



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS
UNIDADE ACADÊMICA DE ENGENHARIA AGRÍCOLA
COPEAG - COORD. DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENG. AGRÍCOLA



PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA

Dissertação de Mestrado

AVALIAÇÃO DE UNIDADES PRODUTIVAS DA AGRICULTURA
FAMILIAR NO PERÍMETRO IRRIGADO DE SUMÉ, PB

LINDIBERG FARIAS DUARTE DA SILVA

Biblioteca UFCG
SMBC_CDSA
CAMPUS DE SUMÉ
Reg. 12451/13

Campina Grande
Paraíba

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS – CTRN
COORDENAÇÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA**

**DISSERTAÇÃO
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: IRRIGAÇÃO E DRENAGEM**

**AVALIAÇÃO DE UNIDADES PRODUTIVAS DA AGRICULTURA FAMILIAR NO
PERÍMETRO IRRIGADO DE SUMÉ, PB**

Dis
631 (043.3)
5586a
ex. 01

LINDIBERG FARIAS DUARTE DA SILVA

UFCG-BIBLIOTECA

**CAMPINA GRANDE – PARAÍBA
AGOSTO – 2006**

LINDIBERG FARIAS DUARTE DA SILVA

Engenheiro Agrônomo

**AVALIAÇÃO DE UNIDADES PRODUTIVAS DA AGRICULTURA FAMILIAR NO
PERÍMETRO IRRIGADO DE SUMÉ, PB**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, do Centro de Tecnologia e Recursos Naturais da Universidade Federal de Campina Grande, em cumprimento às exigências do Curso para obtenção do título de Mestre em Engenharia Agrícola na Área de Concentração em Irrigação e Drenagem.

Orientador: Prof. Dr. José Dantas Neto.

Co-orientadora: Dr^a Vera Lúcia Antunes de Lima

UFCG-BIBLIOTECA

CAMPINA GRANDE – PARAÍBA

AGOSTO – 2006



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS
COORDENAÇÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA

CTRN
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS

PARECER FINAL DO JULGAMENTO DA DISSERTAÇÃO DO MESTRANDO

LINDIBERG FARIAS DUARTE SILVA

AVALIAÇÃO DE UNIDADES PRODUTIVAS DA AGRICULTURA FAMILIAR NO
PERÍMETRO IRRIGADO DE SUMÉ-PB

BANCA EXAMINADORA

PARECER

José Dantas Neto
Dr. José Dantas Neto-Orientador

APROVADO

Vera Lúcia Antunes Lima
Dra. Vera Lúcia Antunes de Lima-Orientadora

APROVADO

Augusto Francisco da Silva Neto
Dr. Augusto Francisco da Silva Neto-Examinador

APROVADO

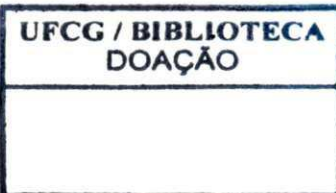
Carlos Alberto Vieira de Azevedo
Dr. Carlos Alberto Vieira de Azevedo - Examinador

APROVADO

AGOSTO - 2006

A minha mãe Mariinha e a meu pai, Leônio Duarte, que sempre estiveram ao meu lado me cercando de apoio e estímulo, para que eu conseguisse vencer mais esta etapa da minha vida.

Agradeço



Para Nydya Christinne, minha esposa, a quem Deus tem usado para dar forma a minha vida através do seu amor, paciência e fidelidade.

Dedico

AGRADECIMENTOS

A Deus, que me tem sustentado nas minhas fraquezas, necessidades e angústias. Porque quando estava fraco, Ele me fez forte.

A meus filhos, pela ternura e carinho.

A meus irmãos, pelo incentivo e apoio.

À excelentíssima Prefeita de Sumé, Niedja Rodrigues Siqueira, pela oportunidade de realização do curso.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo suporte financeiro durante o curso.

Ao professor José Dantas Neto, na sua orientação equilibrada e ainda pela sua paciência, amizade, apoio, sensatez e humildade.

Aos professores Carlos Alberto Vieira de Azevedo, Hugo Orlando Carvalho Guerra e Vera Lúcia Antunes de Lima, pela colaboração na formação profissional e científica.

Aos colegas do curso de pós-graduação Cláudio, Cira, Daniel, Daniela, Jardel, Luciana, Madalena, Rogério, Valbério e Valfisio, pela convivência e companheirismo ao longo do curso, e sempre serão lembrados em minha vida.

À doutoranda Soahd Arruda Rached Farias, pelas sugestões e colaboração na execução deste trabalho.

À doutoranda Maria Betânia Rodrigues da Silva, pela valiosa ajuda cedida.

A Helenilson Clarindo, pela paciência e digitalização deste trabalho.

Ao Sr. Amauri Aragão S. Bezerra, pela confiança depositada neste trabalho.

À Coordenação de Pós-Graduação.

Enfim, aos amigos, colegas, professores e funcionários que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho.

SUMÁRIO

	Páginas
RESUMO	xi
ABSTRACT	xii
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	3
2.1. A Técnica da Irrigação.....	3
2.2. Manejo de Irrigação.....	5
2.2.1. Eficiência de Irrigação.....	7
2.2.2. Uniformidade e Distribuição de Água.....	9
2.3. Perímetros Irrigados no Nordeste.....	14
2.3.1 Perímetro Irrigado em Sumé.....	17
2.3.2 Propostas e ações para o Perímetro Irrigado em Sumé.....	20
2.4. Agricultura Familiar.....	22
3. MATERIAL E MÉTODOS	33
3.1. Caracterização da Área do Projeto.....	33
3.2. Solos.....	34
3.3. Qualidade da água para irrigação.....	37
3.4. Desenvolvimento da Pesquisa.....	37
3.4.1. Situação atual do Perímetro Irrigado de Sumé.....	37
3.4.2. Avaliação Técnica.....	38
3.4.3. Uniformidade de Irrigação.....	41
3.4.4. Eficiência de Aplicação.....	44
3.4.5. Avaliação Econômica.....	45
3.4.6. Viabilidade Econômica dos Sistemas de Produção.....	45
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	50
4.1. Projeto inicial proposto pela Secretaria da Agricultura da Paraíba, para os irrigantes.....	51
4.2. Viabilidade Técnica.....	54
4.2.1. Avaliação hidráulica do sistema avaliado.....	54
4.2.2. Característica do sistema.....	55
4.2.3. Vazão dos Sistemas.....	58
4.2.4. Manejo de irrigação pelo produtor.....	60
5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	63
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	65
ANEXOS	

LISTA DE TABELAS

	Páginas
Tabela 2.1. Eficiência de aplicação (Ea) ideal e aceitável para os diferentes..... Métodos de irrigação (Bernardo, 1995).	8
Tabela 2.2. Possíveis uniformidades de distribuição d'água, na irrigação localizada,..... Para diferentes condições de cultivo e topografia do terreno em zonas áridas (López, 1992).	13
Tabela 2.3. Classificação do coeficiente de uniformidade.....	13
Tabela 2.4. Valores mínimos de CUC, segundo o espaçamento médio entre plantas,..... Recomendados por Pillsbury e Degan (1968).	14
Tabela 3.1. Orçamento de um hectare da cultura do tomate, segundo o produtor rural.....	48
Tabela 3.2. Orçamento de um hectare da cultura do pimentão, segundo o produtor rural.....	49
Tabela 3.3. Preço pago ao tomate e pimentão, de acordo com a sua classificação.....	49
Tabela 4.1 Material para irrigação e acessórios doados aos irrigantes.....	50
Tabela 4.2. Recursos orçados para o projeto de irrigação.....	53
Tabela 4.3. Dados do sistema de irrigação levantados em nível de campo para a cultura do tomate e pimentão.....	56
Tabela 4.4. Parâmetros do projeto encontrados no campo para as culturas do tomate e Pimentão.....	57
Tabela 4.5. Resultados da variação de vazão (ΔQ) ao longo das laterais, das subunidades irrigadas por gotejamento, para as culturas de tomate e pimentão.....	58
Tabela 4.6. Valores e classificação do coeficiente de uniformidade de distribuição de água em campo, do sistema de irrigação por gotejamento.....	59

LISTA DE FIGURAS

	Páginas
Figura 3.1. Localização da área experimental no Perímetro de Sumé, PB.....	33
Figura 3.2. Croqui da área irrigada com tomate.....	39
Figura 3.3 Croqui da área irrigada com pimentão.....	40
Figura 3.4 Locais de amostragem dentro do setor para determinação das vazões dos emissores	42

LISTA DE FOTOS

	Páginas
Foto 3.1. Equipamentos usados na determinação da vazão do emissor.....	43
Foto 4.1. Linha de gotejador furada, com desperdício de água.....	61
Foto 4.2. Linha de gotejador furada, e amarrada com borracha.....	61
Foto 4.3. Poço de captação de água e sistemas de filtragem.....	62

LISTA DE ANEXO

Quadro 1. Escolha do modelo de bombas.....	74
Quadro 2 . Curva característica da bomba modelo C10E8.....	75
Quadro 3. Curva característica da bomba modelo C8EN.....	76

UFCG-BIBLIOTECA

AVALIAÇÃO DE UNIDADES PRODUTIVAS DA AGRICULTURA FAMILIAR NO PERÍMETRO IRRIGADO DE SUMÉ, PB

RESUMO

Apesar das tecnologias já existentes dos sistemas de irrigação, as práticas de manejo de água e solos nas áreas irrigadas, através de critérios adequados, se revestem de importância cada vez maior, face à intensificação do uso dos recursos hídricos. Na exploração agrícola nos grandes pólos irrigados, nas empresas privadas ou até mesmo na agricultura familiar, o controle dos recursos naturais, como um todo, é uma questão de sustentabilidade das comunidades. O objetivo da presente pesquisa é verificar a viabilidade técnica e econômica da agricultura familiar irrigada no Perímetro Irrigado município de Sumé, PB. O trabalho foi conduzido em uma área que, do ponto de vista administrativo, pertence à área de atuação da 3ª Diretoria Regional (DR) do Departamento Nacional de Obras Contra as Secas-DNOCS, cuja área total é de 700 hectares distribuídos em 51 lotes dos quais, 47 estão em atividade sendo atualmente, sendo 42 com criações de animais de pequeno porte e apenas 5 cultivados com hortaliças, principalmente o tomate e o pimentão. As avaliações técnica e econômica foram realizadas com as culturas de pimentão e tomate rasteiro, em uma área irrigada de aproximadamente 02 ha, dividida em duas subáreas irrigadas por gotejamento, nos meses de fevereiro a julho de 2005 e de outubro a janeiro de 2005/2006. Em visita à área onde estava localizado o sistema de irrigação, levantaram-se os seguintes dados: equipamentos instalados, comprimento e diâmetro das tubulações (nominal e interno), cota do terreno e vazão do emissor. Com os dados levantados pode-se determinar: vazão, velocidade da água, perda de carga acumulada e pressão. Através da análise dos dados de vazão coletados em campo, avaliou-se o sistema de gotejamento, em função do parâmetro de desempenho: uniformidade e eficiência de aplicação de água. Apesar da elevada variação de vazão nas linhas laterais, não comprometeu o manejo, sendo os coeficientes de uniformidade de distribuição de água dos emissores considerados bons, mas os valores de eficiência de aplicação da irrigação estão abaixo do mínimo recomendado (80%) caracterizando má qualidade para o sistema de irrigação localizada. Os resultados indicam que a prática da irrigação é realizada com ausência de critérios técnicos, causando perdas ou excessos na aplicação de água necessitando, dessa forma, da utilização de técnicas de manejo que visem melhorar a eficiência de aplicação de água. Apesar dos benefícios proporcionados aos produtores que cultivam hortaliças irrigadas no perímetro irrigado de Sumé, como doação de kits de irrigação e tarifas reduzidas de energia elétrica (tarifa verde) os mesmos não dão a devida importância ao manejo da irrigação. Apesar de todos os problemas levantados, ainda é economicamente viável o cultivo irrigado de tomate e pimentão no Perímetro Irrigado de Sumé, desde que o preço do produto esteja em um patamar satisfatório; desta forma, é salutar que o produtor realize, previamente, uma análise de mercado.

Palavras - chave: Perímetro irrigado; Manejo e eficiência de irrigação

PRODUCTIVES UNITES APPRAISEMENT OF FAMILIAR AGRICULTURE ON THE IRRIGATED PERIMETER OF SUMÉ,PB

ABSTRACT

In spite of the technologies existents in irrigation systems, the handling practices with water on irrigated areas, through right criterions, gets more and more importance, due to the intensification of water reserves explorer. On the agricultural explorer on biggest irrigated poles, in private enterprise including the familiar agriculture is a case of surviveness the careful with the natural water reserves. The objective of this search is to verify the technical and economical viability of the familiar agriculture on the Irrigated Perimeter of Sumé – PB. The job was conducted in an area that in the administrative point of view is pertinent at the action area of the 3rd Regional Directing (RD) of Departamento Nacional de Obras Contra as Secas – DNOCS. Witch has an area of 700 ha, distributed in 51 potions and 47 of these potions are in activity, been 42 destined to creation of animals of little postage and just 5 destined at the vegetables culture principally tomatoes and pimentos. The economical and technical appraisement were made with the cultures of pimentos and creep tomatoes, in an irrigated area with 2ha, divided in two sub areas irrigated by system of drops, in the months of February until July of 2005 and since October until January – 2005/2006. About the area were localized the system of drops, we had collected the following information: equipments installed, length and diameter of tubes (nominal and boarding), coat of plot and drains of the emission. With the information we can conclude: empty of each bit, speed of water for bit, lose of load on the bit and cumulated pressure in each bit. Through the analysis of information about the drains for bits we had concluded the system of drops referent to the following parameters: uniformity and efficient application of water. All though the high variation on the lateral lines, this has not influenced the handling, and, because that the distribution water coefficient was considered good. On the other hand the values of application of irrigation are less than the aimed (80%) characterizing a bad quality for the localized irrigation system. The results indicate that the practices are realized with no technical criterions, doing loses or exceptions in water application, with the necessity of techniques of handling for get better the water application. Although the benefices given to vegetable producers, irrigated on the perimeter irrigated of Sumé, like donations of irrigation kits and reduced tariffs of electrical energy (green tariff) these people don't care about the irrigation handling. Even though all of problems mentioned, the irrigation is economically viable to cultivate tomatoes and pimentos on the Irrigated Perimeter of Sumé, off course, unless the price not to be satisfactory, for that the better is to make a marketing search.

KEY WORDS: Irrigated Perimeter; Handling and Irrigation Efficiency.

1. INTRODUÇÃO

Em nível mundial, os recursos hídricos já estão escassos, em termos de quantidade e qualidade, sinalizando para uma utilização racional e limitada de água nos múltiplos usos. Assim, novas tecnologias úteis devem ser elaboradas para a convivência com a seca nos bolsões de pobreza nos trópicos semi-áridos; dentre essas técnicas deve-se destacar o uso racional da água através da irrigação.

A idéia da irrigação é suprir de água as plantas, na quantidade necessária e no momento adequado, para se obter a máxima produção e a melhor qualidade do produto. A água deverá ser aplicada antes que a taxa de extração do solo em relação à taxa de evapotranspiração decresça a ponto de ocorrer um déficit de água na planta, reduzindo a produção e afetando a qualidade do produto obtido (Fernando, 1988). A irrigação é uma técnica absolutamente necessária para a implantação de uma agricultura racional em regiões de clima árido e semi-árido, como o nordeste brasileiro, caracterizado por baixos índices pluviométricos e, conseqüentemente, escassez da água para atender à demanda hídrica das culturas.

Segundo Bastos (1991), o emprego da irrigação viabiliza a produção, regularizando e complementando as colheitas, melhorando o uso do solo e aumentando a produtividade das colheitas; é também meio de garantir a produção e produtividade, além de principal veículo dos demais componentes tecnológicos para uma política de produção de alimentos em grande escala; por outro lado, pode ser uma ferramenta de alta tecnologia que permita ampliar as safras, aproveitando melhor todas as práticas agrícolas existentes a nível de propriedade práticas essas que possam assegurar alta produtividade sem desgaste físico-químico do solo e sem desperdício d'água, o que significa economia de água, controle de erosão, menores custos de produção e produção continuada.

A irrigação, cuja finalidade é atender às necessidades hídricas dos cultivos de forma a garantir sua produtividade, pode ser dividida em três grandes grupos: irrigação por superfície, irrigação por aspersão e irrigação localizada, cada um com diversos sistemas que atendem as mais diferentes situações, em que a escolha de um deles deve ser baseada na viabilidade técnica e econômica do projeto, e serem considerados os seguintes pontos: uniformidade da superfície do solo, tipo de solo, quantidade e qualidade da água, cultura, manejo da irrigação e clima, dentre outros, Bernardo (1995).

A irrigação localizada compreende os sistemas nos quais a água é aplicada diretamente sobre a zona radicular das plantas, em pequena intensidade, porém com alta

freqüência. Os principais sistemas de irrigação localizada são: gotejamento, microaspersão, tubos perfurados e xiquexique, de acordo com Silva (1996).

As tecnologias dos sistemas de irrigação, as práticas de manejo de água e solos nas áreas irrigadas, através de critérios adequados, se revestem de importância cada vez maior, face à intensificação da exploração dos recursos hídricos. Na exploração agrícola dos grandes pólos irrigados, nas empresas privadas ou até mesmo na agricultura familiar, o controle dos recursos naturais, como um todo, é uma questão de sustentabilidade das comunidades.

Utiliza-se, nos sistemas de irrigação tecnologia que reduz o consumo de água. A eficiência no uso da água significa aplicar exatamente a quantidade ditada por condições do solo e do cultivo. Mesmo com tecnologia da irrigação localizada, os agricultores fazem uma irrigação excessiva, cujo excesso provoca o desperdício de energia, água e fertilizantes.

Com a crise observada na atualidade nordestina, com impactos negativos dos modelos de referência que dominaram a agricultura mundial, a exploração da agricultura familiar irrigada surge como objeto de desafio, principalmente em se considerando que os agricultores não estão familiarizados com a operação e manejo característico das técnicas modernas de irrigação; é importante, também, salientar que os objetivos de desenvolvimento agrícola pela agricultura familiar irrigada devem ser estabelecidos de acordo com suas reais capacidades de exploração.

A agricultura familiar é uma forma de produção na qual predomina a interação entre gestão e trabalho; são os agricultores familiares que dirigem o processo produtivo, enfatizam a diversificação e utilizam o trabalho familiar, eventualmente complementado pelo trabalho assalariado.

1.1 OBJETIVO GERAL

Estudar, através de experimento de campo, a viabilidade técnica e econômica da agricultura familiar irrigada na reestruturação do Perímetro Irrigado do município de Sumé, PB.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinação do Coeficiente de Uniformidade de Christiansen (CUC)
- Determinação do Coeficiente de Uniformidade de Distribuição (CUD)
- Determinação da Eficiência de Aplicação (Ea)

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. A técnica da Irrigação

A história da irrigação começou há aproximadamente 4.000 anos, no Egito Antigo, nas margens do Rio Nilo, justamente onde se deu a primeira obra de "engenharia" relacionada à irrigação, quando o Faraó Ramsés III ordenou a construção de diques, represas e canais, que melhoravam o aproveitamento das águas do Rio Nilo. Muitos outros exemplos antigos existem, visto que as grandes civilizações de outrora se desenvolviam nos vales dos grandes rios, sempre com o intuito de se aproveitar de suas águas; ressalta-se que o caso mais recente e também o que mais ilustra a importância da irrigação na agricultura, é o de Israel, haja vista que, sem a irrigação, a agricultura seria impossível neste país, que possui solo impróprio, escassez de chuvas e pouquíssimas fontes de água.

Estima-se que, no século XX, a área total irrigada no mundo estava em torno de 40 milhões de hectares, elevando-se em 1950, para 160 milhões de hectares e as estimativas para 1990 eram de 275 milhões de hectares (Rosa, 2001).

Mundialmente, a agricultura consome cerca de 69% de toda a água derivada de rios, lagos e aquíferos subterrâneos, enquanto os outros 31% são consumidos pelas indústrias e uso doméstico (Christofidis, 1997).

Apesar do grande consumo de água, a irrigação representa a maneira mais eficiente de aumento da produção de alimentos. Estima-se que, mundialmente, no ano de 2020 os índices de consumo de água para a produção agrícola serão mais elevados na América do Sul, África e Austrália (Paz et al., 2000).

O esforço para se praticar a agricultura, utilizando-se o fornecimento regular de água para irrigação, como forma complementar ou para substituir a irregularidade das chuvas, levou a humanidade a aprender a usar e, em certas regiões, a depender da irrigação; outrora, iniciou-se com técnicas elementares baseadas no escoamento por gravidade. As grandes civilizações da Mesopotâmia e da China poderiam ter florescido mas sem a segurança alimentar garantida pela irrigação, certamente teriam sido discretas no livro da História. Estima-se que os incas estariam irrigando cerca de um milhão de hectares quando, os espanhóis chegaram ao Peru.

Na América Latina a superfície irrigada é de aproximadamente 16 milhões de hectares, distribuídas principalmente no México, Argentina, Brasil, Chile e Peru. Apesar de

corresponder a uma pequena parcela do total cultivado, a área irrigada mundial contribui com 42 % da produção total.

Atualmente, os índices mundiais mais elevados de área irrigada por habitante são do Paquistão (1.415), do Chile (1.221) e da Grécia (1.174 m³/ha/ano). (FAO, 2000).

Segundo Rosa (2001), a história da irrigação no Brasil vem desde a colonização, quando os jesuítas começaram a cultivar arroz irrigado no Rio de Janeiro, permanecendo pouco significativa até a expansão recente dessa técnica de cultivo no Rio Grande do Sul. A área irrigada foi inexpressiva até o final dos anos 60. Durante as décadas de 70 e 80, vultosos investimentos públicos foram efetivados em projetos de irrigação com acesso público aos benefícios de obras de barragem e distribuição de água. A atuação do governo nessa área foi expressiva, sobretudo na região Nordeste. Para tanto, foi criada a empresa estatal Companhia de Desenvolvimento do Vale do São Francisco (CODEVASF, 1989) cuja principal missão era promover a irrigação agrícola na sua área de influência.

Quem trabalha com agricultura tem, na irrigação, uma ferramenta ideal para produzir mais e melhor uma ferramenta de alta tecnologia que permite ampliar as safras, aproveitando melhor todas as práticas agrícolas existentes a nível de propriedade; práticas essas que possam assegurar alta produtividade sem desgaste físico-químico do solo e sem desperdício d'água, sinônimo de economia de água, controle de erosão, menores custos de produção e produção continuada.

O uso de irrigação localizada através de sistema de distribuição por gotejamento, é uma prática bastante utilizada na agricultura irrigada, ensejando a oferta de produtos agrícolas em épocas de escassez de chuva sem o risco iminente de esgotamento dos lençóis de água subterrâneos, uma vez que o volume de água utilizado é relativamente pequeno. Os custos de implantação e de condução do projeto serão bastante reduzidos devido a água de irrigação ser bombeada durante a noite, no horário da Tarifa Verde de energia; por sua vez, a adoção da agricultura orgânica ecologicamente equilibrada, além de beneficiar os ecossistemas rurais, faz com que haja produção de alimentos saudáveis para o consumidor e segurança para a saúde do trabalhador. Tudo isto nos deixa confiantes de que o modelo de sistema de irrigação e de exploração proposto poderá ser adotado para irrigação de pequenas áreas no Cariri paraibano, contribuindo para a melhoria das condições de vida das famílias rurais.

A irrigação, cuja finalidade é atender às necessidades hídricas dos cultivos, de forma a garantir sua produtividade, pode ser dividida em três grandes grupos: irrigação por superfície, irrigação por aspersão e irrigação localizada, cada um com diversos sistemas que atendem às mais diferentes situações. A irrigação localizada compreende os sistemas nos quais a água é

aplicada diretamente sobre a zona radicular das plantas, em pequena intensidade, porém com alta frequência. Os principais sistemas de irrigação localizada são: gotejamento, microaspersão, tubos perfurados e xiquexique, de acordo com Silva (1996).

Segundo Azevedo (1986), a irrigação localizada compreende a aplicação de água molhando apenas uma fração do sistema radicular das plantas, onde a área máxima molhada não deve ser superior a 55% da área sombreada pela planta, enquanto a área mínima molhada é de 20% nas regiões úmidas e de 30% nas regiões de clima mais quentes, como o semi-árido.

Como vantagens dos sistemas de irrigação localizadas citam-se: possibilidade de controle rigoroso da quantidade de água fornecida às plantas; grande economia de água e energia; os sistemas são usualmente semi-automatizados ou automatizados, necessitando de uma menor mão-de-obra para o manejo do sistema; reduz a incidência de pragas e doenças e o desenvolvimento de ervas daninhas; permite a quimigação (aplicação de produtos químicos via água de irrigação); otimiza o uso de fertilizante; possibilita o uso de água salina; possibilita o cultivo em áreas com afloramentos rochosos e/ou com declividades acentuadas e excelente uniformidade de aplicação de água.

Os sistemas de irrigação localizados têm como limitação: custo inicial elevado; potencial de entupimento dos emissores pela deposição de partículas minerais e orgânicas além de pequena vida útil, quando mal manejado.

2.2 Manejo de irrigação

Segundo (Keller e Karmeli, 1974; Karmeli e Keller, 1975) citados por Keller e Bliesner (1990), os sistemas de irrigação por gotejamento são usualmente planejados e manejados para liberar aplicações frequentes de água e para umedecer apenas uma porção da superfície do solo, portanto, os procedimentos usados por outros métodos devem ser ajustados para calcular os requerimentos de água e controle de salinidade, lâmina e frequência de irrigação.

Freqüentemente se faz necessária, a avaliação de campo nos sistemas de irrigação localizada, sendo que Bralts (1986) e Bralts et al. (1987) apresentam os seguintes motivos:

- Fornece informações importantes para o manejo do sistema
- Permite determinar com que eficiência o sistema está sendo operado e se as especificações de uniformidade de vazão dos emissores previstas em projeto estão sendo obtidas

- Permite o monitoramento do desempenho do sistema quando realizada periodicamente
- Possibilita a determinação da eficiência com que o sistema pode chegar a operar e se ele pode ser melhorado
- É uma ferramenta de diagnóstico da operação do sistema e seus componentes e, ainda, uma ferramenta para adoção de medidas corretivas, se necessário
- fornece informações que auxiliam os projetistas no dimensionamento de outros sistemas— -
- Enfim, informações que permitem comparar vários métodos, sistemas e procedimentos operacionais, como base para decisões econômicas.

Quando se fala em avaliação da eficiência do uso da água em sistemas de irrigação, a estimativa precisa da uniformidade do sistema é, provavelmente, o indicador mais importante do seu desempenho (Bralts et al., 1987); também, segundo Bralts (1986), informações referentes à vazão dos emissores e sua uniformidade são essenciais para o dimensionamento e manejo dos sistemas de irrigação localizada.

Outro fator importante na avaliação de sistemas se refere à uniformidade de distribuição de água no solo, na zona de absorção de água pelas raízes. Segundo Bralts (1986), o crescimento uniforme das culturas irrigadas depende da uniformidade de aplicação de água na superfície e no interior do solo.

A eficiência de aplicação de água pode ser definida como a relação entre o volume de água que fica disponível para a planta na região das raízes e o volume de água aplicado pelo sistema de irrigação e, sendo assim se toda a água aplicada for aproveitada pela planta a eficiência de aplicação será igual a 1,0 ou 100%; este valor, entretanto, dificilmente poderá ser alcançado em condições de campo em virtude das perdas que ocorrem durante e após a irrigação (Allen et. al. 1998).

A eficiência de aplicação é definida, por Frizzone (1992), pela relação entre a quantidade de água incorporada ao solo até a profundidade efetiva do sistema radicular da cultura e a quantidade de água aplicada; trata-se de um índice que incorpora a eficiência de distribuição e a eficiência em potencial de aplicação, dando idéia das perdas de água por percolação e evaporação.

A eficiência de aplicação (EA) diz respeito à relação entre o volume de água disponível para a cultura e o volume aplicado pelo emissor. Pode-se obter altos índices de eficiência empregando-se um dimensionamento correto do sistema, equipamentos adequados e um manejo racional da água. O manejo racional da irrigação consiste na aplicação da quantidade necessária de água às plantas no momento correto. Em razão de não adotar um método de controle da irrigação, o produtor rural usualmente irriga em excesso, temendo que

a cultura sofra um estresse hídrico, o que pode comprometer a produção; referido excesso tem, como consequência, o desperdício de energia e de água, usados em um bombeamento desnecessário.

De acordo com Ayeres & Westcot (1991), a qualidade da água para irrigação está relacionada com os seus efeitos prejudiciais ao solo e às culturas requerendo, muitas vezes, técnicas especiais de manejo para compensar eventuais problemas associados com a sua utilização. Para os autores, águas com CE superiores a $3,0 \text{ dSm}^{-1}$ têm severas restrições para uso e a conveniência da água para irrigação deve ser avaliada conjuntamente com o estudo das condições locais de uso, tomando-se como base os fatores relacionados com o sistema água-solo-planta-atmosfera; no entanto, Rhoades et al. (1992) afirmam que águas de diferentes composições com salinidade acima de $8,0 \text{ dSm}^{-1}$, já foram usadas para irrigação em vários lugares do mundo, sob grande variabilidade de solo, clima, irrigação e cultura.

2.2.1. Eficiência de irrigação

A eficiência de aplicação, segundo Merriam e Keller (1978), fornece uma medida da eficiência operacional total dos sistemas, contanto que irrigações adequadas sejam aplicadas.

A eficiência de irrigação, tomada como a razão entre a quantidade de água efetivamente usada pela cultura e a quantidade retirada da fonte, no âmbito mundial, é ainda muito baixa situando-se, em termos médios, em torno de 37 %. A simples melhora de 1 % na eficiência do uso da água de irrigação nos países em desenvolvimento de clima semi-árido ou árido, significaria uma economia de 200 mil litros de água, por agricultor, por hectare/ano. A irrigação utilizada de forma racional pode promover uma economia de aproximadamente 20 % da água e 30 % da energia consumida. Do valor relativo à energia, a economia de 20 % seria devido à não aplicação excessiva da água e 10 % ao redimensionamento e otimização dos equipamentos utilizados (Lima; Ferreira; Christofidis, 1999).

Um dos motivos que mais contribuem para a baixa eficiência da irrigação, é o fato de que grande parte das áreas irrigada compreende projetos públicos ou privados onde a maioria dos irrigantes não assimila os princípios básicos da agricultura irrigada, o que dificulta o próprio entendimento da eficiência de irrigação e suas vantagens, agravando-se, principalmente quando o projeto não taxa a água usada pelo irrigante ou taxa a valores irrisórios. Na agricultura se perdem 2.500 km^3 de água por ano, valor muito superior ao que a indústria perde (117 km^3) e ao que o uso doméstico também perde ($64,5 \text{ km}^3$) (Lemos 2003).

O aumento da eficiência de aplicação ocorrerá sempre que o agricultor irrigante se conscientize da necessidade de usar racionalmente a água, o que não ocorrerá por si. A outorga de água condicionada ao uso de sistemas de irrigação mais eficientes e taxaço do insumo água e a orientação e capacitação dos irrigantes, podem contribuir muito para a percepção do agricultor.

Dentre os sistemas de irrigação, a localizada apresenta maiores valores de eficiência de aplicação, da ordem de 80 a 90%, bem superiores às faixas de 60 a 80% e 50 a 70%, dos sistemas por aspersão e superfície, respectivamente (Keller e Bliesner, 1990).

Verifica-se, na Tabela 2.1, que em virtude das irrigações por aspersão e por gotejamento estarem menos sujeitas à interferência do irrigante no campo, esses métodos apresentam maiores eficiências.

Tabela 2.1. Eficiência de aplicação (Ea) ideal e aceitável para os diferentes métodos de irrigação BERNARDO (1995).

Método de irrigação	Ea ideal (%)	Ea aceitável (%)
Superfície		
Sulco (convencional)	≥ 75	≥ 60
Corrugação	≥ 70	≥ 60
Faixa	≥ 80	≥ 65
Inundação	≥ 85	≥ 65
Aspersão		
Convencional	≥ 85	≥ 75
Autopropelido	≥ 85	≥ 75
Pivô central	≥ 85	≥ 75
Localizada		
Gotejamento	≥ 95	≥ 80
Microaspersão	≥ 95	≥ 80
Superficial		
Lençol freático estável	≥ 70	≥ 60
Lençol freático variável	≥ 80	≥ 65

Segundo Frizzone (1992), maximizar a eficiência nem sempre significa otimizar o lucro, visto que o aumento dos custos inicial e operacional está, normalmente, associado ao aumento na uniformidade da irrigação. Os benefícios econômicos previstos com alta eficiência de aplicação devem, portanto, ser cuidadosamente avaliados em relação aos custos associados aos altos índices uniformidade. Máximo lucro pode ser obtido com uniformidade, principalmente quando a água, energia e fertilizantes, não são fatores restritivos quanto à disponibilidade, à qualidade e ao custo.

2.2.2 Uniformidade e distribuição de água

Os sistemas de irrigação por microaspersão e gotejamento apresentam, por serem predominantemente fixos, custos de implantação superiores àqueles que têm partes móveis. Keller e Bliesner (1990) comentam que é recomendável, após a instalação de um sistema de irrigação, proceder-se a testes de campo no intuito de se verificar a adequação da irrigação que foi projetada para recomendar, caso haja necessidade, um ajuste na operação e, principalmente, no manejo; esses procedimentos visam maximizar a eficiência do sistema e viabilizá-lo economicamente.

Os dois principais sistemas em que se emprega o método de irrigação localizada, são a microaspersão e o gotejamento.

Segundo Boman (1989), a uniformidade é um indicador da igualdade (ou desigualdade) das taxas de aplicação dentro do diâmetro padrão de um emissor. Uniformidade alta é importante para irrigação em terras arenosas nos quais a redistribuição lateral da água é limitada. Excessos de aplicação de água nesses solos resultam, freqüentemente, em lâmina percolada e lixiviação de nutrientes para fora da zona radicular. A uniformidade elevada pode ser especialmente desejável para fertirrigação ou quimirrigação visto que as aplicações de nutrientes ou químicas não serão mais uniformes que a distribuição de água.

Segundo Bernardo (1995), a uniformidade da irrigação tem efeito no rendimento das culturas e é considerada um dos fatores mais importantes no dimensionamento e na operação de sistemas de irrigação.

Conforme Bernardo (1997), as baixas eficiência e uniformidade dos sistemas de irrigação e a limitada lixiviação de sais do solo, estão dentre os principais fatores que influem na degradação do solo.

De acordo com Ayers & Westcot (1999), o manejo da salinidade deve incluir não apenas a drenagem como, também, a lixiviação necessária para evitar a acumulação excessiva de sais no perfil, em particular em áreas aluvionares do semi-árido.

O conceito de uniformidade de distribuição foi introduzido por Christiansen em 1942, referindo-se à variabilidade da lâmina de água aplicada ao longo da extensão da superfície do terreno irrigado. A uniformidade de distribuição de água em qualquer sistema de irrigação, apresenta importantes conseqüências na economia do projeto. Em geral, valores reduzidos de uniformidade determinam maiores consumo de água e energia, maior perda de nutrientes por deflúvio superficial e percolação profunda ao mesmo tempo em que podem apresentar plantas com déficits hídricos, em proporção significativa da área irrigada (Scaloppi e Dias, 1996).

Para se determinar a uniformidade de distribuição d'água de um sistema de irrigação localizada pelo método de Christiansen, tem-se que medir a vazão dos emissores ao longo de todas as linhas laterais e a pressão de funcionamento no início das linhas de derivação, requerendo muito tempo e muita mão-de-obra. Para simplificar o trabalho e o tempo necessário, recomenda-se definir o CUC por linha lateral escolhendo, de forma empírica, quatro linhas laterais em cada unidade operacional, sendo o CUC do sistema a média dos CUC das linhas (Bernardo, 1995).

De acordo com Heinemann (1997), a uniformidade de distribuição de água pode ser afetada por fatores climáticos e operacionais, em que os primeiros são: evaporação, temperatura do ar, umidade relativa e velocidade do vento e os operacionais são aqueles relacionados a causas hidráulicas.

A baixa uniformidade de distribuição de água pode ser atribuída a muitas causas; para efeito de avaliação de sistemas já instalados, Bralts e Kesner (1983), agrupam as causas em duas classes:

a) causas hidráulicas: são todas aquelas que afetam a pressão de operação dos emissores, podendo ser oriundas de um projeto hidráulicamente mal concebido, da falta de reguladores de pressão ou do seu desajuste, elevada perda de carga, elevado desnível geométrico etc.

b) baixa uniformidade dos emissores: decorre do alto coeficiente de variação de fabricação e/ou da obstrução dos emissores.

Segundo López et al. (1992), a uniformidade de aplicação de água de um sistema de irrigação localizada depende dos seguintes fatores:

- variação de pressão na rede hidráulica ocasionada pelas perdas de carga e diferenças de nível da área;
- desuniformidade de fabricação dos emissores;
- número de emissores por planta;
- resposta do emissor à variação de temperatura e pressão da água;
- variação das características do emissor por entupimentos e/ou envelhecimento;
- variação espacial e temporal da temperatura da água;
- efeito do vento, quando os emissores utilizados são microaspersores
- variação de fabricação dos reguladores de pressão, quando utilizados.

Ainda segundo López (1987), as causas da desuniformidade de aplicação nos sistemas localizados são as seguintes: diferenças de pressão que se produzem na rede em virtude das perdas de carga e da irregularidade da topografia do terreno; insatisfatória uniformidade de fabricação dos emissores devido ao inadequado controle de qualidade; número de emissores por planta; variação das características hidráulicas do emissor, ao longo do tempo, em razão de possíveis obstruções e/ou envelhecimento; temperatura; efeito do vento, quando se usa microaspersão, variação de fabricação dos reguladores de pressão, quando existirem.

O entupimento dos emissores, o número de emissores por planta e a variação de fabricação dos emissores, são os fatores mais significativos que influem na uniformidade de sistemas de irrigação localizada (Solomon, 1985), sendo também imprescindíveis à variação de pressão na rede hidráulica (BRALTS, 1986), sobretudo quando não se utilizam emissores autocompensantes.

Quanto maior o número de emissores por planta maior também será a uniformidade, haja vista que a variação da vazão total de um conjunto de emissores é menor que a variação individual de vazão dos emissores, como resposta à tendência de que as variações nas vazões dos emissores se anulem (Solomon e Keller, 1978).

O dimensionamento inadequado, o manejo e a manutenção deficientes dos sistemas são responsáveis pela variação de vazão ao longo da linha nos sistemas de irrigação, fator importante na influência da uniformidade de distribuição de vazão. A recomendação mais usual é que a variação máxima da vazão na linha seja de 10% da vazão média (Keller e Karmeli, 1974); e há autores que permitem que se considere admissível uma diferença de vazão entre os primeiro e último emissores na linha lateral de irrigação, da ordem de 20%,

para algumas situações especiais (Bernardo, 1996); é notória tendência com o desenvolvimento tecnológico de que o limite de 10% seja facilmente implementado.

A primeira metodologia de determinação do coeficiente de uniformidade foi desenvolvida para se avaliar a irrigação por aspersão convencional, com dados de precipitação obtidos de um aspersor ou sistemas de aspersores (Christiansen, 1942); posteriormente, outras metodologias foram elaboradas mas ainda hoje a de Christiansen é uma das mais utilizadas (Bernardo, 1996).

Lima e Alves (1994) avaliaram o coeficiente de uniformidade de Christiansen de microaspersores nacionais e importados observaram valores que variaram de 27 a 62%, na oportunidade, os autores notaram, ainda, que até 9% do volume total aplicado pelo microaspersor escorreram junto à haste.

Keller e Karmeli (1975) propuseram o conceito de uniformidade de emissão, que sua definição baseada na razão entre as vazões mínima e média dos emissores, sendo a obtenção dessas vazões indicada por meio de quatro pontos ao longo da linha lateral, simetricamente distribuídos. Segundo Bralts et al. (1987), este conceito é uma forma modificada do procedimento de avaliação recomendado pelo Serviço de Conservação do Solo dos Estados Unidos e sendo, ainda, usado como padrão para comparação entre situações diferentes além de definido como o Coeficiente de Uniformidade de Distribuição (CUD). Segundo Bralts e Edwards (1986), a principal desvantagem deste método é a sua base não estatística, razão por que limita sua confiança e a determinação dos componentes de variação de fluxo não é possível.

Apresentam-se, na Tabela 2.2, possíveis uniformidades de distribuição d'água na irrigação localizada, sob diferentes condições de cultivo e topografia do terreno em zonas áridas, de acordo com López (1992).

Tabela 2.2 Possíveis uniformidades de distribuição d'água para diferentes condições de cultivo e topografia do terreno em zonas áridas (López, 1992)

Tipo de Emissor	Topografia do Terreno	Uniformidade
Emissores com espaçamento superior a 4,0m em cultivo permanente	Declividade uniforme $\leq 2\%$	90 a 95%
	declividade $\geq 2\%$ ou ondulado	85 a 90%
Emissores com espaçamento inferior a 2,5m em cultivo permanente ou semi-permanente	Uniforme	85 a 90%
	Terreno em declive ou ondulado	80 a 90%
Mangueiras de gotejamento em cultivo anual e horticultura	Uniforme	80 a 90%
	Terreno em declive ou ondulado	70 a 85%

* Em zona úmida todos os valores são reduzidos 10%

Segundo Smajstrla et al. (1990), citados por Almeida (1997), os coeficientes CUC e o CUD na irrigação localizada podem ser classificados em distintos níveis, como descrito na Tabela 2.3.

Tabela 2.3 Classificação do coeficiente de uniformidade

CLASSE	CUC ¹ %	CUD ² %
Excelente	Acima de 90	Acima de 84
Bom	80 – 90	68 - 84
Razoável	70 – 80	52 - 68
Ruim	60 – 70	36 – 52
Inaceitável	Abaixo de 60	Abaixo de 36

Fonte: (1) Smajstrla et al. (1990), citados por Almeida (1997), (2) Bernardo (1995)

Segundo Gomes (1994) os valores recomendáveis para a uniformidade de distribuição d'água variam também com o sistema radicular da cultura. Com um desenvolvimento maior das raízes, a planta possuirá também um maior raio de alcance para se alimentar diminuindo, assim, a dependência da cultura com relação a uma uniformidade maior de distribuição. A Tabela 2.4 indica os valores mínimos dos Coeficientes de Uniformidade de Christiansen (CUC) recomendados por Pillsbury e Degan (1968), em função dos espaçamentos entre plantas cultivadas.

Tabela 2.4 Valores mínimos de CUC, segundo o espaçamento médio entre plantas, recomendados por Pillsbury e Degan (1968)

Espaçamento entre plantas * (m)	CUC (%)
< 2	85
2 – 4	80
4 – 6	75
6 – 8	65

*Média do espaçamento ao longo e entre as fileiras das plantas

Fonte: Gomes (1994)

2.3. Perímetros Irrigados no Nordeste

Desde a criação da SUDENE (Superintendência para o desenvolvimento da região Nordeste), a idéia de que o desenvolvimento da região só seria viabilizado quando esta se tornasse resistente aos efeitos da seca, foi levada a cabo, passando a ser considerada uma política efetiva de desenvolvimento regional.

O planejamento, execução e implementação desta política ficaram sob a responsabilidade das seguintes instituições: CODEVASF (Companhia de Desenvolvimento do Vale do São Francisco) e o DNOCS (Departamento Nacional de Obras Contra as Secas), a lógica que perpassava esta política, em linhas gerais, era que no caso do semi-árido teria de ser dada uma atenção particular ao problema do uso dos recursos hídricos, pois a água nesta

região é o elemento crítico necessitando de um direcionamento das ações, no sentido de desenvolver a região através de um programa acelerado de irrigação. (Lopes; 1998:52).

Durante toda a década de 70, precisamente em meados da década de 80 o governo federal envidou esforços com intuito de acelerar a política de irrigação no Nordeste, criou o PROINE (Programa de Irrigação do Nordeste), cujo objetivo era aumentar a produção e a produtividade do setor agrícola, especialmente os alimentos básicos e irrigar um milhão de hectares de terras no semi-árido nordestino.

A execução dos projetos de irrigação, via Perímetros Irrigados, implicaram na construção de obras de infra-estrutura hidráulica, como também em desapropriação de terras, construções de habitações e de equipamentos comunitários. Além do treinamento em técnicas agrícolas com as quais os colonos não estavam acostumados.

Segundo Carvalho (1998) a maioria dos projetos envolvendo recursos hídricos em todo o mundo, não tem alcançado os níveis desejados de produtividade devido, basicamente, às dificuldades operacionais encontradas no campo, e não levadas em consideração durante o planejamento.

A realidade da agricultura irrigada brasileira, no entanto, tem demonstrado que não é raro se encontrar projetos de irrigação, públicos ou privados, sem o planejamento apropriado e que, depois de implantados, são conduzidos sem a preocupação com o manejo e operações adequadas, resultando em baixa eficiência e comprometendo a expectativa de aumento da produtividade (Ferreira, 1993).

A escolha de áreas para compor perímetros irrigados, nem sempre foi suficientemente embasada em critérios técnico-econômicos e ambientais. Este fato, associado à falta de habilidade de parte dos irrigantes no manejo da irrigação e às peculiaridades edafoclimáticas do Nordeste brasileiro, muito tem contribuído para o processo de degradação de solos da região, resultando em índices como os acima citados.

Com esta finalidade e sobretudo na tentativa de regularizar o abastecimento de água para a população nordestina, o Departamento Nacional de Obras Contra as Secas (DNOCS) construiu umas três centenas de açudes em sua área de jurisdição, muitos dos quais passaram a ser perímetros irrigados (Paiva, 1976). A criação desses perímetros irrigados aumentou a produtividade das terras dessa região transformando, assim, a realidade socioeconômica e cultural da sua população, mas em decorrência do manejo inadequado, muitos dessas áreas se encontram praticamente abandonadas, em virtude de problemas de salinidade e/ou sodicidade em seus solos; como exemplo, tem-se as seguintes áreas, em porcentual, afetadas por sais:

Custódia, PE, com 97%; Ceraíma, BA, com 32%; São Gonçalo, Sumé e Cachoeira II, PB, com, respectivamente, 52, 61 e 30% (Macêdo, 1988).

Como fatores negativos decorrentes da agricultura irrigada, Drumond et al (2000) citam: sistemas de produção de eficiência limitada, apresentando níveis de produtividade aquém dos seus potenciais; baixo nível de capacitação gerencial e tecnológica do produtor; debilidade acentuada na organização profissional e social do produtor; acesso precário aos meios de produção, especialmente ao crédito; assistência técnica quantitativa e qualitativamente deficiente; pouca ou nenhuma integração entre os distintos segmentos das cadeias produtivas; políticas públicas de apoio, ausentes ou pouco adequadas para os diversos segmentos; salinização dos perímetros irrigados, em virtude do mau uso da água de irrigação; erosão dos solos, pelo manejo inadequado dos solos, sem técnicas conservacionistas; assoreamento de rios pela eliminação da mata ciliar e pelo mau manejo do solo e falta de consciência ecológica; desmatamento quase que total do perímetro irrigado e sem reposição; desequilíbrio ecológico decorrente do uso intensivo de agrotóxicos; compactação de solo; contaminação de água, devido ao uso indiscriminado de agrotóxicos; produção de grande quantidade de resíduos inorgânicos (lixo das embalagens).

Como propostas alternativas Drumond et al (2000) recomendam: fiscalização permanente junto aos agricultores, relacionado ao cumprimento legal de uso das áreas ribeirinhas, por parte de órgãos competentes; divulgação dos resultados de pesquisa, de modo que os mesmos cheguem ao agricultor de forma clara; divulgação conjunta dos órgãos de pesquisa, extensão e agricultores, através de unidades demonstrativas nas comunidades; manejo integrado de pragas, através do controle biológico, visando reduzir o uso de agrotóxicos; utilização de variedades melhoradas e de alta produtividade; monitoramento ambiental de todos os perímetros irrigados; introdução e seleção de variedades de fruteiras mais produtivas e mais adequadas às condições edafoclimáticas dos pólos de irrigação (mangueira, videira, coqueiro, goiabeira, bananeira e aceroleira); introdução e seleção de variedades mais produtivas e mais adequadas de hortaliças (melancia, melão, cebola e tomate); validação de novas alternativas agroeconômicas de cultivo de fruteiras, hortaliças e outros fins (alimentares, industriais, ornamentais, forrageiras etc), enfatizando a introdução de novas variedades/espécies; desenvolvimento de sistemas integrados mais eficientes de controle das principais pragas e doenças que afetam os cultivos irrigados, inclusive sua aplicação em cultivos orgânicos; desenvolvimento de práticas melhoradas de manejo do solo e da água em cultivos irrigados das principais fruteiras e hortaliças; desenvolvimento de práticas melhoradas de manejo das culturas, especialmente no que tange ao uso de hormônios

(videira, aceroleira), reguladores de crescimento (mangueira), nutrição (goiabeira, aceroleira, coqueiro), poda e anelamento (goiabeira, aceroleira), adensamento (bananeira, goiabeira) e consorciação; desenvolvimento de métodos mais eficientes de colheita, tratamento pós-colheita, acondicionamento, armazenamento e transporte dos principais produtos hortifrutícolas cultivados sob irrigação; desenvolvimento de métodos e práticas para a melhoria das qualidades sanitária, nutritiva e sensorial e uso das frutas e hortaliças; desenvolvimento de alternativas para incorporação de valor agregado aos produtos hortifrutícolas; estudos visando melhor caracterizar as cadeias produtivas, os circuitos de comercialização, as novas oportunidades de mercado e os espaços de valorização e competitividade dos principais produtos da agricultura irrigada.

2.3.1. Perímetro Irrigado de Sumé

Conforme dados adquiridos por Moura (2002) o desenvolvimento da agricultura e pecuária, do município de Sumé encontra-se em estado calamitoso, devido, principalmente às estiagens prolongadas e à falta de políticas de planejamento, responsável, por exemplo, pelo colapso do açude de Sumé, encerrando as atividades do seu *perímetro irrigado*.

O açude de Sumé foi construído pelo DNOCS no período de 1957 a 1962 para uma capacidade inicial de armazenamento de cerca de 45 milhões de m³ de água. A sua bacia hidráulica é de 1.396,58ha e a hidrográfica (Rios Paraíba/Sucuru) de 856,25 km² (DNOCS/PDRH-PB, sem data).

No período de 1970 a 1976 foi implantado pelo DNOCS o *Perímetro Irrigado de Sumé*, com uma superfície irrigável de 273,65ha e área total de 709.00ha. Número de lotes 55 e de irrigantes 47. Em 1975 foi criada a *Cooperativa Agrícola Mista dos Irrigantes de Sumé*.

No início das atividades do perímetro foram lotados, sob a jurisdição do DNOCS, equipes multidisciplinares (engenheiros agrônomos, veterinários, assistentes sociais, técnicos agrícolas, pessoal de apoio), além do apoio logístico (veículos, máquinas, combustível e material de expediente).

As equipes multidisciplinares atuavam na prestação de assistência técnica diretamente aos irrigantes, na capacitação de técnicos e irrigantes para absorção e emprego de tecnologias para agricultura irrigada. Incentivaram a organização dos colonos em cooperativas, as quais eram administradas integralmente pelos próprios técnicos do DNOCS.

No período de 1984 a 1990 foram construídos cerca de 70 açudes de pequeno e médio porte, e um açude de grande porte, o açude de São Paulo, com capacidade de 21 milhões de m³ a montante do açude de Sumé (Silva Neto, 1993) diminuindo drasticamente a capacidade do açude em armazenar água. A situação dramática do açude, mesmo depois de um período chuvoso, que até o final do mês de outubro de 2001 apresentou um índice pluviométrico de 519,8 mm.

O volume registrado para esta data de 27 de outubro de 2001 pelo LMRS-PB foi de 1.051.240,00 m³. A análise temporal das imagens TM/Landsat-5, os dados de precipitação e de volumes acumulados do açude municipal, mostram que a falência do *Perímetro Irrigado de Sumé* está diretamente relacionada com a falta de planejamento e com a construção indiscriminada de açudes de diferente porte a montante do de Sumé.

Não se pode culpar o clima, a seca climática, pelo colapso da estrutura de irrigação do município, que se deve estritamente as ações do homem - da sociedade civil não preparada para enfrentar as intempéries climáticas e do poder público que não desenvolve políticas públicas corretas para o semi-árido.

Em 1984, ano considerado neutro e sem seca com anomalias negativas no Atlântico Norte e Tropical e positiva no Atlântico Sul, o açude de Sumé atingiu a sua cota máxima e sangrou. Neste ano a precipitação média anual foi de 668,1 mm, índice acima da média pluviométrica histórica.

Em 1982 e 1983 houve uma redução significativa do volume de água do açude em relação ao ano de 1981, quando o volume acumulado foi de 41,6 milhões de m³; em 1983 no mês de julho o volume era de 16 milhões m³ e em dezembro este valor caiu para cerca de 10 milhões m³.

Em 1984 o volume do açude aumentou vertiginosamente em consequência das altas precipitações ocorridas nesse ano, chegando ao seu calor máximo de um pouco mais de 44 milhões de m³ e a sangrar em meados do primeiro semestre. Com a diminuição das precipitações e uso na irrigação o volume mínimo acumulado em dezembro desse mesmo ano foi de 32.066.220 m³ de água.

Com o início do período chuvoso de 1985, quando a precipitação média em janeiro foi de 54,9 mm, somada ao volume mínimo acumulado do ano anterior, fez com que o açude de Sumé voltasse a sangrar a partir de janeiro e ao longo de todo o ano de 1985, em consequência das altas precipitações, referentes aos meses de fevereiro, março e abril cujos índices de precipitações respectivas foram, 331,1; 225,0 e 375,2 mm, chegando a transbordar e atingir vários metros acima do nível máximo referente à cota altimétrica de 500m, o que

provocou a inundação de uma grande parte da área urbana do município, que fica a 533 metros de altitude e a uma distância de 2 km do sangradouro. A precipitação pluviométrica total no ano de 1985 foi de 1.215,1mm.

Em 1986 (ano de El Niño fraco) o açude continuou sangrando durante o primeiro semestre e pela ultima vez a partir daquela data.

No ano seguinte, (ano de El Niño moderado) com precipitação total de 507,5 mm, o volume total no mês de julho foi em torno de 31 milhões de m³ e finalizando o ano em dezembro com um volume mínimo acumulado de 18 milhões de m³.

Após 1987 os volumes médios acumulados diminuíram constantemente até que em dezembro de 1994 ele secou completamente.

No período 1997/1998 ocorreu o mega evento El Niño. O índice pluviométrico de 1997 foi de 423,3 mm e o de 1998 foi de 137,2 mm. Embora as chuvas de 1997 tenham sido acima da média do período 1970/2000, igual a 359,6 mm, não foram suficientes para contribuir com o volume do açude, pois o açude particular de São Paulo, construído em 1987 com capacidade de armazenamento de 21 milhões de metros cúbicos de água juntamente com 70 outros de menor porte, todos a montante, barraram as águas que deveriam encher o açude de Sumé. Este quadro também é observado para o período 1999/2000 quando a soma total das precipitações para estes dois anos foi igual a 1.199,1 mm, bem superior à soma total das precipitações de 1982/1983 (581,1mm) – anos de mega evento El Niño -, comprovando que os volumes precipitados a montante estão sendo impedidos de chegar até ao açude de Sumé.

O colapso do açude e conseqüente falência do *Perímetro Irrigado* do município de Sumé não foram exclusivamente por causa das questões climáticas, mas principalmente pela falta de planejamentos, de políticas públicas, e pela conivência dos poderes públicos que permitiram a construção indiscriminada de açudes de pequeno, médio e grande porte à sua montante, como o açude privado de São Paulo. Esta é uma evidência clara da falta de planejamento e de políticas públicas para o setor dos recursos hídricos e um exemplo clássico da construção social dos riscos, que culminou com o colapso total do açude de Sumé e em conseqüência com a falência do *Perímetro Irrigado de Sumé* fato este que pode ser considerado como um grande desastre econômico e social. O *Perímetro Irrigado de Sumé* encontra-se quase totalmente paralisado, em virtude da construção excessiva de açudes a montante do manancial do perímetro, o Açude de Sumé.

A partir de 1989, quando o volume acumulado no açude atingiu menos de 25% de sua capacidade, o fornecimento de água para o *Perímetro Irrigado* através da rede de distribuição por canais foi suspenso, situação que ainda persiste.

Com a suspensão do fornecimento de água a partir do açude, alguns irrigantes do *perímetro* escavaram poços tipo amazonas no leito seco do rio Sucuru, utilizando-os para irrigação de pequenas áreas através de sistemas de aspersão convencional com conjuntos motobombas a diesel; posteriormente, a implantação da rede de eletrificação pelo DNOCS possibilitou a utilização de motores elétricos para irrigação.

Após 17 anos sem uso e sem as manutenções necessárias, a rede de canais se encontra bastante danificada, tornando-se necessário elevado investimento para a sua recuperação; além disto, a distribuição de água através de canais apresenta eficiência de condução reduzida, implicando em perdas elevadas de água.

2.3.2. Propostas e Ações para o Perímetro Irrigado de Sumé

Existe uma proposta do Governo do Estado da Paraíba para implantação de uma nova rede de distribuição, através de tubulação adutora, aproveitando a carga hidráulica do açude para a distribuição de água por gravidade, a todos os lotes do Perímetro, dotando-os de um ponto de tomada de água, compondo assim infra-estrutura de irrigação de uso comum do Perímetro.

A irrigação a ser utilizada no Perímetro deverá ser apenas pressurizada e de elevada eficiência de aplicação, notadamente irrigação localizada (microaspersão ou gotejamento).

A partir da tomada de água, cada lote deverá ser dotado de estrutura, reservação e bombeamento de pressurização individualizada, possibilitando o atendimento do sistema de irrigação localizada, por microaspersão ou gotejamento; essas estruturas, tal como o equipamento de irrigação, serão de responsabilidade de cada um dos irrigantes, compondo a infra-estrutura de irrigação parcelar do lote.

Observa-se que todos os lotes do *Perímetro Irrigado de Sumé* já dispõem de energia elétrica, possibilitando o atendimento das estações de bombeamento de pressurização; salienta-se que a maioria dos irrigantes não possui condições de bancar tal empreendimento por questões financeiras.

Em 2005 foi implementado, no *Perímetro Irrigado de Sumé*, através do Governo do Estado, o Programa de Irrigação Eficiente – “*Tarifa Verde*”, que consiste no fornecimento, a custo zero, de um hectare de sistema de irrigação por gotejamento para cada produtor junto

com a instalação de medidor especial, possibilitando a concessão de um desconto de 73% na tarifa de energia elétrica consumida durante 8,5 horas diárias; contudo e devido à necessidade de disponibilidade hídrica para irrigação, foram contemplados apenas 15 irrigantes do Perímetro que dispõem de poços.

Em virtude deste benefício, a Associação dos Irrigantes do *Perímetro Irrigado de Sumé* requereu, junto ao Governo do Estado, providências urgentes para colocar alguns lotes em funcionamento, de início os que possuísem água e energia elétrica para usarem a irrigação por gotejamento.

O Governo do Estado da Paraíba, através do Projeto Cooperar, convênio de número 0556/04, fez uma doação, para um hectare a custo zero, de equipamentos para irrigação localizada (gotejamento), inicialmente a 15 irrigantes do *Perímetro Irrigado de Sumé*, para cultivarem fruteiras e hortaliças, de acordo com as condições de cada lote; os primeiros escolhidos foram selecionados porque havia energia elétrica e poços (artesianos ou amazonas) funcionando nos lotes.

Os irrigantes receberam seus equipamentos devidamente montados e instalados ficando, sob a responsabilidade de cada produtor, implantar as suas culturas de acordo com o que foi estabelecido no projeto original, mas o que se observou posteriormente foi uma verdadeira mudança de tudo aquilo que foi estudado e planejado para cada irrigante, visto que uns não conseguiram implantar as suas culturas (endividados, falta de crédito), outros venderam seus equipamentos. Também introduziram culturas nos seus lotes que não estavam programadas, além de substituírem algumas mangueiras por fitas gotejantes espaçadas a cada 0,20cm ocorrendo também, em alguns casos, a substituição da eletrobomba de 3cv para 5cv, ou seja, o projeto sofreu adaptações, descaracterizando totalmente aquilo que fora dimensionado no projeto original.

O Projeto de Irrigação, denominado Perímetro Irrigado de Sumé (PIS) advém de uma decisão tomada pelo governo brasileiro de dar prioridade ao desenvolvimento do Nordeste, através da agricultura irrigada, com o objetivo de elevar os níveis de renda, o padrão de vida e de diminuir o êxodo de agricultores familiares do campo para áreas urbanas.

Os principais objetivos referentes à criação do PIS, foram:

- (a) Elevar o nível de vida dos agricultores da bacia

- (b) Aproveitar racionalmente os seus recursos hidro-agrícolas, objetivando a ampliação de sua capacidade de produção
- (c) Incrementar a produtividade dos recursos públicos já alocados na área
- (d) Aumentar a oferta de produtos agrícolas, tanto de consumo geral como daqueles específicos das populações de níveis de renda mais elevados e que, eficientemente comercializados conduzirão, em longo prazo, a um preço menor de venda para o consumidor final
- (e) Utilizar a presente experiência depois de corrigidas as suas possíveis distorções, como modelo para a reestruturação e valorização agrícola de novas áreas, visando ao desenvolvimento e à integração das mesmas no processo de desenvolvimento do Nordeste, como um todo.

2.4. Agricultura Familiar

A agricultura familiar não significa pobreza; é uma forma de produção em que o núcleo de decisões, gerência, trabalho e capital, é controlado pela família; é, também, o sistema predominante no mundo inteiro. A "produção agrícola familiar" designa o conjunto dos produtores ativos na agropecuária, cuja mão-de-obra é essencialmente familiar (a mão-de-obra assalariada tendo apenas um caráter eventual e complementar).

De acordo com o IBGE (1996), os agricultores familiares representam 85,2% do total de estabelecimentos rurais no Brasil, ocupando 30,5% da área total e são responsáveis por 37,5% do valor bruto da produção agropecuária nacional, embora recebendo apenas 25,3% do financiamento destinado à agricultura; são carentes de assistência técnica e de capacitação. A região Nordeste apresenta o maior número de agricultores familiares.

Em alguns produtos básicos da dieta do brasileiro - como o feijão, arroz, milho, hortaliças, mandioca e pequenos animais, a agricultura familiar chega a responder por 60% da produção, em geral, é agricultor com baixo nível de escolaridade que diversifica os produtos cultivados para diluir custos, aumentar a renda e aproveitar as oportunidades de oferta ambiental e disponibilidade de mão-de-obra (IBGE 1996).

No Brasil, 39,8% dos estabelecimentos familiares têm menos de 5 ha, 30% estão entre 5 a 20 ha e 17% se situam na faixa de 20 e 50 ha. Os agricultores familiares com área maior que 100 ha e menor que a área máxima regional, representam apenas 5,9% dos estabelecimentos que ocupam 44,7% de toda a área da agricultura familiar brasileira (IBGE

1996). A área média dos estabelecimentos familiares é de 26 ha, enquanto o tamanho médio varia de região para região. Os estabelecimentos da região Nordeste têm a menor área média (17 ha) e os da região Centro-Oeste, a maior (84 ha). Entre os agricultores familiares, um número significativo é proprietário de um lote menor que 5 ha, tamanho que, na maior parte do País, dificulta, senão inviabiliza, a exploração sustentável dos estabelecimentos agropecuários (IBGE 1996).

Na Paraíba, os estabelecimentos familiares representam aproximadamente 125.000 unidades, contando com uns 396.000 trabalhadores familiares (Sousa et al, 1999).

A agricultura familiar tem grande capacidade de gerar empregos e distribuir renda; enquanto a agricultura empresarial emprega uma pessoa a cada 60 hectares, ela necessita de apenas nove hectares para gerar o mesmo emprego; além disso, atende a nichos de mercado específicos, cria oportunidades de geração de divisas e contribui para a diversificação do uso do espaço rural, incluindo atividades que preservam o meio ambiente.

Em praticamente todos os sistemas e regiões, os agricultores enfrentam problemas associados à disponibilidade de capital de giro e recursos para investimentos. A ausência desses recursos, seja pela insuficiência da oferta de crédito, ou por causa das condições contratuais inadequadas, impõe sérias restrições ao funcionamento da agricultura familiar mais moderna e, principalmente, a sua capacidade de se manter competitiva em um mercado cada vez mais agressivo e exigente.

Nos últimos anos, as medidas de política passaram a reconhecer a importância da agricultura familiar, principalmente por programas de crédito, como o Pronaf, mas é oportuno reconhecer que o crédito ajuda porém não é tudo. Sem tecnologia, o agricultor familiar não consegue manter-se competitivo e não conseguirá sobreviver. No Brasil, os agricultores familiares, mesmo os que podem ser economicamente viáveis, enfrentam a restrição do tamanho da propriedade; neste sentido, tecnologias apropriadas para os agricultores familiares são aquelas que permitem a intensificação da geração de valor agregado a pequenas áreas, a redução da restrição colocada pela disponibilidade de mão-de-obra familiar e a exploração das vantagens organizacionais associadas à base familiar, o que dá sentido à idéia de tecnologia para agricultura familiar; em grande medida, essa tecnologia já existe, não requer maior esforço de pesquisa, e precisa apenas ser adaptada e disponibilizada (Toscano 2003).

Ao lado do esforço de adaptação é preciso reconhecer que a agricultura familiar não pode ficar fora dos avanços que vêm sendo desenvolvidos pelas redes de pesquisa, incluindo a biotecnologia (transgênicos), a informática e os novos processos de gestão e monitoramento da produção como, por exemplo, o controle do florescimento e maturação de frutos,

microirrigação etc. Deve-se incluir, também, pesquisas e medidas de política que reduzam os custos da agricultura orgânica e incentivem a indústria rural; não se trata, portanto, de defender a existência de um processo espontâneo e, menos ainda, baseado unicamente em conhecimentos seculares de agricultores sábios, transmitindo conhecimento de pai para filho, em comunidades rurais isoladas.

Para o WORLD BANK (1999), o grande contingente de pobres e a produtividade baixa da agricultura (que continua a gerar 46% de todo o emprego), estão na raiz do problema geral da pobreza no Nordeste. Com a finalidade de habilitar as populações menos favorecidas a se beneficiarem das oportunidades econômicas resultantes do crescimento e ampliar os efeitos do crescimento para reduzir a pobreza, é essencial efetuar investimentos em capital humano e nos ativos físicos de tal população.

Segundo Vieira (2000, p.168) a questão da água foi identificada por várias administrações federais e estaduais, como o âmago do problema, ao se constatarem os apavorantes dramas causados pelo flagelo das estiagens prolongadas, razão por que os governos se empenharam sobretudo nas áreas de recursos hídricos subterrâneos, escassos em quantidade e qualidade.

Reduziu-se a problemática da seca à falta de água propondo-se, na primeira década do século XX, uma política de água que tomou forma e se incorporou às decisões do governo [...] com o surgimento das primeiras providências no sentido de dotar o Semi-árido de uma estrutura hidráulica capaz de combater os efeitos da seca. Criadas no então governo do Presidente Nilo Peçanha, [...], as Comissões de Açudes e Irrigação, de Estudos e Obras Contra os Efeitos das Secas e, finalmente a Comissão de Perfuração de Poços, esses órgãos fizeram apenas alguns estudos de açudes. Em 1909 foi criada a Inspetoria de Obras Contra as Secas (IOCS), que passou a se chamar Inspetoria Federal (IFOCS) a partir de 1919 [...]. A Lei nº 3.965/19 regulamentou a construção de grandes barragens e canais de irrigação, [...] autorizando o Governo Federal a contrair empréstimos no exterior mas até certo limite. O IFOCS contratou empresas estadunidenses e inglesas que, além de trazerem know-how, capacitaram os quadros técnicos daquele órgão.

Em 1921/1922, os dispêndios do Governo eram quase todos vinculados a essas obras, quando atingiram 15% da receita total do País. A Constituição de 1934 finalmente determinou, em seu artigo 5º, que competia à União o combate aos efeitos da seca nos Estados, destinando para tal fim 4% da receita da União [...]. Por fim, em 1945 foi criado o Departamento Nacional de Obras Contra as Secas (DNOCS) (Ibidem, p.169).

Sendo de 1909 e atuando até por volta de 1959, foi, praticamente, a única agência governamental federal executora de obras de engenharia na região Nordeste; fez tudo: construiu açudes, estradas, pontes, portos, ferrovias, hospitais e campos de pouso, implantou redes de energia elétrica e telegráfica, usinas hidrelétricas e foi até a criação da Superintendência para o Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE), o único responsável pelo socorro às populações flageladas pelas cíclicas secas que assolam a região (Disponível em: <http://www.dnocs.gov.br>).

Com relação aos aspectos legais dos recursos hídricos, constata-se um posicionamento refratário de governantes e legisladores [...], em que quase nada se evolui no Código das Águas de 1934, [...] mesmo o Polígono das Secas cujas águas são consideradas públicas, em função da sua escassez (Vieira, 2000, p.171).

A ascensão de Juscelino Kubitschek à Presidência da República trouxe, com ela, um rol de metas a serem concretizadas e para serem atingidas em seu período presidencial destacando-se, entre várias, [...] as obras de açudagem no semi-árido nordestino, que foram retomadas, em número e porte expressivos, em ritmo acelerado [...]. Após sucessivas mudanças no ritmo da execução das obras e a retirada dos incentivos à construção de açudes particulares, [...] foi concluído pelo DNOCS o Açude Público de Sumé, no ano de 1961. (Disponível em: <http://www.dnocs.gov.br>).

A criação do Grupo Executivo de Irrigação e Desenvolvimento Agrícola (GEIDA) em 1968, subordinado diretamente ao Ministério do Interior (MINTER – atual Integração Nacional), mudando a Lei da Irrigação proposta por Celso Furtado e aprovada pelos militares em 1964, construiu o Programa Plurianual de Irrigação (PPI), em 1971, um plano importante para a decisão política de instituir com metas propostas até 1980. Em suas diretrizes propostas nos quatro planos diretores elaborados, a SUDENE reconhecia a importância da irrigação como forma de estabilizar as condições de vida de parcela significativa das populações rurais. A partir da idéia central do GEIDA, de incentivar a irrigação, o MINTER e a SUDENE designaram ao DNOCS desapropriar as terras das bacias de irrigação, onde seriam implantados os "**perímetros irrigados**", e dividi-las em pequenos lotes, nos quais seriam assentados os "colonos", em parte recrutados entre os antigos "moradores" dos estabelecimentos rurais particulares desapropriados (Vieira, 2000, p.169).

Por ocasião da grande estiagem de 1970, a ação do Governo Federal em criar o Programa de Integração Nacional (PIN), deu ênfase à irrigação pública e lançava mão de 50% dos incentivos fiscais administrados pela SUDENE (Ibid., p.172).

A implantação deste modelo gerou forte antipatia para com o DNOCS, da parte dos proprietários expropriados, e de seus representantes, com assento nas casas legislativas oriunda, sobretudo, dos preços deprimidos com os quais se compuseram os custos das desapropriações e da parte dos "moradores" excluídos do processo de assentamento, que se viram expulsos e desassistidos de apoio para recomposição de suas moradias.

Ao DNOCS restou, também, a atribuição de orientar as tarefas de instituir estratégias coerentes com o objetivo de desenvolver a produção agrícola, no âmbito dos perímetros irrigados, para tanto, coube ao Departamento instalar, em cada pequeno lote, o colono e sua família, encarados como "empresa familiar", prover o conjunto das estruturas habitacionais e de serviços públicos, além de montar uma estrutura administrativa no local e exercer o papel de uma espécie de "holding", as gerências de perímetros, para gerir o empreendimento, uma vez que as cooperativas de irrigantes criadas para congregar os colonos eram extremamente frágeis e apenas cumpriam as determinações dos prepostos do DNOCS.

A prática consagrou a concessão de subsídios aos colonos sob as mais diversas formas, tais como: pagamento de energia elétrica consumida, fornecimento d'água sem cobrança de tarifa, insumos agrícolas os mais diversos, despesas de conservação gerais etc, cuja concessão, em escala crescente e indisciplinada, se revestiu de caráter paternalista.

Embora este modelo seja hoje, objeto de contestação, ele apresenta aspectos positivos que precisam ser corretamente avaliados, devendo-se reconhecer que o knowhow relativo à implantação das obras de irrigação como elemento modernizador da agricultura, foi alcançado, não se podendo negar que esta ação deve ser uma atividade própria do Estado moderno, para induzir a irrigação do ponto de vista agrônomo.

O principal aspecto social negativo a ser enfocado se deve à falta de oportunidade oferecida naquela época aos antigos moradores, para uma participação mais efetiva na distribuição das terras desapropriadas e distribuídas como lotes equipados para irrigação pelo Governo Federal.

Outro componente da política das águas para combater os efeitos das secas, foi a perfuração de poços. Em 1958, o DNOCS já possuía 62 perfuratrizes, empregadas na construção de poços públicos e privados, os últimos sendo executados em sistema de cooperação com o proprietário.

Na década de 60 a SUDENE atuou por meio da subsidiária CONESP e os estados do Nordeste organizaram suas equipes técnicas. Estimativa da SUDENE indica que se acham perfurados, no Nordeste, mais de 50 mil poços. Verifica-se que alguns desses poços perfurados pela SUDENE estão localizados na região de estudo.

Em 1979, a SUDENE apresentou o PLIRHINE (Plano de Aproveitamento Integrado dos Recursos Hídricos do Nordeste do Brasil), que pretendia ser um instrumento para o estabelecimento de uma política de águas para o Nordeste, incorporando-se às experiências positivas dos programas gerados, sempre se levando em consideração os pressupostos de um desenvolvimento sustentável. Neste mesmo ano foi instituído, pela SUDENE/SEPLAN, o Programa de Aproveitamento de Recursos Hídricos (PROHIDRO), com os objetivos:

- Elevar a disponibilidade de água para o abastecimento humano e animal
- dar suporte hídrico à irrigação
- fortalecer a economia das unidades agrícolas de produção.

O PROHIDRO foi bem aceito pelas entidades públicas da região e sua importância foi reconhecida em virtude de gerar condições favoráveis de acesso à água pelas populações da região semi-árida. [...] Foram executadas, no período 1980/1982, 21.743 obras, parte delas públicas [...] e parte privadas, via crédito rural, [...] sendo atendidas 11.378 propriedades com o crédito rural; cerca de 52% contidas na faixa de área até 100 ha [...] (Ibid., p.181).

Os Estados do Nordeste iniciaram suas ações no campo dos recursos hídricos, sempre voltados para o abastecimento humano, concentrando suas atividades nas empresas de saneamento e nas instituições responsáveis pela perfuração de poços e construção de pequenas e médias barragens (Ibid., p.172).

Reconhecendo que as intervenções governamentais voltadas para a solução dos problemas do semi-árido nem sequer assumiram o desejável caráter de prevenção, integração e continuidade, é que a SUDENE, com o apoio do MINTER, idealizou o Programa Especial de Apoio ao Desenvolvimento da Região Semi-Árida do Nordeste (PROJETO SERTANEJO), criado através do Decreto nº 78.299, de 23 de agosto de 1976 (BNB, 1985, p.213-218).

Segundo Macêdo (1985) os objetivos do *PROJETO SERTANEJO*, embora muito geral, ficaram assim definidos:

- Organizar ou reorganizar as unidades produtivas, para normalizar o processo de produção e assegurar o nível de emprego, a fim de reduzir as repercussões sociais da seca;
- dotar as propriedades de resistência aos impactos das secas, mediante associação da agricultura irrigada à agricultura seca, mais adaptada à ecologia da Região;
- dar aos imóveis rurais, pelo menos, um padrão produtivo e capacidade de emprego semelhantes, aos alcançados em lotes de colonos de projetos de irrigação;
- promover a valorização hidro-agrícola das pequenas e médias propriedades, mediante a construção de açudes e poços, para retenção de água;

- disseminar técnicas agronômicas modernas para lavouras xerófilas e
- fomentar a associação dos produtores a cooperativas organizadas para assegurar apoio à suas atividades.

Em análise nos seus segmentos como um todo, poder-se-ia dizer que o Projeto Sertanejo, na sua quase totalidade de ações, não chegou a produzir resultados que pudessem ser considerados satisfatórios frente aos objetivos e metas do próprio Programa nem ao que se busca com o Projeto Nordeste. Originárias das necessidades diretas ou indiretas dos atores políticos ou sociais, as políticas públicas fluem e se relacionam com o meio ambiente e o sistema político prevalecente (BNB, 1985, p.297).

Vieira op cit. afirma que iniciativas do DNOCS e da SUDENE estimularam a participação das administrações estaduais também na irrigação pública, especialmente a partir de meados de 1980, com o advento dos programas de desenvolvimento rural: Sertanejo, PROHIDRO e PAPP; surgiram, aí, as primeiras iniciativas da criação de Secretárias Estaduais de Recursos Hídricos (Bahia, Paraíba e, posteriormente, Ceará).

A partir de 1984, o Governo da Paraíba buscou, através do *Projeto CANAÃ*, promover o desenvolvimento socioeconômico da região semi-árida no Estado, visando alcançar a auto-suficiência na produção de alimentos e a erradicação da pobreza absoluta, por meio da identificação e implantação de novas oportunidades de ocupação produtiva para os pequenos produtores rurais, com ou sem terra, com base em um aproveitamento mais racional dos recursos de água e solo.

Em 1984 foi elaborada uma nova concepção política que propõe a criação do PROJETO NORDESTE, com o objetivo de impulsionar o desenvolvimento da agropecuária não irrigada no Nordeste Árido e aprovada pelo Decreto nº 91.178 de 01/04/1985. Esta nova proposta foi formulada tendo em vista que o desenvolvimento econômico e social da região necessitava de um conjunto de políticas mais objetivas, tanto para o meio rural como para o urbano. Ainda na mesma data foi criado Programa de Apoio ao Pequeno Produtor Rural (PAPP), por intermédio do Decreto nº 91.179, definindo a estratégia de desenvolvimento rural para pequenos produtores rurais (Vieira, 2000, p.182); no início da sua execução, ou seja, em 1985, o programa operou com recursos nacionais; depois, passou a contar com recursos do Banco Mundial (BIRD) por intermédio de contratos firmados com os Estados, para isto o PAPP contou com vários instrumentos de ajuda, como: Ação Fundiária, Recursos Hídricos, Geração e Difusão Controlada de Tecnologia, Assistência Técnica e Extensão Rural, Crédito Rural, Comercialização, Apoio a Pequenas Comunidades Rurais e Capacitação.

O PAPP foi o primeiro programa governamental com a participação efetiva dos pequenos produtores rurais em todas as decisões e nos diversos níveis, procurando apoiar a organização e o fortalecimento de atividades comunitárias conduzidas pelos próprios produtores rurais. A experiência no desenvolvimento dos trabalhos e os resultados alcançados pelo PAPP na região de estudo, se limitaram a ações localizadas e, portanto, de pouca repercussão comunitária, indicando a necessidade de alguns reajustes ou redirecionamento das ações, tornando-se de fundamental importância que se considerem as experiências da SUDENE e dos Estados (Vieira, 2000: p.183).

No final de 1997, o Projeto Nordeste recebeu a denominação de *Projeto COOPERAR*, tendo como mutuário os Governos de Estado, com o objetivo de contribuir para diminuição da pobreza rural no Nordeste, mediante o aumento da renda dos trabalhadores rurais; daí em diante, os projetos financiados pelo BIRD passaram a ter os custos para gerenciamento e monitoramento do projeto, através do Banco do Nordeste do Brasil (BNB). A linha básica deste projeto é o acesso à terra, através do financiamento para aquisição de imóveis por associações de trabalhadores sem terra ou minifúndios que recebem, também, financiamentos não reembolsáveis para investimentos comunitários.

Entre as experiências implantadas pelo projeto, estão barragens (subterrâneas e sucessivas), uso sustentável de água de poços em irrigação, barramentos de pedra, captação de água em cisternas, cisternas de placa, irrigação de salvação, plantio de palma forrageira etc.

Em convênio com o Governo Federal, o Projeto COOPERAR implantou o Projeto LUZ no CAMPO beneficiando, com eletrificação rural, um grande número das propriedades rurais do Estado da Paraíba, através de parcerias firmadas com as diversas associações de produtores rurais.

Segundo Freitas et al (1999) o Governo Brasileiro tem procurado desenvolver políticas para mitigar os efeitos das secas, através de intervenções inspiradas nas recomendações propostas no Capítulo 12 da Agenda 21, que trata do “Manejo de Ecossistemas Frágeis: A Luta Contra a Desertificação e a Seca”. Dentre essas ações são desenvolvidas as atividades de caráter emergencial e permanente, destacando-se:

- Ações para ampliação da rede de informações hidrológicas existentes
- Construção de reservatórios para atender às populações em condições de estado crítico, principalmente em termos de abastecimento e também o uso múltiplo, de modo a promover atividades socioeconômicas com garantia mínima de oferta de água
- Construção de barragens subterrâneas que proporcionem a formação de áreas favoráveis às práticas agrícolas

- Exploração das águas subterrâneas através de poços rasos e pouco profundos
- Promoção da aquíicultura em reservatórios e canais de irrigação
- Integração de informações meteorológicas, hidrológicas, pedológicas e de uso do solo em um Sistema de Informações Geográficas (SIG) para a Região Nordeste, com geração de mapas que descrevem as características da superfície, para monitoramento de mudanças no espaço e no tempo. A implantação de um SIG permitirá um rápido acesso às informações, (...), facilitando os processos de tomada de decisão.
- Outros

A Secretaria Estadual de Recursos Hídricos, com recursos financeiros alocados pelo Governo Estadual, proveniente de parcerias com o Ministério do Meio Ambiente/Secretaria de Recursos Hídricos/Ministério do Planejamento, vem implantando o PROGRAMA ÁGUA BOA, desde 1995, decorrente da necessidade e se ampliar a oferta de água para as populações carentes residentes em comunidades rurais mais distantes.

O Programa se encontra em andamento, tendo sido realizadas, em todas as regiões do Estado, as seguintes ações:

- Implantação de 750 sistemas simplificados de abastecimento;
- perfuração de 2.450 poços tubulares;
- instalação de 91 sistemas de dessalinização de água;
- instalação de 134 sistemas de energia foto-voltaica.

(Disponível em: <<http://www.serhid.m.gov.br/detalhe.asp?IdPublicacao=38> >).

Durante o processo de modernização da agricultura brasileira as políticas públicas para a área rural, em especial a política agrícola, privilegiaram os setores mais capitalizados e a esfera produtiva dos investimentos voltados ao mercado internacional, com o objetivo de fazer frente aos desequilíbrios na balança comercial do País. Para o setor da produção familiar, os resultados dessas políticas foram altamente negativos, uma vez que grande parte desse segmento ficou à margem dos benefícios oferecidos pela política agrícola, sobretudo nos campos do crédito rural, dos preços mínimos e do seguro da produção (MATTEI, 2001) Disponível em: (<http://www.gipaf.cnptia.embrapa.br/item/publ/artigostrabalhos.html>).

Originárias das necessidades diretas ou indiretas dos atores políticos ou sociais, as políticas públicas devem fluir e se relacionarem com o meio ambiente e o sistema político prevalecente, essas políticas devem ser instituídas no intuito de equacionarem e solucionar problemas presentes na agenda governamental. As políticas públicas passam a fazer parte das ações futuras do governo, quando estão apresentam as seguintes características:

- Quando mobiliza pequenos e/ou grandes grupos de atores estrategicamente localizados

- Constitui uma situação de crise, calamidade ou catástrofe, a exemplo do caso das secas no Nordeste

- Caracteriza uma condição de oportunidade para os políticos de grande representatividade.

(Disponível em: <http://www.arquidiocese-sp.org.br/pj/DNP_subsidio_2001.PDF>.

Conforme SUDENE (1994) uma política de desenvolvimento para o Nordeste depende, essencialmente, de uma política nacional de desenvolvimento regional, cujos fundamentos estão na Constituição de 1988, perseguindo sempre o objetivo da realização de um processo de desenvolvimento sustentável, plenamente integrado ao contexto nacional e mundial, com implicações:

- na elevação dos padrões de vida da população, com a melhoria da qualidade de vida e a reorganização social e política da Região

- na disciplina e orientação do comportamento dos atores sociais, particularmente do setor público, envolvidos nos programas e atividades viabilizadoras dos objetivos regionais no sentido de concentrar as ações em espaços sub-regionais

- criar mecanismos de desconcentração de renda e ampliação do mercado interno

- dar preferência a investimento em sistemas de parceria criativa do setor público, privado e sociedade civil, com atenção permanente aos rumos e à dinâmica da globalização econômica; assegurar uma sistemática de defesa ao meio ambiente e o imprescindível incentivo ao desenvolvimento científico e tecnológico.

O ordenamento e a hierarquização pela ordem de importância das questões a serem enfrentadas, relativos à superação dos desafios sociais, políticos e econômicos, envolvem: o atendimento das necessidades humanas básicas, a ampliação das oportunidades de trabalho produtivo, o avanço nas formas e processos de organização social, a ênfase, a transformação do mundo rural, o esforço para consolidação do sistema industrial em implantação no Nordeste e a expansão do turismo.

Na inserção do Nordeste no mercado nacional, que exige urgentes e ousadas modificações nos mecanismos e instrumentos administrativos da União, se destacam:

1. O sistema de planejamento, a regionalização das políticas e dos orçamentos federais, a regionalização das aplicações e instituições financeiras, a diferenciação dos incentivos setoriais, o aprimoramento dos fundos regionais de investimento e financiamento, a instituição de um programa de apoio financeiro a atividades estratégicas, a manutenção da isenção e redução de impostos de renda e investimento, a consolidação do Programa Nordeste

UFCG-BIBLIOTECA

Competitivo, a abertura seletiva do Nordeste aos investimentos diretos externos e a integração de blocos econômicos.

2. Na recomposição e reorganização deste organismo regional de articulação das ações governamentais, no sentido de definir com clareza os níveis espaciais do aparato gerencial e logístico, as atividades e os órgãos setoriais e regionais envolvidos, a natureza, as funções e a composição do organismo regional de articulação das ações governamentais, a inserção implícita desse organismo regional no Sistema Federal de Planejamento, as exigências de flexibilidade e continuidade da ação e dos órgãos regionais e a vinculação da SUDENE como organismo regional, além de medidas mitigadoras de caráter emergencial, a sociedade civil se tem mobilizado e o trabalho de educação da população sobre como sobreviver com o fenômeno da seca, têm sido desenvolvidos pelas ONGs (Organizações Não-Governamentais) que atuam na região. As ONGs têm excelente atuação, embora suas ações sejam de caráter pontual, não beneficiando, desta maneira, grande parte da população atingida pelas secas (Santos & Branco, 2001, In: Batista Filho, 2001).

Segundo Conway (1987) e Altieri (1989), o desempenho de um agroecossistema pode ser analisado tomando-se em consideração as seguintes propriedades: produtividade, estabilidade, sustentabilidade e equidade; as três primeiras são correspondentes às propriedades dos ecossistemas naturais enquanto a equidade (social) não teria nenhuma equivalência com esses sistemas. A produtividade de um agroecossistema é definida, por esses autores, como a produção de um item agrícola qualquer por unidade de recurso, isto é, ela pode ser medida quanto a peso, folhas, litros de leite por superfície (m^2 , área, hectare etc.), podendo-se converter esses valores em equivalente energético (kcal, kJ), monetário ou em valor nutritivo (amido, proteínas, vitaminas etc.) por unidade de superfície empregada na sua produção; suas medidas servem para avaliar o desempenho de um agroecossistema vis-à-vis a outro; entretanto, é preciso fazê-lo sempre em relação à quantidade de insumos que foi empregada na produção. No Nordeste, a relação entre a quantidade de água (m^3) utilizada na produção de uma tonelada de produtos agrícolas, é um dado fundamental, já que este recurso é considerado limitante para o desenvolvimento da agricultura.

Leite (1994) mostra que os esforços para desenvolver o Nordeste, até então não surtiram os resultados esperados, conforme preconizado pelos objetivos dos planos governamentais para a região, mas a busca por taxas elevadas de crescimento de renda, geração das divisas e construção de algumas obras públicas de infra-estrutura, teve seus êxitos; contudo, não se pode esquecer de que os problemas da pobreza, desequilíbrios sociais e atraso econômico, não foram superados.

3. MATERIAL E MÉTODOS

No Perímetro Irrigado de Sumé, PB, as atividades foram praticamente interrompidas a partir dos anos 80, em decorrência da salinização e/ou sodificação de seus solos e do rebaixamento do nível d'água do açude. Atualmente o projeto de irrigação de Sumé se resume a uma área irrigada de 16 hectares, beneficiando 16 famílias rurais, em que cada produtor cultiva uma área equivalente a 1 hectare.

3.1. Caracterização da área da pesquisa

O trabalho foi conduzido em uma subárea do Perímetro Irrigado de Sumé (Figura 3.1) que, do ponto de vista administrativo, pertence à área de atuação da 3ª Diretoria Regional (DR) do Departamento Nacional de Obras Contra as Secas-DNOCS; o mesmo possui área total de 700 hectares, distribuídos em 51 lotes dos quais 47 estão em atividade sendo 42 com criação de animais de pequeno porte e, atualmente, 5 cultivados com hortaliças, sobretudo o tomate e o pimentão. O projeto do Perímetro Irrigado de Sumé foi implantado no ano de 1976 e está localizado no município de Sumé, PB, microrregião do Cariri Ocidental, que faz parte da Mesorregião da Borborema cujas coordenadas são 7° 53' 22" de latitude sul e 37° 07' 12" de longitude a oeste do meridiano de Greenwich.

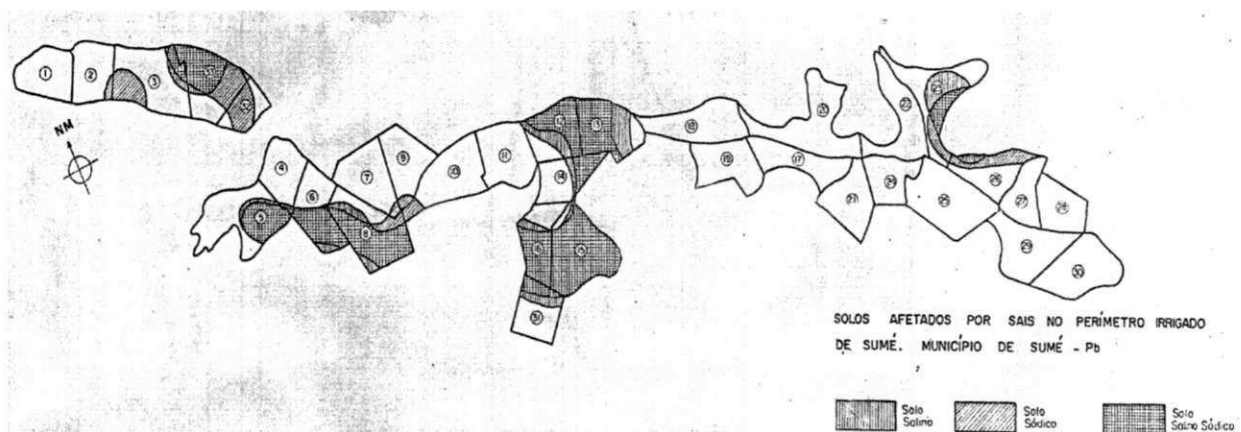


Figura 3.1 Localização da área experimental no Perímetro Irrigado de Sumé, PB.

O clima predominante na região, de acordo com a classificação de Koppen, está situado numa zona onde domina, de maneira quase absoluta, o clima semi-árido, caracterizado pela insuficiência das precipitações, temperaturas elevadas que implicam em forte evaporação e, principalmente, pela alternância de duas situações nitidamente delimitadas: a das chuvas, também chamada pelos caririzeiros “inverno”, e a da seca ou “verão”, que varia de 7 a 8 meses (DNOCS, 1967).

3.2. Solos

No Brasil se utilizou, projetos de irrigação implantados até o momento, o sistema de classificação das terras preconizados pelo BUREC (Estados Unidos, 1984), de modo simplificado sem atentar, por falta de subsídios técnicos e em atendimento às urgências das políticas públicas para a agricultura irrigada, para as ações que redundavam em degradação das terras e/ou baixa taxa de retorno que, em alguns casos, afetaram o pleno sucesso da implementação do projeto.

A classificação natural dos solos foi alcançada através do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 1999) adotado a nível nacional. O Sistema se desenvolve através de seis níveis categóricos: ordem – subordem – grande grupo – subgrupo – família – série. Em função do baixo/médio grau de intensidade exigido para o levantamento pedológico optou-se apenas pela utilização dos três primeiros níveis categóricos, suficientes para a classificação dos solos. Em função do baixo/médio grau de intensidade exigido para o levantamento pedológico, preferiu-se apenas a utilização dos três primeiros níveis categóricos, suficientes para a classificação dos solos.

O sistema de classificação da “capacidade de uso da terra” representa um grupamento qualitativo de tipo de solos sem considerar a localização ou as características econômicas da terra: diversas características e propriedades são sintetizadas visando à obtenção de classes homogêneas de terras, em termos do propósito de definir sua máxima capacidade de uso sem risco de degradação do solo, especialmente no que diz respeito à erosão acelerada.

Este tipo de classificação indica os dados que decidem qual a combinação de uso agrícola e medidas de controle a erosão que permitam o aproveitamento mais intensivo da terra, sem risco de depauperamento do solo.

Categorias do Sistema de Classificação em Capacidade de Uso (LEPSCH, 1983)

Grupos de capacidade de uso: estabelecidos com base nos tipos de intensidade de uso:

- **Grupo A:** terras passíveis de utilização com culturas anuais, perenes, pastagens e/ou reflorestamento e vida silvestre (comporta as classes I, II, III e IV);
- **Grupo B:** terras impróprias para cultivos intensivos mas ainda adaptadas para pastagens e/ou reflorestamento e/ou vida silvestre, porém cultiváveis em caso de algumas culturas especiais protetoras do solo (compreende as classes V, VI e VII);
- **Grupo C:** terras não adequadas para cultivos anuais, perenes, pastagens ou reflorestamento, porém apropriadas para proteção da flora e fauna silvestre, recreação ou armazenamento de água (comporta classe VIII).

Classes de capacidade de uso: baseadas no grau de limitação de uso:

- **Classe I:** terras cultiváveis, aparentemente sem problemas especiais de conservação;
- **Classe II:** terras cultiváveis com problemas simples de conservação;
- **Classe III:** terras cultiváveis com problemas complexos de conservação;
- **Classe IV:** terras cultiváveis apenas ocasionalmente ou em extensão limitada, com sérios problemas de conservação;
- **Classe V:** terras adaptadas, em geral para pastagens e/ou reflorestamento, sem necessidade de práticas especiais de conservação, cultiváveis apenas em casos muito especiais;
- **Classe VI:** terras adaptadas, em geral para pastagens e/ou reflorestamento, com problemas simples de conservação, cultiváveis apenas em casos especiais de algumas culturas permanentes protetoras do solo;
- **Classe VII:** terras adaptadas, em geral somente para pastagens ou reflorestamento, com problemas complexos de conservação;
- **Classe VIII:** terras impróprias para cultura, pastagem ou reflorestamento, podendo servir apenas como abrigo e proteção da fauna e flora silvestre, como ambiente para recreação ou para fins de armazenamento de água.

Subclasses de capacidade de uso: baseadas na natureza da limitação de uso:

- e: limitações pela erosão presente e/ou risco de erosão;
- s: limitações relativas ao solo;
- a: limitações por excesso de água;
- c: limitações climáticas.

Os principais solos ocorrentes na área de estudo foram adaptados de Silva (1994), segundo as definições e classificações dos solos, para ordens e subordens, contidas no Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 1999). As principais ocorrências são as seguintes:

- PVA_r: ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico – Tb, textura média com cascalho, acentuadamente drenados, rasos a profundos + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico + pedregoso, rochoso, rasos + AFLORAMENTOS DE ROCHAS;
- TCo1 - LUVISSOLO CRÔMICO Órtico típico – textura média, pedregosos, rasos a pouco profundos, bem drenados + NEOSSOLO LITÓLICO EUTRÓFICO – textura arenosa e/ou média, pedregosos, rasos;

- TCo2 – LUVISSOLO CRÔMICO Órtico típico – textura média, pedregosa e rochosa, rasos a pouco profundos, bem drenados + LUVISSOLO CRÔMICO Órtico Vértico – pedregosos, rochosos, rasos, drenagem moderada;
- TCo3 – LUVISSOLO CRÔMICO Órtico típico – textura média/argilosa e média pedregosa + LUVISSOLO CRÔMICO Órtico Vértico – pedregosos, rasos, drenagem moderada + NEOSSOLO LITÓLICO EUTRÓFICO – textura média e/ou argilosa, pedregoso;
- RLe5 – NEOSSOLO LITÓLICO EUTRÓFICO – textura arenosa e/ou média, pedregoso e rochoso, rasos (relevo forte ondulado e montanhoso) + AFLORAMENTOS DE ROCHA;
- RLe6 – NEOSSOLO LITÓLICO EUTRÓFICO – textura arenosa, pedregoso e rochoso, rasos + AFLORAMENTOS DE ROCHA + ARGISSOLO VERMELHO AMARELO Eutrófico – Tb – textura média cascalhenta, acentuadamente drenado;
- RLe7 – NEOSSOLO LITÓLICO EUTRÓFICO – textura arenosa, pedregoso e rochoso + AFLORAMENTO DE ROCHA;
- RRe – NEOSSOLO REGOLÍTICO Eutrófico fragipânico ou sem fragipan, medianamente profundos ou profundos, pedregosos e rochosos + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico, pedregoso e rochoso, textura arenosa e/ou média, rasos + AFLORAMENTOS DE ROCHA.

Em menor proporção se destacam os seguintes solos:

- TCo4 – LUVISSOLO CRÔMICO Órtico vértico + LUVISSOLO CRÔMICO Órtico típico – textura média, pedregosos;
- TCo5 – LUVISSOLO CRÔMICO Órtico vértico + LUVISSOLO CRÔMICO Órtico típico – textura média, pedregoso e rochoso + NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico, pedregoso e rochoso, rasos;
- RVve – NEOSSOLO FLÚVICO Eutrófico – T9, textura indiscriminada + GRUPAMENTO INDISCRIMINADO de: (PLANOSSOLO NATRICO + PLANOSSOLO HÁPLICO. Solódico) – textura arenosa e média/argilosa, pedregosa;
- RLe1 – NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico – textura arenosa, pedregosos, rasos + NEOSSOLO REGOLÍTICO Eutrófico típico, relevo suave ondulado + AFLORAMENTOS DE ROCHA;
- RLe2 – NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico + NEOSSOLO REGOLÍTICO Eutrófico – ambos: pedregosos, (relevo ondulado e suave ondulado) + AFLORAMENTOS DE ROCHAS;
- RLe3 – NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico – pedregoso e rochoso, rasos (relevo suave ondulado e ondulado) + AFLORAMENTO DE ROCHA;
- RLe4 – NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico – textura arenosa e/ou média, rasos (relevo ondulado e forte ondulado) + AFLORAMENTOS DE ROCHA.

Os tipos de solo predominantes na área do Perímetro Irrigados de Sumé são o Aluvial Eutrófico e o Bruno não Cálcico havendo, em alguns pontos, afloramentos rochosos, típicos de solos Litólicos.

Os solos Aluviais Eutróficos ocorrem em áreas de várzeas localizadas nas margens dos cursos de água e, com intensidade maior, no Rio Sucuru, formados por sedimentos aluviais não consolidados, sendo de grande potencialidade agrícola em virtude de apresentarem fertilidade natural alta; são originados de sedimentos recentes em geral de

origem pluvial, e se constituem de camadas alternadas, freqüentemente de classes texturais distintas. Os solos aluviais são muito importantes para manterem a área produzindo na maior parte do ano, por se localizarem em locais baixos, normalmente, são cultivados com gramíneas para alimentação animal e culturas de subsistência embora exista, na área, alguma fruteira.

Os solos Bruno não Cálcicos são também encontrados na área do Perímetro Irrigado de Sumé, sendo moderadamente rasos e característicos de regiões semi-áridas, caracterizando-se por seus arbustos espinhosos, plantas herbáceas e cactos. A maior limitação desses solos para a agricultura reside na pequena espessura do perfil e no excesso de pedras na superfície, não havendo limitações quanto a fertilidade, sendo os solos bastante ricos.

Nas áreas mais acidentadas predominam os solos Litólicos Eutróficos, bastante rasos e pouco utilizados para a exploração agrícola, sendo mais apropriados para a pecuária com caprinos e/ou ovinos; trata-se de solos extremamente secos, com pedregosidade e rochividade ainda maiores que nas áreas de solos Bruno não Cálcicos; outra característica marcante desses solos é a existência de grande quantidade de pedras de porte elevado e de afloramentos rochosos de tamanho considerável; considerara-se ainda, que o fato de erosão são bem marcantes neste tipo de solo, conseqüência da maior declividade do solo e dos desmatamentos ocorridos na área, em razão de que é essencial que essas áreas sejam preservadas de forma permanente, e conservada a sua cobertura vegetal.

3.3. Qualidade da água para irrigação

O município de Sumé, em cujo território está localizada a área de trabalho, se situa na Bacia Hidrográfica do Alto Paraíba, de 763km², e na bacia hidráulica, de 835 ha. A área do Perímetro Irrigado é cortada pelo Rio Sucuru, e em seu leito existem 15 poços amazonas. A salinidade das águas dos 14 poços amazonas varia de 0,24 a 0,84 dSm⁻¹, não havendo restrições quanto ao seu uso para irrigação das culturas a serem exploradas por cada colono; já a água do poço amazonas localizado fora do leito do Rio Sucuru, apresenta alta salinidade (CEa=2,6,dSm⁻¹) ocorrendo restrições do seu uso para culturas pouco tolerantes à salinidade, devendo ser utilizada para irrigação de culturas tolerantes.

3. 4. Desenvolvimento da pesquisa

3.4.1 Situação atual do Perímetro Irrigado de Sumé

A realidade do Perímetro Irrigado de Sumé foi levantada através de visitas ao perímetro, à associação dos irrigantes, ao escritório local do DNOCS e à EMATER.

3.4.2. Avaliação técnica

A avaliação técnica foi feita com as culturas de pimentão e tomate rasteiro, em uma área irrigada de aproximadamente 2 ha, dividida em duas subáreas irrigadas por gotejamento, nos meses de fevereiro a julho de 2005 e de outubro a janeiro de 2005/2006 (Figuras 3.2 e 3.3).

A área escolhida foi o lote 25 em virtude do irrigante plantar sistematicamente, enquanto os demais cultivam essas culturas esporadicamente, na entressafra, esperando melhores preços dos produtos, isto quando não abandonam o plantio. No desenvolvimento do estudo todas as culturas já estavam implantadas, e o trabalho realizado de acordo com a conveniência do produtor. Para o bombeamento da água dos poços destinada aos plantios, se utilizavam bombas elétricas acionadas por energia de redes de eletricidade trifásicas.

Em visita à área na qual estava localizado o sistema de irrigação, levantaram-se os seguintes dados: equipamentos instalados, comprimento e diâmetro das tubulações (nominal e interno), cota do terreno e vazão do emissor e só então se pode determinar: vazão, velocidade da água, perda de carga acumulada e pressão.

Através da análise dos dados de vazão coletados em campo avaliou-se o sistema de gotejamento, em função dos seguintes parâmetros de desempenho uniformidade e eficiência de aplicação de água.

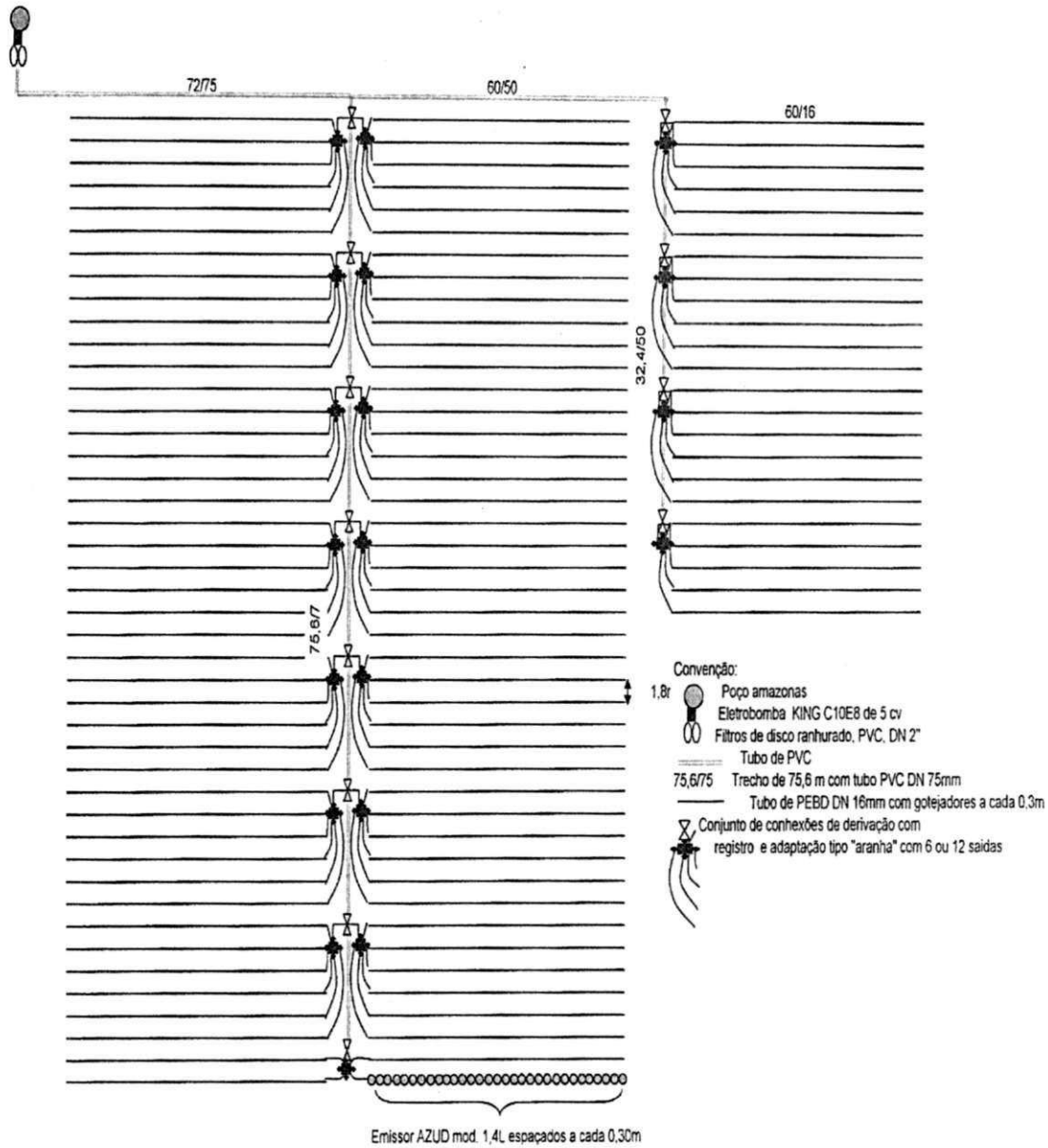


Figura 3.2 Croqui da área irrigada com tomate

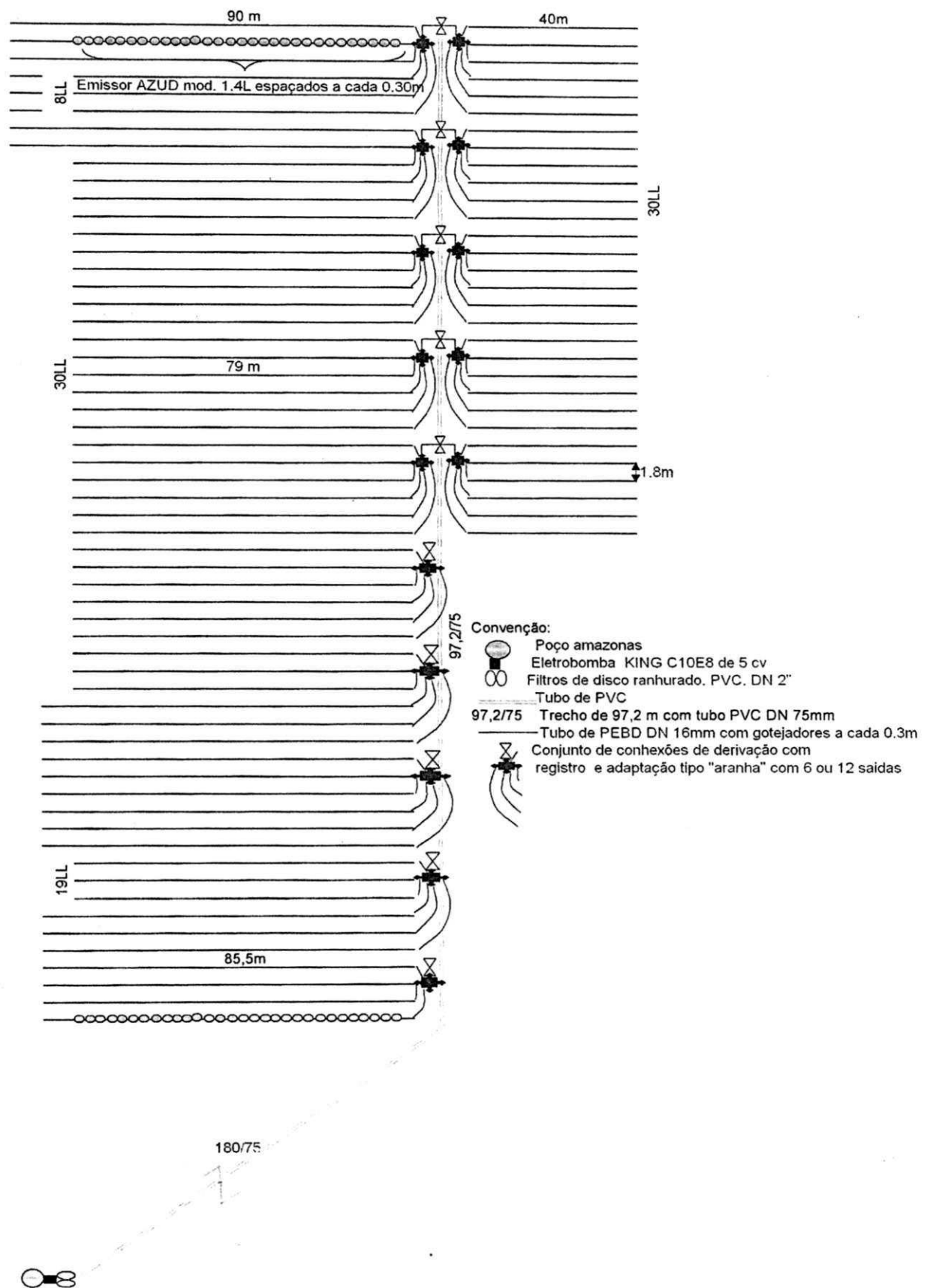


Figura 3.3 Croqui da área irrigada com pimentão

3.4.3. Uniformidade de irrigação

Sabendo-se que uma aplicação uniforme de água está relacionada com a variação de pressão máxima que ocorre nas laterais, em cada subunidade irrigada por emissor, verificou-se a variação de vazão ao longo dessas linhas, através da expressão 1 :

$$\Delta Q = ((Q_{\text{máx}} - Q_{\text{mín}})/Q_{\text{máx}}) * 100 \quad (1)$$

sendo: ΔQ = variação de vazão na lateral, %; $Q_{\text{máx}}$ = valor máximo de vazão na lateral, l/h; $Q_{\text{mín}}$ = valor mínimo de vazão na lateral, l/h.

Obteve-se a uniformidade de irrigação da subunidade irrigada por gotejamento através da medição da vazão feita no início, a um terço, a dois terços e no final de cada linha lateral escolhida e localizada no início, a um terço, a dois terços e no final de cada linha de derivação nas subáreas (Figura 3.4); utilizou-se, para isto, de um cronômetro e uma proveta graduada de 100 ml.

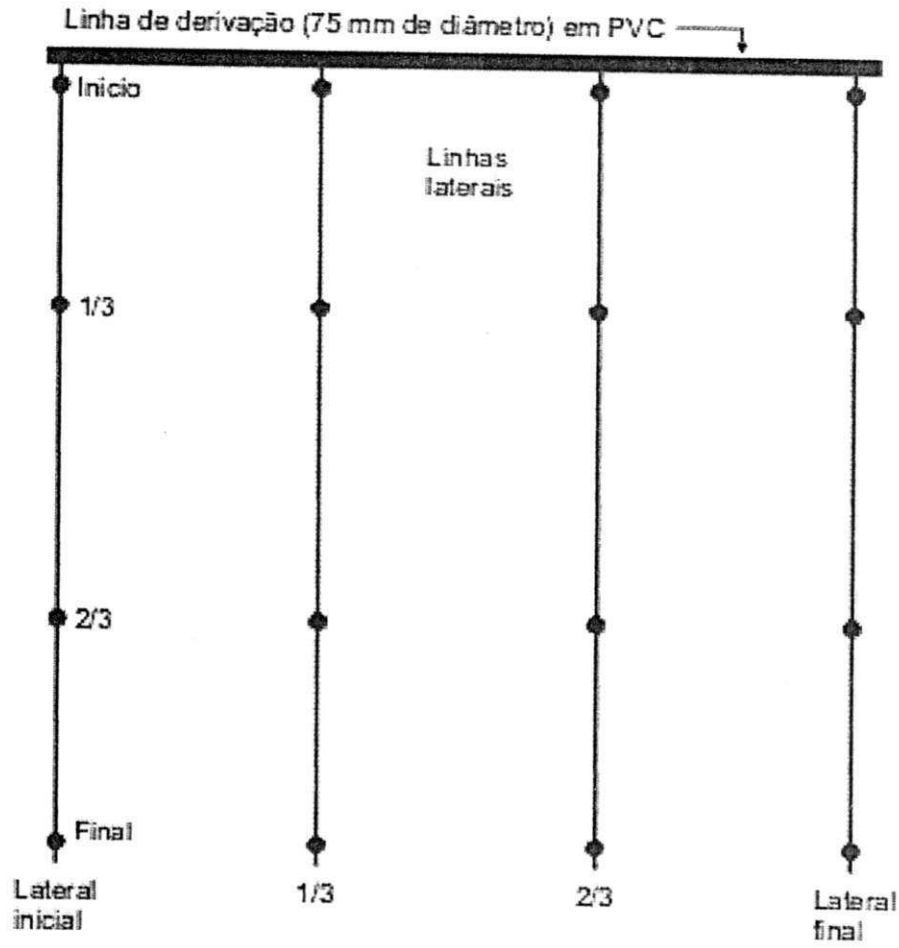


Figura 3.4. Locais de amostragem dentro do setor, para determinação das vazões dos emissores

Para determinação da vazão de cada gotejador selecionado colocou-se sob o mesmo, um coletor, que interceptava toda a água descarregada e, em seguida, colocada em uma proveta graduada de 100 ml (Foto 3.1). Os volumes coletados foram posteriormente convertidos em vazão (l/h), cujo resultado é a média de 4 repetições. O tempo de duração para cada coleta foi de 15 minutos e a medida do tempo era feita por meio de um cronômetro (relógio digital).

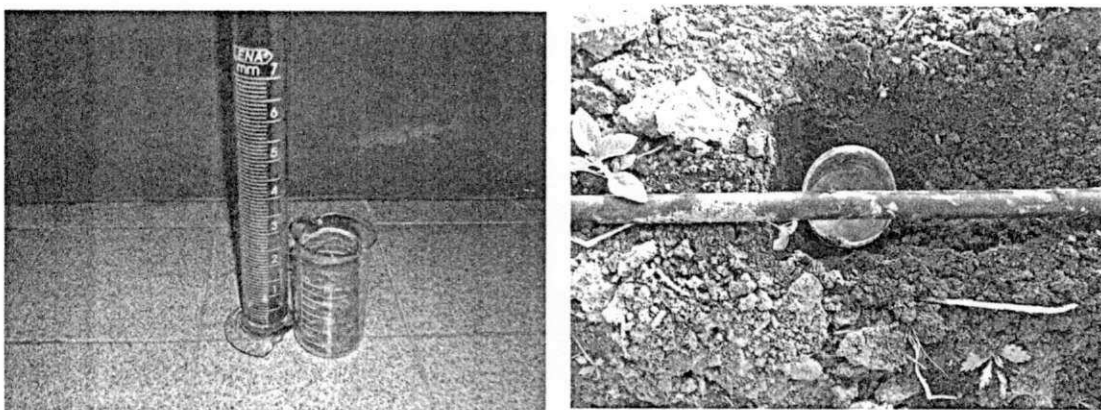


Foto 3.1 Equipamentos usados na determinação da vazão do emissor

Para determinação do Coeficiente de Uniformidade de Christiansen do sistema (CUC) utilizou-se a seguinte equação:

$$CUC = 100 \left(1 - \frac{\sum_i^n |Q_i - Q|}{n Q} \right) \quad (2)$$

em que: Q_i = vazão coletada em cada gotejador (l/h); Q = média das vazões coletadas de todos os gotejadores (l/h) e n = número de gotejadores analisados.

Empregou-se, também, avaliação do sistema de irrigação localizada, coeficiente de uniformidade de distribuição (CUD), conforme Merriam e Keller (1978), baseada na razão entre as vazões mínimas e médias dos emissores, determinada a partir da equação:

$$CUD = \{(Q_{25\%}/Q_{med})\} \cdot 100 \quad (3)$$

em que: $Q_{25\%}$ = média de 25% do total de gotejadores com as menores vazões (l/h);

Q_{med} = média das vazões coletadas nos gotejadores na subárea (l/h).

3.4.4. Eficiência de aplicação

É sempre difícil determinar a eficiência de irrigação na irrigação localizada, mesmo sendo o intervalo de irrigação de vários dias, mas com bom manejo e irrigações complementares para reabastecer toda a água consumida pelas plantas, as perdas por percolação profunda variarão em aproximadamente 10 %; deste modo, a eficiência de aplicação (E_a) sob irrigação completa, segundo Merriam e Keller (1978), pode ser estimada por:

$$E_a = 0.9 \times CUD \quad (4)$$

3.4.5 Avaliação econômica

Fez-se a avaliação econômica com as culturas de pimentão e tomate rasteiro, em uma área irrigada de aproximadamente 2 ha, dividida em duas subáreas irrigadas por gotejamento, nos meses de fevereiro a julho de 2005 e de outubro a janeiro de 2005/2006.

A viabilidade econômica foi definida a partir da receita líquida do produtor, por cada cultura e pela relação benefício/ custo.

3.4.6 Viabilidade Econômica dos Sistemas de Produção

As técnicas de produção constituem instrumentos capazes de fornecer ao processo produtivo, informações para a utilização racional de recursos e insumos, com vistas a tornar a atividade agrícola mais lucrativa.

Ao produtor rural se deve fornecer informações para orientar com maior segurança sua decisão quanto à quantidade adequada de determinado insumo necessário à produção, de forma que resulte maior expectativa de lucro. A produção das culturas depende de vários fatores que podem ser agrupados em climáticos, edáficos, biológicos, sociais e econômicos (Palacios, 1981); entre esses fatores, a quantidade de água e a época de aplicação são imprescindíveis para se obter a máxima produção econômica. O produtor deverá fazer a avaliação dos sistemas a cada mês, buscando sempre buscar o melhor manejo de irrigação.

Em virtude do investimento necessário para implantação e manutenção da cultura do tomate e do pimentão ser considerado alto para os padrões dos agricultores do Cariri, e agravados pela sua condição financeira e pela falta de crédito rural requerem, assim, uma análise de sua viabilidade econômica oferecendo um bom suporte para iniciarem nesta atividade.

Para produzir as culturas de tomate e pimentão, o produtor rural arcava com todas as despesas de implantação, adquirindo os insumos necessários para manutenção com os atravessadores e, no final do ciclo das culturas, pagava os seus custos com a produção pois a vendia aos próprios atravessadores o que era produzido, descontando assim os seus débitos. Posteriormente, foram obtidas informações relativas aos custos de produção das culturas do tomate industrial e pimentão junto ao produtor, em 2005, conforme Tabelas 3.1 e 3.2. O investimento oficial do Governo, previsto para implantação de 1 ha, foi obtido junto ao Banco do Nordeste S.A. O preço de venda do tomate e do pimentão (R\$2,00/cx e 0,50/kg)

respectivamente, corresponde ao preço médio recebido pelos produtores na safra e, corrigido monetariamente, de acordo com o mercado. As informações de produtividade foram também obtidas junto ao DNOCS e validados junto aos produtores, segundo o produtor, as vendas do tomate (caixa de 30 kg) e do pimentão (saco de 20 kg), alcançaram valores diferenciado de acordo com a sua classificação (primeira, segunda e “birita”), 2005, Tabela 3.3

Conforme o produtor, a produtividade média do tomate foi de 30 t/ha e do pimentão de 7 t/ha com a aplicação de uma lâmina média de irrigação, de 402,5 mm. Computando-se os custos dos insumos e serviços utilizados para a condução das culturas (tomate e pimentão) segundo os preços vigentes de mercado em 2005, verificou-se que o custo variável (o capital, preparo de solo, mão-de-obra (h), consumo de água e consumo de energia das culturas citadas acima, teve um valor unitário de **RS5.377,5** e **RS4.459,0** respectivamente, e custo total de **RS9.836,5,00** com uma receita bruta aproximadamente **RS33.000**, e receita líquida de **RS23.163,50** no somatório geral; esses resultados indicam ser economicamente viável o cultivo irrigado de tomate e pimentão no Perímetro Irrigado de Sumé, porém para a produção de hortaliças, a irrigação só se torna viável economicamente se o preço do produto estiver em um patamar satisfatório; desta forma, é salutar que o produtor realize, previamente, uma análise de mercado, definindo a época de plantio e as culturas mais viáveis economicamente.

Comparando-se os resultados dos custos de implantação das culturas pelo Banco do Nordeste S.A agência Sumé, e pelos dados apresentados pelo produtor, existe uma diferença de valores de **RS477,5** e **RS488, 00**, respectivamente, pró produtor.

A aração, gradagem e leiramento, foram realizados através de máquinas mecânicas, economizando-se tempo de serviço e mão-de-obra. Antes do plantio se fez uma adubação em fundação usando-se aproximadamente 10 t/ha de esterco, adquirido no próprio lote.

Para o plantio do tomate e do pimentão, confeccionaram-se sementeiras para o semeio das sementes de variedades SM-16 e All big, e os tratos culturais foram realizados pelo próprio produtor, enquanto o transplântio o produtor utilizava quatro trabalhadores diaristas para este trabalho.

Na manutenção da cultura, o produtor dispunha de dois trabalhadores fixos para capinar. A pulverização das plantas era semanal através de uma série de defensivos, de maneira alternada. A adubação química era feita de acordo com as recomendações das análises de solo, utilizando-se em média 500 kg ou 10 sacos de adubo por hectare, na formulação 20-10-20.

A irrigação, por gotejamento, era realizada através de fitas com emissores espaçados 0,30cm no plantio do pimentão e 0,20cm no plantio do tomate, cuja diferenciação nos

emissores se deveu à aquisição pelo produtor de novas fitas gotejantes. Para irrigar suas áreas, o produtor usava um motor de 5cv trifásico com custo de energia rural chegando a consumir, por exemplo, no mês de julho de 2005, 856 kWh.

No período de colheita trabalhavam aproximadamente 16 pessoas pagando-se a cada “apanhador” a importância de 0,70 centavos por caixa de tomate ou saco de pimentão colhido.

Segundo o produtor, com o tipo de irrigação utilizada ele mantém apenas um trabalhador fixo para as atividades no lote, ocorrendo, segundo o mesmo, uma economia de 30% na despesa final, em virtude das vantagens que este sistema oferece.

Tabela 3.1 Orçamento de um hectare da cultura do tomate, segundo o produtor rural

TOMATE INDUSTRIAL IRRIGADO (ELETROBOMBA)			Valor (R\$)	
Especificação	Quantidade	Unidade	Unitário	Total
1) Preparo de solo	7			350,00
Aração e gradagem	5	H/T	50,00	250,00
Sulcamento/leiramento	2	H/T	50,00	100,00
2) Plantio	44			616,00
Preparo da sementeira	3	H/D	14,00	42,00
Plantio na sementeira	2	H/D	14,00	28,00
Coveamento e transplantio	30	H/D	14,00	420,00
Replantio	5	H/D	14,00	70,00
Adubação fundação campo	4	H/D	14,00	56,00
3) Tratos culturais e fitossanitário	130			1.820,00
Capinas manuais com amontoa	40	H/D	14,00	560,00
Aplicação de defensivos	40	H/D	14,00	560,00
Aplicação de cobertura (duas)	10	H/D	14,00	140,00
Manejo da irrigação	40	H/D	14,00	560,00
4) Colheita	80			1.120,00
Colheita manual	80	H/D	14,00	1.120,00
5) INSUMOS				1.471,50
Rodomil mancozeb	1	Kg	120,00	120,00
Dithane pm	5	Kg	30,00	150,00
Fusilade (herbicida)	1	L	87,00	87,00
Traycer 250	1	ML	190,00	190,00
Cartap br 500	2	Kg	75,00	150,00
Trigard	1	ENV	19,50	19,50
Actara	1	Kg	336,00	336,00
Karate	1	L	65,00	65,00
Vertimec	1	L	300,00	300,00
Fertamim	1	L	54,00	54,00
Energia elétrica	(*)	Kw	0,20	0,00
Esterco	(**)	T	(**)	(**)
Sementes	0,4	Kg	450,00	180,00
Total				5.377,50

Espaçamento 1,80 x 0,30 m / ciclo da cultura: 120 / produtividade: 40t; sistema de irrigação: gotejamento

(*) O custo com energia elétrica deverá ser calculado em função de projeto técnico (**) adquirido no próprio lote

Tabela 3.2. Orçamento de um hectare da cultura do pimentão, segundo o produtor rural

PIMENTÃO IRRIGADO (ELETROBOMBA)			Valor (R\$)	
Especificação	Quantidade	Unidade	Unitário	Total
1) Preparo de solo	7			350,00
Aração e gradagem	5	H/T	50,00	250,00
Sulcamento/leiramento	2	H/T	50,00	100,00
2) Plantio				644,00
Preparo da sementeira	3	H/D	14,00	42,00
Plantio na sementeira	4	H/D	14,00	56,00
Coveamento e transplantio	30	H/D	14,00	420,00
Replantio	5	H/D	14,00	70,00
Adubação fundação campo	4	H/D	14,00	56,00
3) Tratos culturais e fitossanitário	130			1.680,00
Capinas manuais com amontoa	40	H/D	14,00	560,00
Aplicação de defensivos	40	H/D	14,00	560,00
Aplicação de cobertura (duas)	10	H/D	14,00	140,00
Manejo da irrigação	30	H/D	14,00	420,00
4) Colheita	5			700,00
Colheita manual	50	H/D	14,00	700,00
5) Insumos				1.085,00
Decis 25 ce	1	L	83,00	83,00
Fusilade (herbicida)	1	L	87,00	87,00
Tamaron	1	L	27,00	27,00
Confidor	1	ENV	22,00	22,00
Actara	1	Kg	336,00	336,00
Foli super	1	L	24,00	24,00
Fertamim m	8	L	20,00	160,00
Vertimec	1	L	136,00	136,00
Dithane pm	7	Kg	30,00	210,00
Energia elétrica	(*)	Kw	0,20	0,00
Esterco	(**)	T	(**)	(**)
Sementes	0,4	Kg	250,00	100,00
Total				4.459,00

Espaçamento 1,80 x 0,20 m/ ciclo da cultura: 150/produtividade: 20t; sistema de irrigação: gotejamento

Obs.: Adubação química, levando-se em conta as recomendações da análise do solo (*) O custo com energia elétrica deverá ser calculado em função de projeto técnico (**) Adquirido no próprio lote

Tabela 3.3. Preço pago pelo tomate e pelo pimentão, de acordo com a sua classificação

CLASSIFICAÇÃO	TOMATE (R\$)	PIMENTÃO (R\$)
PRIMEIRA	22,00	25,00
SEGUNDA	20,00	17,00
BIRITA	10,00	12,00

Fonte: Produtor rural

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As relações de material doado aos irrigantes do Perímetro Irrigado de Sumé, estão apresentadas na tabela 4.1.

Tabela 4.1. Material para irrigação e acessórios doados aos irrigantes

Item	Quantidade	Especificação do material/Serviço	P. Total (RS)
01	01	Adesivo polytubes	16,00
02	02	Arame liso nº 18	16,00
03	800	Cabo flexível 3x1.0 mm	800,00
04	05	Cap. 50 soldável	12,50
05	01	Chave pdw p/ 3cv com relé falta de fase	200,00
06	80	Conector inicial 16 mm	32,00
07	04	Curva 50 soldável	24,00
08	01	Eletrobomba 3cv trifásico	460,00
09	800	Eletroproduto flexível de 3/4	400,00
10	01	Filtro de tela p/2" com adaptadores	110,00
11	05	Fita veda rosca 18mmx50m	10,00
12	01	"Ligação de pressão p/ 2" com retenção	110,00
13	05	Lixa p/ ferro a 80	7,50
14	01	Programador para 4 estações	315,00
15	01	Sucção 2"x 6m mangote completa	90,00
16	04	Tê de 50 soldável	24,00
17	70	Tubos 2"x 6 de PVC pn 40	770,00
18	3600	Metros de mangueira 16 mm pn 40 c/ proteção ruv	780,00
19	2300	Gotejador regulável	690,00
20	20	União 16 mm	8,00
21	04	Válvula com solenóide 1 ½ com adaptador	1200,00
22	80	Xula p/ 16 mm	32,00
23	100	Metros de fio 10	60,00
24	01	Montagem transporte	70,00
Total			6.237,00

4.1 Projeto inicial proposto pela Secretaria da Agricultura da Paraíba, para os irrigantes

O projeto original proposto para os agricultores familiares do perímetro irrigado de Sumé, se trata de um modelo de irrigação localizada para exploração de cultivos orgânicos que enfatiza o uso racional da água e a economia de energia, além de priorizar a agricultura orgânica cujo lema é a produção de alimentos saudáveis para o consumidor, sem agressão ao meio ambiente.

O referido projeto foi implantado no Perímetro Irrigado de Sumé, PB, no Cariri paraibano, cuja meta é a exploração de 19 hectares de culturas temporárias e permanentes em regime de irrigação, beneficiando 19 produtores rurais. Por se tratar de um projeto viável econômica e ecologicamente equilibrado, o mesmo poderia ser adotado por um grande número de produtores da região, com conseqüente incremento de renda aos agricultores familiares e melhoria nas suas condições de vida.

Com o projeto se objetivou instalar o modelo de sistema de irrigação localizado para a exploração de cultivos orgânicos, permitindo o incremento da produção orgânica no meio rural, em épocas e escassez de chuvas, devendo ter custos de implantação e de condução compatíveis com as reais condições financeiras do pequeno agricultor familiar nordestino.

Especificamente, o projeto se propõe: construir barragem subterrânea para o armazenamento de água no subsolo do leito e das margens do Rio Sucuru; dimensionar sistema de irrigação localizado que permita a utilização do horário de Tarifa Verde de energia para o bombeamento de água para irrigação; conservar o sistema solo-água-planta pelo manejo adequado da irrigação; mostrar as técnicas de produção de compostos orgânicos na propriedade rural e a importância de sua utilização para o aumento da oferta de material orgânico; indicar as técnicas de produção de húmus de minhoca na propriedade, possibilitando a produção de produtos agrícolas de excelente qualidade, em conseqüência de seu alto teor nutricional; apresentar as técnicas de produção de biofertilizantes e a significação de sua utilização na fertilização dos solos e no controle de pragas e doenças; mostrar como é feito o manejo orgânico do solo e da vegetação, enfatizando o uso de diferentes adubos orgânicos para fertilização do solo e como proceder para realizar a adubação orgânica com base na análise de solo; ensinar os produtores rurais como realizar o controle integrado de pragas e doenças a partir de métodos de controle biológico, uso de armadilhas seletivas e uso de defensivos naturais.

O projeto de irrigação ocupa uma área de 16 hectares, beneficiando 16 famílias rurais, devendo cada produtor cultivar uma área equivalente a 1 hectare. Para o bombeamento da água dos poços destinada aos reservatórios, utilizar-se-ão bombas elétricas acionadas por energia de redes de eletricidade trifásicas.

Serão exploradas culturas temporárias e permanentes, distribuídas de forma eqüitativa. As culturas temporárias, serão: a melancia, a beterraba, o milho, o feijão de corda, o algodão, o repolho, o tomate, o pimentão e o sorgo, enquanto as permanentes serão: o mamoeiro, a pinha, o maracujazeiro, a bananeira e o coqueiro; além dessas culturas, será cultivado um ha de capim elefante para alimentação animal, portanto, serão exploradas 9 culturas temporárias, 5 permanentes e 1 semi-permanente, perfazendo o total de 15 culturas.

A comercialização da produção deverá ser feita, preferencialmente, pelos produtores rurais em feiras livres de produtos orgânicos, os quais serão organizadas nos municípios de Serra Branca e Sumé, pelos técnicos da EMATER-PB; outra opção seria a Feira Agropecuária da EMATER-PB, conhecida como FEAGRO, realizada em Campina Grande, três vezes por semana, em lugares distintos, a saber: Parque do Povo, Universidade Federal de Campina Grande (UFCG) e Mercado Público das Malvinas. A produção deverá ter embalagens próprias e marcadas com selo orgânico apresentando, com isto, agregação de valores aos produtos comercializados.

A assistência técnica ao projeto estará a cargo da Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural da Paraíba – EMATER-PB, cujos técnicos receberão treinamento nas áreas de irrigação e de agricultura orgânica, mais notadamente nas técnicas de manejo da irrigação e no manejo orgânico do solo.

Os serviços de crédito rural para o financiamento da produção agropecuária na região, são prestados pela agência do Banco do Nordeste de Sumé-PB, normalmente, os recursos são oriundos do Pronaf e os créditos concedidos de forma individual ou grupal; enfim, o orçamento para implantação do projeto de irrigação em questão se encontra na Tabela 4.2.

Tabela 4.2. Recursos Orçados para o Projeto de Irrigação

IRRIGANTES	Culturas	Áreas (ha)	Valores orçados	
			Cultura	RS Sistema
*José da P José Lourinaldo M. de Oliveira Menezes	Sorgo	0,60	549,94	8790,25
	Feijão	0,30	656,75	
	Côco	0,70	1565,55	
Luiz Quintans de Macêdo	Sorgo	0,60	549,94	8790,25
	Feijão	0,30	656,75	
	Côco	0,70	1565,55	
Lourival Alves de Oliveira	Beterraba	1,00	2339,29	8790,25
	Feijão	0,50	1094,58	
	Côco	0,50	1118,25	
M ^a Francisca de Brito Araújo	Beterraba	1,00	2339,29	8790,25
	Feijão	0,50	1094,58	
	Côco	0,50	1118,25	
José Lourinaldo M. de Oliveira	Tomate	2,00	6699,46	10396,25
	Milho	1,00	1618,60	
**Francisco Tomaz Filho	Tomate	1,00	3349,73	10396,25
	Feijão	1,00	2189,16	
	Pimentão	1,00	4762,18	
Lúcio Duarte de Sousa	Banana	1,00	5164,30	7190,25
Amauri Aragão S. Bezerra	Maracujá	1,00	7743,14	7190,25
Joel G. do Nascimento	Banana	1,00	5164,30	7190,25
	Banana	0,70	3615,01	
Cosmo Vieira Braga	Milho	0,30	485,58	8790,25
	Feijão	0,60	1313,50	
	Banana	0,70	3615,01	
Severino dos Ramos Freitas	Banana	0,70	3615,01	8790,25
	Milho	0,30	485,58	
	Feijão	0,60	1313,50	
Marcos V. Campos da Silva	Banana	0,70	3615,01	8790,25
	Algodão	0,90	1940,73	
Braz Quintans	Maracujá	1,00	7743,14	7190,25
José Joelson Bezerra da Silva	Maracujá	0,50	3871,57	7190,25
	Goiaba	0,50	2416,43	
José Bonifácio Braz de Sousa	Videira	0,50	4584,72	7190,25
	Goiaba	0,50	2416,43	
Aroldo Barros de Sousa	Banana	0,50	2582,15	7190,25
	Maracujá	0,50	3871,57	
Eliseu Batista Gonçalves	Banana	0,50	2582,15	7190,25
	Maracujá	0,50	3871,57	
Luiz Gonzaga Batista	Banana	1,00	5164,30	7190,25
José Edson de Queiroz	Videira	0,50	4584,72	7190,25
	Goiaba	0,50	2416,43	
Subtotal			113.828,65	154.226,75
			Recuperação * R\$ 7752,00 + **R\$ 6712,00 = RS 14.464,00	
			Construção de 5 (cinco) Barragens subterrâneas = RS 50.000,00	
TOTAL			RS 332, 519,40	

OBS: Proposta de orçamento realizada no dia 30 de junho de 2004 (IRRIGATERRA)

4. 2. Viabilidade Técnica

4.2.1. Avaliação hidráulica do sistema avaliado

Para irrigação das culturas de pimentão e tomate, o produtor utilizou uma bomba modelo King C10E8, com potência de 5cv e uma ponta de eixo em latão; base intermediária longa entre a bomba e o motor elétrico e plaquetas de alumínio, carcaça, base e motor em ferro fundido com paredes reforçadas.

De posse dos dados de diâmetro e comprimento da tubulação, levantados na Tabela 4.3 calcularam-se os valores dos parâmetros vazão, velocidade e perda de carga para um projeto real e para valores encontrados em campo (Tabela 4.4).

Observam-se grandes distorções entre o valor projetado para a vazão do emissor e o encontrado em campo. Para a cultura do tomate, o valor projetado para a vazão do emissor 1,14 l/h é 55,3% maior que o encontrado no campo (0,51 l/h), enquanto para a cultura do pimentão esta variação foi de 48,3%, conseqüentemente, a vazão dos sistemas projetados 25,31 e 22,13 m³/h são maiores 55,3 e 48,3 % que a realmente encontrada em campo (11,32 e 11,45 m³/h) nas áreas plantadas com tomate e pimentão, respectivamente.

Como se trata de fitas gotejantes e trabalham com baixas pressões, as velocidades projetadas nas linhas laterais são baixas; mesmo assim, são realmente maiores que as encontradas.

Através de dados observados e colhidos em campo (dados existentes) e as perdas de carga projetadas para se obter um rendimento melhor do sistema (projeto original) apresentam-se as perdas de carga analisadas no sistema de irrigação utilizado pelo produtor nas culturas do tomate e pimentão.

De acordo com dados do fabricante (Em anexo), conclui-se que este modelo de bomba trabalha com uma vazão máxima de 19,0 m³/h e uma pressão mínima de 40 mca enquanto uma vazão mínima de 10m³/h chega a uma pressão de 48 mca caracterizando, assim, uma bomba com maior pressão (aproximadamente 20% a mais que a recomendada) e uma vazão menor, tornando-se mais apropriada para irrigação por aspersão e não por gotejamento. As pressões e vazões dos emissores são fatores que influenciam no desempenho de eficiência dos sistemas de irrigação, haja vista que sua operação incorreta provoca variações que refletirão na lâmina de irrigação útil para a cultura, condição em que a bomba funciona em limite máximo de sua capacidade, segundo sua curva característica (Em anexo) seria necessário, então, disponibilizar 20% a mais sua vazão para propiciar maior garantia no

seu funcionamento. Como a velocidade da água varia conforme a pressão, a vazão também oscila conforme a pressão; quanto menor a velocidade da água menor será a perda de carga, uma vez que, diminuir a velocidade da água, também se estará diminuindo os atritos e, quanto maior for a rugosidade da parede da tubulação, isto é, a altura das asperezas, maior será a turbulência do escoamento e, logo, maior será a perda de carga.

Kincaid & Heerman (1970) concluíram que o diâmetro dos tubos deve ser aumentado para reduzir a perda de carga e os custos do bombeamento, suavizando a distribuição de pressão, ensejando um funcionamento mais favorável dos emissores; se, porém, precisar aumentar o número de mangueiras na área, a bomba o liberará forçado devido a sua potência; conseqüentemente, poderia esquentar ou até queimar, mesmo se colocasse um motor de maior potência, não resolveria esta situação visto que a vazão não seria válida e então, a vazão se tornaria negligente, além de aumentar o gasto de energia porque, quanto maior a potência da bomba, maior também será o consumo de energia, o que não é interessante para o produtor.

Para um dimensionamento melhor do seu sistema de irrigação, recomenda-se ao produtor substituir este modelo de bomba usado na sua irrigação por outra de modelo e características diferentes da original, no entanto, com a mesma potência (5cv) como, por exemplo, a bomba C8EN (Em anexo), visto que, com este modelo de bomba, o produtor trabalharia com uma pressão mínima de 25mca até o seu limite e uma vazão dentro da recomendada, com eficiência aproximada de 80% de sua capacidade de funcionamento, de acordo com a sua curva (Em anexo) só assim o produtor economizaria nos custos de energia elétrica, reduzindo praticamente pela metade, o tempo de irrigação em comparação com a bomba utilizada sem, contudo, diminuir a área irrigada porque ela estaria melhor dimensionada para esta situação, tendo o produtor a possibilidade de estender o número de fitas gotejantes e também a área de trabalho, sem comprometer o sistema.

4.2.2. Característica do sistema

Das visitas realizadas em campo, levantaram-se dados através de observações e medições para as subunidades de tomate e pimentão, cujos valores se encontram na Tabela 4.3. O desnível total do terreno na área do tomate é de 5,0 m, enquanto na área do pimentão apresentou o desnível de 11,0 m. Os diâmetros das tubulações de recalque são iguais nas duas subunidades de irrigação; no entanto, o comprimento das mesmas era diferente.

Tabela 4.3. Dados do sistema de irrigação levantados em nível de campo para as culturas do tomate e pimentão

Trecho		Cota (m)		Desnível (m)	Diâmetro (mm)		L (m)
Função	Material	Ci	Cf	Total	DN	Di	(m)
Tomate							
Lateral	pebd	100,00	100,00	-	16,0	15,70	60,00
Terciária	pvc-p/b	100,00	100,00	-	75,0	72,50	75,60
Principal	pvc-p/b	100,00	100,00	-	75,0	72,50	72,00
Cabeçal	c/filtro	100,00	100,00	-	-	-	-
Aduutora	pvc-ar	98,50	100,00	1,50	75,0	72,50	3,00
Sucção	mangote	95,00	98,50	5,0	3"	73,00	62,00*
Pimentão							
Lateral	pebd	106,00	106,00	-	16,00	15,70	90,00
Terciária	pvc-p/b	106,00	106,00	-	75,00	72,50	97,20
Principal	pvc-p/b	100,00	106,00	6,00	75,00	72,50	180,00
Cabeçal	c/filtro	100,00	100,00	6,00	-	-	-
Aduutora	pvc-ar	98,50	100,00	7,50	75,00	72,50	2,00
Sucção	mangote	95,00	98,50	11,00	3"	73,00	62,00*

(*) 57m perda de carga da válvula de pé + 5 m de comprimento real

Carvalho (2003), com base em critérios econômicos, diz que a velocidade na tubulação de recalque deve ser menor 2,5 m/s e no máximo 3,0 m/s; já para sucção, esses valores são 1,5 e 2,0 m/s, o autor afirma ainda que a velocidade de escoamento nas tubulações de recalque deve estar dentro dos limites, ou seja, de 0,6 a 2,4 m/s sendo a faixa mais utilizada de 1,0 a 2,0 m/s. De acordo com essas recomendações, os valores apresentados na Tabela seguinte, para a velocidade projetada, obedecem aos limites ótimos; já os valores de velocidade encontrados (real) embora baixos também atendem às recomendações.

As perdas de carga que ocorrem em uma tubulação, são diretamente proporcionais à vazão e inversamente proporcionais ao diâmetro dos tubos; se este diâmetro é constante, como mostra na Tabela 4.3, as perdas de carga dependem da vazão. Conforme os valores apresentados na Tabela 4.4, as perdas de carga (HF) projetadas são maiores que aquelas realmente encontradas assim, a perda de carga total na unidade de irrigação do tomate (19,68 m) é 49,2 % maior que a encontrada (10 m) enquanto na unidade de irrigação do Pimentão (22,82 m) é 50,0 % maior que a encontrada (11,40 m).

Segundo o fabricante, as fitas gotejantes usadas no projeto eram recomendadas para se trabalhar com pressão de 7,0 m o que proporcionaria uma vazão de 1,14 l/h. A Tabela 4.4 mostra que a pressão disponível no emissor era muito abaixo da recomendada, tanto na área do tomate como na do pimentão; conseqüentemente, a pressão encontrada em todos os trechos está abaixo da recomendada em projetos, assim, a altura manométrica total, a soma da altura geométrica, as perdas de carga e a altura manométrica total projetada para a área do tomate foram 24,68 m (5,00 m + 19,68 m) 39% maior que a realmente encontrada, 15 m (5,00 m + 10 m); para a área do pimentão, foi de 33,82 m (11,00 m + 22,82 m) 32% maior que a realmente encontrada, 22,40 m (11 m + 11,40 m).

Tabela 4.4. Parâmetros do projeto encontrados no campo para as culturas do tomate e pimentão

Trecho	Vazão		Velocidade		HF		HF		Pressão	
	(m ³ /h)		(m/s)		(m)		Acumulada		(m)	
	Proj.	Real	Proj.	Real	Proj.	Real	Proj.	Real	Proj.	Real
Tomate										
Emissor	1,14*	0,51*	-	-	7,00	2,50	7,00	2,50	7,00	2,50
Lateral	0,230	0,10	0,33	0,15	0,23	0,05	7,23	2,55	7,23	2,55
Terciária	20,06	8,98	1,35	0,60	0,86	0,19	8,10	2,75	8,10	2,75
Principal	25,31	11,32	1,70	0,76	2,98	0,67	11,07	3,42	11,07	3,42
Cabeçal	25,31	11,32	-	-	6,00	6,00	17,07	9,42	17,07	9,42
Aduutora	25,31	11,32	1,70	0,76	0,12	0,03	17,20	9,45	18,70	10,95
Sucção	25,31	11,32	1,68	0,75	2,48	0,56	19,68	10,00	24,68	15,00
Pimentão										
Emissor	1,14*	0,59*	-	-	7,00	2,50	7,00	2,50	7,00	2,50
Lateral	0,34	0,18	0,49	0,25	0,74	0,22	7,74	2,72	7,74	2,72
Terciária	22,13	11,45	1,49	0,77	1,28	0,38	9,02	3,10	9,02	3,10
Principal	22,13	11,45	1,49	0,77	5,80	1,71	14,82	4,81	20,82	11,81
Cabeçal	22,13	11,45	-	-	6,00	6,00	20,82	10,81	26,82	17,81
Aduutora	22,13	11,45	1,49	0,77	0,06	0,02	20,89	10,83	28,39	19,33
Sucção	22,13	11,45	1,47	0,76	1,93	0,57	22,82	11,40	33,82	22,40

*Vazão unitária do emissor em l/h

4.2.3 Vazão dos Sistemas

As vazões dos emissores são fatores que influenciam no desempenho de eficiência dos sistemas de irrigação, pois sua operação incorreta provoca variações que refletirão na lâmina de irrigação útil para a cultura. Na Tabela 4.5 se apresentam os resultados da variação de vazão e, ao longo das linhas laterais, das subunidades irrigadas por gotejamento.

Tabela 4.5 Resultados da variação de vazão (ΔQ) ao longo das laterais, das subunidades irrigadas por gotejamento, para as culturas tomate e pimentão

Posição da linha lateral na linha de derivação	Variação de vazão (% ΔQ)	
	Tomate	Pimentão
Início	16,7	3,8
1/3	16,7	34,3
2/3	16,7	33,3
Final	13,0	16,7
Média	15,8	22,0

Observando-se os resultados apresentados de variação de vazão nas laterais, nas subunidades irrigadas com tomate e pimentão, percebe-se que são elevados, acima do recomendado por Keller e Karmeli (1975), que devem ser para emissores extremos de uma área funcionando simultaneamente 10%, esses resultados podem ser atribuídos ao entupimento de alguns emissores e desuniformidade do orifício dos emissores. Valores elevados também foram encontrados por Camp et al. (1997), trabalhando em sistemas de irrigação por gotejamento com tubos novos em laboratório, constatando variação de vazão de 5,2% e em tubos usados em campo, a variação de vazão atingiu 29,5%. As linhas de gotejadores quando, enterradas, proporcionaram variação de vazão de até 92,6%, devido a problemas de obstrução dos emissores.

A Tabela 4.6 apresenta os valores do coeficiente de uniformidade de distribuição de água, do sistema por gotejamento, para os métodos simplificado de Christiansen (1942) e de Keller e Karmeli (1978) para culturas de tomate e pimentão além de eficiência de aplicação de água.

Tabela 4.6. Valores e classificação do coeficiente de uniformidade de distribuição de água em campo, do sistema de irrigação por gotejamento

MÉTODO	TOMATE	PIMENTÃO	CLASSIFICAÇÃO
CHRISTIENSEN (CUC %)	83	81	BOM
KELLEER E KARMELI (CUD %)	88	77	BOM
EFICIENCIA DE APLICAÇÃO	79	69	Abaixo do aceitável

Os valores da Tabela 4.6, representam a uniformidade de irrigação em cada unidade de irrigação. A uniformidade de irrigação do sistema, de acordo com Smajstrla et al. (1990), citados por Almeida (1997), Bernardo (1996) e ASAE (1996) pode, de maneira geral, ser classificada boa, concluindo-se que o projeto foi hidraulicamente bem dimensionado. Rodrigues (1997) analisou a importância de se escolher acertadamente o coeficiente de uniformidade verificou uma diferença de sensibilidade aos diferentes fatores operacionais considerados. Almeida (1997), trabalhando com sistema de irrigação localizada por microaspersão, encontrou coeficientes de uniformidade elevados variando de 91,2 a 97%. Cruz et al. (1997), avaliando em campo o gotejador Carborundum modelo GFT, por diferentes métodos, notaram que os coeficientes de uniformidade variaram de 84,29% a 90,76%, apresentando desempenho de bom a excelente.

É comum o coeficiente de uniformidade de distribuição (CUD) menor que o coeficiente de uniformidade de Christiansen (CUC); este comportamento é esperado, pelo fato de que o primeiro considera a média das 25% menores lâminas coletadas e o de Christiansen pondera a média da lâmina coletada em todos os coletores fazendo com que uma vazão compense a outra.

Para Reis et al (2002), a avaliação do desempenho de um sistema de irrigação é uma etapa fundamental antes que qualquer estratégia de manejo de irrigação seja implementada. Zocoler (1999) recomenda valores entre 70 a 80% e 82 a 88% para CUD e CUC, respectivamente, para as culturas cujo sistema radicular explora, basicamente, os primeiros 40 cm do solo.

Os resultados de eficiência de aplicação encontrados para as culturas de tomate e pimentão estão abaixo do mínimo aceitável (80,0%) recomendado por Bernardo (1995), podendo este fato ser atribuído às variações de pressão e vazão observadas nas linhas laterais.

4.2.4 Manejo de irrigação pelo produtor

Em virtude do agricultor rural não contar com o apoio da família para exploração da sua área, ele conduz suas plantações com auxílio de um trabalhador rural que desempenha toda a tarefa necessária para implantação e manutenção das culturas exploradas; embora seja um agricultor familiar, não usa mão-de-obra familiar nem trabalha com modelo de agricultura orgânica.

A irrigação feita pelo agricultor rural, era realizada sem conhecimento técnico e, desta forma, aumentava o tempo de irrigação, de acordo com a temperatura ambiente, elevando os custos de energia e o perigo de escassez do recurso água.

A irrigação deve ser projetada de forma que evite estrago de água, fornecendo a água na quantidade necessária ao bom desenvolvimento das plantas.

Quanto ao aspecto água, por enquanto o insumo nada custa ao produtor irrigante mas isto pode mudar. Pela Constituição Brasileira, os recursos hídricos são de propriedade do Estado. A Lei n.º 433 de 8 de janeiro de 1997 diz, no Inciso 1 do Art. 1º, que a água é um bem de domínio público e o Inciso 4 do Art.5º institui a cobrança pelo uso dos recursos hídricos.

Com referência à energia elétrica, as tarifas especiais de uso para irrigação possibilitam aos irrigantes do Perímetro Irrigado de Sumé, a concessão de um desconto de 73% na tarifa de energia elétrica consumida durante 8,5h diária, apesar deste benefício, muitos colonos não utilizam a tarifa verde de energia.

Entre os dados de solo necessários ao manejo da irrigação está a sua capacidade de retenção de água. O irrigante do perímetro coloca água no solo sem saber quanto deve ser armazenado ou do quanto a planta está necessitando.

Outro aspecto importante para se ter um bom manejo da irrigação é o conhecimento, por parte do irrigante, das características e do desempenho do seu equipamento. Se um sistema de irrigação não for bem operado, ocorrerá desperdício ou descontrole durante a irrigação, podendo sobrecarregar o conjunto motobomba, cuja finalidade é manter a vazão e a pressão da água, conforme planejado.

A má performance do equipamento quanto à uniformidade de distribuição de água, a aplicação de lâmina de água diferente da que lhe foi solicitada, é um fato muito comum no Perímetro Irrigado de Sumé, provocado pela falta de conhecimento dos produtores em razão da falta de capacitação e/ou assistência técnica surgindo, muitas vezes, áreas de déficit e de excesso de água, o que é indesejável para o produtor.

No manejo de irrigação do irrigante, foram encontradas nas áreas irrigadas, mangueiras furadas, outras com entupimento nos emissores, provocado principalmente pelo uso constante em diversos plantios, não se realizando nenhum processo de limpeza mas se verificando desuniformidade de vazão nos mais diversos gotejos, ao longo do plantio (Foto 4.1).



Foto 4.1. Linha de gotejador furada, com desperdício de água

Para resolver os impasses de entupimento, o produtor recorre a métodos bastante simples, como furar a mangueira com espinho de mandacaru o que traz problemas de alagamento na área. Observaram-se, também, alguns tubos furados e mesmo amarrados com liga de borracha, apresentando vazamento (Foto 4.2).



Foto 4.2. Linha de gotejador furada, amarrada com borracha

A água é captada do poço; ela se desloca com alta velocidade e alta pressão, funcionando como ventoinha comprometendo, assim o sistema de filtração até os emissores (Foto 4.3) “Mesmo o irrigante realizando limpeza diária nos dois filtros de disco de 2”, os quais têm capacidade de filtrar 10.000l/h.

No processo de filtragem o produtor fez algumas adaptações (redução), o que, de certa forma, comprometeu a filtragem.

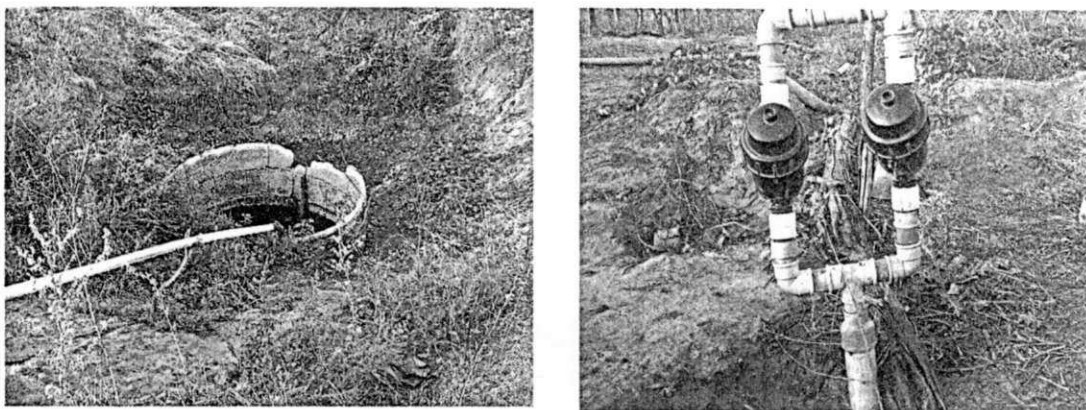


Foto 4.3 Poço de captação de água e sistemas de filtragem

Na instalação do sistema elétrico o transformador deve ser bem dimensionado em relação ao motor da bomba, com alto fator de potência. O transformador instalado na área é de 15 kVA.

Para o produtor familiar, fazer um bom manejo de irrigação é importante porque faz com que uma planta se desenvolva com máxima capacidade e proporcione a máxima produtividade, com menor custo de produção.

O colono do Perímetro Irrigado de Sumé é aquele produtor que, embora teoricamente pudesse ser tecnificado, apresentando uma capacidade produtiva suficiente para a reprodução da família, não permitiu, na realidade, gerar uma acumulação de capital suficiente para provocar mudanças significativas no seu processo produtivo, capaz de reproduzi-lo de forma ampliada. Apresenta uma característica de um produtor de subsistência, traduzido pela baixa produção, produtividade e endividamento, continuando em pleno processo de decadência econômica e social.

5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

CONCLUSÕES

Nas condições em que se realizou este trabalho, conclui-se que:

1. O projeto proposto pelo Governo do Estado para os agricultores familiares do Perímetro Irrigado de Sumé, foi implantado com algumas mudanças em relação ao que foi estudado e planejado para cada irrigante.
2. No lote familiar estudado, devido à falta de pressão necessária ao projeto, os parâmetros hidráulicos avaliados (vazão do emissor, vazão do sistema e altura manométrica do conjunto motobomba), foram inferiores aos planejados.
3. Apesar da elevada variação de vazão nas linhas laterais não houve comprometimento do manejo, sendo considerados bons, os coeficientes de uniformidade dos emissores; no entanto, os valores de eficiência de aplicação da irrigação estão abaixo do mínimo recomendado.
4. Os resultados indicam que a prática da irrigação é realizada com ausência de critérios técnicos, ocasionando perdas ou excesso na aplicação de água necessitando, desta forma, da utilização de técnicas de manejo que visem melhorar a eficiência de aplicação água.
5. Apesar de benefícios proporcionados aos produtores que cultivam hortaliças irrigadas no Perímetro Irrigado de Sumé, como doação de kits de irrigação e tarifas reduzidas de energia elétrica (tarifa verde) eles não dão a devida importância a manejo da irrigação.
6. Apesar dos problemas levantados, ainda é economicamente viável o cultivo irrigado de tomate e pimentão no Perímetro Irrigado de Sumé, desde que o preço do produto esteja em um patamar satisfatório.
8. No estágio de desenvolvimento das culturas se observaram excessos de aplicação de água nas duas subáreas avaliadas. O volume médio aplicado foi maior que o volume total necessário.

RECOMENDAÇÕES

1. Instalação de outra motobomba com a mesma característica da já existente, com o objetivo de aumentar a pressão do sistema.
2. Substituir as fitas gotejantes furadas por outras e padronizar o espaçamento entre os emissores.
3. Uniformizar o tempo de irrigação e não irrigar de acordo com a conveniência do produtor rural.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AYERS, R.S.; WESTCOT, D.W. **A qualidade da água na irrigação**. Campina Grande-PB: UFPB. Tradução de Gheyi, H.R.; Medeiros, J.F.; Damaceno, F.A.V., 1991.218p. (Estudos FAO: Irrigação e Drenagem, 29 Revisados).

ALLEN, R.G.; PEREIRA, L.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop e evapotranspiration: quiedelines for computing crop water requierements**. Rome. FAO, 1998 (FAO: Irrigation an Drainage paper, 56).

ALMEIDA, F.T. **Avaliação dos sistemas de irrigação pressurizados e do manejo da água na cultura da banana no projeto Gorutuba**. 1997. 96f. Dissertação (Mestrado em irrigação e Drenagem). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 1997.

ALTIERE, M.A. **Agroecology; a new research and deveopment paradigm for world agriculture**. Agriculture, ecosystems and environment, Amsterdam, n.27, p.37-46, 1989.

ASAE. American Society of Agricultural Engineers. **Standard engineering practices data: EP458. Field evaluation of microirrigation systems**. St. Joseph: ASAE 1996. p. 972-797.

AZEVEDO, H.M. **Irrigação localizada. Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, n.139, p.40-53, 1986.

BANCO DO NORDESTE DO BRASIL (BNB-ETENE). 1985. **Avaliação do POLONORDESTE e do Projeto Sertanejo**. Fortaleza; 314p. (Projeto Sertanejo, 15)

BASTOS, EDNA. **Manual de Irrigação. Técnicas para instalação de qualquer sistema na lavoura**. Ed.Ícone, 3ª ed. São Paulo-SP. 103p, 1991.

BERNARDO, S. **Manual de Irrigação**. 5ª ed. Viçosa: UFV, 1995.

BERNARDO, S. **Manual de Irrigação**. 6ª ed. Viçosa: UFV, 1997.

BONAM, B.J. **Distribution patterns of microirrigation spinner and spray emitters.** Applied Engineering in Agriculture, St. Joseph, v.5. n.2, p.50-6, 1989.

BRALTS, V.F.; EDWARD, D.M.; WU, I.P. **Drip irrigation design and evaluation based on statistical uniformity concept.** In: HILLEL, D. (ed). Advances in irrigation. Orlando: Academic, 1987, v.4, p. 67-117.

BRALTS, V. F. **Field performance and evaluation.** In: NAKAYAMA, F.S., BUCKS, D.A. (Eds.). **Trickle irrigation for crop production.** Amsterdam: El sevier, 1986. p. 216-240. (Development in agricultural engineering. 9).

BRALTS, V.F.; KESNER, C. **Drip irrigation field uniformity estimation.** Transactions of the ASAE, St. Joseph, v.24. n.5, p.1369-74, 1983

CAM, C.R.; SADLER, E.J. BUSSCHER; W.J. **A comparison of uniformity measures for drip irrigation systems.** Transactions of the ASAE. 1997, vol. 40(4): p. 1013. 1020.

CARVALHO, A.J.A. **Caracterização dos quintais agroflorestais na região de amargosa,** 121f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) – Universidade Federal da Bahia, Cruz das Almas, 2003.

CARVALHO, D.F. **de Otimização do uso da água no perímetro irrigado de Gorutuba.** Viçosa, MG: UFV, 1998, p. 159. Tese de Doutorado.

CHRISTOFIDIS, D. **A água e a crise alimentar.**
<http://www.iica.org.br/Aguatab/Demetrios%20Christofidis/p2TBO1.htm>.1997Fev.2002.

CHRISTIANSEN, J.E. **Irrigation by sprinkling.** Berkely: Universit of California, 1942. 124p. (Bull, 670).

CONWAY, G.R. **The properties of agroecosystems.** Agricultural Systems, v.24, n.2, p. 95-177, 1987.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE OBRAS CONTRA AS SECAS – DNOCS. **Perímetro Irrigado de Sumé**, 2003.

DNOCS. Departamento Nacional de Obras Contra as Secas. 3ª. Diretoria Regional. 1968. **Aproveitamento Hidro-agrícola do açude público de Sumé**. Recife. 214p.

DNOCS/PDRH-PB. **Cadastro de açudes**. Capítulo 2. Sem data.

DRUMOND, M.A.; KIILL, L.H.P.; LIMA, P.C.F. et al. **Avaliação e identificação de ações prioritárias para a conservação, utilização sustentável e repartição de benefícios da biodiversidade do bioma caatinga**. Petrolina: EMBRAPA, 2000. 23p. (Documento para discussão no GT estratégia para uso sustentável)

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos – Brasília: Embrapa, produção de informação**; Rio de Janeiro. EMBRAPA. Solos, 1999.

ESTADOS UNIDOS – Bureau of Reclamation. Division of Planning Technical Services Engineering and Research technical, **Guideline on irrigation suitability land classification principles and procedures applications and adaptations**. Denver, 1984.

FAO. Food and Agricultural Organization of the United Nations, **The State of food and agriculture: 2000, Lessons from the past 50 years**. Roma. 2000, p. 329 (ISB 92-5-104400-7 ISSN0081-4539).

FEITOSA, F.N.N. de & VENTURINE, M.H. **Horticultura e suas aplicações didáticas pedagógicas na pré-escola**, ITU-SP, AIPA, 1994.

FERREIRA, E.J. **Análise técnica e econômica do projeto de irrigação do Jaíba, MG**, Viçosa-UFV, 1993. p.159. Tese Doutorado.

FRANÇA, F. M. C.; PEREIRA, J. A. **Análise agroeconômica e capacidade de pagamento do pequeno irrigante do Nordeste**. Fortaleza: Secretaria Nacional de Irrigação, 1990, 278p. (Estudos Econômicos e Sociais, 50).

FREITAS, M.A.V.; COIMBRA, R.M. CRUZ, H.P. 1999. **Vulnerabilidade climática e recursos hídricos no nordeste**. ANNEL-MMA/SEM-OMM. Brasília, DF

FRIZZONE, J.A. **Irrigação por aspersão. Uniformidade e eficiência**. Piracicaba: ESALQ. 1992. 52p. (Série Didática. 3).

GOMES, H.P. **Engenharia de irrigação. Hidráulica dos sistemas pressurizados aspersão e gotejamento**. João Pessoa, PB, UFPB. Editora Universitária, 1994, 344p.

IBGE. Censo Agropecuário 1995/1996. Rio de Janeiro: IBGE, 2000.

KELLER, J.; BLIESNER, R.D. **Sprinkle and Trickle irrigation**. New York: Van Nortrand Reinhold, 1990, 652p.

KELLER, J.; KARMELLI, D. **Trickle irrigation desing parameters**. Transaction of ASAE. v.17, n.4, p.678-684, 1974.

KELLER, J.; KARMELI, D. **Trickle irrigation desing**. Glendora: Rain Bird Sprinklers Manufacturing Corp., 1975, 133p.

KINCAID, D.C.; HEERMAN, D.F. **Pressure distribution of a center – pivot.sprinkler irrigation system**. Transactions of ASAE, v.13, n.5, p.556-558, 1970.

LEMOS, H. M. Disponível em
<<http://www.estadao.com.br/ciencia/noticias/2003/Mar/14/124htm>>

LEITE, P.S. **Desenvolvimento econômico e combate à pobreza rural no Nordeste do Brasil**. In: LEITE, P.S. et al. **Estratégias e planejamento do desenvolvimento rural regional integrado**. Fortaleza: UFC, 1994, 349p.

LEPSCH, I.F. (coord.); **Manual para levantamento utilitário do meio físico e Classificação de terras no sistema capacidade de uso**. 4 ed. Campinas: SBCE, 1983. 176p.

LIMA, L.A.; ALVES, D.R.B. **Avaliação da uniformidade de distribuição de água de microaspersores** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 23, 1994, Campinas. Resumos... Campinas: SBEA/UNICAMP, 1994. p.16.

LIMA, J.E.W.; FERREIRA, R.S.A.; CHRISTOFIDIS, D. **Uso da irrigação no Brasil. O estado das águas no Brasil.** Agência Nacional de Energia Elétrica. 1999. CD-Rom.

LOPES, F. T. **Agricultura e crise econômica – Brasil, anos 90,** Campina Grande, UFPB, 1995.

MACÊDO, L. de S. **Salinidade em áreas irrigadas.** João Pessoa: Empresa Estadual de Pesquisa Agropecuária, 1988, 11p. (comunicado Técnico, 38).

MACÊDO, G.B de. 1985. **Os Programas Especiais para o Nordeste: O projeto sertanejo e o núcleo de Sumé, PB.** UFPB/CH-Mestrado em Economia. Campina Grande, Paraíba. Agosto. 91p.

MATTEI, LAURA, 2001. **Programa de fortalecimento da Agricultura Familiar (PRONAF): concepção, Abrangência e Limites.** IV Encontro da Sociedade Brasileira de Sistemas de produção. Belém, PA, de 19 a 23/02/2001.

Disponível em: <http://www.gipaf.cnptia.embrapa.br/itens/pub/artigos-trabalhos.html>. Acesso em: 06/06/2006.

MERRIAN, J.L.; KELLER, J. **Form irrigation system evaluation a guide for management.** Logan Agricultural an Irrigation Engineering Department, 1978, 271p.

MINISTÉRIO DO INTERIOR. Interior. DEPARTAMENTO NACIONAL DE OBRAS CONTRA AS SECAS – DNOCS. **Projeto Sumé, PB. Aproveitamento Hidro-Agrícola do Açude Público de Sumé.** EP/1 – Recife. 1967. 214p.

MOURA, C.S. **Vulnerabilidade das terras agrícolas, degradação ambiental e riscos de desastres ENOS no município de Sumé, PB.** Campina Grande, UFPB, 2002. 155p. Dissertação de Mestrado.

PAIVA, M.P. **Considerações sobre a política de açudagem no nordeste do Brasil.** Boletim cearense de Agronomia. Fortaleza. v.17, p.7-17, 1976.

PALACIOS, E.V. **Response functions of crops yield to soil moisture stress.** Water Resources Bulletin. Minneapolis, v.17, n.4, p. 699-703, 1981.

PAZ, V.P.S.; TEODORO, R.E.F.; MENDONÇA, F.C. **Recursos hídricos, agricultura irrigada e meio ambiente.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental. Campina Grande, v.4, n.3, p.465-473, 2000.

PILLSBURY, A.F.; DEGAN, A. 1968. Sprinkler irrigation. Rome Italy: FAO. Xviii, 179p. (FAO agricultural development paper n.88) Sprinkler irrigation/ Irrigation equipment/ Irrigation systems (Location: HQ Call. N.631.7.1. G000 PIL Record No: H94009).

PROINE, **Programa de Irrigação do Nordeste.** Proposta Básica: Síntese (1986-1990), Brasília, 1986.

REIS, E.F.; POSSE, R.P.; BARROS, F.M.; LIMA, J.S.S.; PEZZOPANE, J.E.M. Uniformidade de aplicação de água em sistema de irrigação localizada no Sul do Espírito Santo,ES. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA**, 31, 2002, SALVADOR. Anais... Salvador: UFBA/SBEA, 2002. (CD-Rom).

RHOADES, J.D.; KANDIAH, A.; MASHALI, A.M. **The use saline water for crop production.** Rome: FAO, 1992, 133p. (FAO Irrigation and Drainage Paper, 48).

RODRIGO LÓPEZ, J.; HERNANDEZ ABREU, J.M.; PÉREZ REGALADO, A. et al. **El riego localizado.** Madri. Ministério de Agricultura Pesca y Alimentación, Mundi-Prensa, 1992, 450p.

SANTO, BENEDITO ROSA. III Encontro das águas. **Uso e Conservação dos Recursos Hídricos e Importância da Irrigação.** Santiago-Chile. 2001.

SILVA, JOSÉ GERALDO FERREIRA. **Irrigação Localizada: Dimensionamento e Manejo**. Vitória, ES: Empresa Capixaba de Pesquisa Agropecuária – EMCAPA, 1996, 74p. Documento, 93.

SILVA, J.G.F. **Irrigação Localizada: Dimensionamento e Manejo**. Vitória, Espírito Santo: EMCAPA, 1996, 74p.

SILA NETO, A.F. da. **Avaliação dos recursos hídricos e uso da terra na Bacia do Alto Rio Sucuru, com base em imagens TMLandsat5**. Campina Grande, UFPB, 1983. 155p. Dissertação de Mestrado

SOLOMON, K.H. **Global uniformity of trickle irrigation systems**. Transactions of the ASAE, St. Joseph, v.28, n.4, p. 1151-1158, 1985.

SOLOMON, K. H.; KELLER, J. **Trickle irrigation uniformity and efficiency**. Journal of the Irrigation and Drainage Division, New York, v.104, n.1R3, p.293-306, 1978.

SOUSA, E. L. de: & DUQUE, G. **A Viabilidade das Unidades Familiares de Produção Agrícola no Nordeste Semi-árido: estudo de caso na Paraíba**. UFPB, ago/99 (Projeto Pesquisa PIBIC/UFPB/CNPq – Relatório final).

SMAJSTRLA, A.G.; BOMAN, B. J.; HERMAN, D. Z.; PITTS, D. J.; ZAZUETA, F. S. **Field evaluation of microirrigation water application uniformity**. Gainesville: University of Florida, Cooperative Extension Service, 1998, 8p. (Bulletin 256). <http://hammock.ifas.ufl.edu> (26/02/1999).

SUDENE: Superintendência Adjunta de Desenvolvimento Social e Infra-estrutura. 1983. **Proposições de Política Social para o Nordeste**. Recife: SUDENE, 98p.

...1994. **Nordeste-cidadania e desenvolvimento: esboço de uma política regional**. Recife. 95p. tab.

TOSCANO, LUIS FERNANDO. **Agricultura Familiar e seu Grande Desafio**. Área de Hidráulica e Irrigação. Diário de Votuporanga, Ano 50, n.12769, 09-10-2003, p.02.

VIEIRA, PAULO, F.; WEBER, JACQUES; (organizadores). 2000. **Gestão de recursos naturais renováveis e desenvolvimento: novos desafios para a pesquisa ambiental** [Tradução Anne Sophie de Pontbriand-vieira, Chistilla de Lassus]. 2 ed. São Paulo, Cortez 500p.

VIEIRA, VICENTE de P.P.B. 2000 **À água e o Desenvolvimento Sustentável no Nordeste**. Coord. (et al). Brasília: IPEA. 264p.

www.emater.df.gov.br/sites/2000/229/pdf/ANALISEECONOMICA. Análise econômica e tecnológica da produção orgânica de propriedades de agricultura familiar do Distrito Federal e entorno. Mateus Miranda de Castro, Brasília, DF, janeiro de 2005.

www.unicamp.br/unicamp/unicamp-hoje/ju/junho_2003/ju_217pg_02.html. Agricultura Familiar e Tecnologia no Brasil. Antonio Marcio Buainan; José Maria da Silveira. Jornal da Unicamp. 23 a 29/06/2003.

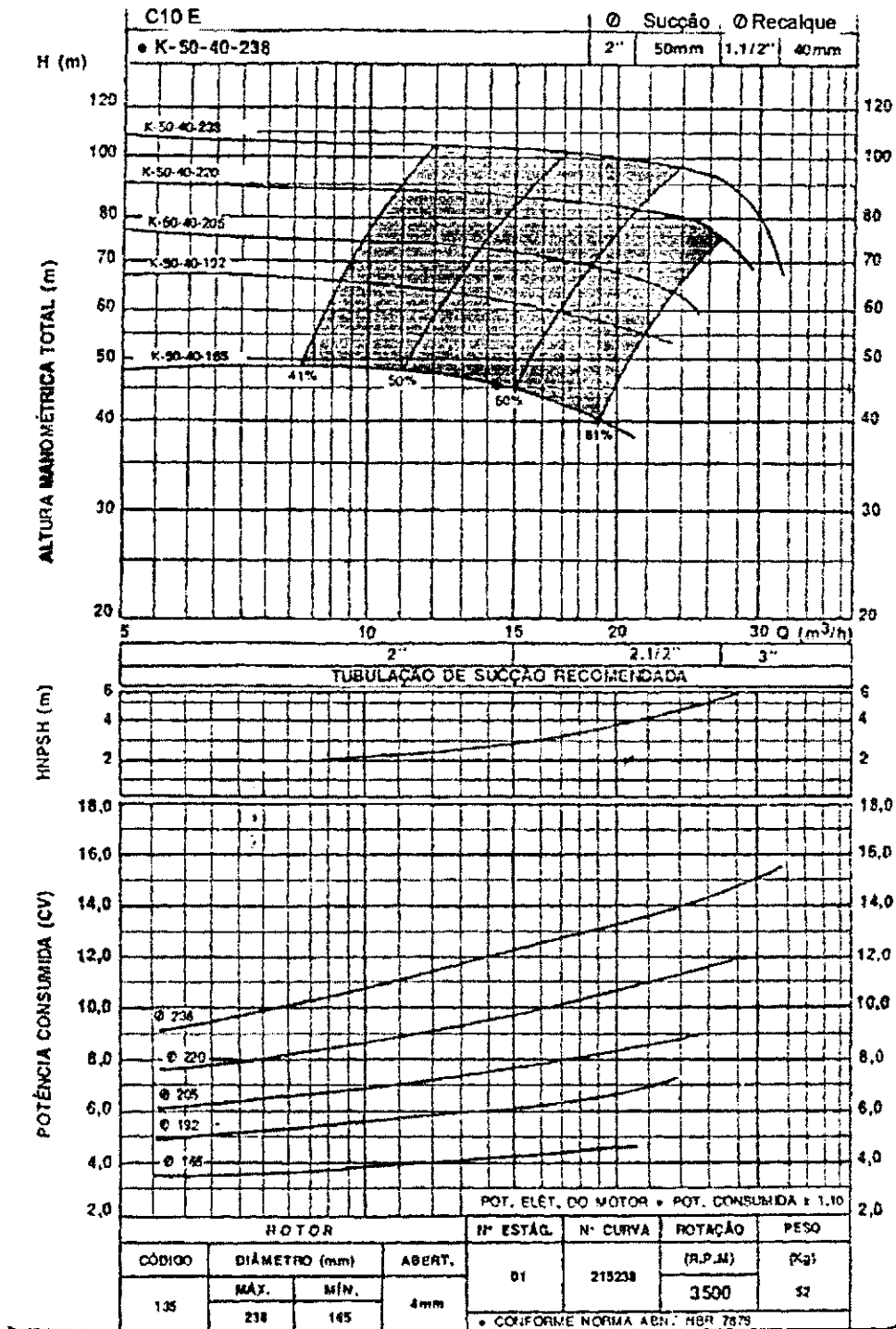
<http://www.dnoes.gov.br>

<http://www.serhhid.m.gov.br/detalhe.asp?Idpublicacao=38>

http://www.arquidiocese_sp.org.br/pj/DNP_subsidio_2001.PDF

ANEXOS

Quadro 2. Curva característica da bomba modelo C10E8



Série C e CE

Quadro 3. Curva característica da bomba modelo C8EN.

