
UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA
MESTRADO

**INDICADORES DE DESEMPENHO PARA
AVALIAÇÃO DE PERÍMETROS IRRIGADOS: O
CASO DO DISTRITO DE IRRIGAÇÃO SENADOR
NILO COELHO**

DISSERTAÇÃO

GUSTAVO HENRIQUE FREIRE DE SOUZA

Campina Grande – Paraíba
Outubro – 1999

INDICADORES DE DESEMPENHO PARA AVALIAÇÃO DE PERÍMETROS
IRRIGADOS: O CASO DO DISTRITO DE IRRIGAÇÃO SENADOR NILO COELHO

GUSTAVO HENRIQUE FREIRE DE SOUZA

Dissertação apresentada ao curso de pós-
Graduação em Engenharia Agrícola da
Universidade Federal da Paraíba, em
cumprimento às exigências para obtenção do
Grau de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. José Dantas Neto

Orientador: Dr. Ricardo Augusto Lopes Brito

Campina Grande - PB

Outubro - 1999



S729i Souza, Gustavo Henrique Freire de
Indicadores de desempenho para avaliação de perímetros irrigados : o caso do distrito de irrigação senador Nilo Coelho / Gustavo Henrique Freire de Souza. - Campina Grande, 1999.
61 f. : il.

Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal da Paraíba, Centro de Ciências e Tecnologia.

1. Irrigação 2. Irrigação - Avaliação - Projetos 3. Perímetros Irrigados - Petrolina (PE) 4. Dissertação I. Dantas Neto, José II. Brito, Ricardo Augusto Lopes III. Universidade Federal da Paraíba - Campina Grande (PB) IV. Título

CDU 631.67(043)



PARECER FINAL DO JULGAMENTO DA DISSERTAÇÃO DO MESTRANDO

GUSTAVO HENRIQUE FREIRE DE SOUSA

Título: "Indicadores de Desempenho para Avaliação de Perímetros Irrigados:
caso do Distrito de Irrigação Senador Nilo Coelho".

COMISSÃO EXAMINADORA

PARECER

José Dantas Neto
Dr. José Dantas Neto-Orientador

APROVADO

Ricardo Augusto L. Brito
Dr. Ricardo Augusto L. Brito-Orientador

APROVADO

Héber Pimentel Gomes
Dr. Héber Pimentel Gomes-Examinador

APROVADO

Carlos Galvão
Dr. Carlos de Oliveira Galvão-Examinador

APROVADO

Campina Grande, 06 de outubro de 1999

Aos meus pais, Aldemir e Zefinha, pelo amor e incentivo durante toda minha vida. Meus irmãos Júnior e Neto e minha irmã Sara, OFEREÇO.

A minha esposa Fabíola Nóbrega, pelo amor e paciência durante a realização desta pesquisa. Ao nosso filho Vitor, presente de Deus e alegria maior do nosso viver, DEDICO.

AGRADECIMENTOS

A DEUS, minha luz e fortaleza, por ter-me guiado e ajudado a alcançar os meus objetivos.

A Pós-Graduação de Engenharia Agrícola, pela oportunidade de realização do curso de mestrado.

Ao pesquisador da EMBRAPA/CNPMS, Dr. Ricardo A. L. Brito, pela orientação, amizade e apoio para concretização deste trabalho de pesquisa.

Ao Prof. Dr. José Dantas Neto, por sua orientação e amizade desde o início do trabalho.

A EMBRAPA/CPATSA, pelo apoio fundamental e irrestrito, nas pessoas dos pesquisadores, Dr. José Monteiro Soares, Dr. Tarcízio Nascimento e Dr^a Luiza Brito. Além da atenção, amizade e convívio saudável durante toda esta pesquisa.

A Fundação de Apoio à Pesquisa e ao Desenvolvimento (FAPED), por minha contratação a fim de desempenhar esta atividade de pesquisa.

Ao Distrito de Irrigação Senador Nilo Coelho (DISNC), na pessoa do Gerente Executivo, Sr. Érico Barros Cavalcanti, pela amizade e colaboração no fornecimento de dados e concessão de espaço físico para a condução do trabalho.

Aos funcionários do DISNC, Geraldo Lucas, Gésio, José Rocha, José Raimundo, Demerval, Gilneide, Batista, Valmir, Vera e a todos os membros da Assistência Técnica e Extensão Rural (ATER), pela indispensável colaboração e amizade.

Aos colegas da Pós-Graduação, pelo companheirismo e amizade.

Aos professores da Pós-Graduação, pela valiosa transmissão de conhecimentos.

A todos aqueles, que direta ou indiretamente, contribuíram para a conclusão desta pesquisa.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE FIGURAS	viii
LISTA DE QUADROS	ix
RESUMO	x
SUMMARY	xi
1 - INTRODUÇÃO	1
2 - REVISÃO DE LITERATURA	5
2.1 - Avaliação do desempenho de perímetros irrigados	5
2.2 - Indicadores de desempenho	6
2.2.1 - Sustentabilidade da área irrigada	8
2.2.2 - Indicadores do balanço hídrico	9
2.2.3 - Indicadores financeiros	13
2.2.4 - Indicadores da produtividade agrícola	18
2.2.5 - Energia elétrica	19
3 - MATERIAL E MÉTODOS	21
3.1 - O perímetro	21
3.2 - Histórico	21
3.3 - O processo de emancipação	23
3.4 - Metodologia de avaliação	26
3.5 - Localização	27
3.6 - Clima	28
3.7 - Solos	30
3.8 - Infraestrutura de irrigação	30
3.9 - Manejo de água no perímetro	32

3.10 - Indicadores.....	33
4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	38
4.1 - Sustentabilidade da área irrigada	38
4.2 - Indicadores do balanço hídrico.....	42
4.2.1 - Fornecimento médio, relativo e razão global de consumo	42
4.2.2 - Desempenho da distribuição da água.....	46
4.3 - Indicadores financeiros	47
4.4 - Retorno econômico da produção	51
4.5 - Consumo e demanda de energia	53
5 - CONCLUSÕES	55
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	58

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Avaliação do desempenho ao longo do tempo.....	06
Figura 2 - Estrutura organizacional do DISNC.....	25
Figura 3 - Localização do Perimetro Senador Nilo Coelho (PSNC). Petrolina - PE.	28
Figura 4 - Evolução das culturas anuais e perenes em função da área plantada.....	39
Figura 5 - Evolução na área plantada das principais culturas.....	42
Figura 6 - Evolução da RGC, FRA e FRI entre os anos de 1990 e 1998.....	44
Figura 7 - Número de produtores com a tarifa de água em dia.....	50
Figura 8 - Valor bruto da produção por unidade de área e de água.....	52

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Médias de períodos de cinco anos de FRA, nos três distritos de irrigação do Projeto da Bacia Columbia (PBC) e a FRA média do projeto PBC, 1955-89.....	10
Quadro 2 - Aumentos nas tarifas de água resultantes do processo de transferência em distritos e módulos de irrigação selecionados, México.....	16
Quadro 3 - Débito dos usuários no Distrito Senador Nilo Coelho em 1998.....	17
Quadro 4 - Dados médios mensais de temperatura média (Tmed), umidade relativa (UR), insolação (Ins), velocidade do vento (VV), precipitação (P) e evapotranspiração de referência (ETo), no município de Petrolina - PE.....	29
Quadro 5 - Sustentabilidade da área irrigada.....	38
Quadro 6 - Área plantada (ha) das principais culturas anuais e perenes.....	41
Quadro 7 - Fornecimento médio de água, fornecimento relativo de água (FRA), de irrigação (FRI) e razão global de consumo (RGC), entre os anos de 1990 e 1998.....	43
Quadro 8 - Desempenho do sistema de distribuição ao longo do tempo.....	46
Quadro 9 - Auto-suficiência financeira do DISNC.....	47
Quadro 10 - Conta mensal para um lote familiar (colono) de 6 ha.....	49
Quadro 11 - Custo médio da tarifa de água (US\$/1000 m ³ /ha) para usuários com e sem bombeamento próprio (BP), entre os anos de 1991-1998.....	49
Quadro 12 - Valor bruto da produção (VBP) por área irrigada e volume fornecido, entre os anos de 1993 e 1998.....	51
Quadro 13 - Consumo e demanda de energia por volume fornecido e área irrigada..	53

RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo descrever e avaliar, de maneira global e quantitativa, dentro do contexto do Programa de Pesquisa sobre Avaliação do Desempenho da Irrigação no Brasil (Projeto RPIP-Brasil), a situação do Distrito de Irrigação Senador Nilo Coelho, através da identificação de alguns indicadores para averiguação do desempenho de projetos de irrigação e conseqüente racionalização do uso dos recursos naturais e sustentabilidade dos mencionados sistemas. A partir de dados disponíveis em registros e de entrevistas realizadas com membros do Distrito de Irrigação e de órgãos do governo, fez-se a escolha dos indicadores, possíveis de serem avaliados. Vários indicadores, relacionados com área irrigada, requerimento de água, fornecimento de água, energia, tarifa de água e valor da produção, foram quantificados e analisados, apresentando um perfil do desempenho do perímetro irrigado. Vale salientar que a proposta metodológica apresentada neste estudo ainda não é definitiva, servindo de referência para futuros estudos dentro desse assunto, visando com isso a padronização de um conjunto básico de indicadores que possibilitem a comparação entre diferentes projetos de irrigação, com a aplicação de uma metodologia simples de cálculo, capaz de fornecer uma visão global das atividades do projeto. Os indicadores usados apresentaram resultados promissores ao longo dos anos, como também verificou-se uma interdependência entre os mesmos.

SUMMARY

The present work had the objective to describe and assess, with a global and quantitative approach, inside of the context of the research program to assess irrigation performance in Brazil (project RPIP-Brazil), the situation of the District of Irrigation Senator Nilo Coelho, through the identification of some indicators for verification of the performance of irrigation schemes and consequent rationalization of the use of natural resources and sustainability of the mentioned systems. Based on existing data records and interviews made with the staff members of the Irrigation District and government organizations, a choice was made of the indicators that were viable to be evaluated. Various indicators, related to irrigated area, water requirements, water supply, energy, water tariff and the value of production, were quantified and analyzed, showing a profile of the irrigation scheme performance. It should be mentioned that the methodological proposal presented in this study is not yet definitive, serving as a reference for future studies within this subject, aiming at the definition of a basic set of indicators that would make it possible to compare different irrigation schemes by applying a method of simple calculation that is able to provide a global view of the scheme activities. The indicators utilized presented promising results along the years of monitoring, and showed an inter-dependent relationship among them.

1. INTRODUÇÃO

Este trabalho baseia-se em uma proposta apresentada durante a reunião do Conselho Executivo da Comissão Internacional de Irrigação e Drenagem (ICID), por ocasião do XVI Congresso Internacional de Irrigação e Drenagem, realizado no Cairo, Egito, em setembro de 1996, com base metodológica no "Research Program on Irrigation Performance" (Programa de Pesquisa sobre Desempenho de Irrigação-Projeto RPIP), o qual visa a definição de um conjunto básico de indicadores destinados a orientar intervenções para o aprimoramento de projetos de irrigação.

A necessidade de mais alimento para a população mundial tem obrigado os diversos setores da agricultura a desenvolver tecnologias capazes de aumentar o rendimento das culturas. Dentre os diversos setores, destaca-se a irrigação, responsável pelo aumento da produção e da área agrícola cultivada em diversos países, principalmente nos que apresentam regiões áridas e semi-áridas. Concomitante a isto, nos últimos anos, tem-se discutido bastante a respeito do uso do solo e da água como recursos limitados e escassos. Desta forma, a eficiência do uso destes recursos pela agricultura irrigada torna-se uma exigência fundamental, a fim de que a mesma se traduza em uma agricultura mais produtiva e rentável.

A questão - como está o desempenho da agricultura irrigada com a limitação dos recursos hídrico e de solo ? - não tem sido satisfatoriamente respondida. Com as muitas variáveis que influenciam o desempenho da agricultura irrigada, incluindo infraestrutura, manejo, condições climáticas, preço e disponibilidade de insumos, e a situação sócio-econômica, o trabalho de comparação do desempenho através dos sistemas é formidável. Todavia, se forem enfocados apenas os fatores água, terra, finanças, e produção agrícola, será possível observar como a agricultura irrigada está se

desempenhando dentro das várias situações. A avaliação do desempenho deve ser feita por várias razões, incluindo a melhoria operacional do sistema, avaliação do progresso em relação às metas estratégicas, como parte do manejo integrado; avaliação da situação geral do projeto; comparação do desempenho de um projeto com outros, ou do mesmo projeto ao longo do tempo. Os tipos de indicadores a serem escolhidos dependem do objetivo da atividade de avaliação (Molden *et al.*, 1998).

De acordo com Brito (1986), diversos fatores contribuem para o bom (ou mau) desempenho dos perímetros irrigados, sejam eles técnicos, econômicos, ou sociais. Um dos aspectos primordiais na análise desses fatores é a possibilidade de monitorá-los, o que significa transformá-los, de algum modo, em parâmetros mensuráveis. O nível dessa monitoração deverá estar situado entre o “desejável” e o “viável”, considerando-se, para isso, o padrão da avaliação que se pretende proceder e os custos operacionais necessários à medição dos indicadores.

O monitoramento é um instrumento gerencial de suma importância para a tomada de decisões, uma vez que permite avaliar o desempenho das diversas atividades, acompanhar a evolução deste desempenho ao longo do tempo, adotar medidas corretivas necessárias e, no caso específico das atividades de operação e manutenção, comparar os indicadores com perímetros irrigados similares (Effertz *et al.*, 1993).

Muitos indicadores de desempenho são descritos na literatura e diversas estruturas conceituais para avaliar o desempenho da irrigação têm sido propostas. Todavia, atualmente é difícil aplicar os indicadores para uma análise comparativa entre projetos de irrigação, pois não existe uma concordância entre os especialistas sobre que indicadores de uso geral ou comum utilizar. Ademais, existe uma carência de dados disponíveis sobre o desempenho dos projetos de irrigação que podem ser usados para a

análise comparativa (Merrey, 1996). Portanto, ainda não existe uma metodologia consagrada, definitiva, para avaliação do desempenho, com abordagem global.

Segundo Bos (1997), existem cerca de 40 indicadores de desempenho multidisciplinares atualmente utilizados no “Research Program on Irrigation Performance” (Programa de Pesquisa sobre Desempenho de Irrigação - RPIP). Estes indicadores cobrem a distribuição da água, o uso eficiente da água, manutenção, sustentabilidade da irrigação, aspectos ambientais, sócio-econômicos e de manejo. Os indicadores estão, atualmente, em fase de testes em campo, antes de serem recomendados para o uso na avaliação do desempenho da irrigação e drenagem. Em geral, não é recomendado o uso de todos os indicadores. O número de indicadores que poderá ser utilizado depende do nível de detalhes com o qual necessita-se quantificar o desempenho. Um bom indicador pode ser utilizado de dois distintos modos. Ele informa como está o desempenho do projeto atualmente e, em conjunto com outros indicadores, poderá auxiliá-lo para identificar o curso correto de ações para a melhoria do desempenho dentro do projeto. Neste sentido, o uso do mesmo indicador ao longo do tempo é importante porque ele auxilia na identificação de tendências que necessitarão ser revistas, antes que medidas reparadoras tornem-se muito caras ou muito complexas.

Portanto, os indicadores demonstram, ao longo do tempo, resultados e modificações encontrados no projeto analisado, de forma a poder sinalizar o alcance das metas previstas. Assim, o acompanhamento contínuo, por meio de indicadores de desempenho torna-se uma atividade obrigatória na análise dos fatores que conduzem à obtenção das metas.

O objetivo desta pesquisa é avaliar, de maneira global e quantitativa, dentro do contexto do Projeto RPIP, a situação do Distrito de Irrigação Senador Nilo Coelho (DISNC), através da identificação de alguns indicadores para averiguação do

desempenho de projetos de irrigação e consequente racionalização do uso dos recursos naturais e sustentabilidade dos mencionados empreendimentos.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Avaliação do Desempenho de Perímetros Irrigados

O conceito sobre avaliação de desempenho, do ponto de vista global ou integrado, não é muito recente no Brasil. Brito (1986) propôs uma metodologia, onde 13 indicadores foram selecionados e incluídos em um modelo polinomial para gerar um “índice de desempenho”. Na época, todavia, a proposta não causou muito impacto.

Small e Svendsen (1992) definem que o desempenho de um sistema engloba as atividades de aquisição dos insumos e a transformação dos mesmos em produtos finais e intermediários e os efeitos destas atividades no próprio sistema e no ambiente externo.

Conforme Molden *et al.* (1998), o desempenho é avaliado por diversas razões: para melhorar a operação do sistema, para avaliar o progresso em função de metas estratégicas, para avaliar a situação geral do projeto, para avaliar impactos de intervenções, para diagnosticar restrições, para melhor entender os determinantes do desempenho, e para comparar o desempenho de um perímetro com outros, ou o mesmo perímetro ao longo do tempo.

A Figura 1 ilustra um exemplo de avaliação da tendência de um indicador ao longo do tempo (Brito e Bos, 1997). Neste caso, a flutuação do indicador dentro da faixa permitida significará que ações corretivas não são necessárias. No entanto, se o indicador foge desta faixa, ações corretivas devem ser tomadas antes que o valor do indicador alcance um nível crítico. A amplitude desta faixa irá depender do indicador considerado e das condições locais.

O nível de detalhes dentro do processo de desempenho depende do propósito da avaliação. Pesquisadores tendem a avaliar o desempenho de forma bastante detalhada.

Dependendo das disciplinas envolvidas, o grupo completo de indicadores será utilizado. O custo da coleta e manuseio de todos os dados relacionados, todavia, não é justificado para o manejo do projeto diariamente. Por esta razão, um conjunto básico de indicadores necessita ser definido (Brito e Bos, 1997).

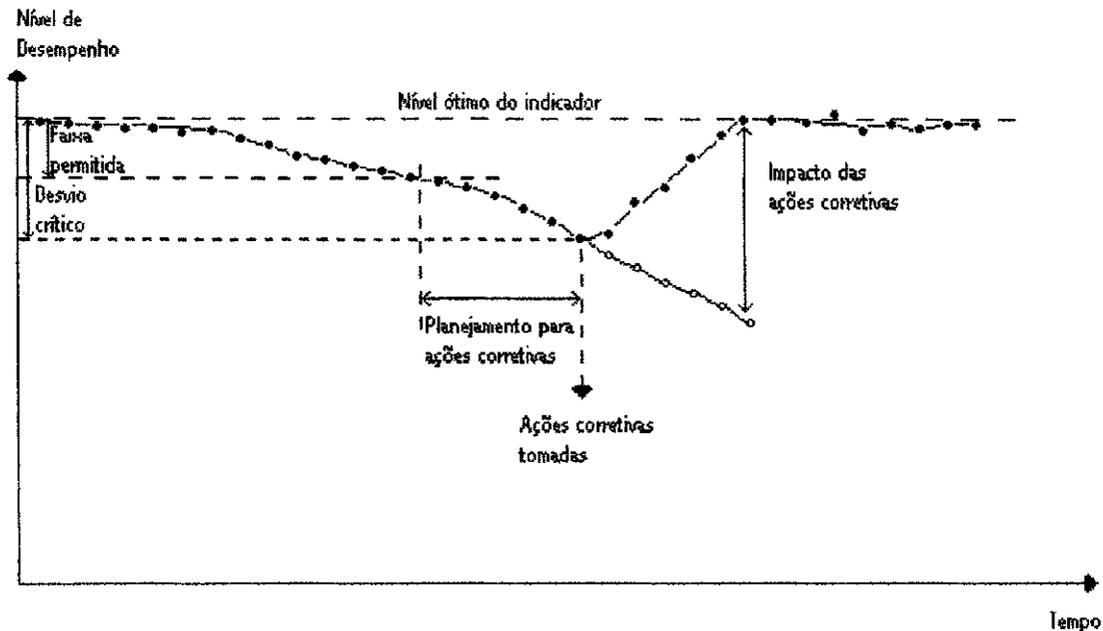


Figura 1. Avaliação do desempenho ao longo do tempo (Brito e Bos, 1997).

2.2. Indicadores de desempenho

Bos (1997) resume os indicadores atualmente usados no projeto RPIP. Dentro deste projeto, dados de campo podem ser medidos e coletados para quantificar e testar aproximadamente 40 indicadores de desempenho. Estes indicadores quantificam o desempenho da irrigação e drenagem a partir de diferentes perspectivas: balanço hídrico, aspectos ambientais, sócio-econômicos e de operação e manejo dos sistemas.

O valor medido de um indicador informa ao gerente do perímetro sobre o nível de desempenho daquele(s) componente(s) do sistema. Uma vez que um grupo de

indicadores está disponível, o mesmo oferecerá uma visão global do desempenho do projeto e auxiliará na identificação do curso correto de ações para melhorar o desempenho dentro daquele perímetro. Neste sentido, o mesmo indicador pode ser usado ao longo do tempo e com distribuição espacial. (Brito e Bos, 1997).

Segundo Bos (1997), um verdadeiro indicador inclui um valor real e um valor planejado, que permite a avaliação da divergência entre ambos. Isto, mais adiante, poderá conter informações que permita ao gerente determinar se a divergência é aceitável. Portanto, é desejável, onde for possível, expressar os indicadores na forma de uma razão entre a situação medida realmente versus a situação pretendida ou planejada.

Este grupo de indicadores é designado para mostrar relações e tendências e será útil na identificação de situações onde estudos mais detalhados deverão ocorrer. Os indicadores permitirão a comparação de países e regiões, entre diferentes tipos de infraestrutura e manejo, e através de diferentes ambientes, para avaliação de tendências no desempenho de um projeto específico ao longo do tempo (Molden *et al.*, 1998).

Embora a avaliação do desempenho da irrigação seja importante para os gerentes de projetos de irrigação, ela tem sido negligenciada por aqueles que alocam fundos públicos para irrigação e para os pesquisadores. Ao mesmo tempo, a multiplicidade de tentativas para avaliar o desempenho tornou-se uma tarefa confusa e difícil (Small e Svendsen, 1992).

De acordo com Vermillion (1997), apesar da ampla adoção dos programas de transferência do manejo de irrigação, pouca informação é disponível internacionalmente sobre seus impactos. A principal evidência disponível na literatura é sobre o desempenho financeiro e operacional; sem evidenciar os efeitos da transferência do manejo sobre a manutenção e o desempenho econômico da agricultura irrigada. A literatura mostra uma mistura de resultados positivos e negativos, com uma disparidade

de definições e metodologias, a partir da qual torna-se difícil a dedução de conclusões gerais ou implicações políticas. A lógica frequentemente usada para justificar a política de transferência do manejo de irrigação é:

1. Controle direto pelos produtores, os quais têm interesse em aumentar a qualidade e a eficiência do manejo da irrigação. Todavia, onde a transferência do manejo envolve eliminação ou redução de subsídios governamentais, o custo da irrigação aos produtores tende a crescer.
2. Aumento da rentabilidade na agricultura irrigada, suficiente para compensar a elevação nos custos da irrigação.
3. A transferência do manejo economizará recursos, que podem ser usados em outros setores do governo.

Os próximos itens descrevem alguns indicadores que foram utilizados na avaliação do desempenho do Projeto Nilo Coelho.

2.2.1. Sustentabilidade da área irrigada

A definição da área de cada lote num Perímetro Irrigado é feita com base em critérios pré-estabelecidos e todas as previsões adotadas no planejamento do projeto consideram a utilização de toda a área implantada. Conseqüentemente, a ocupação ou operação parcial da área pelo usuário significa ociosidade na capacidade produtiva, seja por dificuldades encontradas, seja por falta de motivação suficiente. Qualquer que seja a causa, ela prejudica o bom desempenho do projeto e precisa ser medida e analisada (Brito, 1986).

O súbito aumento da sustentabilidade da área irrigada no Projeto Samaca (Colômbia), coincidiu com a abolição da tarifa de água baseada no volume fornecido e com a introdução da cebola, como cultura rentável. Nesse estudo não foi verificado que

a transferência do manejo da irrigação teve algum impacto visível sobre a sustentabilidade (Fraiture e Garcez-Restrepo, 1997).

Segundo Vermillion e Garcez-Restrepo (1996), a pressão imposta pelo Distrito de Irrigação Coello, também na Colômbia, com a elevação da tarifa volumétrica e a exclusão do cultivo do arroz em áreas arenosas possibilitou a diversificação no plantio de novas culturas e um substancial aumento da área irrigada.

2.2.2. Indicadores do balanço hídrico

A - Fornecimento relativo de água e de irrigação.

Estes indicadores foram desenvolvidos por Levine (1982) como uma medida da disponibilidade de água. O fornecimento relativo de água (FRA), relaciona o fornecimento total de água, nas formas de precipitação pluviométrica e irrigação, com o requerimento total de água das culturas. Enquanto, o fornecimento relativo de irrigação (FRI), representa a razão entre o fornecimento de água para irrigação e a demanda de irrigação (requerimento total menos precipitação efetiva).

Nos três distritos do Projeto da Bacia Columbia, nos Estados Unidos, Svendsen e Vermillion (1994), verificaram que o FRA tem diminuído durante o período analisado (1955 a 1989), com um valor médio de 1,46 (Quadro 1).

Isto significa que, em média, a quantidade de água entregue nas parcelas foi 1,46 vezes a média ponderada do requerimento hídrico das culturas. Com relação a adequação no fornecimento de água, um agricultor requererá um FRA de pelo menos 1,11 em sua parcela para satisfazer a demanda total de água das culturas, quando seu sistema de aplicação funciona a uma eficiência de 90%, ou de 1,25 se funciona a uma eficiência de 80%.

Quadro 1. Médias de períodos de cinco anos de FRA, nos três Distritos de Irrigação do Projeto da Bacia Columbia (PBC) e a FRA média do projeto PBC, 1955-89.

Período de 5 anos	Fornecimento Relativo de Água			
	PBC	Quincy	Este	Sur
1955-59	1,65	1,67	1,69	1,55
1960-64	1,48	1,53	1,46	1,42
1965-69	1,49	1,51	1,54	1,43
1970-74	1,46	1,53	1,48	1,36
1975-79	1,42	1,49	1,41	1,35
1980-84	1,34	1,36	1,35	1,31
1985-89	1,35	1,40	1,28	1,35
1955-89	1,46	1,50	1,46	1,40

Fonte: Svendsen e Vermillion (1994).

Além das mudanças no padrão de cultivo, através da troca por culturas que exigem menores quantidades de água, um outro fator que influenciou nessa redução do FRA foi a mudança dos sistemas de irrigação superficial por sistemas de irrigação por aspersão, principalmente a partir de meados da década de 1970.

Ao analisar os resultados da aplicação dos indicadores em 18 projetos de irrigação, Molden *et al.* (1998), observaram que os valores de FRA variaram entre 0,80 e 4,0. Metade desses projetos tiveram FRA maior que 2,0, sugerindo que não houve restrição no fornecimento de água. O mesmo foi observado para o fornecimento relativo de irrigação (FRI), cujos valores variaram entre 0,41 e 4,81, o qual indica apenas o fornecimento através da irrigação, em função da demanda hídrica das culturas. Portanto, o FRI focaliza somente o suprimento de água através da irrigação em função do requerimento de água das culturas e dá uma indicação da condição de abundância ou escassez de água.

B - Razão global de consumo ou eficiência do projeto

De acordo com a terminologia empregada por Bos e Nugteren (1978), a razão global de consumo representa a eficiência do projeto. Este indicador está intimamente relacionado com o manejo da água e com o nível tecnológico da infraestrutura de irrigação do projeto.

O volume de água fornecido ao projeto é determinado como uma função do uso consutivo das culturas. Em outras palavras, a água fornecida que poderia adequadamente alcançar as necessidades das culturas no projeto. Um meio para estimar as necessidades das culturas para a área total irrigada como um todo, é considerar a evapotranspiração potencial (ETp), para a área do projeto, e comparar com a água efetivamente fornecida. Como a precipitação pode suprir as necessidades da cultura, em parte ou completamente, é preciso descontá-la da ETp, deste modo fornecendo uma estimativa mais realista do requerimento de água na área irrigada (Brito *et al.*, 1998). Para o manejo dentro da área irrigada é recomendado fixar um valor para a razão global de consumo, e fazer medidas do mesmo em base mensal (ou décadas) e anual (Bos, 1997).

C - Fornecimento médio de água

Conforme Brito *et al.* (1998), a definição em termos de volume por hectare, dá uma indicação sobre o quanto de água está sendo utilizada para produzir um hectare de área cultivada.

Svendsen e Vermillion (1994), observaram que a partir da década de 1970 o fornecimento médio de água nas tomadas das parcelas diminuiu consideravelmente no Projeto da Bacia Columbia. Essa observação coincide com o período de maior expansão da área sob irrigação por aspersão. Portanto, esta diminuição pode estar relacionada com

a mudança para uma tecnologia de aplicação de água mais eficiente, ou seja, do sistema de irrigação por superfície para sistemas de aspersão.

No Distrito Coello (Colômbia), houve uma redução de 12 % no volume médio anual de água, de aproximadamente 11.000m³/ha, em 1982, para 9.700 m³/ha, em 1991. Esta tendência foi influenciada por duas mudanças básicas na agricultura irrigada, em Coello. A primeira foi a expansão na área total irrigada, de aproximadamente 21.000 ha em 1977 para a faixa compreendida entre 27.000 ha e 37.000 ha, no final da década de 1980 e início da década de 1990, respectivamente. A segunda foi a mudança do monocultivo do arroz para outras culturas. Após a transferência do manejo da irrigação para os usuários, o Distrito Coello excluiu a área arenosa para o cultivo do arroz. Esta parcial restrição implicou no aumento da área plantada por outras culturas, principalmente algodão, sorgo e soja (Vermillion e Garcez-Restrepo, 1996).

D - Desempenho do sistema de distribuição da água

Ao operar um perímetro de irrigação é fundamental conseguir-se a maior eficiência possível na distribuição de água, sobretudo quando são analisados os custos decorrentes do seu bombeamento. A operação eficiente depende também de uma boa conservação de suas obras, pois ela é um serviço necessário para que as redes de irrigação e drenagem estejam sempre aptas para um uso ininterrupto. Esse serviço inclui todos os tipos de reparos nas estações de bombeamento, limpeza de canais, manutenção de construções, limpeza periódica e reforma de redes de drenagem, etc. As unidades encarregadas desses serviços de manutenção devem ser bem equipadas, dotadas de pessoal capacitado e, sobretudo, articulada com aquelas de programação e de operação, a fim de se evitar soluções de continuidade e permitir ações e correções em tempo hábil (CODEVASF, 1986).

O conceito intrínseco deste indicador é fornecer uma informação sobre como o fornecimento de água está se desempenhando, em termos de volume planejado a ser distribuído e o volume realmente distribuído (Brito *et al.*, 1998).

Segundo Bos (1997), a taxa de variação da razão de condução ou transporte é um indicador da necessidade de manutenção do sistema. Portanto, a eficiência de condução é função da administração por parte do distrito de irrigação e da tecnologia de revestimento e de controle que é utilizada.

2.2.3. Indicadores financeiros

Considera-se de suma importância a avaliação econômica do perímetro irrigado, principalmente na fase em que os perímetros estão sendo administrados pelos próprios usuários através de suas organizações (Effertz *et al.*, 1993).

De acordo com Bos (1997), cada um dos participantes do setor agrícola, ou seja, políticos, membros de agências (distrito de irrigação, associação de usuários, departamento de água, etc) e produtores, têm uma diferente perspectiva no significado do desempenho econômico. Cada um, portanto, requer um grupo separado de indicadores que reflita separadamente seus objetivos.

A - Auto-suficiência financeira e desempenho do pagamento da tarifa de água

Conforme Johnson (1997), o programa de transferência de perímetros públicos para administração privada é planejado para assegurar às associações de usuários os recursos financeiros para ser auto-suficiente. Isto significa que as tarifas de água têm que alcançar um nível onde os custos de operação, administração e manutenção do distrito sejam cobertos. Além disso, as tarifas de água têm que ser suficientes para alcançar a quota do distrito nos custos de operação, administração e manutenção do

canal principal e da fonte de água do projeto, quando esses eram de responsabilidade do órgão público do governo.

Ocorrendo ausência ou insuficiência de recursos financeiros, o usuário terá sua performance comprometida. Além disso, a própria adoção de tecnologia poderá ser prejudicada pela ausência de crédito para a aquisição de insumos recomendados pela assistência técnica. Isso se refletirá obviamente no desempenho do perímetro irrigado (Brito, 1986).

Portanto a auto-suficiência financeira informa que percentagem de gastos sobre operação e manutenção (O&M) estão sendo gastos localmente. Se os subsídios do governo sobre O&M são fornecidos pesadamente, a auto-suficiência financeira será baixa, enquanto que, se os usuários do local, através do pagamento das suas tarifas, conseguem cobrir a maior parte dos gastos de O&M, a auto-suficiência será alta (Molden *et al.*, 1998).

Segundo Vermillion (1997), o custo da água aos produtores têm maior probabilidade de aumentos em projetos que utilizam estações de bombeamento, ou em outros projetos onde os subsídios que existiram antes da transferência do manejo foram retirados, como ocorreu na Indonésia, Bangladesh e Senegal. Todavia, a viabilidade financeira das organizações que administram os distritos e módulos de irrigação, após a sua transferência, é mais aparente em regiões onde a produtividade econômica e agrícola da agricultura irrigada é alta, tal como nos Estados Unidos, México, Chile e Colômbia.

De acordo com Kloezen *et al.* (1997), um dos principais impactos dentro do processo de transferência do manejo de irrigação no Distrito de Irrigação Alto Rio Lerma (México), foi a enorme melhoria na auto-suficiência: de 50% nos 3 anos que precederam a transferência (1992), a valores acima de 120% nos anos pós-transferência.

Dados sobre a performance de pagamento da tarifa, nos períodos anteriores a transferência não são disponíveis, porém os dados para os quatro anos que seguem esse processo revelam uma taxa de coleta de 120%.

Molden *et al.* (1998), no estudo comparativo entre vários projetos de irrigação em diversos países, observaram que nos sistemas gerenciados por associações de usuários a auto-suficiência financeira foi em torno de 100%, enquanto que os sistemas gerenciados por órgãos públicos tiveram valores variando entre 30 e 50%. Este resultado deve ser interpretado com cautela, pois levou em consideração apenas dois sistemas, que foram transferidos do governo para as associações de usuários.

No Projeto de Irrigação Samaca, na Colômbia, Fraiture e Garcez-Restrepo (1997) fizeram uma análise temporal com o uso de indicadores de desempenho e constataram que no período entre 1986 a 1990, a auto-suficiência média foi de 35%, indicando que 65% foi subsidiada pelo governo. Com a transferência do manejo de irrigação, esta situação mudou drasticamente. Embora a transferência tivesse sido realizada de fato em 1992, o governo já tinha iniciado o processo em 1991, através do aumento de 170% da tarifa de água, passando de aproximadamente US\$ 19 para US\$ 42 por hectare. Concomitante a isso, a auto-suficiência subiu de 50% em 1991, para 109% no ano seguinte. Nesse momento o governo reduziu os subsídios a zero e todos os custos para manter e operar o sistema foram cobertos pelos próprios usuários.

Os aumentos da tarifa de água realizados no México, foram associados ao programa de transferência do manejo de irrigação (Quadro 2), que proporcionou um aumento na auto-suficiência financeira, de 37 % em 1991 a 80 % em 1994. Para geração de receitas a partir das tarifas do serviço de irrigação, a percentagem dos usuários que estão em dia é muito importante. Devido a exigência do pagamento das tarifas, antes do

fornecimento de água aos produtores, este país tem alcançado níveis de performance de pagamento ao redor de 100 % (Johnson, 1997).

Quadro 2. Aumentos nas tarifas de água resultantes do processo de transferência em distritos e módulos de irrigação selecionados, México.

Distrito de Irrigação	Módulo	Ano da Transferência	Tarifa (US\$ por 1000m ³)			% de aumento
			1992	1993	1994	
Don Martín	7	1992	5,11	5,78	7,43	57
Culiacán-Humaya	III-2	1990-93	5,27	5,20	7,79	59
Zacatecas	6	1992-93	3,10	3,07	5,33	85
San Juan	IV-1	1992	0,86	2,22	2,25	180
Tulancingo	II	1993	4,41	4,37	5,94	45
Metztitlan	I	1993	2,94	2,91	4,88	79

Fonte: Johnson (1997).

No caso do DISNC, implantou-se em 1990 a tarifa de água diferenciada, separando os custos fixo e variável, criada com o intuito de incentivar a produção, reprimir a especulação imobiliária do perímetro e, principalmente, reduzir os custos para o uso racional de água e da área irrigável (DIPSNC, 1998).

O valor da tarifa de água é calculado anualmente, através da adição de três parcelas: (a) parcela de amortização dos investimentos públicos nas obras de infraestrutura de irrigação (k_1), calculada em função da vida útil e dos hectares irrigáveis do projeto; (b) parcela do custo fixo, correspondente ao rateio das despesas de administração, operação e manutenção, pela área total irrigável; e (c) parcela do custo variável (k_2), correspondente ao valor das despesas de energia elétrica rateado pelo consumo de água no projeto.

A inadimplência é bastante comum entre os colonos (Quadro 3). Preocupado com os altos índices de inadimplência, o DISNC resolveu elaborar uma pesquisa sócio-econômica, com a finalidade de traçar o perfil dos irrigantes inadimplentes, em especial aqueles com atraso superior a 12 meses no pagamento de suas contas de água.

Quadro 3 - Débito dos usuários no Distrito Senador Nilo Coelho em 1998.

Produtor	%
Colonos	74
Empresas	26

Fonte: DIPSNC, 1998.

De acordo com as informações colhidas, verificou-se a reduzida capacidade gerencial dos irrigantes em conduzir seus lotes de maneira racional e produtiva, tendo provavelmente como fator principal, o baixíssimo grau de instrução, já que foi verificado um índice de 84% entre analfabetos e semi-analfabetos. Vale também destacar que 80% das pessoas entrevistadas declararam ter renda familiar abaixo de 5 salários mínimos e que 81% dedica de 2 a 5 salários para o consumo familiar. Portanto, acredita-se ser este um outro fator determinante da inadimplência, pois, praticamente, a renda obtida do trabalho no lote é utilizada no consumo familiar. Este fato pode ser proveniente de falhas na comercialização, danos naturais, escolha incorreta da melhor cultura, etc. (DIPSNC, 1998).

Em estudos existentes, elaborados pelo DISNC, o custo da água, em média, atinge número inferior a 10% dos gastos totais das culturas. Ocorre que o projeto, com seu sistema de irrigação pressurizado, necessitando de várias sub-estações de bombeamento e um consumo excessivo de energia elétrica, não permite que se implante certas culturas pouco rentáveis, a menos que em sistemas de consórcio. As culturas

anuais como feijão e milho, são as de menor custo no tocante a insumos, fazendo com que o produtor, já em situação difícil, opte por uma destas e, conseqüentemente, não consiga cobrir nem mesmo os custos primários da própria cultura.

2.2.4. Indicadores da produtividade agrícola

A - Retorno econômico da produção

Na avaliação do desempenho dos projetos de irrigação observa-se uma forte tendência de ênfase sobre o custo dos insumos, principalmente a água, sem no entanto haver maior preocupação com o aspecto de produção e produtividade, que são os componentes principais da renda (CODEVASF, 1986). Segundo Brito *et al.* (1998), o fornecimento médio de água pode ser melhor descrito quando informações detalhadas sobre o padrão de cultivo são disponíveis, de modo que a água aplicada pode ser separada por cultura. Adicionalmente, quando são disponíveis informações sobre o preço de mercado das culturas e a produção das mesmas, um outro indicador pode ser obtido, como a massa adicionada ao rendimento da cultura por volume de água aplicado, ou retorno econômico por unidade de água, em US\$/m³.

Svendsen e Vermillion (1994), constataram que as mudanças no padrão de cultivo, através do incremento em área plantada por culturas perenes (frutas), possibilitou um aumento constante do valor bruto da produção (VBP) nos três distritos de irrigação do Projeto da Bacia Columbia. Em termos reais, o valor bruto anual da produção por hectare duplicou entre os anos de 1960 e 1989 (de \$880 para \$2.046), indicando que, do ponto de vista financeiro, o projeto é sustentável. Coube também destacar nesse estudo, que o Distrito Sul, que era o menos produtivo nos primeiros anos do projeto, tornou-se o mais rentável. A possível explicação para esta situação, segundo

os autores, é o maior uso dos sistemas de irrigação por aspersão, cujo uso se expandiu bastante durante os anos analisados.

Ao analisar 18 projetos de irrigação, Molden *et al.* (1998) verificaram que naqueles onde se cultiva apenas o arroz, o valor bruto da produção (VBP) por unidade de área cultivada foi igual ou menor a US\$ 1.000,00 por hectare, enquanto nos que cultivam frutas e culturas industriais, tiveram VBP entre US\$ 2.000,00 e \$ 3.500,00. O comportamento foi o mesmo quando relacionou-se o VBP com o volume de água fornecido pela irrigação. Nos projetos que cultivam unicamente o arroz, o VBP ficou entre US\$ 0,04/m³ e \$ 0,10/m³, nos que cultivam o arroz na estação úmida e outras culturas durante a estação seca, apresentou um VBP entre US\$ 0,10 e \$ 0,29, já naqueles onde a fruticultura, as culturas industriais e vegetais são cultivados, o VBP foi maior que US\$ 0,20.

2.2.5. Energia elétrica

Considerando que a maioria dos perímetros irrigados captam água através do uso de estações de bombeamento e, portanto, os custos de energia elétrica incidem significativamente nos custos operacionais, inclui-se o estudo deste fator, a fim de se avaliar se as estações de bombeamento estão sendo operadas de forma adequada e com a racionalidade necessária. Para composição desta análise, utilizam-se os dados de volumes captados e fornecidos, a área irrigada e as informações de consumo e demanda de energia no mês, obtidos através das contas de energia (Effertz *et al.*, 1993).

Segundo Brito (1986), várias medidas podem ser tomadas, ao longo do tempo, para reduzir custos. Em primeiro lugar, o manejo racional da água de irrigação, fazendo-se bom uso dos coeficientes de cultivo na determinação do uso consuntivo, poderá reduzir a demanda total de água no ciclo da cultura, reduzindo assim o número de horas

de bombeamento, o que implica em redução no uso da energia. Também o manejo criterioso do sistema pode permitir a operação fora do “horário de ponta”. Tudo isso se reflete em custos.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. O Perímetro

O Projeto de Irrigação Vale do Massangano, denominado posteriormente Projeto de Irrigação Senador Nilo Coelho (PISNC) é advindo 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 famílias do campo para áreas urbanas. O projeto foi executado pela Companhia de Desenvolvimento do Vale do São Francisco (CODEVASF), sob à jurisdição da 3ª Diretoria Regional. A implementação teve início no período 1979/80, entrando em fase de produção no ano de 1984 (Quaglia *et al.*, 1989).

3.2. Histórico

O Projeto de Irrigação Senador Nilo Coelho teve seus estudos iniciados na primeira metade da década de 60, através de um acordo básico entre o Governo do Brasil e as Nações Unidas, tendo sido a FAO (Food and Agriculture Organization) selecionada como Agência Executora pelo lado das Nações Unidas e a SUDENE (Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste), em contrapartida, pelo lado do Governo Brasileiro, efetuando-se, a nível de reconhecimento e Plano Diretor, o levantamento dos recursos de solos e água na região do Sub-Médio São Francisco, cobrindo uma área de cerca de 60.000 km². Como consequência desses estudos, foram selecionadas entre outras, como potencialmente irrigáveis, as atuais áreas inseridas no PISNC (Sobrinho *et al.*, 1987).

Em 1969 a SUVALE (Superintendência do Vale do São Francisco), atual CODEVASF (Companhia de Desenvolvimento do Vale São Francisco) iniciou o estudo

de viabilidade técnica do perímetro irrigado do Projeto Senador Nilo Coelho com o levantamento dos recursos de água e solo, o qual abrangeu uma área de 6.000 ha. Recomendou-se, na época, a adoção do método de irrigação por gravidade, ressaltando-se que a presença de solos arenosos e a presença de camadas impermeáveis a pouca profundidade seriam os fatores limitantes a prática deste método em algumas áreas do perímetro. Além disso, a água para irrigação seria captada do leito do rio São Francisco.

Entre 1977/79, a Geotécnica, a serviço da CODEVASF, elaborou um projeto executivo, cujos resultados foram a mudança da captação da água para a barragem de Sobradinho e um aumento da área para 15.000 ha, sendo que 12.503 ha são de área líquida irrigável. A Hidroservice projetou a tomada de água e a estrutura de adução sob o dique da barragem. Com o financiamento do Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID), as obras foram executadas pela Mendes Júnior a partir de 1979.

Em 1980, a ODA (Overseas Development Administration, da Inglaterra), através de um contrato com o governo de Pernambuco, elaborou um relatório recomendando a irrigação por aspersão. A partir desta proposta de mudança, o projeto teve que ser todo reformulado. As estações de bombeamento e a rede subterrânea de tubulações tiveram que ser incorporados, em substituição as redes de canais para irrigação por gravidade. Em função da maior eficiência da aspersão, as áreas irrigáveis que ficam acima do canal principal são incorporadas a área líquida irrigável, que passa a ser de 20.018 ha.

De 1980 a 1982, o consórcio Enco/Tahal teve a supervisão técnica das obras. Em 1984 o projeto entra em funcionamento e em 1986 a Hidros fez o projeto executivo das áreas adicionais, canal CS 210. A área total do projeto estudado foi de 40.763 ha, onde 20.018 ha são de áreas irrigáveis.

Desde 1990, com empréstimo do BID, está sendo implantada a área de expansão Maria Tereza, no km 25 do PSNC, que possibilitará o assentamento de mais 823 colonos em 4.936 ha, além de mais 600 ha destinados a empresas.

O PISNC é uma das obras mais importantes construídas pela CODEVASF, promovendo o desenvolvimento do Sub-Médio São Francisco, região das mais áridas do Nordeste brasileiro, com um investimento da ordem de US\$ 200.000.000,00. Já estão implantados 15.600 ha, com uma área em torno de 12.400 ha efetivamente em produção, além de 4.798 ha, na área Maria Tereza, totalizando 20.300 ha. Estima-se em cerca de 70.000 empregos diretos e indiretos, gerados pelo projeto na região (DIPSNC, 1998).

3.3. O processo de emancipação

A emancipação de um projeto de irrigação é o processo de transferência da operação e manutenção de suas estruturas e sistema, assim como da administração, cuja responsabilidade passa do órgão público para a associação de irrigantes ou distrito de irrigação (Effertz, 1993).

Na concepção da estrutura administrativa do projeto, a CODEVASF firmou convênio com a EMATER (Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural) para que os colonos (pequenos produtores) recebessem orientação, apoio, meios para se organizarem e criarem, a nível de cada um dos núcleos, uma instituição que os representassem coletivamente. Desde 1986, nos primeiros núcleos ocupados, um após outro, foram surgindo formalmente as associações dos produtores. O modelo de organização dos colonos retratava o empenho da CODEVASF em instituir o sistema de co-gestão, com a participação de representantes dos produtores, através de associações. No entanto, como resultado global, as Associações, ao contrário do desejável num

processo de emancipação, não foram bastante estimuladas pelos seus associados ou pela CODEVASF, para efetivamente alcançarem um ritmo de crescimento e independência com a administração pública (Zatz e Cardoso, 1989).

Até o ano de 1986, os perímetros irrigados no Brasil vinham sendo administrados, integralmente, por organismos públicos, porém a partir desse ano foi iniciado o processo de emancipação, que se inicia com a co-gestão até atingir a autogestão. Para que um projeto possa ser emancipado, deve ser criada uma entidade legal que represente seus irrigantes, assine contratos, conduza a operação e manutenção das estruturas e sistemas do projeto, assim como sua administração. Essa entidade é o distrito de irrigação (Effertz, 1993).

Dando prosseguimento a sua política de emancipação, a CODEVASF, em 1989, transfere para o Distrito de Irrigação, a operação e manutenção do PISNC, através de contrato de delegação de competência. O modelo de gerenciamento privado baseado no Distrito de Irrigação pressupõe a criação de uma associação de usuários que, em substituição ao Estado, passa a ser responsável pela administração do projeto de irrigação. É uma organização privada de caráter coletivo, instituída juridicamente nos moldes de associação civil, sem fins lucrativos e dotada de personalidade jurídica própria, tendo como objetivo primordial a administração, a operação e manutenção da infraestrutura de irrigação, do patrimônio do projeto, incluindo os bens físicos e financeiros que receba do governo ou de particulares, bem como a cobrança de taxas pela prestação de serviços, como a do fornecimento da água, além de fornecer as condições necessárias para a produção agrícola e o bem estar dos associados.

A estrutura organizacional do distrito de irrigação encontra-se na Figura 2. Quando criado em 1989, o Distrito de Irrigação Senador Nilo Coelho (DISNC), contava

com os Conselhos de Administração e Fiscal e a Gerência Executiva, composta pelas gerências de Administração/financeira e de Operação e Manutenção.

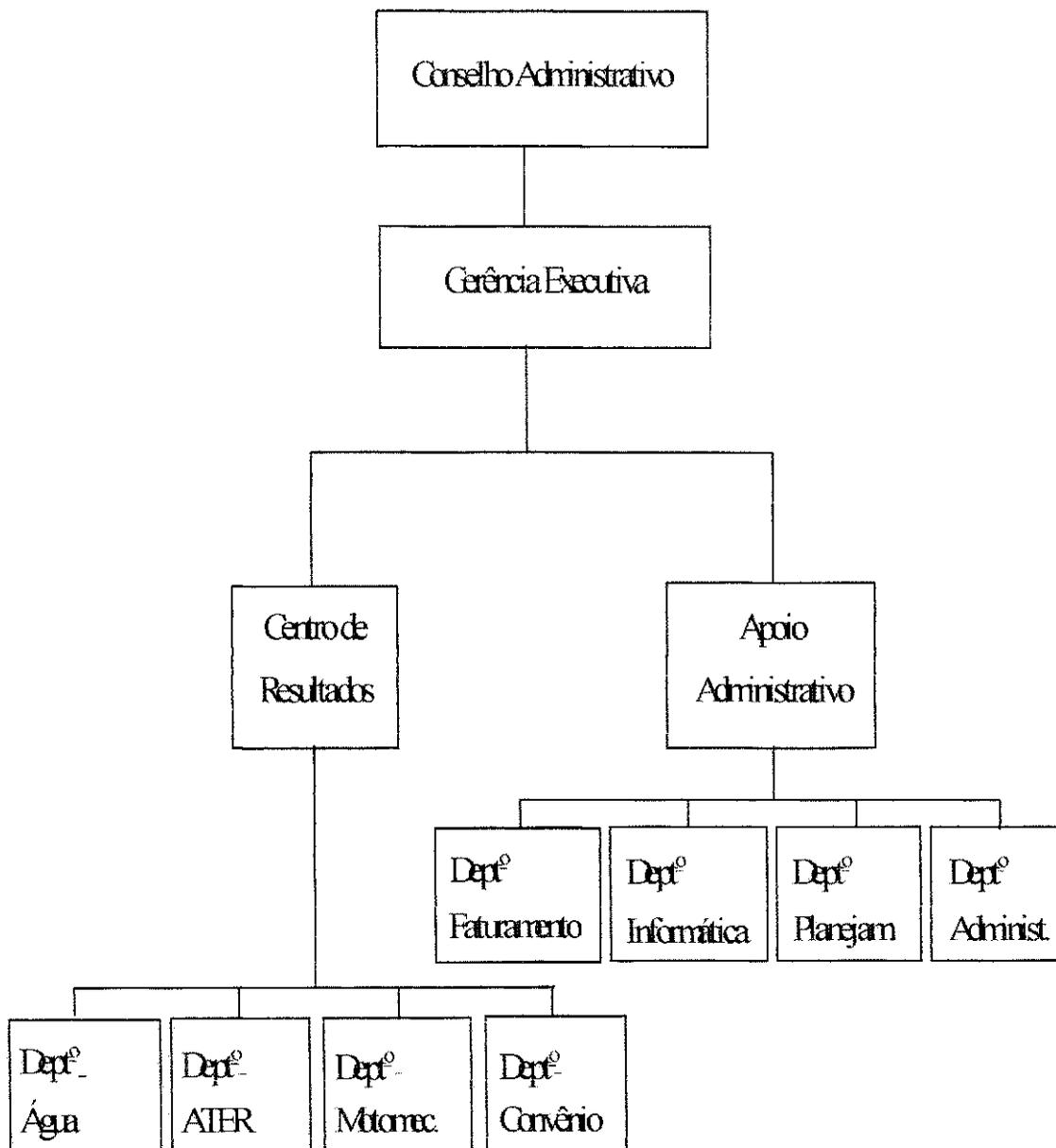


Figura 2 - Estrutura organizacional do DISNC.

A criação do DISNC, afetou, de maneira particular, o significado intrínseco da razão, ou função, original das Associações do Perímetro. Algumas mudanças, de ordem funcional, afetaram o cotidiano das relações nas 11 Associações, visto que deixaram de ter a função de operar e manter a infra-estrutura viária e de irrigação de cada núcleo, agora integrada na função principal e central do Distrito: administração da operação e manutenção da infra-estrutura de uso comum do perímetro. Cada Associação relacionou equipamentos, máquinas, e pessoal ligados às atividades de operação e manutenção: os primeiros foram entregues ao Distrito e os empregados demitidos, podendo ser, ou não, selecionados e contratados pelo distrito se tiverem interesse e qualificações para as funções a serem preenchidas (Zatz e Cardoso, 1989).

Atualmente os produtores estão distribuídos em 11 Associações de pequenos produtores, entidades com baixo poder de mobilização, com atuação irrelevante. Segundo os próprios produtores, este fato deve-se ao nível de desconfiança entre associados, que resulta em desunião e conseqüentemente em desorganização (DIPSNC, 1998).

3.4. Metodologia de avaliação

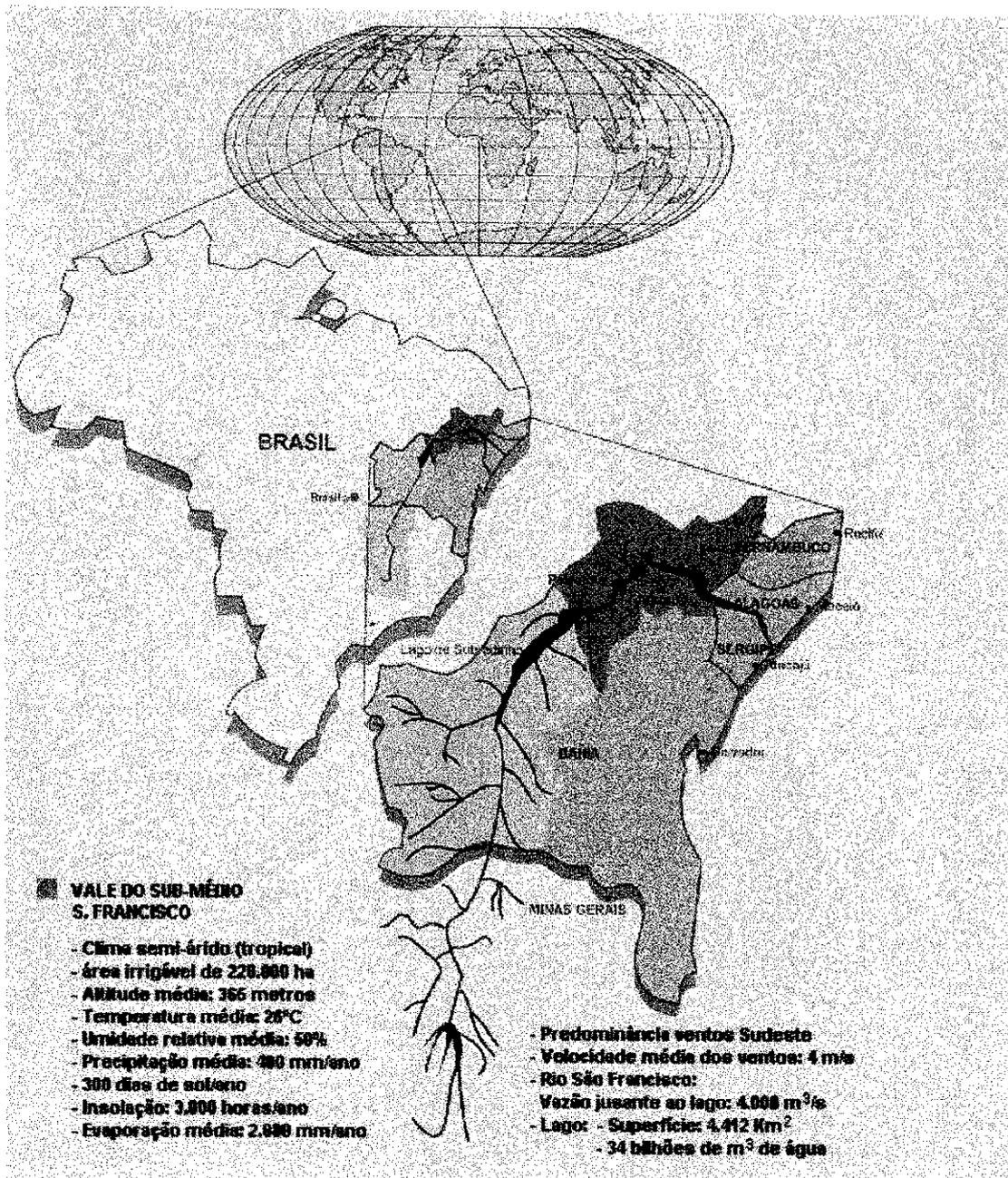
A metodologia baseou-se em dados obtidos de relatórios e documentos de acompanhamento e avaliação da CODEVASF e do DISNC, além de entrevistas com membros dessas instituições. Os dados coletados englobam séries temporais de parâmetros relacionados com as superfícies irrigável e irrigada por cultura; volumes captado na estação de bombeamento principal (EBP) e fornecido aos usuários; consumo e demanda de energia elétrica; faturas da tarifa de água e seu recebimento; custos financeiros do projeto (Distrito), produção agrícola estimada e preços das culturas.

De posse das informações, fez-se uma análise da evolução dos parâmetros, através de indicadores de desempenho, enfocando os diferentes aspectos ligados ao seu comportamento durante o período de estudo.

3.5. Localização

O Perímetro Irrigado Senador Nilo Coelho (PISNC) está localizado à margem esquerda do Rio São Francisco, no Nordeste brasileiro, estende-se desde a Barragem de Sobradinho, no município de Casa Nova-BA, até o município de Petrolina-PE (latitude $09^{\circ} 09'S$, longitude $40^{\circ} 22'W$) que tem cerca de 80% da área do Perímetro. O projeto tem uma área de 15.000 ha em operação, com 1.457 lotes para área de colonização, que respondem por 60% da área irrigável, e 132 lotes para a área empresarial, com 40% desta mesma área, dividida em 11 núcleos. A captação de água é feita no dique "B" da barragem de Sobradinho-BA, de propriedade da Companhia Hidroelétrica do São Francisco (CHESF).

A CODEVASF selecionou esse local pela existência de uma vasta área com possibilidade de ser irrigada (inicialmente estimada em 120.000 ha), como também, pela proximidade das cidades de Petrolina e Juazeiro, importantes pólos econômicos do Sub-Médio São Francisco (Figura 3). Trata-se de uma das regiões mais secas do Nordeste, integrante do chamado "Polígono das Secas", com pouco menos de 500 mm anuais de média de precipitação pluviométrica, distribuídos irregularmente durante o ano, além de uma elevada evaporação (Quaglia *et al.* 1989).



Fonte: DIPSNC, 1998.

Figura 3. Localização do Perímetro Senador Nilo Coelho (PSNC). Petrolina - PE.

3.6. Clima

Os dados meteorológicos foram obtidos da Estação Climática de Bebedouro da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), situada em Petrolina - PE, cujo tipo climático é Bshw, ou seja, estépico de inverno seco, muito quente, segundo

classificação de Köppen (EMBRAPA, 1981). Os dados correspondem ao período de 1990 a 1998, totalizando nove anos de observações (Quadro 4).

Quadro 4 - Dados médios mensais de temperatura média (Tmed), umidade relativa (UR), insolação (Ins), velocidade do vento (VV), precipitação (P) e evapotranspiração de referência (ETo), no município de Petrolina - PE.

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Ano
Tmed (°C)	26,5	26,6	26,1	26,4	25,7	24,4	23,8	24,6	26,3	27,5	27,6	27,4	
UR (%)	69,4	68,4	70,4	70,5	68,7	68,6	68,2	60,9	56,0	54,9	60,2	64,8	
Ins (h)	224	218	228	226	213	192	218	248	255	286	232	246	2785
VV (m/s)	1,7	1,6	1,6	1,7	2,0	2,4	2,6	2,8	2,9	2,7	2,3	2,0	
P (mm)	98	79	108	48	18	8	12	4	0,7	11	54	39	478
ETo (mm)	148	138	142	132	122	110	120	149	171	193	167	165	1757

Como a precipitação média anual é de apenas 478 mm, com chuvas ocasionais concentradas em poucos meses do ano e longos períodos secos, o desenvolvimento das culturas sem o uso da irrigação torna-se restrito. A temperatura média anual é de 26,1°C, com pouca oscilação entre meses e anos, apresentando os maiores picos entre outubro e dezembro, enquanto julho é o mês com menor valor em temperatura. Os valores observados de umidade relativa, insolação e velocidade do vento, proporcionaram médias de 65 %, 232 h e 2,2 m/s, respectivamente, apresentando também pouca variação média mensal e interanual.

Com o uso do modelo CRIWAR 2.0 (Bos *et al.*, 1996), foi determinada a evapotranspiração de referência (ETo), pelo método de Penman-Monteith, considerando a nova especificação da cultura de referência (Smith, 1990). Os valores de ETo

demonstram a alta demanda evapotranspirométrica da região, ocasionadas pela associação conjunta de altas temperaturas, baixa umidade relativa e significativa velocidade do vento.

3.7. Solos

No que concerne às características dos solos do Projeto Senador Nilo Coelho e sua fertilidade, existe uma grande variabilidade da capacidade de armazenamento de água e drenagem do solo, em função dos diferentes níveis de profundidade de camada impermeável encontrada no Projeto. Em geral os solos são arenosos e apresentam alta capacidade de infiltração e baixa capacidade de retenção da água. Com relação a fertilidade, os solos apresentam baixa fertilidade natural e moderada acidez, requerendo a aplicação de fertilizantes para uso agrícola. Há exigência para tratamento com calcário dolomítico, para neutralizar os efeitos do alumínio (Al), para balancear o nível de pH e aumentar a porcentagem de cálcio (Ca) e magnésio (Mg). (Quaglia *et al.*, 1989).

3.8. Infraestrutura de irrigação

Há dez conjuntos de eletrobombas na estação de bombeamento principal (EBP), com vazão total de 22,3 m³/s e potência nominal de 14.400 HP, divididos da seguinte forma:

- 2 conjuntos de 700 HP e 1,2 m³/s
- 4 conjuntos de 1400 HP e 2,1 m³/s
- 4 conjuntos de 1850 HP e 3,1 m³/s

O sistema condutor principal é composto por dois canais. O canal A tem 62 km de extensão e o canal B 3 km, ambos são revestidos de concreto simples e apresentam seção trapezoidal.

Para atendimento das necessidades de água para o canal B fica reservada sempre uma das unidades menores, de $1,2 \text{ m}^3/\text{s}$, podendo haver alternância, sem nenhum inconveniente. Para suprir as necessidades de água para a área alimentada pelo canal A, funcionaram todas as demais unidades, de modo a perfazer o total de $22 \text{ m}^3/\text{s}$. Todavia, somente nos meses de maior pico (setembro e outubro), deverá ocorrer essa demanda total, onde fica previsto o funcionamento da EBP por 24 horas, estimando-se diferentes situações no restante dos meses, com os conjuntos funcionando em função das necessidades estabelecidas pelo plano agrícola e pelas condições climáticas e edafológicas (Sobrinho *et al.*, 1987).

Os dois canais principais conduzem a água até a rede de canais secundários, os quais se estendem por 62,2 km e distribuem a água por gravidade às 30 estações de bombeamento secundárias (EB's) e aos reservatórios de operação do sistema. As estações de bombeamento secundárias são providas por conjuntos eletrobombas de $500 \text{ m}^3/\text{h}$ e motores de 150 HP. Ao todo, são 177 conjuntos instalados nas diversas estações, com número de conjunto variando entre 4 a 9 por EB. As bombas são centrífugas, de eixo horizontal e simples sucção.

Para permitir melhores condições de operação do sistema hidráulico do projeto, considerando-se, principalmente, o funcionamento noturno do mesmo, foram construídos 14 reservatórios "pulmões" com capacidade variando de 20.000 m^3 a 250.000 m^3 , na parte de jusante dos canais secundários, para armazenamento da água que poderia se perder no final do canal, bem como para acumulação de um volume que permita o funcionamento das estações secundárias, independente de falta de suprimento a partir de montante, por pequeno espaço de horas.

O suprimento de água, desde as EB's até os hidrantes dos lotes, onde são acoplados os tubos de alumínio com o sistema de irrigação, é feito através de uma rede

pressurizada de tubulações enterradas de cimento amianto e ferro fundido, tendo uma extensão de 303,8 km e diâmetros variando entre 150 e 700 mm. Além disso, existem 24 tomadas de água em lotes empresariais, com suprimento feito diretamente nos canais.

3.9. Manejo de água no perímetro

No distrito de irrigação é aplicado o sistema de demanda livre, como forma operacional de fornecimento de água aos usuários. De acordo com o contrato de fornecimento de água, o suprimento fica condicionado a apresentação prévia ao distrito, por parte do usuário, do seu plano anual de irrigação que indicará o volume necessário ao atendimento da implantação de sua cultura, plano este que será analisado e aprovado pelo distrito e passará a integrar o plano de irrigação elaborado para o perímetro. A água é entregue ao usuário, na tomada parcelar do lote com uma vazão, horário e dias pré-determinados pelo distrito, em função do plano de irrigação do perímetro, e de pleno conhecimento do usuário.

Os leituristas enviam todas as informações sobre a programação de água do dia (nível das comportas, dos reservatórios, número de canais abertos, etc) para a sede do distrito e imediatamente é repassada para o departamento de água, onde são feitos os ajustes necessários sobre o tempo de funcionamento das motobombas na EBP, suficiente para repor o consumo de água no dia seguinte. As EB's automatizadas são também programadas para trabalhar no dia seguinte ou à noite, quando houver necessidade.

3.10. Indicadores

Embora existam sugestões de cerca de 40 indicadores, é importante ter em mente que a avaliação visa ser uma ferramenta para os gerentes de projeto, e portanto o número de indicadores não pode ser muito extenso, pois isso inviabilizaria, do ponto de vista prático, a operacionalidade da avaliação.

A partir do conjunto básico de indicadores definidos pelo grupo de trabalho do Projeto RPIP e, em função da disponibilidade dos dados já existentes, selecionou-se alguns indicadores para avaliação do desempenho do DISNC. A seguir são descritos os indicadores de desempenho juntamente com suas relações e definições dos parâmetros utilizados.

3.10.1. Sustentabilidade da Área Irrigada

Este indicador é obtido da relação entre a área irrigada e a área irrigável, descrevendo a ocupação da área ao longo do tempo, sendo definida pela seguinte relação:

$$\text{Sustentabilidade da área irrigada} = \frac{\text{Área irrigada}}{\text{Área irrigável}} \quad (1)$$

A área irrigável representa o potencial de área que pode efetivamente ser cultivada através da irrigação.

3.10.2. Indicadores do balanço hídrico

a) Fornecimento relativo de água

Este indicador relaciona o suprimento total de água, ou seja, volume fornecido através da irrigação mais precipitação efetiva, com a demanda hídrica das culturas

(ETp). Teoricamente, a contribuição do lençol freático deveria ser considerada, porém as dificuldades para obtenção deste parâmetro impossibilitam o seu uso.

$$FRA = \frac{Vf + Pe}{ETp} \quad (2)$$

Onde: Vf = Volume fornecido na área irrigada (m³); Pe = Precipitação efetiva (m³); ETp = Evapotranspiração potencial das culturas (m³).

b) Fornecimento relativo de irrigação

Este indicador relaciona apenas o volume fornecido através da irrigação (sem considerar Pe) com a demanda de água das culturas (ETp - Pe)

$$FRI = \frac{Vf}{ETp - Pe} \quad (3)$$

c) Razão Global de Consumo

A razão global (projeto) de consumo, quantifica a fração da irrigação evapotranspirada pelas culturas no balanço hídrico da área irrigada, definida como:

$$\text{Razão Global de Consumo} = \frac{ETp - Pe}{Vf} \quad (4)$$

O valor de (ETp - Pe) para a área irrigada é determinado pela cultura, clima e os intervalos entre aplicações de água, e pode ser calculado com o uso de modelos em programas de computador, como o CRIWAR (Bos *et al.*, 1996).

d) Fornecimento médio de água

O PSNC foi dimensionado para fornecer a vazão unitária de referência de 1,2 l/s por hectare, cuja forma operacional de entrega de água é por demanda livre. O fornecimento médio de água aos usuários do sistema é obtido conforme a expressão a seguir:

$$FMA = \frac{V_f}{\text{Área irrigada}} \quad (5)$$

Convém mencionar que as vazões usadas na determinação de volume por hectare, são valores médios coletados pelo Distrito, não tendo sido feita uma análise da sua uniformidade de distribuição.

e) Desempenho do sistema de distribuição da Água

O desempenho de distribuição da água (DDA) é a relação entre o volume fornecido (V_f) para os lotes ou parcelas dos usuários do sistema e o volume bombeado (V_b) da EBP, cuja fórmula é:

$$DDA = \frac{V_f}{V_b} \quad (6)$$

3.10.3. Indicadores Financeiros

a) Auto-suficiência financeira

A partir dos dados coletados de receitas geradas das tarifas de água e dos gastos relativos a administração, operação, manutenção e energia do projeto, foram

determinados os índices de auto-suficiência financeira do distrito, através da seguinte relação:

$$\text{Auto-suficiência financeira} = \frac{\text{Receitas da irrigação}}{\text{Total de gastos do distrito}} \quad (7)$$

b) Desempenho do pagamento da tarifa de água

De acordo com Bos (1997), a fração da dívida anual das tarifas a serem pagas ao distrito ou a associação de usuários é um importante indicador do nível de aceitação da distribuição de água para irrigação como um serviço aos usuários. Ela é definida como:

$$\text{Desempenho do pagamento da tarifa de água} = \frac{\text{Valor pago}}{\text{Valor total devido}} \quad (8)$$

O valor pago representa o montante das tarifas pagas no mês das contas vincendas. O valor total devido é resultante da fatura das contas de água lançadas mensalmente.

3.10.4. Retorno econômico da produção

O valor bruto da produção (VBP) foi calculado em função da área colhida por cultura e valores de produção, a partir de dados obtidos de relatórios de acompanhamento da Assistência Técnica e Extensão Rural (ATER). Com relação aos preços das principais culturas, a fonte utilizada foi o Mercado Produtor de Juazeiro - BA. Os valores monetários foram convertidos em dólar, considerando a cotação média mensal.

O retorno econômico por unidade de área e de volume de água é dado em US\$/ha e US\$/m³, respectivamente, sendo definido por:

$$\text{Retorno econômico} = \frac{\text{VBP}}{\text{Área irrigada}} \quad (9)$$

$$\text{Retorno econômico} = \frac{\text{VBP}}{\text{Vf}} \quad (10)$$

3.10.5. Energia elétrica

De posse das contas lançadas mensalmente por cada estação de bombeamento, foram confeccionadas planilhas para o cálculo dos indicadores, os quais são:

a) Índice do consumo de energia em kWh/ ha irrigado; (11)

b) Índice do consumo de energia em kWh/ m³ fornecido; (12)

c) Índice da demanda de energia em kW/ha irrigado; (13)

d) Índice da demanda de energia em kW/ m³ fornecido. (14)

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Sustentabilidade da Área Irrigada

A sustentabilidade da área irrigada representa a taxa de ocupação do projeto. Sua obtenção foi realizada através da relação entre as médias anuais das áreas irrigada e irrigável, descrevendo a ocupação da área ao longo do tempo (Quadro 5).

Quadro 5. Sustentabilidade da área irrigada.

Anos	Área Irrigada (ha)	Área Irrigável (ha)	Sustentabilidade
1989	4.354	14.787	0,29
1990	5.055	14.846	0,34
1991	6.637	15.226	0,44
1992	7.460	15.209	0,49
1993	10.472	15.218	0,69
1994	10.960	15.213	0,72
1995	11.782	14.708	0,80
1996	11.301	14.783	0,76
1997	11.666	15.141	0,77
1998	12.161	15.528	0,78

Pode-se observar no Quadro 5, um progressivo aumento na área irrigada, principalmente a partir de 1993, com a criação da Assistência Técnica e Extensão Rural (ATER). Provavelmente seja este um fator de fundamental importância para que houvesse este incremento em área irrigada, pois os pequenos produtores passaram a ter um melhor acompanhamento do seu cultivo, além de ganho de conhecimento através de dias de campo, cursos, etc. A fruticultura também colaborou para o avanço de novas áreas, na medida que passou a ser uma alternativa econômica e viável para os produtores. Porém um aspecto de grande relevância, dentro do processo de ocupação de

áreas irrigáveis, deveu-se principalmente ao aumento das tarifas de água e aos cortes que foram efetuados aos usuários inadimplentes, com o objetivo de evitar a especulação financeira, tornando inviável a manutenção do lote, sem a aplicação de investimentos para sua produção. Este tema será discutido no item sobre indicadores financeiros.

A sustentabilidade apresentou um valor de 0,29 em 1989, quando o projeto estava em fase de implementação, e alcançou o máximo em 1995, seguido de uma pequena queda em 1996 e voltando a se recuperar nos anos posteriores. Esta queda pode ser explicada pela redução na área plantada com culturas anuais e aumento da área com culturas perenes (Figura 4).

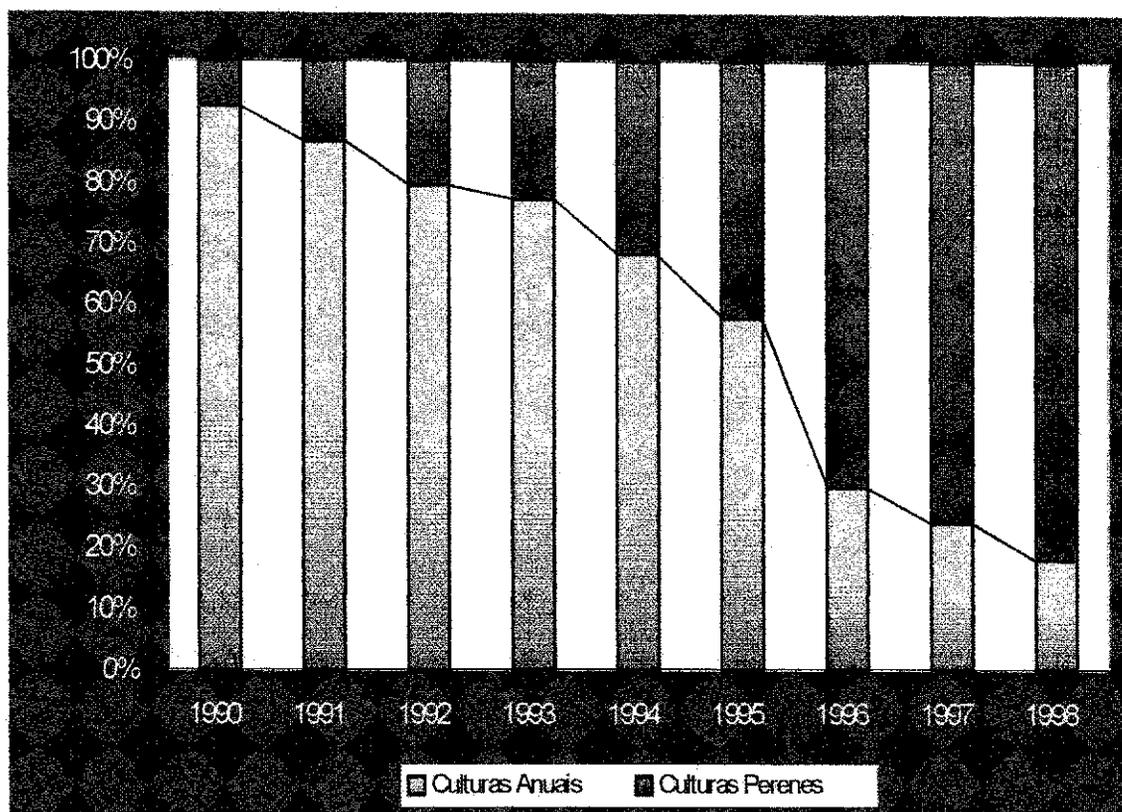


Figura 4 - Evolução das culturas anuais e perenes em função da área plantada.

Dantas Neto (1994) analisando o padrão de cultivo das principais culturas (oito anuais e uma perene) no ano de 1992 na área de colonização do PISNC, afirma que a menor taxa de ocupação mensal ocorreu no mês de abril com 20,5% enquanto que o mês de maior ocupação foi o de outubro com 58,8%.

O DISNC apresentou uma inversão no percentual de ocupação de áreas entre culturas anuais e perenes (Figura 4). No início da operação do projeto houve uma preferência dos produtores por culturas anuais, que são menos onerosas, de fácil condução, porém de baixos resultados econômicos, pois destinam-se mais a subsistência, incorporação ao solo e receita para pagamento da tarifa de água. Entretanto, o resultado financeiro é deficitário, não cobrindo os valores de custeio e desestimulando os produtores em safras seguintes. Isto caracteriza a instabilidade nos padrões de comercialização, onde os produtores vêm procurando correr menos riscos. Atrasos nas liberações de crédito também favoreceram a seleção destes cultivos.

O processo de substituição de culturas anuais por perenes teve início em 1991, principalmente com banana e manga. O cultivo da banana foi indicado pela ATER (Assistência Técnica e Extensão Rural) por apresentar as características de baixo custo de implantação, precocidade para início de colheita (1 ano) e escalonamento da produção durante todo o ano. Isto permitiu um maior ganho em receitas por parte do pequeno produtor (colono), garantindo, assim, o pagamento da tarifa de água.

Com a garantia de um retorno lucrativo, através da exportação, aliado a adoção de tecnologias e organização dos produtores, as culturas perenes aumentaram sensivelmente sua área de cultivo. Produtos como manga, uva, coco e goiaba estão entre aqueles que oferecem grandes oportunidades aos produtores, através da rentabilidade que tem apresentado nos mercados interno e externo.

Segundo os membros da ATER, devido a fatores como perecibilidade, demanda de mão-de-obra (colheita) e peculiaridades na comercialização, os produtores de acerola tem erradicado seus plantios. Porém, com a estabilização dos preços e o aparecimento de variedades definidas, os produtores despertaram interesse em novos plantios.

Quadro 6 - Área plantada (ha) das principais culturas anuais e perenes.

Culturas	ANOS								
	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Anuais	11.576,5	14.221,8	12.795,1	15.719,0	14.708,2	12.226,7	4.372,1	2.938,5	2.939,8
ABÓBORA	2.034,0	789,6	892,8	446,0	476,0	450,0	61,0	10,0	73,8
FEIJÃO	5209,0	6.617,8	5.254,8	9.076,0	6.167,0	2.906,0	1.709,0	979,0	1.636,1
MELANCIA	3.080,5	2.514,9	2.638,0	1.735,0	1.446,0	758,0	386,0	284,0	399,9
MILHO	387,0	789,7	1.284,9	1.476,0	649,0	487,0	456,0	421,0	243,5
TOMATE	600,0	2.484,9	1.597,5	2.560,0	3.875,0	3.378,0	1.834,0	609,0	328,5
Perenes	929,7	2.156,8	3.283,2	4.649,3	6.807,7	8.974,0	10.242,8	9.269,1	11.862,4
ACEROLA	7,5	84,0	143,0	482,0	571,0	511,0	443,0	410,0	484,6
BANANA	177,2	821,0	1437,0	1.506,0	2.394,0	3.633,0	4.047,0	3.510,0	2.985,8
CÓCO	6,5	97	175,0	268,0	345,0	481,0	837,0	1.191,0	1.715,9
GOIABA	20,5	42	54,0	87,0	162,0	361,0	513,0	749,0	1.181,5
MANGA	397,8	792	973,0	1.667,0	2.504,0	2.951,0	3.296,0	3.632,0	3.936,7
UVA	109,0	207	308,0	370,0	422,0	490,0	596,0	799,0	947,45
TOTAL	12.506,2	16.378,6	16.078,3	20.368,3	21.515,9	21.200,7	14.614,9	12.207,6	14.802,2

Fontes: -Relatório de Atividades do DIPSNC/ATER.
-Relatório de Monitoria, CODEVASF - 3ª SR.

A ocorrência de fortes ventos em 1997 e 1998 proporcionou a queda de extensas áreas cultivadas com banana, o que tem provocado a substituição por outras culturas perenes, com reflexos na área total cultivada por esta cultura. Em decorrência dessa queda, a manga passou a ser a cultura de maior área plantada no DISNC, conforme pode ser verificado na Figura 5.

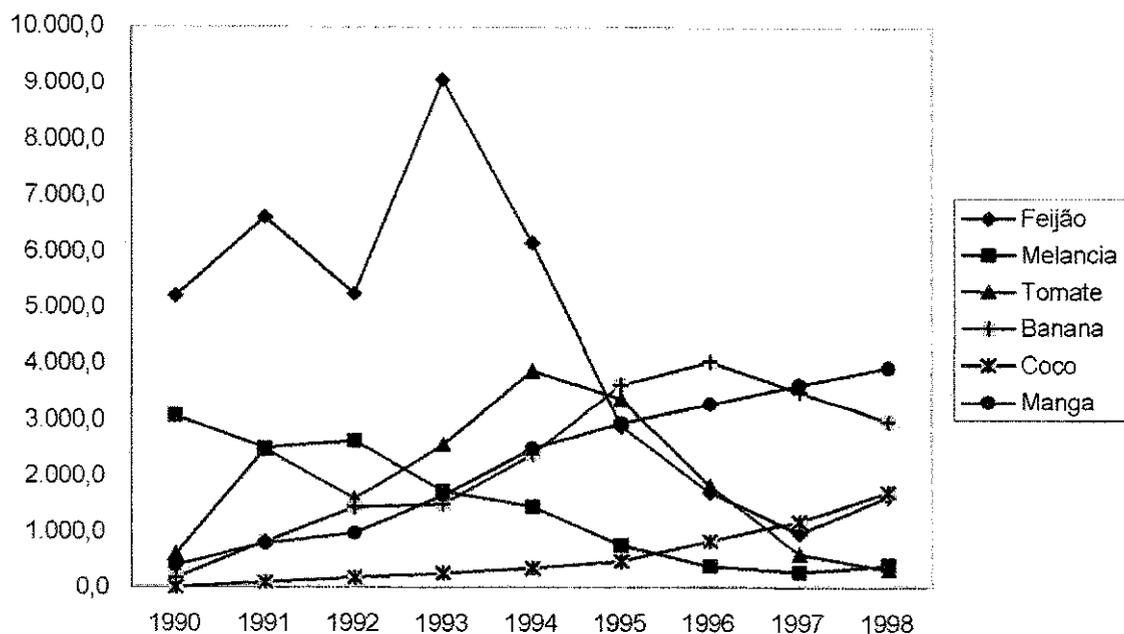


Figura 5 - Evolução na área plantada das principais culturas.

4.2. Indicadores do balanço hídrico

4.2.1. Fornecimento médio, relativo e razão global de consumo

Dentro do contexto de estar inserida em uma região semi-árida, a água vem a ser o insumo mais valioso, e manejá-la eficientemente torna-se uma obrigação, exigindo a adequação do volume de água fornecido para atender as necessidades das culturas. Portanto, é recomendável que os indicadores relacionados ao consumo de água aproximem-se do valor unitário.

Com o uso do modelo CRIWAR (Bos *et al.*, 1996), fez-se a estimativa da evapotranspiração potencial das culturas (ETp) e da precipitação efetiva (Pe). Os valores obtidos no CRIWAR e nos relatórios do DISNC, necessários para determinação dos indicadores, são apresentados no Quadro 7.

Quadro 7. Fornecimento médio de água, fornecimento relativo de água (FRA), de irrigação (FRI) e razão global de consumo (RGC), entre 1990 e 1998.

Anos	Área Irrigada (há)	Etp (10^3 m^3)	Pe (10^3 m^3)	Vf (10^3 m^3)	Forn.médio ($10^3 \text{ m}^3/\text{ha}$)	FRA	FRI	RGC
1990	5.055	37.548	9.092	85.496	16,85	2,51	2,99	0,33
1991	6.637	58.060	20.492	91.332	13,76	1,87	2,33	0,43
1992	7.460	63.743	21.714	89.106	11,94	1,74	2,12	0,47
1993	10.472	103.884	11.754	149.637	14,29	1,55	1,62	0,62
1994	10.960	123.152	34.669	128.664	11,74	1,33	1,45	0,69
1995	11.782	117.685	43.975	109.568	9,30	1,30	1,49	0,67
1996	11.301	123.198	35.095	129.916	11,50	1,34	1,47	0,68
1997	11.666	117.554	32.721	114.212	9,79	1,25	1,35	0,74
1998	12.161	135.263	30.145	141.931	11,67	1,27	1,35	0,74

O requerimento de água para o Projeto Nilo Coelho está dimensionado na base do valor de referência de $3,6 \text{ m}^3/\text{h}$ por ha e a irrigação é feita durante o dia de fornecimento de água, em termos de volume por hectare, que dá uma indicação de quanto de água está sendo usada para produzir um hectare cultivado. Os valores no Quadro 7 demonstram uma queda no fornecimento médio de água aos usuários, principalmente em função da expansão da área irrigada e da melhoria no manejo da irrigação, de $16.850 \text{ m}^3/\text{ha}$, em 1990, a aproximadamente $11.670 \text{ m}^3/\text{ha}$, em 1998, com valor mínimo de $9.300 \text{ m}^3/\text{ha}$ em 1995.

Como a precipitação é baixa, os valores de FRA e FRI tendem a apresentar comportamento semelhante ao longo do tempo (Figura 6). Verifica-se que houve uma melhoria considerável do fornecimento relativo entre os anos de 1990 e 1998. Os valores encontrados demonstram que o distrito atendeu o usuário sem restrição no fornecimento de água, porém de forma excessiva nos primeiros anos da análise,

principalmente no triênio 1990-92, cujos valores médios de FRA e FRI foram 2,04 e 2,48, respectivamente. Entretanto, com o passar do tempo, o decréscimo gradual dos índices propiciou o alcance de níveis menos preocupantes para o último triênio (1996-98), de 1,29 para FRA e 1,39 para FRI. Isto significa dizer que os usuários receberam, em média, 29 % e 39 % mais de água, correspondente a necessidade de água das culturas e a demanda de irrigação, respectivamente.

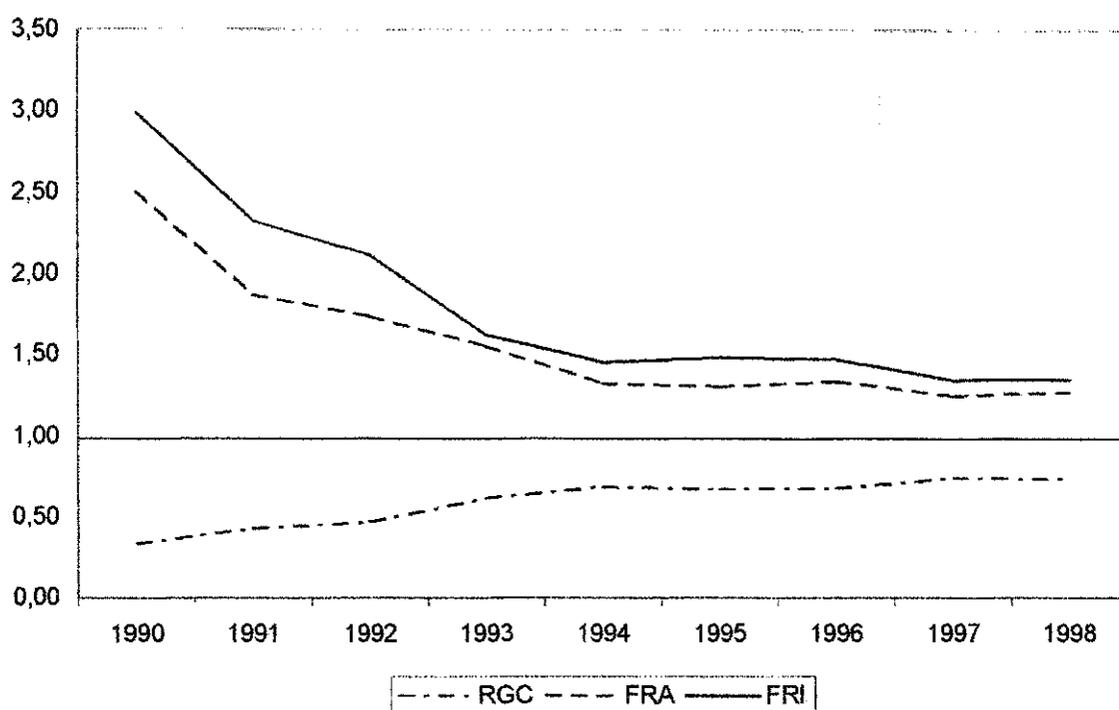


Figura 6. Evolução da RGC, FRA e FRI entre os anos de 1990 e 1998.

Acompanhando essa tendência, temos a Razão Global de Consumo (RGC), definida pela associação entre o requerimento de água das culturas e o volume fornecido aos lotes do projeto, ou seja, é o inverso do FRI. Portanto, para um sistema de irrigação com RGC de 0,80, seria necessário um FRI da ordem de 1,25 para atender a demanda de irrigação das culturas. Observa-se, no Quadro 7, que a RGC entre 1990 e 1998,

variou de 0,33 a 0,74. Segundo Brito (1999), é provável que o valor satisfatório deste indicador se situe ao redor de 0,80.

Os indicadores são influenciados pelo tipo de sistema de irrigação, bem como pela maneira de manejar adequadamente o sistema. Esse aumento na eficiência do projeto, principalmente a partir de 1992, coincide com a criação da assistência técnica do Distrito de Irrigação. Vale salientar que durante este período houve um aumento da área irrigada por sistemas de irrigação localizado.

De acordo com os relatórios da Assistência Técnica e Extensão Rural (ATER), praticamente toda a irrigação no DISNC era realizada por aspersão convencional. Porém, nos últimos anos, o distrito vem orientando, juntamente com a equipe da ATER, a substituição desse sistema por sistemas de irrigação localizada (microaspersão e gotejamento). Essa orientação é repassada aos produtores com lotes explorados com fruticultura, através de dias de campo e visitas técnicas, sendo observado as diversas vantagens desses sistemas, tais como: menor custo operacional, economia em mão-de-obra, fertirrigação, etc.

Analisando-se os resultados encontrados, vale considerar a interdependência entre os indicadores, pois observa-se, que ao longo do tempo, os indicadores de sustentabilidade da área irrigada e RGC, aproximam-se de um mesmo valor. Esta observação revela a tendência para convergência entre os indicadores, quando as metas planejadas para o projeto são alcançadas.

Portanto, além dos fatores climáticos e de sustentabilidade da área irrigada, os quais influem diretamente sobre o volume a ser demandado, as mudanças no padrão de cultivo com a troca gradual dos sistemas de aspersão convencional para sistemas de irrigação localizados (microaspersão e gotejamento), e a melhoria do manejo da

irrigação, devido ao ganho de conhecimento pelos produtores, com a ajuda da assistência técnica, têm possibilitado esta maior eficiência no uso da água.

4.2.2. Desempenho da distribuição da água

Os volumes fornecidos anualmente foram relacionados aos volumes bombeados na estação de bombeamento principal (EBP). Verifica-se no Quadro 8 que a razão de derivação (distribuição) em alguns anos ultrapassou 1,0, e isso ocorre, provavelmente, quando parte representativa do volume fornecido é bombeado da água acumulada nos reservatórios de compensação. De um modo geral, o desempenho do projeto é bastante satisfatório.

Quadro 8 - Desempenho do sistema de distribuição ao longo do tempo.

Ano	Vol. Captado na EBP (1000 m ³)	Vol. Fornecido aos usuários (1000 m ³)	Razão de distribuição
1989	88.397	71.827	0,81
1990	82.237	85.164	1,04
1991	87.174	91.332	1,05
1992	96.077	89.106	0,93
1993	149.703	149.637	1,00
1994	141.545	128.664	0,91
1995	121.422	109.568	0,90
1996	125.654	129.916	1,03
1997	116.342	114.212	0,98
1998	156.144	141.931	0,91

4.3. Indicadores financeiros

Com a finalidade de eliminar os efeitos da inflação e das constantes mudanças da moeda, foi necessário fazer uma padronização monetária, através da conversão da moeda local para o dólar americano.

No Quadro 9, são apresentados os parâmetros para determinação da auto-suficiência financeira do DISNC. Os valores de custo total, arrecadação e fatura da tarifa foram obtidos através da média mensal para o ano analisado. Como não foi possível separar do conjunto total de custos, os relacionados unicamente aos de operação e manutenção, utilizou-se o custo total do perímetro, considerando os custos fixos e variáveis.

Quadro 9. Auto-suficiência financeira do DISNC.

Ano	Arrecadação (US\$)	Faturamento (US\$)	Arrec./Fat.	Custo total (US\$)	Auto-suficiência
1992	126.767	145.281	0,87	133.004	0,95
1993	180.532	194.046	0,93	163.308	1,11
1994	235.930	299.997	0,79	240.459	0,98
1995	386.690	369.210	1,05	273.200	1,42
1996	406.585	388.280	1,05	288.886	1,41
1997	325.289	319.759	1,02	261.084	1,25
1998	279.838	304.903	0,92	306.386	0,91

Dentro desta análise, observa-se que a tendência de alta na auto-suficiência do Distrito sofreu uma redução nos últimos dois anos. Isto pode ser explicado pela ocorrência dos fortes ventos no final de 1997 e começo de 1998, os quais provocaram uma queda considerável do bananal, com reflexos diretos sobre a receita, principalmente dos pequenos produtores (colonos), pois esta cultura se constitui como uma garantia de fluxo de caixa (receita mensal), permitindo um retorno rápido do

investimento. De acordo com dados da ATER, foram atingidos 810 produtores, com perdas em 2.596 ha, alcançando um prejuízo estimado sobre a receita em R\$ 13,0 milhões.

Todavia, em termos gerais, houve uma considerável melhoria na arrecadação. Tal fato, segundo os membros do Distrito de Irrigação, deve-se ao esforço conjunto entre a ATER, Conselho de Administração, Gerências Executiva, Administrativa e Faturamento, através da realização de reuniões, envolvendo os assuntos: Conhecimento do Distrito e Perímetro Irrigado, corte de energia, desconto na conta de água para os usuários em dia e situação financeira do Distrito.

Essas reuniões começaram a partir do momento em que o Distrito de Irrigação assumiu a assistência técnica e extensão rural aos pequenos produtores (novembro de 1992). O aumento na taxa de coleta da tarifa de água está relacionada as medidas que foram tomadas, principalmente com a suspensão do fornecimento de água aos lotes inadimplentes, de acordo com as seguintes condições:

- Até 1993: Corte de água para débitos acima de 12 meses;
- De 1994 a setembro de 1996: Corte para débitos acima de 6 meses;
- Outubro de 1996: Corte de água para débitos acima de 3 meses, somente após esgotadas várias negociações.

A partir da realização dessas medidas houve um aumento significativo no pagamento de contas em atraso, o qual proporcionou valores de arrecadação superiores ao faturado, nos anos de 1995, 1996 e 1997.

Os valores médios da tarifa de água para o ano de 1998, foram de US\$ 4,13/ha-mês para o k1, US\$ 7,77/ha-mês para o custo fixo e para a parcela do custo variável (k2), cobrada em função do volume consumido, eles foram: US\$ 14,97/1000m³-mês, para usuários que recebem a água pressurizada (colonos), e US\$ 2,99/1000m³-mês, para

usuários que possuem seu próprio sistema de bombeamento para captação de água dos canais (empresários). A partir dos valores apresentados, uma conta mensal para um lote de colono é mostrada no Quadro 10.

Quadro 10. Conta mensal para um lote familiar (colono) de 6 ha.

Item	Área ou Volume	Custo (US\$)	% Total
k1	6 ha	24,78	14,3
Custo fixo	6 ha	46,62	26,9
k2	6.800 m ³	101,80	58,8
Total		173,20	100,0

Fonte: Departamento de faturamento e Cobrança, DISNC, 1998.

O custo da tarifa de água cobrada mensalmente para usuários com e sem bombeamento próprio (BP), durante o período 1991-1998 é apresentado no Quadro 11.

Quadro 11 - Custo médio da tarifa de água (US\$/1000m³/ha) para usuários com e sem bombeamento próprio (BP), durante o período 1991-1998.

Ano	Custo Fixo(\$/ha)	K1 (\$/ha)	K2 (\$/1000 m ³)		Custo Total	
			Com BP	Sem BP	Com BP	Sem BP
1991	5,18	0,82	2,91	14,33	8,91	20,33
1992	3,83	0,08	2,70	11,42	6,61	15,33
1993	4,30	1,13	2,30	8,68	7,73	14,11
1994	6,03	3,15	3,10	14,44	12,28	23,62
1995	8,53	3,84	3,64	22,88	16,01	35,25
1996	8,46	4,78	2,99	18,51	16,23	31,75
1997	8,06	4,48	3,09	15,73	15,63	28,28
1998	7,77	4,13	2,99	14,97	14,89	26,88

Fonte: Departamento de faturamento e Cobrança, DISNC, 1998.

Este custo é resultado do somatório das parcelas k1, k2 e custos fixos. Observa-se que a tarifa de água teve um aumento bastante acentuado em 1994. Essa tendência de aumento prossegue até 1995, com posterior redução nos últimos três anos.

Como o Distrito tornou-se financeiramente auto-suficiente, os subsídios que eram aplicados sobre a parcela de amortização dos investimentos públicos (k1), foram retirados, provocando, assim, um aumento significativo a partir de 1993.

O aumento da tarifa, juntamente com medidas de corte de água que foram tomadas a partir de 1993, foram as responsáveis pelo aumento do desempenho financeiro, além de propiciar, conseqüentemente, o aumento do número de usuários em dia, através do pagamento da tarifa de água (performance de pagamento), como pode ser observado na Figura 7.

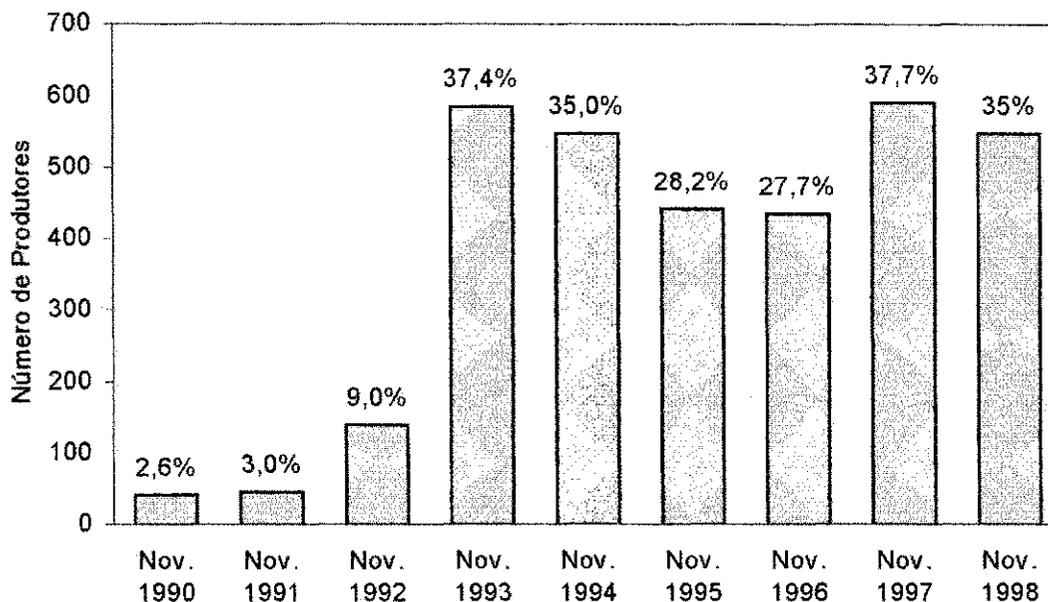


Figura 7 - Número de produtores com a tarifa de água em dia.

Além das considerações acima citadas, um fator de suma importância foi a mudança no perfil estrategista-empendedor dos pequenos produtores, a partir do

momento em que a tarifa de água foi instituída, a fim de evitar a especulação financeira nos lotes. Vale salientar que a performance de pagamento não reflete apenas o desempenho financeiro, mas também, em parte, o nível de satisfação do usuário com respeito à atuação do Distrito de Irrigação.

4.4. Retorno econômico da produção

O Quadro 12 apresenta os resultados do valor bruto da produção (VBP), referentes aos anos de 1993 até 1998, onde foram consideradas as dez principais culturas ao longo desse período. O expressivo aumento verificado foi reflexo, provavelmente, da expansão na área irrigada, principalmente por culturas mais rentáveis economicamente (fruticultura), e de algum modo no uso mais racional da água de irrigação, através da mudança para sistemas de irrigação localizados e melhor orientação sobre o manejo da irrigação.

Quadro 12. Valor bruto da produção (VBP) por área irrigada e volume fornecido, entre os anos de 1993 e 1998.

Anos	VBP (US\$/ha)	VBP (US\$/m ³)
1993	2.643,20	0,19
1994	3.412,12	0,29
1995	4.635,62	0,50
1996	5.936,03	0,52
1997	6.299,15	0,64
1998	7.084,38	0,61

Vale salientar que os valores de produtividade, necessários para determinar o VBP, são baseados em dados estimados, devido a complexidade em coletar os valores reais de produção por área colhida no projeto.

Analisando o padrão de cultivo das principais culturas (oito anuais e uma perene) no ano de 1992 na área de colonização do PISNC, Dantas Neto (1994) afirma que o valor bruto de produção por hectare poderia ser de US\$ 2.873, desde que a produtividade das culturas fossem coerentes com os resultados recomendados pela pesquisa à região; afirma ainda que caso fosse alterado o padrão de cultivo, segundo metodologia de programação linear separável, se poderia alcançar valores de VBP de US\$ 4.942. Há de se considerar que normalmente o VBP das áreas de colonização são menores do que as áreas empresariais.

De certo modo, a indicação desses valores, como se observa na Figura 8, aponta para a sustentabilidade financeira do DISNC, através do aumento na capacidade de pagamento da tarifa de água dos usuários, pois quanto maior for esta capacidade de pagamento, maior será a receita gerada ao distrito.

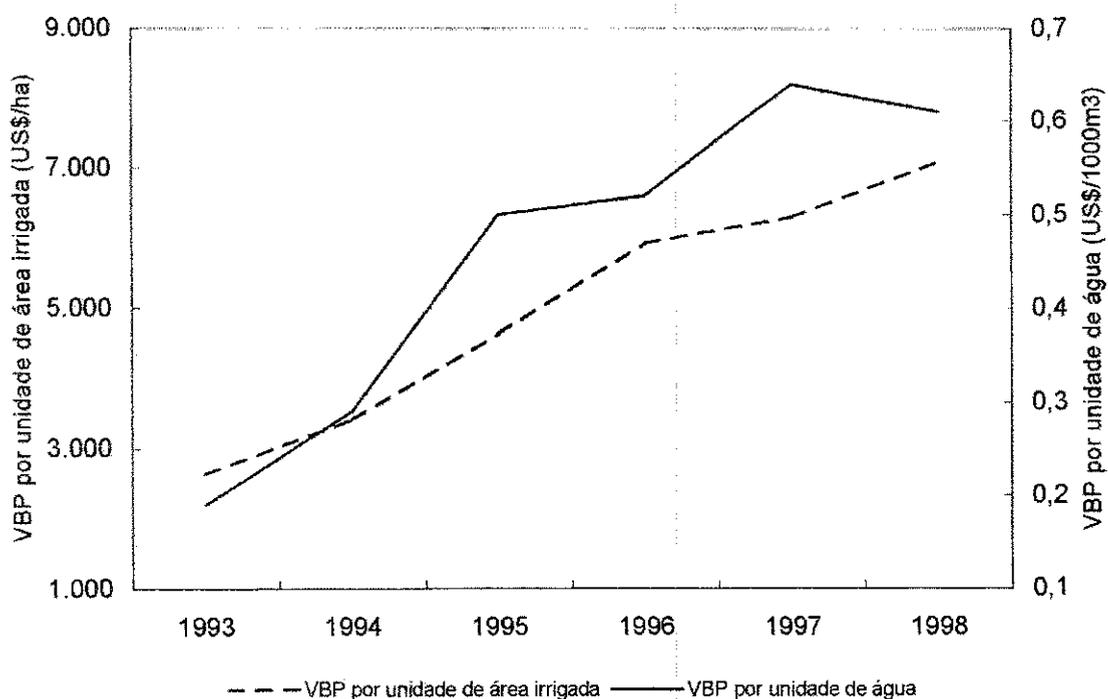


Figura 8. Valor bruto da produção por unidade de área e de água.

4.5. Consumo e Demanda de Energia

Observa-se no Quadro 13 que o consumo de energia, por volume fornecido e por área irrigada, apresentaram um decréscimo durante os anos de 1989 a 1998, variando de 0,50 a aproximadamente 0,30 kwh/m³, e de 8,27 a 3,78 kwh/ha.

O aumento da sustentabilidade da área irrigada representa um avanço na ocupação do projeto, propiciando um maior uso do sistema de irrigação, o qual foi projetado para irrigar uma área de 15.000 ha. Dessa forma, as estações de bombeamento aumentam sua eficiência, pois ficam trabalhando dentro da sua capacidade de trabalho e o retorno econômico, através do fluxo de caixa gerado pelas tarifas de água, é incrementado.

Quadro 13 - Consumo e demanda de energia por volume fornecido e área irrigada.

Descrição	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Consumo (1000 kwh)	36.016	34.529	32.174	33.741	53.204	42.357	38.765	41.690	35.284	45.966
Consumo (kwh/m ³)	0,50	0,40	0,35	0,38	0,36	0,33	0,35	0,32	0,31	0,32
Consumo (kwh/ha)	8,27	6,83	4,85	4,52	5,08	3,86	3,29	3,69	3,02	3,78
Demanda (1000kw)	185	169	212	164	270	193	215	211	201	194
Demanda (kw/m ³)	2,57	1,98	2,32	1,84	1,80	1,50	1,96	1,62	1,76	1,37
Demanda (kw/ha)	42,49	33,43	31,94	21,98	25,78	17,61	18,25	18,67	17,23	15,95

Embora o aumento da área irrigada e conseqüente aumento do volume fornecido tenham sido responsáveis por essa economia de energia, vale destacar que alguns fatores também contribuíram de maneira decisiva, tais como: (a) instalação gradual de bombas automáticas, com conseqüente operação contínua e custo energético mais baixo entre 21:00 h e 05:00 h; (b) melhoria no manejo de irrigação; (c) mudança no tipo de

sistema de irrigação nos lotes, de aspersão para sistemas localizados; e (d) melhor operacionalização através do treinamento de canaleiros e inspetores de irrigação, evitando perdas por transbordamento em reservatórios e canais.

A demanda de energia por volume fornecido e por hectare irrigado, que representa a potência requerida, ou necessária para operar a estação de bombeamento também apresentou o mesmo comportamento, cujos valores variaram de 2,57 a 1,37 kw/m^3 e de 42,49 a 15,95 kw/ha , respectivamente.

Por se constituir na maior parcela do custo total do projeto, a redução desses números constitui uma redução no custo variável que incide sobre a tarifa de água.

5. CONCLUSÕES

Com base nos resultados encontrados, foi possível tirar algumas conclusões gerais sobre o desempenho do Distrito de Irrigação Senador Nilo Coelho, que são:

- 1) O avanço na ocupação da área irrigável do projeto, representado pelo indicador de sustentabilidade da área irrigada é o mais simples de monitorar. Os resultados encontrados demonstraram que não houve nenhuma interrupção no processo de ocupação das áreas irrigáveis, indicando que do ponto de vista macro-gerencial, a implementação do projeto tem ocorrido com sucesso, principalmente após as medidas que foram tomadas para evitar a especulação financeira dos lotes, através de cortes no fornecimento de água e aumentos da tarifa. Isto resultou em uma mudança no perfil do produtor, que passou a ser um agente empreendedor mais voltado ao aspecto produtivo do seu lote.
- 2) Os indicadores do balanço hídrico apresentaram-se bastante satisfatórios, pois enquanto ocorria o aumento da área irrigada, houve um decréscimo no fornecimento médio de água por hectare, que indica um menor uso da água para produzir um hectare cultivado. Os fornecimentos relativos e a razão global de consumo apresentaram uma tendência de alta ao longo do tempo, aproximando-se do valor unitário. Este aspecto apoia a hipótese de que a melhoria no uso da água do projeto está associada ao crescimento de áreas irrigadas por sistemas de irrigação localizada, e principalmente ao ganho de conhecimento dos produtores sobre o manejo da irrigação. Convém ainda destacar que o projeto apresenta um bom desempenho sobre a distribuição da água entre o ponto de captação e de fornecimento. Isto demonstra que o DISNC foi capaz de desempenhar

satisfatoriamente suas atividades operativas de fornecimento e distribuição de água aos usuários do sistema.

- 3) Verificou-se que os indicadores do balanço hídrico apresentaram a mesma tendência ao longo do tempo, demonstrando que a escolha de apenas um indicador reflete o desempenho do projeto.
- 4) No aspecto financeiro, o Distrito apresentou uma tendência de alta no índice de auto-suficiência até o ano de 1996, porém com o impacto da queda de extensas áreas cultivadas com banana, houve uma expressiva redução deste indicador nos últimos dois anos. Entretanto, a atuação mais firme por parte do Distrito, através do corte de água, proporcionou uma elevação nos índices de performance de pagamento dos usuários do sistema.
- 5) Durante os anos analisados, o valor bruto da produção por área irrigada e volume fornecido têm aumentado constantemente. Entretanto, dada a complexidade para aquisição dos dados de produtividade e área colhida, estes indicadores precisam ser monitorados com maior acuidade.
- 6) Como a água é o insumo mais importante para a agricultura irrigada, recomenda-se trabalhar com o valor bruto da produção por volume fornecido.
- 7) Devido ao aumento gradual na capacidade de operação das estações de bombeamento, além de importantes investimentos em tecnologia e treinamento de funcionários responsáveis pela infra-estrutura de irrigação, obteve-se uma melhor racionalização no uso da energia por área irrigada e volume fornecido.
- 8) Os indicadores de consumo e demanda de energia apresentaram-se bastante satisfatórios e, pela mesma razão da água ser o insumo fundamental para o desenvolvimento da agricultura irrigada, recomenda-se trabalhar com os indicadores em função do volume fornecido.

- 9) Existe uma interdependência entre os indicadores de desempenho, pois observa-se que a partir do momento em que a sustentabilidade física do projeto aproximou-se das metas previstas, os demais indicadores apresentaram-se promissores, além de se relacionar de forma direta ao longo dos anos.
- 10) Recomenda-se o uso dos indicadores de desempenho em outros perímetros irrigados, para validação e ajustes dos mesmos, de forma a tornar possível a comparação entre diferentes projetos.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BOS, M.G.; NUGTEREN, J. **On irrigation efficiencies**. Wageningen: International Institute for Land Reclamation and Improvement (ILRI), 1978. 138p. (ILRI. Publication, 19).
- BOS, M.G.; VOS, J.; FEEDDERS, R.A. **CRIWAR 2.0: a simulation model on crop irrigation water requirements**. Wageningen: ILRI, 1996. 117p. (ILRI. Publication, 46).
- BOS, M.G. Performance indicators for irrigation and drainage. **Irrigation and Drainage Systems**, Dordrecht, v. 11, n. 2, p. 119-137, 1997.
- BRITO, R.A.L. Avaliação do desempenho de um perímetro irrigado - Proposta para um modelo conceitual. In: CONGRESSO NACIONAL DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM, 7, 1986, Brasília. **Anais**. Brasília: Associação Brasileira de Irrigação e Drenagem, 1986. p.749-775.
- _____ Avaliação do desempenho da irrigação no Brasil (RPIP - Brasil). Sete Lagoas: EMBRAPA/SRH/IICA/FAPED/DHV, 1999. 51 p. (Relatório Final, 1997/1998).
- BRITO, R.A.L.; BOS, M.G. Irrigation performance assessment in Brazil. Inception/Implementation Report, EMBRAPA, Sete Lagoas. 1997. 28 p.
- BRITO, R.A.L.; SOARES, J.M.; CAVALCANTI, E.B.; BOS, M.G. Irrigation performance assessment for Nilo Coelho Scheme in Northeastern Brazil: A preliminary analysis. In: AFRO-ASIAN REGIONAL CONFERENCE, 10, 1998, Bali. **Proceedings**. Bali: ICID, 1998. v. II-A, A13.1-7.

COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO DO VALE DO SÃO FRANCISCO.

Sistema de cobrança de água e de remuneração de empreiteiras em perímetros irrigados, 1986.

COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO DO VALE DO SÃO FRANCISCO. 3ª

SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL. Relatório anual de monitoria: Exercício de 1994. Departamento de Planejamento, Divisão de Acompanhamento e Avaliação, CODEVASF, Brasília. 1995.

DANTAS NETO, J. Modelos de decisão para otimização do padrão de cultivo, em áreas

irrigadas, baseados nas funções de resposta das culturas à água. Botucatu, 1994. 125p. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual de São Paulo.

DISTRITO. **Informações gerais**. Distrito de irrigação do perímetro senador Nilo

Coelho, Petrolina, 1998.

_____ **Relatório trimestral da assistência técnica e extensão rural**. Distrito de Irrigação do Perímetro Irrigado Senador Nilo Coelho, Petrolina, 1995-98.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Serviço de produção**

de sementes básicas: implantação do complexo da produção de sementes de Petrolina, PE. Brasília: EMBRAPA, 1981. 75p.

EFFERTZ, R.; OLSON, D.C.; VISSIA, R.; ARRUNATEGUI, H. **Operação e**

manutenção de projetos de irrigação. Manual de irrigação. Brasília: Secretaria da Irrigação, v. 4, 1993.490p.

FRAITURE, C.; GARCÉZ-RESTREPO, C. **Assessing trends and changes in**

irrigation performance. The case of Samaca Irrigation Scheme, Colombia. In: International Seminar: Research Program on Irrigation Performance (RPIP). Mendoza, Argentina. 1997.

- JOHNSON, S.H.III. **Management transfer in Mexico: A strategy to achieve irrigation district sustainability.** Colombo: International Irrigation Management Institute (IIMI), 1997. 31p. (Research Report, 16).
- KLOEZEN, W.H., GARCÉZ-RESTREPO, C. JONHSON III, S.H. **Impact assessment of irrigation management transfer in the Alto Rio Lerma Irrigation District, México.** Colombo: IIMI, 1997. 33p. (Research Report, 15).
- LEVINE, G. **Relative water supply: an explanatory variable for irrigation systems.** Ithaca: Cornell University, 1982. (Technical Report, 6)
- MERREY, D.J. **Institutional design principles for accountability in large irrigation systems.** Colombo: IIMI, 1996. (Research Report, 8)
- MOLDEN, D.J.; SAKTHIVADIVEL, R.; PERRY, C.J.; FRAITURE, C.; KLOEZEN, W.H. **Indicators for comparing performance of irrigated agricultural systems.** Colombo: IIMI, 1998. 26p. (Research Report, 20)
- QUAGLIA, A.M.L.; BASTOS, E.A.; MORENO, J.S.; NASCIMENTO, R.Q. **Projeto de Irrigação Vale do Massangano (Senador Nilo Coelho).** Brasília, 1989. 154p. (Relatório de Avaliação Ex-Post).
- SMALL, L.; SVENDSEN, M. **A framework for assessing irrigation performance.** IFPRI Working Papers on Irrigation Performance 1. Washington: International Food Policy Research Institute, 1992.
- SMITH, M. **Draft Report on the Expert Consultation on Revision of FAO Methodologies for Crop Water Requirements.** Roma: FAO, 1990. 45 p.
- SOBRINHO, J.F.C., CARVALHO, J.F., ARRUNATEGUI, H., NUNES, R. **Relatório de projeto. Evolução preliminar e resultados obtidos.** Projeto Senador Nilo Coelho. 1987.

SVENDSEN, M.; VERMILLION, D. **La transferencia del manejo del riego en la cuenca del río Columbia, Estados Unidos de America: Lecciones y connotaciones internacionales.** Colombo: IIMI, 1994. 98p.

VERMILLION, D.L.; GARCÉZ-RESTREPO, C. **Results of management turnover in two irrigation districts in Colombia.** Colombo: IIMI, 1996. 32p. (Research Report,4).

VERMILLION, D.L. **Impacts of irrigation management transfer: A review of the evidence.** Colombo: IIMI, 1997. 35p. (Research Report, 11)

ZATZ, I.G; CARDOSO, A.J.M. **Distrito de irrigação. Modelo alternativo de emancipação de projetos públicos: Uma pesquisa etnográfica no Perímetro Irrigado Senador Nilo Coelho.** PROATIVA, 1989. 74p.