

UFC – CCA – DENA
PROGRAMA DE PÓS - GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA
ADP 764 – IRRIGAÇÃO POR SUPERFÍCIE

**ANÁLISE TÉCNICO - ECONÔMICA DO
CULTIVO DE ARROZ IRRIGADO NO
PERÍMETRO IRRIGADO MORADA NOVA,
CEARÁ**

Dissertação de Mestrado - UFC (2004)

Autor: Daniel Santana Colares

Orientador: Prof. Raimundo Nonato Távora Costa

FORTALEZA – CE

1. Introdução

- O Distrito de Irrigação Morada Nova desenvolve no município de Morada Nova e Limoeiro do Norte, Ceará, uma agricultura irrigada, baseada na utilização de sistemas de irrigação por superfície com disponibilidade de recursos hídricos provenientes da bacia do rio Jaguaribe.
- O Perímetro Irrigado está assentado em solos aluviais, predominando as texturas fina e média, com relevo plano a suave ondulado (DNOCS, 1992). O Dossiê Geral baseado nas características físicas dos solos recomenda uma ocupação de 28% (de 3737 ha) para a cultura do arroz (SUDENE, 1969), totalizando uma área de, aproximadamente, 1050 ha.

1. Introdução

- Ocorre, porém, que em determinados anos agrícolas, a área irrigada ultrapassa 2000 ha, aumentando consideravelmente o volume de água aplicada à cultura em unidades texturais de solo não adequadas ao sistema de irrigação por inundação.

Objetivos

- Face ao exposto, o estudo teve como objetivo obter para as condições atuais das unidades texturais de solo utilizadas com o cultivo do arroz no Perímetro de Irrigação Morada Nova – CE, as eficiências física e econômica de uso da água, e proceder a uma análise de rentabilidade do cultivo do arroz irrigado.

2. Revisão de Literatura

2.1 A cultura de arroz e os métodos de irrigação

- **Mendeiros (1997):** O arroz é cultivado em todo o país;
- O irrigado é 66.5% da produção nacional;



Produção de arroz nas Regiões Brasileiras, safra 2000/01.

Regiões	Produção (mil t)			
	Sistema de Cultivo		Outros	Total
	Irrigado	de % do total		
Região Sul	6136.9	60.5	159.6	6325.5
Região Sudeste	48.8	0.5	262.4	311.2
Região Norte	262.8	2.5	738.2	1001.0
Região Nordeste	112.0	1.1	883.4	995.4
Região Centro-Oeste	195.2	1.9	1368.1	1563.3
Total	6782.7	66.5	3411.7	10194.4

Fonte: (IBGE) Levantamento Sistemático da Produção Agrícola. Rio de Janeiro, 2001(v.14, n.12, 2001).

2. Revisão de Literatura

2.2 Solos e o cultivo do arroz

- Pode ser cultivado nos mais diversos tipos de solos, desde que sejam atendidas suas exigências mínimas;
- Disponibilidade de água durante o ciclo da cultura;
- **Naime (1979)**: A textura afeta a capacidade de retenção de água no solo;
- Brasil possui um imenso potencial de várzeas, estimado em 28 milhões de hectares (EMBRAPA, 1981);
- **Steindorff e Righes (1997)**: Nas várzeas irrigáveis a água é utilizada de maneira ineficiente;
- **Guimarães, Fageria e Barbosa Filho et al.(2002)**: O arroz é adaptada aos solos saturados, mas se desenvolve bem nos solos não saturados;

2. Revisão de Literatura

2.3 Eficiência do uso da água e a cultura do arroz

- **Conceito E_{UA} :** Qualquer medida que reduza a quantidade de água que se utiliza por unidade de atividade (TATE, 1991);
- **Bernardo (1995):** Regiões áridas → Pesquisas: Máxima produtividade por unidade de água aplicada;
- **Borrell, Garside e Fukai (1997):** O aumento da E_{UA} tem benefícios econômicos e ambientais;
- **Água e energia elétrica:** Ameaçam a sustentabilidade e a expansão de novas áreas para cultivo do arroz;
- **Metas para o cultivo do arroz:** ↑ da produtividade, economia de água e incremento na E_{UA} (BOUMAN; TOUNG, 2001);
- **E_{UA} :** Relação entre o rendimento ótimo econômico e a lâmina total de água ótima econômica (FRIZZONE, 1986);

2. Revisão de Literatura

2.4 Custo da irrigação e da água

- Muitos dos fatores que afetam o uso da água são essencialmente econômicos e a maneira como eles se combinam, depende do preço relativo do recurso;
- **AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS – ANA (2004):**
 - **Novo paradigma na gestão da água → Cobrança pelo uso:**
 - Mais do que instrumento para gerar receita;
 - Induz mudanças na economia da água, pela redução de perdas, pela gestão com justiça ambiental. Isso porque se cobra de quem usa ou polui;
- **Ceará:** Decreto número 27.271 → Estabelece faixas para cobrança da água de irrigação;

2. Revisão de Literatura

2.5 Indicadores de rentabilidade

➤ **Biserra et al. (1995) → Rentabilidade da irrigação:**

- Importância inquestionável do papel estratégico da irrigação para o semiárido brasileiro;
- Escassez de trabalhos de pesquisa que investigaram a rentabilidade das culturas agrícolas irrigadas no Nordeste;
- Boa rentabilidade das explorações agrícolas irrigadas representa um incentivo à investimentos no setor;
- **Aspecto importante:** Risco associado às atividades agrícolas;
- **Paz, Teodoro e Mendonça (2000):** Cada nível de água aplicada corresponde a um nível de produtividade → Critério de racionalidade econômica;

3. Material e Métodos

3.1 Caracterização da área do experimento

- Distrito de Irrigação Morada Nova: Morada Nova e Limoeiro do Norte;
- Operação: 1974 → DNOCS;
- Área: 10.849 ha $\approx$ 3.737 ha irrigáveis;
- Micro-região: Baixo Jaguaribe, sub-vale Banabuiu, à 170 km de Fortaleza;
- 5° 06' de Lat. sul, 38° 23' de Long. oeste e a 80 m de altitude;
- Polígono das Secas;
- Clima: BSW'h' → Muito quente e semiárido;

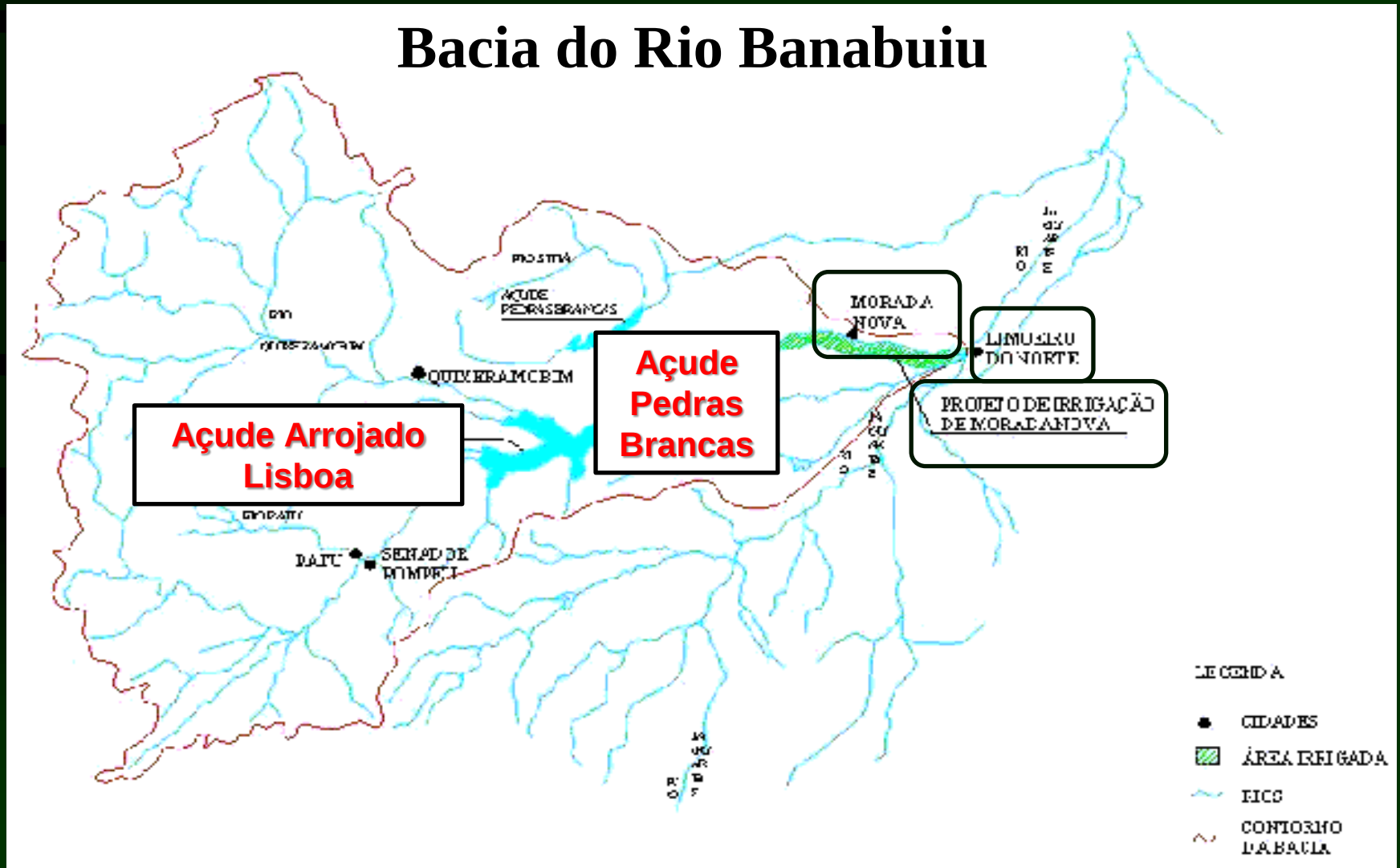


3. Material e Métodos

3.1 Caracterização da área do experimento

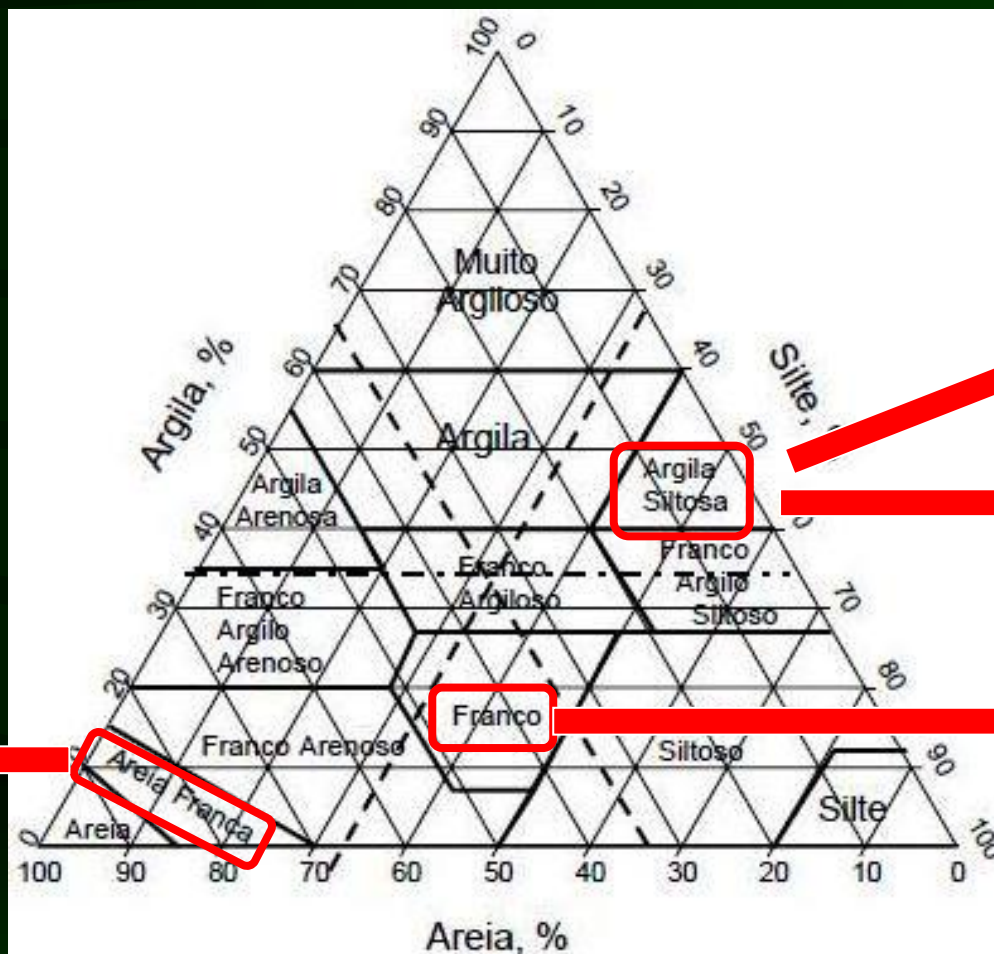
➤ Recursos hídricos destinados ao Distrito de Irrigação:

Bacia do Rio Banabuiu



3. Material e Métodos

3.2 Unidades texturais de solo



I: 0,16 ha

II: 0,25 ha

0,57 ha

0,15 ha

➤ Representam os tipos de solos utilizados pelos irrigantes para o cultivo de arroz no Perímetro Irrigado Morada Nova;

3. Material e Métodos

3.3 Preparo, instalação e manejo da cultura

- Não houve nenhum tipo de influência nos tratos culturais realizados pelos irrigantes;
- Cultivar: EPAGRI 109;
- Sistematização: Realizada no passado;
- Grade aradora para o preparo do solo;
- Adubação química: Exclusivamente de N → **URÉIA (2x)**;
 - Sem realizar análise de solo $\approx 350 \text{ kg.ha}^{-1}$ e 450 kg.ha^{-1} de Uréia;
- Semeadura: Direto à lanço, Utilizam-se entre 250 kg.ha^{-1} e 310 kg.ha^{-1} de sementes ($\uparrow$ Densidade de Plantas);
- É realizada a 1º irrigação, seguida de uma drenagem; ➡
- Controle das plantas infestantes: Aplicação de herbicidas;



3. Material e Métodos

3.4 Calibração dos instrumentos de medição e de aplicação de água

➤ Sifões e Calhas Parshall;

➤ Areia Fran

➤ QUA DRO - Equações de calibração das calhas Parshall.

REF.	EQU	INAÇÃO
A		
B		
C		
D		



FIGURA. Sistema para calibração de calhas Parshall

3. Material e Métodos

3.4 Calibração dos instrumentos de medição e de aplicação de água

➤ Calibração do Sifão:

➤ Laboratório de Engenharia

ento de



5

FIGURA A. Equação de regressão da vazão em função da carga hidráulica

FIGURA. Procedimento para calibração de sifões em laboratório

3. Material e Métodos

3.5 Procedimento utilizado na coleta de dados

➤ Durante cada evento de irrigação:

Leituras de cargas hidráulicas



Textura: Areia-franca

06:55	26	14,5	0.277
07:00	80	14,5	0.277
08:25	116	13,8	0.261
15:30	541	13,8	0.261
16:30	601	13,8	0.261
17:30	661	13,8	0.261
19:50	801	13,8	0.261

➤ Número de sifões;

➤ Carga hidráulica disponível;

➤ Os horários de início e final da irrigação;

▪ **Volume de água aplicada:**

• Determinado através do cálculo integral;

• Hidrógrafas: Q vs tempo acumulado;

▪ **Software:** MathCad;

3. Material e Métodos

3.6 Necessidades hídricas da cultura

➤ Consideraram-se as seguintes fases de crescimento:

Fases de Crescimento da Cultura	Dias	Coeficiente de cultivo (Kc)
Emergência e Perfilhamento (I)	26	1,10
Perfilhamento e Primórdio Floral (II)	35	1,15
Primórdio Floral e Floração (III)	29	1,20
Floração – Corte da Irrigação (IV)	24	1,00

➤ Valores de Kc: Adaptados de Doorembos & Kassan (1979);

➤ Estimativa da Evapotranspiração de Referência (Eto):

▪ Penman-Monteith (FAO):

- Estação Meteorológica;

- Software: CropWat for Windows Versão 4.2;

CropWat 4 Windows Version 4.2



Martin Smith
Land and Water Development
Division
Food and Agriculture
Organization of the United
Nations (FAO)
Rome, Italy
Email: Martin.Smith@fao.org



Derek Clarke
Institute of Irrigation and
Development Studies (IIDS)
Southampton University
Southampton, UK
Email: D.Clarke@soton.ac.uk



Khaled El-Askari
National Water Research
Center (NWRC)
Cairo, Egypt

3. Material e Métodos

3.6 Necessidades hídricas da cultura

➤ Baseadas em médias históricas e no período em que a cultura é usualmente irrigada;

QUADRO - Necessidade líquida de irrigação (N. I. L) para a cultura do arroz, Morada Nova - CE

Mês	Eto (mm)	Kc	N. I. L (mm)
Agosto	189,1	1,10	208,0
Setembro	200,4	1,15	230,5
Outubro	204,6	1,20	245,5
Novembro	189,0	1,00	189,0
Total	783,1		873,0

3. Material e Métodos

3.7 Eficiência de aplicação

- Diferencia-se dos demais métodos, uma vez que a lâmina aplicada, obrigatoriamente, excede ao necessário para suprir a evapotranspiração do período de irrigação.

$$e_a = \frac{V_n}{V_n + W}$$

- e_a : eficiência de aplicação [$L^3.L^{-3}$]
- V_n : volume necessário para suprir a evapotranspiração [L^3]
- W : volume para formação da lâmina superficial, suprir perdas por percolação, etc [L^3].

3. Material e Métodos

3.8 Eficiência de uso da água

$$E_{UA} = \frac{Y}{I}$$

- E_{UA} : eficiência de uso da água, $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{mm}^{-1}$ ou $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{m}^{-3}$;
- Y : produtividade da cultura, $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$;
- I : lâmina total de água aplicada durante o ciclo da cultura, mm.

3. Material e Métodos

3.9 Análise dos indicadores financeiros

- Indicador utilizado na análise financeira do cultivo do arroz irrigado: **Receita líquida do produtor;**
- **Custo da Irrigação:**
 - Derivação de água → Tabela em vigor no Distrito de Irrigação;
 - E/ou com energia elétrica → Se o produtor utilizasse água de poço;

3. Material e Métodos

3.9 Análise dos indicadores financeiros

- Simulou-se um cenário com cobrança de água bruta e água derivada;
- **Cobrança de água derivada:** Utilizaram-se os critérios adotados no Distrito de Irrigação:
 - R\$16,67 por 1000 m³ de água derivada por bombeamento;

- **Cobrança de água bruta:** Baseado no decreto N° 27.271:

Limite de Uso (m ³ mês ⁻¹)	R\$ por 1000 m ³
Até 5.999	2,50
6.000 a 11.999	5,60

- No estudo, considerou-se o volume médio mensal de água referente ao ciclo da cultura;

3. Material e Métodos

3.10 Análise de investimento

- A análise da viabilidade econômica do cultivo de arroz em cada unidade textural de solo foi realizada com base nos indicadores de rentabilidade:
 - Relação benefício/custo (B/C);
 - Valor presente líquido (VPL);
 - Taxa interna de retorno (TIR);

3. Material e Métodos

3.10 Análise de investimento

➤ Relação benefício/custo (B/C):

- Hoffmann et al. (1992): Quociente entre o valor presente das receitas (benefícios) a serem obtidos e o valor presente dos custos (inclusive os investimentos);

$$B/C = \frac{\sum_{i=0}^n \left(\frac{R_i}{(1+r)^i} \right)}{\sum_{i=0}^n \left(\frac{C_i}{(1+r)^i} \right)}$$

Critérios de decisão:

- **B/C > 1** → Projeto viável se os fluxos tenham sido atualizados a uma taxa de desconto $\geq$ ao custo de oportunidade do capital;
- **B/C < 1** → Projeto inviável;

3. Material e Métodos

3.10 Análise de investimento

➤ Valor presente líquido (VPL):

▪ É o valor presente líquido (VPL) de um investimento, considerando os custos e as receitas.

$$VPL = \sum_{i=0}^n \left(\frac{R_i - C_i}{(1+r)^i} \right) = \sum_{i=0}^n \left(\frac{R_i}{(1+r)^i} \right) - \sum_{i=0}^n \left(\frac{C_i}{(1+r)^i} \right)$$

➤ Critérios de decisão:

- **VPL > 0** → Projeto viável (desde que os fluxos tenham sido atualizados a uma taxa de desconto $\geq$ ao custo de oportunidade do capital);
- **VPL < 0** → Projeto inviável;

3. Material e Métodos

3.10 Análise de investimento

➤ Taxa interna de retorno (TIR)

- **Hoffman et al. (1992):** É o percentual que expressa a rentabilidade (retorno) anual média do capital alocado no projeto, durante todo o horizonte de análise;
- **Cálculo da TIR: Matematicamente, o TIR é a taxa de desconto (r^*) para qual o valor presente líquido é nulo.**

Logo,

$$TIR = r^*,$$

Critério de decisão:

$$\sum_{i=0}^n \left(\frac{R_i - C_i}{(1 + r^*)^i} \right) = 0$$

Método de Cálculo:

- Interativo;

- Raízes do polinômio;

- Interpolação;

- Programa computacional EXCEL;

de oportunidade do capital) → Viável;

de oportunidade do capital) → Inviável;

4. Resultados e Discussão

Análise do calendário de irrigações

Quadro 1 - Datas das irrigações nas respectivas unidades de solo

Irrigação	Argilo-siltosa I	Argilo-siltosa II	Franca	Areia franca
1 ^a	08.08.03	17.07.03	23.07.03	19.07.03
2 ^a	24.08.03	29.07.03	04.08.03	31.07.03
3 ^a	14.09.03	06.08.03	16.08.03	12.08.03
4 ^a	04.10.03	16.08.03	29.08.03	24.08.03
5 ^a	22.10.03	25.08.03	31.08.03	05.09.03
6 ^a	01.11.03	31.08.03	09.09.03	17.09.03
7 ^a	11.11.03	11.09.03	12.09.03	01.10.03
8 ^a	24.11.03	20.09.03	22.09.03	11.10.03
9 ^a	03.12.03	03.10.03	24.09.03	17.10.03
10 ^a	11.12.03	11.10.03	03.10.03	25.10.03
11 ^a		21.10.03	06.10.03	06.11.03
12 ^a		03.11.03	15.10.03	17.11.03
13 ^a		10.11.03	18.10.03	
14 ^a		16.11.03	27.10.03	
15 ^a			30.10.03	
16 ^a			08.11.03	
17 ^a			11.11.03	
18 ^a			19.11.03	
19 ^a			22.11.03	

Análise das lâminas de água aplicadas

Quadro 2 - Lâminas de água aplicada (m³ ha⁻¹) nas unidades texturais.

Irrigação	Argilo-siltosa I	Argilo-siltosa II	Franca	Areia franca
1 ^a	120,2	129	249	256,6
2 ^a	169,8	80,1	208,9	210,2
3 ^a	249,7	88,56	139,3	180,8
4 ^a	197,1	89,7	155,2	210,2
5 ^a	127,5	124,6	81,3	226,7
6 ^a	103,6	133,8	266,1	238,8
7 ^a	80,8	139	87,6	189,4
8 ^a	113,7	100,3	116,5	263,8
9 ^a	78,4	98,1	63,9	82,9
10 ^a	68,8	75,8	150	205,2
11 ^a		67,4	67,9	264,8
12 ^a		157,3	117,6	261,2
13 ^a		74,5	95,7	
14 ^a		83,5	122,2	
15 ^a			44,3	
16 ^a			97,1	
17 ^a			26,9	
18 ^a			125,8	
19 ^a			47,3	
Total	13.096	14.417	22.626	25.906

Stone, Moreira e Silveira Filho (1990) conduziram estudo com a cultura do arroz cultivado em um solo arenoso verificaram que a percolação se constituiu na principal componente das perdas de água.

Em solos com textura predominantemente franco-argilosa e argilosa, as principais perdas de água acontecem por fluxo lateral (STONE; SILVEIRA; MOREIRA, 1999).

Conforme Boumam e Tuong (2001), mesmo os solos argilosos podem apresentar perdas relevantes por infiltração, tendo em vista que estes solos, quando submetidos a longos períodos sem água, podem apresentar rachaduras, sendo estas responsáveis por altas taxas de infiltração no início da irrigação.

Quadro 3- Lâminas de água e valor excedente em relação à lâmina de referência

Textura do solo	Lâmina de água aplicada (mm)	Valor excedente (%)
Argilo siltosa I	1309,6	9,1
Argilo siltosa II	1441,7	20,1
Franca	2262,6	88,6
Areia franca	2590,6	115,9

Kukal e Aggarwal (2002), conduziram experimento em um solo franco – arenoso obtiveram, após o uso de técnicas para redução da capacidade de infiltração de água no solo, uma redução entre 54 e 58% nas perdas de água por percolação.

Lâmina de água superficial, da ordem de 0,05 a 0,10m, tem se mostrado mais favorável à produtividade e à quantidade de água despendida no cultivo do arroz. Entretanto, para que se obtenha tal condição é necessário que o solo seja adequadamente sistematizado, propiciando que a lâmina de água seja 0,05 a 0,10m na parte superior do tabuleiro e de 0,15 a 0,20m na parte inferior (SCALOPI, 2003).

Nas unidades de solo com texturas franca e argilo-siltosa (II), as lâminas de água na superfície foram da ordem de 0,08 e 0,15m respectivamente, para a parte superior e inferior dos tabuleiros. Na unidade de solo com textura areia franca, os níveis de água na superfície situaram-se na faixa de 0,05 a 0,10m. Já na unidade de solo com textura argilo-siltosa (I), referidos níveis situaram-se entre 0,16 e 0,19m.

Eficiência do uso da água

Quadro 4 -Lâmina de água aplicada, produtividade e eficiência do uso da água.

Textura do solo	Lâmina (mm)	Produtividade (kg.ha ⁻¹)	E _{ua} (kg.m ⁻³)	E _{ua} (kg.ha ⁻¹ .mm ⁻¹)
Argilo siltoso I	1309,6	6600	0,504	5,04
Argilo siltoso II	1441,7	5240	0,363	3,63
Franco	2262,6	4031	0,178	1,78
Areia franca	2590,6	5796	0,224	2,24

Dotto, Riches e Carlesso (1990), em estudo sobre eficiência de uso de água em solos de texturas franco-arenosa e franco-argilo-arenosa, obtiveram valores entre 0,113 e 0,517 kg.m⁻³, respectivamente.

Já Vories, Counce e Keisling (2002) em solo de textura argilo-siltosa, obtiveram valores para eficiência de uso da água entre 0,33 e 1,07 kg.m⁻³.

Em estudo de diferentes sistemas de inundação intermitente para racionalização do uso da água, Boumam e Tuong (2001) obtiveram valores de eficiência de uso da água entre 0,2 e 0,4 kg.m⁻³.

Singh, Gajri e Arora (2001), analisando a eficiência de uso da água em duas unidades texturais de solo para cultivo com arroz, estimaram valores inferiores na unidade textural franco-arenosa comparativamente à unidade textural franco- argilo-siltosa.

Eficiência de aplicação da água

Quadro 5 - Necessidade de irrigação líquida (NIL), lâmina de irrigação aplicada (L_{ap}) e eficiência de aplicação (Ea) para textura argilo siltosa I.

Irrigação	ET_0 (mm)	Kc	N. I. L. (mm)	L_{ap} (mm)	Ea (%)
2 ^a	97,6	1,1	107,4	169,8	63,2
3 ^a	136,5	1,1	150,2	249,7	60,1
4 ^a	133,6	1,15	153,6	197,1	77,9
5 ^a	118,8	1,15	136,6	127,5	100,0
6 ^a	65,7	1,2	78,8	103,6	76,1
7 ^a	63,0	1,2	75,6	80,8	93,6
8 ^a	81,9	1,2	98,3	113,7	86,4
9 ^a	55,2	1	55,2	78,4	70,4
10 ^a	46,4	1	46,4	68,8	67,4

↓
77 %

Quadro 6 - Necessidade de irrigação líquida (NIL), lâmina de irrigação aplicada (L_{ap}) e eficiência de aplicação (Ea) para textura areia franca

Irrigação	ET_o (mm)	Kc	N. I. L. (mm)	L_{ap} (mm)	Ea (%)
2	62,4	1,1	68,6	210,2	32,7
3	73,2	1,1	80,5	180,8	44,5
4	73,2	1,15	84,2	210,2	40,1
5	76,2	1,15	87,6	226,7	38,6
6	80,4	1,15	92,5	238,8	38,7
7	93,7	1,2	112,4	189,4	59,4
8	66,0	1,2	79,2	263,8	30,0
9	39,6	1,2	47,5	82,9	57,3
10	52,8	1	52,8	205,2	25,7
11	77,4	1	77,4	264,8	29,2
12	57,2	1	57,2	261,2	21,9

38 %

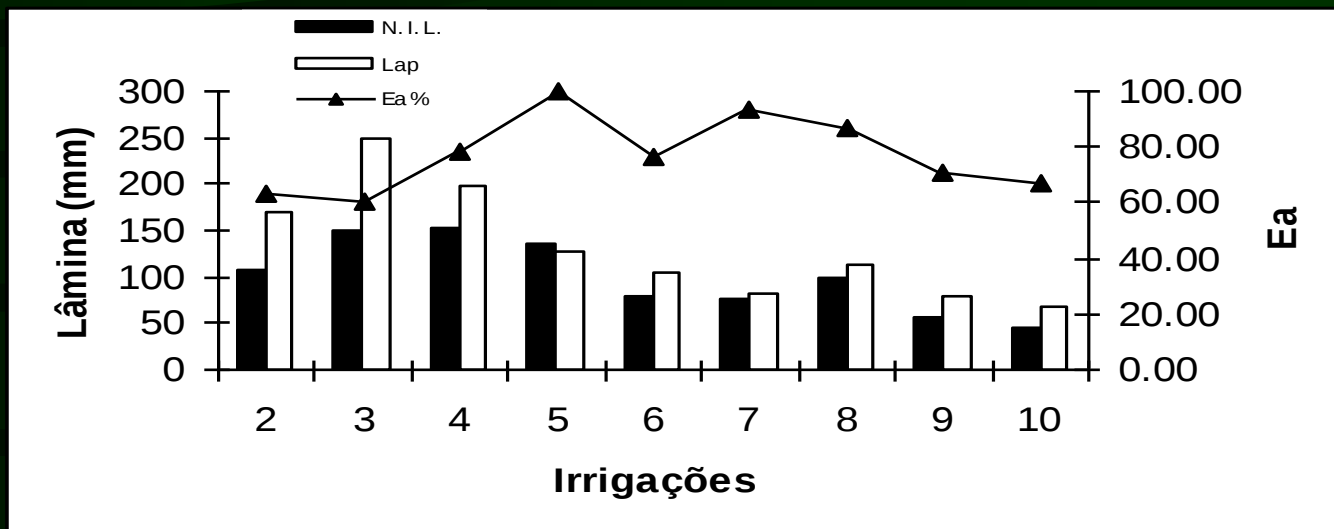


Figura 6 - Necessidade de irrigação líquida, lâmina de irrigação aplicada e eficiência de aplicação na unidade textural argilo-siltosa I.

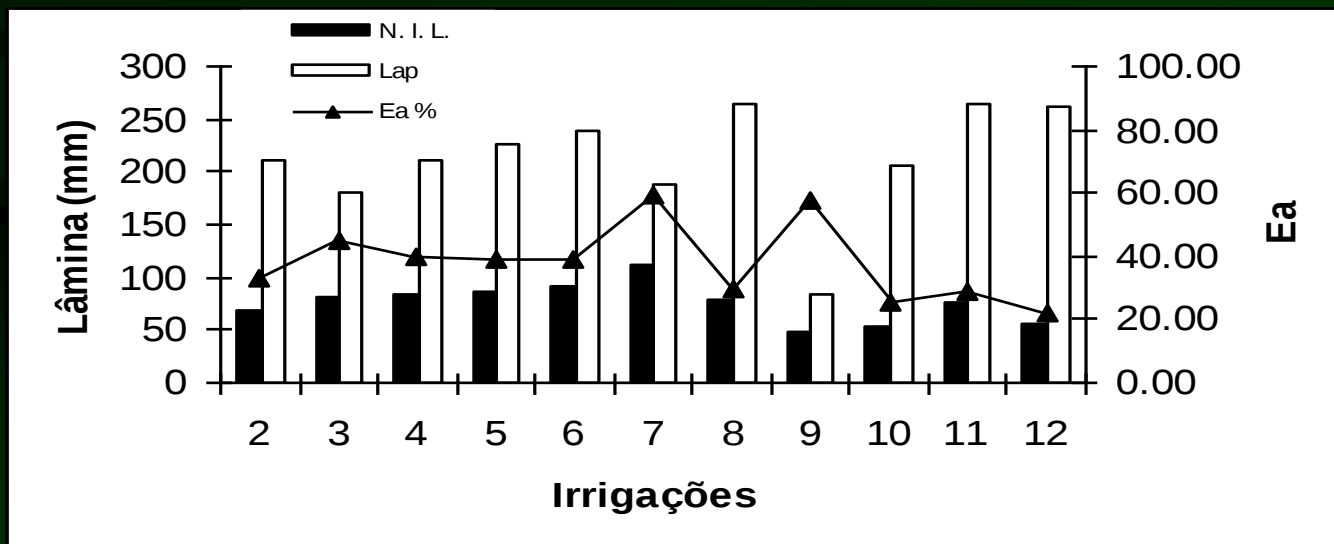


Figura 6 - Necessidade de irrigação líquida, lâmina de irrigação aplicada e eficiência de aplicação na unidade textural areia franca.

Análise econômica do cultivo do arroz

Quadro 7 - Custo operacional, receita bruta e receita líquida em (R\$), de 1,0 ha de arroz irrigado por inundação no Distrito de Irrigação Morada Nova – CE

Fatores de Produção	Argilo siltosa I	Argilo siltosa II	Franca	Areia franca
Irrigação (e/ou água)	190,5	272,5	160,0	160,0
Mão-de-obra	600,0	600,0	600,0	600,0
Preparo do solo	315,0	180,0	180,0	180,0
Adubação	302,4	423,0	302,4	423,0
Sementes	217,0	192,5	199,5	175,0
Defensivos	251,0	295,0	251,0	295,0
Colheita (+ transporte)	475,2	377,3	292,8	417,3
Custo operacional (R\$/ha)	2351,1	2340,3	1985,7	2250,3
Produtividade (kg ha⁻¹)	6600	5240	4031	5796
Receita bruta (R\$/ha)	4752,0	3772,8	2928,0	4173,12
Rec. Líquida (R\$/ha)	2400,9	1432,5	942,3	1922,8



Quadro 8- Custo operacional, receita bruta e receita líquida, em R\$, de 1,0 ha de arroz irrigado por inundação no Distrito de Irrigação Morada Nova – CE, com simulação da cobrança por volume de água bruta e volume de água derivada.

Fatores de Produção	Argilo siltosa I	Argilo siltosa II	Franca	Areia franca
Irrigação (e/ou água)	251,13	276,37	433,32	576,79
Mão-de-obra	600,0	600,0	600,0	600,0
Preparo do solo	315,0	180,0	180,0	180,0
Adubação	302,4	423,0	302,4	423,0
Sementes	217,0	192,5	199,5	175,0
Defensivos	251,0	295,0	251,0	295,0
Colheita (+ transporte)	475,2	377,3	292,8	417,3
Custo operacional (R\$/ha)	2411,73	2416,654	2259,5	2667,1
Receita bruta (R\$/ha)	4752,00	3772,8	2928,0	4173,1
Receita líquida (R\$/ha)	2340,27	1356,15	668,50	1506,00
	2,5 %	5,3 %	21,7 %	29 %

Conforme Paz , Teodoro e Mendonça (2000), a eficácia do uso da água pode ser medida pelos benefícios econômicos líquidos que se obtém por cada unidade aplicada do fator.

Paz et al. (2002) afirmam que, a operação ótima dos sistemas de irrigação, baseada nas estratégias de otimização econômica para maximização da receita líquida, propicia níveis adequados de eficiência de aplicação e eficiência de armazenamento.

A uniformidade de distribuição, o custo da água e o valor pago pelo produto são fatores determinantes para otimização de sistemas de irrigação, quando o objetivo é a maximização da receita líquida e a economia do recurso hídrico

Análise do investimento

Quadro 9 - Indicadores de investimento sem garantia de renda

Textura	B/C	VPL	TIR
Areia franca	1,506	9.777,8	115,6%
Argilo-siltosa	1,786	14.585,8	161,3%

$B/C > 1$

$VPL > 0$



Viabilidade para os dois tipos de solo

$TIR > 12 \%$

Quadro 8 - Indicadores de investimento com garantia de renda

Textura	B/C	VPL	TIR
Areia franca	0,98	-603,9	3,5%
Argilo-siltosa	1,145	4.204,1	60,33%

$B/C > 1$

Inviabilidade para o tipo de solo
Areia franca

$VPL > 0$



Viabilidade para o tipo de solo
Argilo Siltosa

$TIR > 12 \%$

Arbage e Souza (2004) analisaram o investimento do sistema de cultivo de arroz pré-germinado em relação ao cultivo convencional na Depressão Central do Rio Grande do Sul e obtiveram valores de TIR 22,09 e 28,44% para as simulações efetuadas.

5. Conclusões

A eficiência de uso da água para os solos de textura leve apresentou valores médios de $0,2 \text{ kg.m}^{-3}$; já para os solos de textura pesada, estes valores foram de $0,43 \text{ kg.m}^{-3}$.

A eficiência de aplicação de água na unidade textural argilo-siltosa, solo adequado ao cultivo de arroz, apresentou um valor médio de 66%. Na unidade textural areia franca, porém, solo sem aptidão ao cultivo do arroz, a eficiência de aplicação foi apenas de 35%, considerando-se em ambos os casos, somente os eventos de irrigação sem déficit.

Em face ao volume de água aplicada nas unidades de solos mais leves, só se justifica o cultivo de arroz nessas unidades de solos, se associado ao uso de técnicas que reduzam a capacidade de infiltração desses solos.

A análise da rentabilidade nas unidades texturais areia franca e argilo-siltosa, demonstrou a viabilidade do cultivo do arroz para ambas as unidades, em base aos critérios convencionais da análise de investimento, porém, simulando-se uma remuneração mensal do produtor no valor de R\$ 240,00, o plano de cultivo na unidade textural areia-franca demonstrou ser inviável.

6. Considerações Finais

- Sugere-se no sentido de melhorar a utilização e manejo da água no Perímetro Irrigado de Morada Nova e em toda aquela região, os seguintes aspectos:
 - A implantação de um plano de manejo de irrigação que vise à otimização do uso da água no Perímetro Irrigado.
 - A utilização de outras culturas em substituição ao arroz, onde a dotação natural de solos não favorece o seu cultivo em termos de eficiência do uso da água.

6. Considerações Finais

- Utilização de mecanismos tarifários para inibição do consumo excessivo de água.
- Um programa de ajuste nos planos sistematizados e preparo adequado de solo, além de treinamento aos irrigantes em manejo da irrigação, são técnicas indispensáveis e recomendáveis à redução das perdas de água.



OBRIKADO!





Figura. Primeira irrigação em arroz em solo com textura argilo - siltosa.

