogos na Análise da Incerteza (GREMILLET, 1982 e MASSÉ, 1997), poder-se-ia concluir que o município A (Itajubá) apresentou agricultores com melhores índices de eficiência e produtividade, ressalvando-se, no entanto, o elevado grau de incerteza que cerca tal conclusão.

## **7.4 - Apresentação e Análise dos Dados Econômicos**

### **7.4.1 - Considerações Iniciais**

A partir dos dados estatísticos obtidos em campo e teóricos calculados, foi possível através da adoção de 05 (cinco) metodologias propostas pelos autores referenciados, proceder a uma análise quantitativa entre aqueles dados colhidos e os calculados relativos ao Consumo Total de Óleo diesel por Safra na Irrigação por Aspersão Convencional da batata comum nos municípios considerados.

Tal análise proporciona uma gama de informações que estão detalhadas no sub-item d, item 7.3.4 - Dados Teóricos Calculados. Estas informações inicialmente de cunho técnico e estatístico, somadas as informações de caráter puramente econômico-financeiro, irão permitir a visualização da importância do presente estudo na contribuição da questão de consumo energético na agricultura regional.

#### 7.4.2 - Expressão Econômico - Financeira dos Valores Tabelados

Os dados ao consumo total obtido e consumo teórico calculado de óleo diesel (litros/safra) constantes da tabela 7.4, proporciona os seguintes quantitativos físicos por município e total, de acordo com a tabela 7.11

Tabela 7.11- Consumo Total Obtido e Consumo Teórico Calculado de Óleo Diesel por Município

Município	Consumo Total Obtido em Campo	Consumo Teórico Calculado				
		Barreto	Bernardo (Mínimo)	Bernardo (Máximo)	Pires	Água - Manual de Irrigação
A	23.175	25.469	20.304	29.540	21.526	20.779
B	30.525	28.452	22.687	33.004	24.052	23.238
C	68.175	70.017	55.838	81.234	59.198	57.144
Total	121.875	123.938	98.829	143.778	104.776	101.161

#### a - Consumo Total dos Grupos Levantados

O consumo médio teórico calculado para as metodologias propostas chega a 114.496 litros/safra, isto é, 94% do total do consumo obtido em campo de 121.875 litros, levantado através do Questionário de Pesquisa de Campo, de acordo com a 1ª coluna da tabela em epígrafe.

Os 36 conjuntos estudados irrigam uma área de 174,83 ha de terras. Assim o consumo total de 121.875 litros obtidos em campo de óleo Diesel, refere-se ao total de energéticos usados para bombear e distribuir água nas lavouras consideradas. O consumo

médio por área é da ordem de **697 litros por hectare**, ou melhor, 16% maior que o consumo estimado pela EMBRAPA/EMATER (1977), de **600 litros por hectare**, para projetos de irrigação por Aspersão Convencional.

O consumo médio por irrigante é da ordem de 3.386 litros/safra.

Em valores monetários, o consumo médio por irrigante de ordem de 3.386 litros/safra, ao preço unitário de **R\$0,398 por litro** (FOLHA DE SÃO PAULO, 1997), é de R\$1.347,63, ou seja, para o 36 irrigantes considerados este total chega a cifra superior a R\$48.500,00/safra.

#### b- Consumo Total dos Grupos Existentes

Se considerar a existência de 200 irrigantes naquela região, o consumo total para safra de inverno chega em torno de **677.200 litros** de óleo Diesel, ao preço unitário presente o total dos gastos operacionais com esse insumo totaliza **R\$269.525,60**, em valores presentes.

#### c- Consumo Energético pela Área e pela Produção

##### c.1- Consumo Energético pela Área

A existência de 36 irrigantes numa área 174,83 ha. permite o estabelecimento de uma área média da ordem de 4,8 ha por irrigante segundo estimativa dos técnicos da EMATER (DADOS TÉCNICOS E ECONÔMICOS, 1991), para o número de 200 irrigantes nos 3 municípios, ter-se-ia um total cultivado e irrigado de batata comum de 960 ha. Nesses termos, a expressão monetária do consumo de óleo diesel por hectare plantado e irrigado seria de R\$277,41 (duzentos e oitenta reais, setenta e seis centavos), em valores presentes.

##### c.2- Consumo Energético pela Produção.

Dados oficiais da produção estabelece um rendimento médio de 300 sacos de 60 kg por ha., plantado de batata comum (DADOS TÉCNICOS E ECONÔMICOS, 1991). Logo o consumo energético da batata seria 2,32 litros/saco, ou seja, 2,32 litros por 60 kg produzidos. Em valores monetários presentes ter-se-ia R\$0,925 por saco produzido.

## 8. CONCLUSÕES:

- Relativas à Cultura da Batata

- Indiscutivelmente a irrigação no Sul de Minas constitui uma técnica de produção altamente utilizada quando comparada à outras regiões do Brasil, principalmente na cultura da batata comum;

- As áreas plantadas com batata comum (86%) e cenoura (3,6%) totalizam 90% das áreas irrigadas e são altamente consumidoras de energia, principalmente as lavouras conhecidas como “de inverno”, pois devido a quase inexistência de chuvas nos meses de maio a outubro, utilizam elevados volumes de água para o nascimento e desenvolvimento das plantas;

- Alguns irrigantes superestimam sua produção esperada, bem acima dos limites otimistas propostos pelos órgãos de estudo e pesquisa do setor, como EMBRAPA, EMATER, EPAMIG, etc, porém para a totalidade dos irrigantes existe bastante coerência nos quantitativos de produção fornecidas.

- Relativas aos Sistemas de Irrigação

- De um total de 73.340 ha possíveis de irrigar, 20.339 ha são efetivamente irrigados, correspondendo a uma parcela de 28%, percentagem bastante destacável no contexto nacional;

- Devido às condições de itinerância das suas culturas, aliadas as características de utilização da terra, em parte constituídos de “meeiros e arrendatários”, tornam os sistemas de irrigação por aspersão acionados por óleo diesel, os preferidos na região, chegando a 95% do total;

- Os dados e informações colhidas em campo não obedecem um critério de uniformização devido a variedade de situações particulares, principalmente no tocante aos equipamentos, área e critérios usados na irrigação, o que torna uma análise estatística uma ferramenta a ser considerada com cuidado;

- De todas as variáveis levantadas e calculadas, 06 (seis) merecem tratamento especial em decorrência da sua alta importância no contexto regional: Produção de Batata, Área Irrigada, Tipo de Solo, Potência Instalada e Exigida, Energia Requerida e Consumo de Óleo Diesel, mormente este último, objeto de análise e conclusões centrais do presente trabalho;

- Não existem variações marcantes entre a Potência Instalada e a Potência Exigida (Calculada), embora na quase totalidade dos projetos (86%), os irrigantes não tenham recebido orientação técnica adequada para direcionar suas decisões de compra e uso de equipamentos;

- Relativas ao Consumo de Óleo Diesel

- A maioria dos irrigantes consomem **mais** óleo diesel (em média 67%), que as metodologias propostas pelos autores referenciados;

- Alguns irrigantes gastam excessivamente óleo diesel e deverão ser orientados de forma adequada visando eliminar tal prática onerosa;

- Por outro lado, existem irrigantes que chegam a consumir até 284% a **menos** que as metodologias propostas pelos autores;

- Em média, para os 36 irrigantes tomados em conjunto, considerando os quantitativos físicos de consumo de óleo diesel, gastam-se em torno de 1,3% a **mais** que o proposto pelas metodologias dos autores;

- Entre os 03 municípios estudados, o município A (Itajubá) apresenta melhores resultados, em eficiência e produtividade, nos estudos individuais e comparativos das diversas variáveis relevantes apresentadas nesta dissertação;

- Dados pesquisados em campo, numa área altamente produtiva como os municípios de Itajubá, Maria da Fé e Cristina, mostram que o consumo de óleo diesel é da ordem de 697 litros por hectare, superior em 16% daquele consumo estabelecido pela EMBRAPA/EMATER (1977) de 600 litros/ha, em projetos de irrigação por Aspersão Convencional;

- Considerando um consumo de 697 litros/ha de óleo diesel ao custo de R\$ 0,398 por litro, (FOLHA DE SÃO PAULO, 1977), o total gasto em termos monetários ascende a R\$48.500,00/safra, para os 36 irrigantes da região considerada;

- Estimativas da EMATER adotam como produção básica de batata por hectare o valor de 300 sacos de 60 Kg (DADOS TÉCNICOS E ECONÔMICOS, 1991), portanto a expressão monetária do conteúdo energético da irrigação da batata chega a R\$0,935 por saco, somente para a irrigação. Se o preço médio atual do produto é R\$15,00, a nível de produtor, a parcela gasta com energia em cada saco é de 6,23% do total do custos de produção.

## 9 . RECOMENDAÇÕES FINAIS:

A partir dos levantamentos efetuados, recomenda-se:

- Elaboração de um programa integrado de irrigação para a região, visando ao incremento da produção; tal programa deve incluir, obrigatoriamente, sistemas de financiamento para a aquisição de equipamentos de irrigação.
- Substituição dos motores diesel por motores elétricos para reduzir o custo da produção. A luz desta questão vários estudos técnicos e econômicos sugere eficientemente tais procedimentos, entre eles, pode-se destacar os seguintes:
  - Experiências realizadas pela ELETROPAULO, citadas por RODRIGUES et alli (1987) mostram, como decorrência de um programa de grande incentivo, substituiu-se 36% dos motores diesel por elétricos na região da Grande São Paulo, poderiam servir como possíveis estímulos a substituição energética na bataticultura regional;
  - Estudos apresentados por MELLO (1984) demonstram que o custo total de produção de batata irrigada com diesel foi superior a 8,8% ao cultivo com energia elétrica;
  - CAPRONI, PELEGRINI E SANCHES (1986) desenvolveram estudos relativos a substituição de conjuntos motobomba movidos a diesel por conjuntos elétricos, para irrigação de cebola na região de Piedade-SP, mostrando sua total viabilidade e sugerindo mesmos procedimentos para outras culturas anuais;
  - Estudos desenvolvimentos por CAMARGO (1986), relativos a previsão de demandas de energia elétrica e por CAGNON (1990), quanto o uso da energia elétrica nos Sistemas de Pivô Central, na região de Guaira-SP: em áreas cuja parcela de irrigação é significativa, semelhante a área estuda nesta dissertação, poderiam oferecer suporte adequado a uma nova política de uso energético alternativo à agricultura local;

- RODRIGUES et alli (19787) mostram os custos totais, fixos e variáveis dos diversos conjuntos motobomba acionados pelas três alternativas energéticas: diesel, eletricidade e gás, para acionamento de sistema de irrigação por aspersão convencional no Sul de Minas e chegaram a situação apresentada no Gráfico 9.1 abaixo:

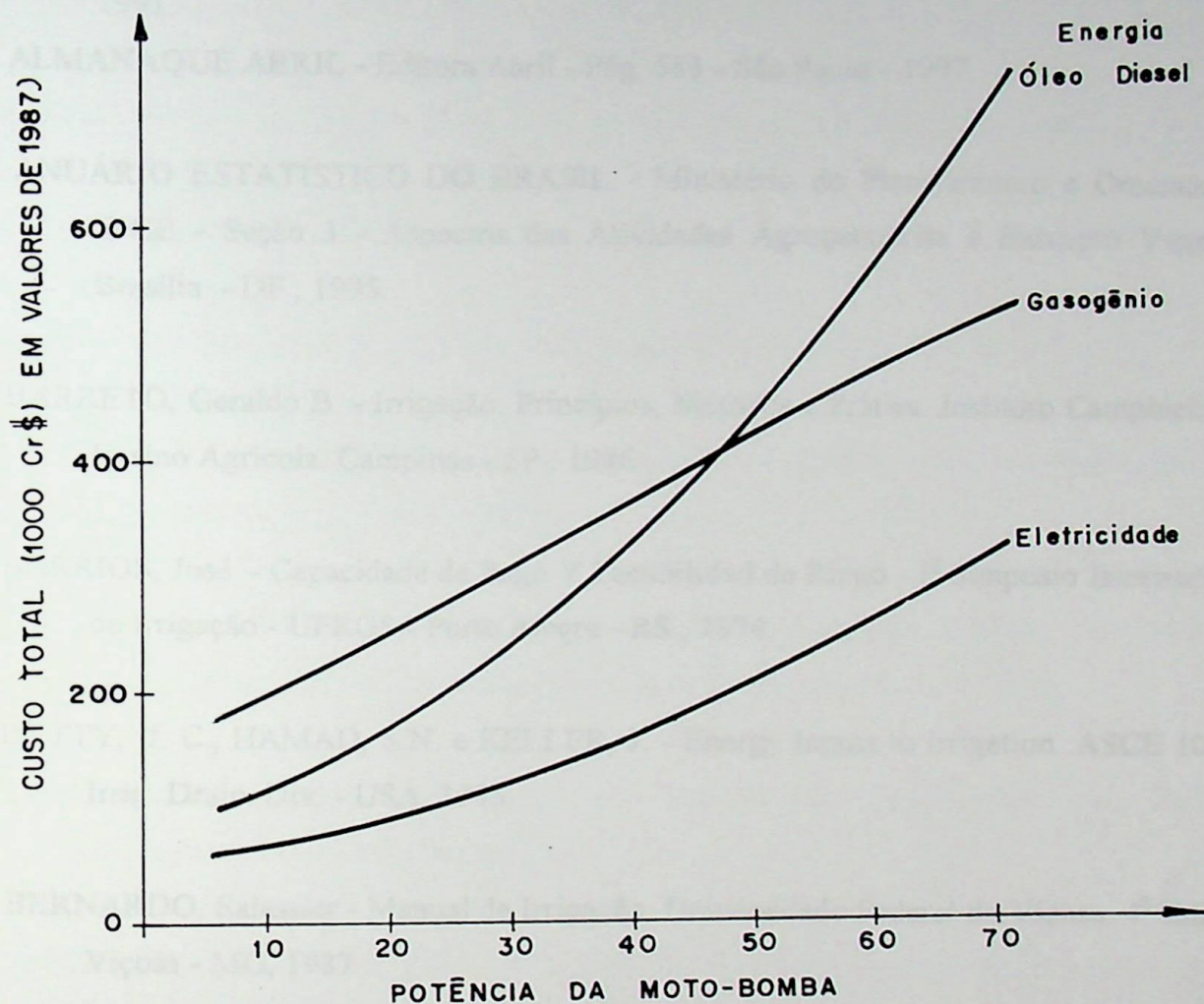


GRÁFICO 9.1\_ RELAÇÃO POTÊNCIA DA MOTO-BOMBA/CUSTO TOTAL

- Montar campanha de esclarecimento direcionado aos usuários-irrigantes para demonstrar as grandes vantagens do Sistema de Irrigação por Aspersão Convencional, em relação aos outros possíveis sistemas a serem utilizados na lavoura da batata;
- Propor programa de treinamento para técnicos e agricultores da região;
- Estabelecer um programa de difusão das técnicas correntes de uso dos diversos componentes de um sistema de irrigação por aspersão convencional;
- Promover através das Prefeituras Municipais, cursos preparatórios das técnicas de irrigação, ao pessoal de campo, junto as lavouras irrigadas.

## 10 - BIBLIOGRAFIA BÁSICA

1. "AGUA - MANUAL DE IRRIGAÇÃO" - Guia Rural , Cap. 2 - Energia , Editora Abril - 1991.
2. ALMANAQUE ABRIL - Editora Abril - Pág. 583 - São Paulo - 1997.
3. ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO BRASIL - Ministério do Planejamento e Orçamento - IBGE - Seção 3 - Aspectos das Atividades Agropecuárias e Extração Vegetal - Brasília - DF , 1995.
4. BARRETO, Geraldo B. - Irrigação: Princípios, Métodos e Prática. Instituto Campineiro de Ensino Agrícola. Campinas - SP , 1986.
5. BARRIOS, José - Capacidade de Pago Y Factibilidad de Riego - I<sup>o</sup> Simpósio Internacional de Irrigação - UFRGS - Porto Alegre - RS , 1974.
6. BATTY, J. C., HAMAD, S.N. e KELLER, J. - Energy Inputs to Irrigation. ASCE 101, J. Irrig. Drain. Div. - USA, 1975.
7. BERNARDO, Salassier - Manual de Irrigação. Universidade Federal de Viçosa. 4<sup>o</sup> Edição. Viçosa - MG, 1987.
8. CAGNON J. A. - Uso da Energia Elétrica nos Sistemas de Pivô Central, nas Áreas Irrigadas do Município de Guaira-SP - Dissertação de Mestrado - Faculdade de Ciências Agrônômicas - UNESP - Botucatu - SP, 1990 .
9. CAMARGO, J. - Projeção de Demandas em Áreas com Irrigação - XI Conferência Latino-Americana de Eletrificação Rural - Companhia Paranaense de Energia-COPEL - Curitiba - PR , 1986.
10. CAPRONI, N.; PELEGRINI, M. M.; SANCHES. L. - A Experiência da CESP na Substituição de Conjuntos Moto-Bombas movidas a Diesel por Conjuntos Elétricos, para Irrigação na Região de Piedade - SP - XI Conferência Latino-Americana de Eletrificação Rural. Companhia Paranaense de Energia. COPEL- Curitiba- PR, 1986.

11. CAVALCANTE, Adeildo Lopes - MANCHETE RURAL, nº 71 , Bloch Editores S/A  
Março, 1993.
12. DADOS TÉCNICOS E ECONÔMICOS DA CULTURA DA BATATA - Escritório  
Regional da EMATER- Pouso Alegre - MG ,1991
13. DIAS, Felipe - MANCHETE RURAL, nº 66 , Bloch Editores S/A - Outubro, 1992.
14. EMBRAPA/EMATER - Sistema de Produção para a Cultura da Batata - Brasília - DF  
1977.
15. ENCICLOPÉDIA DELTA LAROUSSE. Vol. XIV - 2<sup>o</sup> Edição, 1973.
16. FOLHA DE SÃO PAULO. Caderno Dinheiro, Edição.15/06/97 - Fonte: BCSP e  
CEAGESP - Junho/1997 - São Paulo - SP.
17. GOVERNO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. Economia Mineira, Diagnóstico e  
Perspectivas. Vol. III Agropecurária - Belo Horizonte, M.G., 1989.
18. GREMILLET, Alam - Selection et Controle des Investissements - Éditions  
D'Organizacion -Paris-França, 1982.
19. HEMERY, D.; DEBEIR, J.C.; DELEAGE, J.P. - Uma História da Energia - Ed. da  
Universidade de Brasília - Brasília - DF, 1993;
20. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE - Diretoria de  
Geociências - DGC - NDI/EDT - Brasília - DF, 1990.
21. INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS APLICADAS - IGA - Secretaria de Ciência e  
Tecnologia - Estado de Minas Gerais - Belo Horizonte - MG - 1980.
22. KNUTSON, G. D., CURLEY, R.G., ROBERTS, E. B., HAGON, R.M. e CERVINKA,  
V. - Pumping Energy Requirements for Irrigation in California. Special Publication  
3215. Division of Agricultural Sciences. University of California, USA , 1978.

23. MAKISHIMA, Nozomu - Irrigação na Cultura da Batata - CNPH/EMBRAPA - Secretaria de Agricultura e Abastecimento/SP - São Paulo, 1989.
24. MANUAL BÁSICO SOBRE IRRIGAÇÃO. Asbrasil - Manual Técnico, São Paulo - SP, 1987.
25. MAROUELLI, Waldir A. - Irrigação na Cultura da Batata - CNPH/EMBRAPA - Item - Irrigação e Tecnologia Moderna - n<sup>o</sup> 29 - Brasília - DF - 1987.
26. MASSÉ, Pierre - Le Choise d'Incertumbre - Éditions Dunod - Paris - França, 1997.
27. MELLO, N. T. C. - Estudo Econômico do Emprego da Irrigação com Energia Fóssil Versus Energia Elétrica - EMBRAPA- Brasília - DF, 1984.
28. MINISTÉRIO DA IRRIGAÇÃO - Programa Nacional de Irrigação (PRONI) Proposta Básica - Síntese 1986/1990 - Brasília-DF - 1986.
29. NOGUEIRA, L.A.H., e RODRIGUES, V.L. - Uma breve Introdução à Tecnologia de Irrigação - Grupo de Agroenergia da EFEI - Itajubá - MG, 1991.
30. OLITTA, A.F.L. - Os Métodos de Irrigação - Livraria Nobel S/A - São Paulo - SP 1987.
31. OLIVEIRA, A. C.S. e MIRANDA, S.F. - Aspectos Econômicos da Cultura da Batata - Revista Informe Agropecurário - Belo Horizonte - MG - 1981.
32. PIRES, Elias T. - Irrigação por Aspersão: Dimensionamento. EMATER. Belo Horizonte - MG, 1982.
33. RODRIGUES, V. L.; NOGUEIRA, L.A.H.; SANTOS, A.H.M. - Análise Energética e Econômica da Irrigação da Batata no Sul de Minas Gerais. EFEI. Itajubá. M.G., 1987.
34. SANTOS, Afonso H.M. - Planejamento de Centrais Hidrelétricas de Pequeno Porte. Tese de Doutorado. UNICAMP. Campinas - SP, 1987.

35. SANTOS, A.H.M. e BAJAY, S.V. - Sistematização do Estudo da Demanda de Energia Elétrica para Irrigação - XI Conferência Latina Americana de Eletrificação Rural - Companhia Paranaense de Energia - COPEL - Curitiba - PR, 1986.
36. SCALOPPI, Edmar José - Características dos Principais Sistemas de Irrigação - Item - Irrigação e Tecnologia Moderna - Ed. nº 25 - 1986a.
37. SCALOPPI, Edmar José - Exigências de Energia para Irrigação - Item - Irrigação e Tecnologia Moderna - Ed. nº 21 - 1985.
38. SCALOPPI, Edmar José - Potencial para Redução do Consumo Energético em Irrigação - UNESP Botucatu - SP - VII CONIRD, 1986b.
39. SPIEGEL, Murray R. - Estatística- Coleção Schaum - Editôra Ao Livro Técnico S.A. - Rio de Janeiro - RJ, 1967.
40. TELLES, D. D.; GUIMARÃES, S.; POMPEU, C.T. - Capacitação Básica em Irrigação - Programa de Treinamento Técnico - ABIP - Ribeiro Preto - S.P. , 1984.
41. TELLES, D. D.; OLITTA, A.F.L.; SCALOPPI, E. J. - Elaboração de Projetos de Irrigação- Programa Nacional de Irrigação - CTH - Brasília - DF , 1986.
42. TESTEZLAF, Roberto - Notas de Aula - AP- 209 - Engenharia de Irrigação - FEAGRI-UNICAMP, 1990.
43. TIBAU, ARTHUR O. - Técnicas Modernas de Irrigação - Livraria Nobel S/A - São Paulo - SP, 1976.
44. WENSINK, R.B., WOLF, J.W. e KIZER, M. A. - Simulating Farm Irrigation - System Energy Requirements. Oregon State University, Oregon - USA, 1976

## A - PROGRAMAS GOVERNAMENTAIS EM IRRIGAÇÃO

## 1 - Introdução

A agricultura brasileira, em seus aspectos relativos aos recursos, planejamento, de longo prazo:

## 1 - Introdução

## 2 - Características da produção em irrigação

## 3 - Análise dos países de irrigação no mundo

## Tendo em vista:

condições básicas de planejamento de irrigação:

## 1 - Incorporar novos dados estatísticos e pesquisas prévias

## 2 - planejar a irrigação em função da disponibilidade de recursos

## PROGRAMAS GOVERNAMENTAIS EM IRRIGAÇÃO



## A - PROGRAMAS GOVERNAMENTAIS EM IRRIGAÇÃO

### 1 - Introdução

A agricultura brasileira em sofrido significativas mudanças em decorrências, principalmente, de 3 fatores básicos:

- 1 - crescimento populacional;
- 2 - concentração da população em áreas urbanas;
- 3 - melhoria dos padrões de compra pela população.

Tendo em vista que é de fundamental importância atender as necessidades básicas do país, o governo deve mobilizar recursos humanos e materiais visando:

- 1 - incorporar novas áreas agricultáveis ao processo produtivo;
- 2 - promover o aumento da produtividade do trabalho e da terra;
- 3 - levar a quantidade e a qualidade dos produtos agrícolas a disposição da sociedade.

Portanto, para que esses objetivos sejam efetivamente atingidos, é necessário:

- melhoria dos níveis de conhecimento científico;
- maior domínio da tecnologia
- elevação do nível de eficiência dos sistemas produtivos;
- sementes melhoradas;
- eficiência e nacionalidade no uso dos insumos;
- cultivo de máxima produtividade;
- manejo e administração mais eficientes.

O uso da irrigação somada aos fatores citados propicia às forças produtivas da nação, a concretização do seu objetivo maior, a maximização dos produtos com os mínimos riscos possíveis. Assim, qualquer nação que deseja passar do estado de subdesenvolvimento para o processo de desenvolvimento, fortalecendo e consolidando seus setores produtivos, principalmente o setor primário, não pode prescindir do indispensável binômio “tecnologia mais agricultura irrigada.”

## 2 - O Programa Nacional de Irrigação (PRONI)

### 2.1 - Apresentação

O Programa Nacional de Irrigação (MINISTÉRIO DE IRRIGAÇÃO - 1986), foi instituído pelo então presidente José Sarney, em 12 de fevereiro de 1986, com uma proposta básica válida para o período 1986 - 1990. Paralelamente, foi elaborado o plano operativo de investimentos para 1986, que permitiu realizar até, o final daquele ano, em estudos e infra-estruturas de irrigação investimentos da ordem de CZ\$ 700 milhões ( $\cong$  US\$ 50milhões).

A estratégia básica do PRONI está alicerçada na iniciativa privada, sem a construção de grandes obras públicas. As ações são fundamentalmente voltadas para o apoio ao setor de agricultores já estabelecidos. Tais ações estão sendo executadas por organismos existentes nos âmbitos estadual e federal. Nenhum organismo foi ou está sendo criado com esse objetivo, conforme afirmativa governamental. O programa visa aumentar a produção de alimentos, especialmente grãos (arroz, milho, feijão, soja e trigo), frutas e hortaliças para a mesa e para a indústria.

O principal objetivo do programa é minimizar os riscos da produção agrícola e conseqüentemente aumentar a oferta de alimentos. Em obediência a essa finalidade estabeleceu-se as seguintes pretensões básicas:

- 1 - aumentar a produtividade agrícola com o uso da irrigação;
- 2 - possibilitar a ocorrência de mais uma safra anual;
- 3 - utilizar com maior intensidade a capacidade já instalada;
- 4 - gerar estoques reguladores;
- 5 - aumentar a rentabilidade do produtor rural;
- 6 - reduzir os riscos de frustrações de safras

## 2.2 - Os Números do PRONI

O Programa Nacional de Irrigação divide-se em dois grandes sub-programas:

- PROINE - Programa de Irrigação do Nordeste, cujo objetivo era irrigar 1.084.000 ha. até o ano de 1990, envolvendo todos os estados pertencentes a Região Nordeste;
- PRONI - Programa Nacional de Irrigação, envolvendo as demais regiões do país em cujas áreas deveriam ser irrigados 1.955.000 ha, divididos da seguinte forma: Região Norte 115.000 ha., Região Sul 652.000 ha., Região Sudeste 686.000 ha. e Região Centro Oeste 501.000 ha.

## TÓPICOS IMPORTANTES SOBRE A ESPECIFICAÇÃO DE SISTEMAS DE IRRIGAÇÃO

### 1 - Ação dos ventos

A ação dos ventos é um fator muito importante na escolha do método de irrigação. De fato, o vento pode afetar consideravelmente a eficiência de qualquer sistema. Também afeta, porém de maneira muito pequena, a quantidade de água aplicada por superfície, sendo os métodos a aspersão e o pivô centralizados os menos afetados.

No método de irrigação por aspersão, o vento pode causar uma distribuição desigual da água que pode ser evitada através da utilização de sistemas de aspersão de baixa velocidade ou por meio de marcadores.

## ANEXO B

# TÓPICOS IMPORTANTES SOBRE A ESPECIFICAÇÃO DE SISTEMAS DE IRRIGAÇÃO

### 2 - Fatores que afetam a eficiência de qualquer sistema de irrigação

#### a - Irrigação por aspersão

Devido ao fato de que a aspersão é muito sensível a mudanças,

- taxa de evaporação de água na superfície e condições de irrigação do solo;

- necessidade de água na cultura, dependendo da quantidade de nutrientes. Pode variar a profundidade da água, a taxa de irrigação e a frequência.

- Ação dos ventos, a velocidade do vento e a eficiência de aplicação.

#### b - Irrigação por superfície

Devido ao fato de que a taxa de evaporação é muito sensível a mudanças de condições, dependendo da taxa de irrigação e da frequência.

Alguns ventos e condições podem afetar a eficiência de aplicação de água. Alguns ventos e condições podem afetar a eficiência de aplicação de água.

## **B - TÓPICOS IMPORTANTES SOBRE A ESPECIFICAÇÃO DE SISTEMAS DE IRRIGAÇÃO**

### **1 - Ação dos ventos**

A ação dos ventos é um fator muito importante na escolha do método de irrigação. De fato, o vento pode afetar consideravelmente o sistema de irrigação por aspersão. Também afeta, porém de maneira menos acentuada, alguns sistemas de irrigação por superfície, como os tabuleiros e as faixas em declive.

No método da irrigação por aspersão o vento pode modificar a distribuição da água que cai no solo. A má distribuição da água, causada pela ação do vento, pode ser parcialmente corrigida reduzindo a diferença de tempo entre uma aspersão e a seguinte. Para as regiões onde os ventos fortes sopram num sentido predominante, recomenda-se posicionar os aspersores de modo a compensar o efeito desses ventos (por exemplo, deslocamento o espaçamento entre os aspersores, na direção do vento). Outra medida consistente é não irrigar quando sopram os ventos mais fortes, caso eles costumem ocorrer durante determinadas horas do dia.

### **2 - Fatores que afetam a seleção de um método de aplicação de água**

#### **a - Irrigação por aspersão:**

- Declive do solo: adaptável a superfícies planas e inclinadas;
- Taxa de infiltração de água no solo: adaptável a qualquer taxa de infiltração do solo;
- Necessidade de água na cultura: adaptável a quase todas as lavouras. Pode ajudar a promover fungos e doenças em folhagens e frutas;
- Ação dos ventos: o vento pode afetar a eficiência de aplicação.

#### **b - Irrigação por superfície**

- Declive do solo: a área deve ser sistematizada para adequar declives ou contornos (declives de 0 a 1% para a maior parte dos sistemas). Algumas vezes é possível inundar declives ligeiramente mais íngremes cobertos de grama.

- Taxa de infiltração de água no solo: não é geralmente recomendado para solos com taxas de infiltração superiores a 25 mm/h ou com taxas extremamente baixas de infiltração tais como a turfa e o solo orgânico. Adaptável somente a solos com textura de média a fina, com moderado a bom movimento capilar.
- Necessidade de água da cultura: Adaptável à maioria das lavouras. Pode ser prejudicial as culturas de raízes e às plantas que não toleram água na raiz.
- Ação do vento: os ventos fortes podem afetar a eficiência de aplicação em solos expostos. Geralmente não é considerado um fator importante.

#### **c - Irrigação por gotejamento:**

- Declive do solo: adaptável a todos os declives de solo;
- Taxa de infiltração de água no solo: adaptável a todos as taxas de infiltração;
- Necessidade de água da cultura: sem problemas;
- Ação do vento: sem efeito

#### **d - Irrigação abaixo da superfície**

- Declive do solo: a área deve ser nivelada e uniformizada;
- Taxa de infiltração de água no solo: adaptável somente àqueles solos que possuem uma camada impermeável abaixo da zona da raiz ou de um lençol freático elevado controlável;
- Necessidade de água da cultura: adaptável a quase todas as culturas;
- Ação do vento: sem efeito.

## C - QUESTIONÁRIO DE PESQUISA DE CAMPO

Este questionário se destina a levantar dados relativos à irrigação por aspersão na cultura da batata comum (*Solanum Tuberosum*) no Sul de Minas, micro-região de Itajubá. Sua finalidade é didática, objetivando desenvolver dissertação de mestrado na área de Conversão de Energia no Curso de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica da Escola Federal de Engenharia de Itajubá-MG.

### TRABALHO DE CAMPO

PESQUISADOR:

DATA:

### PROCESSAMENTO DA INFORMAÇÃO

CODIFICADOR:

CONFERIDO POR:

DATA:

Nº

### I. IDENTIFICAÇÃO DA PROPRIEDADE

1. MUNICIPIO:

2. LOCALIZAÇÃO:

3. NOME DO PROPRIETÁRIO:

4. ÁREA TOTAL:

5- ÁREA IRRIGADA:

6- NOME DO IRRIGANTE:

7- COOPERADO:

[ ] SIM

[ ] NÃO

8- QUAL A COOPERATIVA?

II. DADOS SOBRE A LANTINA

1. TIPO DA CULTURA:  CAVATA

2. VARIETADES:

3. ÁREA CULTIVADA:

4. A TERRA CULTIVADA É:

PARCEIRA

PRÓPRIA

OUTRO SISTEMA

ARRENDADA

5. A CULTURA É IRRIGADA?  SIM  NÃO

6. QUAL PAÍS DE DESENVOLVIMENTO ESTA A CULTURA?

7. ESPÉCIE

GERMINAÇÃO

8. DESENVOLVIMENTO VEGETATIVO

FLORAÇÃO

9. DUREZA

**ANEXO C**

**QUESTIONÁRIO DE PESQUISA DE CAMPO**

1. LOCAL: \_\_\_\_\_

2. GOVERNO: \_\_\_\_\_

3. QUAL É A SUA PERSPECTIVA DE PRODUÇÃO PARA AS PRÓXIMAS

SAFRAS (QUANTIFICAR ESTA VARIÁVEL)

AUMENTAR

DIMINUIR

PERMANECER INALTERADO

III. DADOS SOBRE A DEPENDÊNCIA

1. QUAL O TIPO DE CAPTAÇÃO?

RIO

LAGUNA

POÇO ARTESIANO

OUTROS

2. QUAL O TIPO DE DEPENDÊNCIA ADOTADA?

DEPENDE

INDEPENDENTE

INTERMEDIÁRIO

OUTROS

## II. DADOS SOBRE A CULTURA

1. TIPO DA CULTURA:  BATATA
2. VARIEDADES:
3. ÁREA CULTIVADA: .....ha.
4. A TERRA CULTIVADA É:
 

<input type="checkbox"/> PARCERIA	<input type="checkbox"/> PRÓPRIA
<input type="checkbox"/> OUTRO SISTEMA	<input type="checkbox"/> ARRENDADA
5. SUA CULTURA É IRRIGADA?  SIM  NÃO
6. EM QUAL FASE DE DESENVOLVIMENTO ESTÁ A CULTURA?
 

<input type="checkbox"/> PLANTIO	<input type="checkbox"/> GERMINAÇÃO
<input type="checkbox"/> CRESCIMENTO VEGETATIVO	<input type="checkbox"/> FLORAÇÃO
<input type="checkbox"/> MATURAÇÃO	
7. QUAL É A PRODUÇÃO BÁSICA DE BATATA POR SAFRA?
 

ÁGUAS .....	SACAS 60 kg
SECA .....	SACAS 60 kg
INVERNO.....	...SACAS 60 kg
8. QUAL É A SUA PERSPECTIVA DE PRODUÇÃO PARA AS PRÓXIMAS SAFRAS? (QUANTIFICAR ESTA VARIAÇÃO)
 

<input type="checkbox"/> AUMENTAR	<input type="checkbox"/> DIMINUIR
<input type="checkbox"/> PERMANECER INALTERADO	

## III. DADOS SOBRE A IRRIGAÇÃO

1. QUAL O TIPO DE CAPTAÇÃO?
 

<input type="checkbox"/> RIO	<input type="checkbox"/> AÇUDE
<input type="checkbox"/> POÇO ARTESIANO	<input type="checkbox"/> OUTROS
2. QUAL O TIPO DE IRRIGAÇÃO ADOTADA?
 

<input type="checkbox"/> SUPERFÍCIE	<input type="checkbox"/> ASPERSÃO
<input type="checkbox"/> GOTEJAMENTO	<input type="checkbox"/> OUTROS

3. OS EQUIPAMENTOS DE IRRIGAÇÃO SÃO DO IRRIGANTE?

SIM  NÃO

4. NO CASO DE SEREM DE TERCEIROS, QUAL A FORMA DE PAGAMENTO?

ALUGUEL  EMPRÉSTIMO

PARTICIPAÇÃO NA CULTURA  OUTROS.

5. PELO USO DOS EQUIPAMENTOS, O VALOR PAGO ANUALMENTE ESTÁ EM TORNO DE: .....

6. QUAL O TIPO DE MOTOR DE ACIONAMENTO?

ELÉTRICO  DIESEL

GASOLINA  OUTRO TIPO

7. POR QUE VOCÊ ESCOLHEU ESTE TIPO DE ACIONAMENTO?

8. QUAIS SÃO AS CARACTERÍSTICAS GERAIS DO (S) MOTORE(S)?

QUANTIDADE	MARCA	POTÊNCIA
1		
2		
3		
4		
5		

9. QUAL O TIPO DE BOMBA USADA?

CENTRÍFUGA  SUBMERSA

OUTRA

**10. QUAL(IS) AS CARACTERÍSTICAS GERAIS DA(S) BOMBA(S)?**

	QUANTIDADE	MARCA	VAZÃO
1			
2			
3			
4			
5			

**11. QUAL O TIPO DAS TUBULAÇÕES USADAS?**

PVC
  ALUMÍNIO  
 AÇO ZINCADO
  OUTROS

**12. QUAIS SÃO AS CARACTERÍSTICAS GERAIS DOS TUBOS?**

	QUANTIDADE	DIÂMETRO	COMPRIMENTO
1			
2			
3			
4			
5			

**13. QUAIS OS TIPOS DE ASPERSORES USADOS?**

UM BOCAL
  DOIS BOCAIS

**14. OS ASPERSORES USADOS SÃO:**

PEQUENOS (10 A 20 M.C.A.) (1/2 POLEGADA)  
 MÉDIOS (20 A 40 M.C.A.) (1 POLEGADA)  
 GRANDES (40 A 80 M.C.A.) (1 ½ POLEGADA)

**15. QUAL(IS) O(S) DIÂMETRO(S) DO(S) BOCAL(IS)?**

**16. QUAL O ESPAÇAMENTO ENTRE OS ASPERSORES?**



25. EM CASO AFIRMATIVO, EM QUAL(IS) EQUIPAMENTO(S)?

26. QUAL É O CONSUMO ENERGÉTICO SEMANAL (OU DIÁRIO) DOS EQUIPAMENTOS DE:

ÓLEO DIESEL:..... (LITROS)

ENERGIA ELÉTRICA:..... (KW/h)

GASOLINA:..... (LITROS)

OUTROS:.....

27. O EQUIPAMENTO DE IRRIGAÇÃO FOI FINANCIADO?

SIM

NÃO

28. NA AQUISIÇÃO DO EQUIPAMENTO VOCÊ RECEBEU ORIENTAÇÃO TÉCNICA?

SIM

NÃO

29. QUAL É O TEMPO DE IRRIGAÇÃO POR SAFRA DE BATATA?

ÁGUAS:..... DIAS

SECA:..... DIAS

INVERNO..... DIAS

30. QUAL É O PERÍODO DO DIA QUE VOCÊ USA A IRRIGAÇÃO?

MANHÃ

TARDE

NOITE

31. EM MÉDIA QUAL É O TEMPO GASTO COM IRRIGAÇÃO POR DIA DURANTE A VIDA DA CULTURA?

.....hs.

32. QUAL O TEMPO GASTO EM CADA POSIÇÃO PARA A BATATA?

.....hs.

IV - INFORMAÇÕES EXTRAS QUE DEVERÃO SER COLHIDAS PELOS ENTREVISTADORES

1. FAZER UM DESENHO(CROQUIS) DA LAVOURA IRRIGADA
2. VERIFICAR A ALTURA DE RECALQUE
3. VERIFICAR A ALTURA DE SUCCÃO
4. VERIFICAR AS CONDIÇÕES DE OPERAÇÃO DOS EQUIPAMENTOS
5. VERIFICAR QUANTO A PERDA DE ÁGUA:  
PERDAS SUPERFICIAIS  
VAZAMENTOS NAS TUBULAÇÕES  
IRRIGAÇÃO FORA DA ÁREA CULTIVADA  
PERCOLAÇÃO PROFUNDA
6. VERIFICAR O TIPO DE SOLO  

<input type="checkbox"/> ARGILOSO	<input type="checkbox"/> BARRO- ARGILOSO
<input type="checkbox"/> ARENOSO	<input type="checkbox"/> BARRO-ARENOSO
<input type="checkbox"/> TURFA	<input type="checkbox"/> ARGILOSO ARENOSO
7. VERIFICAR A QUALIDADE DA ÁGUA
8. VERIFICAR O COMPRIMENTO PARCIAL E TOTAL DO SISTEMA
9. VERIFICAR A PRESSÃO DE SERVIÇO E A VAZÃO DO SISTEMA
10. DAR UM PARECER FINAL

\*\*\*\*\*

D- TABULAÇÃO DOS RESULTADOS OBTIDOS PELO QUESTIONÁRIO DE PESQUISA DE CAMPO.

I. IDENTIFICAÇÃO DA PROPRIEDADE  
MUNICÍPIO DE ITAMBÉ - COMGO A

Nº	NOME DO BRIGANTE	PROPRIEDADE	ÁREA (HECTÁREAS)	CULTURA
01	Genésio Machado Baptista	Sítio São José	2,50 ha	Batata
02	Mauro Batista Ribeiro	Sítio L. Gomes	14,00 ha	Batata
03	Otávio Afonso da Costa	Sítio São José	4,00 ha	Batata
04	Antônio Carlos da Costa	Sítio J. Silva	3,50 ha	Batata
05	Daniel Batista	Sítio São José	4,20 ha	Batata
06	Genésio Machado Baptista	Sítio São José	13,20 ha	Batata
07	Mauro Batista Ribeiro	Sítio São José	1,50 ha	Batata
08	João Vilva da Costa	Sítio São José	1,50 ha	Batata
09	Francisco Manoel Pereira	Sítio M. Pereira	2,40 ha	Batata
10	Osvaldo Gomes de Farias	Sítio São José	1,00 ha	Batata
11	Genésio Machado Baptista	Sítio São José	4,20 ha	Batata

**ANEXO D**

MUNICÍPIO DE ITAMBÉ - COMGO B

Nº	NOME DO BRIGANTE	PROPRIEDADE	ÁREA (HECTÁREAS)	CULTURA
01	Genésio Machado Baptista	Sítio São José	2,50 ha	Batata
02	Mauro Batista Ribeiro	Sítio São José	14,00 ha	Batata
03	Otávio Afonso da Costa	Sítio São José	4,00 ha	Batata
04	Antônio Carlos da Costa	Sítio J. Silva	3,50 ha	Batata

**TABULAÇÃO DOS RESULTADOS OBTIDOS PELO QUESTIONÁRIO DE PESQUISA DE CAMPO**

Nº	NOME DO BRIGANTE	PROPRIEDADE	ÁREA (HECTÁREAS)	CULTURA
01	João Carneiro	Sítio São José	7,50 ha	Batata
02	João Mauro Martins	Sítio São José	15,00 ha	Batata
03	Silvino L. de Paula	Sítio São José	2,50 ha	Batata
04	João Pereira T. Sobrinho	Sítio São José	3,00 ha	Batata
05	Marcos A.T. Pereira	Sítio São José	3,00 ha	Batata
06	Alcides Agostinho Mendes	Sítio São José	26,00 ha	Batata
07	João Lopes e Ladeira	Sítio São José	2,00 ha	Batata
08	Antônio C. Cruz Cavalcanti	Sítio São José	1,50 ha	Batata
09	João Marco de Paula	Sítio São José	1,50 ha	Batata
10	João Garcia	Sítio São José	1,00 ha	Batata
11	João João Almeida	Sítio São José	2,00 ha	Batata
12	João Carneiro	Sítio São José	8,00 ha	Batata
13	Benedito Artur de Almeida	Sítio São José	4,00 ha	Batata
14	Benedito R. Torres	Sítio São José	2,00 ha	Batata
15	Eduardo Pereira	Sítio São José	1,50 ha	Batata
16	Alcides Agostinho Mendes	Sítio São José	4,20 ha	Batata

**D - TABULAÇÃO DOS RESULTADOS OBTIDOS PELO QUESTIONÁRIO DE PESQUISA DE CAMPO.**

**I. IDENTIFICAÇÃO DA PROPRIEDADE**

**MUNICÍPIO DE ITAJUBÁ- CÓDIGO A**

Nº	NOME DO IRRIGANTE	DO PROPRIEDADE	ÁREA IRRIGADA	CULTURA
01	Geziel Machado Baptista	Sítio Sta.Cruz	3,63 ha	Batata
02	Mauro Batista Ribeiro	Sítio J. Cortez	10,00 ha	Batata
03	Otácio Alkimin da Costa	Sítio Salão	4,00 ha	Batata
04	Antônio Carlos da Costa	Sítio J. Silva	3,60 ha	Batata
05	Daniel Batista	Sítio Boa Vista	4,37 ha	Batata
06	Geziel Machado Baptista	Sítio Jarrinha	13,30 ha	Batata
07	Mauro Batista Ribeiro	Sítio São Pedro	3,63 ha	Batata
08	João Vitor da Costa	Sítio Princesa	2,00 ha	Batata
09	Francisco Matis Pereira	Sítio M. Pereira	3,60 ha	Batata
10	Décio Goulart Ferraz	Sítio Ano Bom	7,00 ha	Batata
11	Geraldo Inácio Pereira	Sítio dos Gonçalves	0,60 ha	Batata

**MUNICÍPIO DE MARIA DA FÉ - CÓDIGO B**

Nº	NOME DO IRRIGANTE	PROPRIEDADE	ÁREA IRRIGADA	CULTURA
01	Nelito Ribeiro da Silva	Sítio C.Redondo	1,60 ha	Batata
02	José Angelo Ferreira	Fazenda Goiabal	10,00 ha	Batata
03	Alberis R.Fernandes	Sítio São José	4,50 ha	Batata
04	Joaquim Campos de Almeida	Fazenda São Luiz	3,00 ha	Batata
05	Luiz Gonzaga de Almeida	Fazenda São Luiz	4,00 ha	Batata
06	Benedito Carneiro Mendes	Sítio dos Mendes	2,00 ha	Batata
07	José Olavo	Sítio Sabará	4,00 ha	Batata
08	Nelito Ribeiro da Silva	Sítio São João	1,50 ha	Batata
09	Emanuel Mota	Sítio Vista Alegre	4,00 ha	Batata

**MUNICÍPIO DE CRISTINA - CÓDIGO C**

Nº	NOME DO IRRIGANTE	PROPRIEDADE	ÁREA IRRIGADA	CULTURA
01	José Carneiro	Sítio Fazendinha	7,50 ha	Batata
02	José Mauro Moreira	Sítio Cachoerinha	12,00 ha	Batata
03	Sebastião I. de Paiva	Fazenda da Serra	2,80 ha	Batata
04	João Pereira F. Sobrinho	Sítio Geraldo Soares	8,00 ha	Batata
05	Marcelo A.F.Ferraz	Sítio Paiol Velho	8,00 ha	Batata
06	Ademar Antonio Ferraz	Fazenda da Serrinha	20,00 ha	Batata
07	José Lemes e Ludivinò	Chacara Boa Vista	2,00 ha	Batata
08	Antonio C.Cruz Carvalho	Fazenda Pitangal	1,20 ha	Batata
09	José Marcio de Paiva	Fazenda Pitangal	1,50 ha	Batata
10	José Garcia	Sítio da Matinha	1,00 ha	Batata
11	João Ivo Mendes	Sítio Lambari	2,50 ha	Batata
12	José Carneiro	Sítio Santa Maria	4,00 ha	Batata
13	Benedito Artemio Silva	Sítio da Serra Fria	6,00 ha	Batata
14	Renato R.Torres	Fazenda da S. Grande	2,00 ha	Batata
15	Eufrasio Perez	Chacara F. Perez	3,50 ha	Batata
16	Alcides Agostinho Mendes	Sítio do Monte	4,50 ha	Batata

## II. DADOS SOBRE A CULTURA

<b>1- TIPO DA CULTURA</b>	<b>Nº RESPOSTAS</b>	<b>%</b>	
BATATA.....	36	100	
<b>2- VARIEDADES</b>	<b>Nº RESPOSTAS</b>	<b>%</b>	
ACHAT.....	31	86	
ACHAT E BARAKA.....	04	11	
ACHAT, BARAKA E RADOSA....	01	03	
<b>3- ÁREA CULTIVADA</b>			
<b>FAIXAS DE DISTRIBUIÇÃO</b>	<b>DE Nº AMOSTRAS</b>	<b>% SIMPLES</b>	<b>% ACUMULADA</b>
0,1 a 1,9 ha	06	17	17
2,0 a 3,9 ha	14	38	55
4,0 a 5,9 ha	06	17	72
6,0 a 7,9 ha	03	08	80
8,0 a 9,9 ha	02	06	86
10,0 a 20,0 ha	05	14	100
<b>4- A TERRA CULTIVADA É:</b>	<b>Nº RESPOSTAS</b>	<b>%</b>	
PARCERIA.....	02	06	
PRÓPRIA.....	21	58	
ARRENDADA.....	13	36	
<b>5-SUA CULTURA É IRRIGADA?</b>	<b>Nº RESPOSTAS</b>	<b>%</b>	
SIM.....	36	100	
NÃO.....	00	00	
<b>6-EM QUE FASE DE DESENVOLVIMENTO ESTÁ A CULTURA?</b>	<b>Nº RESPOSTAS</b>	<b>%</b>	
PLANTIO.....	00	00	
GERMINAÇÃO.....	00	00	
CRESCIMENTO VEGETATIVO.....	03	08	
FLORAÇÃO.....	10	28	
MATURAÇÃO.....	23	64	

## 7- QUAL É A PRODUÇÃO BÁSICA DE BATATA POR SAFRA?

COD	PROD.BÁSICA POR SAFRA	%
A01	1500 SACOS	23
A02	3000 SACOS	43
A03	1500 SACOS	21
A04	2000 SACOS	28
A05	2000 SACOS	28
A06	4500 SACOS	63
A07	1500 SACOS	21
A08	1000 SACOS	14
A09	300 SACOS	4
A10	2000 SACOS	28
A11	120 SACOS	1,6
B01	500 SACOS	7
B02	3000 SACOS	41
B03	1400 SACOS	19
B04	1000 SACOS	14
B05	600 SACOS	8
B06	500 SACOS	7
B07	1200 SACOS	16
B08	400 SACOS	5
B09	1200 SACOS	16
C01	3000 SACOS	41
C02	5000 SACOS	67
C03	800 SACOS	11
C04	4000 SACOS	54
C05	3000 SACOS	41
C06	10000 SACOS	134
C07	410 SACOS	5
C08	350 SACOS	4,7
C09	600 SACOS	8
C10	300 SACOS	4
C11	650 SACOS	8,7
C12	1300 SACOS	17
C13	1000 SACOS	13
C14	500 SACOS	7
C15	1100 SACOS	15
C16	1000 SACOS	13

**8- QUAL É A SUA PERSPECTIVA DE PRODUÇÃO PARA AS PRÓXIMAS SAFRAS?**

	Nº RESPOSTAS	%
AUMENTAR.....	08	22
DIMINUIR.....	01	03
PERMANECER	27	75
INALTERADO.....		

III. DADOS SOBRE A IRRIGAÇÃO

**1- QUAL É O TIPO DE CAPTAÇÃO?**

	Nº RESPOSTAS	%
RIO.....	28	78
AÇUDE.....	08	22
POÇO	00	00
ARTESIANO.....		

**2- QUAL É O TIPO DE IRRIGAÇÃO ADOTADA?**

	Nº RESPOSTAS	%
SUPERFÍCIE.....	00	00
ASPERSÃO.....	36	100
GOTEJAMENTO.....	00	00
OUTROS.....	00	00

**3- OS EQUIPAMENTOS DE IRRIGAÇÃO SÃO DO IRRIGANTE?**

	Nº RESPOSTAS	%
SIM	35	97
NÃO	01	03

**4- NO CASO DE SEREM DE TERCEIROS, QUAL A FORMA DE PAGAMENTO?  
(PREJUDICADO)**

**5- PELO USO DOS EQUIPAMENTOS, O VALOR PAGO ANUALMENTE ESTÁ EM TORNO DE: .....  
(PREJUDICADO)**

**6- QUAL É O TIPO DE MOTOR DE ACIONAMENTO?**

	Nº RESPOSTAS	%
ELETRICO.....	00	00
DIESEL.....	36	00
GASOLINA.....	00	00
OUTRO TIPO.....	00	00

## 7-PORQUE VOCÊ ESCOLHEU ESTE TIPO DE ACIONAMENTO?

			Nº RESPOSTAS	%
FALTA DE OUTRA ALTERNATIVA.....			18	50
ECONOMICAMENTE VANTAJOSO...		MAIS	11	30
POSSUI MAIOR FACILIDADE DE USO.....			07	20

## 8,9 E 10- QUAIS SÃO AS CARACTERÍSTICAS GERAIS DOS MOTORES E BOMBAS?

MUNICIPIO DE ITAJUBÁ - CÓDIGO A

COD.	MOTOR		BOMBA*	
	MARCA	POT.	MARCA	VAZÃO**
A01	YAMMAR NB 13	13 CV	REFAGA	20 m <sup>3</sup> /h
A02	MERCEDES 608	55 CV	KSB - WKL- 80/5	80 m <sup>3</sup> /h
A03	AGRALE	27 CV	KSB - 50/33 - 2	45 m <sup>3</sup> /h
A04	YAMMAR	10 CV	KSB - 50/26	35 m <sup>3</sup> /h
A05	YAMMAR NSB 18	18 HP	KSB - 40/16	40 m <sup>3</sup> /h
A06	FORD 3 CIL.	70 CV	ITA - BO 400/2	80 m <sup>3</sup> /h
A07	FORD 4.600	62 CV	ITA - BO 400/B	60 m <sup>3</sup> /h
A08	AGRALE	11 HP	KSB - 50/1	40 m <sup>3</sup> /h
A09	YAMMAR B - 10	10 CV	KSB - 50/26	40 m <sup>3</sup> /h
A10	AGRALE	36 CV	REFAGA	50 m <sup>3</sup> /h
A11	TOBATA AR - 90	09 CV	REFAGA 41/111	15 m <sup>3</sup> /h

\*TODAS AS BOMBAS USADAS SÃO DO TIPO SUBMERSA

\*\*OS VALORES DE VAZÃO DAS BOMBAS FORAM FORNECIDOS PELOS IRRIGANTES.

MUNICIPIO DE MARIA DA FÉ - CÓDIGO B

COD.	MOTOR		BOMBA*	
	MARCA	POT.	MARCA	VAZÃO**
B01	YAMMAR NSR 18	18 CV	KSB 65 - 33/2	50 m <sup>3</sup> /h
B02	MWM - D - 229/6	160 CV	KSB - 80/7	100 m <sup>3</sup> /h
B03	TOBATA AS 140	14 CV	KSB 50 - 33/3	40 m <sup>3</sup> /h
B04	YAMMAR BT 22 B	18 CV	KSB 65 - 33/3	60 m <sup>3</sup> /h
B05	MERCEDES 608 D	55 CV	KSB WKL 80/4	100 m <sup>3</sup> /h
B06	YAMMAR NSB - 11 R	13 CV	KSB 50 - 33/2	40 m <sup>3</sup> /h
B07	YAMMAR AE 18	18 CV	KSB 65 - 33/3	60 m <sup>3</sup> /h
B08	AGRALE M 780	38 CV	KSB 50 - 26	35 m <sup>3</sup> /h
B09	YAMMAR NSB 18	18 HP	KSB 40/16	40 m <sup>3</sup> /h

\* TODAS AS BOMBAS USADAS SÃO DO TIPO SUBMERSA

\*\* OS VALORES DE VAZÃO DAS BOMBAS FORAM FORNECIDOS PELOS IRRIGANTES.

## MUNICIPIO DE CRISTINA - CÓDIGO C

COD.	MOTOR		BOMBA*		VAZÃO**
	MARCA	POT.	MARCA		
C01	MERCEDES 1113	90 HP	KSB 80/7		130 m <sup>3</sup> /h
C02	MWM 4 CIL.	140 CV	KSB 100/6		130 m <sup>3</sup> /h
C03	YAMMAR NB 13	18 CV	KING - N4A - 280		35 m <sup>3</sup> /h
C04	MERCEDES 1113	90 HP	KSB 80/5		120 m <sup>3</sup> /h
C05	MWM 4 CIL.	110 CV	KSB 80/5		90 m <sup>3</sup> /h
C06	MWM 6 CIL	140 CV	KSB 100/3		130 m <sup>3</sup> /h
C07	YAMMAR NB 13	13 CV	KSB 50 - 16		30 m <sup>3</sup> /h
C08	YAMMAR NSB 11 R	11 CV	KSB 50 - 20		30 m <sup>3</sup> /h
C09	YAMMAR NSB 11 R	13 CV	KSB 50 - 33/2		40 m <sup>3</sup> /h
C10	TOBATTA AR 140	13 CV	SHC - BCE 40/20A		20 m <sup>3</sup> /h
C11	YAMMAR	18 HP	KSB 50 - 20		40 m <sup>3</sup> /h
C12	MERCEDES 608 D	60 HP	KSB 80/4		100m <sup>3</sup> /h
C13	TOBATTA AS 160	16 HP	KSB 50 - 33/2		40 m <sup>3</sup> /h
C14	YAMMAR NB 13	18 CV	KING N4A -280		35 m <sup>3</sup> /h
C15	MERCEDES 1113	90 HP	KSB-100/5		100 m <sup>3</sup> /h
C16	YAMMAR NS18	18CV	KSB- 50/3		30 m <sup>3</sup> /h

## 11E 12- QUAIS AS CARACTERÍSTICAS GERAIS DOS ASPERSORES E TUBULAÇÕES?

## MUNICIPIO DE ITAJUBÁ - CÓDIGO A

COD.	ASPELRSOR *		TUBULAÇÃO**		DIAMETRO
	MARCA	φ BOCAL.	QUANT	TIPO	
A01	ASBRASIL ZE 3	5 x 6,5mm	52	AÇO ZINCADO	4"
			144	PVC	3"
A02	TOP-A	4,5 x 5,5mm	20	PVC	4"
			20	ALUMINIO	4"
			100	PVC	3"
A03	TIPO-A	4,5 x 5,5mm	75	PVC	3"
A04	TOP-A	4,5 x 5,5mm	200	PVC	3"
A05	AGROPOLO	4,5 x 5,5 mm	82	PVC	3"
A06	ASBRASIL ZE 30	5 x 6,5 mm	88	AÇO ZINCADO	4"
			25	ALUMINIO	4"
			116	PVC	3"
A07	ASBRASIL ZE 30	5 x 6,5 mm	40	AÇO ZINCADO	3"
			80	PVC	3"
					3"
A08	AGROPOLO	4,5 x 5,5mm	95	PVC	3"
A09	TOP-A	4,5 x 5,5mm	15	PVC	3"
			50	PVC	2"
A10	TOP - A	4,5 x 5,5 mm	80	PVC	3"
			300	PVC	2"
A11	TOP - A	4,5 x 5,5 mm	30	PVC	2"

\* NÃO FOI POSSÍVEL QUANTIFICAR O NÚMERO DE ASPERSORES

\*\* TODOS OS TUBOS POSSUEM COMPRIMENTO IGUAL A 6m.

## MUNICIPIO DE MARIA DA FÉ - CÓDIGO B

COD.	ASPERSOR *		TUBULAÇÃO**		
	MARCA	φ BOCAL.	QUANT	TIPO	DIAMETRO
B01	TOP - A	4,5 x 5,5mm	65	PVC	3"
	AGROPOLO	4,5 x 5,5 mm	60	PVC	2"
B02	TOP - A	4,5 x 5,5mm	40	AÇO ZINCADO	6"
			30	AÇO ZINCADO	5"
			75	AÇO ZINCADO	4"
B03	TOP- A	4,5 x 5,5mm	50	PVC	3"
			80	PVC	2"
B04	CANHÃO 2500	KL 18,0 x 6,0mm	20	PVC	2"
			20	PVC	2"
B05	TOP-A	4,5 x 5,5mm	50	AÇO ZINCADO	4"
			120	PVC	3"
			98	PVC	2"
B06	TOP-A	4,5 X 5,5mm	30	PVC	3"
			40	PVC	2"
B07	TOP-A	4,5 x 5,5mm	65	PVC	3"
	AGROPOLO	5,5 x 6,5mm	100	PVC	2"
B08	TOP-A	4,5 x 5,5mm	50	PVC	3"
	AGROPOLO	4,5 x 5,5mm	40	PVC	2"
B09	ASBRASIL ZE-30	5 x 6,5 mm	120	PVC	3"
	TOP-A	4,5 x 5,5mm	80	PVC	2"

\* NÃO FOI POSSÍVEL QUANTIFICAR O NÚMERO DE ASPERSORES

\*\* TODOS OS TUBOS POSSUEM COMPRIMENTO IGUAL A 6m.

MUNICIPIO DE CRISTINA - CÓDIGO C					
COD.	ASPERSOR *		TUBULAÇÃO**		
	MARCA	φ BOCAL.	QUANT	TIPO	DIAMETRO
C01	ASBRASIL ZE 30	5 x 6,5mm	100	AÇO ZINCADO	5"
			80	ALUMINIO	4"
			200	PVC	3"
			60	PVC	2"
C02	TOP-A	4,5 x 5,5mm	120	AÇO ZINCADO	4"
	ASBRASIL ZE 30	5 X 6,5 mm	80	ALUMINIO	3"
C03	TOP-A	4,5 x 5,5mm	55	PVC	3"
	AGROPOLO	5,5 x 6,5mm	80	PVC	2"
C04	TOP-A	6 x 6,5mm	84	AÇO ZINCADO	4"
	ASBRASIL ZE 30	5 x 6,5mm	128	PVC	3"
C05	TOP-A	4,5 x 5,5mm	80	ALUMINIO	5"
	ASBRASIL ZE 30	5 x 6,5mm	60	PVC	3"
C06	TOP-A	5,5 x 6,5mm	70	AÇO ZINCADO	5"
	ASBRASIL ZE 30	5 x 6,5mm	120	ALUMINIO	5"
			120	ALUMINIO	4"
C07	TOP-A	4,5 x 5,5mm	150	PVC	3"
			09	PVC	3"
			45	PVC	2"
C08	TOP-A	4,5 x 5,5mm	54	PVC	3"
			115	PVC	2"
C09	TOP-A	4,5 x 5,5mm	70	PVC	3"
			150	PVC	2"
C10	AGROPOLO	4,5 x 5,5mm	25	PVC	3"
			30	PVC	2"
C11	ASBRASIL ZE 30	5 x 6,5mm	40	PVC	3"
	TOP A	5,5 x 6,5mm	110	PVC	2"
C12	ASBRASIL ZE 30	5 x 6,5mm	90	ALUMINIO	5"
			200	PVC	3"
C13	TOP-A	5,5 x 6,5mm	100	PVC	3"
			150	PVC	2"
C14	TOP-A	5,5 X 6,5mm	55	PVC	3"
	AGROPOLO	4,5 x 5,5mm	80	PVC	2"
C15	ASBRASIL ZE 30	5 X 6,5mm	70	AÇO ZINCADO	5"
			83	PVC	4"
			55	PVC	3"
C16	TOP-A	4,5 x 5,5mm	100	PVC	3"
			100	PVC	2"

\* NÃO FOI POSSIVEL QUANTIFICAR O NÚMERO DE ASPERSORES

\*\* TODOS OS TUBOS POSSUEM COMPRIMENTO IGUAL A 6m.

**19. VOCÊ USA EXCLUSIVAMENTE OS EQUIPAMENTOS DE IRRIGAÇÃO NA CULTURA MENCIONADA ANTERIORMENTE?**

	Nº RESPOSTAS	%
SIM.....	07	19
NÃO.....	29	81

**20. EM CASO NEGATIVO, EM QUAIS OUTRAS FINALIDADE?**

	Nº RESPOSTAS*
IRRIGAÇÃO DE BATATA SALSA E DOCE.....	03
IRRIGAÇÃO DE CENOURA.....	20
IRRIGAÇÃO DE MILHO.....	06
IRRIGAÇÃO DE FEIJÃO.....	03
IRRIGAÇÃO DE ARROZ.....	02
IRRIGAÇÃO DE TOMATE.....	05
IRRIGAÇÃO DE HORTALIÇAS.....	04

\* O NÚMERO DE RESPOSTAS É SUPERIOR A 29( VIDE PERGUNTA 19), PORQUE O IRRIGANTE EM ALGUMAS VEZES EXECUTA PLANTIOS COM CULTURAS ASSOCIADAS OU CONSORCIADAS.

**21. QUAL O REGIME DE FUNCIONAMENTO DO SEU SISTEMA DE IRRIGAÇÃO?**

	Nº RESPOSTAS	%
CONTÍNUO.....	00	00
INTERMITENTE.....	36	100

**22. QUANTAS HORAS DE UTILIZAÇÃO DIARIA?**

	Nº RESPOSTAS	%
MENOS DE 08 HORAS.....	03	08
08 HORAS.....	13	36
09 HORAS.....	04	11
10 HORAS.....	14	39
11 HORAS .....	00	00
12 HORAS .....	01	03
MAIS DE 12 HORAS .....	01	03

## 13- QUAIS OS TIPOS DE ASPERSORES USADOS ?

	Nº RESPOSTAS	%
UM BOCAL.....	00	00
DOIS BOCAIS.....	36	100

## 14- OS ASPERSORES USADOS SÃO?

	Nº RESPOSTAS	%
PEQUENOS(0,5 <sup>m</sup> ) .....	00	00
MÉDIOS(1,0 <sup>m</sup> ).....	35	97
GRANDES (1,5 <sup>m</sup> ou mais).....	01	03

15- QUAIS OS DIÂMETROS DOS BOCAIS?  
(VIDE LISTA ANTERIOR)

## 16.A QUAL O ESPAÇAMENTO ENTRE OS ASPERSORES?

	Nº RESPOSTAS	%
12 x 12m.....	09	25
12 x 18m.....	25	69
18 x 18m.....	01	03
60 x 60m.....	01	03

## 16.B QUAL O NÚMERO DE ASPERSORES USADOS NA LAVOURA?

FAIXAS DE DISTRIBUIÇÃO	Nº AMOSTRAS	% SIMPLES	% ACUMULADA
01 ASPERSOR	01	03	03
02 A 05 ASPERSORES	03	08	11
06 A 09 ASPERSORES	13	36	47
10 A 13 ASPERSORES	10	28	75
14 A 17 ASPERSORES	03	08	83
18 A 21 ASPERSORES	04	11	94
22 A 25 ASPERSORES	00	00	94
26 A 30 ASPERSORES	02	06	100

## 17.VOCÊ TEM RECEBIDO ORIENTAÇÃO TÉCNICA PARA USO DOS EQUIPAMENTOS?

	Nº RESPOSTAS	%
SIM.....	03	08
NÃO.....	31	86
AS VEZES.....	02	06

## 18. EM CASO AFIRMATIVO DE QUEM RECEBE ORIENTAÇÃO TÉCNICA?

	Nº RESPOSTAS	%
ENGENHEIRO DA EMATER.....	03	60
VENDEDOR DO EQUIPAMENTO.....	02	40

**23. QUAIS SÃO OS PRINCIPAIS DEFEITOS OU FALHAS CONSTATADOS EM SEU EQUIPAMENTO?**

	Nº RESPOSTAS	%
<b>1. MOTOR</b>		
NENHUM.....	21	58
SUPERAQUECIMENTO.....	02	06
FALTA DE PARTIDA.....	02	06
QUEIMA DE JUNTA.....	05	13
ENTUPIMENTO DO BICO INJETOR.....	01	03
TROCA DE BATERIA.....	01	03
QUEIMA DE ÓLEO.....	03	08
TRINCA NO BLOCO DO MOTOR.....	01	03

	Nº RESPOSTAS	%
<b>2. BOMBA</b>		
NENHUM.....	27	75
ENTRADA DE AR.....	02	06
TROCA DE ROLAMENTOS.....	01	03
ENTUPIMENTO.....	06	16

	Nº RESPOSTAS	%
<b>3. TUBULAÇÕES</b>		
NENHUM.....	06	17
PROBLEMAS DE BORRACHAS.....	19	53
QUEBRA DE TUBOS.....	04	11
QUEBRA NOS ENGATES.....	07	19

	Nº RESPOSTAS*	%
<b>4. ASPERSORES</b>		
NENHUM.....	07	12
MOLAS.....	20	34
BRAÇO OSCILANTE.....	04	07
QUEBRADURA DA HASTE.....	17	30
ENTUPIMENTO DO BOCAL.....	03	05
DESREGULAGEM DA MOLA.....	06	10
QUEBRA DO BOCAL.....	01	02

\* E BASTANTE COMUM OCORRER MAIS DE UM DEFEITO NUM MESMO ASPERSOR, PORTANTO O NÚMERO DE RESPOSTAS É SUPERIOR A 36.

**24. VOCÊ REALIZA, PERIÓDICAMENTE, A MANUTENÇÃO NOS SEUS EQUIPAMENTOS?**

	Nº RESPOSTAS	%
SIM.....	36	100
NÃO.....	00	00

**25. EM CASO AFIRMATIVO, EM QUAIS EQUIPAMENTOS?**

	Nº RESPOSTAS	%
TODOS.....	31	86
MOTOR.....	04	11
TUBULAÇÕES.....	01	03

26- QUAL É O CONSUMO ENERGETICO SEMANAL DOS EQUIPAMENTOS?

COD	CONS.SEMANAL OLEO DIESEL
A01	60 LITROS
A02	210 LITROS
A03	160 LITROS
A04	100 LITROS
A05	120 LITROS
A06	200 LITROS
A07	180 LITROS
A08	90 LITROS
A09	120 LITROS
A10	200 LITROS
A11	60 LITROS
B01	200 LITROS
B02	200 LITROS
B03	190 LITROS
B04	150 LITROS
B05	250 LITROS
B06	105 LITROS
B07	120 LITROS
B08	120 LITROS
B09	200 LITROS
C01	400 LITROS
C02	900 LITROS
C03	160 LITROS
C04	300 LITROS
C05	400 LITROS
C06	1200 LITROS
C07	60 LITROS
C08	63 LITROS
C09	80 LITROS
C10	90 LITROS
C11	100 LITROS
C12	300 LITROS
C13	100 LITROS
C14	40 LITROS
C15	300 LITROS
C16	90 LITROS

27. O EQUIPAMENTO DE IRRIGAÇÃO FOI FINANCIADO?

	Nº RESPOSTAS	%
SIM.....	07	19
NÃO.....	29	81

**28. NA AQUISIÇÃO DO EQUIPAMENTO VOCÊ RECEBEU ORIENTAÇÃO TÉCNICA?**

	Nº RESPOSTAS	%
SIM.....	18	50
NÃO.....	18	50

**29. QUAL O TEMPO DE IRRIGAÇÃO POR SAFRA DE INVERNO DA BATATA?**

	Nº RESPOSTAS	%
30 DIAS.....	21	74
45 DIAS.....	04	14
50 DIAS.....	01	03
60 DIAS.....	01	03
80 DIAS.....	01	03
90 DIAS.....	01	03

**30. QUAL O PERÍODO DO DIA QUE VOCÊ USA A IRRIGAÇÃO?**

	Nº RESPOSTAS	%
MANHÃ .....	36	100
TARDE.....	36	100
NOITE.....	00	00

**31- EM MÉDIA QUAL É O TEMPO GASTO COM IRRIGAÇÃO POR DIA DURANTE A VIDA DA CULTURA? (PREJUDICADO)**

**32.QUAL O TEMPO GASTO EM CADA POSIÇÃO PARA A BATATA?**

	Nº RESPOSTAS	%
30 MINUTOS.....	01	03
40 MINUTOS.....	02	07
50 MINUTOS.....	06	21
50 A 60 MINUTOS.....	02	07
60 MINUTOS.....	18	62

IV. INFORMAÇÕES EXTRAS

**1. FAZER UM DESENHO(CROQUIS) DA LAVOURA IRRIGADA (VIDE QUESTIONÁRIO INDIVIDUAL)**

**2, 3 E 8 - VERIFICAR A ALTURA DE RECALQUE, SUCCÃO, COMPRIMENTO PARCIAL E TOTAL E NÚMERO DE ASPERSORES EM USO.**

Cod.	Altura de Recalque(m)*	de Altura de Sucção(m)*	de Comprimento de L.Principal (m)**	Comprimento de L.Secundária(m)**	Número de Laterais (Unidade)
A01	0,0	2,8	217	140	01
A02	2,9	3,1	224	184	02
A03	37,4	2,3	210	100	02
A04	0,0	3,0	248	142	01
A05	0,0	2,7	189	122	02
A06	2,7	3,0	244	210	02
A07	0,0	3,0	250	148	01
A08	0,0	2,9	397	76	02
A09	0,0	3,4	169	99	02
A10	1,8	2,1	180	187	02
A11	0,0	2,0	116	60	01
B01	63,0	3,2	390	99	02
B02	49,3	2,7	336	150	02
B03	0,0	2,6	276	172	01
B04	39,3	1,5	102	90	02
B05	36,4	3,3	342	180	01
B06	10,0	2,8	174	122	01
B07	5,1	1,0	234	242	02
B08	29,8	1,0	250	100	02
B09	2,8	1,1	140	72	02
C01	83,0	2,0	295	132	01
C02	0,0	3,5	305	200	02
C03	23,9	0,6	243	85	02
C04	2,2	2,0	228	192	02
C05	43,8	0,7	270	144	02
C06	46,9	2,0	620	200	02
C07	0,0	3,5	198	66	02
C08	32,6	2,5	130	79	01
C09	46,4	2,5	207	105	01
C10	0,4	2,7	73	70	02
C11	0,0	0,0	185	130	01
C12	44,1	2,6	253	80	02
C13	37,9	1,0	322	130	02
C14	14,7	0,6	88	133	02
C15	28,8	3,2	153	118	02
C16	43,0	2,0	180	120	01

\* Medidos através de: "Nível, Goniômetro e Réguas Topográficas

\*\* Medidos através de: "Trena"

	COMP. (m)	TUBULAÇÃO $\phi$	COMP. (m)	TUBULAÇÃO $\phi$	EM USO (Unid.)
A01	217	4"	140	3"	09 a 10
A02	224	4"	184	3"	10 a 12
A03	210	3"	100	3"	06 a 08
A04	248	3"	142	3"	10 a 12
A05	189	3"	122	3"	18 a 20
A06	244	4"	210	3"	18 a 20
A07	250	3"	148	3"	10 a 12
A08	397	3"	76	3"	10 a 12
A09	169	3"	99	2"	08 a 10
A10	180	3"	187	2"	14 a 15
A11	116	2"	60	2"	05 a 06
B01	390	3"	99	2"	07 a 08
B02	336	6" e 5"	150	4"	18 a 20
B03	276	3"	172	2"	12 a 13
B04	102	3"	90	2"	01(canhão)
B05	342	4" e 3"	180	2"	14 a 16
B06	174	3"	122	2"	09 a 10
B07	234	3"	242	2"	15 a 16
B08	250	3"	100	2"	06 a 08
B09	140	3"	72	2"	10 a 12
C01	295	5" e 4"	132	3" e 2"	10 a 12
C02	305	4"	200	2"	26 a 30
C03	243	3"	85	3"	04 a 05
C04	228	4"	192	3"	18 a 20
C05	270	5"	144	4" e 3"	12 a 13
C06	620	3"	200	2"	28 a 30
C07	198	3"	66	2"	10
C08	130	3"	79	2"	07 a 09
C09	207	3"	105	2"	06 a 08
C10	73	3"	70	2"	05 a 06
C11	185	5"	130	2"	08 a 10
C12	253	3"	80	3"	10 a 11
C13	322	3"	130	2"	16 a 18
C14	88	3"	133	2"	06 a 08
C15	153	5"	118	4" e 3"	16 a 18
C16	180	3"	120	2"	06 a 08

## 4. QUAIS SÃO AS CONDIÇÕES DOS EQUIPAMENTOS?

	Nº RESPOSTAS	%
MUITO BOM.....	04	11
BOM.....	28	78
RAZOAVEL.....	04	11
RUIM.....	00	00

## 5. EXISTEM PERDAS SUPERFICIAIS?

	Nº RESPOSTAS	%
SIM.....	27	75
NÃO.....	09	25

## 5.A QUANTIFICAR AS PERDAS?

	Nº RESPOSTAS
ATÉ 1%.....	04
DE 1 A 3% .....	21
DE 3 A 5%.....	02
MAIS DE 5%.....	00

## 5.B EXISTEM VAZAMENTOS NAS TUBULAÇÕES?

	Nº RESPOSTAS*	%
SIM.....	30	83
NÃO.....	06	17

\* TODOS OS IRRIGANTES QUE RESPONDERAM SIM INTITULAM "PEQUENOS VAZAMENTOS" NAS TUBULAÇÕES, QUE ATINGEM NO MÁXIMO 3% DO TOTAL DA ÁGUA BOMBEADA.

## 5.C EXISTE IRRIGAÇÃO FORA DA ÁREA CULTIVADA

	Nº RESPOSTAS	%
SIM.....	32	89
NÃO.....	04	11

## 5.D QUANTIFICAR O PERCENTUAL DE ÁGUA ASPERGIDA FORA DA ÁREA CULTIVADA

	Nº RESPOSTAS
ATÉ 3,0% .....	07
DE 3,0 A 5,0%.....	17
DE 5,0 A 10,0% .....	06
DE 10,0 A 20,0%.....	02

## 6. QUAL É O TIPO DE SOLO?

	Nº RESPOSTAS	%
ARGILOSO.....	00	00
ARENOSO.....	01	03
TURFA.....	00	00
BARRO -ARGILOSO.....	11	30
BARRO ARENOSO.....	24	67

**7. QUAL A QUALIDADE DA ÁGUA?**

	<b>Nº RESPOSTAS</b>	<b>%</b>
<b>MUITO BOA.....</b>	<b>02</b>	<b>06</b>
<b>BOA.....</b>	<b>32</b>	<b>88</b>
<b>REGULAR.....</b>	<b>02</b>	<b>06</b>
<b>RUIM.....</b>	<b>00</b>	<b>00</b>

**8- VERIFICAR O COMPRIMENTO PARCIAL E TOTAL DO SISTEMA  
(VIDE RELAÇÃO ACIMA)**

**9- VERIFICAR A PRESSÃO DE SERVIÇO E A VAZÃO DO SISTEMA  
(PREJUDICADO)**

**10- DAR UM PARECER FINAL  
(VIDE QUESTIONÁRIO INDIVIDUAL)**

\*\*\*\*\*

GRÁFICOS REPRESENTATIVOS

**ANEXO E**

**GRÁFICOS REPRESENTATIVOS**

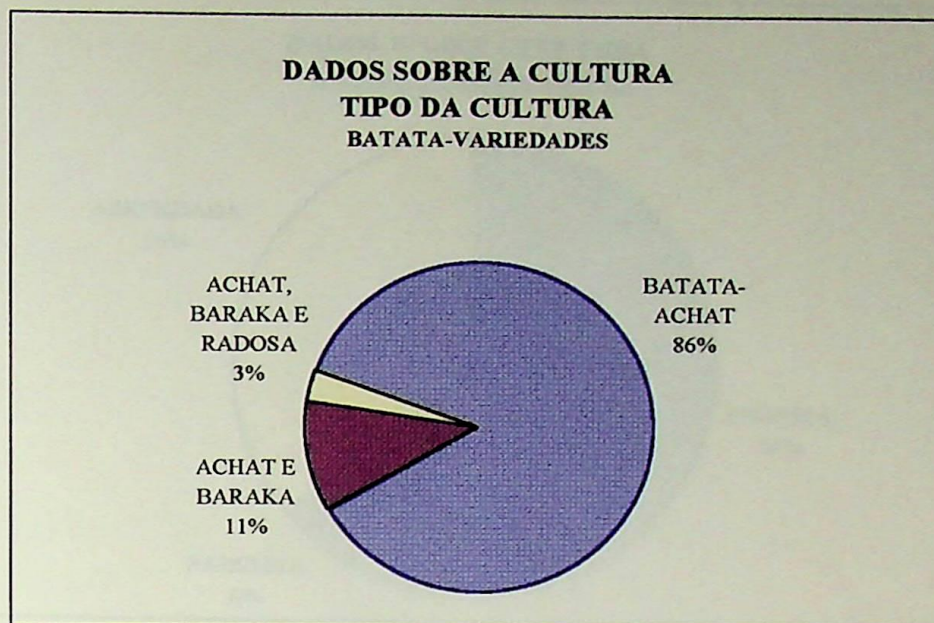


GRÁFICO 11.1

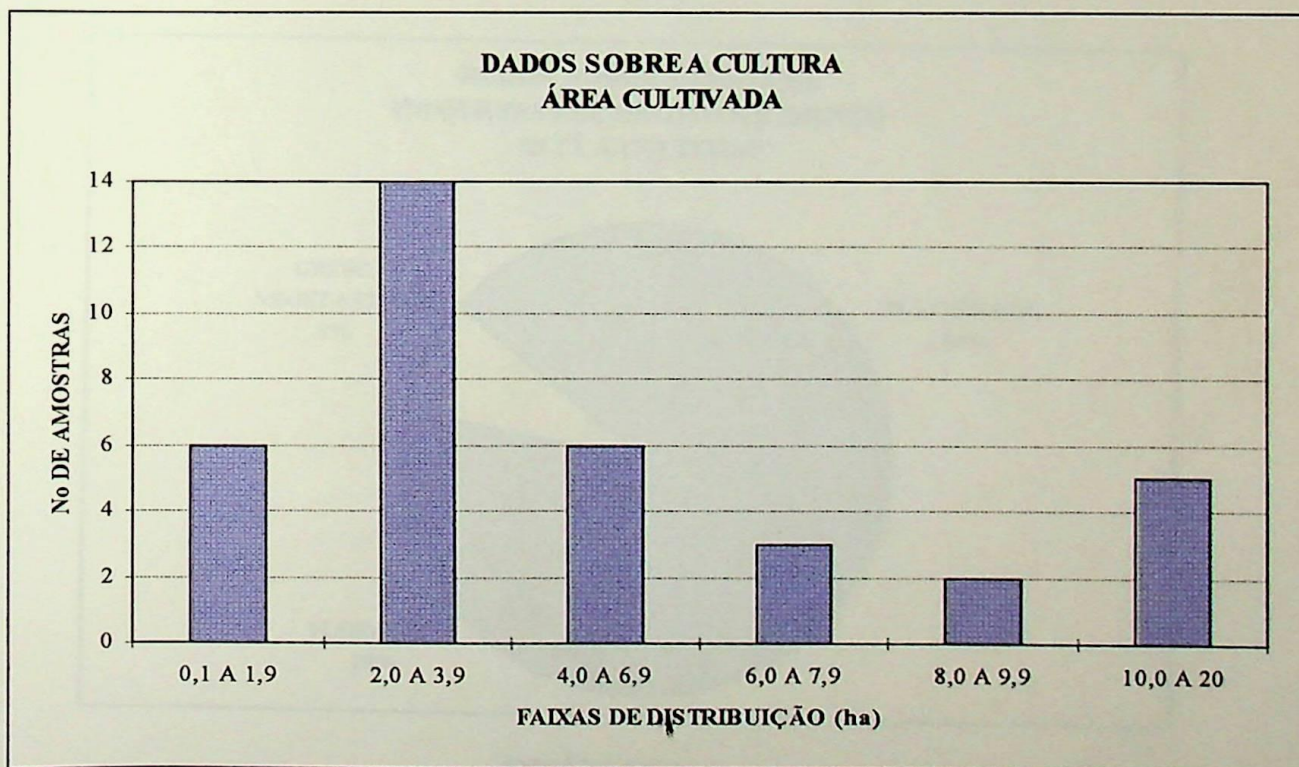
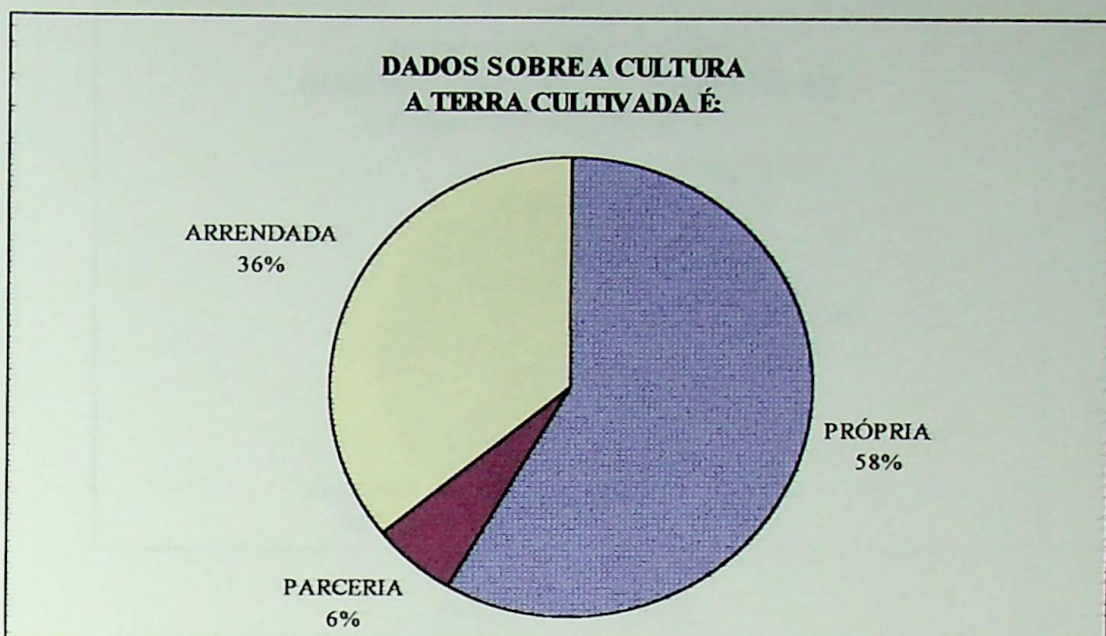
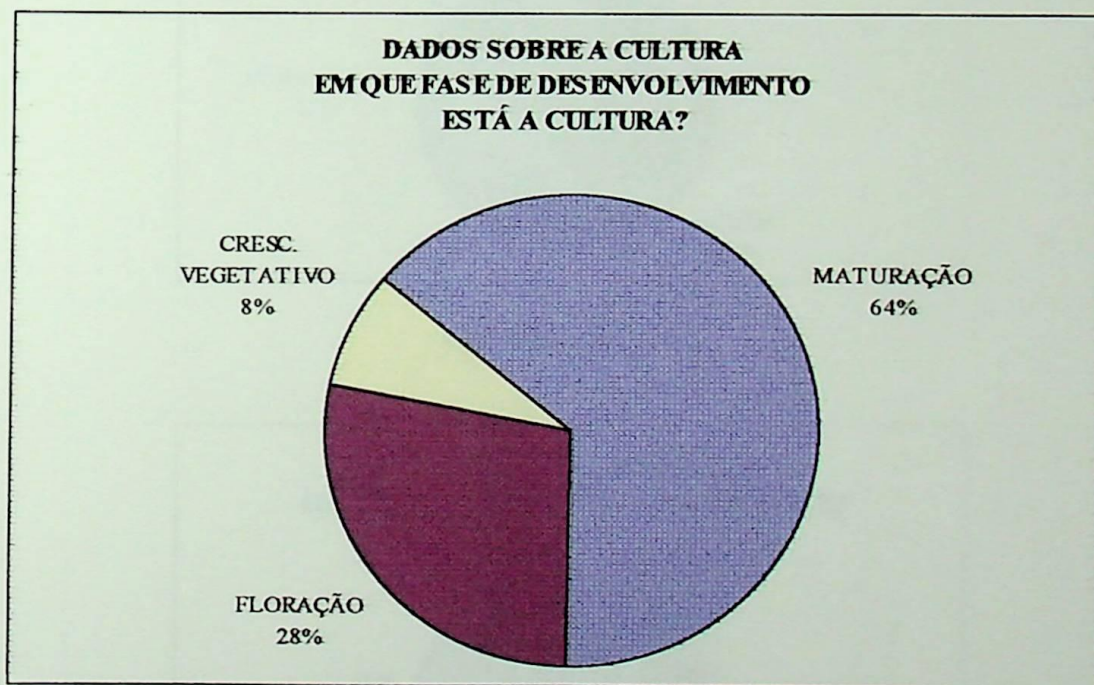


GRÁFICO 11.2



**GRÁFICO 11.3**



**GRÁFICO 11.4**

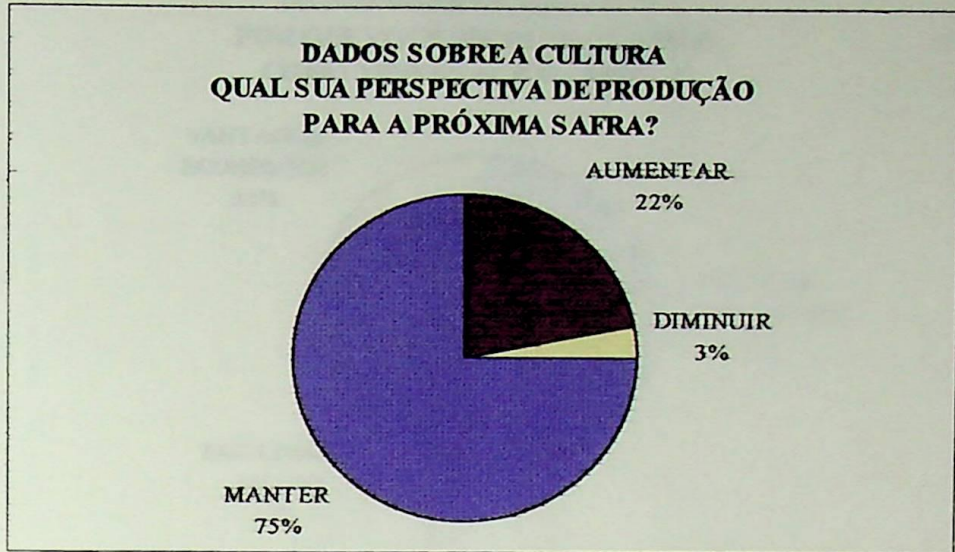


GRÁFICO 11.5

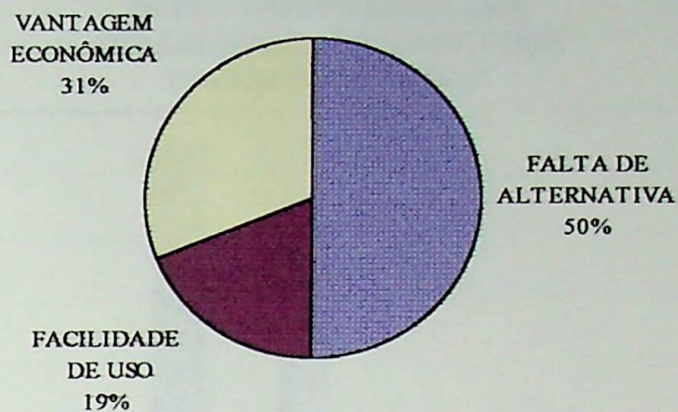


GRÁFICO 11.6



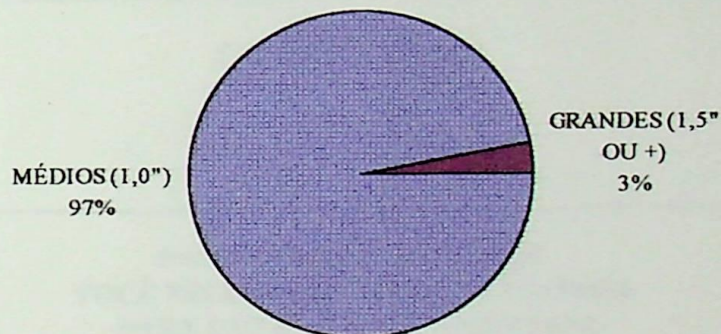
GRÁFICO 11.7

**DADOS SOBRE A IRRIGAÇÃO  
POR QUE VOCÊ ESCOLHEU O DIESEL  
COMO TIPO DE ACIONAMENTO?**



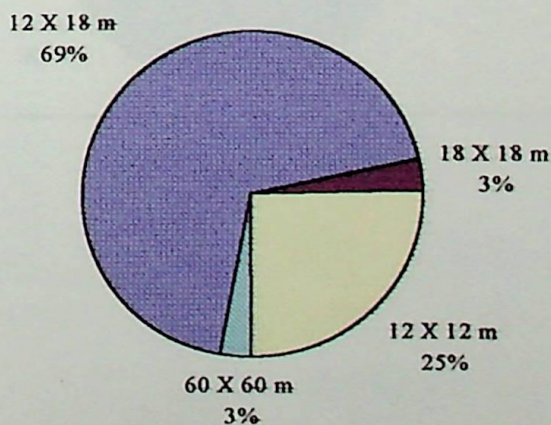
**GRÁFICO 11.8**

**DADOS SOBRE A IRRIGAÇÃO  
OS ASPERSORES USADOS SÃO?**



**GRÁFICO 11.9**

**DADOS SOBRE A IRRIGAÇÃO  
QUAIS SÃO OS ESPAÇAMENTOS ENTRE  
OS ASPERSORES?**



**\*GRÁFICO 11.10**

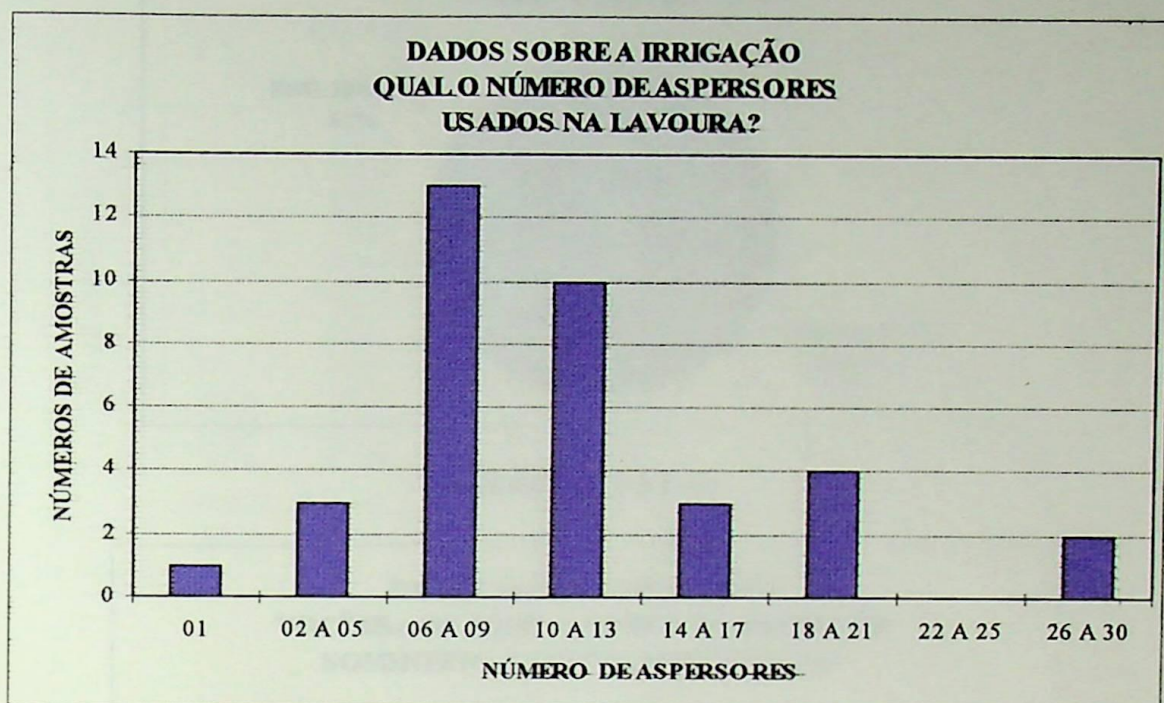
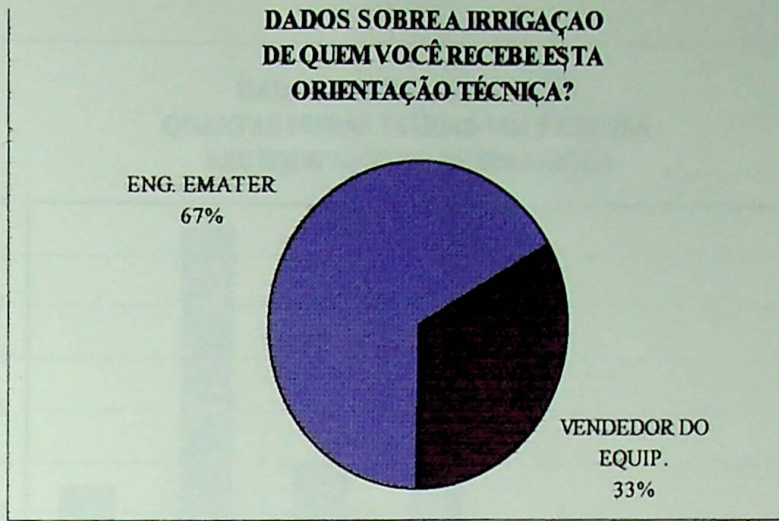


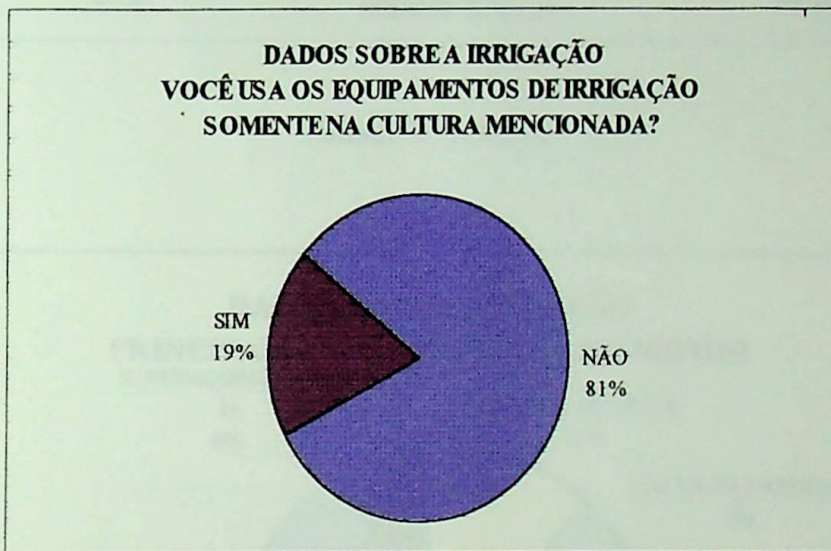
GRÁFICO 11.11



GRÁFICO 11.12

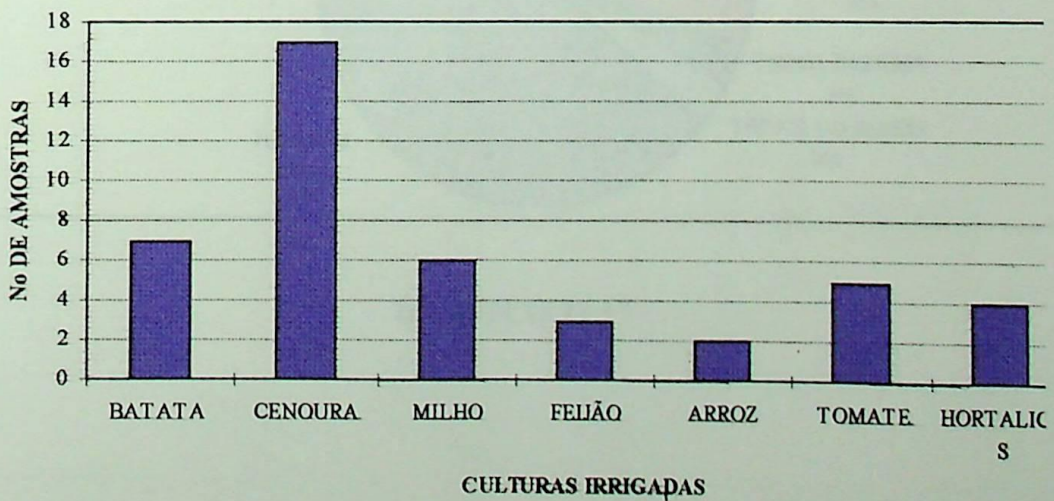


**GRÁFICO 11.13**

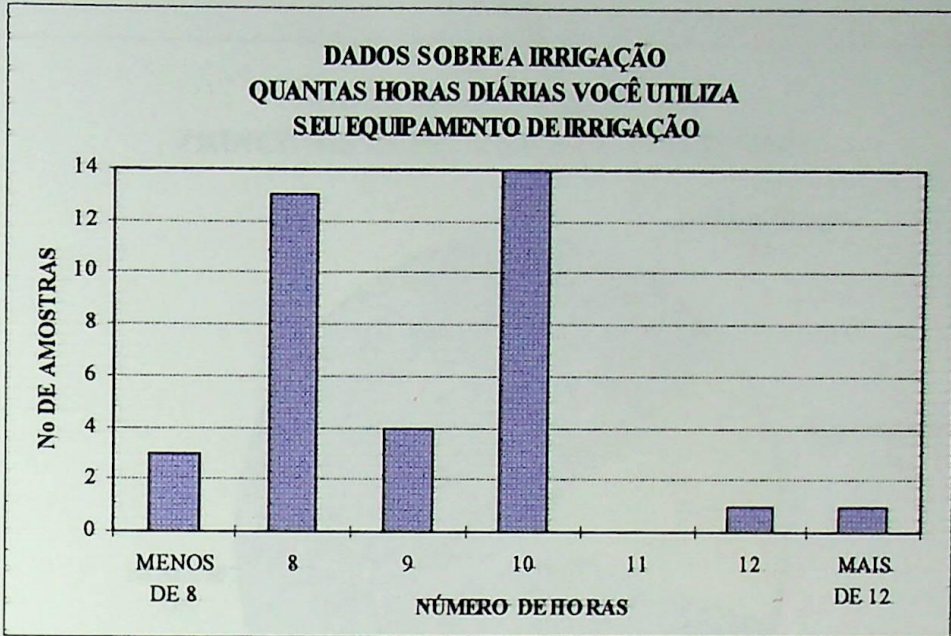


**GRÁFICO 11.14**

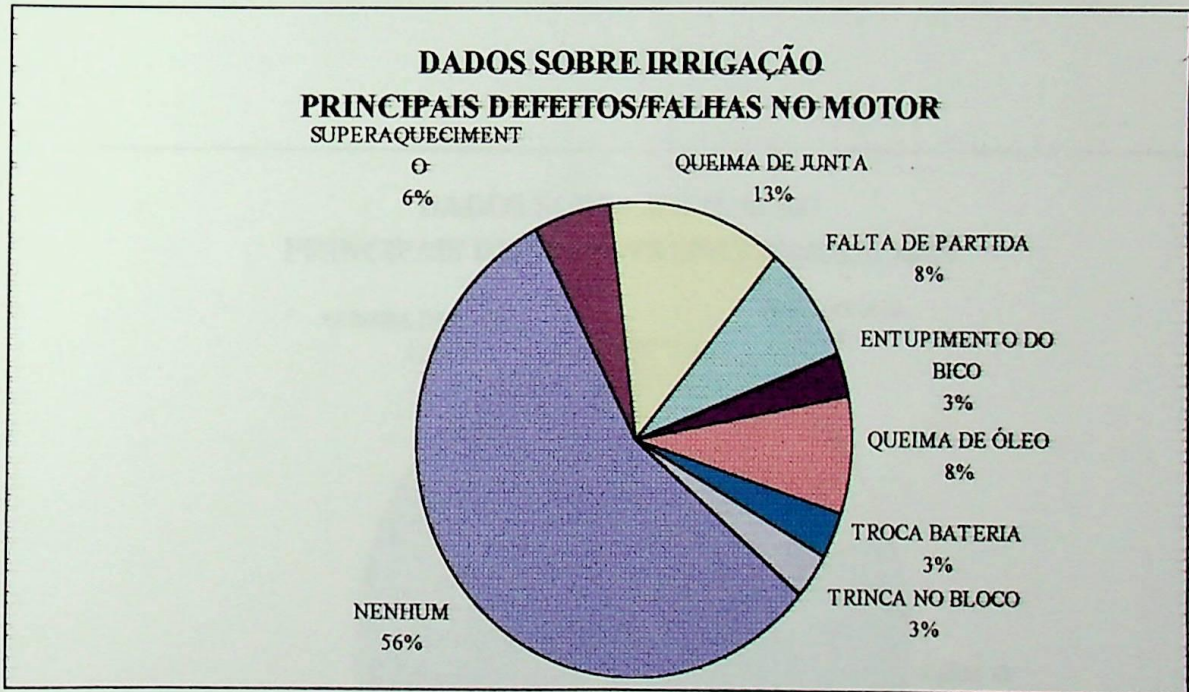
**EM QUAIS OUTRAS CULTURAS VOCÊ USA O EQUIPAMENTO DE IRRIGAÇÃO?**



**GRÁFICO 11.15**

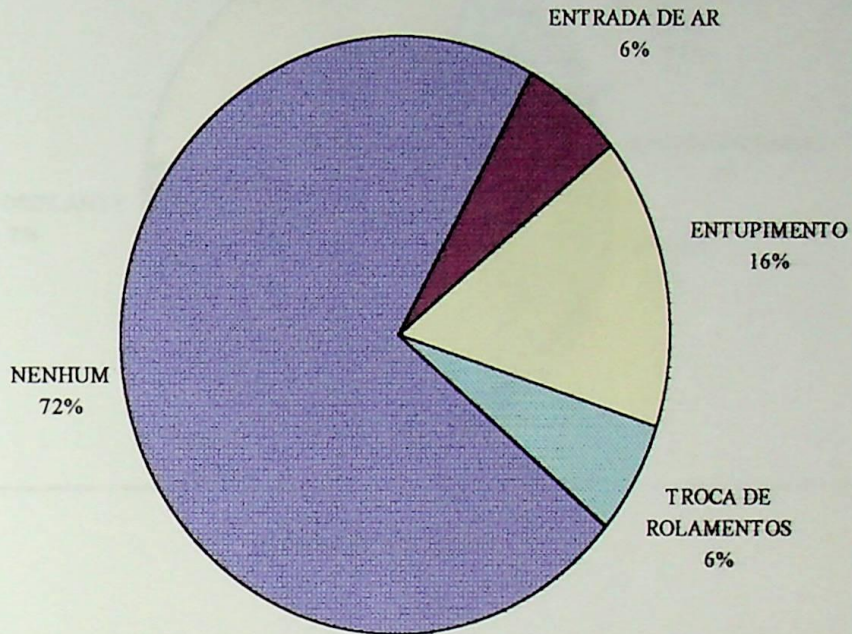


**GRÁFICO 11.16**



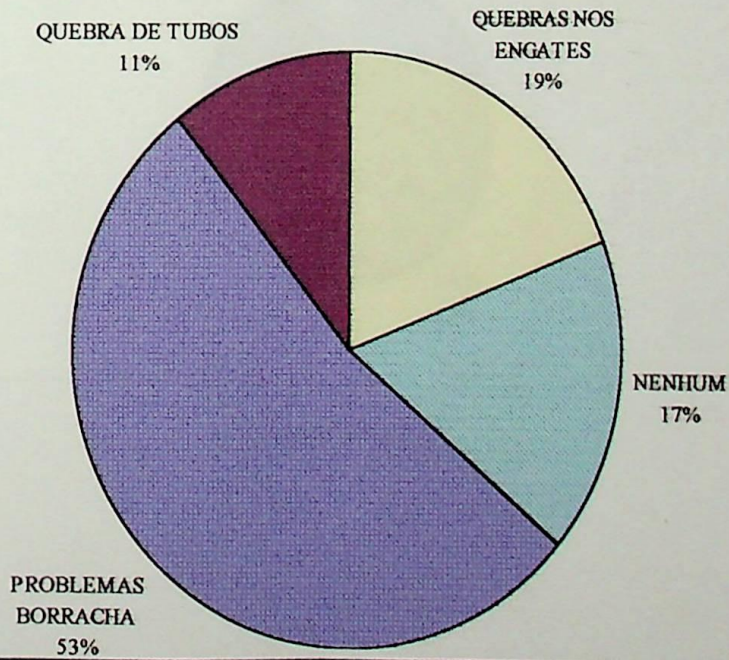
**GRÁFICO 11.17**

**DADOS SOBRE IRRIGAÇÃO  
PRINCIPAIS DEFEITOS/FALHAS NA BOMBA**

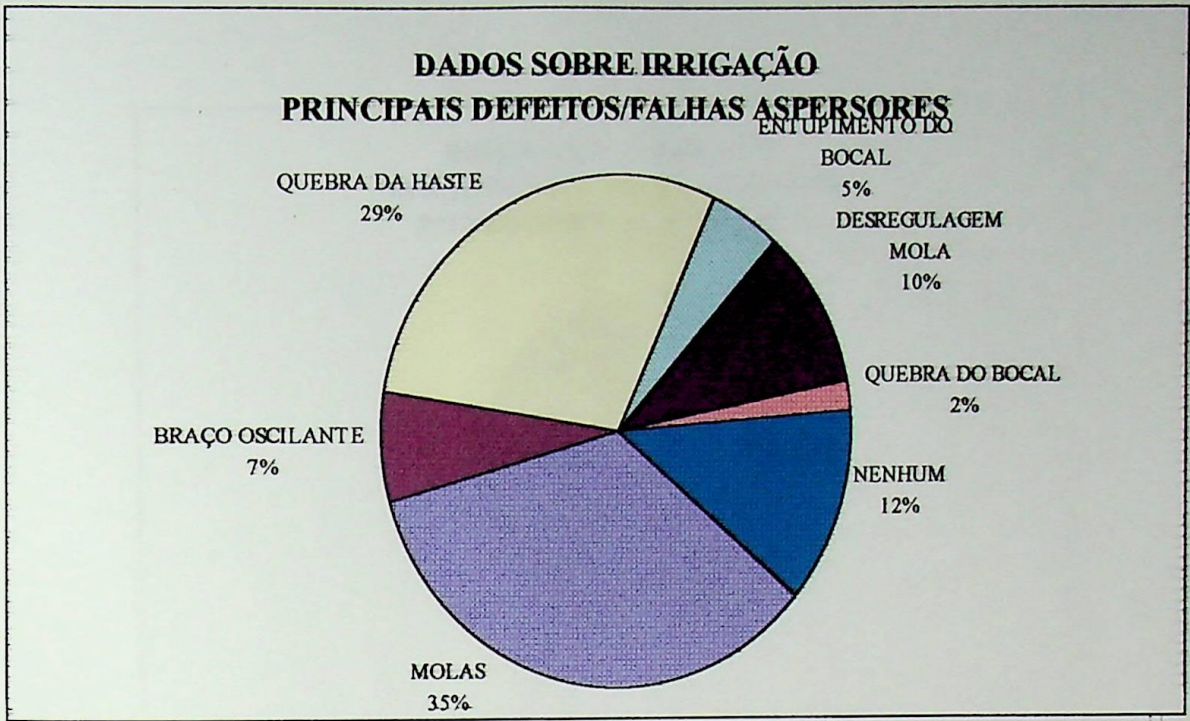


**GRÁFICO 11.18**

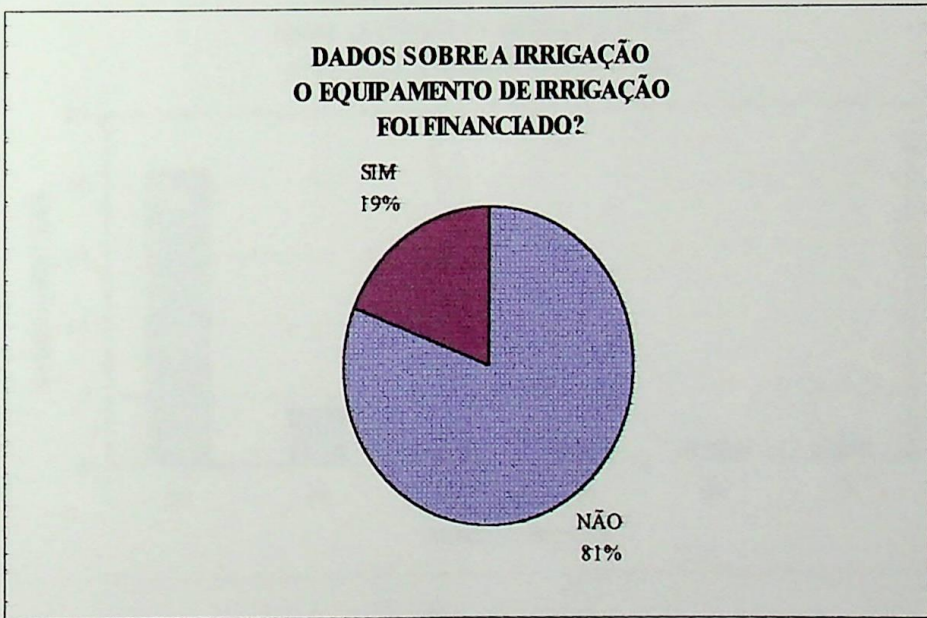
**DADOS SOBRE IRRIGAÇÃO  
PRINCIPAIS DEFEITOS/FALHAS TUBULAÇÕES**



**GRÁFICO 11.19**



**GRÁFICO 11.20**



**GRÁFICO 11.22**

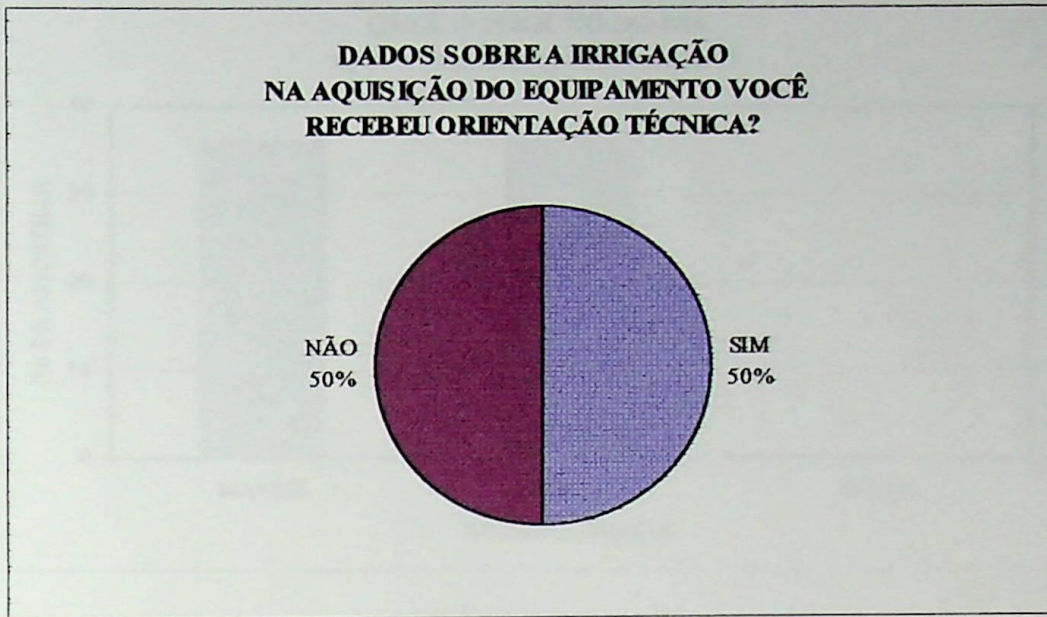


GRÁFICO 11.23

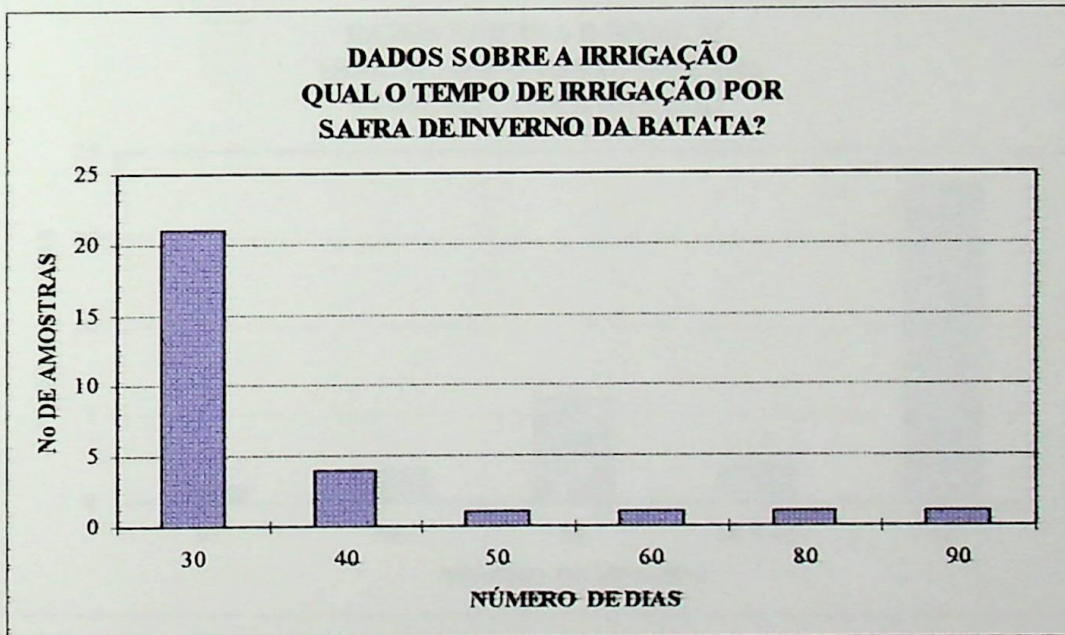


GRÁFICO 11.24

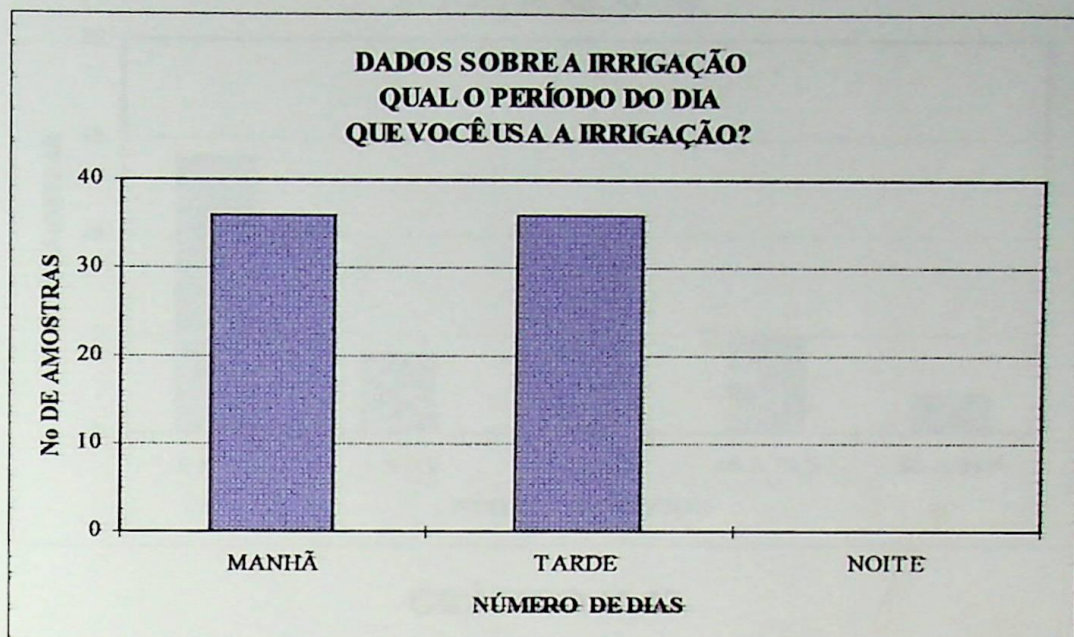


GRÁFICO 11.25

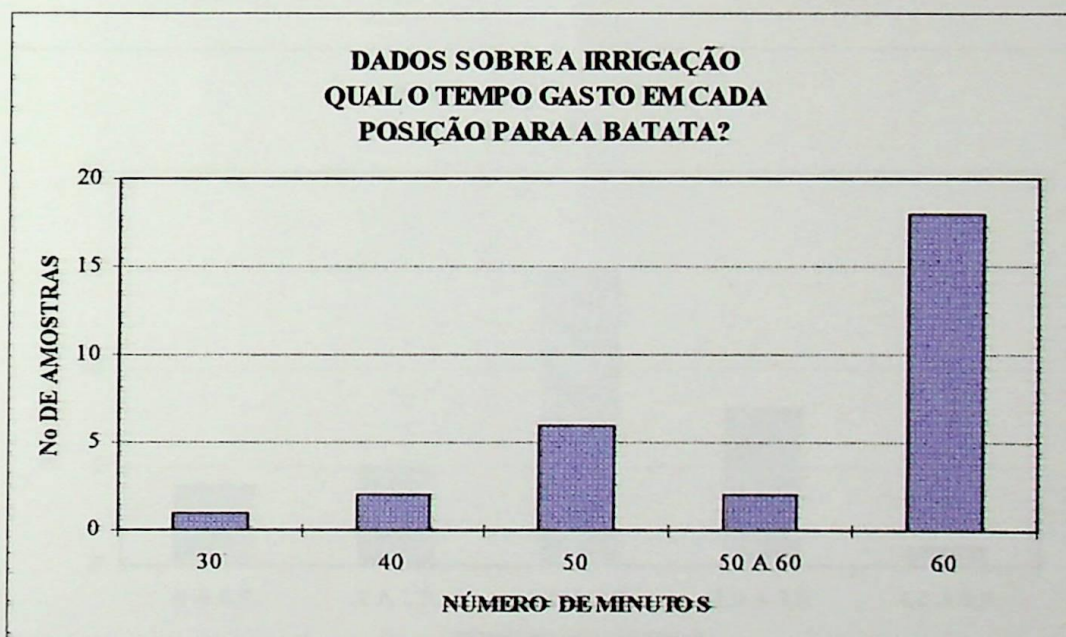


GRÁFICO 11.26

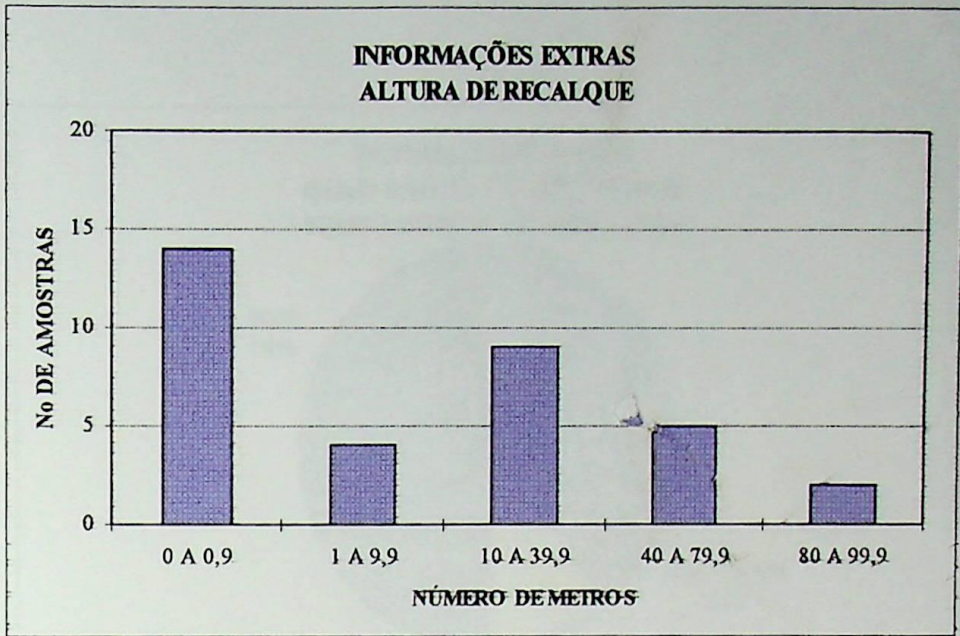


GRÁFICO 11,27

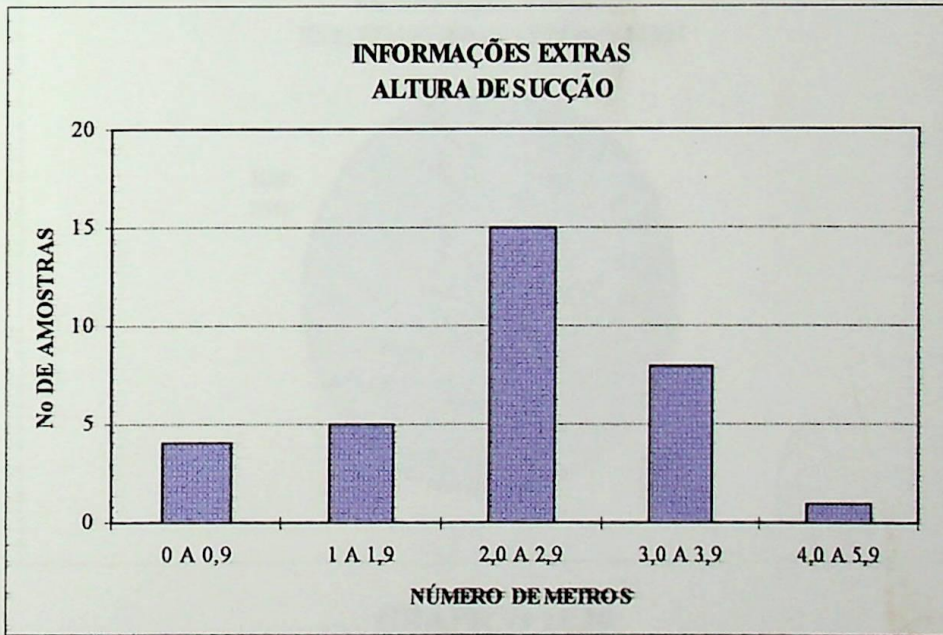
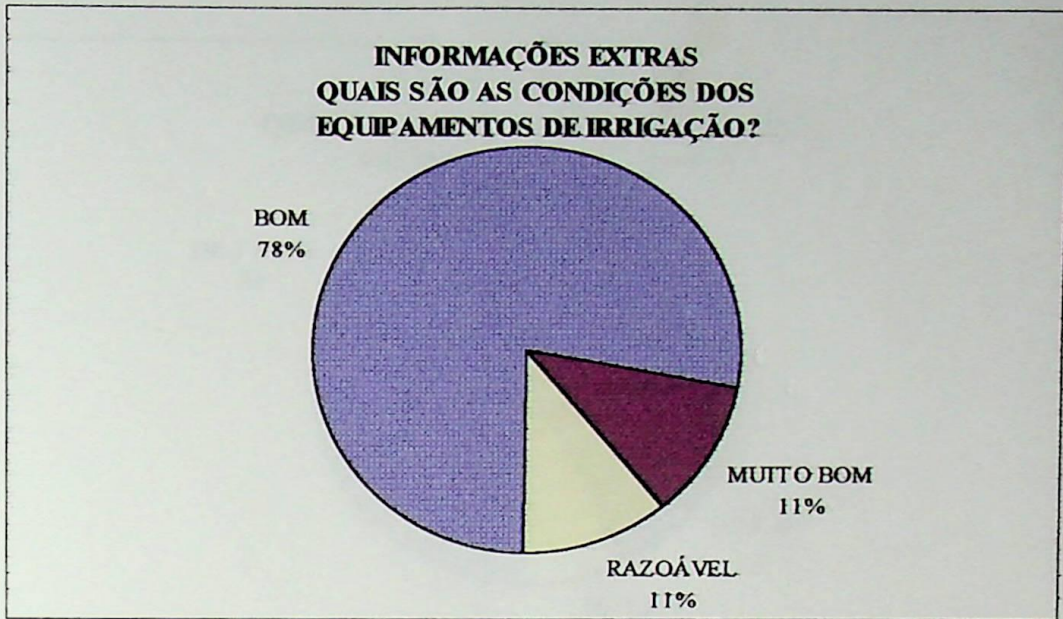


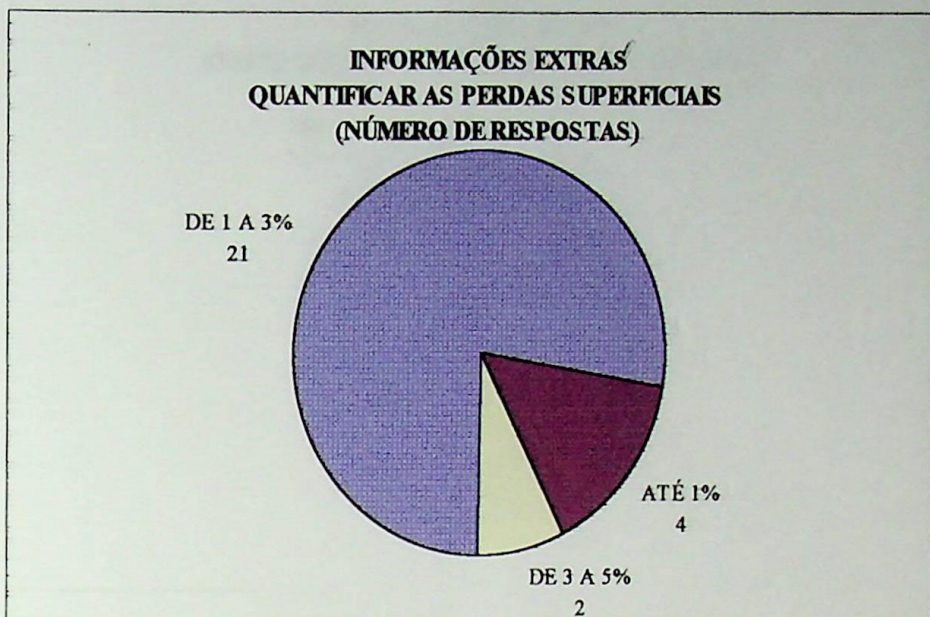
GRÁFICO 11,28



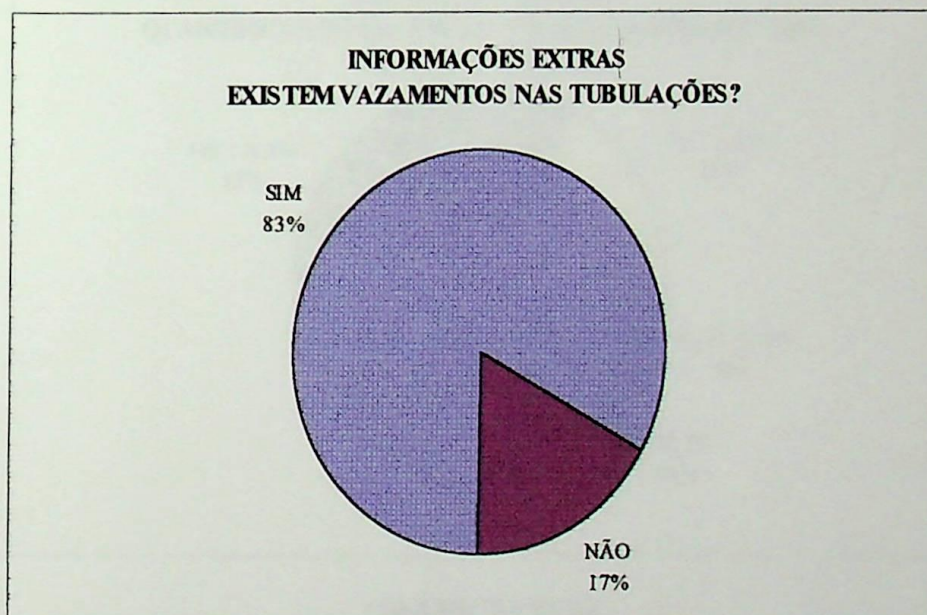
**GRÁFICO 11.29**



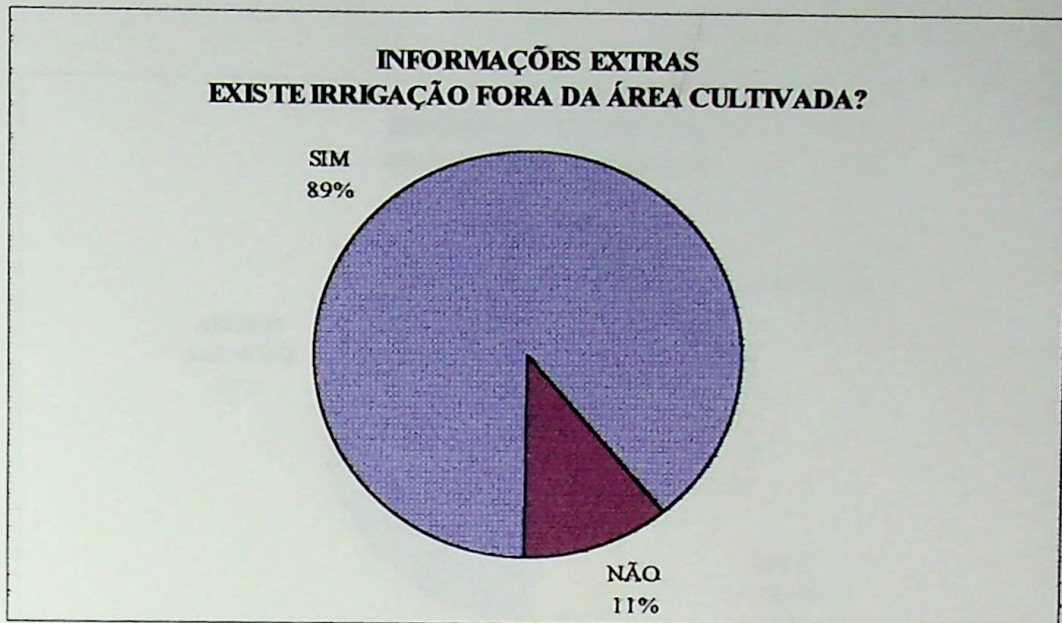
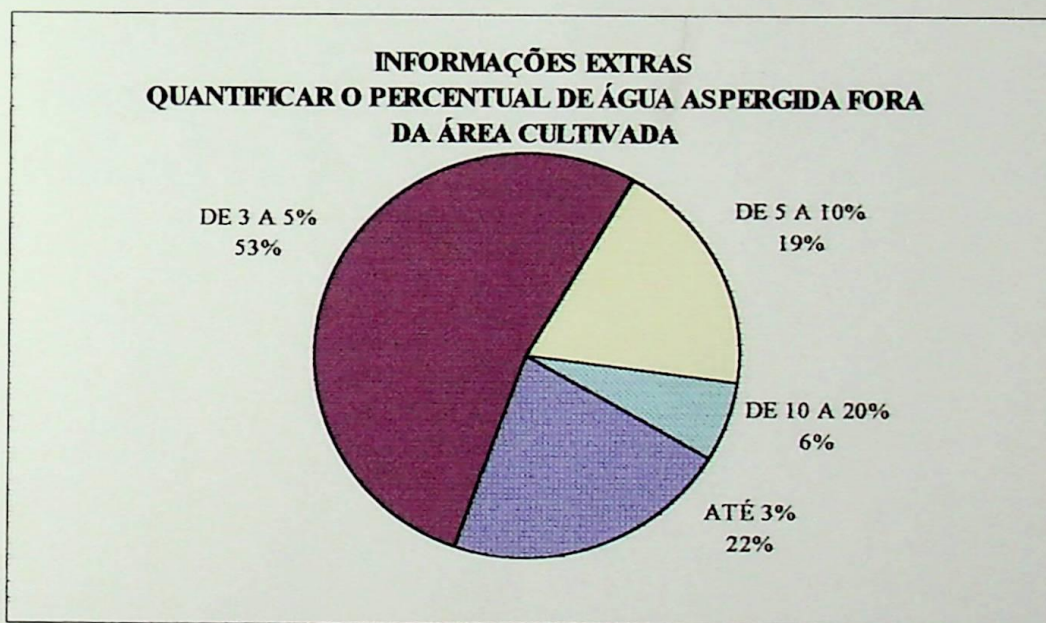
**GRÁFICO 11,30**

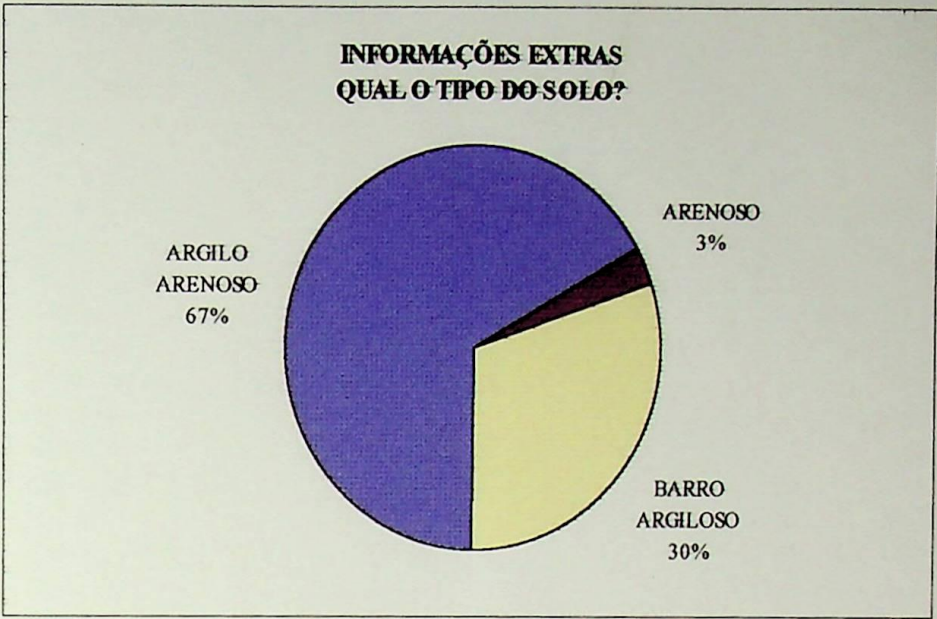


**GRÁFICO 11,31**



**GRÁFICO 11,32**

**GRÁFICO 11.33****GRÁFICO 11.34**



**GRÁFICO 11.35**

DADOS ESTADÍSTICOS E SUAS REPRESENTAÇÕES GRÁFICAS  
RELATIVOS A VARIÁVEIS QUALITATIVAS

## **ANEXO F**

# **DADOS ESTATÍSTICOS IMPORTANTES RELATIVOS ÀS VARIÁVEIS ESTUDADAS**

## F - DADOS ESTATÍSTICOS IMPORTANTES RELATIVOS ÀS VARIÁVEIS ESTUDADAS

Produção Esperada (sacos de 60 kg)	
Média	1728,611111
Erro padrão	312,8796495
Mediana	1150
Modo	3000
Desvio padrão	1877,277897
Variância	3524172,302
Curtose	10,18808291
Assimetria	2,799397376
Intervalo	9880
Mínimo	120
Máximo	10000
Soma	62230
Contagem	36
Coef. de Var.	1,08600
Conf. (95%)	635,180233

Área Irrigada(ha)	
Média	4,82861111
Erro padrão	0,67662399
Mediana	3,63
Modo	4
Desvio padrão	4,05974394
Variância	16,4815209
Curtose	4,70121948
Assimetria	1,99627397
Intervalo	19,4
Mínimo	0,6
Máximo	20
Soma	173,83
Contagem	36
Coef. de Var.	0,84077
Conf. (95%)	1,37362141

Potência Instalada kW	
Média	31,3893641
Erro padrão	5,200446389
Mediana	13,32905645
Modo	13,23529412
Desvio padrão	31,20267833
Variância	973,6071352
Curtose	1,126050742
Assimetria	1,449331171
Intervalo	111,0294118
Mínimo	6,617647059
Máximo	117,6470588
Soma	1130,017108
Contagem	36
Coef. de Var.	0,99405
Conf. (95%)	10,55748034

Consumo Total de óleo Diesel (litro/safra)	
Média	3385,41667
Erro padrão	602,428958
Mediana	1950
Modo	1800
Desvio padrão	3614,57375
Variância	13065143,4
Curtose	8,19138983
Assimetria	2,71181816
Intervalo	17550
Mínimo	450
Máximo	18000
Soma	121875
Contagem	36
Coef. de Var.	1,06768
Conf. (95%)	1222,9973

Prod Esp / Área Irrigada (sacos 60 kg / ha)	
Média	328,460034
Erro padrão	16,87999577
Mediana	311,8055556
Modo	300
Desvio padrão	101,2799746
Variância	10257,63326
Curtose	0,316634864
Assimetria	0,127598259
Intervalo	472,2222222
Mínimo	83,33333333
Máximo	555,5555556
Soma	11824,56122
Contagem	36
Coef. de Var.	0,30835
Conf. 95%	34,26825511

Prod Esp / Pot. Instalada (sacos 60 kg / kW)	
Média	68,32317852
Erro padrão	8,430318319
Mediana	55,95384615
Modo	75,55555556
Desvio padrão	50,58190991
Variância	2558,52961
Curtose	6,56833045
Assimetria	2,151769881
Intervalo	257,6842105
Mínimo	14,31578947
Máximo	272
Soma	2459,634427
Contagem	36
Coef. de Var.	0,74033
Conf. 95%	17,11447697

Prod. Esp / Consumo (sacos 60 kg / l / safra)	
Média	0,57040325
Erro padrão	0,060267154
Mediana	0,467836257
Modo	0,666666667
Desvio padrão	0,361602925
Variância	0,130756675
Curtose	1,854269363
Assimetria	1,402795596
Intervalo	1,506666667
Mínimo	0,16
Máximo	1,666666667
Soma	20,534517
Contagem	36
Coef. de Var.	0,63394
Conf. 95%	0,122348977

Potência Instalada / Área (kW / ha)	
Média	6,76871446
Erro padrão	0,708706779
Mediana	5,055147059
Modo	2,04248366
Desvio padrão	4,252240675
Variância	18,08155076
Curtose	1,815871407
Assimetria	1,360638451
Intervalo	17,13297176
Mínimo	2,04248366
Máximo	19,17545542
Soma	243,6737205
Contagem	36
Coef. de Var.	0,62822
Conf. 95%	1,438753009

Consumo Total de Óleo Diesel / Área Irrigada (l/safra/ha)	
Média	730,1996091
Erro padrão	59,06019656
Mediana	712,5
Modo	500
Desvio padrão	354,3611794
Variância	125571,8454
Curtose	1,68205529
Assimetria	1,031908826
Intervalo	1665
Mínimo	210
Máximo	1875
Soma	26287,18593
Contagem	36
Coef. de Var.	0,48529
Conf. 95%	119,8987198

Consumo Total de Óleo Diesel / Potencia Instalada (l/safra / kW)	
Média	129,2859323
Erro padrão	10,72578964
Mediana	116,7038961
Modo	#N/D
Desvio padrão	64,35473786
Variância	4141,532286
Curtose	0,094033065
Assimetria	0,821974954
Intervalo	243,8494624
Mínimo	39,48387097
Máximo	283,3333333
Soma	4654,293562
Contagem	36
Coef. de Var.	0,49777
Conf. 95%	21,7745372

