

ANÁLISE ECONÔMICA DE TECNOLOGIAS DE IRRIGAÇÃO  
NÃO CONVENCIONAIS PARA O TRÓPICO SEMI-ÁRIDO

Raimundo Ivan Pontes de Sousa

AC 21417  
BT 000004303



DISSERTAÇÃO SUBMETIDA À COORDENAÇÃO DO CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO  
EM ECONOMIA RURAL, COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENÇÃO  
DO GRAU DE MESTRE  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ



Fortaleza - Ceará - Brasil

1985

Ao meu pai, respeitosa homenagem póstuma, por tudo quanto ele representou para os seus descendentes.

À minha mãe, o reconhecimento pelo esforço e dedicação envidados para a formação de seus filhos.

À minha esposa Ivonilde e aos nossos filhos Elson, Ivana e Ana Maria, pela fé que nos une a Deus, e pela compreensão e carinho que prodigamente me têm dispensado.

Aos manos Expedito, Vilany, Ivany e Gizelda pelo privilégio de sermos irmãos.

DEDICO

## AGRADECIMENTOS

O autor agradece à Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA, pela oportunidade que lhe foi concedida.

Ao Chefe do Departamento de Difusão de Tecnologia-EMBRAPA - Brasília, DF - Dr. Ubaldino Dantas Machado, pelo incentivo, confiança e apoio técnico-administrativo, sem o que não teria sido possível a sua participação no Curso de Mestrado em Economia Rural.

Ao Dr. Aderaldo de Sousa Silva, EMBRAPA/CPATSA, Petrolina, PE, pelas orientações técnicas e pelo acervo de informações que lhe foram colocadas à disposição, contribuindo decisivamente para a elaboração deste trabalho.

Aos Drs. Luiz Carlos Cruz Riascos, EMBRAPA/DDT, Luiz Carlos Lopes Freire, Chefe CNPC/EMBRAPA, José de Souza Silva, EMBRAPA/CPATSA, José de Souza Neto, EMBRAPA/CNPC- pelas sugestões resultantes de exaustivas discussões que deram valiosos subsídios.

Ao Orientador, Professor José Aluísio Pereira pela atenção, incansável dedicação, críticas e sugestões por demais oportunas.

Aos Conselheiros Professores da Universidade Federal do Ceará, Antônio de Albuquerque Sousa Filho, do Departamento de Economia Agrícola, Roberto Cláudio Frota Bezerra,

do Departamento de Estatística e Matemática Aplicada, Luiz Carlos Saunders, do Departamento de Engenharia Agrícola, pelas correções e sugestões que contribuiram expressivamente para uma melhor apresentação desta Dissertação.

Ao Professor Nestor Gutierrez Aleman, da Winrock International (Arkansas, USA), pelas críticas e correções.

Aos colegas de mestrado Luiz Carlos Gomes de Araújo e Paulo Hermógenes Saunders Brasil, pelas sugestões.

Aos funcionários do Departamento de Economia Agrícola - DEA, pelas atenções dispensadas.

## SUMÁRIO

	Página
LISTA DE TABELAS .....	viii
LISTA DE FIGURAS .....	xiii
RESUMO .....	xiv
ABSTRACT .....	xvi
1 - <u>INTRODUÇÃO</u> .....	01
1.1 - <u>O Problema e Sua Importância</u> .....	04
1.2 - <u>Objetivos</u> .....	07
1.2.1 - <u>Objetivo geral</u> .....	07
1.2.2 - <u>Objetivos específicos</u> .....	07
2 - <u>MATERIAL E MÉTODOS</u> .....	08
2.1 - <u>Área do Estudo</u> .....	08
2.2 - <u>Natureza e Fonte dos Dados</u> .....	10
2.3 - <u>Seleção e Detalhamento das Tecnologias</u> .....	10
2.3.1 - <u>Irrigação por potejamento</u> .....	11
2.3.2 - <u>Irrigação por mangueira</u> .....	16
2.3.3 - <u>Irrigação por cápsula porosa</u> .....	19
2.3.4 - <u>Sistema tradicional de cultivo</u> .....	22
2.4 - <u>Metodologia</u> .....	23
2.4.1 - <u>Vida útil</u> .....	23
2.4.2 - <u>Custos fixos e variáveis</u> .....	24
2.4.3 - <u>Rendas e margens brutas</u> .....	25
2.4.4 - <u>Relação benefício/custo</u> .....	26

## Página

2.5 - <u>Unidades de Análises</u>	27
3 - <u>RESULTADOS E DISCUSSÃO</u>	29
3.1 - <u>Consumo D'água e Produtividade</u>	29
3.2 - <u>Custos Fixos, Variáveis, Renda e Margens Brutas</u>	31
3.3 - <u>Relação Benefício/Custo</u>	37
3.4 - <u>Análise Econômica de Uma Segunda Alternativa</u>	42
4 - <u>CONCLUSÕES</u>	45
5 - <u>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</u>	48
6 - <u>APÊNDICE A</u>	53
7 - <u>APÊNDICE B</u>	65

## LISTA DE TABELAS

TABELA	Página
1 Consumo anual de água e produtividade média das culturas de melancia, tomate, melão, milho e feijão, sob diferentes sistemas de irrigação, Petrolina, 1982. ....	30
2 Custo de implantação por hectare dos sistemas de irrigação, Petrolina, 1982. ....	32
3 Custos variáveis anuais (Cr\$/ha) por cultura e sistema de irrigação, Petrolina, 1982.	33
4 Estimativa das rendas brutas anuais (Cr\$/ha) por cultura e sistemas de irrigação, Petrolina, 1982. ....	34
5 Rendas líquidas anuais (Cr\$/ha) resultantes dos diferentes sistemas de irrigação nas culturas de melancia, tomate, melão, milho e feijão, Petrolina, 1982. ....	35
6 Margens brutas anuais (CR\$/ha) resultantes dos diferentes sistemas de irrigação nas culturas de melancia, tomate, melão, milho e feijão, Petrolina, 1982. ....	36
7 Margens brutas anuais (Cr\$/ha), atualizadas, resultantes dos diferentes sistemas de irrigação, nas culturas de melancia, tomate, me	

## TABELA

## Página

lão, milho e feijão, Petrolina, 1985. ....	37
8 Resultados da avaliação por sistema de irrigação e por cultura, Petrolina, 1982. ....	38
9 Resumo dos custos (CR\$/ha) de cada sistema de irrigação, Petrolina, 1982. ....	42
10 Custos variáveis anuais (Cr\$/ha) por sistemas de irrigação com bombeamento e reservatório, Petrolina, 1982. ....	43
11 Resultados da avaliação econômica por sistema de irrigação com bombeamento e reservatório, Petrolina, 1982. ....	44
A.01 Custo de implantação/ha do sistema de irrigação por potejamento, Petrolina, 1982. ..	54
A.02 Custo de implantação/ha do sistema de irrigação por mangueira, Petrolina, 1982. ....	55
A.03 Custo de implantação/ha do sistema de irrigação por cápsula porosa, Petrolina, 1982.	56
A.04 Custo de implantação/ha de melancia no sistema tradicional, Petrolina, Fevereiro, 1982.	57
A.05 Custo de implantação/ha do tomate no sistema tradicional, Petrolina - Fevereiro, 1982	58
A.06 Custo de implantação/ha de melão no sistema tradicional, Petrolina - Fevereiro, 1982	60
A.07 Custo de implantação/ha de milho no sistema tradicional, Petrolina - Fevereiro, 1982	61

## TABELA

## Página

A.08	Custo de implantação/ha de feijão no sistema tradicional, Petrolina - Fevereiro, 1982.	62
A.09	Custo de implantação do sistema de bombeamento e reservatório, Petrolina - Fevereiro, 1982. ....	63
A.10	Cálculo das horas de uso da motobomba por cultura e sistema de irrigação, Petrolina - 1982. ....	64
B.01	Resumo da atualização dos custos e receitas (Cr\$/ha), para a cultura de melancia, no sistema de irrigação por potejamento, Petrolina, 1985. ....	66
B.02	Resumo da atualização dos custos e receitas (Cr\$/ha), para a cultura do tomate, no sistema de irrigação por potejamento, Petrolina, 1985. ....	67
B.03	Resumo da atualização dos custos e receitas (Cr\$/ha), para a cultura do melão, no sistema de irrigação por potejamento, Petrolina, 1985. ....	68
B.04	Resumo da atualização dos custos e receitas (Cr\$/ha) para a cultura do milho, no sistema de irrigação por potejamento, Petrolina, 1985 .	69

## TABELA

## Página

B.05	Resumo da atualização dos custos e receitas (Cr\$/ha), para a cultura do feijão, no sis- tema de irrigação por potejamento, Petrolí- na, 1985. ....	70
B.06	Resumo da atualização dos custos e receitas (Cr\$/ha), para a cultura de melancia, no sis- tema de irrigação por mangueira, Petrolina, 1985. ....	71
B.07	Resumo da atualização dos custos e receitas (Cr\$/ha), para a cultura do tomate, no sis- tema de irrigação por mangueira, Petrolina, 1985. ....	72
B.08	Resumo da atualização dos custos e receitas (Cr\$/ha), para a cultura do melão, no siste- ma de irrigação por mangueira, Petrolina , 1985. ....	73
B.09	Resumo da atualização dos custos e receitas (CR\$/ha), para a cultura do milho, no siste- ma de irrigação por mangueira, Petrólina, 1985. ....	74
B.10	Resumo da atualização dos custos e receitas (Cr\$/ha), para a cultura do feijão, no sis- tema de irrigação por mangueira, Petrolina, 1985. ....	75

## TABELA

## Página

B.11	Resumo da atualização dos custos e receitas (Cr\$/ha), para a cultura da melancia, no sis- tema de irrigação por cápsula porosa, Petro- lina, 1985. ....	76
B.12	Resumo da atualização dos custos e receitas (Cr\$/ha), para a cultura do tomate, no sis- tema de irrigação por cápsula porosa, Petro- lina, 1985. ....	77
B.13	Resumo da atualização dos custos e receitas (Cr\$/ha), para a cultura do melão, no siste- ma de irrigação por cápsula porosa, Petrolí- na, 1985. ....	78
B.14	Resumo da atualização dos custos e receitas (Cr\$/ha), para a cultura do milho, no siste- ma de irrigação por cápsula porosa, Petrolí- na, 1985. ....	79
B.15	Resumo da atualização dos custos e receitas (Cr\$/ha), para a cultura do feijão, no siste- ma de irrigação por cápsula porosa, Petrolí- na, 1985. ....	80

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA	Página
1 Região semi-árida do Nordeste do Brasil. ...	09
2 Planta do sistema de irrigação por potes de barro, baseado em SILVA <u>et alii</u> . ....	13
3 Sistema de irrigação por potes de barro, baseado em SILVA <u>et alii</u> . ....	14
4 Sistema de irrigação por mangueira, do tipo portátil. ....	17
5 Modelo de irrigação esquemático do sistema de irrigação por cápsula porosa, baseado no es tudo realizado por SILVA & PORTO (1982). ...	21

## RESUMO

Neste trabalho foram avaliados três sistemas de irrigação não convencionais (Potejamento, Mangueira e Cápsula Porosa) em termos de consumo d'água, produtividades físicas de culturas pré-selecionadas, estrutura de custos, receitas e outros aspectos relacionados com os benefícios decorrentes da utilização de tais sistemas, principalmente pelo pequeno produtor rural.

Inicialmente foi procedido um detalhamento técnico dos sistemas e em seguida, para fins de análise econômica, utilizou-se a técnica da orçamentação parcial, associada a estrutura de conceitos comumente empregada na teoria da firma.

Em cada sistema de irrigação e para o sistema tradicional aqui designado como tratamento-controle, considerou-se os resultados experimentais encontrados pela EMBRAPA/CPATSA, Petrolina-1982, nas culturas de melancia, tomate, melão, milho e feijão.

A análise dos dados indicou que o sistema de potejamento utiliza a menor quantidade de água durante o ciclo produtivo das culturas, isto é, apenas 10 a 40% dos totais consumidos pelos sistemas de mangueira e cápsula porosa, respectivamente. Vale ressaltar que a produtividade física das culturas irrigadas foi sempre superior à obtida pelo sistema tradicional.

Em termos de renda (Cr\$/ha), ficou evidenciado que o sistema de potejamento mostrou-se três vezes superior ao sistema de irrigação tradicional.

As relações benefício/custo estimadas, sempre superiores à unidade, indicaram que todos os sistemas analisados são viáveis economicamente, com destaque para o sistema de potejamento, tendo em vista que tal sistema apresentou maior economicidade no uso de água, maior rendimento das culturas e renda líquida por hectare sempre superior aos demais, especialmente com relação ao sistema tradicional.

Finalmente, é de se esperar que as tecnologias não convencionais discutidas no presente trabalho possam oportunamente ser melhor estudadas e implementadas, principalmente na região semi-árida do Nordeste, onde a irregularidade climática acarreta alto risco às atividades agropecuárias, contribuindo assim para uma maior estabilização na produção de alimentos.

## ABSTRACT

Three non conventional irrigation systems were compared with respect to water consumption, yield of preselected crops, cost structure, rents and other aspects related mainly to the utilization of the irrigation systems by small rural producers.

After a technical description of the systems, they were analysed economically by means of a partial budgeting technique, related to the structure of concepts generally on firm theory.

Experimental results were obtained in 1982 by EMBRAPA/CPATSA, Petrolina-PE. The three irrigation systems ("Potejamento", "Mangueira" and "Capsula Porosa") and on the traditional system, here used as a control, on cultures of watermelon, tomatoes, melon, corn and beans, were utilized in the analysis.

The data analysis shown that "potejamento" system utilized a lesser amount of water throughout the production cycle of the studied crops, equivalent to 40% of the total water consumed by the "mangueira" and "capsula porosa", respectively. Yield of the irrigated cultures was always superior to the one of the traditional ones.

The "potejamento" system had an income (Cr\$/ha) three folds superior to the traditional system.

All the systems had a benefit/cost ratio greater than 1, attesting for their economical feasibility, the "potejamento" system exhibited the greatest water economy, highest average crop yield and higest net income per area.

Finally, it is recommended that the conventional technologies analysed in the present study be further studied and implemented, mainly in the semi-arid northeast region, where climatic irregularity presents a high risk to agriculture, thus contributing to stabilize the production of food.

## 1 - INTRODUÇÃO

No plano histórico, muito se tem dito e escrito sobre a agricultura exercendo um papel de primordial importância no processo de crescimento econômico do Nordeste brasileiro.

Entretanto, esse papel, a cada dia parece mais ameaçado por fatores que vão desde a irregularidade de distribuição de chuvas até outros de natureza agroecológicas, sócio-econômicas e culturais, fatores que passam a exigir da pesquisa científica um enfoque sistêmico para conhecer as mais diferentes situações do meio rural e, a partir daí, gerar ou adaptar tecnologias apropriadas para as diversas realidades constatadas, BRASIL.SUDENE (1977).

Como exemplo dos fatores adversos que atingem mais de perto aos de natureza agroecológicas e sócio-econômicas, citam-se:

- (a) os já visíveis sinais de esgotamento das áreas para onde se poderiam expandir as atividades do setor agrícola, pelo que prevê-se que o mesmo não terá condições de continuar crescendo através do alargamento de suas fronteiras;
- (b) o conhecimento dos fatores que exercem forte atração no meio urbano, motivando a migração campo-cidade, destacando-se que na década de 70, pela primeira vez, o meio rural brasileiro viu diminuir a sua produção em cerca de 2,4 milhões de habitantes, ALVES (1981);

- (c) precipitações pluviométricas baixas e irregulares;
- (d) predominância do setor de subsistência;
- (e) concentração da renda na economia açucareira e na pecuária extensiva;
- (f) carência de tecnologia apropriada que oriente o aproveitamento na agricultura no excedente de mão-de-obra, EMBRAPA (1982);
- (g) atual estrutura fundiária.

Neste contexto, a criação de novas tecnologias merece uma atenção especial pois, a análise dos seus resultados ao longo do tempo, torna-se um bom indicador do rumo que a pesquisa agrícola deverá seguir, fazendo com que a geração de conhecimento técnico-científico seja efetuada de forma compatível com a realidade do meio para o qual ela deverá ser destinada.

Entende-se, portanto, que sem mudança tecnológica no setor agrícola, não poder-se-á pensar em aumentar a produtividade da força de trabalho que permanece no campo, para que ela possa fornecer seus próprios alimentos, bem como produzir excedentes comercializáveis suficientes, pelo menos, para gerar uma renda mínima para sustento da família, BARROS (1976).

A par disto é que o Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semi-Árido - CPATSA, localizado em Petrolina-PE, vem desenvolvendo pesquisas em tecnologias de baixo custo pertinentes a manejo de solo e água, através de estudos básicos que visam o conhecimento de parâmetros físico-hídricos de cada solo a ser trabalhado, na expectativa de poder deter-

minar um balanço o mais aproximado possível das necessidades de água para cada cultura.

Naquela unidade de pesquisas da EMBRAPA, já se identifica um considerável acervo de informações, resultante de experimentações conduzidas com a finalidade de possibilitar aos pequenos e médios produtores rurais, uma forma de coexistência com a seca na região do Trópico Semi-Árido que abrange aproximadamente 75% da superfície do Nordeste, SILVA (1982).

Atualmente, estudiosos que trabalham em regiões secas e subdesenvolvidas, estão pesquisando antigos métodos de irrigação que se caracterizam pelo baixo custo, alta eficiência de aplicação e economicidade do uso de água, tendo em vista a incorporação desses métodos às áreas consideradas improductivas.

Os métodos de irrigação por potes de barro, cápsula porosa e mangueira, que estão sendo desenvolvidos pelo CPATSA-EMBRAPA, em Petrolina-PE, embora não representem tecnologias recentemente criadas, são bastante simples e, sua instalação, operação e manutenção, oferecem excelente oportunidade para empregar mão-de-obra da própria família do produtor rural na região.

Selecionou-se, para estudo mais detalhado, os sistemas de irrigação por potejamento, mangueira e cápsula porosa com a finalidade de compará-los através de informações técnicas e econômicas com o sistema tradicional.

### 1.1 - O Problema e Sua Importância

A região Semi-Árida do Nordeste brasileiro, com seus 115 milhões de hectares, representa aproximadamente 75% da superfície do Nordeste, e tem uma densidade demográfica em torno de 14hab/km<sup>2</sup>.

Apesar das limitações climáticas, financeiras, educacionais, ausência de uma tecnologia coerente com a realidade regional e ainda os entraves representados pela inadequação da estrutura fundiária, a agricultura desta região continua sendo a fonte principal de exportação regional.

Deve-se ressaltar também o fato de que a produção tem sido obtida pela grande maioria dos produtores, com a utilização de técnicas agrícolas obsoletas, razão pela qual os índices de produtividade são cada vez menores.

O quadro tende a agravar-se, na medida em que a migração campo-cidade se realiza pela falta de condições de subsistência no meio rural, seja pela estrutura fundiária existente, ou pela ausência de uma tecnologia apropriada para produzir alimentos e, consequentemente, gerar um mínimo de renda, ALVES (1981).

QUEIROZ (1979), ressalta que os pequenos agricultores desta região, habitualmente, subsistem às custas de um sistema de produção complexo envolvendo lavoura e pecuária, onde as espécies vegetais são, principalmente, culturas alimentares consideradas rentáveis em consociação. E enfatiza que "a exploração destas culturas está condicionada, quase

que exclusivamente às precipitações pluviais e representam a proximadamente 98% do valor total da produção".

Por outro lado, sabe-se que o Nordeste brasileiro é a área que apresenta a menor renda "per capita" do País, e onde a produtividade, medida através de renda por pessoa econômica ativa, pode ser considerada excessivamente reduzida, se comparada com outras áreas do território nacional.

Como exemplo, cita-se que "em 1970, a renda por pessoa ocupada na agricultura no Estado de São Paulo, era cerca de quatro vezes maior do que a do Nordeste, enquanto que a renda da região Sudeste como um todo era duas vezes e meia superior", REBOUÇAS (1979).

O grande desafio para os que fazem a pesquisa científica é o de gerar conhecimentos capazes de viabilizar tecnologias em uma região que, de ano para ano, vem se constituindo num tema de discussão permanentes em todo o País, por razões que se correlacionam com as mais diversas causas, quando algumas delas ainda se encontram embutidas nas entranhas de uma sociedade semi-feudal, SILVA et alii (1981).

Por outro lado, sabe-se que a irrigação que se pratica no Nordeste não tem sido encarada levando-se em consideração as aspirações da grande massa de pequenos e médios produtores que, somados, representam um alto percentual do valor total da produção. Entretanto, admite-se que as perspectivas são relativamente boas, na medida em que já se discutem possibilidades teóricas de irrigação, como uma estratégia da agricultura nordestina.

Dentre as principais técnicas contempladas pela pes-

quisa hídrica para as áreas onde os recursos públicos são escassos ou sub-utilizados, à luz dos dados disponíveis, foram identificadas as seguintes tecnologias capazes de melhorar a estrutura das propriedades rurais, no que se refere à resistência aos efeitos das secas: Potejamento, Mangueira e Cápula Porosa.

Outras tecnologias existem em fase final de experimentação que logo mais serão incorporadas ao elenco daqueles cujos resultados, presume-se, estejam satisfazendo às expectativas dos pesquisadores, na medida em que se avolumam as solicitações de cursos e reciclagens encaminhadas ao CPATSA sobre determinadas tecnologias de comprovada eficiência a nível de pequenas e médias propriedades.

Para fins desta pesquisa, selecionaram-se métodos não convencionais de irrigação pelo que eles possam representar dentro do contexto sócio-econômico do Trópico Semi-Árido do Nordeste brasileiro.

O que se pretende, de fato, é estudar alternativas de baixo custo e de fácil manejo, fundamentando-se no contexto econômico-político-social dos produtores de baixa renda.

Sugerem-se, portanto, medidas que possam incentivar a prática de uma tecnologia que vise incrementar a produção de determinados produtos agrícolas, aumentar a demanda de mão-de-obra e, como consequência, contribuir para fixar o homem ao campo ou reduzir o êxodo rural.

## 1.2 - Objetivos

### 1.2.1 - Objetivo geral:

Avaliar economicamente os sistemas de irrigação que utilizam potes de barro, mangueira e cápsula porosa, junto à Estação Experimental de Bebedouro, em Petrolina, Estado de Pernambuco, e compará-los com o sistema tradicional de cultivo.

### 1.2.2 - Objetivos específicos:

- (a) Relacionar o consumo de água dos diversos sistemas de irrigação incluídos no estudo com as produtividades físicas das culturas de melancia, tomate, melão milho e feijão;
- (b) estimar os custos fixos, variáveis, rendas e margens brutas relativos aos sistemas de irrigação estudados;
- (c) estimar as relações benefício/custo decorrentes das imobilizações efetuadas nos diferentes sistemas.

## 2 - MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 - Área de Estudo

A área específica de estudo a que se refere esta pesquisa, está localizada no eixo Petrolina-PE e Juazeiro-BA, bimônimo considerado polo de desenvolvimento regional, com uma área de influência econômica e social estimada em 100 mil km<sup>2</sup>, abrangendo áreas de três Estados: Pernambuco, Bahia e Piauí, PORTO et alii (1983).

O Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semi-Árido (CPATSA), ali instalado, dista aproximadamente 40km do centro da cidade de Petrolina e está situado na zona classificada como Semi-Árida.

A área de abrangência geral deste estudo está associada à zona semi-árida do Nordeste brasileiro. Esta região é a maior das seis sub-regiões nas quais se sub-divide o Nordeste (região setentrional, litoral ou zona da mata, planícies, pequenos vales férteis, agreste e semi-árido), com 741 mil quilômetros quadrados, ou seja, 48% da área total do Nordeste (FIGURA 1).

O estudo desenvolvido por PORTO (1983), demonstra que os aspectos climáticos são caracterizados por distribuição muito irregular de chuvas, concentradas num único período

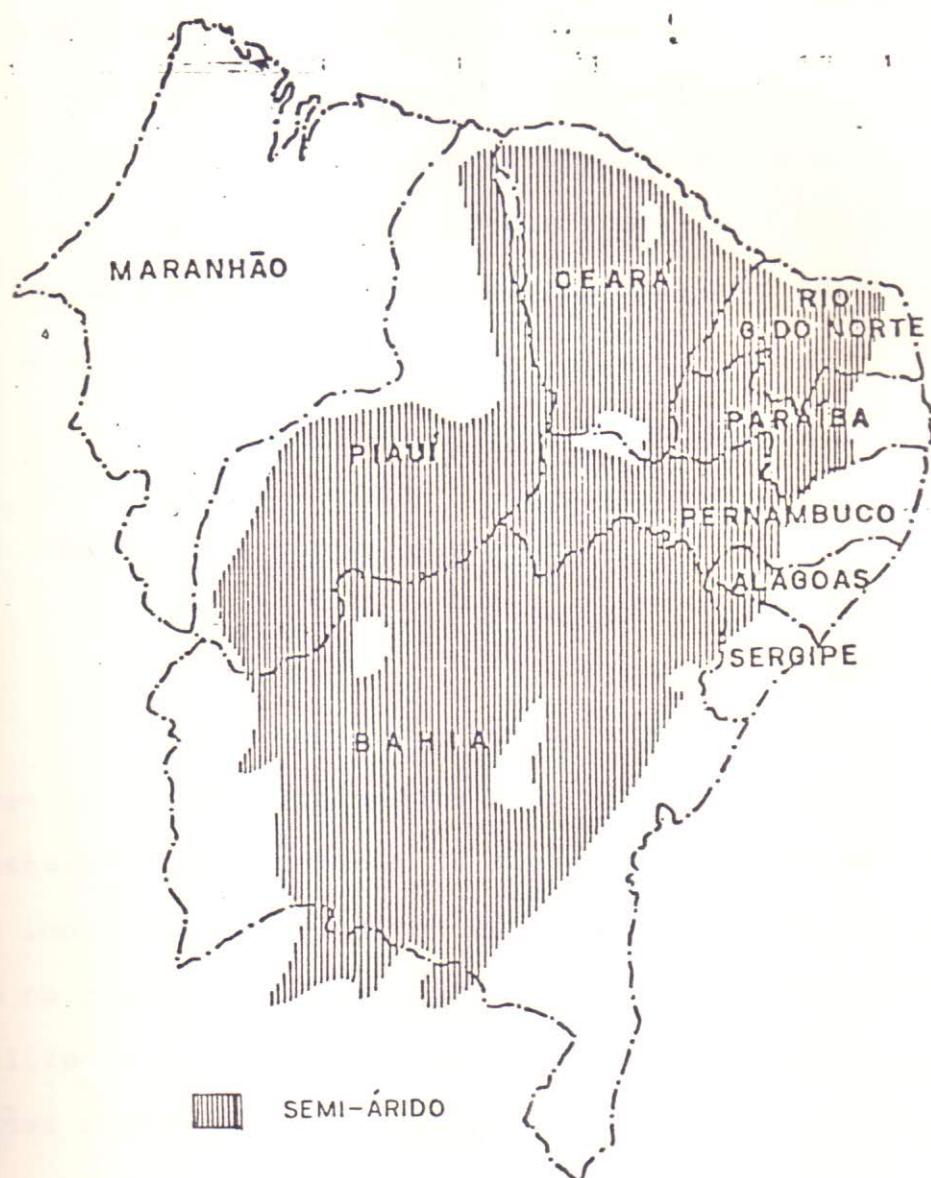


FIGURA 1 - Região semi-árida do Nordeste do Brasil.

do (três a cinco meses). Outras características relacionadas com a climatologia do semi-árido são:

- (a) temperaturas médias anuais muito elevadas, variando de 23 a 27°C, com amplitudes térmicas diárias em torno de 10°C;
- (b) insolação muito forte (média anual de 2.800 h/ano);
- (c) umidade relativa baixa (médias anuais em torno de 50% ao ano).

## 2.2 - Natureza e Fontes dos Dados

Os dados necessários para a elaboração deste estudo foram coletados diretamente no CPATSA, através de contatos pessoais e reuniões com os pesquisadores responsáveis pelas inovações tecnológicas ao manejo racional de solo e água na região do Trópico Semi-Árido. Adicionalmente, foram utilizadas informações complementares coletadas em publicações e relatórios de diferentes fontes de informação.

## 2.3 - Seleção e Detalhamento das Tecnologias

O desenvolvimento dos sistemas de irrigação não convencionais está baseado nos seguintes pressupostos básicos:

- (a) dispensar força motriz convencional;
- (b) evidenciar economicidade de água;
- (c) ser de fácil manejo;

- (d) ser de baixo custo;
- (e) possibilitar a estabilização da produção de alimentos em pequenas e médias propriedades agrícolas com até duas safras por ano.

Devido a ocorrência de chuvas muitas vezes de alta intensidade concentrada em alguns meses, resulta um grande volume de escoamento superficial que, em geral, não é bem aproveitado pelo agricultor. Atualmente, todavia, existem tecnologias que possibilitam aumentar a produção agrícola através da utilização desse potencial hídrico, como bem demonstraram SILVA & PORTO (1982).

A captação e manejo de água resultante do escoamento superficial, em cada área depende em grande parte da disponibilidade da estimativa desse potencial. Considerando que a única fonte de água para a agricultura é resultante da precipitação pluvial nas proximidades rurais, conclui-se que se deve desenhar métodos de irrigação adequados para se utilizar este potencial.

Com base neste enfoque, métodos simples, normalmente recomendados para pequenas irrigações, portanto, compatíveis com a realidade do pequeno agricultor vêm sendo desenvolvidos a nível de pesquisa. A seguir se descrevem os sistemas selecionados:

#### 2.3.1 - Irrigação por potejamento

A descrição desse método está baseada nos trabalhos

de SILVA & PORTO (1982), SILVA et alii (1982a).

O método é simples, não exige nível elevado de conhecimentos técnicos, emprega mão-de-obra familiar e matéria prima regional.

Os potes de barro cozido, idênticos aos que os produtores rurais usam em casa como reservatório de água para consumo, podem ser usados isoladamente ou conectados (princípio dos vasos comunicantes). Os elementos componentes do sistema de irrigação por potes de barro se apresentam nas FIGURAS 2 e 3.

O sistema consta de potes de barro interligados por uma tubulação de polietileno e é conectado ao reservatório de abastecimento (B) e este ao filtro de areia (A).

Os potes (P) ligados a uma linha principal de abastecimento (L) dispõem de um sistema de bóias que mantêm constante o nível de água no seu interior (FIGURA 3).

O sistema conta com linhas secundárias de potes de abastecimento ( $P_1$ ) que se une aos potes de carga constante ( $P$ ) da linha principal (L), FIGURA 2.

Os potes ( $P$ ) e ( $P_1$ ) são confeccionados com argila e queimados em fornos caseiros do próprio artesão e, por isso, não apresentam uma vazão uniforme. A capacidade média de armazenagem de água de cada pote é de 10 a 12 litros.

A distribuição de água de irrigação, por este método, é feita de forma automática e contínua devido à diferença de potencial existente entre a água no interior dos potes e o solo onde se encontram instalados, ABID (1981).

Quando um sistema utiliza os potes de maneira isolada

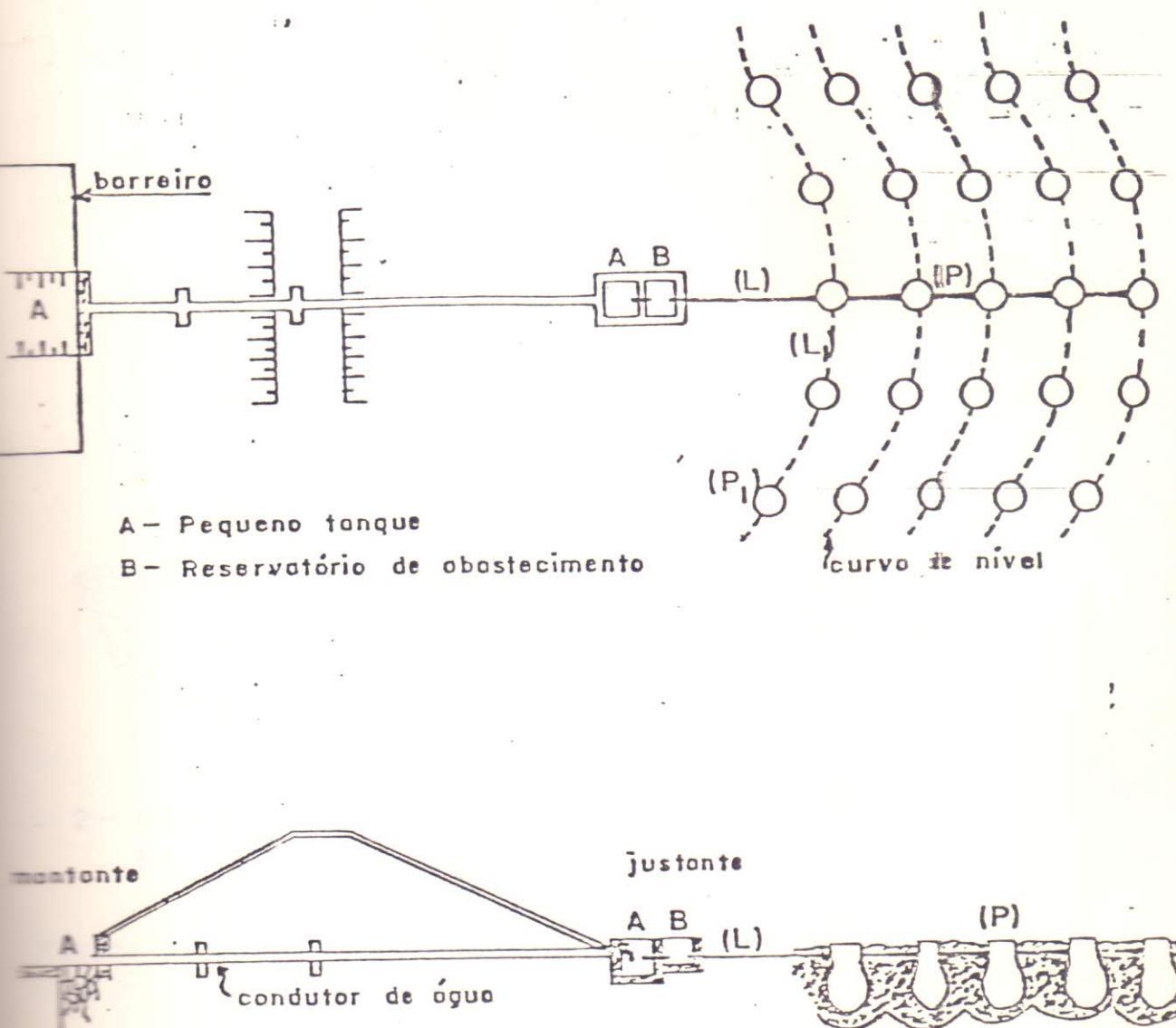
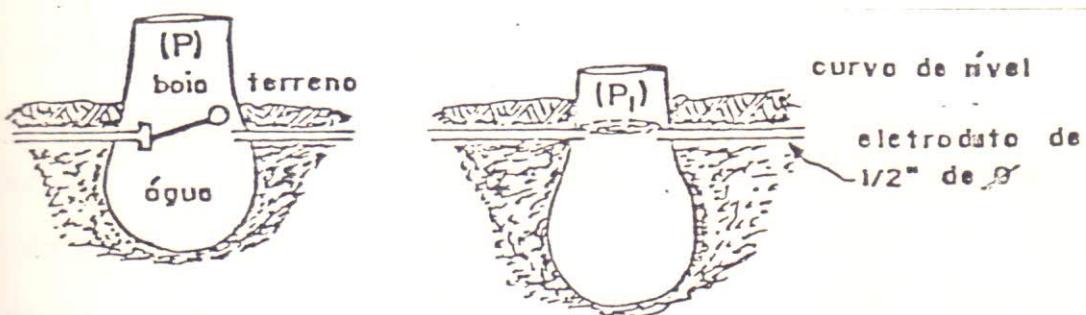


FIGURA 2 - Planta do sistema de irrigação por potes de barro, baseado em SILVA et alii (1982).



2 - DETALHE DO POTE PRINCIPAL (P)  
E SECUNDÁRIO (P<sub>1</sub>)

FIGURA 3 - Sistema de irrigação por potes de barro, baseado em SILVA et alii (1982).

da, o abastecimento de água é feito individualmente em cada pote.

No caso do sistema usar potes conectados entre si, existe uma fonte abastecedora central, que pode ser uma caixa de cimento-amianto, um tonel comum, um poço ou barreiro.

Entre a fonte abastecedora e cada linha de potes conectados entre si, existe um pote com um sistema de bóia (caixa de descarga), que mantém constante o nível de água no seu interior e assim controla o abastecimento e a manutenção do nível nos demais potes.

Neste método o pote fica semi-enterrado somente com o gargalo acima do solo, e as plantas são cultivadas ao redor do mesmo, a fim de que o seu sistema radicular se desenvolva na região úmida do "bulbo molhado" que tem aproximadamente uns 60 a 80 cm de diâmetro.

Para este sistema, os potes são instalados num esquema em torno de 4,0m x 3,0m totalizando 830 potes por hectare.

A distribuição de umidade média do solo ao redor dos potes de barro, depende da profundidade e distância horizontal, em relação ao eixo vertical dos potes de barro.

A umidade proporcionada pelo sistema de irrigação por potes de barro apresenta uma importante vantagem sobre outros métodos de irrigação, pois as condições de umidade são asseguradas pelo sistema de forma contínua, e não se verifica engotamento de fluxo, já que o reabastecimento é auto-regulável pela diferença de potencial entre o solo e a unidade porosa.

Nos métodos convencionais de irrigação, devido à de-

suniformidade de distribuição radicular, decorrente de um manejo inadequado, o fluxo de umidade é irregular, o que não acontece no método de irrigação por potes de barro, devido a alta densidade de raízes localizadas, em grande parte, ao redor das unidades porosas do sistema.

Observações anteriores permitem concluir que algumas culturas anuais podem crescer satisfatoriamente ao redor de potes de barro, com uma pequena quantidade de água, e constituirem uma maneira adequada de assegurar a exploração de horizontais, particularmente, nas regiões áridas e semi-áridas do Nordeste, bem como em outros países onde a água for fator limitante. A instalação do sistema de potes é precedida de um preparo do terreno, o mínimo possível, apenas o suficiente para traçar as curvas de nível onde estão localizadas as linhas secundárias de abastecimento ( $L_1$ ).

### 2.3.2 - Irrigação por mangueira

Estudo realizado por SOARES (1983), descreve a irrigação por mangueira como a condução de água através de tubo flexível e que pode funcionar sob condições inclusive de baixa pressão, tendendo a aproveitar a existência, na propriedade, de pontos de tomada de água com carga hidráulica superior a 1 metro (FIGURA 4).

O autor aponta vantagens e limitações deste tipo de irrigação, com os seguintes destaque:

Vantagens:

- a perda de água por condução é mínima;
- a aplicação localizada de água, concorre para re-



FIGURA 4 - Sistema de irrigação por mangueira do tipo portátil.

dução de perdas por percolação e por escoamento superficial;

- (c) a mobilidade do sistema de condução e de distribuição, condiciona a redução dos custos de investimentos com o sistema de irrigação;
- (d) o sistema de irrigação pode ser utilizado em terrenos planos e/ou mais íngremes, necessitando apenas de uma leve regularização do terreno e/ou plantio em curvas de nível, respectivamente;
- (e) aproveitamento de fonte de água com vazões pequenas.

#### Limitações:

- (a) elevado tempo de irrigação por unidade de área;
- (b) o custo do manejo da irrigação tende a ser elevado, dependendo da identificação da alternativa de bombeamento de água.

Classificação do sistema de irrigação por mangueira, de acordo com a mobilidade de condução:

- sistema portátil - sistema com tubulação totalmente móvel, constituída por tubos dotados de engates rápidos;
- sistema semi-portátil - sistema em que a tubulação de distribuição é móvel, enquanto que, a de condução é fixa. Normalmente as tubulações fixas devem ser enterradas para maior durabilidade do material, principalmente, quando se trata de tubulações de plástico;
- sistema fixo - sistema em que toda tubulação de condução é fixa. Este sistema, entretanto, permite um deslocamento temporário da tubulação de distribuição com a finalidade

de facilitar o preparo do solo na entressafra de culturas temporárias.

### 2.3.3 - Irrigação por cápsula porosa

O método de irrigação por cápsula porosa foi introduzido no Trópico Semi-Árido nordestino por SILVA et alii(1978).

É um método não convencional de irrigação que utiliza como unidades porosas, cápsulas confeccionadas com uma mistura de argila. A cápsula porosa é uma peça oca de forma cônica, com paredes de 0,6cm de espessura, tem capacidade de armazenamento de 700cm<sup>3</sup> de água e tem dois bicos conectores na parte superior.

É confeccionado em moldes de gesso e exige um controle absoluto da temperatura de queima, razão pela qual, as cápsulas são fabricadas apenas em indústrias de cerâmicas, SILVA et alii (1981).

Neste método, a aplicação da água de irrigação se processa pela diferença de potencial existente entre o solo e a cápsula. Este princípio de funcionamento dispensa o emprego de força motriz convencional para a aplicação da água em irrigação.

A distribuição de água é feita de forma contínua e automática, sendo diretamente proporcional à diferença de potencial existente entre a água no interior da cápsula e o solo, inversamente proporcional à resistência da cápsula.

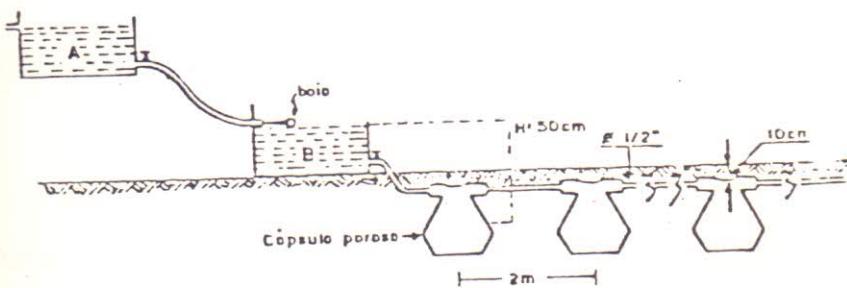
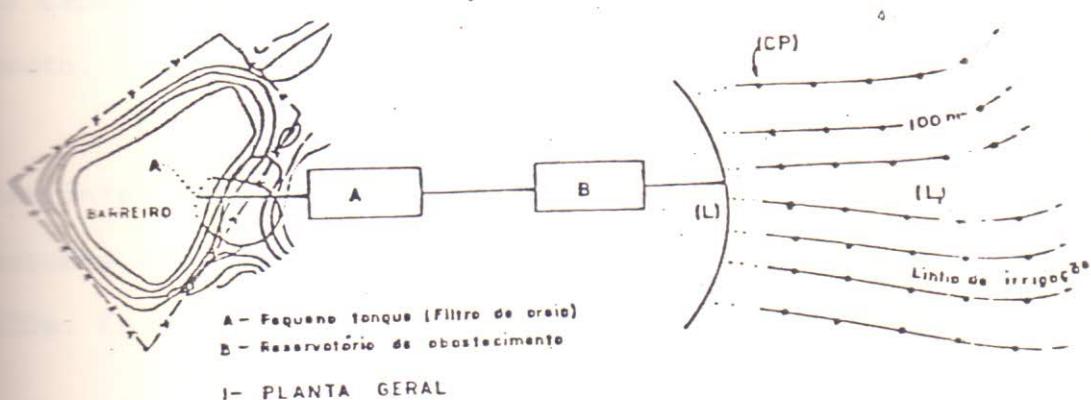
O método conta com mais uma fonte de força, que é a carga hidrostática formada pela diferença de altura entre o sistema instalado e a fonte abastecedora, colocada a 0,5m a cima do nível do solo. Essa carga evita problemas operacionais do sistema, como formação de bolhas de ar, e incrementa a quantidade de água utilizada pelos vegetais proveniente da diferença de potencial da água do solo, SILVA et alii (1981).

O sistema dispõe de uma fonte abastecedora central, que pode ser uma caixa de cimento-amianto, um tonel comum (com capacidade de 200 litros), um poço, um barreiro ou tanque de cimento (FIGURA 5).

Neste método as unidades porosas ficam totalmente encerradas e as plantas são cultivadas ao seu redor, para que o seu sistema radicular se desenvolva na região sempre úmida do "bulbo molhado", que é de 60 a 80 cm de diâmetro, que se forma em torno de cada cápsula. neste sistema, as cápsulas são instaladas num espaçamento de 2,0m x 2,0m totalizando 2.500 unidades por hectare, apresentando alta uniformidade na liberação de água durante o período produtivo.

Com esse método os teores de umidade tendem a crescer de 0 a 30 cm de profundidade, atingindo, aí, seu nível máximo de umidade.

Segundo a descrição feita por SILVA & PORTO (1982), os elementos básicos componentes do sistema são apresentados na FIGURA 5, onde o reservatório de abastecimento (B) do sistema é constituído de um recipiente que pode ser um pote de caso caseiro, com capacidade de 10 a 12 litros, contendo uma tampa para manter o nível de água constante no seu inte



**2 - CORTE LONGITUDINAL DA PLANTA**

**FIGURA 5** - Modelo de irrigação esquemático do sistema de irrigação por cápsula porosa, baseado no estudo realizado por SILVA & PORTO (1982).

rior. A altura de carga ( $H$ ) corresponde à diferença de nível entre a superfície livre da água no reservatório e a altura média das cápsulas porosas instaladas.

A linha principal de abastecimento ( $L$ ) consiste numa tubulação de polietileno de uma polegada de diâmetro, que une as cápsulas porosas (CP) com o reservatório (B) de abastecimento.

A linha de cápsula ( $L_1$ ) consiste numa série de cápsulas interconectadas, instaladas em curva de nível ou com uma pequena declividade, quando as linhas forem superiores a 100m. Esta linha está ligada à linha principal ( $L$ ).

#### 3.3.4 - Sistema tradicional de cultivo

Para efeitos comparativos, denomina-se aqui sistema tradicional de cultivo aquele executado pelos produtores da região cuja principal característica é não ter acesso às tecnologias de irrigação, sejam elas convencionais ou não. A disponibilidade de água depende unicamente da precipitação pluvial que nesta área se caracteriza por uma distribuição irregular de ano para ano. Uma outra característica deste sistema, para fins deste trabalho, é que o produtor planta lavouras separadas cada cultura. O sistema tradicional de cultivo permite uma única colheita por ano.

Para efeito da análise comparativa dos métodos de irrigação aqui abordados e tendo em conta o fato de que a rela-

ção sistema de irrigação "versus" tipo de cultivo poderia o  
casionar um viés na análise econômica, se procedeu a inclu  
são do maior número possível de culturas usadas em cada sis  
tema de irrigação. Levou-se em consideração que as mesmas  
culturas se repetirão em todos os sistemas. As culturas esco  
lhidas foram melancia, tomate, melão, milho e feijão.

#### 2.4 - Metodologia

Os métodos empregados no presente estudo consistiram basicamente de análises tabulares e da utilização dos conceitos de custos e receitas tradicionalmente empregados na teoria da firma, a partir dos quais chegou-se à estimativa das relações benefício/custo relacionadas com os diversos sistemas de irrigação.

Foram considerados nas diversas fases da análise os seguintes termos: vida útil, custo de implantação dos sistemas; depreciação, custos fixos e variáveis; rendas líquidas, margens brutas, investimento inicial e valor presente, entre outros.

##### 2.4.1 - Vida útil

Uma das características físicas que diferenciam os

sistemas de irrigação estudados é sua vida útil, a qual está diretamente relacionada com a tecnologia e a qualidade dos equipamentos, de onde se pode concluir que esta também está vinculada ao investimento inicial. Estima-se que a vida útil de cada sistema de irrigação é de 5, 7 e 4 anos para potejamento, mangueira e cápsula porosa, respectivamente, CPATSA (1982).

#### 2.4.2 - Custos fixos e variáveis

A situação ideal para a realização da análise econômica seria aquela em que os experimentos contemplassem todos os ítems que incidem sobre os custos e sobre o produto gerado por cada sistema.

Entretanto, o caráter predominantemente parcial dos experimentos com sistemas de irrigação limita a possibilidade de contar com todas as informações sobre benefícios e custos que poderiam originar-se num processo produtivo a nível produtor.

Desta forma, interessa discutir aqui somente os critérios que permitem analisar, de um ponto de vista econômico, resultados experimentais.

A informação detalhada dos custos de implantação por hectare para cada sistema se apresenta nas TABELAS A.01, A.02 e A.03, onde pode-se denotar as especificações dos materiais empregados, as quantidades necessárias, os valores e as quantidades de mão-de-obra usadas em cada sistema.

Dentre os custos variáveis se enquadram aquelas despesas que incidem diretamente sobre cada sistema de irrigação nas diversas culturas (melancia, tomate, melão, milho e feijão). Com base para estimação dos custos para cada sistema de irrigação tomaram-se os ítems comumente contabilizados no sistema tradicional de cultivo indicados no APÊNDICE A (TABELAS A.04 a A.08), para cada cultura, que incluem as atividades de gradagem, coveamento, plantio, combate às pragas, capinas, colheita e transporte interno.

Na estimativa dos custos fixos anuais para cada sistema de irrigação foram considerados os juros sobre o capital médio empatado (35% a.a.), uma taxa de conservação e repasos (5% a.a.) e a depreciação, calculada a partir do investimento inicial e a vida útil.

#### 2.4.3 - Rendas e margens brutas

A determinação da renda bruta anual para cada sistema estudado corresponde aos valores monetários das produções obtidas a nível experimental por hectare em cada cultura.

$$RB = P_y \cdot Q_y,$$

em que, RB é a renda bruta anual obtida;  $P_y$  é preço por quadrograma do produto; e  $Q_y$  é a quantidade produzida. O índice  $y$  representa as culturas nos diferentes sistemas.

As rendas líquidas (RL) e as margens brutas (MB) anuais foram estimadas subtraindo-se os custos totais (CT) e

os custos variáveis totais (CVT) das rendas brutas (RB), respectivamente:

$$RL = \Sigma RB - \Sigma CT$$

e

$$MB = RB - CVT$$

#### 2.4.4 - Relação benefício/custo.

Utilizando os valores atualizados dos fluxos de caixa dos diversos sistemas, estimou-se três índices para avaliar a eficiência de cada sistema e compará-los entre si.

Primeiramente, estabeleceu-se a relação entre os fluxos de renda e de custo, que consiste na comparação dos valores atualizados dos benefícios e dos custos gerados por cada sistema, desde a sua implantação até o final da sua vida útil.

Os valores das rendas brutas (RB), custos totais (CT) anuais e investimento inicial ( $I_0$ ) foram atualizados a uma taxa de juros de 6% a.a. (custo de oportunidade do capital).

$$\text{Benefício/custo} = \frac{\Sigma RB}{\Sigma CT + I_0}$$

Esta relação pode ser maior, menor ou igual a um.

O segundo índice relaciona as rendas líquidas anuais (RL) com o investimento inicial ( $I_0$ ). Novamente, este índice está baseado nos valores atualizados:

$$\frac{RL}{I_0}$$

Como as rendas líquidas (RL) são resultantes da diferença entre as rendas brutas (RB) e os custos totais (CT), isto é,  
 $RL = RB - CT$  o coeficiente pode ser expresso por:

$$\frac{\Sigma RB - (\Sigma CT + I_0)}{I_0}$$

Este coeficiente dá um medida do coeficiente líquido por cada cruzeiro investido inicialmente, esperando-se maiores relações para aqueles sistemas com menores investimentos iniciais e maior vida útil.

Finalmente, uma terceira relação foi calculada, considerando o somatório das rendas líquidas atualizadas dividido pela vida útil:

$$\frac{\Sigma RL}{N}$$

Esta relação tem a vantagem, sobre as duas anteriores, na medida em que torna comparáveis os diversos sistemas, neutralizando o efeito das diferentes vidas úteis.

## 2.5 - Unidades de Análises

A área experimental por cultura foi de um hectare. No entanto, para efeitos comparativos dentro dos sistemas de irrigação, a unidade de área resultante totalizou cinco hectares, isto é, um hectare para cada cultura.

Como cada sistema de irrigação tem uma vida útil di-

ferente, o fato de ter cinco hectares facilita a rotação de culturas que deverá ser feita através do tempo dentro de cada sistema.

A unidade de tempo utilizada na análise é o ano civil (Janeiro a Dezembro) com duas colheitas por cultura nos três sistemas de irrigação não convencionais anteriormente descritos. No sistema tradicional se considera somente uma colheita, representando desta forma os padrões tradicionais de plantio da região.

Neste trabalho não se levou em consideração os fatores de risco, haja vista se estar trabalhando com sistemas de irrigação a nível experimental e sob as mesmas condições climáticas de 1982.

### 3 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

Este capítulo será desenvolvido abordando três aspectos: o primeiro relaciona-se com o consumo de água e a produtividade das culturas de acordo com os sistemas a serem comparados. O segundo, analisa a composição dos custos fixos, variáveis e rendas e, finalmente, no terceiro se procede a uma análise das relações benefício/custo com a finalidade de observar as vantagens de cada sistema.

#### 3.1 - Consumo D'água e Produtividade.

Comparando-se os volumes totais de água aplicados pelo método de irrigação por potejamento, mangueira e cápsula porosa foi possível comprovar-se que o método de irrigação por potes de barro (potejamento), foi o que consumiu a menor quantidade de água durante o ciclo produtivo total (duas safras) no ano de 1982 (TABELA 1), cerca de 10% da água usada no sistema de mangueira que, por sua vez, apresentou o maior consumo para todas as culturas.

O segundo método mais eficiente foi o da cápsula porosa com um consumo relativo de 37% quando comparado com o sistema de mangueira. Este mesmo sistema usou 3,67 vezes mais água que o sistema de potejamento, ou seja,  $8.484m^3$  nos

TABELA 1 - Consumo anual de água e produtividade média das culturas de melancia, tomate, milão, milho e feijão sob diferentes sistemas de irrigação, Petrolina, 1982.

Culturas	Potejamento		Mangueira m <sup>3</sup> /ha	kg/ha	Cápsulas Porosas m <sup>3</sup> /ha	kg/ha
	m <sup>3</sup> /ha	kg/ha				
Melancia	452	47.500	4.142	30.000	1.744	32.000
Tomate	570	20.000	5.900	50.000	1.960	14.000
Milão	452	24.000	4.142	10.000	1.744	17.600
Milho	435	2.490	4.500	1.500	1.500	1.750
Feijão	398	1.660	4.431	1.200	1.536	1.500

FONTE: CPATSA, 1982.

5 hectares/ano.

Ao comparar-se a proporção de água utilizada dentro de cada sistema entre os produtos, constatou-se distribuição razoavelmente uniforme.

A cultura do tomate foi a que mais usou intensivamente o recurso água em todos os sistemas.

As médias dos rendimentos das culturas para diversos sistemas encontram-se na TABELA 1. Todos os sistemas irrigados apresentaram rendimentos maiores que o sistema tradicional, principalmente pelo fato de se poder produzir duas safras por ano. Dentro dos sistemas irrigados as produções diferem de acordo com a cultura. Veja-se, por exemplo, o sistema de irrigação por potejamento, que, em termos de produtividade apresentou os melhores resultados para melancia, melão, milho e feijão. O sistema de cápsula porosa, se aproximou bastante do potejamento, e só perdeu em produtividade para as culturas do tomate, no sistema de mangueira.

### 3.2 - Custos Fixos, Variáveis, Renda e Margens Brutas

As informações referentes às inversões ( $I_0$ ) ou custos de implantação por hectare de cada sistema de irrigação constam da TABELA 2. Detalhes de cada um destes sistemas encontram-se nas TABELAS A.01, A.02 e A.03 no APÊNDICE A. A cápsula porosa se apresenta como sendo o sistema mais oneroso em termos de investimento, seguido por potejamento e mangueira, respectivamente.

TABELA 2 - Custo de implantação por hectare dos sistemas de irrigação, Petrolina, 1982.

Sistemas	V a l o r e s	
	US\$	Cr\$
Potejamento	919	124.000
Mangueira	439	59.265
Cápsula Porosa	1.822	246.000

FONTE: TABELAS A.01, A.02 e A.03.

Os custos variáveis de cada um dos sistemas irrigados foram computados duplamente, haja vista que os referidos sistemas de irrigação contemplam duas safras por ano. Para o sistema de potejamento e cápsula porosa os custos com gradagem foram excluídos tendo em vista que esta fase de preparação do terreno está incluída quando da instalação dos sistemas.

A TABELA 3 apresenta os custos variáveis totais entre as culturas, sendo o mais alto observado para a cultura do tomate e, entre os sistemas de irrigação o que maior custo variável apresentou foi a mangueira. Tal fato se justifica aqui devido ao uso da gradagem em toda a área e ser plantada a maior quantidade de homens/dia na execução das tarefas.

O custo variável para o sistema tradicional, apresentou-se como o mais baixo para todas as culturas, tendo em vista que a operação de preparo do solo, para este caso, não

requer os cuidados exigidos pelos demais sistemas.

TABELA 3 - Custos variáveis anuais (Cr\$/ha) por cultura e sistema de irrigação, Petrolina, 1982.

Culturas	Sistemas			
	Tradicional	Potejamento	Mangueira	Cápsula Porosa
Melancia	25.300	42.600	50.600	42.600
Tomate	33.750	59.500	67.500	59.500
Melão	26.700	45.400	53.400	45.400
Milho	20.100	32.200	40.200	32.200
Feijão	20.850	33.700	41.700	33.700

FONTE: TABELAS A.04 e A.08.

Os custos fixos anuais por hectare calculados a partir das inversões iniciais foram de Cr\$52.700, Cr\$21.800 e de Cr\$116.850 para os sistemas de potejamento, mangueira e cápsula porosa, respectivamente.

A TABELA 4 mostra as rendas anuais que correspondem aos valores monetários das produções de cada sistema. O sistema tradicional rendeu, em valores monetários, aproximadamente 3 vezes menos que os apresentados pelo sistema de potejamento.

TABELA 4 - Estimativa das rendas brutas anuais (Cr\$/ha) por cultura e sistema de irrigação, Petrolina, 1982.

Culturas	Sistemas			
	Tradicional	Potejamento	Mangueira	Cápsula Porosa
Melancia	195.000	712.500	450.000	480.000
Tomate	84.000	400.000	1.000.000	280.000
Melão	270.000	720.000	300.000	528.000
Milho	67.000	112.000	67.000	78.750
Feijão	40.000	166.000	120.000	150.000

FONTE : Dados originais - CPATSA.

Na TABELA 5 são apresentadas as rendas líquidas (Cr\$/ha), correspondentes a cada sistema utilizado para as culturas objeto deste estudo. Observa-se que o sistema de cápsula porosa apresentou rendas líquidas negativas para milho e feijão. Em geral, essas culturas foram as que apresentaram as mais baixas rendas em todos os sistemas considerados.

Por outro lado, o potejamento evidencia rendas líquidas para as culturas de melancia, tomate e melão, aproximadamente duas vezes maiores que aquelas obtidas pelo sistema de cápsula porosa, enquanto o sistema de mangueira possibilitou, na cultura do tomate, uma renda líquida que superou a estes dois sistemas somados.

TABELA 5 - Rendas líquidas anuais (Cr\$/ha) resultantes dos diferentes sistemas de irrigação nas culturas de melancia, tomate, melão, milho e feijão, Petrolina, 1982.

Culturas	Sistemas			
	Potejamento	Mangueira	Cápsula	Porosa
Melancia	617.200	377.600	320.550	
Tomate	287.800	910.700	103.650	
Melão	621.900	224.800	365.750	
Milho	27.100	5.500	-70.300	
Feijão	79.600	56.500	-550	

FONTE: Dados originais - CPATSA.

A TABELA 6 mostra diferenças significativas entre as margens brutas (MB) obtidas em Cr\$/ha, por cultura e por sistema de irrigação. Comparativamente, verifica-se que o potejamento superou os demais sistemas numa proporção de pelo menos duas vezes mais em termos de produtividade, excetuando-se o caso de tomate pelo sistema de mangueira. Em relação ao sistema tradicional, o potejamento apresentou resultados bastante expressivos em termos de rendimento das culturas consideradas.

TABELA 6 - Margens Brutas anuais (Cr\$/ha) resultantes dos diferentes sistemas de irrigação nas culturas de melancia, tomate, melão, milho e feijão, Petrolina, 1982.

Culturas	S i s t e m a s			
	Tradicional	Potejamento	Mangueira	Cápsula Porosa
Melancia	169.700	669.900	399.400	437.400
Tomate	50.250	340.500	932.500	220.500
Melão	243.300	674.600	246.600	482.600
Milho	47.400	79.850	27.300	46.550
Feijão	19.150	132.300	78.300	116.300

FONTE: Dados originais - CPATSA.

A TABELA 7 mostra a atualização dos valores originais da TABELA 6, levando-se em consideração o coeficiente correspondente a cada sistema.

TABELA 7 - Margens Brutas anuais (Cr\$/ha), atualizadas\*, resultantes dos diferentes sistemas de irrigação nas culturas de melancia, tomate, melão, milho e feijão, Petrolina, 1985.

Culturas	Sistemas			
	Tradicional	Potejamento	Mangueira	Cápsula Porosa
Melancia	714.437	2.820.279	2.228.652	1.513.404
Tomate	211.552	1.433.505	5.203.350	762.930
Melão	1.024.293	2.840.066	1.376.028	1.669.796
Milho	199.554	336.169	152.334	161.063
Feijão	80.622	556.983	436.914	402.398

\*/ Fator de atualização: potejamento - 4,21 (vida útil = 5 anos); cápsula porosa - 3,46 (vida útil = 4 anos); mangueira - 5,58 (vida útil = 7 anos); tradicional - 4,21 (admitindo-se que as ferramentas utilizadas tenham uma vida útil de 5 anos);

FONTE: Dados originais - CPATSA.

### 3.3 - Relações Benefício/Custo

A seguir, explicita-se na TABELA 8 os índices utilizados para avaliação econômica das diversas culturas nos diferentes sistemas. Os números negativos apresentados nesta

TABELA 8 - Resultados da avaliação por sistema de irrigação e por cultura, Petrolina, 1982.

Sistemas	Culturas	Critérios de avaliação		
		$\Sigma RB / \Sigma CT + I_o *$	$(I_o + \Sigma CT) / I_o$	$\Sigma RB - (I_o + \Sigma CT) / N$ (Cr\$)
Tradicional	Melancia	7,70	-	714.437
	Tomate	2,48	-	211.552
	Melão	10,11	-	1.024.293
	Milho	3,33	-	199.524
	Feijão	1,91	-	80.622
Potejamento	Melancia	5,78	20,01	496.295
	Tomate	2,85	8,82	218.941
	Melão	5,72	20,17	500.262
	Milho	0,99	-0,02	-568
	Feijão	1,45	1,75	43.637
Mangueira	Melancia	5,05	21,07	178.447
				2.228.652

TABELA 8 - (continuação)

Sistemas	Culturas	C r i t é r i o s d e a v a l i a ç à o		
		$\Sigma RB/\Sigma CCT + I_o^*$	$(I_o + \Sigma CCT)/I_o$	Margem Bruta (Cr\$)
	Tomate	9,44	52,20	441.950
	Melão	3,26	12,15	102.920
	Milho	0,86	-0,62	-5.281
	Feijão	1,49	19.732	436.914
 Cápsula				
Porosa	Melancia	2,39	2,33	389.972
	Tomate	1,28	6,34	87.397
	Melão	2,59	1,42	453.026
	Milho	0,41	-2,52	-150.263
	Feijão	0,78	-0,94	-57.972

\* / No sistema tradicional não existe o  $I_o$  (investimento inicial).

FONTE: TABELAS do APÊNDICE B.

TABELA, são consequência da Renda Líquida (RL) negativa, isto é, o somatório dos Custos Totais ( $\Sigma CT$ ) ser maior que o somatório das Rendas Brutas ( $\Sigma RB$ ).

A avaliação dos valores monetários dos investimentos iniciais, dos custos variáveis e das rendas foi feita considerando a dimensão do tempo, baseando-se principalmente na atualização dos fluxos de caixa, que uma vez atualizados permitiram a construção de três índices que servirão como instrumento para comparar as quatro alternativas que se vêm analisando ao longo do trabalho (TABELA 8).

Baseado nesses valores atualizados se calculou a razão benefício/custo, encontrando-se para quase todas as alternativas resultados maiores que a unidade, e bastante melhores em todos os sistemas à exceção da cápsula porosa. Este critério de avaliação é necessário mas não é suficiente para eleger o melhor entre os diversos sistemas pelo fato de não dar informação sobre os volumes absolutos envolvidos, e tampouco compensar as diferentes amplitudes nos fluxos de caixa. Assim, o sistema tradicional torna-se comparável aos demais sistemas de irrigação, mesmo que os volumes absolutos de renda sejam menores em relação aos outros três sistemas.

Tomando-se em conta a inversão inicial necessária aos sistemas não convencionais de irrigação, calculou-se uma outra relação com valores presentes na forma de renda líquida no numerador. Os resultados obtidos (TABELA 8), mostram uma relativa vantagem do sistema com mangueira sobre as outras alternativas, indicando com isto que o fluxo de

renda líquida excede aos outros sistemas.

Pode-se também interpretar esta relação como a retribuição líquida por cada unidade de cruzeiro investido inicialmente. Ressalte-se que referidos resultados devem ser vistos com respeito devido a que, por razões de caráter experimental, na análise não se incluíram todos os custos incorridos no processo produtivo. Apesar disto a relação se mostra bastante favorável para os três sistemas de irrigação não convencionais. Em contrapartida, esta relação tem a desvantagem de dar maior peso àqueles sistemas que têm vida útil mais longa, sem compensar a diferença entre 5, 7 e 4 anos de vida útil dos sistemas potejamento, mangueira e cápsula porosa, respectivamente.

Finalmente, o terceiro coeficiente foi calculado para solucionar as desvantagens dos dois coeficientes anteriormente expostos. Assim, a relação renda líquida anual (Renda, Custo, Investimento Inicial)/Vida Útil, parece ser mais indicada por considerar os volumes absolutos dos fluxos de rendimentos atualizados divididos pela vida útil de cada sistema. Com isto, se passa a comparar cada sistema nas mesmas bases. A TABELA 8 mostra o sistema de potejamento com a maior renda líquida anual ou valor líquido atualizado (Cr\$ 500.262) para a cultura do melão, seguido pelos sistemas de cápsula porosa, mangueira e o tradicional.

Resumindo, o sistema de potejamento aparece como o mais promissor economicamente quando comparado aos demais nas condições especificadas na metodologia.

### 3.4 - Análise Econômica de Uma Segunda Alternativa

Até agora todos os sistemas de irrigação foram analisados assumindo-se que a condução de água da fonte à rede alimentadora do sistema era feita por gravidade. Uma segunda alternativa contempla a possibilidade de alimentação do sistema por bombeamento até o reservatório central do sistema. Os equipamentos adicionais necessários para implementar esta alternativa são basicamente uma bomba centrífuga e um reservatório com capacidade suficiente para cinco hectares. As especificações dos equipamentos e seus valores constam na TABELA A.09 do APÊNDICE A.

Um resumo do custo de implantação com cada uma das alternativas (com e sem bombeamento) está indicado na TABELA 9.

TABELA 9 - Resumo dos custos de cada sistema de irrigação (Cr\$/ha), Petrolina, 1982.

Sistema	Por gravidade	Com bomba e reservatório
Potejamento	620.000	1.402.055
Mangueira	296.325	1.078.380
Cápsula Porosa	1.230.000	2.012.055

FONTE: TABELAS A.01, A.02, A.03 e A.09.

Por outro lado esta nova alternativa acarreta incrementos nos custos variáveis nos sistemas de irrigação não convencionais, referindo-se aqui a óleo diesel, mão-de-obra extra e maiores custos de manutenção, conforme se demonstra na TABELA 10, a seguir:

TABELA 10: Custos variáveis anuais (Cr\$/ha) por sistemas de irrigação com bombeamento e reservatório, Petrolina, 1982.

Culturas	S i t e m a s			
	Tradicional	Potejamento	Mangueira	Cápsula Porosa
Custo Anterior	126.700	217.120	279.478	220.780
Diesel+Lubrificante <sup>a</sup>	-	3.600	32.280	12.120
Extra homem dia	-	3.240	27.236	10.226
Manutenção <sup>b</sup>	-	78.205	78.205	78.205
Total	126.700	301.165	417.199	321.331

a/ Capacidade da bomba 45m<sup>3</sup>/h, da TABELA A.10 se tomaram os litros de água usados por ano em cada cultura e sistema.  
Uso de diesel 1 litro/h (Ver cálculo TABELA A.10);

b/ Manutenção 10%/ano sobre o valor do investimento extra;

FONTE: Dados originais - CPATSA.

Analizando-se agora os mesmos sistemas tomando-se em conta os investimentos adicionais especificados, e usan

do-se os mesmos critérios de avaliação, chegou-se aos seguintes resultados: a) a relação benefício/custo decresceu para os três sistemas de irrigação como era de se esperar ao se incrementar o denominador desta relação; b) a relação rendimento líquido/inversão inicial decresceu substancialmente em consequência do incremento adicional no investimento; c) os valores de renda líquida anual decresceram também, no entanto, ainda demonstraram que o sistema de irrigação por potejamento é a melhor alternativa sob o ponto de vista econômico, reforçando o que foi encontrado anteriormente à implantação do sistema de alimentação (TABELA 11).

TABELA 11 - Resultados da avaliação por sistema de irrigação com bombeamento e reservatório, Petrolina, 1982.

Sistema	Critérios de avaliação		
	$\Sigma RB / \Sigma CT + I_0$	$\Sigma RL / I_0$	$\frac{\Sigma RL}{N}$ (Cr\$)
Tradicional	5,18	-	529,800
Potejamento	3,31	5,40	1.235,113
Mangueira	3,17	7,87	1.058,364
Cápsula Porosa	2,31	3,04	1.027,624

FONTE: Dados originais - CPATSA.

#### 4 - CONCLUSÕES

Nesta área semi-árida do Nordeste brasileiro onde a instabilidade climática é representada principalmente pela extrema irregularidade na distribuição de chuvas, fazendo com que o negócio agropecuário seja de alto risco, é de se esperar que as tecnologias discutidas neste trabalho apresentem probabilidades de sucesso na estabilização da produção de alimentos em pequenas e médias propriedades agrícolas.

Desta forma, conforme os resultados apresentados neste trabalho, conduzido à luz dos dados obtidos no CPATSA, constatou-se que:

Diferentes níveis de economicidade de água foram identificados quando confrontados entre si os três sistemas de irrigação não convencionais aqui analisados (potejamento, mangueira e cápsula porosa). Comparando-se os volumes totais de água aplicados por cada método de irrigação conclui-se que o potejamento foi o que consumiu a menor quantidade de água total nas cinco culturas (melancia, tomate, melão, milho e feijão) durante o ciclo produtivo considerando-se duas safras por ano, nos cinco hectares. O consumo d'água no potejamento foi de 10% em relação àquele que utilizou o sistema de mangueira.

A cápsula porosa apresentou-se como o segundo método mais eficiente em termos de economicidade de água com consu-

mo de aproximadamente 3,85 vezes mais água do que o potejamento.

Quanto às quantidades de alimentos produzidos por unidade de área e por cada sistema empregado, constatou-se que todos os três métodos de irrigação utilizados apresentaram rendimentos maiores que aqueles encontrados no sistema tradicional de cultivo, principalmente, levando-se em conta que esses sistemas não convencionais de irrigação permitem obter duas safras por ano.

Dentre os sistemas irrigados notou-se que as produções diferem por cultura. Vale salientar que nos sistemas de irrigação analisados, em termos do volume total de alimentos produzido, foi obtida uma produção superior a três vezes a que se constatou para o sistema tradicional de cultivo. Por cultura, o potejamento apresentou os maiores rendimentos em melancia, milho e feijão. A mangueira possibilitou uma maior produção de tomate quando comparada aos de mais sistemas aqui mencionados e, a cápsula porosa desta couve-se na produção de melancia e melão.

Embora as relações benefícios/custos, (TABELA 8), tenham sido calculadas a partir das TABELAS apresentadas no PÊNDICE B, e se mostrem viáveis para todos os sistemas, incluindo o tradicional, haja vista que quase todos os seus valores foram maiores que a unidade e, onde o sistema por mangueira aparece como um daqueles de maior retorno, não se pode afirmar que este seja o melhor. Isto se justifica, pelo fato dos resultados levarem unicamente em conta os valores relativos envolvidos em cada sistema sem ponderar os dife-

rentes anos de vida útil. Sob esta ótica, o sistema tradicional de cultivo torna-se comparável aos demais sistemas não convencionais de irrigação. Os índices apresentados, todavia, não podem ser usados como medidas de rentabilidade absoluta porquanto não se incluíram na análise alguns custos que são comuns a todos os sistemas.

Dentre os diversos índices calculados, a relação Renda Líquida/Investimento Inicial mostra-se novamente favorável ao sistema de irrigação por mangueira. Ressalte-se, no entanto, que o valor encontrado (52,20) para a cultura do tomate, não oferece uma resposta conclusiva face a que o fluxo de renda teve um maior peso comparativamente aos demais sistemas, em função do seu maior período de vida útil, a despeito de sua menor inversão inicial.

Considerando o volume de recurso gerado por cada tecnologia e, determinada a relação renda líquida anual quando dividida pela vida útil de cada sistema, verificou-se que o potejamento expressou uma maior vantagem econômica em relação aos demais sistemas. A relação acima referida torna inexpressiva a desvantagem metodológica das duas primeiras relações calculadas.

Finalmente, conclui-se que o sistema por potejamento é o melhor entre os sistemas analisados, pois, apresentou melhor economicidade do uso de água, alta produção de alimentos e maior renda líquida anual comparativamente aos outros sistemas.

## 5 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVES, E.R.A. Desafios de la investigación agrícola en el Brasil. Brasília, DF, 1981.
- ABID - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM. Irrigação e tecnologia moderna. Revista Trimestral da Associação Brasileira de Irrigação e Drenagem. Vol (6), 1981.
- BARROS, P.M. Fatores associados à adoção de práticas agrícolas. Viçosa, MG, Imprensa Universitária, Universidade Federal de Viçosa, 1976. (Tese de Mestrado).
- BERNARDO, S. Manual de Irrigação. Viçosa, MG, UFV, 1982. 463p.
- BRASIL.SUDENE. Estratificação social e condições de acesso à terra. Recife, PE, 1974. (Boletim de Agricultura, 3).
- BRASIL.SUDENE. Programação especial de apoio ao desenvolvimento da região do Nordeste: Projeto Sertanejo. Recife, PE, 1977.
- EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Programa de pesquisas de Sistemas Agropecuários nas regiões Tropicais Semi-Áridas. Brasília, DF, 1982.
- EMBRAPA/Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semi-Árido. Petrolina, PE. Relatório Técnico Anual do Centro de Pesquisa do Trópico Semi-Árido. 1977/78. Brasília, DF, 1978.

EMBRAPA/EMBRATER. Principais coeficientes técnicos das tecnologias de captação, armazenamento e uso de água. Anexo III. Brasília, DF, 1982.

\_\_\_\_\_. Semi-Árido brasileiro - convivência do homem com a seca. Implantação de sistemas de exploração de propriedades agrícolas. Brasília, DF, 1982.

\_\_\_\_\_. Semi-Árido brasileiro - proposta de implantação de sistemas de irrigação de propriedades agrícolas para assegurar a convivência do homem com a seca. Anexo III, Brasília, DF, 1982.

FREIRE, L.C. Ações de pesquisa e da extensão rural sobre o manejo de solo e água do Nordeste. Petrolina, PE, EMBRAPA / CPATSA, 1981.

GITTINGER, J. Price. Analisis economico de proyectos agrícolas. Madri, Tecnos, 1979.

GONZALEZ MENDEZ, H.E. El uso de tecnicas estatísticas en el analisis beneficio/custo. Formulation alternativa para evaluar la rentabilidad de proyectos economicos. Trim. Econ., 46(181)129-40, 1979.

HOFFMANN, R.; ENGLER, J.J.de C.; SERRANO, O.; THAME, A.C.M. & NEVES, E.M. Administração da empresa agrícola. São Paulo, Pioneira, 1976. 323p.

LEMOS, J.S.J. de & FERNANDES, A.J. Tratamento metodológico de avaliação econômica de projetos agrícolas. Fortaleza. Universidade Federal do Ceará. Centro de Ciências Agrárias. Departamento de Economia Agrícola, 1984. (Série Didática, 18).

MILLO, J.L. & CUNHA, J.B. da. Manual de elaboração e implantação de projetos "sistema de irrigação xique xique" Recife, PE, MINTER/SEPLAN. Coordenadoria de Pesquisa do Trópico Semí-Árido, 1982.

NORONHA, J.F. Projetos agropecuários, administração financeira, orçamentação e avaliação econômica. São Paulo, Fundação de Estudos Luiz de Queiroz, 1981.

OLINGER, G. Extensão rural e sistema de convivência com a seca no Nordeste do Brasil. Brasília, DF, 1982. (Estudos Diversos, 14).

OLIVEIRA, F.T.G. & SILVA, J.B. da. Retorno do investimento em pesquisa feita pela EMBRAPA: contribuição ao controle dos efeitos da seca no Nordeste. Brasília, DF, EMBRAPA/DID, 1981.

PASTORE, J. Agricultura e desenvolvimento. Rio de Janeiro, APEC/ABCAR, 1973.

PEREIRA, J.A. Variações patrimoniais e análise da eficiência de empresas agropecuárias no Estado do Ceará - 1978/79. Fortaleza, CE, Universidade Federal do Ceará, 1980. 80p. (Tese Concurso de Professor Titular).

PEREIRA, J.M. de A. & SOUZA, R.A. de. Mapeamento detalhado da área de Bebedouro. Petrolina, PE, EMBRAPA/CPATSA, 1967.

PORTO, E.R. & SILVA, A.S. Estimativa da agricultura dependente de chuva para diferentes épocas de plantio. EMBRAPA/CPATSA/SUDENE - Projeto Sertanejo, Petrolina, PE, 1983.

QUEIROZ, M.A. de. Agricultural research for semi-arid North east Brazil. Costa Rica. IICA. 1979.

RAMOS,E.L. Economia rural - princípios da administração.

Salvador, BA, Universidade Federal da Bahia, 1971.

REBOUÇAS, A. da C. & MARINHO,M.E. Hidrologia das secas no Nordeste do Brasil. Recife, PE, SUDENE-DRN. 1972(SUDENE, Série Hidrologia, 40).

REBOUÇAS, O.E.; RIBEIRO,A.C.C.;VASCONCELOS,A.E.de; DANTAS, A. L.A.;SOUZA, E.T.de & MOURA, H.A.de. Desenvolvimento do Nordeste: diagnósticos e sugestões políticas. Revista Econômica do Nordeste. 10(2):189-430, abril/junho,1979.

SALVATORE,D. Microeconomia. São Paulo, McGraw - Hill do Brasil, 1977.

SCHULTZ,T.W. A transformação da agricultura tradicional. Rio de Janeiro, ZAHAR, 1965.

SEIXAS NETO,A. O processo de mudança tecnológica na agricultura paulista. Viçosa,MG, UFV, 1976 (Tese de Mestrado).

SILVA,A. de S. & PORTO,E.F. Utilização e conservação dos recursos hídricos em áreas naturais do Trópico Semi Árido do Brasil; Tecnologias de Baixo Custo. Petrolina, PE, EMBRAPA/CPATSA, 1982. (EMBRAPA/CPATSA Documentos, 14).

SILVA, A.de S;SANTOS,E.D. & MAGALHÃES, A.A.de. Confecção e testes de cápsulas porosas para métodos de irrigação por sucção. Recife, PE, EMATER-PE, 1978 (EMATER-PE, Boletim Técnico, 13).

SILVA, A de S;MAGALHÃES, A.A.de; SANTOS, E.D. & MORGADO, L.B. Pequena irrigação para o Trópico Semi-Árido vazantes e cápsulas porosas. Petrolina, PE, EMBRAPA/CPATSA 1981, (EMBRAPA/CPATSA. Boletim de Pesquisa, 3).

SILVA, A de S; PORTO, E.R.; MORGADO, L.B & MARTINS, C.E. Irrigação por potes de barro - descrição do método e testes preliminares. Petrolina, PE, EMBRAPA/CPATSA, 1982 (EMBRAPA/CPATSA, Boletim de Pesquisa, 10).

SILVA, J. de S. Relatório de visita de peritos sulamericanos ao projeto regional maior - PRM - Nordeste do Brasil. Petrolina, PE, EMBRAPA/CPATSA, 1982.

SILVA, J.S. & LIMA, L.S. Subsídios técnicos para a composição do relatório anual do sistema cooperativo de pesquisa agropecuária. Petrolina, PE, EMBRAPA/CPATSA, 1980.

SOARES, J.M. Sistema de irrigação por mangueira: dimensionamento, instalação e manejo. Petrolina, PE, EMBRAPA/CPATSA 1983. 85p. (Série Documentos).

APÊNDICE A

TABELA A.01 - Custo de implantação/ha do sistema de irrigação por potejamento, Petrolina, 1982.

Discriminação	Unid.	Quant.	Valor	
			US\$	Cr\$
Potes	um	820	369	49.800
Material colante	kg	4	59	8.000
Mangueira de polietileno $\frac{1}{2}$ "	m	2.000	296	40.000
Bóias	uma	20	12	1.600
Álcool comercial	l	4	4	600
Escavações	H/D	60	178	24.000
Total			919	124.000

FONTE: SILVA et alii (1982).

TABELA A.02 - Custo de implantação/ha do sistema de irrigação por mangueira, Petrolina, 1982.

Discriminação	Unid. Quant.	Valor	
		US\$	Cr\$
-Mangueira Plástica 1 $\frac{1}{2}$ " de Ø c/paredes de 2mm de espessura--- m	60	101	13.635
-Registro de gaveta c/rosca de 3"----um	1	56	7.560
-Nipel de poliet. 1 $\frac{1}{2}$ "-----um	8	7	945
-Braçadeira p/mangueira 1 $\frac{1}{2}$ "----uma	8	16	2.160
-Cano PVC rígido tipo esgoto 3m de comprimento e 3" de Ø -----um	63	208	28.080
-Anéis de vedação de borracha de 3"---um	73	12	1.620
-Tampão final PVC rígido tipo esgoto 3"---um	2	1	135
-Tc PVC rígido tipo esgoto c/redução 3 para 1 $\frac{1}{2}$ " -----um	4	9	1.215
-Tc PVC tipo esgoto 3"-----um	3	7	945
-Curva PVC rígido 3"-----uma	2	5	675
-Nipel de PVC tipo bolsa-rosca 3"---um	1	3	405
-Braçadeira para tubo 3"-----uma	1	2	270
-Luvas PVC rígido com rosca 1 $\frac{1}{2}$ "----uma	4	6	810
-Instalação do sistema-----	2	6	810
Total		439	59.265

FONTE: EMBRAPA-EMBRATER.

TABELA A.03 - Custo de implantação/ha do sistema de irrigação por cápsula porosa, Petrolina, 1982.

Discriminação	Unidade	Quantidade	Valor	
			US\$	Cr\$
Cápsula Porosa	uma	2.500	740	100.000
Eletroduto $\frac{1}{2}$ "	m	5.500	815	110.000
Eletroduto 1"	m	100	22	3.000
Cola	kg	4	59	8.000
Filtro	um	1	37	5.000
Mão-de-obra	H/D	50	148	20.000
Total			1.822	246.000

FONTE: SILVA & PORTO (1982).

TABELA A.04 - Custo de implantação/ha de melancia no sistema tradicional, Petrolina - Fevereiro, 1982.

Operação	Sistema de Execução			Insumos			(A)			Homem/dia		
	Tipo	Quantidade	(Cr\$)	(A)			Hora/tractor	Quantidade	(Cr\$)	(A + B)		
				Unit.	Total	Unit.				Unit.	Total	(Cr\$)
Gradagem	H/T	Mecânico	-	-	-	-	-	02	2.000	4.000	4.000	
Coseamento	H/D	Manual	-	-	-	-	-	04	400	1.600	1.600	
Plantio	-	Manual	Semente	01kg	1.200	1.200	04	400	1.600	2.800		
Combate às Pragas	-	Manual	Inseticida (Folidol)	3L	700	2.100	02	400	800	2.900		
Capinas e "Amontoa"	H/D	Manual	-	-	-	-	-	15	400	6.000	6.000	
Colheita	H/D	Manual	-	-	-	-	-	10	400	4.000	4.000	
Transporte Interno	H/D	Manual	-	-	-	-	-	10	400	4.000	4.000	
Total	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	25.300

FONTE: Produtores do município de Petrolina.

TABELA A.05 - Custo de implantação/ha de tomate no sistema tradicional, Petrolina - Fevereiro, 1982.

Operação	Sistema de Execução	Insumos (A)			Homem/dia Hora/trator (B)			Total (A + B) (Cr\$)
		Quantidade	Unitária	Total	Quantidade	Unit. Total	Unit. Total	
Preparo da sementeira	H/D Manual	-	-	-	15	400	6.000	6.000
Plantio para formação da muda	H/D Manual	Semente	500gr	1.500	750	04	400	1.600 2.350
Gradagem para o plantio direto	H/T Mecânico	-	-	-	02	2.000	4.000	4.000
Covreamento e plantio das mudas	- Manual	Mudas	-	-	12	400	4.800	4.800
Capinas e "Amontoa"	- Manual	Fungicida Cupravite	1kg	2.200	2.200	04	400	1.600 3.800

TABELA A.05 - (continuação).

Operação	Sistema de Execução	Insumos			Homem/dia			Hora/trator			Total		
		Tipo	Quantidade	(Cr\$)	Unit.	Total	Quantidade	(Cr\$)	Unit.	Total	(Cr\$)	(A + B)	
Colheita	H/D Manual	-	-	-	-	-	16	400	6.400	6.400	6.400		
Transporte Interno	H/D Manual	-	-	-	-	-	16	400	6.400	6.400	6.400		
Total	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	33.750		

FONTE: Produtores do município de Petrolina.

TABELA A.06 - Custo de implantação/ha de melão no sistema tradicional, Petrolina-Fevereiro, 1982.

Operação	Sistema de	Insumos			(A)			Homem/dia (B)			Total (A + B)	
		Execução	Tipo	Quantidade	(Cr\$)		Quantidade	(Cr\$)				
					Unit.	Total		Unit.	Total	Unit.		
Gradagem	H/T	Mecânico	-	-	-	-	-	02	2.000	4.000	4.000	
Coseamento	H/T	Manual	-	-	-	-	-	04	400	1.600	1.600	
Plantio	-	Manual	Semente	1kg	1.200	1.200	04	400	1.600	2.800		
Combate às Pragas	-	Manual	Inseticida (Folidol)	5 l	700	3.500	02	400	800	4.300		
Capinas e "Amontoa"	H/D	Manual	-	-	-	-	-	15	400	6.000	6.000	
Colheita	H/D	Manual	-	-	-	-	-	10	400	4.000	4.000	
Transporte Interno	H/D	Manual	-	-	-	-	-	10	400	4.000	4.000	
Total	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	26.700	

FONTE: Produtores do município de Petrolina.

TABELA A.07 - Custo de implantação/ha de milho no sistema tradicional, Petrolina, Fevereiro, 1982.

Operação	Sistema de Execução	Insumos			(A)			Homem/dia			(B)			Total (A + B)
		Tipo	Quantidade	Unit.	(Cr\$)			Quantidade	Unit.	(Cr\$)	Unit.	Total		
					Unit.	Total	dade				Unit.	Total		
Gradagem	H/T	Mecânico	-	-	-	-	-	02	2.000	4.000	4.000	4.000		
Plantio	-	Manual	Sementes	15kg	120	1.800	04	400	1.600	3.400				
Desbaste	H/D	Manual	-	-	-	-	-	02	400	800	800	800		
Capinas e "Amontoa"	H/D	manual	-	-	-	-	-	06	400	2.400	2.400			
Combate às pragas	-	Manual	Inseticida (Folidol)	1l	700	700	02	400	800	1.500				
Colheita	H/D	Manual	-	-	-	-	-	10	400	4.000	4.000			
Transporte														
Interno	H/D	Manual	-	-	-	-	-	10	400	4.000	4.000			
Total	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20.100		

FONTE: Produtores do município de Petrolina.

TABELA A.08 - Custo de implantação/ha de fêijão no sistema tradicional, Petrolina, Fevereiro, 1982.

Operação	Sistema de Execução	Consumos			Homem/dia			Total		
		Tipo	Quantidade	(Cr\$)	Hora/trator			Quantidade	(Cr\$)	(A + B)
					dade	Unit.	Total			
Gradagem	H/T	Mecânico	-	-	-	-	02	2.000	4.000	4.000
Plantio	-	Manual	Sementes	15kg	150	2.250	04	400	1.600	3.850
Desbaste	H/D	Manual	-	-	-	-	02	400	800	800
Capina e "amontoa"	H/D	Manual	-	-	-	-	06	400	2.400	2.400
Combate às pragas	-	Manual	Inseticida (Nuvacron)	0,5x 2.000	1.000	02	400	800	1.800	1.800
Colheita	H/D	Manual	-	-	-	-	10	400	4.000	4.000
Transporte Interno	H/D	Manual	-	-	-	-	10	400	4.000	4.000
Total	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20.850

FONTE: Produtores do município de Petrolina.

TABELA A.09 - Custo de implantação do sistema de bombeamento e reservatório, Petrolina, Fevereiro, 1982.

Declividade da linha lateral - 31

Declividade da linha principal - 01

Vazão total do conjunto motobomba - 45m<sup>3</sup>/h

Vazão total do sistema de irrigação - 14,4m<sup>3</sup>/h

Altura do reservatório - 2,0m.

Discriminação	Quant.	Valor	
		Cr\$	US\$
-Cano de PVC rígido com 6m de comprimento, engate rápido, 3" de Ø e janelas de 1" de Ø espaçadas de 1,20m -----	34	111.105	823
-Anéis de vedação para cano tipo engate rápido de 3" de Ø -----	44	2.025	15
-Cano de PVC rígido com engate rápido e 4" de Ø --	19	139.725	1.035
-Nipel de PVC rígido com engate rápido de 4" de Ø-	09	2.700	20
-Curva de PVC rígido com engate rápido de 4" de Ø-	01	2.565	19
-Anéis de vedação para cano tipo engate rápido com 4" de Ø -----	25	4.138	31
-Redução de PVC com engate rápido de 3" de Ø -----	01	.810	6
-Tampão final de PVC rígido com engate rápido de 3" de Ø -----	01	405	3
-Cano de PVC rígido tipo esgoto de 3m de comprimento e 4" de Ø -----	35	18.225	135
-Anéis de vedação de borracha de 4" de Ø -----	35	1.080	8
-Curva de PVC rígido tipo esgoto com 4" de Ø -----	02	820	6
-Válvula de retenção em bronze c/rosto de 3" de Ø	01	7.695	57
-Registro de gaveta de 3" de Ø -----	01	7.560	56
-Reservatório com capacidade de 50m <sup>3</sup> -----	01	113.400	849
-Conjunto de sucção com mangote de 5m de comprimento e 4" de Ø, válvula de pé e braçadeiras ---	01	19.035	141
-Ligaçao de pressão com registro, flange e vedações de 3" de Ø -----	01	12.150	90
-Conjunto de motobomba composto de uma bomba centrífuga KSB, modelo ETA 50-20, com 1680rpm e motor diesel YAMMAR KSB-75 -----	01	336.555	2.493
-Instalação do sistema -----	05	2.025	15
Total		762.055	5.793

1 dolar = Cr\$135;

FONTE: EMBRAPA-EMBRATER, 1982.

TABELA A.10 - Cálculo das horas de uso da motobomba por cultura e sistema de irrigação, Petrolina, 1982.

	Consumo dia <sup>a</sup> por parte	Número de potes	Ciclo <sup>b</sup> produtivo	Ciclos <sup>c</sup> por ano	Horas <sup>d</sup> bomba
	Litros/dia	N/ha	Dias		
<u>Potejamento</u>					
Melancia	2,5	830	109	2	11
Tomate	3,5	830	98	2	13
Melão	2,5	830	109	2	10
Milho	3,5	830	75	2	10
Feijão	2,5	830	96	2	9
<u>Cápsula Porosa</u>					
Melancia	4	2.000	109	2	39
Tomate	5	2.000	98	2	44
Melão	4	2.000	109	2	39
Milho	5	2.000	75	2	34
Feijão	4	2.000	96	2	35

FONTES: a/ SILVA & PORTO (1982);

b/ TABELA A.01;

c/ SOARES, J.M. (1984);

d/ Capacidade da bomba,  $45\text{m}^3/\text{h}$ , TABELA A.09.

## APÊNDICE B

TABELA B.01 - Resumo da atualização dos custos e receitas (Cr\$/ha), para a cultura da melancia, no sistema de irrigação por potejamento, Petrolina, 1985.

Anos	I <sub>o</sub>	CT	RB	F.D. (6% a.a.)	Custos (I <sub>o</sub> +CT x FD)	Benefícios (RB x FD)
1	124.000	95.300	712.500	.943	206.800	671.887
2	-	95.300	712.500	.892	85.008	635.550
3	-	95.300	712.500	.840	80.052	598.500
4	-	95.300	712.500	.792	75.478	564.300
5	-	95.300	712.500	.743	70.808	529.388
Totais				4.21	518.146	2.999.625

FONTE: Dados originais - CPATSA.

TABELA B.02 - Resumo da atualização dos custos e receitas (Cr\$/ha), para a cultura do tomate, no sistema de irrigação por potejamento, Petrolina, 1985.

Anos	$I_o$	CT	RB	F.D.	Custos	Benefícios (RB x FD)
				(6% a.a.)	$(I_o + CT \times FD)$	
1	124.000	112.200	400.000	.943	222.737	377.200
2	-	112.200	400.000	.892	100.082	356.800
3	-	112.200	400.000	.840	94.248	336.000
4	-	112.200	400.000	.792	88.862	316.800
5	-	111.200	400.000	.743	83.365	297.200
Totais				4.21	589.294	1.684.000

FONTE: Dados originais - CPATSA.

TABELA B.03 - Resumo da atualização dos custos e receitas (Cr\$/ha), para a cultura do melão, no sistema de irrigação por potejamento, Petrolina, 1985.

Anos	I <sub>o</sub>	CT	RB	F.D.	Custos	Benefícios (RB x FD)
				(6% a.a.)	(I <sub>o</sub> +CTxFD)	
1	124.000	98.100	720.000	.943	209.440	678.960
2	-	98.100	720.000	.892	87.505	642.240
3	-	98.100	720.000	.840	82.404	604.800
4	-	98.100	720.000	.792	77.695	570.240
5	-	98.100	720.000	.743	72.888	534.960
Totais				4.21	529.932	3.031.200

FONTE: Dados originais - CPATSA.

TABELA B.04 - Resumo da atualização dos custos e receitas (Cr\$/ha), para a cultura do milho, no sistema de irrigação por potejamento, Petrolina, 1985.

Anos	I <sub>o</sub>	CT	RB	F.D. (6% a.a.)	Custos (I <sub>o</sub> +CTxFD)	Benefícios (RB x FD)
1	124.000	84.900	112.000	.943	196.993	105.616
2	-	84.900	112.000	.892	75.730	99.904
3	-	84.900	112.000	.840	71.316	94.080
4	-	84.900	112.000	.792	67.241	88.704
5	-	84.900	112.000	.743	63.081	83.216
Totais				4.21	474.361	471.520

FONTES: Dados originais - CPATSA.

TABELA B.05 - Resumo da atualização dos custos e receitas (Cr\$/ha), para a cultura do feijão, no sistema de irrigação por potejamento, Petrolina, 1985.

Anos	I <sub>o</sub>	CT	RB	F.D. (6%a.a.)	Custos (I <sub>o</sub> +CTxFD)	Benefícios (RB x FD)
1	124.000	86.400	166.000	.943	198.407	156.538
2	-	86.400	166.000	.892	77.068	148.072
3	-	86.400	166.000	.840	72.576	139.440
4	-	86.400	166.000	.792	66.429	131.472
5	-	86.400	166.000	.743	64.195	123.338
Totais				4.21	478.675	698.860

FONTE: Dados originais - CPATSA.

TABELA B.06 - Resumo da atualização dos custos e receitas (Cr\$/ha), para a cultura de melancia, no sistema de irrigação por mangueira, Petrolina, 1985.

Anos	I <sub>o</sub>	CT	RB	F.D. (6%a.a.)	Custos (I <sub>o</sub> +CT x FD)	Benefícios (RB x FD)
1	59.265	72.400	450.000	.968	127.452	435.600
2	-	72.400	450.000	.865	62.626	389.250
3	-	72.400	450.000	.832	60.237	374.400
4	-	72.400	450.000	.795	57.558	357.750
<b>Totais</b>				<b>3.46</b>	<b>307.873</b>	<b>1.557.000</b>

FONTE: Dados originais - CPATSA.

TABELA B.07 - Resumo da atualização dos custos e receitas (Cr\$/ha), para a cultura do tomate, no sistema de irrigação por mangueira, Petrolina, 1985.

Anos	I <sub>o</sub>	CT	RB	F.D. (6%a.a.)	Custos (I <sub>o</sub> +CTxFD)	Benefícios (RB x FD)
1	59.265	89.300	1.000.000	.968	143.811	968.000
2	-	89.300	1.000.000	.865	77.145	865.000
3	-	89.300	1.000.000	.832	74.298	832.000
4	-	89.300	1.000.000	.795	70.994	795.000
Totais				3.46	366.248	3.460.000

FONTE: Dados originais - CPATSA.

TABELA B.08 - Resumo da atualização dos custos e receitas (Cr\$/ha), para a cultura do melão, no sistema de irrigação por mangueira, Petrolina, 1985.

Anos	I <sub>o</sub>	CT	RB	F.D. (6%a.a.)	Custos (I <sub>o</sub> +CT x FD)	Benefícios (RB x FD)
1	59.265	75.200	300.000	.968	130.162	290.400
2	-	75.200	300.000	.865	65.048	259.500
3	-	75.200	300.000	.832	62.566	249.600
4	-	75.200	300.000	.795	59.784	238.500
Totais				3.46	317.560	1.038.000

FONTE: Dados originais - CPATSA.

TABELA B.09 - Resumo da atualização dos custos e receitas (Cr\$/ha), para a cultura do milho, no sistema de irrigação por mangueira, Petrolina, 1985.

Anos	I <sub>o</sub>	CT	RB	F.D. (6%a.a.)	Custos (I <sub>o</sub> +CTxFD)	Benefícios (RB x FD)
1	59.265	62.000	67.000	.968	117.385	64.856
2	-	62.000	67.000	.865	53.630	57.955
3	-	62.000	67.000	.832	51.584	55.744
4	-	62.000	67.000	.795	46.190	53.265
Totais				3.46	268.789	231.820

FONTE: Dados originais - CPATSA.

TABELA B.10 - Resumo da atualização dos custos e receitas (Cr\$/ha), para a cultura do feijão, no sistema de irrigação por mangueira, Petrolina, 1985.

Anos	$I_o$	CT	RB	F.D.	Custos	Benefícios (RB x FD)
				(6%a.a.)	$(I_o + CT \times FD)$	
1	59.265	63.500	120.000	.968	118.837	116.160
2	-	63.500	120.000	.865	54.927	103.800
3	-	63.500	120.000	.832	52.832	99.840
4	-	63.500	120.000	.795	50.482	95.400
Totais				3.46	277.078	415.200

FONTE: Dados originais - CPATSA.

TABELA B.11 - Resumo da atualização dos custos e receitas (Cr\$/ha), para a cultura da melancia, no sistema de irrigação por cápsula porosa, Petrolina, 1985.

Anos	I <sub>o</sub>	CT	RB	F.D. (6%a.a.)	Custos (I <sub>o</sub> +CTxFD)	Benefícios (RB x FD)
1	246.000	159.400	480.000	.930	377.068	446.400
2	-	159.400	480.000	.875	139.519	420.000
3	-	159.400	480.000	.848	135.214	407.040
4	-	159.400	480.000	.797	127.082	382.560
5	-	159.400	480.000	.758	120.863	363.840
6	-	159.400	480.000	.757	120.704	363.360
7	-	159.400	480.000	.615	98.062	295.200
<b>Totais</b>				5.58	1.118.512	2.678.400

FONTE: Dados originais - CPATSA.

TABELA B.12 - Resumo da atualização dos custos e receitas (Cr\$/ha), para a cultura do tomate, no sistema de irrigação por cápsula porosa, Petrolina, 1985.

Anos	$I_o$	CT	RB	F.D.	Custos	Benefícios (RB x FD)
				(6%a.a.)	$(I_o + CT \times FD)$	
1	246.000	176.350	280.000	.930	392.785	260.400
2	-	176.350	280.000	.875	154.306	245.000
3	-	176.350	280.000	.848	149.545	237.440
4	-	176.350	280.000	.797	140.551	223.160
5	-	176.350	280.000	.758	133.673	212.240
6	-	176.350	280.000	.757	133.497	211.960
7	-	176.350	280.000	.615	108.455	172.200
Totais				5.58	1.212.812	1.562.400

FONTE: Dados originais - CPATSA.

TABELA B.13 - Resumo da atualização dos custos e receitas (Cr\$/ha), para a cultura do melão, no sistema de irrigação por cápsula porosa, Petrolina, 1985.

Anos	$I_0$	CT	RB	F.D.	Custos	Benefícios (RB x FD)
				(6%a.a.)	$(I_0 + CT \times FD)$	
1	246.000	162.250	528.000	.930	379.572	491.040
2	-	162.250	528.000	.875	141.969	462.000
3	-	162.250	528.000	.848	137.588	447.744
4	-	162.250	528.000	.797	129.313	420.816
5	-	162.250	528.000	.758	122.985	400.224
6	-	162.250	528.000	.757	122.823	399.696
7	-	162.250	528.000	.615	99.784	324.720
Totais				5.58	1.134.134	2.946.240

FONTE: Dados originais - CPATSA.

TABELAS B.14 - Resumo da atualização dos custos e receitas (Cr\$/ha), para a cultura do milho, no sistema de irrigação por cápsula porosa, Petrolina, 1985.

Anos	$I_0$	CT	RB	F.D.	Custos	Benefícios (RB x FD)
				(6%a.a.)	$(I_0 + CT \times FD)$	
1	246.000	149.050	78.750	.930	367.396	73.238
2	-	149.050	78.750	.875	130.419	68.096
3	-	149.050	78.750	.848	126.394	66.780
4	-	149.050	78.750	.797	118.793	62.764
5	-	149.050	78.750	.758	112.980	59.692
6	-	149.050	78.750	.757	112.831	59.614
7	-	149.050	78.750	.615	91.666	48.431
Totais				5.58	1.060.479	439.425

FONTE: Dados originais - CPATSA.

TABELA 3.15 - Resumo da atualização dos custos e receitas (Cr\$/ha), para a cultura de feijão, no sistema de irrigação por cápsula porosa, Petrolina, 1985.

Anos	$I_o$	CT	RB	F.D. (6%a.a.)	Custos ( $I_o + CT \times FD$ )	Benefícios (RB x FD)
1	246.000	150.550	150.000	.930	368.792	139.500
2	-	150.550	150.000	.875	131.731	131.150
3	-	150.550	150.000	.848	127.666	127.300
4	-	150.550	150.000	.797	119.988	119.550
5	-	150.550	150.000	.758	114.117	113.700
6	-	150.550	150.000	.757	113.966	113.550
7	-	150.550	150.000	.615	92.588	92.250
Totais				5.58	1.068.848	837.000

FONTE: Dados originais - CPATSA.

