

FOL
4515

DOCUMENTO PREPARADO PARA DR.
ELISEU ROBERTO DE ANDRADE ALVES

ELABORAÇÃO: Equipe Técnica de Irrigação do Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico e Semi-Árido. CPATSA.

EMBRAPA - CPATSA

21899



DOCUMENTO PREPARADO PARA DR.
ELISEU ROBERTO DE ANDRADE ALVES

ELABORAÇÃO: Equipe Técnica de Irrigação do Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semi-Árido.
CPATSA.

C O N T E Ú D O

I - INTRODUÇÃO

II - SISTEMA SOLO-ÁGUA-PLANTA

III - MÉTODOS DE IRRIGAÇÃO

1. Métodos de irrigação superficial
 - 1.1. Irrigação por Inundação
 - 1.2. Irrigação por Sulcos
 - 1.2.a. Irrigação por Sulcos com Declividade
 - 1.2.b. Irrigação por Sulco em Nível
 - 1.2.c. Irrigação por Corrugação
 - 1.2.d. Irrigação por Sulcos em Ziguezague
2. Método de Irrigação por Aspersão
 - 2.1. Sistema Móvel
 - 2.2. Sistema Fixo
3. Método de Irrigação por Gotejo

IV - NOVAS ALTERNATIVAS DE SISTEMAS DE IRRIGAÇÃO

1. Sistema de Aproveitamento do Escoamento Superficial
2. Sistema de Sulcos e Camalhões para a Exploração de Vazantes
3. Sistema de Irrigação que Utiliza Potes de Barro
4. Sistema Simplificado de Irrigação por Gotejamento

V - FONTES E AVALIAÇÃO DA DISPONIBILIDADE DE ÁGUA PARA IRRIGAÇÃO

VI - CLASSIFICAÇÃO DE TERRAS PARA IRRIGAÇÃO

I - INTRODUÇÃO

O termo irrigação refere-se a uma exploração agrícola onde se adiciona artificialmente, total ou parcialmente, uma certa quantidade de água que condicione um bom desenvolvimento dos cultivos.

A adição artificial de água a um cultivo exige conhecimentos fenológicos da planta, climáticos e hidráulicos. Os dois primeiros dizem respeito às determinações das necessidades de água de uma cultura e o terceiro refere-se a cálculos de engenharia capazes de dimensionar sistemas racionais de condução de água, para transportá-la de uma fonte hídrica até a área cultivada.

A água aplicada a um cultivo tem por finalidade, em sua expressão quantitativa, atender a capacidade evaporativa do ar, ou seja, a demanda evaporativa do ar. Isto para conservar as plantas sob baixa temperatura, condição necessária a um normal metabolismo para a síntese e armazenamento da matéria orgânica, realizada através de suas funções fotossintéticas.

De toda a água que se movimenta em uma planta, permanece na mesma apenas cerca de 3%, como parte de água de constituição, enquanto a percentagem restante é destinada ao equilíbrio térmico do vegetal, evitando seu murchamento permanente e conseqüentemente, a queima das folhas e morte das plantas.

A agricultura irrigada envolve estudos agronômicos, hidrológicos e de engenharia. As informações agronômicas relacionam-se com a exploração do complexo solo-água-planta e clima, associado às exigências sociais, aos aspectos econômicos e conservacionista dos recursos naturais. Os estudos integrados destes fatores são imprescindíveis, uma vez que a irrigação induz mudanças de ordem física, química e biológica do solo, em decorrência das alterações provocadas pela constante extração e adição de produtos químicos (herbicidas, inseticidas, fungicidas, fertilizantes, etc.), e inúmeras outras práticas culturais, indispensáveis à obtenção de altas produtividades agrícolas.

Considerando que a necessidade de implantação de um Projeto de Irrigação pode ter sua origem na economicidade da exploração agrícola, em uma necessidade social, estar ligado a estratégias governamentais ou, ainda, representar uma associação desses interesses, a análise de viabilidade de um sistema de irrigação deverá estar de acordo com a meta a ser atingida, e não levar somente em consideração, os efeitos diretos, que muitas vezes não refletem os retornos sociais e econômicos para a sociedade e para o país.

II - SISTEMA SOLO-ÁGUA-PLANTA

Pode-se ter, em laboratório ou em reservatório de água, um sistema difásico, água-planta, onde as plantas desenvolvem-se satisfatoriamente; contudo, na forma usual de exploração agrícola, o solo representa um terceiro componente.

O manejo do complexo solo-água tem por finalidade suprir de forma conveniente a água, os nutrientes e o oxigênio para as plantas. A carência ou excesso de um destes componentes prejudica parcial ou totalmente a produtividade agrícola, pois as plantas como seres vivos, necessitam de água para a sua transpiração e para síntese da matéria orgânica (uso consuntivo de água), de nutrientes para seu crescimento e de oxigênio para sua respiração (vida).

As trocas gasosas da planta com a atmosfera são usualmente processadas através dos estômatos. A atividade estomatal de uma planta está estritamente relacionada com sua menor ou maior necessidade de água. No primeiro caso estão a maioria das cactáceas que possuem uma reduzida atividade estomatal, necessitando, conseqüentemente, de pequena quantidade de água para sua sobrevivência e crescimento e tornam-se, portanto, plantas altamente tolerantes à seca. Por outro lado está a alfafa, planta com notável demanda de água e que, como conseqüência de sua expressiva atividade estomatal no decorrer do dia, ocorre um ativo processo fotossintético,

repercutindo no seu acelerado crescimento vegetativo, que induz a níveis de alongamento de ramos, ao redor de 3,1 cm/dia.

Sendo o estômato o órgão principal da planta por onde se processam as trocas gasosas com a atmosfera, está explícito que quanto maior for a percentagem de cobertura da superfície do solo pelas folhas, maior será o uso d'água do cultivo. Considerando em condições ótimas a umidade no solo e as culturas em plena atividade fisiológica com uma vegetação cobrindo totalmente o solo, distintos cultivos como cana-de-açúcar e alfafa apresentam similar uso de água, ou seja, um hectare de cada um necessita praticamente da mesma quantidade de água para satisfazer a demanda evapotranspirativa do ar, pois entre os cultivos ocorre somente um deslocamento vertical do plano horizontal, representado pelo topo do cultivo, havendo, entretanto, a mesma interceptação da energia solar incidente, a qual é responsável praticamente por 80% do uso d'água pelas plantas. Esta energia é utilizada na transformação da água líquida extraída do solo pelas raízes, em vapor, através dos estômatos. O solo exerce a função de reservatório hídrico, e a técnica de irrigação consiste em abastecê-lo devidamente, levando em conta, as necessidades das plantas relativas aos demais componentes do sistema: ar e nutrientes. O abastecimento pode ser efetuado de forma constante, através de um sistema de gotejamento, que supre a água de acordo com a necessidade diária da planta, ou de maneira intermitente, através de frequência de aplicação de água ao solo, que está em função da extração pela planta da água disponível no solo. Após o solo ser esgotado, porém antes de atingir um nível crítico de umidade, prejudicial ao cultivo, uma nova irrigação deve ser processada, repondo-se ao solo a água extraída pela planta. Neste último caso, os métodos de aplicação de água de irrigação usualmente utilizados são: aspersão, sulcos por gravidade, bacias (Border irrigation), etc.

No período do ano em que a radiação solar diminui de intensidade a necessidade de aplicação de irrigação é menos frequente,

enquanto que em épocas sob alta radiação são processadas mais frequentemente. Por outro lado, a frequência de irrigação é função da capacidade de armazenamento de água no solo. Um solo arenoso armazena menos água do que um solo argiloso. Isto porque o argiloso, para o mesmo volume de solo possui maior quantidade de partículas e, conseqüentemente, maior soma de superfícies e de poros capilares responsáveis pela retenção de água.

III - MÉTODOS DE IRRIGAÇÃO

Normalmente não se faz distinção entre os termos "métodos de irrigação" e "sistemas de irrigação". Mas, na realidade, são expressões distintas.

Método de irrigação significa a modalidade de aplicação de água ao solo, e sistema de irrigação refere-se à maneira de condução de água, da fonte hídrica até a área agrícola.

Os métodos de irrigação convencionais são divididos em quatro grandes grupos: 1) Superficial; 2) Aspersão; 3) Gotejamento e 4) Sub-superficial.

1. Método de irrigação superficial

O método de irrigação superficial compreende dois grupos distintos, dependendo da maneira como a água é aplicada na superfície do solo:

1.1. Irrigação por inundação

Este método é caracterizado pela inundação total da superfície do solo. É o mais simples, em princípio, de todos os métodos de irrigação e, portanto, um dos mais usados em todo o mundo. No Brasil é largamente empregado no cultivo de arroz.

O manejo de irrigação por inundação normalmente requer vazões

maiores do que os demais métodos, não devendo ser empregado quando a vazão disponível do sistema de irrigação é bastante reduzida. Requer solos pesados e culturas capazes de extrair, através das raízes, o oxigênio dissolvido na água. Quanto mais permeável o solo maior é a dificuldade de manter-se uma lâmina de água permanente, o que implica na redução da área cultivada, bem como implica no emprego do manejo intermitente de água. A irrigação por faixa utilizada em pastagens, fruteiras e alfafa é uma modalidade de irrigação por inundação intermitente, ou seja, depende de uma frequência de irrigação. A declividade do terreno não pode ser zero, podendo ir de 0,2 a 7%. Em tabuleiros as faixas podem variar de 100 a 800 m. Este método é viável para solos de textura média.

1.2. Irrigação por sulcos

Este método consiste na aplicação de água no solo, através de pequenos canais ou sulcos, e se caracteriza pela inundação parcial e temporária da superfície do solo.

O método de irrigação por sulcos destaca-se como o mais conhecido e mais usado em todo o mundo, prestando-se para a irrigação de quase todas as culturas, especialmente para plantios em linhas, a adapta-se a diferentes tipos de solo. Apresenta boa capacidade de infiltração e baixa erodibilidade. Está subdividido nas seguintes formas:

a) Irrigação por sulcos com declividade

O método tradicional de irrigação por sulcos consiste em se aplicar uma vazão predeterminada no início do sulco, esperar o tempo para a água atingir o final do sulco, e continuar a aplicação de água até que seja aplicada, no final do sulco, a lâmina de água necessária para umedecer a profundidade efetiva do sistema radicular, quando então a irrigação é interrompida.

O manejo clássico da irrigação por sulcos utiliza uma vazão constante durante todo o tempo de irrigação. Entretanto, com a fi-

nalidade de minimizar as perdas de água por escoamento superficial no final dos sulcos, pode-se adotar vazões diferentes durante a irrigação. A redução da vazão inicial pode ser feita manualmente em sulcos individuais, ou mesmo automático ou semi-automaticamente por meio de "spiles". A água que se perde no final do sulco por escoamento superficial, pode ser reutilizada na irrigação.

Normalmente os limites de declividade para a irrigação por sulcos situam-se entre 0,2 e 1,5%. Porém, a declividade ideal deveria oscilar em torno de 0,3%.

b) Irrigação por sulcos em nível

Trata-se de uma modalidade do método de irrigação por sulcos, em que a declividade dos sulcos é nula ou em alguns casos muito reduzida, com a característica de serem fechados nas duas extremidades. O manejo da irrigação é praticamente semelhante ao de sulcos com declividade. Normalmente, estes sulcos são de pequeno comprimento, podendo variar de 30 a 90 m.

c) Irrigação por corrugação

Esta modalidade de irrigação utiliza sulcos rasos, denominados "corrugações", que são normalmente orientadas no sentido da maior declividade do terreno e são de pequeno comprimento. São utilizados em culturas de cereais, pastagem com alta densidade de plantio.

Apresenta as vantagens de reduzir ao mínimo a sistematização do terreno e pode ser utilizado em terrenos com declividade de até 10%.

d) Irrigação por sulcos em ziguezague

Em terrenos com declividade muito acentuada, algumas vezes são utilizados sulcos em ziguezague, para aumentar o seu comprimento, o que concorre para a redução da declividade média, bem como da velocidade da água nos sulcos. Normalmente são utilizados em árvores frutíferas.

Os custos iniciais de implantação e de operação, normalmente, são mais elevados.

2. Método de Irrigação por Aspersão

Este método de irrigação se caracteriza pela aplicação de água ao solo em forma de chuva produzida mediante a passagem de água, sob pressão, por pequenos orifícios ou bocais. A pressão necessária é obtida por meio de bomba centrífuga ou do aproveitamento da pressão, devido à diferença de nível existente entre a fonte de água e a área a ser irrigada.

O método de irrigação por aspersão é empregado numa grande variedade de culturas e é adaptável a quase todos os tipos de solo. Existem sistemas de aspersores que se distinguem pela diversidade de vazões, que combinadas em diferentes espaçamentos permitem regular a intensidade de aplicação de água, tornando o sistema altamente versátil e adaptável a solos de diferentes velocidades de infiltração.

Dentro do método de irrigação por aspersão existe uma série de sistemas que são classificados como segue:

2.1. Sistemas móveis

Os sistemas móveis são divididos em duas modalidades:

a) Sistemas com movimentação manual

- Sistema portátil
- Sistema semi-portátil
- Canhão hidráulico
- Sistema com mangueiras e aspersores terminais
- Sistema com tubulação perfurada.

b) Sistemas com movimentação mecânica

- Sistema sobre rodas com movimentação longitudinal

- Sistema sobre rodas com movimentação lateral
- Pivô Central
- Autopropulsor com movimentação lateral
- Autopropulsor com canhão hidráulico
- Máquinas irrigadoras.

2.2. Sistemas fixos

- Sistema fixo portátil para culturas temporárias
- Sistema fixo permanente para culturas permanentes.

Os sistemas com movimentação manual são as modalidades mais comuns no Brasil. Nesses sistemas de aspersores, as linhas com aspersores ou toda a tubulação são móveis dentro da área cultivada. Por isso, apresentam um menor custo inicial de investimento e um maior custo de operação e manutenção.

Alguns dos sistemas com movimentação mecânica já são bastante comuns no Brasil, com utilização em pomares, pastagens, cana-de-açúcar, etc. Os sistemas do tipo pivô central e autopropulsor com canhão hidráulico ainda encontram-se numa fase inicial de implantação no Brasil, porém com um rápido desenvolvimento. Esses sistemas deslocam-se automaticamente durante o processo da irrigação. Portanto, apresentam um menor custo de investimento inicial, bem como, menores custos de operação e de manutenção.

Alguns desses sistemas podem ser empregados desde áreas pequenas até áreas relativamente grande. Os sistemas com mangueiras e com tubulação perfuradas são características de pequenas áreas irrigadas, como por exemplo, culturas de flores e de hortaliças.

Os sistemas fixos de aspersão apresentam como característica o não deslocamento de seus componentes. Nos sistemas fixos permanentes as tubulações são enterradas a uma determinada profundidade para não prejudicar as práticas culturais. Isto requer um custo inicial de investimento muito alto, e conseqüentemente menores custos de operação e manutenção. São geralmente usados em pomares e

nas regiões com alto risco de geada.

O método de irrigação por aspersão, especialmente comparado com o método de irrigação por sulcos, apresenta as seguintes vantagens e desvantagens:

Vantagens:

- Quando bem dimensionado, apresenta alta eficiência de aplicação e de distribuição de água, mesmo quando o solo é muito permeável;
- Não exige a sistematização do terreno, o que é muito importante para manter a fertilidade dos solos pouco profundos;
- Apresenta bom controle das lâminas de água aplicada, principalmente de pequenas lâminas necessárias durante a germinação das sementes e estágios iniciais de desenvolvimento das plantas;
- Permite a aplicação de fertilizantes e defensivos solúveis diluídos na água de irrigação;
- Permite a irrigação também à noite, aumentando assim o tempo de irrigação por dia, e conseqüentemente uma melhor utilização do equipamento.

Desvantagens:

- A principal limitação da irrigação por aspersão é o seu alto custo inicial de investimento. E, por outro lado, apresenta uma vida útil curta dos equipamentos;
- Requer mão-de-obra qualificada para operação e manutenção dos sistemas;
- Exige motobomba mais potente para fornecer a pressão necessá

ria para o funcionamento dos aspersores, o que concorre para um maior consumo de combustível;

- O vento pode distorcer completamente o modelo de distribuição de água no solo;
- Pode em determinadas situações propiciar perdas apreciáveis de água por evaporação, quando empregado em regiões quentes e secas sujeitas a ventos com velocidade maior ou igual a 4 m/s;
- Pode prejudicar a polinização, devido à queda de flores, além de formar crostas endurecidas na superfície do solo, ambos efeitos provocados pelo impacto da gota d'água.

3. Método de Irrigação por Gotejo

O grande interesse atual pelo método de irrigação por gotejo foi despertado principalmente pelos resultados de economia de água, aliados a um substancial aumento na produção das culturas. Deve-se salientar que este sistema de irrigação não é novo, sendo mesmo um velho processo de irrigar plantas. Desde 1800 usava-se este processo na Inglaterra para irrigar plantas ornamentais em estufas, e também pode ser comparado ao velho costume chinês de aplicar água com recipientes furados de modo a gotejar ao pé da planta.

O gotejo como método de irrigação foi inicialmente desenvolvido em Israel. O advento de material plástico proporcionou flexibilidade ao sistema, impulsionou grandemente as pesquisas neste sentido, surgindo os primeiros gotejadores especialmente idealizados.

Atualmente, a irrigação por gotejo tem se desenvolvido bastante, devido, principalmente, ao aperfeiçoamento do material utilizado e aos resultados das pesquisas relativas à eficiência dos diversos sistemas existentes.

Ainda que o desenvolvimento inicial da irrigação por gotejo tenha acontecido principalmente em Israel, é grande a sua utilização em outros países como Estados Unidos, Austrália, Inglaterra, França, Itália, Alemanha, África do Sul, México e Japão. Os Estados Unidos apresentam-se atualmente com a maior área irrigada por este método, equivalendo a toda a área irrigada nos outros países, ou seja, mais ou menos 36.000 hectares.

No Brasil, a irrigação por gotejo apresenta-se ainda no estágio inicial de implantação, prevendo-se um significativo desenvolvimento, para os próximos anos.

A maior concentração da área irrigada por gotejo no Brasil situa-se atualmente em São Paulo, cujas perspectivas de um melhor aproveitamento dos recursos hídricos disponíveis repousam neste método de irrigação. Calcula-se que existam aproximadamente 400 ha irrigados por gotejo nesse Estado, distribuídos em pequenas e médias empresas agrícolas, abrangendo principalmente árvores frutíferas, hortaliças e flores. Entretanto, existem áreas irrigadas por gotejo também no Sul e Nordeste Brasileiro, sendo esta última região a que apresenta as melhores características para o sucesso do emprego deste método de irrigação.

Tecnicamente é um sistema de irrigação que utiliza água filtrada, muitas vezes com fertilizantes, aplicando-se na superfície ou dentro do solo, por meio de gotas ou pequeno filete de água.

As peças de saídas - gotejadores - têm a propriedade de dissiparem a pressão da água dentro da tubulação, através de pequenos (\emptyset peq) ou longos percursos de fluxo, diminuindo desta maneira a pressão, de modo a permitir pequenas vazões.

APLICAÇÕES

A irrigação por gotejo exige um sofisticado sistema de filtração da água e de aplicação de fertilizantes e outros produtos químicos, tendo sido idealizada para condições específicas de uma

agricultura altamente intensiva. Alguns dos objetivos técnicos e agronômicos na escolha do método de irrigação para tais condições são os seguintes:

- A possibilidade de obtenção de altos valores no conteúdo de umidade ou baixos valores de potencial da água no solo, sem problemas de aeração do solo;
- Flutuações mínimas no conteúdo de umidade do solo, durante o ciclo de irrigação;
- Fornecimento de água para somente aquelas partes do solo onde a absorção de água pelo sistema radicular das plantas é mais eficiente;
- Reduzir os problemas da salinidade nas plantas: a) translocando os sais para além do volume ocupado pelo sistema radicular; b) diminuindo a concentração dos sais por manter altos conteúdos de umidade no solo; c) evitando a queima de folhas devido a acumulação de sais em sua superfície, através do contacto com a água de irrigação;
- Suprir diretamente a parte mais eficiente do sistema radicular com nutrientes;
- Economizar água pela redução na evaporação, escoamento superficial e percolação profunda.

O sistema pode trabalhar com pressão relativamente baixa e com tubos de pequenos diâmetros para as canalizações, operando 24 horas por dia, com um mínimo de mão-de-obra.

IV. NOVAS ALTERNATIVAS DE SISTEMAS DE IRRIGAÇÃO

Visando a solução de problemas que ocorrem frequentemente no Nordeste, a EMBRAPA vem desenvolvendo nos últimos 5 anos um intenso programa de pesquisa, no sentido de gerar e/ou adaptar tecno-

logias compatíveis com as limitações e potencialidades da região, e que possam evitar ou minimizar os efeitos das secas e permitir um maior desenvolvimento da agricultura.

Faz parte desse programa uma série de alternativas de sistemas de irrigação que referenciam termos como irrigação convencional, não convencional, irrigação de salvação e métodos não convencionais de irrigação, cujas definições encontram-se em anexo. Nestas alternativas dirigidas especialmente aos pequenos e médios produtores destacam-se os seguintes sistemas:

1. Sistema de aproveitamento do escoamento superficial

Essa técnica consiste em captar a água de chuva que escoar superficialmente, armazenando-a em barreiros, para ser utilizada de forma complementar, em "irrigações de salvação", evitando assim a frustação de safras em pequenas áreas, por ocasião das estiagens prolongadas que ocorrem frequentemente.

A utilização dessa tecnologia prende-se ao fato de o Nordeste perder por escoamento superficial para os rios e destes para o mar, aproximadamente, 36 bilhões de m³ de água proveniente das precipitações pluviométricas. Assim, as pesquisas desenvolvidas pela EMBRAPA sugerem como alternativa para compensar os efeitos da intermitência das chuvas na região, o aproveitamento deste recurso escasso, através da técnica de captação, armazenamento e distribuição da água de chuva.

O sistema é extremamente simples e destina-se principalmente aos pequenos e médios produtores. Permite dotar as propriedades rurais de uma infra-estrutura capaz de minimizar os efeitos das secas prolongadas e representa, efetivamente, entre as alternativas já existentes, uma nova fonte de suprimento de água.

2. Sistema de sulcos e camalhões para a exploração de vazantes

Esta tecnologia é recomendada para o aproveitamento das áreas

de vazantes e baseia-se na construção de sulcos e camalhões, em curvas de nível, para a execução de "irrigação de salvação" através de motobomba.

O sistema consiste na utilização dos terrenos potencialmente agricultáveis de açudes, rios e lagos que são cobertos pelas águas durante a época chuvosa e que vão sendo lentamente descobertos à medida que se desenvolve o período seco.

Considerando-se a existência no Nordeste de uma área potencial de vazantes superior a 150.000 hectares, provenientes dos açudes, sem considerar os rios e lagos, o CPATSA tem dedicado estudos a esta tecnologia que permite explorar de maneira mais racional estas áreas, pois as mesmas têm sido cultivadas com plantio de culturas feito em covas abertas diretamente no solo, quando o teor de umidade está próximo da saturação.

3. Sistema de irrigação que utiliza potes de barro

Este sistema não convencional de irrigação, utiliza-se como unidades porosas, potes de barro cozido semelhantes aos que os agricultores usam em casa como reservatório de água para beber.

Os potes, com capacidade média de 12 a 15 litros d'água, são enterrados no chão, ficando com o gargalo acima do solo e podem ser utilizados de forma individual, ou conectados através de tubos de polietileno. Quando se utilizam potes de maneira isolada, o abastecimento de água é feito individualmente, em cada pote. No caso de se utilizarem potes conectados entre si, há necessidade de se ter uma fonte abastecedora central que deverá ser colocada a 0,5 m acima do nível do solo, e que pode ser uma caixa de cimento amianto, um tonel comum, um poço, um barreiro, etc.

4. Sistema simplificado de irrigação por gotejamento

O CPATSA está iniciando um programa de pesquisa em sistemas de irrigação por gotejamento, visando à redução dos custos iniciais de investimento, de modo a viabilizar o seu emprego na pequena irrigação. O sistema é composto de tubos plásticos de baixo custo (eletrodutos) e torçais plásticos, de reduzido diâmetro, que funcionam como gotejadores. Para funcionamento do sistema é necessária somente uma pressão de coluna d'água de 1,5 m.

V. FONTES E AVALIAÇÃO DA DISPONIBILIDADE DE ÁGUA PARA IRRIGAÇÃO

O fornecimento de água para irrigação pode ser obtido de tanques, açudes, fontes, barreiros, lagos, riachos e rios, de poços comuns ou artesianos ou, para instalações comparativamente pequenas, de serviços públicos de fornecimento de água. Em certas circunstâncias, a água de irrigação pode ser obtida de estuários levemente salgados.

Dispor de água em quantidade suficiente constitui condição fundamental para o êxito da irrigação. Nenhum técnico consciencioso se arriscará a projetar um sistema de irrigação de culturas baseado em suprimento de água duvidoso; daí a necessidade de se medir cuidadosamente a vazão dos cursos d'água disponíveis, antes de iniciar o projeto de irrigação. A medição de água dos córregos deve corresponder a um período de tempo razoável a fim de permitir o conhecimento das oscilações das vazões. Esse período deve abranger estações das secas e das águas.

Caso as fontes hídricas em seu estado natural sejam insuficientes às necessidades de um projeto de irrigação, pode-se recorrer ao armazenamento da mesma, devendo-se neste caso, estudar detalhadamente as possibilidades de represamento.

VI. CLASSIFICAÇÃO DE TERRAS PARA IRRIGAÇÃO

É uma avaliação sistemática da terra e suas designações por categoria, baseadas em características idênticas de aptidões. Esta

é conduzida com o propósito de estabelecer a extensão e grau de adequabilidade de terras para irrigação. Adequabilidade significa uma razoável perspectiva de permanente e rentável capacidade de produção em terras irrigadas. É aquilatada em termos de antecipado estudo da capacidade de pagamento, considerando-se o potencial de capacidade de produção, custos de produção e custos de desenvolvimento da terra.

A mais importante fase da classificação de terras é a separação daquelas consideradas satisfatórias para desenvolvimento de irrigação, das não satisfatórias. O procedimento geral para executar esta separação e para classificar terras para propósitos específicos envolve uma análise da viabilidade e irrigabilidade das mesmas, começando com a consideração de uma área que é, ou tem possibilidade de ser, servida por água e terminando com a designação de terras irrigáveis.

Este trabalho se inicia com a comparação dos recursos da terra e experiências econômicas de uma área com características físicas e climáticas idênticas às da área a ser estudada, e continua com uma análise das prováveis influências de fatores físicos individuais na economia da produção da área em investigação. As considerações fundamentais são: capacidade de produção da terra e custos da produção, e desenvolvimento da terra associado aos fatores solo, topografia e drenagem. Por exemplo: níveis de salinidade e alcalinidade devem ser reconhecidos e prováveis restrições na produção e tipos de culturas devem ser feitas. Também devem ser feitas correções nos custos e nas práticas de manejo estimadas para terras em consideração, nas bases das comparações com terras já desenvolvidas.

A qualidade e quantidade da água disponível para irrigação devem ser consideradas com relação às características do solo e adaptabilidade das culturas. Os custos de desmatamento, nivelamento e irrigação são comparados com as características de topografia, tais como: declividade e micro-relêvo. A próxima etapa na

classificação é a divisão dos fatores físicos (solos, topografia e drenagem) em categorias, tendo, aproximadamente, igual significação econômica. O resultado dessa etapa é o estabelecimento das especificações ou critérios para elaboração dos mapas. Os critérios são, em seguida, aplicados à área para determinar a arabilidade básica das terras. A classificação básica de arabilidade é, então, modificada de acordo com os dados físicos hidrológicos, econômicos e de engenharia, os quais influenciam projetos semelhantes em operação e se supõe afetar, definitivamente, o projeto em investigação.

Baseado nestes conceitos são conhecidas, internacionalmente, seis classes de terra, isto é, quatro irrigáveis, uma temporariamente não irrigável e uma não irrigável, podendo ser identificadas numa completa classificação. Estas classes representam graus de adequabilidade para agricultura irrigada e são necessárias, primeiramente, para análises de uso da terra e de repagamento.

Classe I - Solos cultiváveis com poucas limitações, aptos para irrigação, planos, muito produtivos com bom nível de manejo;

Classe II - Solos cultiváveis com limitações não severas. Aptos para irrigação, planos a suavemente ondulados. Produtivos, com alto nível de manejo;

Classe III - Solos cultiváveis com limitações, aptos para irrigação e no caso de cultivos rentáveis, planos a ondulados. Produtividade média com alto nível de manejo;

Classe IV - Solos de cultivo ocasional, não aptos para irrigação, salvo casos especiais e cultivos muito rentáveis. Aptos para cultivos contínuos ou pastos. Podem ser planos ou em colinas. Têm limitações severas e sua

produtividade é baixa ou média com alto nível de manejo;

Classe V - Solos não cultiváveis. Aptos para pastos. Têm fatores limitantes muito severos. Requerem práticas intensivas de manejo, para obter-se uma produtividade média, em pastos;

Classe VI - Solos não cultiváveis, salvo para bosque. Normalmente existe limitações severas em topografia, profundidade e rochividade. Requerem prática de conservação e manejo florestal.

A exploração de uma área irrigável, contudo, está em função de sua viabilidade de utilização, tendo em vista as facilidades oferecidas pela infra-estrutura de apoio à produção agrícola existente na região, capaz de oferecer condições à equipe técnica responsável pelos trabalhos de implantação e exploração do projeto agrícola.

A N E X O - 1

Pequena irrigação - Irrigação conduzida a nível de propriedade agrícola, através de qualquer método de aplicação de água em áreas ao redor de 5 ha.

Irrigação convencional - Irrigação em áreas pequenas ou grandes, através dos métodos tradicionais de aplicação de água, onde a disponibilidade de recursos hídricos permite uma aplicação controlada de água, para atender completamente, se necessário, aos requerimentos de uso consuntivo das culturas.

Irrigação não convencional - Irrigação conduzida a nível de propriedade agrícola, através de qualquer método de aplicação de água, em áreas geralmente inferiores a 2 ha, com recursos hídricos escassos, visando estabelecer e/ou incrementar, principalmente, as produções das culturas alimentares comumente exploradas no Nordeste do Brasil.

Irrigação de salvação - Irrigação suplementar efetuada através da aplicação de pequenas lâminas d'água, normalmente ao redor de 30 mm, para atender o requerimento mínimo de água das culturas, após as mesmas terem sofrido consideráveis déficits hídricos.

Métodos não convencionais de irrigação - Métodos simples de aplicação de água, que utilizam material e mão-de-obra regional, de fácil manejo e alta eficiência de uso de água capazes de estabilizar e/ou incrementar, principalmente, a produção de culturas alimentares em pequenas áreas, de até cerca de 1 ha, com recursos hídricos escassos.

A N E X O - I I**PROJETO DE IRRIGAÇÃO POR INFILTRAÇÃO OU POR INUNDAÇÃO***

CULTURA: Cana-de-Açúcar

ÁREA: 30,8 ha

LOCAL: Norte Fluminense

DETALHAMENTO DOS CUSTOS**ASPECTOS ECONÔMICOS****1. Investimentos a médio prazo**

Os investimentos a serem realizados no referido projeto foram calculados, por hectare, em todos os itens possíveis de contribuir para uma estimativa final segundo a área do projeto. Em seguida pode-se ver os itens relativos aos custos de implantação, de forma desagregada.

Para os efeitos de avaliação econômica do projeto CA-04/79, calculou-se que este terá sua implantação localizada em 30,8 hectares líquidos, sendo que os investimentos a serem realizados são os seguintes:

* FONTE: Projeto CA-04/79 - Região Norte Fluminense - IICA.

1.1. Custos de implantação (em Cr\$)

DISCRIMINAÇÃO	CUSTO/HA	CUSTO TOTAL
Topografia	5.856,00	180.365,00
Estudos e análises	2.859,00	88.057,00
Sistematização	16.053,00	494.432,00
Sistema de irrigação e drenagem	16.948,00	521.998,00
SUB-TOTAL (1.1.)	41.716,00	1.284.852,00

Nota: Os dados originais de setembro de 1979 foram atualizados para maio de 1981, segundo o IGP da Fundação Getúlio Vargas, coluna 2.

Todos os valores das tabelas que se seguirão foram atualizados segundo a mesma metodologia.

Não foi incluído nos cálculos o preço de desmatamento.

1.2. Custos de instalação (em Cr\$)

DISCRIMINAÇÃO	CUSTO/HA	CUSTO TOTAL (30,8 ha)
Conjunto moto-bomba (elétrico)	5.033,00	155.017,00
Casa de bomba	559,00	17.224,00
Sub-Total (1.2.)	5.592,00	172.241,00
(1.1. + 1.2.)	47.308,00	1.457.093,00
10% imprevistos (aproximados)	4.730,00	145.709,00
T O T A L G E R A L	52.038,00	1.602.802,00

Estimou-se em 10% de imprevistos para cobrir as variações de preços e outros itens.

DADOS TÉCNICOS PARA CONJUNTO DE IRRIGAÇÃO

Ref.: Orçamento Nº 337/80 - A Desenho Nº

Data: 31/07/80

Interessado: PORCIDIO DO NASCIMENTO COELHO

Local: FAZENDA CANAAU

Área a ser irrigada	10,8864	ha.	Cultura a ser irrigada	Diversas
Precipitação de	26,28	mm.	Volume de água necessário	79,52 m ³ /h
a ser efetuada em	3	dias	Altura manométrica necessária	63 m
em serviço contínuo de	12	horas/dia	Altura manométrica prevista	63 m
Aspersor modelo	ZED-30 c/bocais 4,5x4	mm φ	Espaçamento do aspersor	18 x 18 m
Em funcionamento	28	unid.	área útil p/aspersor	324 m ²
Em reserva para mudança	-	unid.	precipitação horária	8,76 mm
Vazão do aspersor c/	3,0 atm 2,84	m ³ /h	tempo por posição	3,0 horas 180 mm
Rio de alcance	15	m	área irrigada por dia	3,6288 Ha.

ALTURA MANOMÉTRICA TOTAL

Desnível máximo da área	15,00	m	Potencia absorvida no eixo da bomba	25 cv
Altura de sucção	3,00	m	Potencia a ser instalada	30 cv
Perda de carga na tubulação mestra	8,50	m	Potencia do motor	30 cv
Perda de carga nos ramais	1,80	m.	com	1750 v.p.m.
Altura do aspersor sobre o solo	2,00	m.		
Pressão de serviço do aspersor	30,00	m.	<u>MOTOR</u> marca:	
Perdas de carga localizadas	2,70	m.		diesel/elétrico 380 V. 60Hz
Total necessário	63,00	m.	<u>BOMBA</u> marca: KSB-ETA	80-40/2

GRUPO: movel/estacionário

OBS.:

TUBULAÇÃO NECESSÁRIA

a) tubulação mestra	126	m	133	mm φ
b) tubulação mestra	216	m	108	mm φ
c) tubulação mestra	108	m	89	mm φ
d) ramais de irrigação	468	m	70	mm φ

ORÇAMENTO PARA CONJUNTO DE IRRIGAÇÃO

Orçamento Nº 337/80 Data: 31/07/80 Localidade: Sta. Maria da Boa Vista-PE

Interessado: PORCIDIO DO NASCIMENTO COELHO C.G.C./C.P.F. Nº

Endereço: FAZENDA CANAAU

Quantidade		E s p e c i f i c a ç ã o	P r e ç o s	
M	Unid.		Unitário	T o t a l
	01	Conjunto moto-bomba, composto de um motor Elétrico marca: ,mod: IV polos de 30 C.V. acoplado por Luva Elástica a uma bomba, mod: KSB-ETA 80.40 de 2 estágios, vasão de 80 m ³ -h, pressão de 63 m.ca. Carreta de rodas, mod: Base fixa, mod F-30 Chave Estrêla triângulo automática		124.991,00
10	01	Tubulação de sucção completa de 159 mm ϕ		24.135,00
	01	Ligação de pressão completa de 133 mm ϕ		9.331,00
	01	Curva de saída - 90 x 4"		2.926,00
	01	Curva dupla M 133 - F 133 mm ϕ		4.774,00
	01	Válvula de retenção M 133 - F 133 até atm.		13.784,00
126	21	Tubos mestres de 133 mm ϕ aço-zincado	4.153,00	87.213,00
216	36	Tubos mestres de 108 mm ϕ " "	3.366,00	121.176,00
108	18	Tubos mestres de 89 mm ϕ " "	2.366,00	42.588,00
	06	Válvula de derivação para tubo de 133 mm ϕ	2.035,00	12.210,00
	01	Curvas M 133-F 133 90		2.771,00
	01	Peça cônica M 133 - F 108 mm ϕ		2.196,00
	01	Tampão Final de 89 mm ϕ		465,00
	12	Válvulas derivação 108 mm	2.020,00	24.240,00
	06	Válvulas derivação 89 mm	1.956,00	11.736,00
	01	Redução M - 108 X F 89		1.533,00
	04	Cotovêlo de derivação c/ chave F 70 mm ϕ	2.308,00	9.232,00
300	50	Tubos para ramais de 70 mm ϕ aço-zincado	1.978,00	98.900,00
168	28	Tubos para ramais de 70 mm ϕ com furo BPSR	1.978,00	55.384,00
	28	Braçadeiras c/ pé de suporte tipo BPSR de 70mm ϕ	138,00	3.964,00
	28	Engates rápidos para aspersor, tipo erva	321,00	8.988,00
	28	Tubos de subida, de 2,0 m de altura com tripê	1.233,00	34.524,00
	28	Aspersores, tipo ZED-30 bocal 4,5 x 4,8 mm ϕ	825,00	23.100,00
	04	Tampões finais de 70 mm ϕ	385,00	1.540,00
VALOR TOTAL				721.601,00

SISTEMA DE IRRIGAÇÃO NO TRÓPICO SEMI-ÁRIDO*

1) Sistema de aproveitamento de água de escoamento superficial-SAES

O custo de implantação considerado para um SAES com áreas de captação de 3 hectares, barreiro com área de 0,2 hectares e capacidade para armazenar 3.000 m³ de água, suficientes para "irrigações de salvação" em 2 hectares, foi de Cr\$ 154.100,00 (cento e cinquenta e quatro mil e cem cruzeiros) correspondente à média aritmética simples dos custos das três alternativas existentes. Convém esclarecer, no entanto, que nas projeções feitas, em termos de produção para este sistema, não se levou em consideração a possibilidade de utilização da área de captação, por não se dispor ainda de dados concretos de produtividade dessa área.

As produtividades utilizadas para o consórcio milho x feijão, neste sistema, foram de 1.000 kg de milho por hectare e 500 kilos de feijão por hectare. No cultivo isolado de feijão a produtividade considerada foi de 800 kg por hectare.

2) Sistema de sulcos e camalhões para exploração de vazantes

O custo considerado para a implantação desse sistema, para irrigar 1 hectare foi de Cr\$ 50.000,00 (concoenta mil cruzeiros). Para cálculo das projeções, considerou-se uma área média de 2 hectares e a aquisição de uma motobomba, no valor de Cr\$ 40.000,00 (quarenta mil cruzeiros), que seria utilizada nos 2 hectares. Portanto, o custo de implantação do sistema, para 2 hectares, foi de Cr\$ 140.000,00 (cento e quarenta mil cruzeiros).

As produtividades consideradas foram 4.000 kilos de milho por hectare e 1.500 kg de feijão por hectare, em plantios isolados.

* Os preços são de fevereiro de 1981.

3) Sistema de irrigação que utiliza potes de barro

O custo considerado para implantação deste sistema foi de Cr\$ 65.000,00 (sessenta e cinco mil cruzeiros), por hectare, considerando-se um custo de Cr\$ 30,00 (trinta cruzeiros) por pote de barro comprado ao artesão. O consumo de água considerado foi de 176 m³ por hectare para o milho e 149 m³ por hectare para o feijão.

Os dados de produtividade utilizados foram: 666 kg por hectare para o milho e 583 kg por hectare para o feijão, plantados em culturas isoladas, que foi a opção considerada para cálculo das projeções feitas para este sistema. As projeções foram feitas considerando-se um cultivo anual de milho e dois cultivos anuais de feijão, em culturas isoladas, numa área de 1 hectare.

/aapf.

Provárzeas

O Provárzeas é caracterizado pela exploração dos solos aluviais, ao longo dos rios, que são ricos em matéria orgânica, de alta fertilidade e que apresentam condições para a irrigação. Estas terras baixas, normalmente permanecem úmida, após inundações temporárias. A falta de drenagem adequada tem concorrido para a não exploração destas áreas.

O programa de aproveitamento de várzeas foi introduzido inicialmente, no Estado de Minas Gerais, em 1975. Em 1977, já havia sido totalmente implantado 3.273 ha. Somente, em 1978 foi incorporado 11.854 mais de várzeas. Isto beneficiou cerca de 887 produtores com uma média de 13,38 ha por produtor. A produção média mínima de arroz foi de 5.200 kg/ha. Durante o inverno ou estação seca, o produtor produz feijão, milho, forrageiras, etc., com um bom rendimento.

Os resultados obtidos teve efeitos econômicos e sociais positivos, proporcionando a valorização das várzeas irrigáveis no Brasil. Devido ao grande interesse dos outros estados, o governo federal está dando ênfase ao desenvolvimento do provárzeas em todo Brasil. O provárzeas nacional foi planejado para beneficiar um milhão de hectares, em projetos que variam entre 0,5 e 250 ha, espalhadas em todo território brasileiro.

Os custos dos projetos em 1979 variou entre \$ 100 e 520 por hectare, incluindo estudos e instalações.

O objetivo principal do Provárzeas é a difusão da tecnologia da pequena irrigação, a nível de propriedade privada, visando os seguintes pontos:

- a) A promoção do desenvolvimento agrícola, através de um programa nacional de irrigação, drenagem e nivelamento de terras com assistência técnica, usando os recursos humanos e naturais.

- b) Aumentar a produtividade e qualidade do arroz em rotação com as culturas do feijão, trigo, hortaliças etc.
- c) Estimular os técnicos e produtores através dos resultados alcançados e assim encorajar o desenvolvimento desta vasta área, com uso de água abundante, sob condições de pequeno investimento.
- d) Manter a mão-de-obra ocupada, através do programa de produção, especialmente durante a estação seca, nas várzeas, etc.