
Universidade Federal da Paraíba - Campus II - Campina Grande

Centro de Ciências e Tecnologia

Departamento de Engenharia Civil

Área: Engenharia de Recursos Hídricos

Campina Grande - Pb

Título da Dissertação

**Simulação da operação
e estimativa dos benefícios sócio-econômicos
do reservatório Coremas / Mãe d'água
sujeito a múltiplos usos**

Por:

Aluno: Eduardo Felipe Cavalcanti Correa de Oliveira

Orientadores:

Rosires Catão Curi - PhD - Prof. Depart. Eng. Civil

Wilson Fadlo Curi - PhD - Prof. Depart. Física

**SIMULAÇÃO DA OPERAÇÃO
E ESTIMATIVA DOS BENEFÍCIOS SÓCIO-ECONÔMICOS
DO RESERVATÓRIO COREMAS / MÃE D'ÁGUA
SUJEITO A MÚLTIPLOS USOS**

Dissertação apresentada ao curso de
MESTRADO EM ENGENHARIA CIVIL da
Universidade Federal da Paraíba, em
cumprimento às exigências para obtenção do
Grau de Mestre,

ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: RECURSOS HÍDRICOS

ROSIRES CATÃO CURI

ORIENTADORA

WILSON FADLO CURI

ORIENTADOR

Campina Grande

Mai 1998



048s Oliveira, Eduardo Felipe Cavalcanti Correa de
 Simulacao da operacao e estimativa dos beneficios socio-
 economicos do reservatorio Coremas/Mae D'agua sujeito a
 multiplos usos / Eduardo Felipe Cavalcanti Correa de
 Oliveira. - Campina Grande, 1998.
 207 f. : il. color.

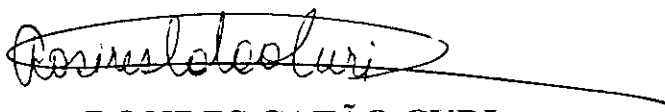
 Dissertacao (Mestrado em Engenharia Civil) _
 Universidade Federal da Paraiba, Centro de Ciencias e
 Tecnologia.

 1. Reservatorio 2. Reservatorio - Coremas-PB 3. Recursos
 Hidricos 4. Dissertacao I. Curi, Rosires Catao, Dra. II.
 Curi, Wilson Fadlo, Dr. III. Título

CDU 627.81(043)

**SIMULAÇÃO DA OPERAÇÃO
E ESTIMATIVA DOS BENEFÍCIOS SÓCIO-ECONÔMICOS
DO RESERVATÓRIO COREMAS / MÃE D'ÁGUA
SUJEITO A MÚLTIPLOS USOS**

EDUARDO FELIPE CAVALCANTI CORREA DE OLIVEIRA



ROSIRES CATÃO CURI

Orientadora



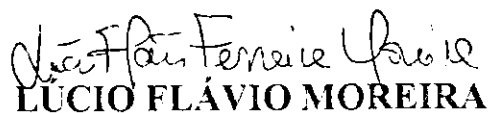
WILSON FADLO CURI

Orientador



JOSÉ DANTAS NETO

Componente da Banca



LÚCIO FLÁVIO MOREIRA

Componente da Banca

A

Argemiro Lins Cavalcanti (in memoria)

Edilson Cid Varela (in memoria)

Grandes Amigos

AGRADECIMENTOS

Um trabalho de pesquisa envolve paciência, persistência e amor, além é claro do incentivo e colaboração de inúmeras pessoas que permitiram a sua execução. Agradeço em especial ao meus orientadores, Rosires Catão Curi e Wilson Fadlo Curi, que além de amigos mostraram um grande senso de ética e profissionalismo, com um incansável apoio técnico ao longo de todo trabalho, a Geórgia Medeiros Chianca (minha noiva) pela paciência e grande incentivo nos momentos de dificuldades, a Vera Lúcia Cavalcanti Correa de Oliveira e a Leonídio Gomes Correa de Oliveira (pais, orientadores e educadores), a Nita Varela pelo grande apoio espiritual e a Dayse Silva Luna pela grande ajuda prestada em todas as etapas deste estudo.

Aos professores, funcionários e alunos da Área de Pós-Graduação em Recursos Hídricos do Departamento de Engenharia Civil e do Departamento de Física, da Universidade Federal da Paraíba, campus II, que de alguma maneira tiveram participação neste estudo.

Ao Professor Wilton Pereira da Silva, que ofereceu o o apoio para implantação e utilização do programa Ajuste.

Aos seguinte órgãos que cederam dados e informações essenciais: DNOCS (Departamento Nacional de Obras Contra as Secas); SUDENE (Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste); DNAEE (Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica); LMRS (Laboratório de Metereologia e Sensoriamento Remoto do Estado da Paraíba) e a Prefeitura Municipal de Coremas. Ao CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico), que forneceu suporte financeiro durante o período do mestrado.

LISTA DE FIGURAS

Figura		Pág.
A.3.1	Situação geográfica e aspectos gerais da região do sistema Coremas/Mãe D'água	14
A.3.2	Mapa da micro-região do reservatório Coremas/Mãe D'água	14
A.3.3	Bacia hidrográfica do Piancó	16
A.3.4	Diagrama de classificação de água para irrigação do reservatório Coremas	20
A.5.1	Configuração do sistema estudado para ser otimizado pelo modelo proposto	49
A.5.2	Reservatório Coremas/Mãe D'água com volume armazenado e respectivas tomadas de água	49
A.5.3	Curva de dupla massa anual da pluviometria do posto do açude Coremas em relação a média dos postos pluviométricos da região – período: 1973 à 1993 – valores (mm)	56
A.5.4	Curva – Cota x volume do reservatório Coremas	63
A.5.5	Curva – Cota x área de espelho d'água do reservatório Coremas	63
A.5.6	Curva – Cota x volume do reservatório Mãe D'água	63
A.5.7	Curva – Cota x área de espelho d'água do reservatório Mãe D'água	63

LISTA DE TABELAS

Tabela		Pág.
3.1	Valores médios mensais de evaporação – posto:açude Coremas	14
3.2	Sinopse climática da região do reservatório Coremas/Mãe D'água - posto: açude São Gonçalo	15
3.3	Síntese dos resultados das análises físico-químicas da água do Açude Estevam Marinho	19
3.4	Síntese dos resultados das análises físico-químicas da água do Açude Mãe D'água	19
3.5	Limites de potabilidade de Schoeller	19
3.6	Classificação das águas do reservatório Estevam Marinho para Irrigação	20
3.7	Classificação das águas do reservatório Mãe D'água para Irrigação	20
3.8	Características dos açudes existentes a montante do sistemas Coremas / Mãe D'água	21
3.9	Características dos açudes propostos a montante do sistemas Coremas / Mãe D'água	22
4.1	Aproveitamento planejado de um reservatório	24
4.2	Interação entre os vários usos do reservatório	25

4.3	Valor proteico da carne	25
4.4	Valores críticos de qualidade da água para sistemas de aquacultura	26
4.5	Produção do pescado no sistema Coremas/Mãe D'água no ano de 1996	32
4.6	Estimativa populacional dos municípios próximos ao reservatório Coremas Mãe D'água	35
4.7	Demanda de água para abastecimento humano	36
4.8	Vazões necessárias para abastecimento humano dos municípios na região do reservatório Coremas/Mãe D'água	36
4.9	Projetos de irrigação da Região Nordeste do Brasil	36
4.10	Principais fatores climáticos e suas influências na agricultura	37
4.11	Características do solo para irrigação	38
4.12	Perfis do solo	40
4.13	Estudo agrológico em volta do reservatório Coremas/Mãe D'água	40
4.14	Estudo agrológico das várzeas do Município de Sousa	40
4.15	Valores do coeficiente de cultivo	42
4.16	Demanda hídrica mensal das culturas – valores (m³/s)/hectare	43

4.17/4.44	Contas Culturais – 1,0 ha	43
4.45	Custos e receita bruta anual com irrigação (R\$/hectare)	43
4.46	Mão-de-obra anual necessária por cultura (dia/homem)/hectare	43
5.1	Postos pluviométricos em volta do reservatório Coremas/Mãe D'água	52
5.2	Série pluviométrica 01 - Pluviometria homogeneizada - posto do açude Coremas – valores (mm) – Período: 1908 / 1993	53
5.3	Série pluviométrica 02 - Pluviometria homogeneizada - posto Piancó – período 1908 à 1993 - valores (mm)	53
5.4	Série pluviométrica 03 - Pluviometria homogeneizada - posto Catingueira – período 1908 à 1993 - valores (mm)	53
5.5	Série pluviométrica 04 - Pluviometria homogeneizada - posto Aguiar – período 1908 à 1993 - valores (mm)	53
5.6	Série pluviométrica 05 – média dos postos da região do reservatório Coremas/Mãe D'água – valores (mm) – Período: 1908 à 1993	54
5.7	Parâmetros estatísticos das séries pluviométricas: 01, 02, 03, 04 e 05 - valores (m)	54
5.8	Vazão média afluyente ao reservatório Coremas/Mãe D'água	57

5.9	Vazões mensais medidas no posto fluviométrico de Emas – valores (m^3/s)	57
5.10	Lâminas escoadas medidas por medição direta na bacia hidrográfica de Emas – valores (mm)	58
5.11	Lâminas anuais escoadas e coeficientes de escoamento superficial anuais na bacia hidrográfica de Emas	58
5.12	Vazões mensais medidas no posto fluviométrico de Piancó – valores (m^3/s)	59
5.13	Lâminas escoadas medidas por medição direta na bacia hidrográfica de Piancó – valores (mm)	59
5.14	Lâminas anuais escoadas e coeficientes de escoamento superficial anuais na bacia hidrográfica de Piancó	59
5.15	Lâminas escoadas estimadas na bacia hidrográfica de Aguiar – Valores (mm)	60
5.16	Vazões mensais estimadas na bacia hidrográfica de Aguiar – Valores (m^3/s)	60
5.17	Funções usadas no modelo de simulação do reservatório Coremas	62
5.18	Funções usadas no modelo de simulação do reservatório Mãe D'água	62
5.19	Constantes usadas no modelo de simulação	63
5.20	Pluviometria usada no modelo de simulação – valores (m)	66

5.21	Volumes iniciais dos reservatórios Coremas e Mãe D'água – valores (m³)	65
5.22	Vazões afluentes – 1º Semestre do ano normal – valores (m³/mês)	65
5.23	Vazões afluentes – 2º Semestre do ano normal – valores (m³/mês)	66
5.24	Vazões afluentes – 1º Semestre do ano seco – valores (m³/mês)	66
5.25	Vazões afluentes – 2º Semestre do ano seco – valores (m³/mês)	67
5.26	Vazões afluentes – 1º Semestre do ano chuvoso – valores (m³/mês)	67
5.27	Vazões afluentes – 2º Semestre do ano chuvoso – valores (m³/mês)	68
5.28	Validação do modelo – ano seco	75
5.29	Validação do modelo – ano normal	75
5.30	Validação do modelo – ano chuvoso	75
7.1	Efeitos nas variáveis hidráulicas – Ano seco	90
7.2	Efeitos nas variáveis hidráulicas – Ano chuvoso	90
7.3	Efeitos nas variáveis hidráulicas – Ano normal	91
7.4/7.23	Resultados da simulação do reservatório Coremas / Mãe D'água	95

7.24	Efeitos nas variáveis hidráulicas – Sem redução da vazão – Período: normal – Pluviometria obtida a partir da média da série 02 – Simulação: 6 anos	101
7.25	Efeitos nas variáveis hidráulicas – Com redução de 20% da vazão – Período: normal – Pluviometria obtida a partir da média da série 02 – Simulação: 6 anos	101
7.26	Efeitos nas variáveis hidráulicas – Com redução de 40% da vazão – Período: normal – Pluviometria obtida a partir da média da série 02 – Simulação: 6 anos	102
7.27	Frações cultiváveis por cultura	103
7.28	Área possível de ser irrigada por cultura	104
7.29	Receita líquida gerada s/redução na vazão afluyente ao Coremas/Mãe D'água	105
7.30	Receita líquida gerada com redução de 20% na vazão afluyente ao Coremas/Mãe D'água	105
7.31	Total de empregos gerados com os projetos de irrigação	105

LISTA DE FOTOGRAFIAS

Fotos	Pág.
C.1 Fotografia da bacia hidráulica do reservatório Coremas	18
C.2 Fotografia da barragem principal do reservatório Coremas	18
C.3 Fotografia do sangradouro do sistema Coremas/ Mãe D'água	18
C.4 Fotografia da mini usina hidrelétrica do reservatório Coremas	46

LISTA DE VARIÁVEIS

Variáveis

ACO	Área do espelho de água do reservatório Coremas
AIC	Área irrigável por cultura
AIR	Área total irrigável
AMA	Área do espelho de água do reservatório Mãe D'água
AS	Área da região
C	Constante que depende da forma do vertedouro
Ca⁺²	Concentração de Cálcio
CA	Fator de correção devido aos açudes existentes a montante
CAB	Consumo total de água para abastecimento humano
CAL	Custo de alevinagem por área de espelho de água
CC	Fator de correção do clima
CCT	Custo total do canal
CL	Fator de correção devido a zona de retenção
CMO	Valor gasto com mão-de-obra ao final do período de estabilização dos projetos de irrigação
COTA	Cota do fundo do sistema Coremas / Mãe D'água em relação ao nível do mar
CV	Fator de correção devido a cobertura vegetal

CT	Custo de insumos e serviços para produção agrícola
D	Extensão do canal de Sousa
DELVCO	Diferença do volume do reservatório Coremas na referida cota e do volume deste reservatório na cota de ligação
DELVMA	Diferença do volume do reservatório Mãe D'água na referida cota e do volume deste reservatório na cota de ligação
DELH	Diferença do nível da água dos reservatórios Coremas e Mãe D'água
DHA	Demanda hídrica média mensal
DHM	Demanda hídrica mensal por cultura
DHT	Demanda hídrica total mensal
D_{ar}	Densidade aparente
DT	Disponibilidade total de água do solo
E_f	Eficiência de irrigação
EV	Evaporação mensal corrigida para o sistema Coremas / Mãe D'água
E_{TANQUE}	Evaporação mensal medida no tanque Classe A
ET_o	Evapotranspiração de referência mensal medida no local
ETP_c	Evapotranspiração da cultura
ETP_g	Evapotranspiração média na área irrigável
ER	Área do espelho de água disponível para piscicultura
F	Fração da área total irrigável para cada uma das culturas

HCN	Cota do fundo da tomada d'água do canal de Sousa
HCO	Cota de água do reservatório Coremas
HCT	Cota mínima de água para atender a usina hidrelétrica do reservatório Coremas
H_{LIG}	Cota do fundo do canal de ligação dos reservatórios Coremas e Mãe D'água
HS	Cota da soleira do sangradouro do reservatório Coremas
HMA	Cota de água do reservatório Mãe D'água
i	Taxa de crescimento populacional anual
K_c	Coefficiente de cultivo por cultura
K_p	Coefficiente de correção da evaporação do tanque para o reservatório
L	Largura do sangradouro do reservatório Coremas
L₆₀₀	Lâmina gerada no escoamento superficial para uma pluviometria de 600 mm
L (p)	Lâmina gerada pelo escoamento superficial
Mg⁺²	Concentração de magnésio
n	Número de anos contados a partir de 1992, no cálculo da taxa de crescimento populacional
ND	Número de dias do mês
NLM	Necessidade de irrigação líquida mensal de cada cultura
P	Pluviometria
PA	Porcentagem de área molhada

PC	Custo do canal de Sousa por unidade de comprimento
POP	Total de habitantes da região
P_n	População da referida cidade para o ano almejado
P_o	População no ano de referência
PHR	Potencial hídrico per capita renovável
PMP	Preço médio de venda do pescado
PR	Período para pagamento das obras hidráulicas
q	Consumo de água por habitante
Q	Vazão média mensal
Q_p	Vazão média do rio Piancó afluente ao reservatório Coremas
Q_E	Vazão média da bacia hidrográfica de Emas afluente ao reservatório Coremas
Q_{AG}	Vazão média da bacia hidrográfica de Aguiar afluente ao reservatório Mãe D'água
QAB	Vazão necessária para abastecimento humano
QC	Capacidade de adução do canal de Sousa
QD	Vazão defluente oriunda da regularização do rio Piancó e do abastecimento humano
QIR	Vazão liberada para irrigação
QRG	Vazão necessária para regularização do rio Piancó
QS	Volume extravasado pelo reservatório Coremas

RAS	Razão de Adsorção Sódica
RD	Quantidade de peixes possíveis de serem produzidos por área de espelho líquido do reservatório
REB	Rendimento específico da região
RLU	Receita líquida por cultura por unidade de área cultivável
ROPI	Relação do custo das obras de engenharia pela receita total gerada com os projetos de irrigação
RTI	Receita líquida total anual com os projetos de irrigação
RTIE	Receita líquida total gerada no período de estabilização dos projetos de irrigação
RPSPI	Relação da receita total anual líquida com piscicultura pela receita líquida total anual com os projetos de irrigação
RT	Receita total gerada pela piscicultura e irrigação
RTP	Receita líquida total anual com a piscicultura
S	Área de influência do posto fluviométrico
SD	Valor pago por dia de trabalho
Tolerância	Diferença em valor absoluto do nível de água dos reservatórios Coremas e Mãe D'água
TE	Total de empregos por cultura por unidade de área cultivada
TEG	Total de empregos gerados por ano nos projetos de irrigação

TEGI	Total de empregos gerados no período de estabilização dos projetos de irrigação
TJ	Taxa de juros anual usada para pagamento das obras de engenharia
TUE	Total de empregos gerados com os projetos de irrigação no período de estabilização
TS	Total de segundos no mês
u	Fator de correção devido as características da bacia hidrográfica
VBP	Valor bruto da produção por cultura
VMA	Volume do reservatório Mãe D'água para determinada cota
VCO	Volume do reservatório Coremas para determinada cota
VMA_{LIG}	Volume do reservatório Mãe D'água na cota de fundo do canal de ligação dos reservatórios
VCO_{LIG}	Volume do reservatório Coremas na cota de fundo do canal de ligação dos reservatórios
VRNC	Volume mínimo do reservatório Coremas
VRNM	Volume mínimo do reservatório Mãe D'água
VRXC	Volume máximo do reservatório Coremas
VRXM	Volume máximo do reservatório Mãe D'água
VRCO	Volume do reservatório Coremas no início do ano hidrológico
VRMA	Volume do reservatório Mãe D'água no início do ano hidrológico

VPR

Prestação anual para pagamento da obra

Resumo

A operação de reservatórios envolve o uso da água para diversas finalidades, sempre objetivando minimizar os riscos da falta da água e maximizar os benefícios. O modelo de simulação proposto, associado com a operação do reservatório, mostra-se bastante flexível por representar de forma bastante real a complexa configuração do sistema Coremas / Mãe D'água, onde existe uma ligação dos dois reservatórios. O sistema está localizado na região semi-árida do estado da Paraíba, situado na parte nordeste do Brasil. Dois rios descarregam no reservatório Coremas, o rio Piancó e o rio Emas, e um rio no reservatório Mãe D'água, o rio Aguiar. Quanto as vazões defluentes do sistema, tem-se um canal de irrigação, com 57 km de extensão, que está sendo construído para retirar $4 \text{ m}^3 / \text{s}$ do reservatório Mãe D'água e atender as várzeas do município de Sousa. O reservatório também é usado para abastecimento humano de diversos municípios como: Piancó, Coremas e Patos, além de regularizar vazão, gerar energia elétrica, irrigar uma área em volta do reservatório e ser usada para piscicultura. O modelo matemático desenvolvido utilizou-se da ferramenta MATLAB para simular o processo físico envolvendo a conexão dos dois reservatórios que baseia-se no balanço de massa mensal, onde os valores de entrada são baseados em dados históricos observados. Este modelo é usado para estudar diversos cenários com os anos seco, normal e chuvoso, variações nas condições iniciais do reservatório e intervenções a montante do sistema. Os resultados mostraram que intervenções que reduzam a vazão afluente em mais de 20 % comprometem a sustentabilidade hídrica do reservatório. Análises sócio-econômicas foram feitas para avaliar os benefícios, onde estimou-se a receita líquida gerada com o uso da água para agricultura e piscicultura e o número de empregos que poderiam ser gerados.

Abstract

Reservoir operation involves allocating available water among multiple uses and users, minimizing the risks of water shortages and flooding and maximizing the beneficial use. Simulation models associated with reservoir operation provide higher flexibility in detailed and more realistic representation of complex configuration such as the two interconnected reservoirs, Coremas and Mãe D'água, object of study in this work. This system is located in the semi-arid region of Paraíba state, which is located in the northeast part of Brazil. Two rivers flow into, Piancó and Emas rivers, and the one river flows out, Piancó river, the Coremas reservoir and one river flow into, Aguiar river, the Mãe D'água reservoir. A irrigation channel of 57 Km is being constructed to divert from the Mãe D'água reservoir a discharge up to $4 \text{ m}^3 / \text{s}$ to an irrigation area located in the neighbourhood of the city of Sousa. Moreover, the reservoir waters are used to supply human consumption of the cities of Piancó, Coremas and, in the near future, Patos, to regulate the downstream outflow, to generate electric power energy, to irrigate and grow crops in lands located around the reservoir, to maintain or improve the reservoirs fishing activities, and so on. The mathematical model developed herein and coded for the MATLAB software to simulate the physical behavior of this two interconnected reservoirs is based on the monthly mass balance equation that track the movement of water was based on historic observed data. This model was used to study the system's behavior taking into account the historic observed data. This model was used to study the system's behavior taking into account several scenarios including rainy, normal and dry years, reservoir initial conditions and upstreams interventions. The results have shown that any upstream intervention or long drought season that reduces the water inflow in more than 20 % compromises the sustainability of the reservoir. Economic and social analysis has also been performed in order to evaluate the benefits of the water use in terms of agricultural and fishing activities' profits and number of jobs provided along with the estimated daily incomes.

SUMÁRIO

DEDICATÓRIA.....	i i
AGRADECIMENTOS.....	i i i
LISTA DE FIGURAS.....	i v
LISTA DE TABELAS.....	v
LISTA DE FOTOGRAFIAS.....	xi
LISTA DE VARIÁVEIS.....	x i i
RESUMO.....	x i x.
ABSTRACT.....	x x.
CAPÍTULO I	
<u>1 - INTRODUÇÃO.....</u>	1
CAPÍTULO II	
<u>2 - O SISTEMA DE RECURSOS HÍDRICOS.....</u>	6
2.1 - Gestão de Recursos Hídricos.....	6
2.2 - Os Modelos de Simulação.....	10
2.2.1 - Considerações gerais.....	11
2.2.2 - Casos históricos.....	11

2.2.3 – Simulação da operação do sistema Coremas Mãe D'água.....	13
---	----

CAPÍTULO III

<u>3 - DESCRIÇÃO DA REGIÃO</u>	14
3.1 - Localização.....	14
3.2 - Aspectos Fisiográficos	14
3.2.1 - Características gerais.....	14
3.2.2 - Os recursos hídricos.....	16
3.2.2.1 - Hidrologia superficial.....	16
3.2.2.2 – Hidrologia subterrânea.....	17
3.2.3 - O reservatório Coremas / Mãe d'água.....	17
3.2.3.1 - Dados técnicos.....	17
3.2.3.2 - Qualidade da água.....	18
3.2.3.3 – O Canal de reversão das águas do sistema Coremas / Mãe D'água.....	21
3.2.3.4 - Açudes a montante.....	21

CAPÍTULO IV

<u>4 - Os MÚLTIPLOS USOS DO RESERVATÓRIO</u>	24
4.1 - Piscicultura.....	25
4.1.1 - Aspectos gerais.....	25
4.1.2 - Ambiente aquático.....	26
4.1.2.1 - Temperatura.....	27

4.1.2.2 - Transparência, cor e turbidez da água.....	27
4.1.2.3 - Oxigênio dissolvido (OD)	27
4.1.2.4 - Salinidade.....	28
4.1.3 - Tipos de piscicultura.....	28
4.1.4 - Espécies cultivadas.....	30
4.1.5 - Aspectos econômicos.....	32
4.1.6 - Manejo.....	33
4.2 - Abastecimento Humano.....	33
4.3 - Irrigação.....	36
4.4 - Energia Elétrica.....	44

CAPÍTULO IV

<u>5 - O MODELO DE SIMULAÇÃO DO RESERVATÓRIO</u>	46
5.1 - Generalidades.....	46
5.2 - A Ferramenta MATLAB.....	46
5.3 - A Elaboração do Modelo.....	47
5.3.1 - Os Componentes do Modelo.....	47
5.3.2 - A Configuração do Sistema.....	47
5.3.3 - Demandas da Sociedade.....	48
5.3.4 - Os Dados Hidrológicos.....	49
5.3.4.1- A pluviometria.....	52
5.3.4.2 - A fluviometria.....	54
5.3.4.2.1 - O modelo Sudene / Orstom.....	55
5.3.4.2.2 - O modelo de Aguiar.....	57
5.3.4.2.3 - O posto fluviométrico de Emas.....	57

5.3.4.2.4 - O posto fluviométrico de Piancó.....	59
5.3.4.2.5 - O Posto fluviométrico de Aguiar.....	60
5.4 - O Funcionamento do Modelo.....	61
5.4.1 - O Ajuste das Funções.....	61
5.4.2 - Condições Iniciais.....	63
5.4.3 - Compatibilização dos Níveis dos Reservatórios.....	68
5.4.4 - Balanço Hídrico Mensal.....	73
5.5 - Validação do Modelo.....	75

CAPÍTULO VI

<u>6 - ESTIMATIVA DOS BENEFÍCIOS SÓCIO-ECONÔMICOS.....</u>	76
6.1 - Generalidades.....	76
6.2 - O Funcionamento do Modelo.....	78

CAPÍTULO VII

<u>7 - APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....</u>	85
7.1 - Generalidades.....	85
7.2 - Aspectos Gerais da Simulação.....	86
7.3 - Variações no Reservatório Com as Condições de Intervenções Simuladas.....	89
7.3.1 – Análise do comportamento hídrico do sistema em relação a pluviometria.....	93
7.4 - Benefícios sócio-econômicos com a irrigação e a piscicultura ...	103
7.5 - Análise do custo do canal Mãe D'água / Várzeas de Sousa.....	106

CAPÍTULO V I I I

8 - CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES	108
--	------------

8.1 - Conclusões	108
-------------------------------	------------

8.2 - Recomendações.....	109
---------------------------------	------------

REFERÊNCIAS BLIOGRÁFICAS.....	112
--------------------------------------	------------

ANEXO A

FIGURAS.....	118
---------------------	------------

ANEXO B

TABELAS.....	130
---------------------	------------

ANEXO C

FOTOGRAFIAS.....	206
-------------------------	------------

CAPÍTULO I

INTRODUÇÃO

A crescente demanda dos recursos hídricos e as alterações qualitativas que a água sofre devido as interferências do homem, como também, as alterações impostas pela natureza ao longo das transformações que a mesma passa devido ao ciclo hidrológico, tem trazido algumas limitações ao uso da água. A região semi-árida do Nordeste do Brasil apresenta características climáticas bem definidas tais como: chuvas bastante irregulares a nível espaço-temporal, altas taxas de evaporação e baixos índices pluviométricos em relação ao resto do país. Tais características hidro-climáticas aliada aos aspectos econômicos da região, os quais são predominantemente agrícolas, torna a água um elemento de importância crucial para o desenvolvimento sócio-econômico da área.

Regiões com carência de água, seja a nível quantitativo ou qualitativo, apresentarão sérias limitações econômicas e até imigração das populações locais. Por outro lado, áreas que possuem água em abundância, como por exemplo a região do Irecê na Bahia, Petrolina em Pernambuco e Açú no Rio Grande do Norte, tornaram possível a implantação de grandes projetos de irrigação, os quais ativaram o crescimento dos setores econômicos do comércio, serviços e agro-indústrias.

Uma das formas de atenuar a irregularidade hídrica das regiões semi-áridas é através do uso de reservatórios de acumulação superficiais, que possam atender as necessidades de demanda hídrica para os diversos usos. O DNOCS (Departamento Nacional de Obras Contra a Seca), há mais de 80 anos, numa tentativa de mitigar os efeitos das estiagens prolongadas, vem construindo açudes públicos na região Nordeste do Brasil. Segundo Molle (1992), estima-se que a região tenha mais de 70.000 reservatórios com bacias hidráulicas superiores a 1.000 m^2 , fato este que confere à região a classificação de segunda mais açudada do mundo com respeito à densidade, ou seja, ao número de açudes por Km^2 , só sendo ultrapassada pela Índia.

A construção dos açudes, apesar de amenizar, não solucionou o problema da falta de água. Novas obras exigem grandes investimentos, altos custos com desapropriações e relocação de populações. Além disso, algumas bacias hidrográficas já estão no seu limite de desenvolvimento de açudagem, com as regiões a jusante sofrendo grandes interferências devido à reservação de água dos açudes a montante. Portanto, faz-se necessário operar estes açudes de forma que o uso da água armazenada seja disciplinado ao longo do tempo e tenha os seus benefícios maximizados. Uma das formas de minimizar o problema da escassez relativa da água é priorizar uma melhor gestão dos mananciais já existentes.

No presente trabalho, objetiva-se:

a) Observar o comportamento do sistema Coremas/Mãe D'água com a retirada de água pelo Canal para as várzeas de Sousa e a redução da área de contribuição hídrica da bacia hidrográfica ao sistema. Tais interferências nas condições atuais do sistema poderão ocasionar redução do volume do reservatório que poderá comprometer, a médio e longo prazo, a capacidade de regularização do sistema a jusante do reservatório;

b) A definição de uma política de operação de mananciais superficiais preocupada com a redução dos conflitos oriundos de usos múltiplos da água e respectivos usuários, o desenvolvimento sustentável e o incremento de benefícios sociais e econômicos, sempre observando as imposições de ordem legal, ambiental e hidrológicas.

Dentro deste grande universo de mananciais superficiais existentes na região, destaca-se o reservatório Coremas / Mãe D'água, terceiro maior do Nordeste e primeiro do Estado da Paraíba. Este reservatório foi escolhido como objeto de estudo para a definição de uma política de operação por inúmeros fatores, dentre os quais podemos destacar:

a) Excelente qualidade da água, apta, portanto, para qualquer uso;

- b) Grande volume de água passível de ser utilizada;
- c) Sub-aproveitamento deste grande manancial hídrico;
- d) Existência da atividade de piscicultura no reservatório, embora ainda de forma rudimentar;
- e) Projeto, em fase de execução, de um canal que transportará uma vazão de 4 m³/s do Sistema Coremas/Mãe D'água para as várzeas do município de Sousa;
- f) Construção de inúmeros açudes a montante, conforme Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado da Paraíba (1994), que poderá comprometer bastante as vazões afluentes ao reservatório;
- g) Os benefícios sócio-econômicos com futuros projetos de irrigação a nível local e regional.

Os estudos de operação de reservatórios tiveram seu desenvolvimento concomitantemente à evolução das técnicas de análise de sistemas, onde pode-se destacar processos de simulação e otimização. No presente trabalho, que visa simular o funcionamento do reservatório Coremas/Mãe D'água sujeito a múltiplos usos, utiliza-se de modelos matemáticos não lineares. Esta metodologia tem como características principais a flexibilidade de utilização, a observância da natureza não linear intrínseca dos processos físicos que ela simula.

Para obtenção dos resultados, o modelo é executado no MATLAB (Matrix Laboratory) que é um ambiente computacional técnico de alto desempenho em cálculo e visualização numérica. Trata-se de um sistema iterativo no qual o dado elementar básico é uma matriz que não requer dimensionamento, possibilitando a resolução de problemas numéricos em um período de tempo menor do que eles levariam para ser escritos em uma linguagem computacional. O modelo matemático de simulação é escrito com base no balanço hídrico e de acordo com as condições das

obras de engenharia e características hidrológicas, hidráulicas, ambientais, políticas e legais.

Os benefícios sócio-econômicos são determinados em planilha eletrônica, o que permite com bastante rapidez correlacionar, seja por meio de tabelas ou gráficos, tais benefícios com as vazões afluentes e defluentes ao sistema e outras variáveis hidrológicas.

Os estudos desenvolvidos são apresentados em oito capítulos.

No Capítulo 1, *Introdução*, é descrita a região em estudo sob o ponto de vista hidro-climático e apresentado o problema de escassez hídrica regional atual e as perspectivas futuras quanto as questões de oferta versus demanda hídrica. É explanada as razões da opção pelo estudo do sistema Coremas/Mãe D'água, assim como pela técnica de simulação utilizada.

No Capítulo 2, *O Sistema de Recursos Hídricos*, faz-se uma revisão bibliográfica do assunto em estudo.

No Capítulo 3, *Descrição da Região*, caracteriza-se a região quanto a sua localização e seus aspectos fisiográficos - clima e recursos hídricos, assim como o reservatório quanto aos seus aspectos hidráulicos e hidrológicos. Faz-se também a descrição do canal de reversão das águas do sistema Coremas/Mãe d'água e da atual situação da açudagem a montante do sistema.

No Capítulo 4, *O Aproveitamento Múltiplo dos Recursos Hídricos*, é definido cada um dos usos do reservatório são descritas as suas características gerais e determinadas as necessidades hídricas pertinentes a cada um.

No Capítulo 5, *O Modelo de Simulação do Reservatório*, descreve-se o modelo matemático usado no processo de simulação. Apresenta-se, também, a configuração do sistema a ser simulado, caracteriza-se cada um dos componentes que servirá como dado de entrada do programa e explica-se o funcionamento do modelo proposto.

No Capítulo 6, *Os benefícios sócio-econômicos*, descreve-se o modelo, elaborado no software EXCEL, usado na determinação das receita líquida e total de empregos gerados com os diversos usos do reservatório.

No Capítulo 7, *Apresentação e discussão dos resultados*, analisa-se o comportamento do reservatório sujeito a intervenções do homem a montante, a operação do canal de Sousa e alterações na pluviometria. Estima-se os benefícios sócio-econômicos com a piscicultura e os projetos de irrigação, assim como as perdas sócio-econômicas e hídricas com a redução da vazão afluyente ao sistema. Verifica-se também o custo das obras hidráulicas em relação a receita total gerada no reservatório e a rentabilidade entre os diversos usos.

No Capítulo 8, *Conclusões e Recomendações*, traçam-se diretrizes para liberação de vazões do manancial estudado, faz-se algumas considerações com relação aos benefícios sócio-econômicos possíveis de serem gerados, ao manejo e o uso do manancial. Sugere-se também alguns temas para futuras pesquisas no manancial em relação ao aproveitamento dos recursos hídricos do manancial em questão.

CAPÍTULO II

O SISTEMA DE RECURSOS HÍDRICOS

A análise de sistemas de recursos hídricos objetiva a resolução de problemas complexos de engenharia de recursos hídricos utilizando-se técnicas computacionais agregadas a modelagem matemática. No processo de modelagem matemática visa-se a descrição da forma como os elementos de um sistema interagem entre si. Conforme Bath et al (1987), numa análise de modelos a nível de componentes pode-se definir os seguintes componentes:

- a) Fenômeno - processo físico que atua e modifica o sistema;
- b) Variáveis - descrevem qualitativamente e quantitativamente o fenômeno;
- c) Parâmetros - constantes obtidas a partir da calibração do modelo.

Dentro do processo de representação dos sistemas de recursos hídricos, pode-se dar o enfoque com dois propósitos, um através da simulação do comportamento da realidade que eles representam e outro pela otimização dos processos decisórios que atuam nesta realidade. No presente capítulo, faz-se um breve relato da gestão dos recursos hídricos e aborda-se o processo de simulação quanto aos seus aspectos gerais e sua evolução no tempo.

2.1 - GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS

A água é um bem de consumo final ou intermediário na quase totalidade das atividades humanas e de relevante valor para a promoção da melhoria da qualidade de vida da sociedade. A evolução da sociedade diversificou o uso da água, aumentaram-se o número tanto dos objetivos, quais sejam, econômicos, sociais e ambientais, como dos usos, tais como, irrigação, geração de energia, abastecimento urbano e rural, piscicultura, recreação, industrial e diluição de esgotos.

A ocorrência da água caracteriza-se por uma variabilidade temporal e espacial, em decorrência, apresenta escassez hídrica quantitativa em regiões como o Nordeste do Brasil e escassez hídrica qualitativa em algumas áreas metropolitanas, casos de São Paulo e Rio de Janeiro. Esta variabilidade natural de ocorrência, aliada a atuação do homem no meio ambiente ocasiona o aparecimento de poluição, represamentos, desvios de canais naturais, extração hídrica excessiva dos cursos fluviais e muitas outras intervenções.

* Este caráter de múltiplo uso da água tornou-a um recurso valioso como insumo econômico e, quando escasso, pode gerar inúmeros conflitos entre os vários usuários. Dentro deste contexto, torna-se clara a necessidade da gestão integrada do uso, controle e conservação dos recursos hídricos, a fim de minimizar os conflitos de uso que possam vir a ocorrer, e ao mesmo tempo, promover o desenvolvimento sustentável da região.

^y Segundo Lanna (1993), a gestão dos recursos hídricos é uma atividade complexa de natureza multidisciplinar e intersetorial, onde destacam-se duas atividades, o gerenciamento e o planejamento, que devem interagir de forma contínua, permanente e dependente. Portanto, torna-se necessário considerar de uma forma integrada e harmoniosa os seguintes aspectos: desenvolvimento econômico e social, preservação ambiental e as características inerentes à água nas diversas formas em que ela ocorre na natureza, sempre levando em consideração alguns fatores, tais como:

- a) A bacia hidrográfica como a unidade do planejamento;
- b) O ciclo hidrológico como sendo aberto e global;
- c) A existência de múltiplos usos e usuários;
- d) Os condicionantes políticos-institucionais;
- e) O princípio do desenvolvimento sustentável.

No gerenciamento dos recursos hídricos é de suma importância a existência de uma legislação, um conjunto confiável de informações e modelos de

avaliação e decisão. Um instrumento fundamental para o gerenciamento é a cobrança pelo uso da água, existindo algumas iniciativas que sugerem a criação de mercados de águas, onde os detentores de direitos de uso poderiam negociá-la. Tal idéia, para tornar-se aplicável, deve ser sustentada por um bom arcabouço jurídico-institucional.

A história da legislação das águas no Brasil iniciou-se no ano de 1930 com o Código das Águas, que embora internacionalmente famoso, enfocou fundamentalmente o aproveitamento dos potenciais de energia hidráulica e a regulamentação dos serviços de energia elétrica, não abordando muito a gestão dos recursos hídricos. Decorrido meio século, a Constituição Brasileira, a partir de 1988 e a Lei Federal 9.433 de 08 de janeiro de 1997 enfatizaram a necessidade de gerir os recursos hídricos disponíveis.

A Lei Federal 9.433 de 08/01/1997, no que concerne a gestão dos recursos hídricos, enuncia no Capítulo I, art. 1º: “A gestão dos recursos hídricos deve sempre proporcionar o uso múltiplo das águas”. A Constituição Brasileira de 1988, no que diz respeito ao domínio para os corpos d’água no Brasil, enuncia “A água é do domínio da União e dos Estados, da União são as águas dos rios que atravessam ou limitam dois ou mais estados, ou são compartilhados com outros países, dos estados são os rios que nascem e morrem nos seus limites, são também domínio da União as águas situadas em reservatórios por ela construídos”. A construção do Reservatório em estudo foi feito na década de 30 pelo governo federal, sendo por isso as águas do Reservatório Coremas/Mãe D’água pertencentes a União.

Além de um boa ferramenta jurídica-institucional, é muito importante no gerenciamento dos recursos hídricos um conjunto confiável de informações. Portanto, faz-se necessário a instalação e monitoramento de postos de medição, nas diversas regiões do país onde haja carência de informações hidrológicas, que mensurem variáveis climáticas (precipitação, evaporação, temperatura, umidade do ar, vento, radiação solar, etc), de escoamento (nível da água, área da bacia hidrográfica, velocidade, vazões, qualidade da água e dos sedimentos transportados, etc.) e características da bacia hidrográfica (geologia, topografia, solos, vegetação, urbanização, etc.). Conhecidos os valores assumidos pelas variáveis, procede-se à

verificação da homogeneidade dos dados que alimentarão os modelos de processos hidrológicos pertinentes ao estudo.

^v O Planejamento dos recursos hídricos, parte integrante da gestão, busca a eficiência econômica e a flexibilidade operacional, de forma a adequar e conciliar as intervenções humanas (demandas) aos sistemas de recursos hídricos (disponibilidades). Tem-se por objetivo a alocação da água entre os múltiplos usos, possibilitando a obtenção dos máximos benefícios econômicos e sociais.

No processo de planejamento do uso dos recursos hídrico deve-se levar em consideração dois tipos de usos da água: os conflitantes, os quais concorrem pelo mesmo recurso, uso agrícola e abastecimento urbano e os complementares, nos quais uns geram recursos para outros, por exemplo geração hidrelétrica e regularização de vazões. Articular essas modalidades de usos é necessário, devendo-se possibilitar:

a) O estabelecimento de um padrão comum de avaliação de projetos de forma a agilizar a análise dos estudos e o início das obras;

b) A aquisição e reserva de locais que atenderão a obras futuras assim como áreas de preservação, pensando-se sempre no princípio do desenvolvimento sustentável e evitando os altos custos com desapropriações;

c) A prevenção do superdimensionamento de projetos, que poderão ser executados de forma escalonada, reduzindo o tempo de retorno do investimento. A execução de um canal trapezoidal com seção mista é um bom exemplo de obra escalonada.

Dois termos devem ser tratados de forma cuidadosa, no âmbito do planejamento e gestão de recursos hídricos, o uso e o objetivo. Por exemplo, a construção de um reservatório de usos múltiplos pode objetivar uma maximização do benefício monetário líquido a nível nacional, alternativamente, uma obra com o único uso para fins agrícolas pode contribuir para o objetivo de eficiência nacional na

produção de alimentos e para o benefício monetário líquido a nível regional e nacional, ou seja, um uso e vários objetivos (Tucci, 1993).

* Outro elemento que insere-se dentro do programa de gestão de recursos hídricos juntamente com o gerenciamento e o planejamento é o desenvolvimento sustentável. Conceito novo nos países em desenvolvimento, o desenvolvimento sustentável é o desenvolvimento que satisfaz as necessidades do presente sem comprometer as habilidades das futuras gerações de satisfazerem suas necessidades.

2.2 - OS MODELOS DE SIMULAÇÃO

2.2.1 - CONSIDERAÇÕES GERAIS

Durante os últimos 20 anos, um dos mais importantes avanços feito no campo da Engenharia de Recursos Hídricos foi o desenvolvimento e adoção das técnicas de otimização e simulação para planejar, projetar e gerenciar os complexos sistemas de recursos hídricos. A análise dos complexos sistemas de recursos hídricos, geralmente, envolve centenas de variáveis de decisão e restrições, as quais tornam necessário o uso de técnicas desenvolvidas no campo operacional e do gerenciamento.

No caso de estudo de reservatórios, conforme Yeh (1985), a escolha dos métodos de avaliação depende das características do sistema de reservatórios considerados, dos dados avaliados e dos objetivos e restrições especificadas, os quais possibilitarão a opção por uma ou combinação das técnicas enumeradas a seguir:

- a) Programação Linear;
- b) Programação Dinâmica;
- c) Programação Não-linear;
- d) Simulação.

No presente trabalho, utiliza-se o processo de simulação, a qual é definida como uma técnica de modelagem usada para aproximar a situação física de

uma realidade computacional., representando as características mais usuais do sistema por equações algébricas. A simulação caracteriza-se por:

- a) Conjunto finito de decisões possíveis de acordo com as alternativas propostas;
- b) Grande flexibilidade na resposta do sistema;
- c) Facilidade no trato dos diversos cenários propostos e novos que poderão acontecer;
- d) Ser uma ferramenta onde a sua eficiência depende da experiência e do poder de iniciativa do modelador.

2.2.2 - CASOS HISTÓRICOS

O primeiro modelo de simulação associado com sistema de reservatórios, que apareceu na literatura, foi estudado pelo U.S.Army Corps of Engineers em 1953. Tal modelo foi usado na operação de seis reservatórios no Rio Missouri (Hall e Dracup, 1976), cujo objetivo era a produção de energia elétrica sujeita as restrições de navegação, controle de cheia e irrigação.

Mass (1962) aplicou técnicas de simulação para melhorar o aproveitamento econômico em bacias hidrográficas. Hall e Dracup (1970) definiram a simulação com a procura de representar um sistema em seus aspectos importantes, encontrando-se a solução ótima por tentativas e erros. Em 1971 foi desenvolvido o modelo HEC-3 pelo Hydrologic Engineering Center. Liu et al (1972) efetuou a simulação da bacia de Oswego no Estado de New York.

Labadie (1978), apresentou como componentes de um modelo de simulação para representação de um sistema de reservatórios:

- a) Variáveis de entrada: vazões afluentes, demandas da sociedade e limites operacionais do reservatório;

b) Variáveis de estado: variam durante a simulação, como os volumes armazenados nos reservatórios;

c) Variáveis de saída: respostas da simulação, como as vazões liberadas para atendimento de uma certa demanda;

d) Parâmetros: variáveis características do sistema, como o volume mínimo e capacidade dos reservatórios;

e) Intervalo de tempo: intervalo mensais para estudos de conservação e diários para controle de cheias são os mais usados.

Herman (1983) classificou os modelos de simulação em físicos, analógicos e digitais que tiveram uma evolução bastante rápida com a informática. Harboe e Schultz (1985) desenvolveram um modelo de simulação para dois reservatórios em paralelo na bacia do rio Wupper na Alemanha, que atendiam a quatro propósitos: controle de cheia, abastecimento público, aumento de vazões a jusante e liberações para garantia da vida aquática.

Braga (1987), definiu dois tipos básicos de modelo de simulação em recursos hídricos:

a) Simulação dos processos hidrológicos e da qualidade da água;

b) Simulação dos aspectos de dimensionamento e operação de sistemas de recursos hídricos.

No presente trabalho, o enfoque é dado para a operação de sistema de recursos hídricos.

No Brasil aparecem alguns casos práticos de simulação de reservatórios, onde destacam-se:

a) Zahed (1984) que aplicou o modelo HEC-5 a um sistema de reservatórios na região metropolitana de São Paulo, o qual tinha objetivos de geração de energia e controle de cheias;

b) O modelo CHEIA desenvolvido pela ELETROBRÁS (Centrais Elétricas Brasileiras S.A.), o qual vem sendo bastante usado no controle de cheias em bacias brasileiras. Dib et al (1989) mostram os resultados de simulações feitas com o modelo na bacia do rio Iguaçu, Estado do Paraná.

c) Ribeiro (1990) que utilizando o modelo HEC-3 aplicou na operação de um sistema composto por dois reservatórios em série, Engenheiro Ávidos e São Gonçalo, localizados na região semi-árida do Estado da Paraíba, no Nordeste do Brasil.

2.2.3 - SIMULAÇÃO DA OPERAÇÃO DO SISTEMA COREMAS/MÃE D'ÁGUA

Optou-se, neste trabalho, pelo desenvolvimento de um modelo matemático para a simulação do comportamento físico do sistema Coremas/Mãe D'água utilizando-se da ferramenta computacional MATLAB. Como será demonstrado em capítulos posteriores desta dissertação, os seguintes fatores influenciaram na escolha deste processo de resolução do problema:

a) Não é do conhecimento do autor qualquer modelo de simulação de reservatórios atualmente desenvolvidos que seja capaz de representar o processo físico intrínseco da operação do sistema Coremas/Mãe D'água ;

b) A complexidade dos processos iterativos oriundos do modelamento do sistema físico, inviabilizaram, com uso da versão atual do MATLAB, a aplicação de técnicas de otimização.

CAPÍTULO III

DESCRIÇÃO DA REGIÃO

3.1 - LOCALIZAÇÃO

A região estudada, situa-se no oeste do estado da Paraíba, Nordeste do Brasil, na área fisiograficamente classificada como semi-árido, conforme mostra a *Figura A.3.1* apresentada no Anexo A, sob coordenadas geográficas de $6^{\circ} 43' 30''$ e $7^{\circ} 51'$ de latitude sul, e $37^{\circ} 27'$ e $38^{\circ} 39'$ de longitude oeste de Greenwich. Ela é parte integrante da Bacia do Piancó, uma das seis sub-bacias do sistema Piranhas, a qual apresenta uma área de 9.761 Km^2 . Esta área tem como principais reservatórios o sistema Coremas/Mãe D'água situado entre as coordenadas $7^{\circ} 0'$ e $7^{\circ} 10'$ de latitude sul, e $37^{\circ} 50'$ e $38^{\circ} 50'$ de longitude oeste de Greenwich.

A bacia hidráulica dos reservatórios em estudo limita-se ao norte com a Cidade de Coremas e as Serras de Santa Catarina e do Melado, ao leste com as serras: Canela de Ema, Riacho do Boi e Queimada e ao sul com as serras de: Galinha e Pocinho, conforme pode ser visto na *Figura A.3.2*, a qual mostra o mapa da micro-região do reservatório Coremas/Mãe D'água, apresentada no Anexo A.

O sistema Coremas/Mãe D'água está a 92 Km da cidade de Patos, 65 Km da cidade de Sousa, 52 Km da cidade de Pombal, 264 Km da cidade de Campina Grande e 385 Km da capital do estado da Paraíba e o acesso aos reservatórios dão-se pela rodovia BR-230, e pela rodovia estadual PB-426.

3.2. ASPECTOS FISIAGRÁFICOS

3.2.1 - CARACTERÍSTICAS GERAIS

A área da bacia hidrográfica do Piancó apresenta clima semi-árido quente mediano, com 7 a 8 meses secos (Nimer, 1993) e é caracterizada por uma

distribuição anual das chuvas bastante irregular, com média pluviométrica anual em torno de 800 mm e evaporação bastante elevada chegando a superar os 2.300 mm por ano, conforme mostra a *Tabela 3.1* apresentada no Anexo B. Esta estimativa mensal da evaporação no lago foi feita a partir dos dados do tanque classe A, instalado em Coremas, onde adotou-se um coeficiente K_p , denominado Coeficiente do tanque e dependente do meio que circunda o tanque, igual a 0,75, o qual relaciona a evaporação do lago com a evaporação medida no tanque classe A.

A pluviometria caracteriza-se por um período chuvoso de janeiro à maio, sendo o trimestre mais chuvoso de fevereiro à abril. No resto do ano as chuvas são raras e os valores de evaporação superiores aos de precipitação. Estes dados pluviométricos encontram-se listados na *Tabela 5.2* do Capítulo 5 apresentada no Anexo B.

A influência das brisas que sopram do oceano Atlântico para o continente, criam uma umidade relativa média mensal que varia entre 69% e 74% no trimestre mais úmido e entre 56% e 57% no trimestre mais seco, conforme mostra a *Tabela 3.2* apresentada no Anexo B. Quanto aos ventos, registros efetuados na estação meteorológica de São Gonçalo, com anemômetros a 0,50 m do solo, indicam uma média anual próxima aos 10 Km/h, conforme a *Tabela 3.2*. Os meses de março e abril apresentam a velocidade média do vento mais baixa, em torno de 9,36 Km/h, e os meses de setembro e outubro apresentam a velocidade média mais alta, 11,5 km/h e 11,9 Km/h.

A temperatura média anual fica em torno dos 27° C, conforme mostra a *Tabela 3.2*, e a amplitude térmica é sempre inferior a 3° C. Analogamente ao que acontece com os valores médios da velocidade dos ventos e das temperaturas, os valores médios de insolação apresentam pequenas flutuações. Conforme dados medidos no posto do açude São Gonçalo, de janeiro até maio, a insolação se mantém em média em torno de 261 horas mensais, atingindo um máximo de 300 horas em outubro.

De acordo com o Plano Estadual de Recursos Hídricos (1994), o clima da área de estudo pode ser enquadrado em duas classificações:

a) Koppen - Aw' (quente e úmido com chuvas de verão e outono) que ocorre na parte oeste do estado, desde a cidade de Patos até o estado do Ceará,

b) Gaussen - 4aTh (tropical quente) com estação seca longa, de 7 a 8 meses.

A bacia hidrográfica do Piancó, com uma altitude média de 220 metros em relação ao nível do mar, aparece em sua quase totalidade plana, não contendo acidentes dignos de registro. Apresenta uma vegetação de natureza xerófila, cujo grau de xerofilismo está associado diretamente ao relevo. Nos divisores de água da bacia, nas partes mais altas, tem-se formações de caatinga hipoxerófila e florestas caducifólia. Na região central, mais baixa, detecta-se a existência de caatinga hiperxerófila e hipoxerófila.

Quanto a Geologia, prevalecem na região da bacia os solos com substrato cristalino, excetuando-se aqueles situados em posição de colúvio, que são solos de encostas dos morros formados por detritos provindos das áreas altas, e às margens dos rios, provenientes neste último caso de sedimentos arrastados. Os solos cristalinos são rasos e pedregosos não tendo boa aptidão agrícola, já os aluviões, que são mais profundos, são suficientemente aptos para a exploração agrícola.

3.2.2 - OS RECURSOS HÍDRICOS

3.2.2.1 - Hidrologia superficial

A bacia do Piancó apresenta como principal canal de drenagem o rio Piancó, que nasce no sudoeste do estado da Paraíba na região do município de Conceição, conforme mostra a *Figura A.3.3* apresentada no Anexo A. Da sua nascente o rio Piancó percorre 70 Km, cortando os municípios de Ibiara, Diamante, Boaventura, Itaporanga e Piancó, até chegar ao reservatório Coremas/Mãe D'água,

continuando então o seu percurso com vazão regularizada até desaguar no rio Piranhas.

O rio Piancó apresenta, na sua maioria, afluentes intermitentes, destacando-se o rio Gravataí na margem direita e os riachos Jenipapo e Pilões na margem direita. Além do rio Piancó, contribuem também com escoamento superficial para o Sistema Coremas/Mãe D'água as bacias hidrográficas de Emas e Aguiar.

O regime fluviométrico é característico de regiões semi-áridas. Os escoamentos são função direta das chuvas e características físicas da bacia hidrográfica. Conforme as precipitações ocorridas na bacia, observam-se períodos curtos de descargas mais elevadas (meses de fevereiro à abril) e períodos longos de baixos escoamentos (6 a 7 meses de baixa precipitação).

3.2.2.2 - Hidrologia subterrânea

O inventário Hidrogeológico Básico do Nordeste (Albuquerque, 1971), mostra que a região à montante do reservatório Coremas/Mãe D'água está inserida em terrenos do Pré-cambriano Superior, especificamente do Grupo Seridó. A formação Seridó caracteriza-se por Micaxistos e por não apresentar nenhum aquífero significativo, devido a baixa permeabilidade destas rochas, o que resulta num potencial hidrogeológico explorável de médio a baixo. Na região à jusante do reservatório Coremas/Mãe D'água aparece a formação do Grupo Caicó, que data do período Pré-cambriano Inferior, caracterizando-se por Xistos, Quartzitos e Gnaisses e da mesma forma que o Grupo Seridó por apresentar potencial hidrogeológico de médio a fraco.

3.2.3 - RESERVATÓRIO COREMAS/MÃE D'ÁGUA

3.2.3.1 - Dados técnicos

Conforme levantamentos efetuados junto ao DERUR - 2º Distrito de engenharia rural do sistema público Coremas/Mãe D'água vinculado ao DNOCS, o reservatório Coremas (Estevam Marinho)/Mãe D'água, localiza-se no município de

Coremas, tendo sido construídos pelo DNOCS num período de oito anos entre 1935 a 1943, em consonância com a política de dotar o Nordeste semi-árido de uma estrutura hidráulica para combater os efeitos das secas periódicas e das irregularidades das chuvas.

O reservatório de Coremas, com capacidade de 720.000.000 m³ na cota 245 m, possui uma bacia hidrográfica de contribuição de 6.840 Km², tem bacia hidráulica de 59,5 Km², conforme mostra a *Fotografia C.3.1* apresentada no Anexo C, e uma profundidade máxima de 44 m. A barragem principal tem largura máxima da base de 258,50 m, extensão de coroamento de 1.550 m, conforme mostra a *Fotografia C.3.2* apresentada no Anexo C, largura de coroamento de 10 m e cota de coroamento de 248 m. O citado reservatório contém ainda três barragens auxiliares com respectivamente 500 m, 165 m e 280 m de extensão de coroamento. O sangradouro da barragem principal apresenta largura de 150 m, altura de 3m e cota da soleira de 245 m conforme a *Fotografia C.3.3* apresentada no Anexo C.

O reservatório Mãe D'água também construído pelo DNOCS, ligado por um túnel na cota 230 m (cota esta rebaixada de 236 m para 230 m devido a construção do canal Coremas/várzeas de Sousa) ao reservatório Coremas, tem capacidade máxima de 648.000.000 m³, possui uma bacia hidrográfica de 1.128 Km², tem bacia hidráulica de 38,4 Km² e profundidade máxima de 44 m. A barragem principal tem largura máxima da base de 35 m, extensão de coroamento de 170,76 m, largura de coroamento de 1,20 m e cota de coroamento de 245 m.

3.2.3.2 - Qualidade da água

Antigamente, apenas os sentidos da visão, sabor e olfato eram elementos determinantes da qualidade da água. Com a evolução tecnológica surgiram inúmeros instrumentos e metodologias para detectar e medir poluentes no ambiente aquático. Estabeleceram-se padrões distintos de qualidade de água para os diversos usos como abastecimento humano e industrial, preservação da vida aquática, irrigação, piscicultura, recreação e navegação. A disponibilidade

hídrica deixou de ser uma função apenas da quantidade de água disponível, para ser função também da sua qualidade.

Os padrões qualitativo e quantitativo não são independentes mas bastante interrelacionados. Por exemplo, um trecho de rio que recebe despejos de águas servidas pode ter o seu grau de poluição minimizado pelo tratamento destas águas ou pelo aumento das vazões para diluição do poluente. Os constantes conflitos de uso hídrico tornou necessário enquadrar os corpos de água em *classes*, conforme a *Lei Federal No 9.433 de 08/01/1997*, que visa assegurar às águas qualidade compatível com os usos mais exigentes e diminuir os custos de combate a poluição das águas mediante ações preventivas permanentes.

As classes destes corpos estão definidas por legislação ambiental e o Conselho Nacional de Meio Ambiente estabelece uma classificação das águas do território nacional em doces, salobras e salinas. Para cada uma destas classificações existem subdivisões em classes segundo os usos predominantes. No presente trabalho é dada ênfase ao uso para irrigação, abastecimento humano e piscicultura.

Amostras de água coletadas no Sistema Coremas/Mãe D'água no período de janeiro a agosto de 1984, pela empresa Agrosolos Engenharia Ltda (1993) forneceram os resultados mostrados nas *Tabela 3.3 e Tabela 3.4*, as quais são apresentadas no Anexo B, que indicaram entre outras características: um PH entre 6 e 7, baixo teor de cloretos e sulfatos, ausência de nitritos e aspecto da água ligeiramente turvo.

Quanto a potabilidade para abastecimento humano, observados os limites de Potabilidade Relativa de Schoeller, que é considerada uma metodologia adequada às características hidro-climáticas regionais e consultada a *Tabela 3.5*, a qual é apresentada no Anexo B, que mostra os Limites de Potabilidade de Schoeller, onde possibilitou-se classificar a água como de potabilidade boa para abastecimento humano.

No âmbito da irrigação, a qualidade da água é de extrema importância, devendo-se tomar bastante cuidado para que a mesma não venha a ocasionar a salinização do solo, fato este que pode ser monitorado através de análises periódicas da água no reservatório e nos seus afluentes. No que se refere ao uso da água para irrigação existem na literatura inúmeras metodologias para a sua classificações, destacando-se a do *US. Salinity Laboratory (U.S.SL)*, que considera como parâmetros representativos a condutividade elétrica e a concentração de Sódio, determinada pelo R.A.S (Razão de Adsorção Sódica) avaliada pela Expressão 3.1:

$$\text{R.A.S} = (\text{Na}^{+2} / (\text{Ca}^{+2} + \text{Mg}^{+2}) / 2) \dots\dots\dots (3.1)$$

A Expressão 3.1 apresenta os seguintes componentes: Na^{+2} (Concentração de Sódio em miliequivalentes por litro), Ca^{+2} (Concentração de Cálcio em miliequivalentes por litro) e Mg^{+2} (Concentração de Magnésio em miliequivalentes por litro). O Sódio possui grande efeito na irrigação pelo fato de que águas muito sódicas reduzem consideravelmente a permeabilidade do solo, dificultando a alimentação das plantas e a drenagem do solo. Calculada a R.A.S e conhecida a Condutividade Elétrica da água, obtém-se diretamente do diagrama Condutividade Elétrica x R.A.S, mostrado na *Figura A.3.4* apresentada no Anexo A, que mostra o diagrama para a classificação das águas para irrigação do sistema Coremas/Mãe D'água. Prevaleram no Sistema Coremas/Mãe D'água as classes C1-S1, com 83 % e C2-S1 com 17 % das amostras, respectivamente, como mostra as *Tabela 3.6* e *Tabela 3.7*, as quais são apresentadas no Anexo B.

À classe C2-S1 caracteriza-se por: baixo risco de salinidade com total de sais dissolvidos de no máximo 160 miligramas por litro, média condutividade elétrica com um valor máximo de 750 micromhs e razão de adsorção sódica baixa, por isto considerada como apta para irrigação. À classe C1-S1 caracteriza-se por: baixo risco de salinidade com total de sais dissolvidos de no máximo 160 miligramas por litro, baixa condutividade elétrica com um valor máximo de 250 micromhos e razão de adsorção sódica baixa, por isto considerada como apta para irrigação.

3.2.3.3 - O Canal de reversão das águas do sistema Coremas/Mãe D'água

A finalidade precípua do referido canal é atender a agricultura irrigada na área das várzeas do município de Sousa. O canal inicia-se no ponto de captação de água no açude Mãe d'água na cota 230 m, seguindo no sentido norte-sul ao pé da Serra da Boa Vista. Seu caminhamento muda depois para o sentido leste-oeste até chegar a cidade de Sousa, percorrendo um total de 57 Km e chegando em Sousa na cota 220 m.

Na captação no reservatório Mãe D'água tornou-se necessário um aprofundamento do túnel que interliga os dois açudes em 6 m, passando a cota do túnel de 236 m para 230 m, o que resultará num desnível hidrico máximo de 15 metros, sendo tal tomada provida de um equipamento de acionamento hidromecânico denominado obturador a disco, que permite fluxo de água quando houver demanda e cessação do mesmo quando a demanda for nula.

Quanto as características gerais do canal, o revestimento é em concreto simples com juntas de dilatação a cada 30 m e de contração a cada 2,5 m, sendo a secção transversal trapezoidal com : base inferior igual a 2 m, altura de 2,25 m, bordo livre de 0,76 m, bermas com comprimento de 1,5 m, taludes internos de 1:1 e taludes externos de 1:1,5. Nos cálculos hidráulicos adotou-se coeficiente de Manning (n) de 0,014 que levou a uma declividade ajustada de 0,0002 m/m, podendo quando entrar em operação regularizar uma vazão máxima de 4 m³/s.

3.2.3.4 - Os açudes a montante

Uma análise que deve ser feita no estudo de qualquer reservatório é o efeito dos reservatórios a montante do barramento. No caso da Bacia Hidrográfica do Piancó existem aproximadamente 14 reservatórios de porte variado, conforme *Tabela 3.8* apresentada no Anexo B, resultando a soma de todos estes mananciais num volume total máximo de armazenagem de 92,6 milhões de m³, valor este correspondente a 7% do volume máximo do Sistema Coremas/Mãe D'água, em um

volume médio anual afluyente ao sistema de 64,31 milhões de m³, valor este equivalente a 12% do volume total médio anual afluyente ao sistema Coremas/Mãe D'água.

Estudos efetuados pelo Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado da Paraíba (1994), propõe a construção de mais 18 reservatórios, apresentados na *Tabela 3.9* que encontra-se no Anexo B, que totalizam uma capacidade máxima de armazenagem de 379,2 milhões de m³, equivalente a 22% do volume máximo do sistema em estudo e num volume médio anual afluyente ao sistema de 220,36 milhões de m³, valor este correspondente a 34% do volume total médio anual afluyente ao sistema Coremas/Mãe D'água.

Construídos todos estes reservatórios propostos e adicionado este volume total a ser implantado ao volume total já existente, ter-se-á um volume adicionado total previsto de 473.400.000 m³ que chegará a 29% do volume máximo do Coremas/Mãe D'água e num volume médio anual afluyente ao sistema de 283 milhões m³, valor este equivalente a 46% do volume total médio anual afluyente ao sistema Coremas/Mãe D'água..

Somadas as áreas de contribuição de escoamento de cada um dos reservatórios existentes, tem-se uma área de 786 Km², valor este correspondente a 10% da bacia hidrográfica do Sistema Coremas/Mãe D'água. A construção dos açudes propostos aumentaria esta área para 3.514 Km², equivalente a 44% da bacia hidrográfica do reservatório em estudo.

É bastante provável uma redução significativa no volume afluyente ao sistema Coremas/Mãe D'água, quando a área de contribuição ao sistema estiver reduzida de 44%, caso estes reservatórios não tenham uma política de liberação de vazões ao longo do ano e as mesmas consigam alcançar o citado sistema sem perdas significativas.

As citações dos parágrafos anteriores justificam a consideração do efeito dos açudes a montante, tendo em vista a grande probabilidade da construção

destes reservatórios propostos, que poderão reduzir bastante a vazão no rio Piacó, principal afluente do sistema Coremas/Mãe D'água.

CAPÍTULO IV

O APROVEITAMENTO MÚLTIPLO DOS RECURSOS HÍDRICOS

A diversificação da utilização da água pela sociedade exige, muitas vezes e na medida do possível, a escolha entre vários usos. Em pequenos reservatórios, devido ao pequeno volume disponível, tal escolha torna-se difícil, sendo quase sempre necessário a opção por um só uso. Em grandes reservatórios deve-se verificar se não há incompatibilidade entre os usos, conforme mostra a *Tabela 4.1* apresentada no Anexo B, de forma a permitir um aproveitamento planejado do reservatório, o que possibilita definir os múltiplos usos a que a água de um determinado reservatório poderá estar sujeito.

As grandes vantagens do múltiplo uso está na possibilidade de compartilhamento das vazões hídricas e das estruturas hidráulicas. Um exemplo de compartilhamento das estruturas, pode ser um vertedor de um reservatório para escoar grandes cheias, no caso a sua dimensão dependerá da bacia de drenagem e não da capacidade do reservatório. O atendimento de um ou vários usos específicos não implicará em mudança nas dimensões do vertedor. Portanto, ao agregar-se a análise econômica do projeto para estes usos, o custo da obra hidráulica poderá ser compartilhado entre eles.

Na escolha dos usos a serem adotados no manancial em estudo, deve-se verificar o caráter quantitativo e qualitativo de cada uso que indica a tendência de como vai ser solicitado o volume disponível de água no reservatório. Feita a escolha dos usos deve-se estabelecer regras operacionais de apropriação da água, a fim de se evitar conflitos de caráter administrativo e inter-setoriais.

No presente estudo, foram verificadas as necessidades hídricas da população da região, as vantagens sócio-econômicas geradas por cada um dos usos já existentes como também dos planejados, as obras hidráulicas existentes, a qualidade e

quantidade de água disponível, os projetos previstos, como por exemplo o Canal de Reversão das Águas do Conjunto Coremas/Mãe D'água para as várzeas do Município de Souza, e a legislação vigente no que concerne ao domínio e uso dos recursos hídricos. Com base nestas informações optou-se pela utilização da água do sistema Coremas/Mãe D'água para irrigação, piscicultura, abastecimento humano, regularização de vazão e geração de energia elétrica.

4.1 - PISCICULTURA

4.1.1 - ASPECTOS GERAIS

Desde os primórdios da humanidade, os povos usam a piscicultura como atividade econômica. Documento datado de 473 A.C encontrado na China apresentava um tratado de piscicultura. O desenvolvimento da piscicultura baseia-se em criar organismos aquáticos em condições controladas. Quando bem executada, a piscicultura apresenta grandes vantagens, tais como:

- a) A possibilidade de ser praticada em áreas impróprias para agricultura;
- b) Não interferir em muitos outros usos da água, já que tem um caráter pouco consuntivo, possibilitando um melhor aproveitamento hídrico de grandes e pequenos reservatórios, conforme mostra a Tabela 4.2 apresentada no Anexo B;
- c) Não precisar de nenhuma fonte de energia;
- d) No caso da água do reservatório estar salinizado, é um dos poucos usos tradicionais que possibilitam retorno econômico;
- e) Em termos alimentares, deve-se ressaltar o grande valor do peixe de água doce que tem um teor em proteína duas vezes superior ao de 1 kg de carne de boi ou galinha, conforme a Tabela 4.3 apresentada no Anexo B;
- f) Funcionamento no período de estiagem;

g) Utilização em regiões com escassez crônica de alimentos e em locais de agricultura frágil. Peritos internacionais começam a encará-la como uma das principais soluções do problema de carência proteica. Conforme Molle (1992), a criação intensiva da Tilápia, por exemplo, teve bastante sucesso devido a sua grande capacidade de proliferação, suscitando a criação de um organismo internacional - a *Tilapia Food Organization* em convênio com a FAO, que difunde o peixe em mais de 100 países.

A região Semi-árida do Nordeste Brasileiro apresenta ótimas condições de luz e temperatura, elementos estes fundamentais para a piscicultura. Aliado a estes dois fatores exige-se também, para o sucesso da atividade piscícola, valores limites de alguns elementos químicos no ambiente aquático, de PH e condições de baixa turbidez da água e salinidade, conforme mostra a Tabela 4.4 apresentada no Anexo B.

Descreve-se a seguir alguns aspectos importantes do ambiente aquático (temperatura, turbidez, cor, transparência, e oxigênio dissolvido) relativos a uma boa prática da piscicultura.

4.1.2 - AMBIENTE AQUÁTICO

O elevado calor específico da água confere-lhe capacidade de tampão térmico e sua capacidade de dissolução torna-a o solvente universal, fazendo com que dissolva facilmente os nutrientes e os distribua de modo uniforme no meio, tornando-o muito produtivo (Cyrino, 1996). A composição da água varia bastante nas águas doces naturais de fontes, poços, lagos ou rios, condicionada principalmente às características geológicas e climáticas regionais. Normalmente, as águas superficiais apresentam maiores concentrações de oxigênio (O_2), nitrogênio gasoso (N_2) e menores concentrações de (CO_2), íons de ferro e outros metais que águas subterrâneas.

Apresenta-se a seguir as condições necessárias ao ambiente aquático para que haja um bom desenvolvimento da piscicultura, assim como as características da água nos reservatórios Coremas e Mãe D'água.

4.1.2.1 - Temperatura

No manancial em estudo prevalecem águas quentes, com faixa de temperatura entre 25° e 32° C, o que é considerado um intervalo ótimo para o crescimento da fauna aquática. Levantamentos efetuados junto a cooperativa de pesca de Coremas levaram a verificação de que há uma maior mortalidade de peixe em determinada época do ano (mês de julho).

4.1.2.2 - Transparência, Cor e Turbidez da Água

A capacidade de penetração de luz na água é definida pela transparência da água, a qual é resultante diretamente da turbidez e da cor aparente da água. Mede-se a transparência através de um procedimento chamado de *visibilidade do disco de Secchi*. Neste procedimento, é medida a profundidade em que um disco de 20 cm de diâmetro, com quadrantes coloridos alternadamente em branco e preto, desaparece da visão de um observador que esteja na superfície da água.

A turbidez é função direta da quantidade de partículas em suspensão na água, produto direto da cor aparente da água. Não existe uma turbidez plantônica ideal para a piscicultura, adotando-se normalmente como boa uma visibilidade do disco de Secchi entre 30 e 50 cm de profundidade.

4.1.2.3 - Oxigênio Dissolvido (OD)

O oxigênio dissolvido (OD) é um dos fatores mais limitantes num sistema de produção de peixes e, embora exista em abundância na atmosfera é muito pouco solúvel na água. Um funcionamento normal do ecossistema aquático, com baixa mortalidade de peixes e da comunidade planctônica, exige um saldo positivo

entre a produção e o consumo de oxigênio no meio aquático. Portanto, deve ocorrer um equilíbrio balanceado entre as populações aquáticas produtoras (algas fotossintetizantes) e consumidoras (peixes, plâncton e organismos bentônicos) de oxigênio, de modo a haver um superávit de OD.

Estudos efetuados por Boyd e Lichtkopler (1979) levaram a recomendações de concentrações de OD acima de 5mg/litro para produção de peixes tropicais. Os níveis abaixo de 5mg/litro podem levar à redução do consumo de alimento e no crescimento dos peixes. Exposição contínua a níveis menores que 3 mg/litro podem resultar em "stress" em certas espécies, com redução do consumo alimentar e da resistência às doenças e, conseqüentemente, em um aumento da taxa de mortalidade.

4.1.2.4 - Salinidade

A exigência de salinidade muda para cada espécie de peixe, a carpa *Cyprinus carpio* apresenta limite máximo de salinidade para o crescimento normal de 9,0 ppm, a tilápia do Nilo *Oreochomis niloticus* tem limite de 24,0 ppm e o tambaqui *Colossoma macropomum* tem limites de salinidade entre 0,05 e 3,40 ppm. Peixes e crustáceos em geral não resistem a mudanças de mais de 10 % na salinidade da água em espaços de horas ou minutos.

4.1.3 - TIPOS DE PISCICULTURA

Historicamente, na maior parte dos açudes brasileiros, o aproveitamento dos peixes é limitado a pesca artesanal das espécies nativas (traíra, piabas, etc). Visando a uma mudança na mentalidade de encarar a pesca não mais como colheita e sim como piscicultura, sugere-se uma intensificação da produção e um tratamento mais industrial. Uma boa produção de peixes depende de inúmeros fatores, tais como: a quantidade de matéria orgânica existente na água, o teor de oxigênio dissolvido, o uso de espécies adequadas e a densidade de povoamento.

Desta forma, com base no grau de modificação do ambiente natural, na intensidade do manejo e na qualidade e quantidade dos insumos e nutrientes adicionados pelo aqüicultor ao local de cultivo, tem-se os seguintes níveis tecnológicos de piscicultura:

a) *Extensivo*, que caracteriza-se pela promoção de uma modificação mínima do ambiente natural. O fundo do viveiro é irregular e praticamente inexistente controle sobre o fluxo d'água, espécie cultivada, número de peixes ou biomassa colhida. Trata-se da forma mais comum nos grandes açudes públicos. Uma boa produção de peixes depende de inúmeros fatores, tais como: a quantidade de matéria orgânica existente na água, o teor de oxigênio dissolvido, o uso de espécies adequadas e a densidade de povoamento. A não preocupação com tais fatores leva a uma baixa produção nos grandes açudes do DNOCS, a qual é avaliada em torno de 120 kg / hectare por ano;

b) *Fertilização extensiva*, diferencia-se do *extensivo* por apresentar fertilização orgânica da água, fornecimento de alimentação artificial, controle do crescimento dos peixes, despesas periódicas e proteção contra as espécies carnívoras. Tal técnica é recomendada para açudes entre 10.000 e 50.000 m² de superfície, podendo alcançar produtividade entre 1.000 a 5.000 kg por hectare no ano.

c) *Fertilização intensiva*, apresenta intensas modificações do ambiente natural, tendo os viveiros fundo regular e controle nas espécies cultivadas, no número de peixes e na biomassa colhida. Normalmente, utilizam canais de abastecimento e escoamento, tanques de alevinagem e recria e comportas que previnem a entrada de peixes indesejáveis. Em termos de insumos, a qualidade e quantidade do adubo e fertilizantes empregados aproximam-se do ideal para a produtividade máxima do sistema, podendo-se atingir produtividades de 4.000 a 12.000 kg por hectare no ano.

4.1.4 - ESPÉCIES CULTIVADAS

Na escolha das melhores espécies para serem cultivadas nos açudes, deve-se analisar algumas condições referentes ao clima local, à facilidade e ao preço de comercialização, além dos aspectos intrínsecos a espécie, tais como:

- a) Hábito dos consumidores em potencial;
- b) Valor comercial das espécies cultivadas nos mercados consumidores;
- c) Resistência a doenças;
- d) Disponibilidade dos alevinos nas estações de piscicultura.

Levantamentos realizados nos principais açudes do DNOCS observaram uma mudança nas espécies predominantes ao longo do tempo. No período de 1933 a 1980 apresentou-se um quadro com os seguintes valores percentuais:

- a) Tilápia do Nilo (28 %);
- b) Tilápia do Congo (10 %);
- c) Curimatã (17 %);
- d) Apaiari (17 %);
- e) Pescado do Piauí (10 %);
- f) Outros (18 %).

A busca por espécies de crescimento rápido, exigiu a introdução de duas espécies da bacia amazônica, Tambaqui e Curimatã, ocorrendo uma mudança do quadro anterior. Novos levantamentos, efetuados em 1988, indicavam um novo quadro com:

- a) Tambaqui (27,8 %);
- b) Tilápia do Nilo (23,0 %);
- c) Carpa Espelho (17,1 %);
- d) Curimatã (13,9 %);
- e) Carpa Comum (10,8 %);

f) Outras (7,4 %).

Algumas das espécies citadas anteriormente apresentam as seguintes características:

a) Curimatã - também denominada curimbatá, grumatã e papa-terra, alimenta-se de material orgânico vivo ou morto depositado no lodo do fundo. Quando dispõe de alimentos suficientes, ela pode alcançar de 400 à 600 gramas em 6 à 8 meses de cultivo. Sua carne contém bastante espinhas e às vezes tem gosto de lama, trata-se de um dos peixes de maior aceitação nos mercados do nordeste;

b) Tambaqui - apresenta difícil reprodução, porém é bastante importante para a piscicultura. Bem alimentado, pode atingir 1 kg em 6 meses. É totalmente onívoro, comendo insetos, grãos, sementes, plâncton, moluscos, frutas, etc. Apresenta ótima aceitação pelo mercado, sua grande vantagem está em poder ser criado em viveiros com outras espécies (carpas, tilápias, curimatãs, etc);

c) Carpa - apresenta um crescimento bastante rápido, atinge maturidade sexual com 1 ano e se propaga com bastante êxito em água parada onde não há outros peixes, especialmente os carnívoros. Apresenta-se bastante resistente ao déficit de oxigênio. Sua comida natural é zooplâncton e animais bentônicos (minhoca, larvas, etc.).

A adoção de uma só espécie em reservatório não é prática comum, optando-se quase sempre pelo policultivo, devendo este ter compatibilidade entre as espécies e diversificação das fontes de alimentos. Experiências nos açudes públicos do DNOCS e estudos realizados por Molle (1992) recomendam as seguintes associações:

- a) Tambaqui + Curimatã + Tilápia do Nilo;
- b) Carpa + Curimatã + Tilápia do Nilo.

4.1.5 - ASPECTOS ECONÔMICOS

A atividade de piscicultura na região Nordeste é bastante atrativa por exigir baixos investimentos iniciais quando já existir o açude. A região tem um grande potencial caracterizado por 1.905.900 hectares de espelho de água. Considerando, no caso da piscicultura extensiva, um rendimento de 120 kg por hectare no ano poderia levar a uma produção de 228.708 toneladas por ano nos 102 açudes públicos do DNOCS.

Levantamentos efetuados pela SUDENE/ORSTOM indicaram uma produção de pescado no Nordeste de 150.000 toneladas no ano de 1992, sendo 10 % desta produção, nos 102 açudes públicos do Nordeste em que existe controle da pesca. Pesquisas da SUDENE/ORSTOM indicam que em termos de mercado consumidor, a região importa 50% do peixe que consome, o que comprova o grande mercado consumidor para a piscicultura dentro da própria região Nordeste. Com relação a produção de pescado no ano de 1996 no açude Coremas/Mãe D'água, levantamentos junto ao DNOCS indicaram um total de 198,7 toneladas, conforme mostra a Tabela 4.5 apresentada no Anexo B, o que equivale a um rendimento de 20 kg de pescado por hectare, bem abaixo dos 120 kg / hectare, valor médio dos açudes públicos do DNCOS.

Durante uma visita técnica à região do reservatório Coremas/Mãe D'água verificou-se a existência da Compesca (Cooperativa com 55 pescadores cadastrados), responsável pela produção de 4 toneladas mensais de pescado e 60 toneladas mensais de gelo, que atende a inúmeros mercados consumidores regionais. Possibilitou-se também diagnosticar alguns problemas que poderiam estar dificultando um aumento da produtividade piscícola. Dentre estes problemas, pode-se citar:

a) Falta de instruções técnicas quanto a forma e período do ano ideal para pesca, não existindo um órgão na região que efetue esta orientação ;

b) Pesca de peixes em idade não adulta;

c) Falta de um transporte com câmara frigorífica, o que permitiria o escoamento da produção para cidades mais afastadas.

4.1.6 - MANEJO

Da mesma forma que para a agricultura, é necessário um espaçamento ideal para cultivo das diversas espécies de planta. Na piscicultura, busca-se uma taxa de povoamento ótima que corresponda a um equilíbrio entre a quantidade e o tamanho dos peixes, recomendando-se uma densidade ótima de 1 a 2 peixes por 5 m². Inúmeros são os fatores que influenciam no rendimento da atividade da piscicultura, tais como:

- a) Aproveitamento da fertilização natural da água;
- b) Controle das sangrias, atentando-se para entrada de peixes carnívoros (Piranhas, Traíras, Pirambeba, Tucunarés) e saída de alevinos;
- c) Monitoramento da qualidade da água, tendo em vista a grande sensibilidade dos peixes aos produtos fitossanitários, devendo-se não atingir valores críticos mostrados na *Tabela 4.4* apresentada no Anexo B;
- d) Aumento do número de alevinos, prevendo-se perdas nos primeiros dias por causa da aclimatação;
- e) Povoamento do açude em vários pontos, a partir do período em que a sangria torne-se nula;
- f) Realização da despesca a mais completa possível.

4.2 - ABASTECIMENTO HUMANO

A primeira utilização da água pela sociedade foi para o consumo humano e dessedentação dos animais. Com o acelerado desenvolvimento industrial,

tecnológico e crescimento populacional, comprometeu-se a qualidade da água em muitos mananciais e limitou-se as disponibilidades quantitativas.

Associado a estes fatores, vem a íntima relação do abastecimento humano com a saúde pública e saneamento, tendo em vista um grande número de doenças que apresentam vinculação hídrica (caso da febre tifóide, cólera, hepatite, etc). A importância sócio-econômica do uso da água para abastecimento humano é também de grande relevância, por sua implantação se traduzir num aumento de vida média da população servida, numa diminuição da mortalidade em geral, em particular, da infantil, e numa redução do número de horas de trabalho perdidas por causa das diversas doenças que afetam a população.

O contexto relatado nos dois parágrafos anteriores, mostra a urgência e a necessidade de planejar e executar sistemas de abastecimento, regulamentar e priorizar a água para uso humano. Os primeiros passos quanto aos usos da água aconteceram com o Código das Águas, estabelecido pela Lei 24.643 de 10 de Julho de 1934. A priorização da água para consumo humano tornou-se obrigatória pela Lei N° 9.433, de 08/01/1997, que regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal. Pela referida lei, conforme Capítulo I (Dos Fundamentos) e Art. 1º, enuncia-se "Em situações de escassez, o uso prioritário dos recursos hídricos é o consumo humano e a dessedentação de animais".

Desta maneira, foram avaliados para o horizonte no ano 2.018 os requerimentos de água para abastecimento da população em volta do reservatório Coremas / Mãe D'água, inserindo-se os municípios de Sousa, Pombal, Patos, Coremas, Piancó, Itaporanga, Boqueirão dos Cochos, Olho d'água e Aguiar.

A população de projeto, P_n é calculada com base no processo de crescimento geométrico e a taxa i da progressão geométrica foi obtida a partir do Anuário Estatístico de 1993 do Governo do Estado da Paraíba, tendo sido considerado o período de 1980 a 1990 para cada um dos municípios. Assume-se que o crescimento dos municípios nos últimos anos se processou de acordo com uma progressão geométrica e que nos próximos anos, se processará segundo esta mesma projeção.

A população de projeto, P_n é calculada com base no processo de crescimento geométrico e a taxa i da progressão geométrica foi obtida a partir do Anuário Estatístico de 1993 do Governo do Estado da Paraíba, tendo sido considerado o período de 1980 a 1990 para cada um dos municípios. Assume-se que o crescimento dos municípios nos últimos anos se processou de acordo com uma progressão geométrica e que nos próximos anos, se processará segundo esta mesma projeção.

Conhecidas as taxas, estimou-se a população em cada uma das cidades citadas para os anos de 1998, 2008 e 2018, a partir da Expressão 4.1, como mostra a Tabela 4.6 apresentada no Anexo B.

$$P_n = P_o (1 + i)^n \dots\dots\dots (4.1)$$

- Onde: P_o = população da referida cidade no ano de 1992;
- P_n = população da referida cidade para o ano almejado;
- n = número de anos a partir de 1992;
- i = taxa de crescimento populacional anual.

Realizadas as estimativas populacionais e considerado um consumo per capita de 150 litros / habitante / dia, valor adotado por as cidades serem de pequeno e médio porte, calcula-se o consumo de água total da população de projeto, a partir da Expressão 4.2.

$$CAB = (q / 86.400) \times P_n \dots\dots\dots (4.2)$$

- Onde: CAB = consumo em l/s;
- q = consumo per capita em l/hab/dia;
- P_n = população da referida cidade para o ano almejado.

4.3 - IRRIGAÇÃO

A importância da água no processo de ocupação do espaço, através das atividades agrícolas, é histórica no Brasil. Como exemplo deste processo de ocupação agrícola temos a cana-de-açúcar em Pernambuco e o cacau na Bahia no século XIX, o café no Estado de São Paulo no início do século XX e a soja em Mato Grosso na década de 80.

O desenvolvimento da irrigação permitiu o aproveitamento de áreas com sérias dificuldades para a produção agrícola devido a falta e irregularidade de chuvas ao longo do ano. A disseminação desta tecnologia possibilitou a implantação de inúmeros projetos agrícolas no semi-árido nordestino, como mostra a *Tabela 4.9* apresentada no Anexo B. Nesta tabela verifica-se que os vários projetos apresentam considerável variação da receita por hectare. Isto deve-se, provavelmente ao tipo de cultura plantada, o método de irrigação utilizado, como por exemplo aspersão, localizada superficial e sulco, e o nível tecnológico das práticas agrícolas e de comercialização.

O aumento da área irrigada no Nordeste do Brasil demonstra a importância que vem sendo dada a esta modalidade de atividade econômica como fator de fundamental importância para o desenvolvimento regional e minimização das desigualdades sócio-econômicas regionais. No entanto, para o desenvolvimento da irrigação no Nordeste deve-se levar em conta o alto valor da água na região, resultante da escassez hídrica quantitativa. Portanto, sugere-se a opção por culturas agrícolas com boa rentabilidade econômica, destacando-se principalmente as frutas.

A fruticultura tropical encontra na região semi-árida nordestina ambiente bastante propício, por esta área apresentar altas taxas de insolação ao longo do ano, terras férteis e menor custo de desapropriação da terra que as regiões sul e sudeste do Brasil. Vale ressaltar que não é suficiente apenas um ambiente propício para execução dos projetos de irrigação, faz-se necessário também a criação de uma infraestrutura que permita armazenar e escoar a produção (melhoria das estradas, construção de hidrovias quando for o caso e ampliação dos portos), assim como

execução de pesquisas para melhor combater as pragas e doenças e conhecimento das exigências e preços dos mercados regional, nacional e internacional.

Todos os aspectos citados anteriormente são de suma importância para se ganhar competitividade no mercado consumidor. A fruticultura nacional ainda não ocupa uma fatia significativa nas exportações brasileiras, pois conforme informações da Manchete Rural (1997), se compararmos a nível de mercado o Brasil e o Chile, enquanto este país, o qual apresenta uma área equivalente a metade do nordeste brasileiro, exportou no ano de 1995 cerca de US\$ 2 bilhões com fruticultura, O Brasil, no mesmo período, exportou US\$ 100 milhões - valor este equivalente a 5 % do total negociado pelo Chile.

Além das exigências de solo e clima, como mostra a *Tabela 4.10* apresentada no Anexo B, a irrigação apresenta um uso consuntivo bastante elevado, podendo comprometer bastante os mananciais fornecedores. A busca da economia de água e da melhoria na produtividade agrícola, aliados ao caráter multidisciplinar da irrigação torna necessário algumas análises preliminares, relacionadas a seguir:

- a) Verificação da qualidade da água do manancial;
- b) Estudo pedológico da região beneficiada;
- c) Levantamento das culturas plantadas na região;
- d) Conhecimento da interface planta-água-solo, definindo as culturas mais adaptáveis as condições locais;
- e) Estudo dos mercados consumidores interno e externo com relação ao período de safra e entre-safra, frutas mais aceitas e épocas do ano de melhores preços de venda;
- f) Previsão da receita líquida anual gerada para cada cultura escolhida;
- g) Definição do sistema de irrigação a ser adotado: aspersão, microaspersão, gotejamento, sulcos, inundação, etc;

h) Determinação da necessidade hídrica mensal de cada uma das culturas escolhidas;

i) Verificação da vazão necessária para irrigação.

No presente trabalho, fez-se simplificações, tendo em vista não ser objetivo do estudo a elaboração de um projeto de irrigação. Efetuou-se então as seguintes etapas:

- 1) Verificação da qualidade da água, já referenciada no Capítulo I I I;
- 2) Levantamento pedológico da região e classificação da aptidão agrícola;
- 3) Escolha de culturas a serem adotadas na área irrigável;
- 4) Determinação da necessidade hídrica mensal das culturas;
- 5) Estudo da receita líquida anual por hectare de cada uma das culturas escolhidas;
- 6) Pesquisa do total de empregos gerados por hectare para cada uma das culturas escolhidas.

Levantamentos de campo realizados respectivamente pelo DNOCS no ano de 1969 na área em volta do reservatório Coremas/Mãe D'água e pela Empresa Agrosolos Engenharia Ltda no ano de 1993 na área das várzeas do Município de Sousa caracterizaram a pedologia das duas regiões envolvidas, permitindo a classificação dos solos em classes do tipo 2, 3, 4 e 5, baseados em características de solo, topografia e drenagem. Destas classes são consideradas aptas para irrigação as classes 2 e 3, conforme mostra a *Tabela 4.11* apresentada no Anexo B, irrigável em

condições especiais a classe 4 e não arável a classe 5. As principais características das referidas classes são:

a) Classe 2 - algumas limitações ao desenvolvimento da agricultura irrigada e inadequabilidade para algumas culturas;

b) Classe 3 - Restrita adequabilidade para a agricultura irrigada, devido principalmente a deficiência de solos, a topografia é menos suave do que a classe 2. Apresenta um restrito número de culturas adaptáveis e com manejo próprio;

c) Classe 4 - terras de uso especial, apresentam sérias limitações de solo, topografia e/ou drenagem. O desenvolvimento dessas terras requer estudos especiais de engenharia de irrigação e economia para se decidir pela irrigabilidade;

d) Classe 5 - terras não aráveis nas condições naturais, requerem estudos especiais de agronomia, economia e engenharia. Podem ter deficiências específicas como salinidade excessiva, topografia irregular ou drenagem inadequada.

Levantamentos efetuados na região em volta do reservatório Coremas/Mãe D'água, conforme Projeto Estevam Marinho (1969), permitiu elaborar nove perfis, apresentados na *Tabela 4.12* no Anexo B. Possibilitou-se então a classificação das terras quanto a aptidão para irrigação, como mostra a *Tabela 4.13* apresentada no Anexo B. Desse estudo resultou a delimitação de uma área de 1.822 hectares considerada apta para irrigação. Esta área está situada parte na faixa aluvionar do rio Piancó e parte no tabuleiro, constituindo-se a primeira parcela o triplo da segunda. Pedologicamente, os solos de ambas as faixas são predominantemente do tipo Bruno Não Cálculo.

Quanto as terras na área das várzeas do Município de Sousa, levantamentos realizados possibilitaram classificar os solos em Vertissolos (V) e Aluviais (Ae), tendo sido consideradas as manchas de solo de classes 2 e 3 que estão abaixo da cota 220 m como área apta para irrigação. A opção por terras abaixo desta cota justifica-se por ser a cota de chegada do canal adutor, evitando-se custos

adicionais com bombeamento. As referidas manchas resultam numa área de aproximadamente 2.744 hectares conforme apresentado na *Tabela 4.14* apresentada no Anexo B.

Deve-se considerar também as manchas aptas para irrigação ao longo do Canal de Reversão das Águas do Conjunto Coremas/Mãe D'água para as várzeas de Sousa que resultam em aproximadamente 2.000 hectares, conforme levantamentos da Secretaria de Agricultura, Irrigação e Abastecimento do Estado da Paraíba. Totalizadas as áreas das várzeas do Município de Sousa, das Manchas ao longo do Canal Coremas/Várzeas de Sousa e em volta do Reservatório Coremas/Mãe D'água tem-se um total de 4.744 hectares, aproximadamente.

Se forem consideradas as terras altas, acima da cota 220 m, a área com aptidão agrícola aumenta mais 10.361 hectares (classes 1,2 e 3), totalizando-se na região de Sousa e em volta do reservatório uma área aproximada de 15.105 hectares.

Conhecida a área potencialmente irrigável e suas principais características, parte-se para a escolha das culturas a serem adotadas na região. Na escolha destas culturas no processo de simulação do reservatório Coremas/Mãe D'água observou-se aspectos econômicos, sociológicos e agronômicos. No econômico, tem-se a priorização do lucro líquido e a geração de empregos. No sociológico, a adoção de culturas de tradição na área e respectivas produções conforme Anuário Estatístico do Estado da Paraíba de 1993. Nos agronômicos, tem-se as culturas mais adaptadas ao clima regional. Ponderados todos estes aspectos, observadas as experiências em locais semelhantes quanto aos fatores citados e objetivando uma satisfação do mercado consumidor regional, nacional e internacional, optou-se pelas seguintes culturas:

a) Banana - uma das culturas mais tradicionais da região, tendo apresentando no ano de 1992 uma área plantada de 670 hectares nos municípios de Sousa e Coremas que representa 2,8 % da área total plantada no estado;

b) Melão: embora apresente pouca tradição na região, apresenta uma ótima aceitação no mercado interno e externo, tendo por exemplo as cidades de Açu e Mossoró, as quais tornaram o estado do Rio Grande do Norte o maior produtor nacional, alavancando um grande crescimento econômico. Fato que comprova a grande adaptação desta cultura ao clima semi-árido;

c) Tomate: embora não tenha tradição na região, permite até duas safras por ano, além de já propiciar lucro nos dois primeiros anos de projeto e muitos empregos por área plantada;

d) Laranja: sem muita tradição na região, tem a grande vantagem de impulsionar as agro-indústrias do doce e do suco (onde o Brasil é um dos maiores exportadores mundiais);

e) Abacaxi: apresenta bastante tradição no estado, sendo a Paraíba um dos maiores produtores nacionais, a área total plantada no ano de 1992 foi de 10.420 hectares;

f) Goiaba: é uma das mais nobres representantes da fruticultura tropical, apresentando grande sucesso em regiões do semi-árido nordestino, a área total cultivada no estado da Paraíba foi de 690 hectares.

Na determinação das demandas hídricas mensais de cada uma das seis culturas representativas, realizou-se as seguintes etapas:

a) *Etapa 1*: Determinação da Evapotranspiração - ET_0 (mm) mediante a Expressão 4.3.

$$ET_0 = E_{\text{TANQUE}} \times K_p \dots\dots\dots(4.3)$$

Onde: E_{TANQUE} é a evaporação medida no tanque (mm);

K_p é o coeficiente do tanque, conforme capítulo I I I adotou-se o valor igual a 0,75.

No caso do presente estudo, conforme explicado no Capítulo 3, tem-se a evapotranspiração a partir da *Tabela 3.1* apresentada no Anexo B.

b) *Etapa 2*: Cálculo da evapotranspiração potencial mensal de cada uma das culturas – ETP_C (mm / dia) a partir da Expressão 4.4.

$$ETP_C = K_C \times ET_0 \dots\dots\dots(4.4)$$

Onde: K_C é o coeficiente de cultivo de cada cultura adotada, que é definido como a relação entre a evapotranspiração potencial da cultura considerada e a evapotranspiração medida no lugar onde a cultura está cultivada, tendo o K_C valores variáveis de acordo com os quatro períodos de desenvolvimento da planta que indicam as fases de semeadura, floração, frutificação e maturação, respectivamente. Este valor é obtido a partir da *Tabela 4.15* apresentada no Anexo B.

c) *Etapa 3*: Cálculo da evapotranspiração média na área irrigável – ETP_g (mm, mês) a partir da Expressão 4.5. Adotou-se na área citada o sistema de irrigação por gotejamento.

$$ETP_g = ETP_C \times (P_A / 100) \dots\dots\dots(4.5)$$

Onde: P_A é a porcentagem de área molhada, em relação a área total irrigada, sendo recomendado por Keller e Kameli (1974) um valor de P superior a 33 % para regiões semi-áridas. Adota-se então conforme Keller (1990):

$P_A = 40$ % para fruticultura em geral ;

$P_A = 60$ % para tomate e melão.

d) *Etapa 4*: Cálculo da demanda hídrica mensal - DHM (m^3/s hectare) a partir da Expressão 4.6.

$$DHM = ((ETP_g / E_f) \times 10) / (86400 \times ND) \dots\dots\dots(4.6)$$

Onde: E_f é a eficiência de irrigação, tendo sido adotada para a irrigação localizada um valor de 80 % ;
 ND é o número de dias do mês.

Realizadas todas as etapas citadas anteriormente em cada um dos meses do ano hidrológico, permite-se obter as demandas hídricas mensais por cultura, cujos valores são apresentados na *Tabela 4.16* apresentada no Anexo B.

Quanto aos aspectos sócio-econômicos das atividades agrícolas, levantamentos efetuados, junto ao Plano Diretor de Irrigação das Várzeas do Rio do Peixe elaborado pelo Ministério da Integração Regional (MIR) no ano de 1994, levaram ao planejamento agrícola de cada uma das culturas conforme as *Tabelas 4.17 à 4.44* mostradas no Anexo B, que tratam das contas culturais do abacaxi, da banana, da goiaba, da laranja, do melão e do tomate. Nestas tabelas é apresentado um levantamento de custos anuais a partir de serviços e insumos necessários para cada uma das culturas, que possibilitou o cálculo, para cada ano do projeto, da receita bruta, do total de homens necessários e do total de horas de máquinas gastas.

Este conjunto de informações permitiu obter informações concernentes a custos e receita bruta com irrigação, os quais são apresentados nas *Tabelas 4.45 e 4.46* apresentadas no Anexo B. Uma análise da *Tabela 4.45* mostra que das seis culturas adotadas, quatro já dariam lucro no primeiro ano de projeto, os quais são o melão, o tomate, a banana e o abacaxi, uma daria retorno econômico a partir do segundo ano, a goiaba e a laranja daria retorno financeiro no quarto ano. Da *Tabela 4.46* observa-se que o plantio do tomate e do melão demandam bastante mão-de-obra por área cultivada, principalmente na fase da colheita, permitindo-se com isto a geração de muitos empregos diretos e indiretos na região.

É importante observar que o melão e o tomate permite duas safras por ano, sendo as contas culturas de cada um dos anos de estabilização do projeto iguais para estas duas culturas.

4.4 - ENERGIA ELÉTRICA

A produção de energia elétrica no país vem principalmente da hidroeletricidade que responde por mais de 90 % da geração energética brasileira. Dentro deste contexto e da tradição das grandes barragens terem sido construídas com o objetivo de atender as necessidades de produção de energia elétrica, foi construído o sistema Coremas/Mãe D'água que em tempos passados foi responsável pela geração de energia elétrica urbana e rural para diversos municípios do semi-árido nordestino.

A criação da CHESF (Centrais Hidrelétricas do Rio São Francisco) e a construção de uma série de usinas hidrelétricas ao longo do rio São Francisco - Paulo Afonso, Xingó, Sobradinho e Itaparica, fez com que a pequena usina hidrelétrica do reservatório Coremas, conforme Fotografia C.4.1 - Mini usina hidrelétrica do reservatório Coremas, perdesse a importância na geração de energia, principalmente pela sua capacidade que é pequena se comparada as acima citadas.

A usina hidrelétrica do reservatório Coremas/Mãe D'água, localizada dentro do perímetro urbano da cidade de Coremas, trabalha em paralelo com o sistema da usina de Paulo Afonso, regulariza atualmente 6 m³/s para o rio Piancó que equivale a aproximadamente 82 % da capacidade máxima de regularização estimada em 7,30 m³/s. A altura útil normal da usina é de 32,50 m, suas turbinas são do tipo Francis, num total de duas, uma da marca Siemens Schkert (com capacidade de 2.200 Kva) e outra da marca Whesthinghouse (capacidade de 2.200 Kva) que estão situadas na cota 219 m.

Uma análise a nível de satisfação de demandas de energia elétrica, classifica as demandas em residencial, industrial e agrícola. A demanda residencial é a que provoca maiores solicitações nas horas de consumo para iluminação pública e uso doméstico. No caso da região em estudo, devido a população não ser elevada tal

consumo é baixo. Quanto a demanda industrial, a qual apresenta comportamento bem distribuído ao longo do dia, a região em estudo não apresenta consumo significativo devido as suas características essencialmente agrícolas.

A demanda rural por energia elétrica deverá aumentar bastante com a implantação dos projetos de irrigação. No caso de redução de oferta de energia pelo sistema atual, poderá ocasionar uma solicitação de energia da mini usina hidrelétrica já existente no reservatório Coremas/Mãe D'água. Uma possível ampliação da capacidade e aumento na produção de energia elétrica por parte desta usina apresenta uma série de vantagens como:

- a) Não exigir custos de implantação referentes a desapropriações e obras civis;
- b) Menor impacto ambiental em relação a construção de uma nova usina;
- c) Economia nas linhas de transmissão, por o atendimento ser a própria região, o que evita linhas muitas extensas e diminui as perdas ao longo destas linhas.

No presente estudo, trabalha-se com uma demanda para energia elétrica de $6 \text{ m}^3/\text{s}$, valor este atualmente liberado para regularizar o Rio Piancó conforme levantamentos feitos junto ao LMRS (Laboratório de Meteorologia, Recursos Hídricos e Sensoriamento Remoto do Estado da Paraíba).

CAPÍTULO V

O MODELO DE SIMULAÇÃO DO RESERVATÓRIO

5.1 - GENERALIDADES

O modelo proposto de simulação utilizou a ferramenta MATLAB para o seu desenvolvimento. Com a intenção de auxiliar nos estudos de planejamento, o modelo estuda o comportamento hidrológico do Mãe D'água possibilitando o estudo de variações nas liberações que devem ser feitas mensalmente ao longo do ano hidrológico para os diversos usos: irrigação, abastecimento humano, regularização de vazão e energia elétrica, levando em conta tanto as variações nas vazões de entrada como as perdas hidrológicas, de forma a manter o nível do reservatório compatível com os requisitos hidráulicos.

5.2 - A FERRAMENTA MATLAB

O MATLAB é um ambiente computacional técnico de alto desempenho em cálculo e visualização numérica. A primeira versão do MATLAB foi desenvolvida nas Universidades do Novo México e de Stanford, ambas nos Estados Unidos, no início da década de 1970. Esta ferramenta computacional integra análise numérica, cálculo matricial, processamento de sinais, e gráficos em um ambiente de uso simples onde problemas e soluções são expressas da mesma forma como são escritos matematicamente; sem o uso da tradicional programação em determinadas linguagens.

O MATLAB é um sistema iterativo no qual o dado elementar básico é uma matriz que não precisa de dimensionamento. Possibilita-se portanto, a resolução de problemas numéricos num tempo menor do que levariam, se escritos em linguagens tradicionais como FORTRAN, BASIC ou C. O potente aplicativo compreende uma família de aplicações específicas a soluções de problemas a qual denominam-se "toolboxes".

Os " *Toolboxes* " são coleções amplas de MATLAB *functions* que permitem a resolução de classes particulares de problemas. As áreas onde os *Toolboxes* são usados incluem, entre outras, o processamento de sinais, simulação de sistemas dinâmicos, identificação de sistemas e otimização. Exige-se na utilização do MATLAB a nível de equipamento e sistema operacional: ambiente Windows, 15 MB de espaço livre em disco rígido e 8 MB de memória ROM.

5.3 - A ELABORAÇÃO DO MODELO

5.3.1 - OS COMPONENTES DO MODELO

O modelo tem como elementos principais as vazões afluentes ao reservatório, as vazões defluentes, a precipitação e a evaporação na região do manancial. As vazões afluentes resultam do escoamento superficial dos rio Piancó e da contribuição das bacias hidrográficas de Emas e Aguiar, que juntamente com a precipitação integram o conjunto de dados de entrada (*input*) do balanço hídrico do reservatório Coremas/Mãe D'água. As vazões defluentes são representadas pelos usos requeridos: abastecimento humano, irrigação, regularização de vazões e geração de energia elétrica e não requeridas como vazão extravasada no caso de cheia de reservatório, junto com a evaporação constituem o conjunto de dados de saída (*output*) do balanço hídrico do reservatório estudado.

5.3.2 - A CONFIGURAÇÃO DO SISTEMA

O layout do sistema está apresentado na *Figura A.5.1* mostrada no Anexo A. O reservatório é usado para geração de energia elétrica, irrigação, abastecimento humano, piscicultura e regularização de vazões. É interessante observar que o sistema Coremas/Mãe D'água funciona de forma independente, ou seja, cada um dos reservatórios funciona isoladamente, até a cota 230 m, onde existe um túnel de ligação entre os dois reservatórios, como mostra a *Figura A.5.2* apresentada no Anexo A. A partir desta cota, o sistema funciona como um reservatório único.

A tomada d'água para alimentar o Canal que aduzirá água para as várzeas do município de Sousa é feita na cota 230 m do reservatório Mãe D'água. No

caso da água para abastecimento humano dos diversos municípios previstos na Seção 4.2, a captação poderá ser feita a partir de várias tomadas no reservatório Coremas, tendo em vista que estas derivações não apresentam vazões muito significativas, devido aos municípios serem, atualmente, de pequeno e médio porte. A captação da água para irrigação da região em volta do reservatório poderá, também, ser feita da mesma forma que o abastecimento humano no reservatório Mãe D'água.

A regularização de vazões é feita a partir da tomada de água da usina hidrelétrica, que gera energia elétrica a partir de suas duas turbinas e possibilita a perenização do rio Piancó. Em suma, a satisfação dos requerimentos para atender o abastecimento e perenização do rio Piancó deverá ser feito com captações de água no reservatório Coremas para atender a irrigação com captações de água no reservatório Mãe D'água.

5.3.3 - DEMANDAS DA SOCIEDADE

Segundo Lanna (1993), as demandas de água podem ser inseridas em três classes:

a) *Infra-estrutura Social* onde a água é um bem de consumo final, insere-se nesta classe o abastecimento humano;

b) *Agricultura e piscicultura* onde a água é um bem de consumo intermediário que cria condições ambientais adequadas para o desenvolvimento de espécies vegetais e animais;

c) *Industrial* onde a água é usada em atividades de processamento industrial e energético.

Outra forma de classificar as demandas é separar entre derivações ou vazões desejadas e mínimas requeridas. As derivações são liberações de vazões para pontos localizados fora da rede do sistema, são feitas através de canais artificiais ou adutoras. Duas aplicações específicas destas derivações são as demandas de água para

irrigação e abastecimento público de áreas determinadas. Quanto a variabilidade destas demandas, estas podem ser constantes ao longo do tempo, constantes para certos períodos ou variáveis no tempo. No presente trabalho considera-se a vazão para abastecimento humano constante e a vazão para irrigação variável mensalmente ao longo do ano.

No caso das vazões desejadas e mínimas requeridas, estas são demandas que um determinado reservatório deve atender a jusante. A liberação destas vazões permite muitas vezes a mitigação de conflitos.

5.3.4 - OS DADOS HIDROLÓGICOS

No presente estudo, o conjunto de dados de entrada do modelo são considerados a nível mensal e representado pela evaporação medida no tanque classe A e devidamente corrigida por um fator, a precipitação medida no posto do reservatório Coremas e as vazões afluentes e defluentes ao reservatório.

A hidrologia, ciência fundamental em qualquer planejamento de recursos hídricos, preocupa-se com as informações a nível quantitativo e qualitativo. Interessa a informação não só num dado instante, mas ao longo do tempo, de forma a obter séries de dados extensas que levará a melhor confiabilidade e consistência da informação. Na utilização de valores médios destas séries minimiza-se o efeito dos valores extremos superior e inferior que são em sua maioria eventos de tempo de recorrência bastante longo.

O processo de obtenção de informações hidrológicas requer a necessidade de instalação, operação e manutenção de estações hidrométricas, onde efetua-se a coleta de dados. Tal processo é bastante caro, muitas vezes respondendo por até 80 % do custo de um modelo hidrológico. De acordo com suas finalidades, as estações apresentam-se sob três formas:

a) *Hidrometria geral* - conhecimento contínuo dos cursos de água de todas as condições de descarga;

- b) *Postos de alerta e de gestão* - instalados para atender a objetivos específicos;
- c) *Postos temporários* - instalados a fim de obter-se medidas específicas.

A boa confiabilidade das informações está diretamente relacionada com a qualidade das estações de medição, devendo uma boa estação hidrométrica apresentar equipamentos precisos, bem calibrados e boa operação do pessoal técnico, e se possível a observação do maior número de grandezas (precipitação, concentração de sedimentos, teor de sal, concentração de oxigênio, vazão, etc).

Os altos custos das informações de campo limitam bastante a eficiência da modelagem hidrológica, justificando-se, por exemplo, a existência de baixa densidade (número de postos por unidade de área) de postos de observação em muitas regiões brasileiras. Levantamentos efetuados pelo DNAEE (Departamento Nacional de Abastecimento de Água e Energia Elétrica) no ano de 1987 indicaram a existência de 11.578 postos pluviométricos e 6.354 estações fluviométricas no Brasil. Dividindo-se este total de postos pela área total do território nacional, perfazendo-se densidades de: um posto pluviométrico para cada 689 Km² e uma estação fluviométrica para cada 1.259 Km².

Este custo é relativo, ao comparar-se o valor e o benefício da informação hidrológica em relação ao preço de uma grande obra ou prejuízos decorrentes de cheias ou secas e projetos de desenvolvimento regional integrado, tal custo torna-se bastante baixo. Sem mencionar que é impossível o planejamento do uso dos recursos hídricos a nível regional sem a informação hidrológica correta.

O Brasil, com seus 8.511.965 Km², apresenta vasta quantidade de bacias hidrográficas, o que resulta numa vazão de escoamento de 257.790 m³/s (18 % do potencial de água superficial do planeta). Este grande volume de água associado ao alto custo para obtenção de dados hidrológicos, reduz bastante a quantidade de informações em algumas regiões. Tal fato foi notado na região em

estudo no que diz respeito a fluviometria, o que ocasionou sérias dificuldades numa das etapas de desenvolvimento do presente trabalho.

Esta riqueza de mananciais superficiais no Brasil não implica em todas as regiões apresentarem boa disponibilidade hídrica superficial. Por exemplo, cerca de 89 % da potencialidade das águas superficiais do Brasil estão concentradas nas regiões Norte e Centro-oeste, onde habitam apenas 14,5 % dos brasileiros que solicitam apenas 9,2 % da demanda hídrica nacional. Os 11 % restantes das águas superficiais brasileiras concentram-se nas outras três regiões - Nordeste, Sul e Sudeste, que apresentam 85,5 % da população e 90,8 % da demanda de água nacional. Das informações citadas, verifica-se uma distribuição não uniforme da água ao longo do território nacional.

Conforme a Água em Revista (1997), estudos efetuados pelo DNAE sobre as potencialidades das bacias hidrográficas nacionais indicam que a região Nordeste apresenta uma vazão unitária estimada de 3,8 l/s/km². No estado da Paraíba, tal rendimento diminui, atingindo um valor de 2,6 l/s/km².

Estudos efetuados por Falkenmark & Wirstran (1992) afirmam que as limitações de quantidade dependem diretamente do potencial hídrico per capita renovável (PHR), calculado pela Expressão 5.1 , a partir da consideração de todas as bacias hidrográficas da região em estudo.

$$PHR = \frac{REB \times AS \times Ts}{POP} \dots\dots\dots (5.1)$$

Onde: REB é o rendimento específico da região, que é dado pelo rendimento de todas as bacias hidrográficas em litros por segundo por Km². No caso do estado da Paraíba tal variável assume o valor 2,6 l/s/km²;

AS é a área total da região em estudo em Km². No caso o estado da Paraíba tem 53.958 Km²;

Ts é o total de segundos em 1 ano, ou seja 31.536.000 segundos;

POP é o total de habitantes na região. O estado da Paraíba tem uma população atual de 3.415.886 habitantes.

Obtido o PHR, o qual é medido em $m^3/hab/ano$, este deve ser comparado aos seguintes indicadores de renovação hídrica:

- a) Alerta de escassez hídrica: $1.000 < PHR < 1.700$;
- b) Seca crônica: $500 < PHR < 1.000$;
- c) Escassez hídrica absoluta: $PHR < 500$.

Efetuada os cálculos a partir da Expressão 5.1, obtém-se um PHR de $1.300 m^3/hab$ ano. Ao comparar tal valor com os indicadores de renovação hídrica citados anteriormente, verifica-se que o estado da Paraíba já apresenta uma situação de alerta de escassez hídrica. Portanto os recursos hídricos disponíveis terão que ter seus aproveitamentos melhorados.

Conhecida a situação hidrológica do estado da Paraíba e do Brasil, apresenta-se a seguir os estudos referentes a fluviometria e pluviometria na região do reservatório Coremas/Mãe D'água, localizado no semi-árido do Nordeste.

5.3.4.1 - A Pluviometria

O estudo da pluviometria da região foi feito a partir de dados oriundos de medições efetuados pela SUDENE (Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste) em 26 postos pluviométricos, referenciados na *Tabela 5.1* apresentada no Anexo B.

Reunindo este conjunto de dados brutos em séries mensais de precipitação para cada um dos 26 postos de medição, utilizou-se o programa APLUV, desenvolvido no Laboratório de Hidráulica da Universidade Federal da Paraíba - Campus II - Campina Grande, para fazer o tratamento dos mesmos. Tal programa baseia-se no método do *Vetor Regional*, que realiza as análises de consistência e o

preenchimento de falhas a nível mensal, o que possibilita a obtenção de dados homogêneos e a análise estatística das séries de precipitações mensais em cada um dos postos.

O Vetor Regional, desenvolvido por Hiez (1977), é definido por Tucci (1993) como uma série cronológica, de índices pluviométricos anuais ou mensais, oriundos da extração por um método de máxima verossimilhança da informação mais provável contida nos dados de um conjunto de estações de observação, agrupadas regionalmente.

Efetuada os cálculos pelo APLUV, obtém-se uma série pluviométrica mensal com 85 anos de informações para cada um dos 26 postos. Foram, portanto, relacionados as séries hidrológicas de pluviometria mensal dos seguintes postos:

a) Posto pluviométrico do açude Coremas, que apresenta a série pluviométrica 01, cujos valores são mostrados na *Tabela 5.2 - Anexo B*, cujas médias mensais, valores máximos e mínimos anuais servem para alimentar o modelo proposto no presente trabalho;

b) Posto pluviométrico do Piancó, que apresenta a série pluviométrica 02, a qual é mostrada na *Tabela 5.3 - Anexo B*, onde as precipitações totais anuais serão usadas no modelo chuva-vazão de Aguiar, o qual será descrito em parágrafos posteriores;

c) Posto pluviométrico de Catingueira, inserido na região central da bacia hidrográfica de Emas, que apresenta a série pluviométrica 03, a qual é mostrada na *Tabela 5.4 - Anexo B*, onde as precipitações totais anuais serão usadas no modelo chuva-vazão de Aguiar e da Sudene / Orstom;

d) Posto pluviométrico de Aguiar, inserido na bacia hidrográfica de Aguiar, que apresenta a série pluviométrica 04, a qual é mostrada na *Tabela 5.5 - a 04 - Anexo B*, onde a série é usada na obtenção da fluviometria de tal posto.

Dados consistentes da região em estudo, são de suma importância na obtenção de bons resultados de qualquer modelo hidrológico. No intuito de ter confiabilidade na aplicação dos dados pluviométricos, verificou-se o comportamento da série 01 a nível de médias mensais durante um período de 86 anos e comparou-se esta série com a série 05, apresentada na *Tabela 5.6 – Anexo B*, onde tem-se a média dos 26 postos da região do reservatório Coremas/Mãe D'água.

Na primeira etapa analisou-se a série pluviométrica 01 para o modelo proposto a nível mensal, onde verificou-se que as menores variabilidades ocorreram no período chuvoso (abril à junho), que apresenta menores coeficientes de variação - CVr (desvio padrão/média), conforme mostra a *Tabela 5.7 – Anexo B*.

Numa segunda etapa, analisou-se a consistência da série adotada dentro de uma visão regional, isto é, verificar o grau de homogeneidade dos dados disponíveis da série pluviométrica 01 em relação a série 5, onde utilizou-se o *método da Dupla Massa*, desenvolvido pelo Geological Survey (USA). A partir das Tabelas 5.2 e 5.6, elaborou-se a *Figura A.5.3* apresentada no Anexo A, onde tem-se a Curva de dupla massa anual da pluviometria do posto do açude Coremas em relação a média dos postos pluviométricos da região.

Nesta Curva representa-se o valor anual acumulado da série 01 em mm no eixo X e o valor médio anual acumulado da série 05 em mm no eixo Y, no período de 1973 à 1993. A partir da *Figura A.5.3*, verificou-se que o conjunto de pontos definiram muito bem uma Expressão de reta, sem mudanças bruscas na declividade, o que comprova a boa consistência e proximidade com a realidade da região dos dados pluviométricos da série 01. Portanto, a série pluviométrica 01 foi considerada adequada para a utilização como dado de entrada no modelo de simulação proposto.

5.3.4.2- A Fluviometria

Para fins de estimativa das vazões afluentes ao reservatório Coremas/Mãe D'água foram considerados três postos fluviométricos: o primeiro na

bacia hidrográfica de Emas que situa-se a leste do reservatório Coremas a uma distância de 7,8 Km, o segundo no rio Piancó, situado ao sul do citado reservatório a uma distância de 1,2 km e o terceiro na bacia hidrográfica de Aguiar, o qual localiza-se a oeste do reservatório Mãe D'água a uma distância de 4,2 Km.

Uma das maiores dificuldades do presente estudo foi a etapa que aborda a fluviometria da região. A pouca quantidade de medições de vazão levou a séries não muito extensas, o que pode comprometer a confiabilidade dos dados. Fez-se então necessário um estudo comparativo das séries fluviométricas obtidas a partir dos postos fluviométricos de Piancó, Aguiar e Emas com séries fluviométricas geradas a partir de modelos hidrológicos de chuva - vazão. Optou-se, no presente estudo, pela utilização dos modelos de Aguiar e da Sudene/Orstom, os quais já são bastante consagrados e usados no semi-árido nordestino.

Apresenta-se a seguir uma descrição das duas metodologias propostas para o estudo comparativo, efetuam-se comparações entre os valores obtidos por medição direta (postos fluviométricos) e por modelos hidrológicos (Método da Sudene/Orstom e Método de Aguiar) e analisa-se o comportamento do escoamento superficial ao longo do ano hidrológico nos três postos fluviométricos citados. Com o intuito de facilitar as análises, efetuou-se este estudo comparativo de forma separada em cada um dos postos fluviométricos: Emas, Aguiar e Piancó.

5.3.4.2.1 - O Modelo Sudene/Orstom

Conforme Molle (1992), a metodologia da Sudene/Orstom para obtenção de lâminas escoadas é recomendada para bacias hidrográficas com superfície entre 10 e 500 Km² e regiões que apresentem precipitação anual em volta de 800 mm. A determinação destas lâminas é feita a partir da seguinte Expressão:

$$L(p) = L_{600 \text{ PADRÃO}} \times CV \times CA \times CL \times CC \times e^{0,0033(p-600)} \dots (5.2)$$

Cada um dos componentes é referenciado nas etapas de 1 a 5 descritas a seguir.

Na etapa 1, da aplicação desta metodologia, estuda-se a lâmina escoada para uma pluviometria de 600 mm ($L_{600 \text{ PADRÃO}}$), a qual é definida a partir dos solos presentes na bacia hidrográfica em estudo. No caso da região em volta do sistema Coremas/Mãe D'água, prevalecem solos Bruno Não Cálcicos, o que possibilita adotar $L_{600 \text{ PADRÃO}}$ de 37 mm, valor este que implica num coeficiente de escoamento superficial, ou "run-off", de 6 %.

Na etapa 2, efetuam-se correções referentes a: cobertura vegetal (CV), açudes existentes na bacia (CA) e zonas de retenção (CL). A partir de visita técnica realizada ao local permitiu-se estimar os seguintes valores para estes coeficientes de correção:

a) $CV = 1$, por a vegetação ser rala na região da bacia hidrográfica a montante do sistema Coremas/Mãe D'água;

b) $CA = 1$, densidade normal de açudes;

c) $CL = 0,8$, por haver elevada retenção de água na bacia hidrográfica, justificada pela declividade não muito alta na região, conforme levantamentos da Empresa Agrosolos (1993);

Na etapa 3, adotou-se o valor da unidade para o coeficiente climático (CC), em razão da região ser parte da zona do sertão, adotou-se $CC = 1$.

Na etapa 4, usou-se a pluviometria total anual no período coincidente com o período das séries fluviométricas apresentadas nos parágrafos a seguir.

Na etapa 5, a partir do conhecimento da série pluviométrica anual da região, que é representada na Expressão 5.2 pela letra p, dos componentes descritos nas etapas 1, 2, 3 e 4 e da área da bacia hidrográfica em Km^2 , calculou-se a lâmina escoada em milímetros pela Expressão 5.2.

5.3.4.2.2 - O Modelo de Aguiar

O método de Aguiar, desenvolvido pelo Engenheiro F.C.Aguiar, é usado para determinação de lâminas escoadas em bacias hidrográficas superiores a 500 Km². Este método, ao contrário do modelo chuva vazão da Sudene/Orstom, apresenta apenas duas variáveis, a variável u e a variável p, conforme mostra a Expressão a seguir:

$$L(p) = u \times (28,53 p - 112,95 p^2 + 351,91 p^3 - 118,75 p^4) \dots\dots\dots(5.3)$$

A variável u é um fator de correção dependente das características da bacia hidrográfica. No caso da região em estudo adotou-se um valor de u de 0,8, por ser a bacia hidrográfica do rio em questão caracterizada como pouco acidentada. A variável p é a pluviometria média da bacia hidrográfica em metros.

5.3.4.2.3 - Posto Fluviométrico de Emas

O posto fluviométrico de Emas localiza-se na bacia hidrográfica de mesmo nome, sua contribuição total anual para o sistema Coremas Mãe D'água é estimada em 23.653.238 m³/ano, conforme medições efetuados pelo DNAE, valor este correspondente a 4,39 % da vazão total afluente ao citado reservatório, como mostra a *Tabela 5.8* apresentada no Anexo B.

Conhecidas as vazões medidas no posto fluviométrico de Emas, as quais são mostradas na *Tabela 5.9* apresentada no Anexo B, determinou-se as lâminas mensais escoadas em mm a partir da seguinte Equação:

$$L(P) = Q / (S \times Ts \times 1000) \dots\dots\dots(5.4)$$

Onde: L (P) é a lâmina mensal escoada superficialmente em mm;

S é a área de influência do posto fluviométrico em Km². No caso da bacia de Emas o S é igual a 530 Km²;

Ts é o total de segundos no mês onde efetuou-se a medição da vazão;

Q é a vazão média medida no mês em m^3/s .

Os resultados oriundos da aplicação desta técnica são apresentados na *Tabela 5.10* – Anexo B, onde mostram-se as Lâminas escoadas medidas por medição direta na bacia hidrográfica de Emas.

A partir da série pluviométrica 03 do posto pluviométrico de Catingueira na bacia de Emas (*Tabela 5.4*), aplicam-se as metodologias de Aguiar e Sudene/Orstom, a fim de obter as lâminas escoadas na bacia hidrográfica de Emas. Tais cálculos permitem estimar as lâminas escoadas para o período de 1963 à 1992 e uma lâmina anual média escoada de 8,68 mm. Dividindo-se as lâminas médias de escoamento superficial estimadas (*Tabela 5.10*) pela precipitação anual média da série pluviométrica do posto de Catingueiras (período: 1963 à 1992), conforme mostra a *Tabela 5.4* apresentada no Anexo B. Da *Tabela 5.11*, obtém-se coeficientes de escoamento superficiais anuais médios de:

- a) 3,65 % a partir da medição direta;
- b) 17,12 % pelo modelo chuva vazão de Aguiar;
- c) 44,88 % pelo modelo chuva vazão da Sudene/Orstom.

Analisados os valores determinados para as lâminas escoadas e coeficientes de escoamento superficial, pode-se concluir:

a) Uma boa proximidade do coeficiente de escoamento superficial, estimado a partir da série medida no posto pluviométrico de Emas, com o valor esperado para a bacia hidrográfica em estudo. Em tal bacia predominam solos Bruno não-cálcicos, que apresentam “run-off”, para uma precipitação anual de 600 mm, de 6 %, conforme Moller (1992);

b) Metade da lâmina anual do escoamento superficial foi produzida no trimestre (março, abril e maio);

c) Redução significativa da lâmina do escoamento superficial no trimestre (outubro, novembro e dezembro), valor este correspondente a apenas 1 % da lâmina anual do escoamento superficial.

5.3.4.2.4 - Posto Fluviométrico de Piancó

O posto fluviométrico de Piancó, o qual está situado na cidade de mesmo nome, mede a vazão afluente ao reservatório Coremas/Mãe D'água pelo rio Piancó. Medições efetuadas no período de 1969 à 1992, como mostra a *Tabela 5.12* apresentada no Anexo B, possibilitou-se calcular a vazão total anual do rio Piancó afluente ao sistema Coremas Mãe/D'água em 480.299.848 m³/ano, conforme apresentado na Tabela 5.8, valor este que é equivalente a 89,19 % da vazão total afluente ao reservatório em estudo.

Conhecidas as vazões medidas no posto fluviométrico de Piancó, apresentadas na Tabela 5.12, determinou-se as lâminas mensais escoadas em mm a partir da Expressão 5.4. Esta lâminas são apresentadas na *Tabela 5.13* apresentada no Anexo B, onde estima-se uma lâmina anual média de 4,47 mm e um coeficiente de escoamento superficial anual médio de 0,49 %.

A aplicação do modelo chuva vazão Sudene/Orstom para a área de influência do posto fluviométrico do Piancó não foi recomendado, devido a esta área ser superior ao limite recomendado pelo referido modelo que é de 500 Km².

A aplicação do modelo de Aguiar a série pluviométrica do posto de Piancó, estimou lâminas anuais escoadas para o período de 1969 à 1992, conforme apresentado na *Tabela 5.14* – Anexo B, as quais possibilitam estimar a lâmina anual média da série fluviométrica (período: 1969 à 1992) em 154,8 mm e o coeficiente de escoamento superficial anual médio em 15,2 %.

Determinadas as lâminas escoadas e os coeficientes de escoamento superficiais verificou-se:

a) Valor alto do coeficiente de escoamento superficial estimado pelo método de Aguiar em 15 % em relação ao esperado para a região;

b) Valor de 0,4 % do coeficiente de escoamento superficial anual médio, obtido a partir das lâminas medidas no posto fluviométrico de Piancó, o qual foi bem inferior a bacia hidrográfica de Emas (3,65 %) , provavelmente devido a maior área da bacia do Piancó;

c) 75 % da lâmina anual do escoamento superficial foi produzida no trimestre (março, abril e maio);

d) Redução significativa da lâmina do escoamento superficial no trimestre (outubro, novembro e dezembro), valor este correspondente a apenas 1,6 % da lâmina anual do escoamento superficial.

5.3.4.2.5 - Posto Fluviométrico de Aguiar

O posto fluviométrico de Aguiar, o qual está situado na bacia hidrográfica de Aguiar, mede a vazão afluente ao reservatório Coremas/Mãe D'água por esta bacia hidrográfica. A falta de dados de vazão em tal posto, impossibilitou a formação de uma série fluviométrica extensa, o que tornou necessário estimar as vazões na bacia hidrográfica.

Conhecida a série pluviométrica no posto Aguiar, no período de 1963 à 1992 e utilizada uma taxa de escoamento superficial de 6 %, estimou-se as lâminas anuais escoadas em mm, conforme *Tabela 5.15* apresentada no Anexo B. Da *Tabela 5.15* e a partir da Expressão 5.4, calcula-se as vazões mensais em m^3/s para o período de 1963 à 1992, como mostra a *Tabela 5.16* apresentada no Anexo B. Tais resultados permitem estimar a vazão anual média da bacia de Aguiar afluente ao sistema Coremas/Mãe D'água em $30.222.720 m^3/ano$, o qual equivale a 6,42 % da vazão total anual afluente ao sistema.

5.4 - O FUNCIONAMENTO DO MODELO

No modelo proposto almeja-se determinar os volumes dos reservatórios Coremas e Mãe D'água, assim como as respectivas áreas de espelho de água ao final de cada um dos meses do ano hidrológico, depois de liberadas as vazões para cada um dos usos, no caso, abastecimento humano, regularização de vazões e irrigação.

O problema matemático consiste nas seguintes etapas:

a) Encontrar as relações: cota x área, cota x volume e volume x cota dos reservatórios Coremas e Mãe D'água;

b) Definir as condições iniciais, constantes e variáveis do problema, conforme as restrições de natureza hidráulica, ambiental e legal, os dados hidrometeorológicos e as demandas da sociedade, que devem ser levadas em conta nos reservatórios;

c) Compatibilizar as cotas do nível de água dos reservatórios Coremas e Mãe d'água para cada um dos meses do balanço hídrico;

d) Atualizar a vazão que passa do reservatório Coremas para o reservatório Mãe D'água e vice-versa;

e) Efetuar o balanço hídrico mensal nos dois reservatórios.

Cada uma destas etapas é detalhada nos parágrafos descritos a seguir.

5.4.1 - O AJUSTE DAS FUNÇÕES

Na primeira etapa do problema matemático, com a finalidade de determinar relações entre cota, volume e área dos reservatórios Coremas e Mãe D'água, utilizou-se o Software - *Ajuste de Curvas*, o qual foi desenvolvido por Silva e

Silva (1995). Este software ajusta funções matemáticas para um conjunto de pontos definidos num espaço bidimensional.

Inicialmente, levantou-se as informações referentes a cota, área e volume dos reservatórios Coremas e Mãe D'água junto ao DNOCS, as quais permitiram elaborar as seguintes curvas, mostradas nas Figuras A5.4, A 5.5, A 5.6 e A5.7.

De posse das curvas acima citadas, efetuou-se os seguintes passos:

1) Entrada dos dados levantados no Software - *Ajuste de Curvas*;

2) Verificação do qui-quadrado de cada uma das funções pré-definidas existentes no Software - *Ajuste de Curvas*. O qui-quadrado é definido como a soma das distâncias relativas à diferença entre o valor real encontrado e o valor calculado pela função usada no ajuste elevadas ao quadrado;

3) Escolha da função que apresentar o menor qui-quadrado calculado dentre todas as funções verificadas.

Realizados os passos anteriores obtém-se as funções apresentadas na Tabela 5.17 e Tabela 5.18 apresentada a seguir.

Tabela 5.17 - Funções usadas no modelo de simulação do reservatório Coremas

Função	Cálculo
$HCO = (VCO / 1000)^{1/3} / (8.90998)^{1/3} + 202$	Cota do nível de água do reservatório Coremas (HCO) a partir do volume (VCO)
$ACO = 5,253781 \times (HCO - 202)^{2,485718} \times 1000$	Área de espelho d'água do reservatório Coremas (ACO) a partir da cota do nível de água (HCO)
$VCO = 8,90998 \times (HCO - 202)^3 \times 1000$	Volume do reservatório Coremas (VCO) a partir da cota do nível de água (HCO)

Tabela 5.18 – Funções usadas no modelo de simulação do reservatório Mãe D'água

Função	Cálculo
$HMA = (VMA / 1000)^{0,2543144} / 0,697817 + 202$	Cota do nível de água do reservatório Mãe d'água (HMA) a partir do volume (VMA)
$AMA = K3 \times (HMA - 202)^{N3} \times 1000$, onde: $K3 = 0,21$ e $N3 = 3,351252$ se $HMA > 211$ m $K3 = 11,248$ e $N3 = 2$ se $HMA \leq 211$ m	Área de espelho d'água do reservatório Mãe d'água (AMA) a partir da cota do nível de água (HMA)
$VMA = 0,2429808 \times (HMA - 202)^{3,332144} \times 1000$	Volume do reservatório Mãe d'água (VMA) a partir da cota do nível de água (HMA)

5.4.2 - CONDIÇÕES INICIAIS

Na definição das condições iniciais do problema apareceram valores constantes e valores variáveis. Os valores constantes referem-se as limitações hidráulicas do reservatório e do canal, assim como as cotas das tomadas d'água para atendimento das demandas da sociedade, os quais são apresentados na Tabela 5.19 apresentada a seguir.

Tabela 5.19 - Constantes usadas no modelo de simulação

Constante	Significado	Valor
HCN	Cota da tomada de água do canal que abastece as várzeas de Sousa	230 m
HLIG	Cota de fundo do canal de ligação dos reserv. Coremas e Mãe D'água	230 m
HS	Cota do sangradouro do sistema Coremas/Mãe D'água	245 m
HCT	Cota mínima para atender a usina hidrelétrica do reservat. Coremas	218 m
QC	Capacidade do canal (m ³ /mês)	10.7e6
COTA	Cota do fundo do Coremas / Mãe D'água em relação ao nível do mar	202 m
L	Largura do extravasor	150 m

Os valores variáveis dependerão dos cenários e demandas propostas, referindo-se a vazões afluentes, vazões defluentes, volume inicial do sistema, precipitação e evaporação.

No caso do presente trabalho efetuou-se variações a nível de:

a) Vazões afluentes ao sistema Coremas/Mãe D'água, onde considerou-se a vazão média mensal e com reduções de 20 %, 40 % e 60 %, conforme Tabelas 5.9, 5.12 e 5.16 apresentadas no Anexo B, oriundas respectivamente, da bacia hidrográfica de Emas, do rio Piancó e da bacia hidrográfica de Aguiar. Tais valores de redução foram adotados em função da construção prevista de açudes a montante, os quais reduziram em 34 % a vazão anual afluente ao sistema Coremas / Mãe D'água, optando-se então por 20 % acima e 20 % abaixo do referido valor ;

b) Volumes iniciais dos reservatórios Coremas e Mãe D'água, onde considerou-se volumes de 80 % da capacidade máxima, o qual é resultante da média do mês de dezembro nos cinco últimos anos de medição efetuado pelo LMRS, 60 % da capacidade máxima e 40 % da capacidade máxima;

c) Pluviometria, conforme Tabela 5.2 apresentada no Anexo B, considerou-se ano normal (valores médios mensais), ano seco (ano de 1992) e ano chuvoso (ano de 1985) para um período de 85 anos (1908 à 1993), sendo as pluviometrias anuais dos anos seco e chuvoso, respectivamente a mínima e a máxima da série pluviométrica. Para efeitos de garantir água para os projetos de irrigação, considerou-se uma série de seis anos (72 meses) , obtida a partir de seis anos hidrológicos normais consecutivos.

Na definição dos cenários propostos para simulação, fixou-se para cada um dos tipos de pluviometria o volume inicial do sistema Coremas/Mãe D'água em 80 % da capacidade máxima e condição sem redução e com redução da vazão total afluente em 20 %, 40 % e 60 %. No ano de pluviometria normal, reduziu-se o volume inicial do sistema Coremas/Mãe D'água para 60 % e 40 % da capacidade máxima, repetindo-se as condições sem redução e com as citadas reduções na vazão total afluente.

Definidos os cenários, montam-se as Tabelas 5.20 à 5.27, mostradas a seguir, que apresentam os valores dos dados de entrada usados no modelo de simulação.

Tabela 5.20 - Volumes iniciais dos reservatórios Coremas e Mãe D'água (m³)

Variável	Significado	80 % Cap.	60 % Cap.	40 % Cap.
VRCO	Volume inicial do Coremas	5.80e8	4.35e8	2.90e8
VRMA	Volume inicial do Mãe D'água	5.20e8	3.90e8	2.60e8

Tabela 5.21 - Pluviometria usada no modelo de simulação - valores (m)

Variável	Significado	Ano normal	Ano seco	Ano chuvoso
P (1)	Pluviometria total em janeiro	0,0751	0,0247	0,2453
P (2)	Pluviometria total em Fevereiro	0,1285	0,0076	0,3313
P (3)	Pluviometria total em março	0,1909	0,0291	0,2741
P (4)	Pluviometria total em abril	0,1490	0,0119	0,3989
P (5)	Pluviometria total em maio	0,0616	0,0067	0,1246
P (6)	Pluviometria total em junho	0,0282	0,0040	0,1077
P (7)	Pluviometria total em julho	0,0177	0,0049	0,0260
P (8)	Pluviometria total em agosto	0,0228	0,0074	0,0083
P (9)	Pluviometria total em setembro	0,0220	0,0106	0,0050
P (10)	Pluviometria total em outubro	0,0207	0,0178	0,0051
P (11)	Pluviometria total em novembro	0,2260	0,1021	0,0048
P (12)	Pluviometria total em dezembro	0,0713	0,0208	0,1314

Tabela 5.22 - Vazões afluentes - 1º Semestre do ano normal - valores (m³/mês)

Vazão	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maió	Junho
Q _P	17.972.064	63.407.232	121.036.896	173.871.360	74.218.464	15.059.520
0,8 Q _P	14.377.651	50.725.786	96.829.517	139.097.088	59.374.771	12.047.616
0,6 Q _P	10.783.238	38.044.339	72.622.138	104.322.816	44.531.078	9.035.712
0,4 Q _P	7.188.827	25.362.893	48.414.758	69.548.544	29.687.386	6.023.808
Q _E	642.816	7.015.680	7.606.658	7.568.640	4.606.845	0
0,8 Q _E	514.253	5.612.544	6.085.325	6.054.912	3.685.478	0
0,6 Q _E	385.690	4.210.008	4.563.995	4.541.184	2.764.109	0
0,4 Q _E	257.126	2.806.672	3.042.663	3.027.456	1.842.739	0
Q _{AG}	3.481.920	5.080.320	7.231.680	6.739.200	2.678.400	1.296.000
0,8 Q _{AG}	2.785.536	4.064.256	5.785.344	5.391.360	2.142.720	1.036.800
0,6 Q _{AG}	2.089.152	3.045.192	4.339.008	4.043.520	1.607.040	777.600
0,4 Q _{AG}	1.392.765	2.032.128	2.892.672	2.695.680	1.071.360	515.400

Onde: Q_P , Q_E e Q_{AG} são respectivamente as vazões do rio Piancó, da bacia hidrográfica de Emas e da Bacia hidrográfica de Aguiar afluentes ao sistema Coremas/Mãe D'água.

Tabela 5.23 - Vazões afluentes - 2º semestre do ano normal - valores (m³/mês)

Vazão	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
Q_P	6.428.160	3.830.112	2.073.600	1.285.632	1.062.720	5.678.208
0,8 Q_P	5.142.528	3.064.090	1.655.880	1.028.506	850.176	4.542.566
0,6 Q_P	3.856.896	2.298.067	1.244.160	771.379	637.632	3.406.925
0,4 Q_P	2.571.264	1.532.045	829.440	514.253	425.088	2.271.283
Q_E	0	0	0	0	0	0
0,8 Q_E	0	0	0	0	0	0
0,6 Q_E	0	0	0	0	0	0
0,4 Q_E	0	0	0	0	0	0
Q_{AG}	803.520	257.840	259.200	535.650	777.600	1.071.360
0,8 Q_{AG}	642.816	257.840	207.360	428.544	622.080	857.088
0,6 Q_{AG}	482.112	214.272	155.520	321.408	466.560	642.815
0,4 Q_{AG}	321.408	107.136	103.650	214.272	311.040	428.544

Tabela 5.24 - Vazões afluentes - 1º semestre do ano seco - valores (m³/mês)

Vazão	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Junho
Q_P	3.080.160	29.151.360	22.846.752	34.318.080	3.032.640	0
0,8 Q_P	2.464.128	23.321.088	1.277.402	27.454.454	2.425.112	0
0,6 Q_P	1.848.096	17.490.816	13.708.051	20.590.848	1.819.584	0
0,4 Q_P	1.232.064	11.660.544	9.138.701	13.727.232	1.213.056	0
Q_E	642.816	2.346.624	3.669.408	5.417.280	4.321.872	3.032.640
0,8 Q_E	514.253	1.877.299	2.935.525	4.333.824	3.285.498	2.426.112
0,6 Q_E	385.690	1.407.974	2.201.644	3.250.368	2.539.123	1.819.584
0,4 Q_E	257.126	938.653	1.467.763	2.166.912	1.692.749	1.213.056
Q_{AG}	857.088	265.112	1.017.792	414.720	241.056	129.600
0,8 Q_{AG}	685.670	212.889	814.234	331.775	192.844	103.680
0,6 Q_{AG}	514.252	159.667	610.675	248.832	144.634	77.760
0,4 Q_{AG}	342.835	107.245	407.117	165.886	96.422	51.840

Tabela 5.25 - Vazões afluentes - 2º semestre do ano seco - valores (m³/mês)

Vazão	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
Q _P	0	0	0	0	0	0
0,8 Q _P	0	0	0	0	0	0
0,6 Q _P	0	0	0	0	0	0
0,4 Q _P	0	0	0	0	0	0
Q _E	2.517.696	1.525.688	518.400	0	0	26.784
0,8 Q _E	2.014.157	1.221.350	414.720	0	0	21.420
0,6 Q _E	1.510.618	916.013	311.040	0	0	16.070
0,4 Q _E	1.007.078	610.875	207.360	0	0	10.714
Q _{AG}	160.704	267.840	362.860	616.032	3.551.040	723.168
0,8 Q _{AG}	128.583	214.272	290.304	492.826	2.840.832	578.534
0,6 Q _{AG}	96.422	160.704	217.728	369.620	2.130.624	433.900
0,4 Q _{AG}	64.282	107.136	145.152	246.413	1.420.416	289.267

Tabela 5.26 - Vazões afluentes - 1º semestre do ano chuvoso - valores (m³/mês)

Vazão	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maió	Junho
Q _P	104.966.496	399.264.768	302.605.632	679.933.440	231.038.754	48574050
0,8Q _P	83.973.199	319.411.814	242.084.506	543.946.752	184.831.027	38859264
0,6Q _P	62.979.898	239.558.861	181.563.379	407.960.064	138.623.270	29144448
0,4Q _P	41.985.598	159.705.907	121.042.253	271.973.376	92.415.514	19429632
Q _E	2.571.254	10.571.904	0	0	8.061.984	10031040
0,8Q _E	2.057.011	8.457.523	0	0	6.449.587	8.024.832
0,6Q _E	1.542.758	6.343.142	0	0	4.837.190	6.018.624
0,4Q _E	1.028.506	4.228.762	0	0	3.224.794	4.012.416
Q _{AG}	8.544.096	11.563.776	9.561.880	13.919.040	4.339.008	3.758.400
0,8Q _{AG}	6.835.277	9.251.021	7.649.504	11.135.232	3.471.205	3.005.720
0,6Q _{AG}	5.126.458	6.938.266	5.737.128	8.351.424	2.603.405	2.255.040
0,4Q _{AG}	3.417.638	4.625.510	3.824.752	5.567.616	1.735.203	1.503.360

Tabela 5.27 - Vazões afluentes - 2º semestre do ano chuvoso - valores (m³/mês)

Vazão	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
Q _P	13.204.512	13.204.512	0	0	0	19.177.344
0,8 Q _P	10.563.610	10.563.610	0	0	0	15.337.875
0,6 Q _P	7.922.707	7.922.707	0	0	0	11.503.405
0,4 Q _P	5.281.805	5.281.805	0	0	0	7.670.935
Q _E	7.767.360	7.472.735	4.302.720	0	0	267.840
0,8 Q _E	6.213.888	5.978.188	3.442.175	0	0	214.272
0,6 Q _E	4.660.416	4.453.641	2.581.632	0	0	160.704
0,4 Q _E	3.106.944	2.989.094	1.721.088	0	0	107.136
Q _{AG}	910.656	294.624	181.440	187.488	155.520	4.580.064
0,8 Q _{AG}	728.525	235.699	145.152	149.990	124.415	3.654.051
0,6 Q _{AG}	545.394	176.774	108.864	112.493	93.312	2.748.035
0,4 Q _{AG}	364.262	117.850	72.576	74.995	62.208	1.832.025

5.4.3 - COMPATIBILIZAÇÃO DOS NÍVEIS DE ÁGUA DOS RESERVATÓRIOS

Na construção do modelo para o sistema Coremas/Mãe D'água, utilizou-se o princípio dos vasos comunicantes, o que implica na igualdade das cotas finais de água dos reservatórios, no caso deles terem cotas iniciais de água acima da cota de fundo do canal de ligação destes reservatórios. Fez-se necessário na concepção desta etapa da elaboração do modelo a previsão de cinco casos possíveis de acontecerem no sistema Coremas/Mãe D'água:

a) *Caso 1*: HCO to > HMA to > HLIG;

Onde: HCO to é a cota da água do reservatório Coremas no início de cada um dos meses do ano hidrológico;

HMA to é a cota da água do reservatório Mãe D'água no início de cada um dos meses do ano hidrológico;

HLIG é a cota do fundo do canal de ligação dos reservatórios Coremas e Mãe D'água.

Para este caso efetuam-se as seguintes etapas:

Etapa 1: Armazenamento dos valores iniciais, onde $HCO_o = HCO_{to}$, $VCO_o = VCO_{to}$ e $HMA_o = HMA_{to}$.

Etapa 2: Cálculo do DELH, a partir da Expressão 5.5.

$$| DELH | = HCO_{to} - HMA_{to} \dots \dots \dots (5.5)$$

Etapa 3: Verificação se $DELH > \text{Tolerância}$ e $HCO_{to} > HMA_{to} > HLIG$, em caso positivo ir para etapa 4, caso contrário ir para a etapa 6 .

Etapa 4: Atualização dos volumes e níveis de água dos reservatórios Coremas e Mãe D'água a partir das Equações 5.6, 5.7, 5.8, 5.9 e 5.10.

$$HCO_{to} = HCO_o - (HCO_o - HMA_o) / 2 \dots \dots \dots (5.6)$$

Da Tabela 5.17 tem-se que:

$$VCO_{to} = 8,90998 \times (HCO_{to} - 202)^3 \times 1000 \dots \dots \dots (5.7)$$

$$DELVCO = VCO_o - VCO_{to} \dots \dots \dots (5.8)$$

Onde: DELVCO é o volume do reservatório Coremas que está acima do volume na cota do fundo do canal que liga os dois reservatórios;

$$VMA_{to} = VMA_o + DELVCO \dots \dots \dots (5.9)$$

Da Tabela 5.18, tem-se que:

$$HMA_{to} = ((VMA_{to} / 1000)^{0,2543144} / 0,697817) + 202 \dots \dots (5.10)$$

Etapa 5: Atualização do volume de água que passa do reservatório Coremas para o reservatório Mãe D'água (QLIG), a partir da Expressão 5.11.

$$QLIG = QLIG + DELVCO \dots \dots \dots (5.11)$$

Etapa 6: Cálculo do DELH, a partir da Expressão 5.5 e verificação deste valor a partir das Equações 5.12 e 5.13.

DELH > tolerância e HMA to > HCO to > HLIG → Caso 2

DELH > tolerância e HCO to > HMA to > HLIG → Caso 1... (5.12)

DELH < tolerância ----- → Fim da atualização.... (5.13)

b) *Caso 2*: HMA to > HCO to > HLIG ;

Para este caso efetuam-se as seguintes etapas:

Etapa 1: Armazenamento dos valores iniciais, onde HCO o = HCO to, VMA o = VMA to e HMA o = HMA to.

Etapa 2: Cálculo do DELH, a partir da Expressão 5.5

Etapa 3: Verificação se DELH > Tolerância e HMA to > HCO to > HLIG, em caso positivo ir para etapa 4, caso contrário ir para a etapa 6 .

Etapa 4: Atualização dos volumes e níveis de água dos reservatórios Coremas e Mãe D'água a partir das Equações 5.14, 5.15, 5.16, 5.17 e 5.18.

$$HMA_{to} = HMA_{to} - (HMA_{to} - HCO_{to}) / 2 \dots \dots \dots (5.14)$$

Da Tabela 5.18 tem-se que:

$$VMA_{to} = 0,2429808 \times (HMA_{to} - 202)^{3,932144} \times 1000 \dots \dots (5.15)$$

$$\text{DELVMA} = \text{VMA}_0 - \text{VMA}_{to} \dots\dots\dots(5.16)$$

Onde: DELVMA é o volume do reservatório Mãe D'água que está acima do volume na cota do fundo do canal que liga os dois reservatórios;

$$\text{VCO}_{to} = \text{VCO}_{to} + \text{DELVMA} \dots\dots\dots(5.17)$$

Da Tabela 5.17 tem-se que:

$$\text{HCO}_{to} = (\text{VCO}_{to} / 1000)^{1/3} / (8.90998)^{1/3} + 202 \dots\dots\dots(5.18)$$

Etapa 5: Atualização do volume de água que passa do reservatório Coremas para o reservatório Mãe D'água (QLIG), a partir da Expressão 5.19.

$$\text{QLIG} = \text{QLIG} - \text{DELVMA} \dots\dots\dots(5.19)$$

Etapa 6: Cálculo do DELH, a partir da Expressão 5.5 e verificação deste valor a partir das Equações 5.12 e 5.13.

c) *Caso 3*: $\text{HCO}_{to} > \text{HLIG} > \text{HMA}_{to}$;

Para este caso efetuam-se as seguintes etapas:

Etapa 1: Armazenamento das variáveis $\text{VCO}_0 = \text{VCO}_{to}$ e $\text{HCO}_0 = \text{HCO}_{to}$.

$$\text{VCO}_{to} = \text{VCO}_{lig} \dots\dots\dots(5.20)$$

$$\text{HCO}_0 = \text{HLIG} \dots\dots\dots(5.21)$$

Etapa 2: Cálculo do DELVCO a partir da Expressão 5.8.

Etapa 3: Atualização das cotas e volumes dos reservatórios, a partir das Equações 5.9, 5.10 e 5.11.

Etapa 4: Cálculo do DELH, a partir da Expressão 5.22 e verificação deste valor a partir das Expressões 5.12 e 5.13.

$$\text{DELH} = | \text{HMA to} - \text{HLIG} | \dots\dots\dots (5.22)$$

d) Caso 4: $\text{HMA to} > \text{HLIG} > \text{HCO to}$;

Para este caso efetuam-se as seguintes etapas:

Etapa 1: Armazenamento das variáveis $\text{VMA}_0 = \text{VMA to}$ e $\text{HMA}_0 = \text{HMA to}$.

$$\text{VMA to} = \text{VMA lig} \dots\dots\dots (5.23)$$

$$\text{HMA to} = \text{HLIG} \dots\dots\dots (5.24)$$

Etapa 2: Cálculo do DELVMA a partir da Expressão 5.16.

Etapa 3: Atualização das cotas e volumes dos reservatórios, a partir das Equações 5.17, 5.18 e 5.19.

Etapa 4: Cálculo do DELH a partir da expressão 5.24 e verificação deste valor a partir das Equações 5.12 e 5.13.

$$\text{DELH} = | \text{HMA to} - \text{HLIG} | \dots\dots\dots (5.24)$$

e) Caso 5: H_{LIG} > H_{MA to} > H_{CO to} ou H_{LIG} > H_{CO to} > H_{MA to};

Os reservatórios Coremas e Mãe D'água trabalham de forma separada, não havendo possibilidade de passagem de água pelo canal de ligação, em razão dos níveis de água nos dois reservatórios estarem abaixo da cota de ligação.

5.4.4 - BALANÇO HÍDRICO MENSAL

Feita a compatibilização dos níveis de água dos reservatórios Coremas e Mãe D'água e a conhecida a vazão que passa pelo canal de ligação entre os dois reservatórios. Efetuam-se as seguintes etapas:

Etapa 1: Cálculo do volume extravasado, área do espelho de água dos reservatórios e vazões defluentes, a partir das Expressões 5.26, 5.27, 5.28, 5.29 e 5.30. Conforme Moller (1992) apresenta-se a seguir a Expressão 5.26.

$$Q_S = C \times L \times (H_{CO\ to} - H_S)^{1.5} \dots\dots\dots(5.26)$$

Onde: Q_{s to} é o volume extravasado, tal valor só é calculado se a cota da água do reservatório Coremas for superior a cota da soleira do extravasador;

C é uma constante que depende da forma do extravasador ;

H_S é a cota da soleira do extravasador ;

L é a largura do extravasador do tipo retangular.

$$Q_{D\ to} = Q_{RG} + Q_{AB} \dots\dots\dots(5.27)$$

Onde: Q_{RG} é a vazão liberada para regularização do Rio Piancó e para atendimento da mini-usina hidrelétrica;

Q_{AB} é a vazão para abastecimento humano.

Da Tabela 5.17, tem-se:

$$ACO_{to} = 5,253781 \times (HCO_{to} - 202)^{2,485718} \times 1000 \dots \dots \dots (5.28)$$

Onde: ACO_{to} é a área de espelho de água do reservatório Coremas depois de retiradas as vazões para perenizar o rio Piancó e para o abastecimento humano.

Da Tabela 5.18, tem-se:

$$AMA_{to} = K3 \times (HMA_{to} - 202)^{N3} \times 1000 \dots \dots \dots (5.29)$$

Onde: $K3 = 0,21$ e $N3 = 3,351252$ se $HMA_{to} > 211$ m
 $K3 = 11.248$ e $N3 = 2$ se $HMA_{to} \leq 211$ m.

AMA_{to} é a área de espelho de água do reservatório Mãe D'água depois de retiradas a vazão para irrigação.

$$QIR_{to} = VMA_{to} - VRNM \dots \dots \dots (5.30)$$

Onde: QIR_{to} é o volume mensal liberado para irrigação;
 $VRNM$ é o volume mínimo do reservatório Mãe D'água.

Etapa 2: Verificação se o volume liberado para irrigação é superior a meta de irrigação, em caso positivo considerar a vazão liberada para irrigação como sendo igual a meta de irrigação.

Etapa 3: Execução do balanço hídrico no reservatório Coremas, a partir da Expressão 5.31

$$VCO_{to} = VCO_{im} + Q_{P(im)} + Q_{E(im)} + (P_{im} - EV_{im}) \times ACO_{im} - QD_{im} - QLIG - QS_{im} \dots \dots \dots (5.31)$$

Onde: i_m é um índice referente ao mês que antecede o atualmente analisado.

P é a pluviometria mensal na bacia hidráulica do sistema Coremas / Mãe D'água ;

EV é a evaporação mensal na bacia hidráulica do sistema Coremas / Mãe D'água.

$QLIG$ é o volume mensal de água transferido entre os reservatórios através do túnel de ligação.

Etapa 4: Execução do balanço hídrico no reservatório Mãe D'água, a partir da Expressão 5.32.

$$VMA_{to} = VMA_{i_m} + Q_{AG\ i_m} + (P_{i_m} - EV_{i_m}) \times AMA_{i_m} - QIR_{i_m} + QLIG \dots \dots \dots (5.32)$$

5.5 – VALIDAÇÃO DO MODELO

Construído o modelo e obtidos seus dados de entrada, é necessário a sua validação. O processo de validação consiste em comparar os resultados obtidos no modelo com os resultados medidos em campo. No presente estudo, fez-se a validação comparando os volumes mensais dos reservatórios Coremas e Mãe D'água medidos pelo LMRS e os respectivos volumes mensais da modelagem.

Utilizou-se neste estudo comparativo os anos de 1970 (ano seco), 1991 (ano normal) e 1986 (ano chuvoso), conforme Tabelas 5.28, 5.29 e 5.30, onde observou-se que as relações médias anuais entre o resultado obtido no modelo e o resultado real apresentaram valores de 12,11 % (ano seco), 1,34 % (ano chuvoso) e 4,51 % (ano normal). Estes resultados mostram que os resultados obtidos com o modelo proposto estão bastante condizentes com a situação real.

CAPÍTULO VI

ESTIMATIVA DOS BENEFÍCIOS SÓCIO ECONÔMICOS

No presente capítulo, objetiva-se a determinação dos benefícios sócio-econômicos gerados a partir do uso múltiplo do reservatório Coremas/Mãe D'água, os quais são expressos quantitativamente pelas receitas líquidas anuais com irrigação e piscicultura e também pelos empregos que poderão ser gerados a partir dos projetos de irrigação a serem implantados.

6.1 - GENERALIDADES

Os benefícios sócio-econômicos gerados pelos projetos de irrigação crescem a medida que aumentam-se as vazões liberadas para estes projetos pelo reservatório em estudo. Esta liberação de água do reservatório analisado diminui o seu volume útil, o que ocasiona uma redução potencial da receita líquida gerada com a piscicultura. Dentro deste contexto, analisa-se no presente estudo:

a) A repercussão sócio-econômica das vazões liberadas pelo reservatório a partir de cada um dos cenários propostos a nível regional;

b) O efeito, a nível sócio-econômico, nos projetos de irrigação a serem implantados na região das várzeas do município de Sousa e na região em volta do reservatório Coremas/Mãe D'água e o efeito nos projetos de piscicultura implementados no citado reservatório. Além disso, analisa-se os efeitos causados pela construção de obras hidráulicas a montante do sistema Coremas/Mãe D'água e algum período de estiagem prolongado, os quais acarretem redução na vazão do rio Piancó, na bacia de Emas e na bacia de Aguiar;

c) Os efeitos econômicos do compartilhamento da água liberada para irrigação pelo reservatório Coremas/Mãe D'água entre a região das várzeas do município de Sousa e a área em volta do reservatório Coremas/Mãe D'água.

Deve-se salientar que, no presente estudo, trabalhou-se com duas áreas irrigáveis distintas, uma nas várzeas do município de Sousa e outra nas regiões possíveis de irrigação em volta do reservatório Coremas/Mãe D'água. Na área das várzeas do município de Sousa, a implementação de projetos de irrigação exige a construção do canal da reversão do sistema Coremas/Mãe D'água, o qual implica num custo de implementação desta obra para viabilização de tais projetos. Na área em volta do reservatório, não haveria necessidade de construção de nenhuma obra hidráulica de vulto para implementação de projetos de irrigação, podendo tais projetos serem abastecidos por captação direta, através de bombeamento, no reservatório Mãe D'água.

Com a finalidade de permitir uma certa flexibilidade na análise dos benefícios sócio-econômico ocasionados pelo uso do citado reservatório para irrigação e piscicultura, desenvolveu-se um modelo utilizando a ferramenta *Excel da Microsoft*. Este modelo calcula os benefícios sócio-econômicos do Reservatório Coremas/Mãe D'água sujeito a múltiplos usos de forma bastante flexível, permitindo-se:

a) Variar as frações de área cultivável por cada uma das culturas adotadas em relação a área total passível de ser irrigável;

b) Variar a proporção de água para irrigação que abastecerá projetos de irrigação de áreas distintas, no caso do presente trabalho a área das várzeas do município de Sousa e a área em volta do reservatório Coremas/Mãe D'água;

c) Adotar qualquer cultura para os projetos de irrigação, desde que se conheça sua demanda hídrica mensal, o total de empregos que esta pode gerar por área cultivável e a receita líquida em unidades monetárias por área cultivável;

d) Variar as taxas de juros anuais e o período de pagamento em anos das obras hidráulicas que devem ser construídas para implementação dos projetos de

irrigação, no caso de presente estudo deve-se pagar o canal de reversão do sistema Coremas/Mãe D'água;

e) Variar o rendimento da piscicultura (quantidade de peixes que poderão ser produzidas por área de espelho D'água em peso) e a quantidade de despesas anuais no reservatório estudado.

6.2 - O FUNCIONAMENTO DO MODELO

O modelo foi desenvolvido em duas partes. Na primeira parte aborda-se aspectos hidrológicos da região e aspectos agrônômicos das culturas adotadas, no caso do presente estudo, as culturas do abacaxi, banana, goiaba, laranja, melão e tomate. Objetiva-se nesta etapa a determinação da área passível de ser irrigada para cada uma das culturas a partir da vazão liberada do reservatório para irrigação.

Na segunda parte, analisa-se os aspectos sócio-econômicos para cada um dos cenários propostos, com a implantação de projetos de irrigação, efetuando-se os cálculos do:

a) Total de empregos gerados por ano no período de estabilização dos projetos, no caso do presente estudo de seis anos;

b) Valor da prestação anual a ser paga devida a construção de alguma obra hidráulica onde, no caso em estudo, estima-se o custo do canal de reversão das águas do sistema Coremas/Mãe D'água para as várzeas do município de Sousa;

c) A receita líquida total anual gerada com os projetos de irrigação;

d) A receita líquida total anual com piscicultura;

e) A receita líquida total anual com o múltiplo uso do reservatório, no caso irrigação e piscicultura.

A fim de facilitar o entendimento de inúmeras expressões que são apresentadas neste capítulo, optou-se por padronizar o uso de algumas letras como índices, as quais estão enumeradas a seguir:

a) Índice k é um número inteiro que varia de 1 a 6 e indica as culturas adotadas, para o presente estudo da seguinte forma:

1 => abacaxi;

2 => banana;

3 => goiaba;

4 => laranja;

5 => melão;

6 => tomate.

b) Índice t é um número inteiro que varia de 1 a 12 e indica os meses do ano, onde:

1 => janeiro;

2 => fevereiro;

3 => março;

4 => abril;

5 => maio;

6 => junho;

7 => julho;

8 => agosto;

9 => setembro;

10 => outubro;

11 => novembro;

12 => dezembro.

c) Índice i , indica os cenários simulados em função das vazões afluentes ao reservatório. No caso do Coremas/Mãe D'água para um período de estabilização do projeto de seis anos, o reservatório só garante a liberação de vazão para os

projetos para uma redução na atual vazão total afluente em 20 %. Sendo assim o índice \hat{i} apresenta dois valores:

1 => sem redução de vazão afluente;

2 => com redução de 20 % da vazão total afluente.

d) índice m - indica cada um dos anos do período de estabilização do projeto, no caso m varia de 1 à 6.

Na primeira parte, relativa aos aspectos hidrológicos e agronômicos, do modelo , enumerou-se oito etapas:

Etapa 1: Entrada do dado referente a vazão possível de ser liberada para irrigação, $QIR_{i(t)}$ em (m^3/s) em cada um dos meses do ano hidrológico. É importante observar que esta vazão liberada foi simulada no modelo proposto, o qual foi descrito no Capítulo V, para um período de anos igual ao total de anos de estabilização dos projetos de irrigação.

Etapa 2: Entrada do dado referente ao custo do canal de Reversão do sistema Coremas/Mãe D'água em função da vazão aduzida, PC em (R\$/m).

Etapa 3: Entrada dos dados referentes as frações da área irrigável por cultura em relação a área total irrigável, F_k em (%);

Etapa 4: Entrada dos dados referentes a demanda hídrica mensal por cultura - $DHM_{k(T)}$ (m^3/s hectare). Tais resultados foram obtidos a partir da Tabela 4.21 apresentada no Anexo B;

Etapa 5: Cálculo da demanda hídrica média mensal para cada uma das culturas adotadas - DHA_k em (m^3/s hectare) através da Expressão 6.1;

$$DHA_k = \left(\sum_{t=1}^{12} DHM_{k(t)} \right) / 12 \dots\dots\dots(6.1)$$

Etapa 6: Cálculo da área total possível de ser irrigável - AIR_i (hectares) e verificação se a vazão mensal liberada para irrigação é superior a demanda hídrica mensal total para a combinação de culturas a partir das Expressões 6.2, 6.3 e 6.4.

$$QIR_{i(t)} - \sum_{k=1} DHM_{k(t)} \times AIR_i \times F_k \geq 0 \dots\dots\dots(6.2) \quad \times$$

Onde: AIR_i é a área total dos projetos de irrigação em hectares.

$$\rightarrow AIR_i \leq QIR_{i(t)} / (\sum_{k=1} DHM_{k(t)} \times F_k) \dots\dots\dots(6.3) \quad \times$$

$$\rightarrow AIR_{i(t)} = \underset{\lambda m u}{\text{Min}} ((QIR_{i(t)}) / (\sum DHM_{k(t)} \times F_k)) \dots\dots\dots(6.4)$$

Etapa 7: Satisfeita a etapa 6, calcula-se a área irrigável para cada uma das culturas adotadas - AIC_k (hectares) através da Expressão 6.5. No caso de não haver satisfação na Etapa 6, deve-se alterar as frações de área irrigável por cultura (etapa 3);

$$AIC_{i(k)} = F_k \times \underset{\lambda m u}{\text{Min}} (AIR_{i(t)}) \dots\dots\dots(6.5)$$

Etapa 8: Entrada dos dados referentes a área de espelho D'água disponível depois de retiradas as vazões para atendimento da sociedade e previstas as situações sem e com redução da vazão atual afluente ao sistema Coremas/Mãe D'água, ER_i em hectares. Esta área foi a menor área mensal no período simulado .

Na segunda parte do modelo, enfocam-se os aspectos sócio econômicos para cada um dos cenários propostos, onde enumerou-se 11 etapas:

Etapa 1: Entrada dos dados referentes a receita líquida por hectare para cada uma das culturas adotadas, RLU_{k(m)} em R\$/hectares, para cada um dos anos de estabilização do projeto;

Etapa 2: Cálculo da receita líquida total anual com irrigação, RTI_m em R\$, e da receita líquida total para a estabilização dos projetos de irrigação, RTIE em R\$, a partir das Expressões 6.6 e 6.7;

$$RTI_m = \sum_{k=1}^6 AIC_{i(k)} \times RLU_{k(m)} \dots\dots\dots(6.6)$$

$$RTIE = \sum_{m=1}^c RTI_m \dots\dots\dots(6.7)$$

Etapa 3: Conhecidos a extensão do canal (D) em metros e o custo estimado do canal por metro (PC), obtido na etapa 2 da primeira parte desta planilha, calcula-se o custo total do canal, CCT em R\$, a partir da Expressão 6.8;

$$CCT = PC \times D \dots\dots\dots(6.8)$$

Etapa 4: Entrada de dados referentes a taxa de juros anual para pagar a obra, TJ em porcentagem, e o período de pagamento das obras hidráulicas, PR em anos;

Etapa 5: Cálculo da estimativa de prestação anual para pagamento do Canal de Sousa, VPR em R \$, a partir da Expressão 6.9 :

$$VPR = (CCT \times (((TJ(1+TJ)^{PR}) / (1+TJ)^{PR} - 1))) \dots\dots(6.9)$$

Onde: PR é o número de anos para pagamento da obra;

TJ é a taxa anual de amortização.

Etapa 6: Conhecidos o custo de alevinagem, CAL em R\$ / hectare , o qual foi obtido a partir de pesquisas em estações de piscicultura instaladas no semi-árido nordestino, a quantidade de peixes possíveis de serem produzidos por área de espelho líquido do reservatório, RD em Kg/hectare, o preço médio do pescado, PMP em R\$/Kg e a área do menor espelho D'água disponível depois de retirada as vazões para atendimento das necessidades da sociedade no ano hidrológico, ER_i em hectares, já referenciada na etapa 8 da parte 1 do modelo, calcula-se a receita anual total com

para atendimento das necessidades da sociedade no ano hidrológico, ER_i em hectares, já referenciada na etapa 8 da parte 1 do modelo, calcula-se a receita anual total com piscicultura, RTP_i em R\$, a partir da Expressão 6.10, para as várias situações com e sem redução da vazão total afluente.

$$RTP_i = (ER_i \times PMP \times RD) - ER_i \times CAL \dots \dots \dots (6.10)$$

Etapa 7: Entrada dos dados referentes ao total de dias de trabalho (diárias) gerados por cada uma das culturas adotadas em cada ano do projeto de irrigação, $TUE_{k(m)}$ em diárias / hectare..

Etapa 8: Cálculo do total de empregos gerados por ano, TEG_m em diárias, e ao final do período de estabilização dos projetos de irrigação, $TEGI$ em diárias, pelas Expressões 6.11 e 6.12. Conhecido o valor pago por dia de trabalho, SD em (R\$) / (diárias/hectare), calcula-se o valor gasto com mão-de-obra ao final do período de estabilização do projeto, CMO em R\$ a partir da Expressão 6.13.

$$TEG_m = \sum_{k=1} TUE_{k(m)} \times AIC_k \dots \dots \dots (6.11)$$

$$TEGI = \sum_{m=1} TEG_m \dots \dots \dots (6.12)$$

$$CMO = SD * TEGI \dots \dots \dots (6.13)$$

Etapa 9: Verificação do custo percentual ($ROPI$) das obras de engenharia em relação a receita total gerada com a irrigação no período de estabilização dos projetos de irrigação a partir da Expressão 6.14.

$$ROPI = ((PR \times VPR) / RTIE) \times 100 \dots \dots \dots (6.14)$$

Etapa 10: Verificação percentual (RPSPI) da receita total gerada com a piscicultura em relação a receita total gerada com a irrigação no período de estabilização dos projetos de irrigação. A partir da Expressão 6.15.

$$RPSPI = \left(\sum_{m=1}^6 RTP_i \right) / RTIE \times 100 \dots\dots\dots(6.15)$$

Etapa 11: Cálculo da receita total gerada no reservatório com o múltiplo uso (irrigação + piscicultura) no período de estabilização dos projetos de irrigação, RT em (R\$), a partir da Expressão 6.16.

$$RT = \sum_{m=1}^6 RTP_i + RTIE \dots\dots\dots(6.16)$$

CAPÍTULO VII

APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

7.1 - GENERALIDADES

As simulações efetuadas objetivam o conhecimento do comportamento do sistema Coremas/Mãe D'água com futuras intervenções nas bacias hidrográficas que reduzam a vazão atual afluente ao sistema, além da observação das variações do nível, volume e área de espelho de água em anos de estiagem e cheia. A caracterização destas situações permite verificar o nível de atendimento do reservatório para as possíveis demandas e por quanto tempo e a determinação dos benefícios sócio-econômicos gerados pelo uso múltiplo do reservatório. Possibilita-se também calcular as perdas e ganhos sócio-econômicos quando decorrer períodos chuvosos e de estiagem em relação a um ano de pluviometria normal.

Os resultados possibilitam definir uma política de liberação da água em função do volume disponível do reservatório Coremas/Mãe D'água e das vazões afluentes ao sistema. São apresentados nos próximos parágrafos:

- a) Aspectos gerais da simulação;
- b) O comportamento dos reservatórios na condição atual de demanda;
- c) O comportamento dos reservatórios com a operação do canal de Sousa;
- d) O comportamento dos reservatórios Coremas/Mãe D'água em termos de anos considerados secos;
- e) O comportamento dos reservatórios Coremas/Mãe D'água com as intervenções/apropriações hídricas a montante;
- f) Os benefícios sócio-econômicos com os projetos de irrigação;

g) Os benefícios econômicos com a piscicultura extensiva, assim como as perdas econômicas com as intervenções a montante e/ou ano de estiagem;

h) A rentabilidade econômica da piscicultura e irrigação;

i) O custo do canal de Sousa em relação as receitas geradas pelos projetos de irrigação.

7.2 - ASPECTOS GERAIS DA SIMULAÇÃO

Com respeito a simulação do sistema tem-se as seguintes considerações:

a) Assumiu-se ano civil, com início no mês de janeiro;

b) O volume inicial do reservatório foi considerado como sendo o volume médio no mês de dezembro medido nos últimos cinco anos (LMRS do estado da Paraíba) tendo sido tal valor de aproximadamente 80 % da capacidade máxima do reservatório. Adotaram-se três situações iniciais para o reservatório Coremas/Mãe D'água:

- Volume inicial com 80 % da capacidade máxima;
- Volume inicial com 60 % da capacidade máxima;
- Volume inicial com 40 % da capacidade máxima.

c) Para cada uma das situações iniciais, representou-se a condição com intervenções que reduzem a vazão total afluente ao sistema Coremas/Mãe D'água em 20 %, 40 % e 60%;

d) Para cada uma das situações iniciais, observou-se o comportamento do sistema Coremas/Mãe D'água com a vazão total afluente;

e) Para a situação de 80 % da capacidade máxima, considera-se além do ano normal, um ano seco e um ano chuvoso (no caso o ano de 1985). A escolha de um ano seco e um ano chuvoso (o mais seco, 1992, e o mais chuvoso, 1985) da série, deveu-se a verificação do funcionamento do reservatório à situações extremas, no caso

nos anos de valores mais extremos da série pluviométrica. Quaisquer outras situações, com períodos de retorno menores ao considerado acarretariam condições de funcionamento dentro do espectro definido pelas condições extremas ;

f) A infiltração foi considerada nula nos dois reservatórios;

g) O valor da evaporação usada foi a evaporação medida no tanque classe A próximo ao posto do açude Coremas. Dividindo-se estes valores pelo coeficiente de correção $K_p = 0,75$, obteve-se os resultados de evaporação, conforme foi mostrado na Tabela 3.1;

h) Os valores pluviométricos usados para representar um ano normal foram os valores médios mensais da série pluviométrica mostrada na Tabela 5.2;

i) Os valores pluviométricos usados para representar um ano seco foram os valores mensais do ano de 1992, conforme valores mostrados na Tabela 5.2, tal valor significa a menor pluviometria anual para um tempo de retorno de 85 anos;

j) Os valores pluviométricos mensais usados para representar um ano chuvoso foram os valores mensais do ano de 1985, conforme valores mostrados na Tabela 5.2, tal valor significa a maior pluviometria anual para um tempo de retorno de 85 anos;

k) As vazões mensais afluentes ao reservatório Coremas/Mãe D'água no ano normal foram consideradas como sendo as vazões médias mensais medidas nos postos fluviométricos de Emas e Piancó e das estimativas de vazões médias mensais no posto fluviométrico de Aguiar, como mostra a Tabela 5.13;

l) As vazões mensais afluentes ao reservatório Coremas/Mãe D'água no ano seco foram consideradas como sendo os valores das medições mensais efetuadas no ano de 1985 nos postos fluviométricos de Emas e Piancó, conforme mostram as Tabelas 5.14 e 5.17 e das estimativas mensais no posto fluviométrico de Aguiar, conforme mostra a Tabela 5.21;

m) As vazões totais mensais afluentes ao reservatório Coremas/Mãe D'água no ano chuvoso foram consideradas como sendo os valores das medições mensais efetuadas no ano de 1992 nos postos fluviométricos de Emas e Piancó, conforme mostram as Tabelas 5.14 e 5.17 e das estimativas mensais no posto fluviométrico de Aguiar, conforme mostra a Tabela 5.21;

n) No processo de simulação, foi considerado uma meta de irrigação de $5 \text{ m}^3/\text{s}$, valor este considerado adequado para atender vazões que alimentam o canal da reversão das águas dos sistema Coremas/Mãe D'água ($4 \text{ m}^3/\text{s}$) e as vazões para atender a área em volta do reservatório Coremas/Mãe D'água possíveis de ser irrigadas ($1 \text{ m}^3/\text{s}$). Esta vazões atenderão aos projetos de irrigação, onde poderão ser cultivadas as seguintes culturas: Abacaxi, Banana, Goiaba, Laranja, Melão e Tomate;

o) A vazão demandada para abastecimento humano é de $0,8 \text{ m}^3/\text{s}$. Este valor foi calculado com base nos procedimentos mostrados na Seção 4.2 do Capítulo IV;

p) A vazão demandada para regularização é de $6 \text{ m}^3/\text{s}$, que é o valor atualmente liberado para perenizar o rio Piancó e atender as populações a jusante da barragem;

q) Em uma das situações simuladas adotou-se um período de simulação de 72 meses, equivalente a seis anos hidrológicos, período coincidente com o período de estabilização dos projetos de irrigação. Para este período de simulação adotou-se a condição de período com pluviometria normal e a condição inicial do reservatório com 80 % da sua capacidade máxima;

r) Em outras situações simuladas adotou-se um período de simulação de 12 meses, equivalente ao ano civil.

7.3 - VARIAÇÕES NOS RESERVATÓRIOS COM AS CONDIÇÕES DE INTERVENÇÕES SIMULADAS

Na primeira etapa da simulação retirou-se água do Sistema Coremas/Mãe D'água para atender a irrigação, abastecimento e regularização de vazão, onde foram utilizadas as vazões de 5 m³/s, 0.8 m³/s e 6 m³/s. respectivamente. Nesta etapa, tem-se como objetivo as seguintes verificações :

- a) Do efeito no volume de água armazenado no reservatório com a redução das vazões totais afluentes;
- b) Das perdas de volume do reservatório e das alterações do nível de água na área de espelho D'água de um ano seco em relação a um ano normal;
- c) Dos ganhos de volume do reservatório e das alterações do nível de água na área de espelho D'água de um ano chuvoso em relação a um ano normal.

A fim de facilitar a visualização da variabilidade nos reservatórios Mãe D'água e Coremas dos valores das variáveis hidrológicas associadas ao reservatório, tais como: nível de água, volume e área de espelho D'água, montou-se a Tabela 7.1, a Tabela 7.2 e a Tabela 7.3, onde são apresentadas estas variações no ano seco, chuvoso e normal com as respectivas reduções de vazão afluente ao sistema Coremas/Mãe D'água e volumes iniciais do sistema em respectivamente 80 %, 60 % e 40 % da capacidade máxima para o ano normal e 80 % da capacidade máxima para os anos seco e chuvoso.

Tabela 7.1 - Efeitos nas variáveis hidráulicas - Ano seco

Condição	Vol.final	Esp. Inicial (m ²)	Esp. Final (m ²)	Ho (m)	Hf (m)	ΔH (m)
ST1C1RC	53 % CX	5,02 e7	0,72 Eo	241,93	237,00	- 4,93
ST1C2RC	51 % CX	5,02 e7	0,70 Eo	241,93	236,63	- 5,30
ST1C3RC	49 % CX	5,02 e7	0,68 Eo	241,92	236,23	- 5,69
ST1C4RC	48 % CX	5,02 e7	0,66 Eo	241,92	235,90	- 6,02
ST1C1RM	44 % CX	4,88 e7	0,64 Eo	241,92	237,00	- 4,92
ST1C2RM	42 % CX	4,88 e7	0,62 Eo	241,92	236,63	- 5,29
ST1C3RM	41 % CX	4,88 e7	0,60 Eo	241,91	236,24	- 5,67
ST1C4RM	39 % CX	4,88 e7	0,58 Eo	241,91	235,90	- 6,01

Tabela 7.2 - Efeitos nas variáveis hidráulicas - Ano chuvoso

Condição	Vol.Final	Esp. inicial (m ²)	Esp. Final (m ²)	Ho (m)	Hf (m)	ΔH (m)
ST1C1RC	100% CX	5,14 e7	1,80 Eo	242,31	253,02	10,71
ST1C2RC	100% CX	5,12 e7	1,61 Eo	242,25	250,76	8,51
ST1C3RC	100% CX	5,12 e7	1,41 Eo	242,24	248,22	5,98
ST1C4RC	85 % CX	5,09 e7	1,06 Eo	242,15	243,07	0,92
ST1C1RM	100% CX	5,04 e7	2,22 Eo	242,29	252,99	10,70
ST1C2RM	100% CX	5,02 e7	0,62 Eo	242,25	250,74	8,49
ST1C3RM	100% CX	4,98 e7	1,60 Eo	242,16	248,20	6,04
ST1C4RM	74 % CX	4,97 e7	1,08 Eo	242,14	243,06	0,92

Tabela 7.3 - Efeitos nas variáveis hidráulicas - Ano normal

Condição	Vol. Final	Esp.Inicial (m ²)	Esp. Final (m)	Ho(m)	Hf (m)	Δ H
ST1C1RC	80% CX	5,05e7	1,03 Eo	242,50	242,57	0,07
ST1C2RC	74% CX	5,05e7	0,96 Eo	242,50	241,45	- 1,05
ST1C3RC	67% CX	5,04e7	0,89 Eo	241,98	240,26	- 1,72
ST1C4RC	61% CX	5,03e7	0,82 Eo	241,95	238,96	- 2,99
ST2C1RC	62% CX	4,10e7	1,06 Eo	239,26	239,73	0,47
ST2C2RC	56% CX	4,07e7	0,98 Eo	239,26	238,37	- 0,89
ST2C3RC	49% CX	4,06e7	0,88 Eo	239,26	236,90	- 2,36
ST2C4RC	42% CX	4,05e7	0,79 Eo	239,26	235,26	- 4,00
ST3C1RC	45% CX	3,00e7	1,14 Eo	235,05	236,24	1,19
ST3C2RC	38% CX	2,99e7	1,00 Eo	235,05	234,50	- 0,55
ST3C3RC	31% CX	2,98e7	0,87 Eo	235,05	232,54	- 2,51
ST3C4RC	24% CX	2,97e7	0,71 Eo	234,40	230,18	- 4,22
ST1C1RM	81% CX	4,93e7	1,04 Eo	242,47	242,56	0,09
ST1C2RM	72% CX	4,93e7	0,95 Eo	242,47	241,44	- 1,03
ST1C3RM	64% CX	4,93e7	0,86 Eo	242,47	240,25	- 2,22
ST1C4RM	56% CX	3,68e7	0,77 Eo	242,47	238,96	- 3,51
ST2C1RM	63% CX	3,68e7	1,09 Eo	239,20	239,72	0,52
ST2C2RM	55% CX	3,68e7	0,97 Eo	239,20	238,37	- 0,83
ST2C3RM	47% CX	5,04e7	0,85 Eo	239,20	236,91	- 2,29
ST2C4RM	39% CX	3,68e7	0,73 Eo	239,20	235,26	- 3,94
ST3C1RM	46% CX	2,43e7	1,20 Eo	235,04	236,25	1,21
ST3C2RM	38% CX	2,45e7	1,01 Eo	235,04	234,51	- 0,53
ST3C3RM	29% CX	2,42e7	0,82 Eo	235,04	232,54	- 2,50
ST3C4RM	20% CX	2,42e7	0,63 Eo	235,04	230,19	- 4,85

Das Tabelas 7.1, 7.2 e 7.3 ; tem-se que:

ST1 = reservatório com 80 % da capacidade máxima no início da operação;

ST2 = reservatório com 60 % da capacidade máxima no início da operação;

ST3 = reservatório com 40 % da capacidade máxima no início da operação;

C1 = vazão total afluente sem redução;

C2 = vazão total afluente com redução de 20 %;

C3 = vazão total afluente com redução de 40 %;

C4 = vazão total afluente com redução de 60 %;

RC = reservatório Coremas;

RM = reservatório Mãe D'água;

CX = capacidade máxima de cada um dos reservatórios;

Esp. Inicial (Eo) = área de espelho D'água (bacia hidráulica) no início da simulação em m²;

Esp. Final = área do espelho D'água (bacia hidráulica) no final dos 12 meses da simulação em m²;

Da Tabela 7.2, é importante observar que nas condições: ST1C1RC, ST1C2RC, ST1C3RC, ST1C1RM, ST1C2RM e ST1C3RM, decorreu-se sangramento do reservatório com os respectivos valores de: 63 % CX, 42 % CX, 21 % CX, 74 % CX, 45 % CX e 17 % CX. Neste caso, o extravasamento de água no Sistema Coremas/Mãe D'água aconteceria para as situações acima descritas, considerado um ano de pluviometria com período de retorno de 85 anos.

Da Tabela 7.3, observa-se que para uma pluviometria normal, retirada de 11,8 m³/s e volume inicial do reservatório entre 40 % e 100 % da capacidade máxima o sistema Coremas/Mãe D'água apresenta-se estável, onde qualquer alteração, quer seja na diminuição da vazão afluente ou aumento da vazão defluente comprometerá de forma proporcional a sustentabilidade hídrica do sistema. Uma situação de aumento da vazão afluente e/ou período chuvoso ocasionará extravasamento por parte do sistema.

7.3.1 - ANÁLISE DO COMPORTAMENTO HÍDRICO DO SISTEMA EM RELAÇÃO A PLUVIOMETRIA

É importante observar que todas as simulações efetuadas são apresentadas nas Tabelas 7.4 à 7.23, apresentadas no Anexo B.

Analisando-se a Tabela 7.1, verifica-se que para a condição de início de operação do reservatório Coremas com volume armazenado correspondente a 80 % da capacidade máxima do reservatório, e para uma liberação de vazões de 11,8 m³/s para satisfazer as demandas da sociedade, isto é, irrigação, abastecimento humano e regularização de vazões, o volume da água armazenado no reservatório ao final de um ano, o qual, considerado como sendo de pluviometria seca, terá as seguintes características:

a) Para uma vazão afluyente ao reservatório sem redução, isto é, conforme os valores fluviométricos mensais medidos no ano seco (1992), o que significa sem interferências de apropriações de água à montante, haverá um decréscimo de volume no reservatório Coremas de 27 % da capacidade máxima, equivalente a 195.750.000 m³ e no reservatório Mãe D'água de 36 % da capacidade máxima, equivalente a 234.000.000 m³;

b) Para uma vazão afluyente ao reservatório, com redução de 20 % dos valores fluviométricos mensais medidos no ano seco (1992), haverá um decréscimo de volume no reservatório Coremas de 29 % da capacidade máxima, equivalente a 210.250.000 m³ e no reservatório Mãe D'água de 38 % da capacidade máxima, equivalente a 247.000.000 m³;

c) Para uma vazão afluyente ao reservatório, com redução de 40 % dos valores fluviométricos mensais medidos no ano seco (1992), haverá um decréscimo de volume no reservatório Coremas de 31 % da capacidade máxima, equivalente a 224.750.000 m³ e no reservatório Mãe D'água de 39 % da capacidade máxima, equivalente a 253.500.000 m³;

d) Para uma vazão afluyente ao reservatório, com redução de 60 % dos valores fluviométricos mensais medidos no ano seco (1992), haverá um decréscimo de volume no reservatório Coremas de 32 % da capacidade máxima, equivalente a 232.000.000 m³ e no reservatório Mãe D'água de 41 % da capacidade máxima, equivalente a 266.500.000 m³.

Da Tabela 7.1, no que diz respeito às variações na área do espelho de água dos reservatórios Coremas e Mãe D'água num período de pluviometria seca pode-se verificar que:

a) Cada aumento na redução na vazão afluyente ao sistema em 20 %, implica em redução de 2 % da área do espelho de água em relação a situação em que não houve redução da vazão no reservatórios Coremas;

b) Cada aumento na redução na vazão afluyente ao sistema em 20 %, implica em redução de 2 % da área do espelho de água em relação a situação em que não houve redução da vazão no reservatórios Mãe D'água.

Analisando-se a Tabela 7.2, verifica-se que para a condição de início de operação do reservatório Coremas com volume armazenado correspondente a 80 % da capacidade máxima do reservatório, e para uma liberação de vazões de 11,8 m³/s para satisfazer as demandas da sociedade, isto é, irrigação, abastecimento humano e regularização de vazões, o volume da água armazenado no reservatório ao final de um ano, o qual, considerado como sendo de pluviometria chuvosa, terá as seguintes características:

a) Para uma vazão afluyente ao reservatório sem redução, isto é, conforme os valores fluviométricos mensais medidos no ano chuvoso (1985), o que significa sem interferências de apropriações de água à montante, haverá um acréscimo de volume no reservatório Coremas de 83 % da capacidade máxima, equivalente a 601.750.000 m³ e no reservatório Mãe D'água de 94 % da capacidade máxima, equivalente a 611.000.000 m³;

b) Para uma vazão afluyente ao reservatório, com redução de 20 % dos valores fluviométricos mensais medidos no ano chuvoso (1985), haverá um acréscimo de volume no reservatório Coremas de 62 % da capacidade máxima, equivalente a 449.500.000 m³ e no reservatório Mãe D'água de 65 % da capacidade máxima, equivalente a 422.500.000 m³.

c) Para uma vazão afluyente ao reservatório, com redução de 40 % dos valores fluviométricos mensais medidos no ano chuvoso (1985), haverá um acréscimo de volume no reservatório Coremas de 41 % da capacidade máxima, equivalente a 297.250.000 m³ e no reservatório Mãe D'água de 37 % da capacidade máxima, equivalente a 240.500.000 m³;

d) Para uma vazão afluyente ao reservatório, com redução de 60 % dos valores fluviométricos mensais medidos no ano chuvoso (1985), haverá um acréscimo de volume no reservatório Coremas de 5 % da capacidade máxima, equivalente a 36.250.000 m³ e um decréscimo no reservatório Mãe D'água de 6 % da capacidade máxima, equivalente a 39.000.000 m³.

É interessante notar que mesmo para um ano excepcionalmente chuvoso, apropriações de água correspondente a 60 % da vazão afluyente, já provocará uma situação de decréscimo do volume no reservatório Mãe D'água e um acréscimo muito pequeno no reservatório Coremas.

Analisando-se a Tabela 7.3, verifica-se que para a condição de início de operação do reservatório Coremas com volume armazenado correspondente a 80 % da capacidade máxima do reservatório, e para uma liberação de vazões de 11,8 m³/s para satisfazer as demandas da sociedade, isto é, irrigação, abastecimento humano e regularização de vazões, o volume da água armazenado no reservatório ao final de um ano, o qual, considerado como sendo de pluviometria normal, terá as seguintes características:

a) Para uma vazão afluyente ao reservatório sem redução, isto é, com valor médio atual, o que significa sem interferências de apropriações de água à montante, não haverá variação no reservatório Coremas e haverá um acréscimo de

volume no reservatório Mãe D'água de cerca de 1 % da sua capacidade máxima, o que equivale a 6.500.000 m³, situação esta de equilíbrio do sistema, onde não compromete-se a sua sustentabilidade hídrica.

b) Para uma vazão afluyente ao reservatório com redução de 20 % do valor médio atual, haverá um decréscimo de volume equivalente a 6 % da capacidade máxima do reservatório Coremas, precisado em 43.500.000 m³ e um decréscimo de volume equivalente a 8 % da capacidade máxima do reservatório Mãe D'água, precisado em 52.000.000 m³;

c) Para uma vazão afluyente ao reservatório com redução de 40 % do valor médio atual, haverá um decréscimo de volume no reservatório Coremas de 13 % da capacidade máxima, equivalente a 94.250.000 m³ e no reservatório Mãe D'água de 14 % da capacidade máxima, equivalente a 91.000.000 m³;

d) Para uma vazão afluyente ao reservatório com redução de 60 % do valor médio atual, haverá um decréscimo de volume no reservatório Coremas de 19 % da capacidade máxima, equivalente a 137.750.000 m³ e no reservatório Mãe D'água de 24 % da capacidade máxima, equivalente a 156.000.000 m³.

Analisando-se a Tabela 7.3, verifica-se que para a condição de início de operação do reservatório Coremas com volume armazenado correspondente a 60 % da capacidade máxima do reservatório, e para uma liberação de vazões de 11,8 m³/s para satisfazer as demandas da sociedade, isto é, irrigação, abastecimento humano e regularização de vazões, o volume da água armazenado no reservatório ao final de um ano, o qual, considerado como sendo de pluviometria normal, terá as seguintes características:

a) Para uma vazão afluyente ao reservatório sem redução, isto é, com valor médio atual, o que significa sem interferências de apropriações de água à montante, haverá um decréscimo de volume no reservatório Coremas de 18 % da capacidade máxima, equivalente a 130.500.000 m³ e no reservatório Mãe D'água de 17 % da capacidade máxima, equivalente a 110.500.000 m³;

b) Para uma vazão afluyente ao reservatório com redução de 20 % do valor médio atual, haverá um decréscimo de volume no reservatório Coremas de 24 % da capacidade máxima, equivalente a $174.000.000 \text{ m}^3$ e no reservatório Mãe D'água de 25 % da capacidade máxima, equivalente a $162.500.000 \text{ m}^3$;

c) Para uma vazão afluyente ao reservatório com redução de 40 % do valor médio atual, haverá um decréscimo de volume no reservatório Coremas de 31 % da capacidade máxima, equivalente a $224.500.000 \text{ m}^3$ e no reservatório Mãe D'água de 33 % da capacidade máxima, equivalente a $214.500.000 \text{ m}^3$;

d) Para uma vazão afluyente ao reservatório com redução de 60 % do valor médio atual, haverá um decréscimo de volume no reservatório Coremas de 38 % da capacidade máxima, equivalente a $275.500.000 \text{ m}^3$ e no reservatório Mãe D'água de 41 % da capacidade máxima, equivalente a $266.500.000 \text{ m}^3$.

Analisando-se a Tabela 7.3, verifica-se que para a condição de início de operação do reservatório Coremas com volume armazenado correspondente a 40 % da capacidade máxima do reservatório, e para uma liberação de vazões de $11,8 \text{ m}^3/\text{s}$ para satisfazer as demandas da sociedade, isto é, irrigação, abastecimento humano e regularização de vazões, o volume da água armazenado no reservatório ao final de um ano, o qual, considerado como sendo de pluviometria normal, terá as seguintes características:

a) Para uma vazão afluyente ao reservatório sem redução, isto é, com valor médio atual, o que significa sem interferências de apropriações de água à montante, haverá um decréscimo de volume no reservatório Coremas de 35 % da capacidade máxima, equivalente a $253.750.000 \text{ m}^3$ e no reservatório Mãe D'água de 34 % da capacidade máxima, equivalente a $221.000.000 \text{ m}^3$;

b) Para uma vazão afluyente ao reservatório com redução de 20 % do valor médio atual, haverá um decréscimo de volume no reservatório Coremas de 42 %

da capacidade máxima, equivalente a 304.500.000 m³ e no reservatório Mãe D'água de 42 % da capacidade máxima, equivalente a 273.000.000 m³;

c) Para uma vazão afluente ao reservatório com redução de 40 % do valor médio atual, haverá um decréscimo de volume no reservatório Coremas de 49 % da capacidade máxima, equivalente a 355.250.000 m³ e no reservatório Mãe D'água de 41 % da capacidade máxima, equivalente a 266.500.000 m³;

d) Para uma vazão afluente ao reservatório com redução de 60 % do valor médio atual, haverá um decréscimo de volume no reservatório Coremas de 56 % da capacidade máxima, equivalente a 406.000.000 m³ e no reservatório Mãe D'água de 60 % da capacidade máxima, equivalente a 390.000.000 m³.

Destes resultados podemos concluir que as condições simultâneas de ano de pluviometria normal, reservatório com um volume inicial de água de 80 % de sua capacidade máxima e apropriações de vazões afluentes maiores de 20 % dos valores médios mensais, já provocam um decréscimo do volume de água do reservatório.

Este resultado é muito importante porque mostra que apesar do grande volume de água acumulado no reservatório, pequenas interferências a montante que reduzam as vazões afluentes, terão caráter de desestabilização da sustentabilidade hídrica do reservatório Coremas.

Da Tabela 7.3 pode-se verificar quanto as variações na área do espelho de água dos reservatórios Coremas e Mãe D'água num período de pluviometria normal que:

a) Para a condição inicial dos reservatórios com 80 % da capacidade máxima, cada redução de 20 % na vazão afluente ao sistema, implica em redução de 7 % da área do espelho de água em relação a situação em que não houve redução da vazão no reservatório Coremas ;

b) Para a condição inicial dos reservatórios com 80 % da capacidade máxima, cada redução de 20 % na vazão afluente ao sistema, implica em reduções de 9% da área do espelho de água em relação a situação em que não houve redução da vazão no reservatório Mãe D'água ;

c) Para a condição inicial dos reservatórios com 60 % da capacidade máxima, cada redução de 20 % na vazão afluente ao sistema, implica em redução de 10% da área do espelho de água em relação a situação em que não houve redução da vazão no reservatório Coremas;

d) Para a condição inicial dos reservatórios com 60 % da capacidade máxima, cada redução de 20 % na vazão afluente ao sistema implica em reduções de 12 % da área do espelho de água em relação a situação em que não houve redução da vazão no reservatório Mãe D'água ;

e) Para a condição inicial dos reservatórios com 40 % da capacidade máxima, cada redução de 20 % na vazão afluente ao sistema, implica em redução de 14% da área do espelho de água em relação a situação em que não houve redução da vazão no reservatório Coremas;

f) Para a condição inicial dos reservatórios com 40 % da capacidade máxima, cada redução de 20 % na vazão afluente ao sistema implica em reduções de 19 % da área do espelho de água em relação a situação em que não houve redução no reservatório Mãe D'água ;

7.3.2 - ANÁLISE DO SISTEMA PARA ATENDER OS PROJETOS DE IRRIGAÇÃO

Verificado o comportamento do Sistema Coremas/Mãe D'água em anos hidrológicos diferenciados com retirada de 5 m³/s para irrigação, 6 m³/s para regularização do Rio Piancó e 0,8 m³/s para abastecimento humano, efetuou-se a simulação para um período de seis anos de estabilização dos projetos de irrigação na

condição de pluviometria normal. Nesta situação, verificou-se, conforme Tabelas 7.24, 7.25 e 7.26 apresentadas a seguir, que qualquer redução igual ou superior a 40 % na vazão média total afluyente ao Sistema Coremas/Mãe D'água já compromete o sistema na liberação da água para irrigação, em função da cota do nível de água dos reservatórios baixar para níveis inferiores a tomada de água do canal que abastecerá os projetos de irrigação nas várzeas do município de Sousa..

Utilizado o modelo para estimativa dos benefícios sócio-econômicos, o qual foi descrito no Capítulo VI, determinou-se uma área total irrigável, para o conjunto de culturas adotadas, de 10.766 hectares. Desta área, 8.613 hectares, situados nas Várzeas do município de Sousa, os quais serão abastecidos pelos 4 m³/s aduzidos pelo canal de reversão e os restantes 2.153 hectares estão situados na área em volta dos reservatórios Coremas e Mãe D'água. Comparando estas áreas onde serão implementados os projetos de irrigação com as áreas com aptidão agrícola, observou-se que:

a) A área total irrigável das Várzeas do município de Sousa, que é igual a 8.613 hectares, é inferior a área pedologicamente levantada como de boa aptidão agrícola para irrigação, qual foi avaliada em 15.105 hectares. Ou seja, a área dos projetos de irrigação totalizarão 57 % da área total apta para irrigação;

b) A área total irrigável da região em volta dos reservatórios Coremas e Mãe D'água, que é igual a 2.153 hectares, é superior a área pedologicamente levantada como de boa aptidão agrícola para irrigação, a qual foi avaliada em 1.822 hectares. Este fato tornou necessário a redução da vazão liberada para os projetos de irrigação em volta dos citados reservatórios, adotou-se então uma nova vazão de 0,8 m³/s para esta área, diminuindo a área dos projetos para 1.722 hectares, valor este que corresponde 95 % da área total apta para irrigação ;

c) Somadas as áreas das várzeas de Sousa (8.613 hectares) e a área em volta do reservatório (1.722 hectares), totaliza-se uma área total para os projetos de irrigação de 10.335 hectares, a qual será a área adotada na estimativa dos benefícios sócio-econômicos. É importante observar que a verificação das sustentabilidade hídrica

do sistema foi feita para uma liberação de 5 m³/s para irrigação, o que garante a sustentabilidade para vazões inferiores, no caso 4,8 m³/s.

Tabela 7.24 - Efeitos nas variáveis hidráulicas - Sem redução da vazão - Período: normal - Pluviometria obtida a partir da média da série 02 - Simulação: 6 anos

Tempo	Vol.final	Esp. Inicial (m ²)	Esp. Final (m ²)	HCO (m)	HMA (m)
12 meses	80 % CX	9,98 e7	1,03 Eo	242,42	242,42
24 meses	80 % CX	9,98 e7	1,03 Eo	242,42	242,42
36 meses	80 % CX	9,98 e7	1,03 Eo	242,42	242,42
48 meses	80 % CX	9,98 e7	1,03 Eo	242,42	242,42
60 meses	80 % CX	9,98 e7	1,03 Eo	242,42	242,42
72 meses	80 % CX	9,98 e7	1,03 Eo	242,42	242,42

Onde, Eo é a área de espelho de água no início de cada ano hidrológico.

Da Tabela 7.24, observa-se que não houve um comprometimento da sustentabilidade hídrica do reservatório ao final dos seis anos de simulação, onde verificou-se uma manutenção da condição inicial do reservatório, suposta igual a 80 % da capacidade máxima do sistema.

Tabela 7.25 - Efeitos nas variáveis hidráulicas - redução de 20 % da vazão afluente - Período: normal - Pluviometria obtida a partir da média da série 02 - Simulação: 6 anos

Tempo	Vol.final	Esp. Inicial (m ²)	Esp. Final (m ²)	HCO (m)	HMA (m)
12 meses	74 % CX	9,98 e7	0,94 Eo	241,33	241,33
24 meses	68 % CX	9,66 e7	0,91 Eo	240,21	240,21
36 meses	62 % CX	9,34 e7	0,88 Eo	239,00	239,00
48 meses	56 % CX	9,02 e7	0,85 Eo	237,97	237,97
60 meses	50 % CX	8,70 e7	0,82 Eo	236,65	236,65
72 meses	44 % CX	8,38 e7	0,79 Eo	235,73	235,73

Da Tabela 7.25, observa-se um comprometimento significativo da sustentabilidade hídrica do reservatório ao final dos seis anos de simulação, onde verificou-se uma redução de 496.800.000 m³ em relação a condição inicial do reservatório. Permitiu-se também observar que o sistema suporta a liberação da vazão requerida sem atingir o seus níveis mínimos. Houve também uma redução do nível de água do reservatório em relação a condição inicial de 5,6 m.

hidrológicas

Tabela 7.26 - Efeitos nas variáveis hidrológicas - redução de 40 % da vazão afluente - Período: normal - Pluviometria obtida a partir da média da série 02 - Simulação: 6 anos

Tempo	Vol.final	Esp. Inicial (m ²)	Esp. Final (m ²)	HCO (m)	HMA (m)
12 meses	67 % CX	9,98 e7	0,87 Eo	240,31	240,30
24 meses	54 % CX	8,78 e7	0,83 Eo	238,07	238,07
36 meses	41 % CX	8,35 e7	0,79 Eo	235,83	235,83
48 meses	28 % CX	7,71 e7	0,73 Eo	233,59	233,59
60 meses	15 % CX	7,29 e7	0,69 Eo	231,35	231,35
72 meses	-	6,67 e7	0,65 Eo	< 230,00	< 230,00

Da Tabela 7.26, observa-se um comprometimento significativo da sustentabilidade hídrica do reservatório em relação a condição inicial do reservatório. Onde, uma redução da vazão total afluente ao sistema em 40 % implicaria na não satisfação da demanda para irrigação no sexto ano de projeto, onde foi atingida a cota mínima (230 m) que o reservatório Coremas transfere água para o reservatório Mãe D'água . Abaixo desta cota os reservatórios são independentes e o reservatório Mãe D'água fica impossibilitado de abastecer o canal de Sousa.

Da Tabela 7.25, observa-se um comprometimento significativo da sustentabilidade hídrica do reservatório ao final dos seis anos de simulação, onde verificou-se uma redução de 496.800.000 m³ em relação a condição inicial do reservatório. Permitiu-se também observar que o sistema suporta a liberação da vazão requerida sem atingir o seus níveis mínimos. Houve também uma redução do nível de água do reservatório em relação a condição inicial de 5,6 m.

Tabela 7.26 - Efeitos nas variáveis hidrológicas - redução de 40 % da vazão afluente - Período: normal - Pluviometria obtida a partir da média da série 02 - Simulação: 6 anos

Tempo	Vol.final	Esp. Inicial (m ²)	Esp. Final (m ²)	HCO (m)	HMA (m)
12 meses	67 % CX	9,98 e7	0,87 Eo	240,31	240,30
24 meses	54 % CX	8,78 e7	0,83 Eo	238,07	238,07
36 meses	41 % CX	8,35 e7	0,79 Eo	235,83	235,83
48 meses	28 % CX	7,71 e7	0,73 Eo	233,59	233,59
60 meses	15 % CX	7,29 e7	0,69 Eo	231,35	231,35
72 meses	-	6,67 e7	0,65 Eo	< 230,00	< 230,00

Da Tabela 7.26, observa-se um comprometimento significativo da sustentabilidade hídrica do reservatório em relação a condição inicial do reservatório. Onde, uma redução da vazão total afluente ao sistema em 40 % implicaria na não satisfação da demanda para irrigação no sexto ano de projeto, onde foi atingida a cota mínima (230 m) que o reservatório Coremas transfere água para o reservatório Mãe D'água . Abaixo desta cota os reservatórios são independentes e o reservatório Mãe D'água fica impossibilitado de abastecer o canal de Sousa.

7.4 - BENEFÍCIOS SÓCIO-ECONÔMICOS COM A IRRIGAÇÃO E A PISCICULTURA

Conforme explicado na Seção 7.3, reduziu-se a vazão total liberada para os projetos de irrigação de 5 m³/s para 4,8 m³/s, sendo esta nova vazão a usada na estimativa dos benefícios sócio-econômicos com irrigação e piscicultura.

Na estimativa dos benefícios sócio-econômicos, a partir do uso do modelo descrito no Capítulo VI, faz-se necessário o conhecimento dos seguintes dados de entrada:

a) Vazão liberada para irrigação (QIR) de 4,8 m³/s;

b) Área de espelho de água para piscicultura, como sendo a média das áreas mínimas de cada um dos seis anos simulados, onde obteve-se uma área de 10.628 hectares para a situação sem redução na vazão total afluyente e uma área de 8.177 hectares para a situação com redução de 20 % na vazão total afluyente, o que implica em uma perda média anual na área de espelho de água de 2.451 hectares;

c) Frações de área cultivável por cada uma das culturas (F) adotadas em relação a área total possível de ser irrigável, conforme mostra a Tabela 7.27.

Tabela 7.27 – Frações cultiváveis por cultura

Culturas	F
Abacaxi	30 %
Banana	15 %
Goiaba	15 %
Laranja	10 %
Melão	15 %
Tomate	15 %

d) Rendimento na piscicultura (RD) de 120 kg / hectare, cujo valor corresponde ao valor médio dos açudes públicos do DNOCS existentes no nordeste conforme cita Molle (1992);

e) Custo de alevinagem no açude (CAL) de R\$ 3,00 / hectare, o qual foi obtido junto a várias estações de piscicultura existentes no Nordeste;

f) Preço médio de venda do pescado (PMP) de R\$ 0,90 / kg, o qual foi obtido a partir da Tabela 4.5 – Anexo B, onde divide-se a receita produzida no ano de 1996 pela quantidade de peixes em peso produzida no mesmo ano ;

g) Receita líquida anual por cultura, (RLU) em R\$ / hectare, como mostra a Tabela 4.50 – Anexo B;

h) Total de empregos gerados por cultura (TE) em dia/homem/hectare, conforme mostra Tabela 4.51 – Anexo B ;

i) Demanda hídrica mensal por cultura, DHM em (m³/s)/hectare, conforme mostra a Tabela 4.16 – Anexo B ;

j) Estimativa do custo do canal por metro de extensão foi feita a partir do Bureau of Reclamation (1994).

Feitas as considerações anteriores, obém-se as áreas possíveis de serem cultivadas para cada cultura e os benefícios sócio-econômicos para as situações sem redução da vazão total afluente e com redução de 20 % da vazão total afluente. É importante observar que os efeitos da redução de vazão só acontecerá a nível de piscicultura, pois a redução na vazão afluente em de 20 % por um período de 6 anos não implica em diminuição da vazão liberada para irrigação. Estes resultados são apresentados nas Tabelas 7.28 à 7.31 apresentadas a seguir.

Tabela 7.28 – Área possível de ser irrigada por cultura

Culturas	Área irrigável (hectares)
Abacaxi	3.101
Banana	1.550
Goiaba	1.550
Laranja	1.034
Melão	1.550
Tomate	1.550
Total	10.335

Tabela 7.29 – Receita líquida gerada s/redução na vazão afluyente ao Coremas/Mãe D'água

	Irrigação		Piscicultura		Piscicultura + Irrigação	
	(R\$)	%	(R\$)	%	(R\$)	%
Ano 1	27.492.499	10,66	1.115.940	16,67	28.608.439	10,81
Ano 2	41.456.998	16,07	1.115.940	16,67	42.572.938	16,09
Ano 3	41.032.329	15,91	1.115.940	16,67	42.148.269	15,93
Ano 4	47.786.001	18,53	1.115.940	16,67	48.901.941	18,48
Ano 5	50.131.405	19,43	1.115.940	16,67	51.247.345	19,36
Ano 6	49.997.283	19,40	1.115.940	16,67	51.113.223	19,33
Total	257.896.515	100,00	6.695.640	100,00	264.592.155	100,00

Tabela 7.30 – Receita líquida gerada com redução de 20 % na vazão afluyente ao Coremas / Mãe D'água

	Irrigação		Piscicultura		Piscicultura + Irrigação	
	(R\$)	%	(R\$)	%	(R\$)	%
Ano 1	27.492.499	10,66	851.232	16,67	28.343.731	10,77
Ano 2	41.456.998	16,07	851.232	16,67	42.308.230	16,09
Ano 3	41.032.329	15,91	851.232	16,67	41.883.561	15,93
Ano 4	47.786.001	18,53	851.232	16,67	48.637.233	18,49
Ano 5	50.131.405	19,43	851.232	16,67	50.982.637	19,38
Ano 6	49.997.283	19,40	851.232	16,67	50.848.515	19,34
Total	257.896.515	100,00	5.107.392	100,00	263.003.907	100,00

Tabela 7.31 - Total de empregos gerados com os projetos de irrigação

	Empregos		Custo com mão-de-obra
	(diárias)	%	(R\$)
Ano 1	2.123.400	19,04	14.863.800
Ano 2	1.961.135	17,59	13.727.945
Ano 3	1.687.248	15,13	11.810.736
Ano 4	1.754.944	15,74	12.284.608
Ano 5	1.800.937	16,16	12.606.559
Ano 6	1.819.540	16,34	12.736.780
Total	11.147.204	100,00	78.030.425

Onde: diárias significa cada dia de trabalho realizado por um homem.

Das Tabelas 7.28 à 7.31 observa-se que:

a) Cada 1 m³/s liberado para irrigação resulta em uma receita líquida média anual, no período de 6 anos dos projetos de irrigação, de R\$ 8.954.740,00 (oito milhões, novecentos e cinquenta e quatro mil, setecentos e quarenta reais);

b) Cada 1 hectare de espelho D'água usado na piscicultura extensiva implica numa receita líquida anual de R\$ 108,00 (cento e oito reais);

c) Cada 1 m³/s liberado para irrigação resulta num dispêndio médio anual com mão-de-obra (empregos), no período de 6 anos dos projetos de irrigação, de R\$ 2.709.389 (Dois milhões, setecentos e nove mil e trezentos e oitenta e nove reais). Tal montante é de suma importância para fomentar a economia da região, incrementando com certeza outras atividades como: comércio, lazer, indústria e serviços;

d) Maior participação dos projetos de irrigação na receita líquida total gerada com o uso múltiplo do reservatório (piscicultura + irrigação), onde esta participação corresponde a 99,98 % da receita total para os casos de não haver redução na vazão total afluente e com redução de 20 % da vazão total afluente;

e) Receita líquida média anual com os projetos de irrigação de 4.158 reais por hectare durante os seis primeiros anos de implantação do projeto;

f) A redução de 20 % na vazão total afluente implicaria numa perda anual da receita líquida com piscicultura de R\$ 264.708,00 (duzentos e sessenta e quatro mil, setecentos e oito reais).

7.5 - ANÁLISE DO CUSTO DO CANAL MÃE D'ÁGUA/VÁRZEAS DE SOUSA

A construção de uma obra hidráulica de certo porte requer uma verificação dos benefícios sócio-econômicos possíveis de serem gerados pela referida obra. No caso do presente estudo, analisou-se os benefícios possíveis de serem geradas

com a adução de 4 m³/s pelo Canal para os projetos de irrigação nas várzeas do município de Sousa. O referido canal feito em concreto e estendendo-se por 57 km, teve seu custo avaliado em R\$ 250 por metro, conforme estimativas do Bureau of Reclamation (1994), o que significa um custo a valor atual de R\$ 14.250.000,00 (quatorze milhões, duzentos e cinquenta mil reais).

Supondo-se que a referida obra deve ser paga ao longo do período de estabilização dos projetos de irrigação, considerada uma taxa de juros anual de 12 % ao ano para um período de pagamento de 6 anos, tem-se uma prestação anual de R\$ 3.465.966,00 (Três milhões, quatrocentos e sessenta e cinco mil e novecentos e sessenta e seis reais) que ao final dos seis anos totaliza um montante de 20.795.796,00 (vinte e oito milhões, cento e vinte e seis mil, novecentos e setenta e quatro reais). Observa-se que o custo da obra representa 10 % do receita líquida possível de ser gerada com os projetos de irrigação a serem implantados nas várzeas do município de Sousa. Portanto, pode-se concluir que a construção do canal traz um bom retorno econômico ao final do período de seis anos de estabilização do projeto.

É importante observar que no presente estudo não foi considerado os custos de manutenção com o canal, onde poderia ser estabelecido um valor mensal a ser descontado por exemplo dos irrigantes.

CAPÍTULO VIII

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Desenvolveu-se no presente estudo um modelo de simulação para o Sistema Coremas/Mãe D'água, situado no semi-árido paraibano, com a finalidade de avaliar o comportamento do sistema quando sujeito a múltiplo uso da água e efetuar uma análise dos benefícios sócio-econômicos possíveis de serem gerados com tais usos. As idéias conclusivas e as recomendações são apresentadas neste capítulo.

8.1 - CONCLUSÕES

Tornou-se possível, com o presente trabalho, analisar a sustentabilidade hídrica do Sistema Coremas / Mãe D'água quanto sujeito aos usos citados no trabalho e as intervenções que possam ocorrer a montante, sejam elas por apropriações de vazões ou período pluviométrico de estiagem.

Na simulação dos reservatórios para um período de seis anos com a retirada de uma vazão de $11,8 \text{ m}^3/\text{s}$, de forma a atender o Canal Mãe D'água/Várzeas do Município de Sousa ($4 \text{ m}^3/\text{s}$), projetos de irrigação em volta do reservatório ($1 \text{ m}^3/\text{s}$), a regularização do rio Piancó ($6 \text{ m}^3/\text{s}$) e o abastecimento humano de inúmeros municípios da região ($0,8 \text{ m}^3/\text{s}$), observa-se que com reduções iguais ou superiores a 40 % na vazão média total afluente, oriunda do rio Piancó e das bacias hidrográficas de Emas e Aguiar, o sistema não tem mais capacidade para manter os níveis de água dos dois reservatórios acima da cota de ligação, o que leva aos reservatórios Coremas e Mãe D'água trabalharem de forma independente e a consequente inviabilização da saída de água para irrigação pelo referido canal.

Analisado o comportamento dos reservatórios Coremas e Mãe D'água, de forma que atenda a vazão defluente de $11,8 \text{ m}^3/\text{s}$ ao longo de um ano hidrológico considerado seco, observou-se o comprometimento da sustentabilidade hídrica dos reservatórios mesmo sem ocorrer interferências que reduzam a vazão afluente.

Observou-se que num ano de pluviometria normal, a retirada de 11,8 m³/s deixa estável o sistema, ou seja numa condição de máximo aproveitamento. Qualquer alteração, quer seja na diminuição da vazão afluyente ou aumento na vazão defluyente comprometerá de forma proporcional a operação do reservatório.

Quanto aos benefícios econômicos gerados, verificou-se que o uso da água para irrigação gera mais benefícios que a piscicultura, pois a retirada de 1 m³/s para irrigação, que significa R\$ 8.954.740,00 (oito milhões, novecentos e cinquenta e quatro mil, setecentos e quarenta reais) em termos de receita líquida anual, implica na redução de 2.225 hectares na área de espelho de água dos reservatórios possível de ser usada para piscicultura, que corresponde a uma perda de receita líquida com piscicultura de R\$ 240.249,00 (Duzentos e quarenta mil, duzentos e quarenta e nove reais).

A liberação de 4,8 m³/s para a irrigação gera uma receita líquida total com os projetos de irrigação de R\$ 257.896.515,00 (duzentos e cinquenta e sete mil milhões, oitocentos e noventa e seis reais e quinhentos e quinze reais) ao final do período de seis anos de estabilização dos projetos. Tem-se também um grande fomento na economia regional o que ocasionará o desenvolvimento de outras atividades tais como serviços, lazer e comércio. Este crescimento de outras atividades seria devido ao incremento médio anual de R\$ 13.005.070 (treze milhões, cinco mil e setenta reais) na economia só com o pagamento de diárias aos trabalhadores nos projetos de irrigação, além de receitas advindas de muitas outras fontes como o comércio de insumos agrícolas, materiais de irrigação e outros.

8.2 - RECOMENDAÇÕES

O modelo proposto pode ser bastante interessante na determinação de uma política de operação para o sistema. No entanto, torna-se necessário melhorar a qualidade dos dados fluviométricos envolvidos na simulação, onde as bacias de Emas e Aguiar merecem um estudo mais minucioso. Outros estudos possíveis de serem efetuados, que ajudariam bastante nos resultados do modelo, são:

a) Interferências, a nível quantitativo, dos açudes existentes a montante dos reservatórios Coremas e Mãe D'água;

b) A quantidade de sedimentos transportados pela rede de drenagem e o respectivo nível de assoreamento nos reservatórios;

c) A infiltração nas barragens do Sistema Coremas/Mãe D'água ;

Com a finalidade de aumentar os benefícios sócio-econômicos possíveis de serem gerados com os múltiplos usos da água pode-se citar:

a) Inovação tecnológica a nível de piscicultura, tornando-a por exemplo semi-intensiva ou intensiva;

b) Utilização de piscicultura nos canais de irrigação, o que possibilita com o uso de certas espécies de peixes lodofagas uma boa manutenção destas obras hidráulicas, além de uma fertilização natural da água para irrigação;

c) Fomento do turismo ecológico ao longo da bacia hidráulica e hidrográfica;

d) Utilização do manancial para lazer e atividades esportivas - remo, iatismo e campeonato de pescas.

Neste trabalho, verificou-se o comportamento do sistema a nível de quantidade de água e estimou-se os benefícios sócio-econômicos possíveis de serem gerados. Uma série de outros estudos podem ser feitos no sistema analisado, os quais podem ser objetos de novos trabalhos a serem desenvolvidos, tais como:

a) Monitoramento da qualidade de água ao longo de todo ano hidrológico em períodos seco, normal e chuvoso;

- b) Maximização dos benefícios econômicos nos projetos de irrigação;
- c) Otimização da água do reservatório sujeito a múltiplos usos;
- d) Verificação dos efeitos a jusante com a redução da vazão de perenização do rio Piancó;
- e) Operação do reservatório em tempo real;
- f) Aproveitamento das vazantes em volta do reservatório para agricultura.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGROSOLOS ENGENHARIA LTDA .Reversão das Águas do Conjunto Coremas / Mãe D'água para as Várzeas de Sousa. Projeto Básico: Volume I. DNOCS. Fortaleza, 1993.

ÁGUA EM REVISTA. Belo Horizonte, 1997. Ano V – Número 9. Revista técnica e informativa do CPRM.

ALBUQUERQUE, J. Do P. Inventário hidrológico básico do Nordeste. Série hidrogeologia. Jaguaribe. Folha 15. Recife, 1971.

BATH, F. T. POMPEU, C.T ET AL. Modelos para Gerenciamento de Recursos Hídricos. Coleção ABRH de Recursos Hídricos. Volume I. Porto Alegre, 1987.

BRAGA JR, B. P. F . Modelos para Gerenciamento de Recursos Hídricos. Coleção ABRH de Recursos Hídricos. Volume II. Porto Alegre, 1987.

BUREAU OF RECLAMATION . Fonte Guidelines for Plaanning Irrigation . Project in Brazil. Curva 6.6. USA, 1994.

BOYD, C.E, LICHTKOPPLER . Water quality manegement in pond fish culture. Internacional Center of Aquaculture. Alabama Agricultural Experiment Station. Alabama, 1979.

COLT, J – Aquacultural production systems . J.Anim, 1991.

CYRINO, J. E. P, KUBITIZA F. Piscicultura. Coleção Agroindústria / SEBRAE. Cuiabá, 1996.

DIB, K. R; DANTAS, H.M. G. Estudo da operação hidráulica para o controle de cheias na bacia do rio Iguaçu com a utilização do modelo CHEIA. Anais: VIII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. Foz do Iguaçu, 1989.

FALKENMARK, M & WIDSTRAND, C. Population and water resources: a delicate balance. Anais: Congresso da ABRH. Recife, 1992.

FRITZCHE, H. Programação Não Linear: Análise e Métodos. Editora Edgard Blucher. São Paulo, 1978.

GOMES, H. P. Engenharia de Irrigação: Hidráulica dos Sistemas Pressurizados Aspersão e Gotejamento. Editora Universitária. João Pessoa, 1994.

GOMES POMPA, P . Riegos a Presión, Aspersión y Goteo. 3a Edição. Editora Aedos. Barcelona, 1988.

HALL, W. A & DRACUP, J. Water resources system engineering. Editora McGraw.Hill. New York, 1970.

HARBOE E SCHULTZ. Simulation of two parallel multipurpose reservoir in the dhunn river system. Germany, 1985.

HEC.3. Reservoir system analysis for conservation. User manual. The Hydrologic Engineering Center. U.S. Corps of Engineers. Califórnia, 1974.

HERMAN. Planejamento e operação de sistemas de recursos hídricos. Curso de engenharia hidrológica e hidrologia operacional. São Paulo, 1983.

KARMELI, D GADISH, Y and MEYERS, S. Design of optimal water distribution networks. Journal of the Pipelines DIV. ASCE, vol 94, Proc. Paper 6130, Oct. 1968.

KARMELI, D: PERI, G and TODES, M. Irrigation Sistem – Design and Operation, Oxford University Press. Cape Town, 1985.

KELLER, J and KARMELI, D. Trickle irrigation design parameters. ASAE. Transactions 17 (4); 678.684, 1974.

KELLER, J and BLIESNER, R.D. Sprinkle and trickle irrigation. Published: ANVI. New York, 1990.

LABADIE, J, W. Management of water resources a system approach. Colorado University. Fort Collins, 1978.

LANNA, A . E . L . Hidrologia: Ciência e aplicação. Volume IV. Associação brasileira de recursos hídricos. Editora universitária. Porto Alegre, 1993.

LIU, C .S, D. Multi.purpose operation studies of a canal.lake.river system. Oswego River system. New York, 1972.

MASS, A; HUFSCHMIDT, M. M.; DORFMAN, R; Jr. THOMAS, H. A ; MARGLIN, S. A & FAIR, G. M (1972). Design of water resource system. Massachusetts, 1972.

MANCHETE RURAL Bloch Editores. Rio de Janeiro, 1997.

MIR / SIR. Plano Diretor de Irrigação das Várzeas do Rio do Peixe. PLANGESF. Brasília, 1994.

MME / DNAEE. Disponibilidade Hídrica do Brasil. Brasília, 1992..

MOLLE, F.; CADIER, E. Manual do Pequeno Açude. SUDENE / DPG / PRN. Recife, 1992.

MOLLE, F. Marcos Históricos e Reflexões sobre a Açudagem e seu Aproveitamento. SUDENE / DPG / PRN. Recife, 1992.

MOREIRA J.da C. Manual prático para o manejo de irrigação. MIR / SIR. Brasília, 1993.

NIMER, E . Climatologia do Brasil. IBGE. Rio de Janeiro, 1997.

PARAÍBA, GOVERNO DO ESTADO. Hidroinforme . Boletim de monitoramento de açudes da Paraíba. LMRS / PB. Volumes 1, 2 e 3. Campina Grande, Janeiro de 1995 a Junho de 1997.

PARAÍBA, GOVERNO DO ESTADO. Anuário Estatístico. Secretaria de Planejamento. João Pessoa, 1993.

PARAÍBA, GOVERNO DO ESTADO. Plano Estadual de Recursos Hídricos. ATECEL / UFPb. Campina Grande, 1994.

PORTO, R. L . L Técnicas quantitativas para o gerenciamento de recursos hídricos. Associação brasileira de recursos hídricos. Editora universitária. Porto Alegre, 1997.

PROJETO ESTEVAM MARINHO. Aproveitamento Hidro.agrícola do açude Estevam Marinho. DNOCS. 3a Diretoria Regional. Recife, 1969.

RIBEIRO, M.M. R. Operação de um Sistema de Reservatórios para Usos de Conservação. Dissertação de Mestrado. Campina Grande, 1990.

SALLASIER, B. Manual de Irrigação . 4a Edição. Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, 1994..

THE MATHWORKS. MATLAB. Reference Guide, 1992.

TUCCI, C.E. Hidrologia: Ciência e aplicação. Volume IV . Associação brasileira de recursos hídricos. Editora universitária. Porto Alegre, 1993.

ZAHED. Algumas metodologias para o dimensionamento e operação de reservatórios. Dissertação do mestrado. São Paulo, 1984.

YEH, William W.G. Reservoir Management and Operations models: a State.of.the Art Review. Los Angeles, 1985.

ANEXO A - FIGURAS

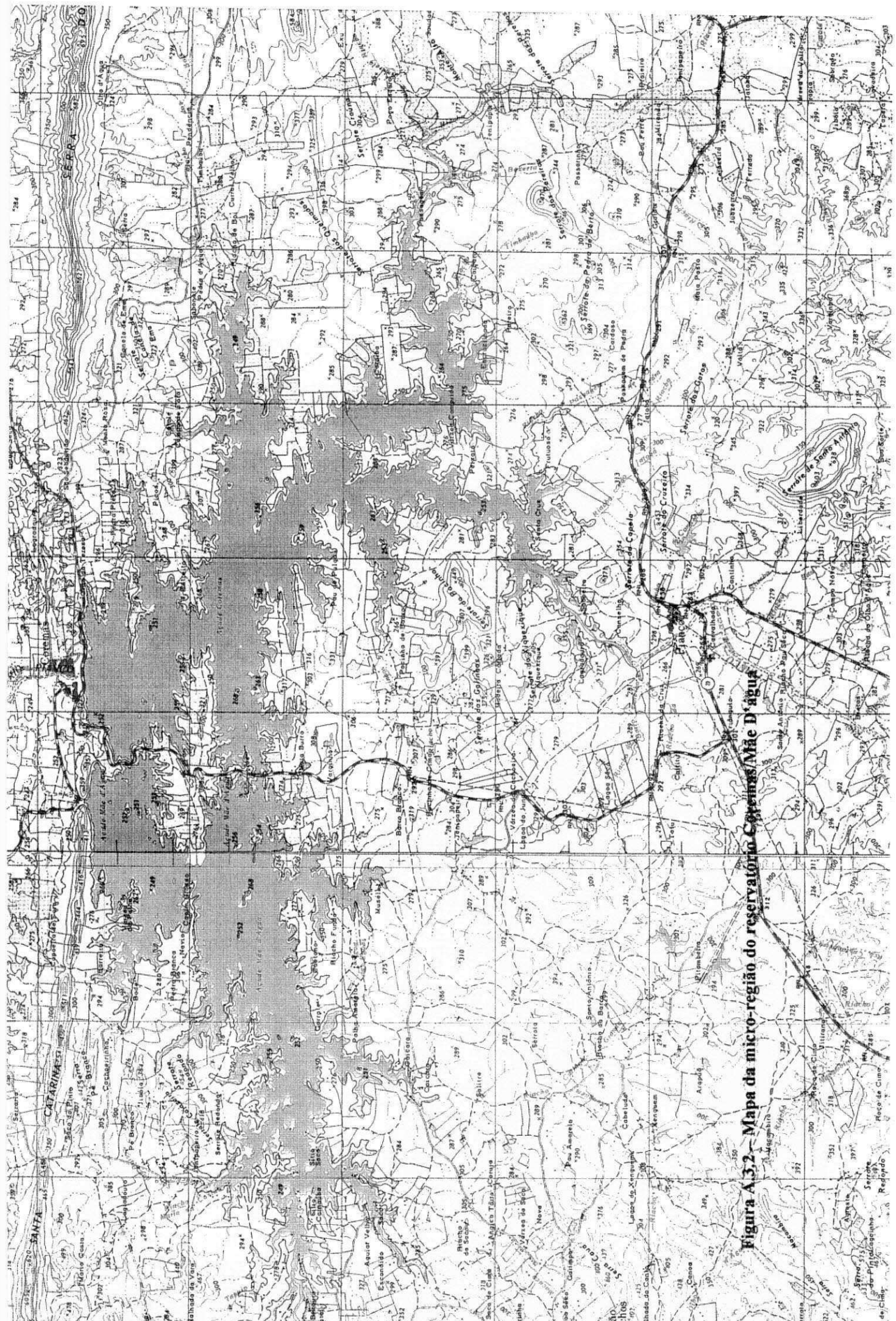


Figura A.3.2 - Mapa da micro-região do reservatório Capivães/Mãe D'Água

Figura A.3.3 – Bacia hidrográfica do Piancó

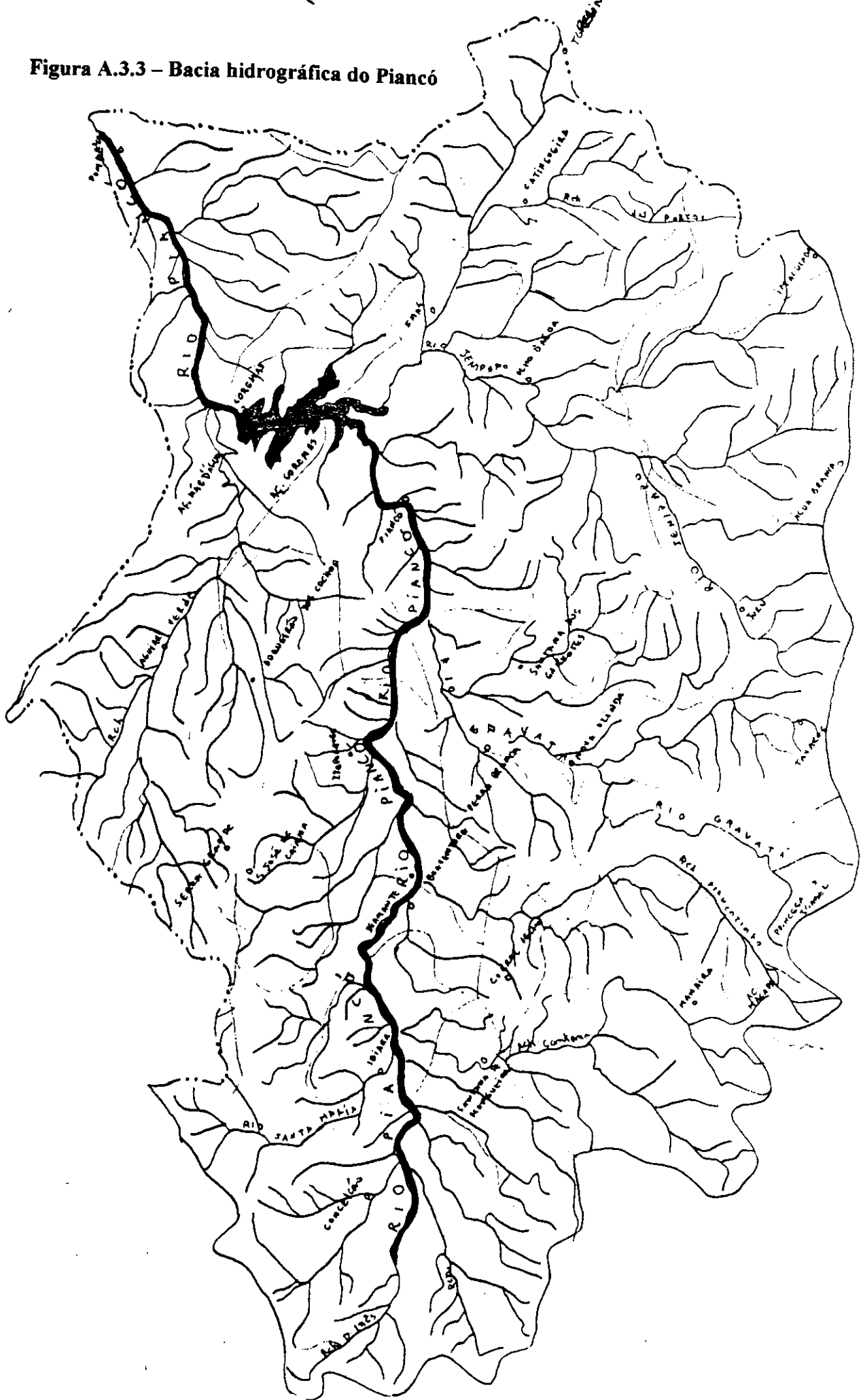
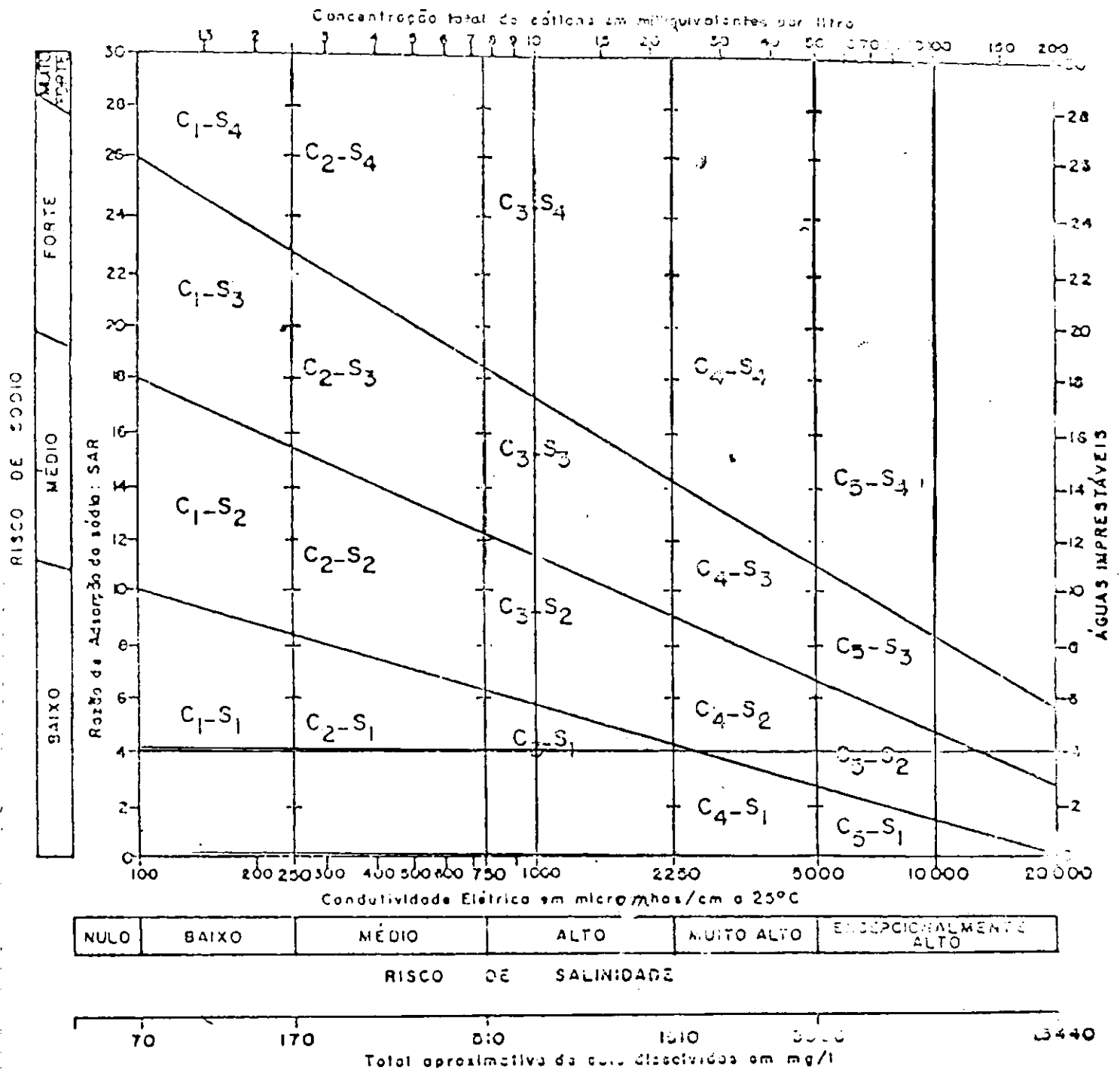
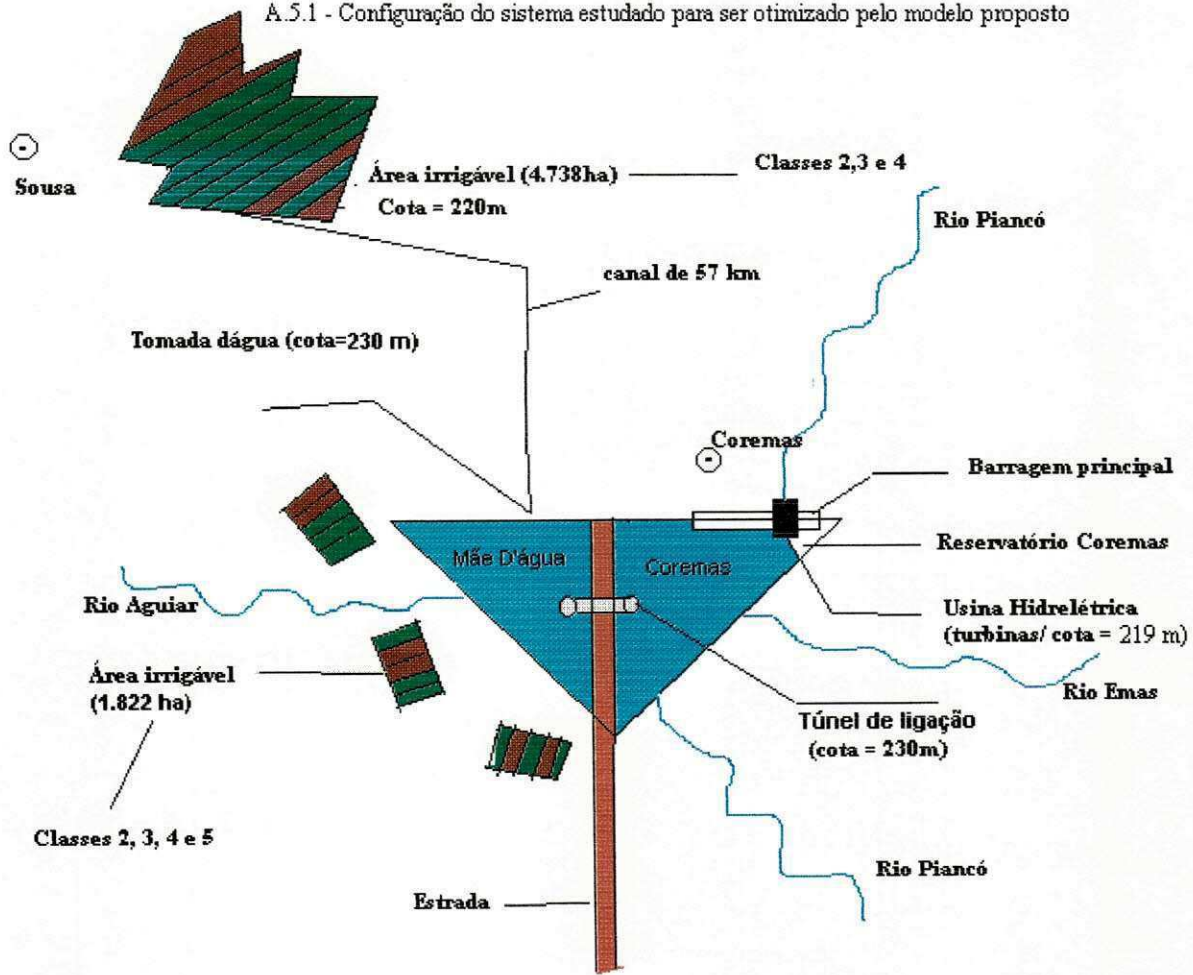


Figura A.3.4 - DIAGRAMA CONDUTIVIDADE ELÉTRICA X RAS.



A.5.1 - Configuração do sistema estudado para ser otimizado pelo modelo proposto



A.5.2 - Reservatório Coremas/Mãe D'água com volume armazenado e respectivas tomadas de água

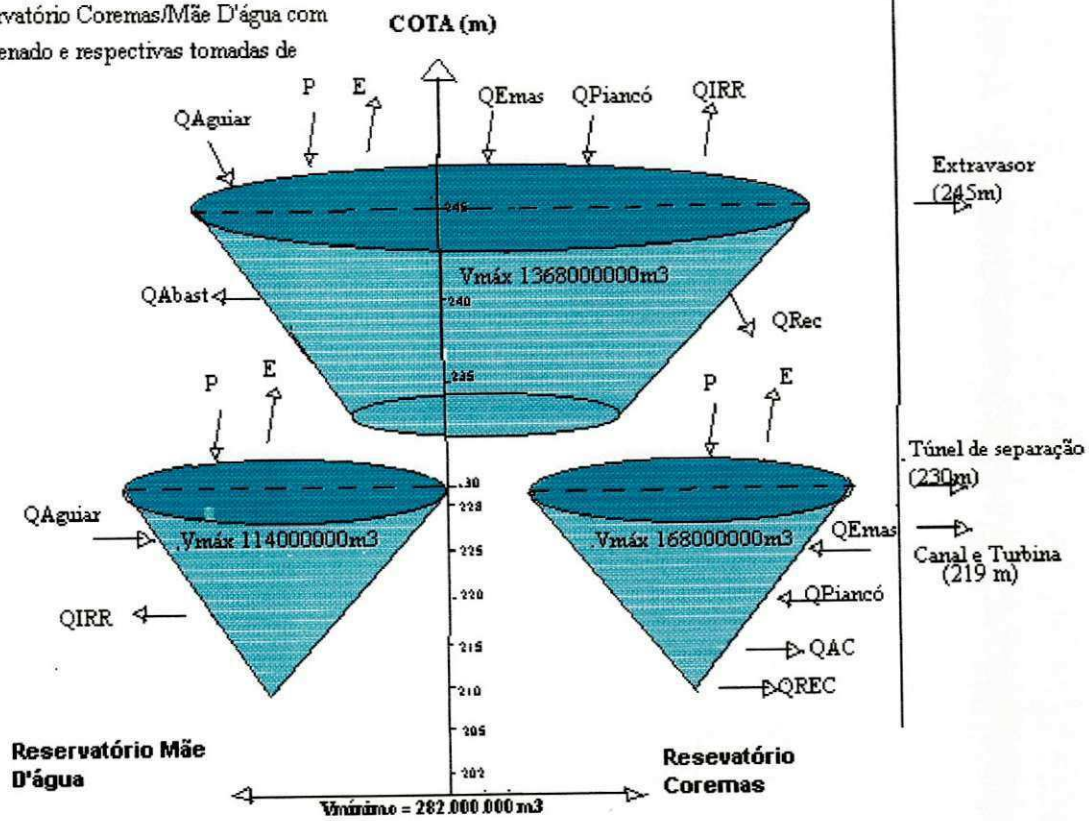
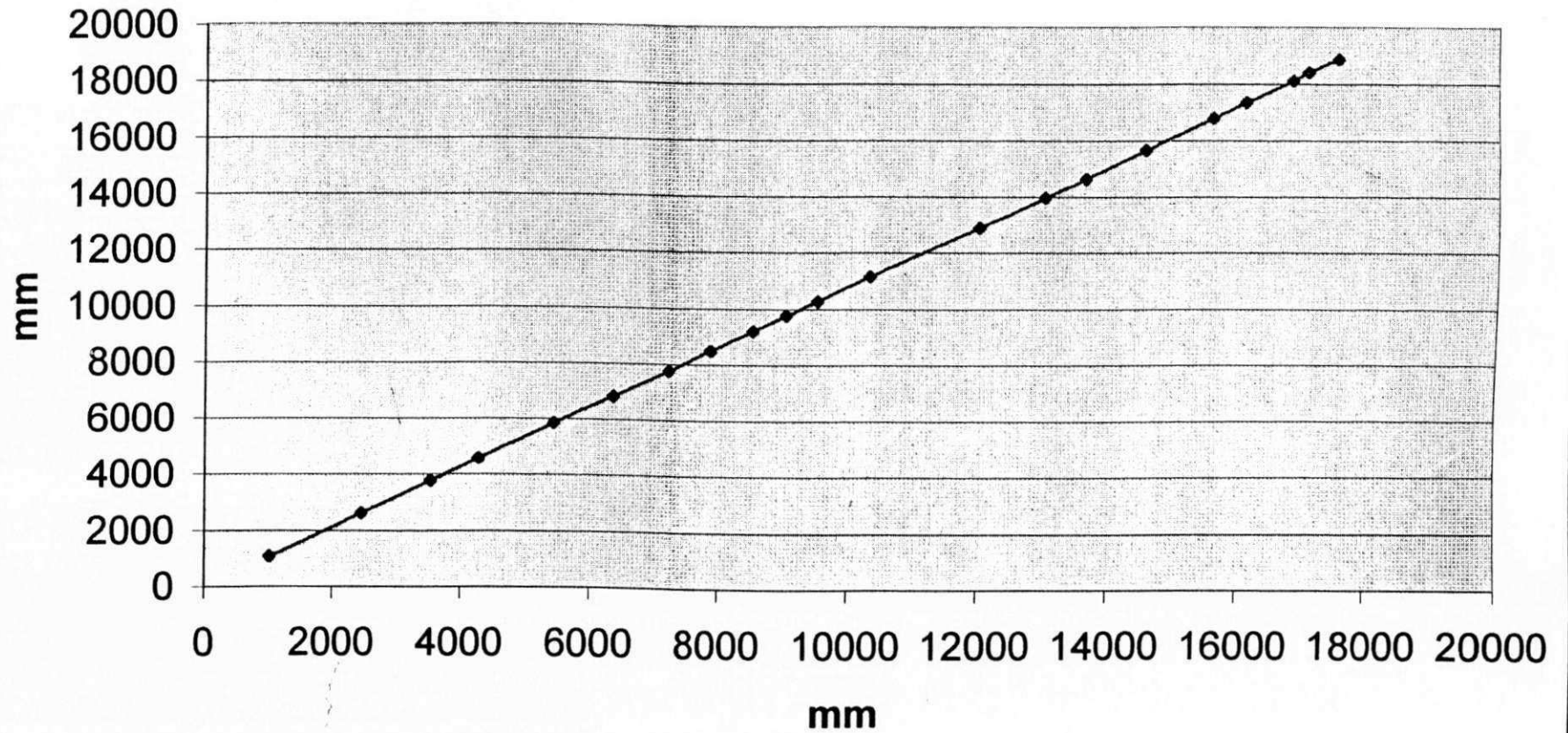
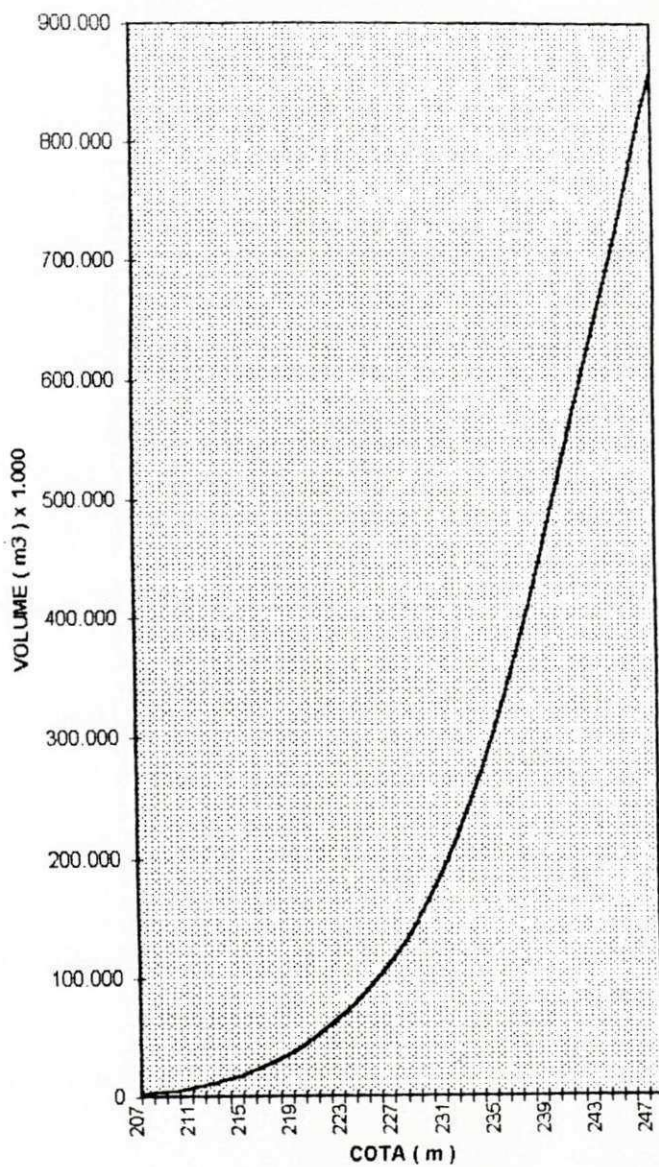


Figura A.5.3 - Curva da dupla massa anual da pluviometria do posto do açude Coremas em relação a média anual dos postos pluviométricos da região - período de 1973/1993



COREMAS	
COTA x VOLUME	
207	2.000
208	3.000
209	4.200
210	6.000
211	8.000
212	10.000
213	12.000
214	15.000
215	18.000
216	23.000
217	27.000
218	32.100
219	37.000
220	43.500
221	51.100
222	59.800
223	69.000
224	79.000
225	90.500
226	102.500
227	116.000
228	131.000
229	148.000
230	168.000
231	190.000
232	214.000
233	241.000
234	270.000
235	301.500
236	337.000
237	374.000
238	412.000
239	454.000
240	500.000
241	544.000
242	589.000
243	633.000
244	677.000
245	720.000
246	768.000
247	817.000
248	860.000

FIGURA A 5 4 - Curva - Cota x volume do reservatório Coremas

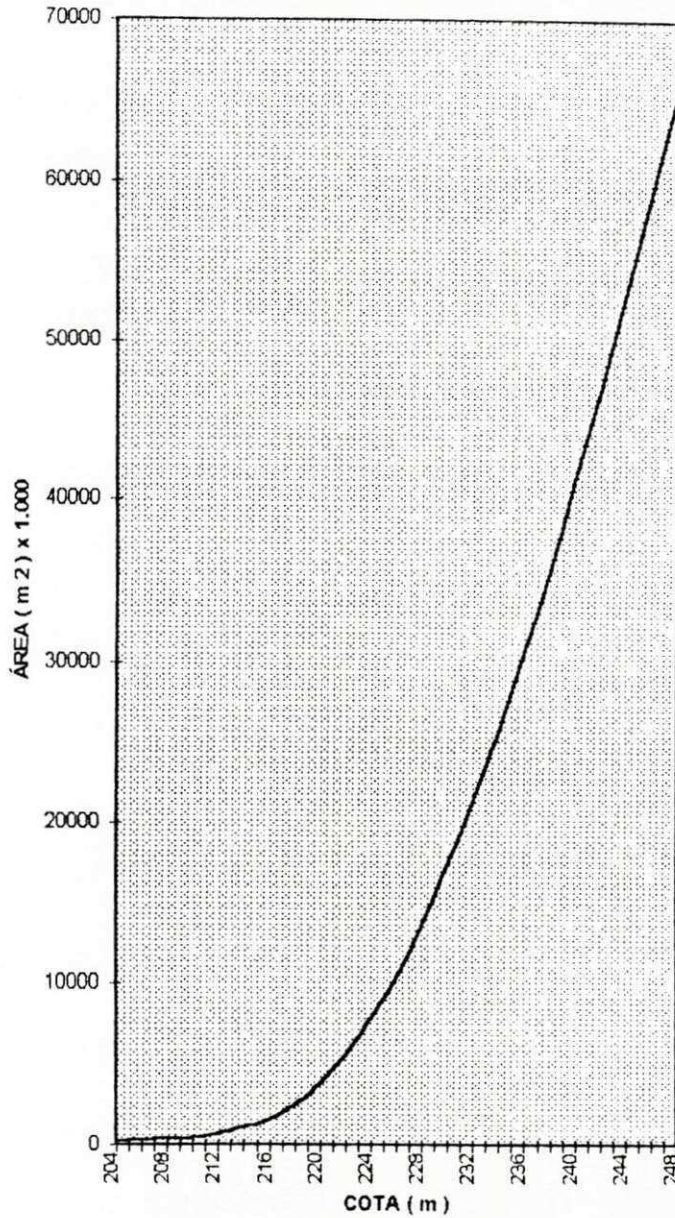


COREMAS

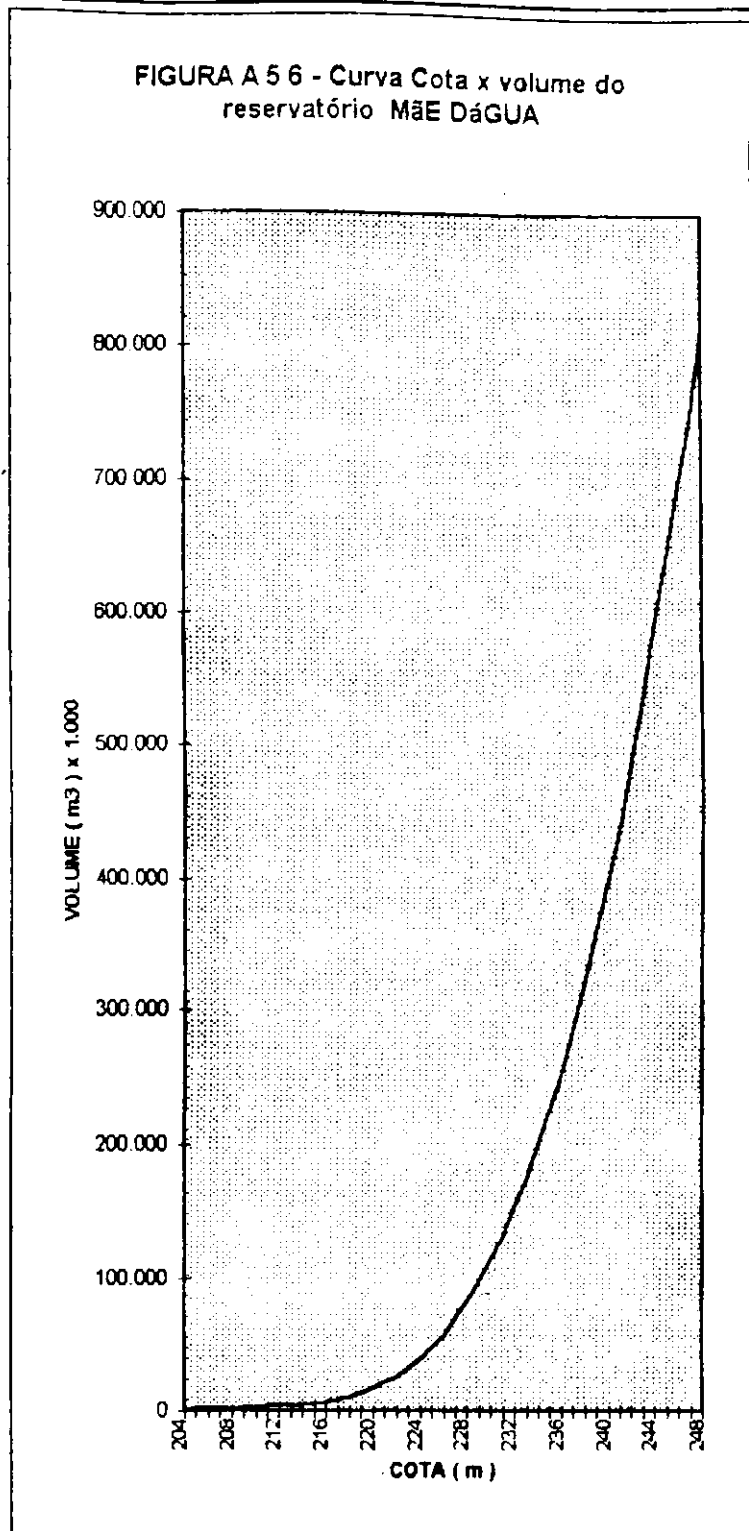
COTA x ÁREA

204	250
205	300
206	350
207	380
208	400
209	420
210	500
211	600
212	700
213	900
214	1100
215	1300
216	1600
217	2000
218	2500
219	3100
220	3800
221	4600
222	5500
223	6600
224	7800
225	9000
226	10300
227	11800
228	13500
229	15300
230	17200
231	19100
232	21200
233	23400
234	25600
235	28000
236	30600
237	33200
238	36000
239	38600
240	41600
241	44400
242	47200
243	50200
244	53200
245	56200
246	59200
247	62200
248	65100

FIGURA A 5 5 - Curva - Cota x área de espelho d'água do reservatório Coremas

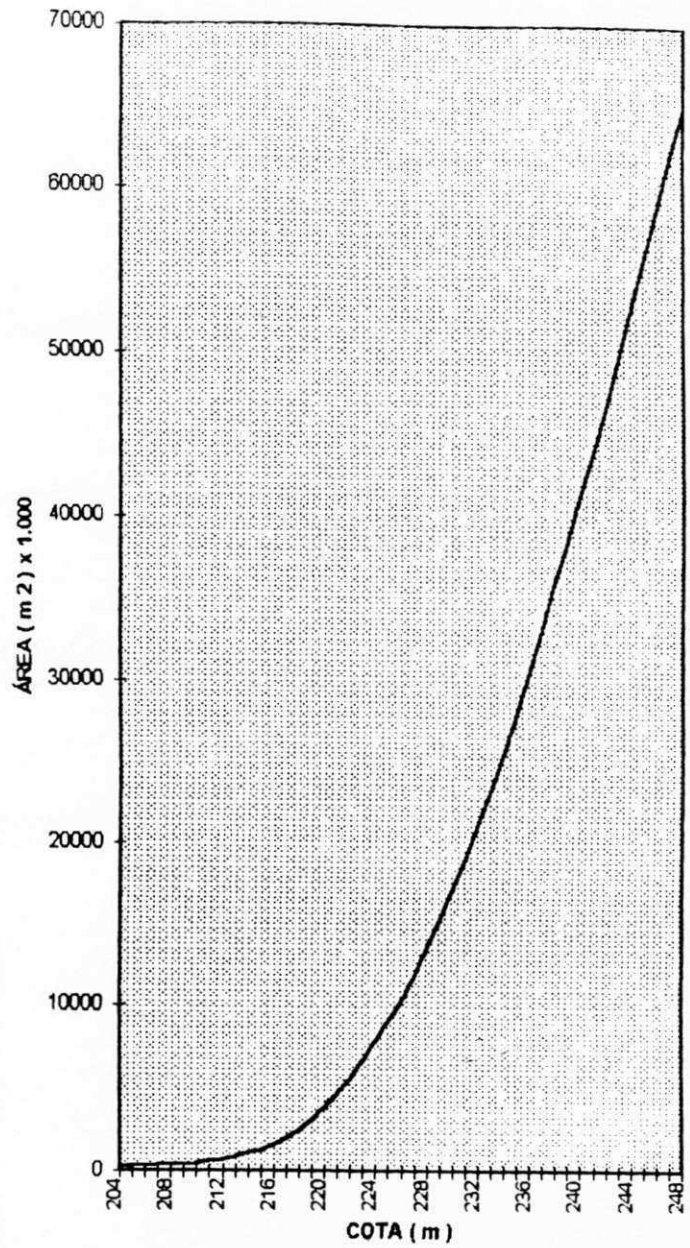


MÃE D'ÁGUA	
COTA x VOLUME	
204	1.000
205	1.500
206	1.800
207	2.000
208	2.100
209	2.500
210	3.000
211	3.500
212	3.800
213	4.000
214	4.800
215	5.700
216	7.000
217	8.500
218	11.000
219	14.000
220	18.000
221	22.000
222	26.000
223	32.500
224	40.000
225	48.000
226	56.500
227	70.000
228	82.500
229	98.000
230	114.000
231	132.000
232	154.000
233	176.000
234	200.000
235	226.000
236	254.000
237	286.000
238	324.000
239	362.000
240	404.000
241	444.000
242	492.000
243	542.000
244	594.000
245	648.000
246	698.000
247	750.000
248	810.000



MAE D'ÁGUA	
COTA	ÁREA
204	250
205	300
206	350
207	380
208	400
209	420
210	500
211	600
212	700
213	900
214	1100
215	1300
216	1600
217	2000
218	2500
219	3100
220	3800
221	4600
222	5500
223	6600
224	7800
225	9000
226	10300
227	11800
228	13500
229	15300
230	17200
231	19100
232	21200
233	23400
234	25600
235	28000
236	30600
237	33200
238	36000
239	38600
240	41600
241	44400
242	47200
243	50200
244	53200
245	56200
246	59200
247	62200
248	65100

FIGURA A 5 7 - Curva - Cota x área de espelho d'água do reservatório Mãe d'água



ANEXO B - TABELAS

**Tabela 3.1 - Valores médios mensais de evaporação
- posto: açude Coremas**

Mês	Evaporação (mm)
Janeiro	224
Fevereiro	171
Março	154
Abril	140
Maio	140
Junho	139
Julho	168
Agosto	215
Setembro	233
Outubro	259
Novembro	251
Dezembro	232
Média	232
Total	2.326

FONTE: AGROSOLOS ENGENHARIA LTDA, 1993

**Tabela 3.2 - Sinopse climática da região do reservatório Coremas / Mãe d'água
- posto: açude São Gonçalo**

Mês	Umidade relativa do ar (%)	Velocidade do Vento (m / s)	Temperatura (°C)	Insolação (horas / dia)
Janeiro	62	2.6	28.1	8.7
Fevereiro	69	2.4	27.5	8.1
Março	74	2.0	27.0	7.6
Abril	74	2.6	26.5	7.9
Maio	72	2.7	26.2	8.4
Junho	68	3.0	25.4	8.4
Julho	62	3.0	25.5	8.8
Agosto	59	2.6	26.4	9.5
Setembro	57	3.2	27.4	9.4
Outubro	56	3.3	28.0	9.7
Novembro	57	3.2	28.2	9.0
Dezembro	58	2.9	28.3	9.1
Média	64	2.7	27.0	8.7

FONTE: ENCO, 1984

Tabela 3.3 – Síntese dos resultados das análises físico-químicas da água do Açude Estevam Marinho

MESES	FEV	MAR	ABR		MAI	JUN		JUL	AGO	MÉDIA
DETERMINAÇÕES	07/02 (1)	01/03 (2)	01/04 (3)	30/04 (4)	30/05 (5)	montante 30/06 (6)	jusante 30/06 (7)	30/07 (8)	31/08 (9)	
Asp. "in natura"	Hial	-	Turva	Turva	Turva	Turva	Turva	Turva	Turva	
Asp. Pós filtrar	Hial	-	Lg.Tv	Turva	Turva	Lg.Tv	Lg.Tv	Hial	Hial	
PH	6.9	7.2	6.9	6.5	6.3	6.8	6.8	7.2	6.9	6.8
Cond. Elétrica	220.0	320.0	200.0	140.0	160.0	160.0	160.0	200.0	150.0	190.0
Resíduo total	152.0	175.0	142.0	196.0	159.0	126.0	135.0	131.0	126.0	149.1
Dureza total	75.0	79.0	61.0	38.0	61.5	57.0	52.5	72.5	51.0	60.8
Cloretos – mg/l	34.0	37.5	35.0	13.5	24.0	25.0	26.0	33.0	20.0	27.6
Sulfatos – mg/l	12.0	5.4	2.2	0	0	0	0	8.9	0	3.2
Carbonatos – mg/l	0	67.2	0	0	0	0	0	0	0	7.4
Bicarb. – mg/l	104.9	126.9	107.4	65.9	112.2	85.4	95.2	83.0	83.0	96.0
Nitritos	Aus.	Aus.	Aus.	Tr.	Aus.	Tr.	Aus.	Tr.	-	-
Nitratos	Tr.	Aus.	Aus.	Tr.	Pres.	Pres.	Pres.	Tr.	-	-
Cálcio – mg/l	18.4	17.2	14.6	8.0	18.4	14.4	15.0	16.9	12.2	15.0
Magnésio – mg/l	7.0	8.7	5.9	4.4	3.8	5.1	3.6	7.3	5.0	5.6
Sódio – mg/l	19.3	22.5	21.8	9.2	9.9	12.2	12.2	16.1	12.2	15.0
Potássio – mg/l	6.6	6.6	6.2	5.1	4.7	5.1	5.1	5.8	5.5	5.6
Ferro Total – mg/l	0	0	0.5	2.5	2.5	0.5	1.0	0.5	-	0.8
Cl ⁻ (%)	32.9	31.3	35.5	26.0	27.0	33.6	34.9	34.8	29.2	31.7
CO ₃ ⁻ (%)	0	4.7	0	0	0	0	0	0	0	0.5
HCO ₃ (%)	58.9	61.0	63.1	74.0	73.0	63.4	65.1	58.4	70.8	65.3
Ca ⁺⁺ (%)	36.5	31.5	31.3	31.0	51.7	40.0	43.9	37.0	36.1	37.7
Mg ⁺⁺ (%)	23.1	26.4	21.0	27.9	17.4	23.3	17.5	26.1	24.3	23.0
Na ⁺ (%)	33.5	35.9	40.8	31.0	24.2	29.5	31.0	30.4	34.3	32.3
K ⁺ (%)	6.8	6.2	6.9	10.1	6.8	7.2	7.6	6.5	8.3	7.4

FONTE: AGROSOLOS ENGENHARIA LTDA, 1993.

Tabela 3.4 – Síntese dos resultados das análises físico-químicas da água do Açude Mãe D'água

MESES	FEV	MAR	ABR		MAI	JUN		JUL	AGO	MÉDIA
DETERMINAÇÕES	07/02 (1)	01/03 (2)	01 /04 (3)	30/04 (4)	30/05 (5)	montante 30/06 (6)	Jusante 30/06 (7)	30/07 (8)	31/08 (9)	
Asp. "in natura"	Hial.	-	Turva	Turva	Turva	Hial.	Lg.Tv.	Hial.	Lg.Tv	-
Asp. Pós filtrar	Hial.	-	Turva	Lg.Tv.	Lg.Tv.	Hial.	Hial.	Hial.	Hial.	-
PH	7.0	6.9	6.8	6.7	6.9	7.0	7.0	7.2	7.3	7.0
Cond. Elétrica	260	240	180	180	180	200	180	200	220	204.4
Resíduo total	114	132	168	124	100	145	131	126	126	129.5
Dureza total	75	86	57	47	67.5	59.5	59	63	82.5	66.3
Cloretos – mg/l	36	25	33	24	24	30.0	29	32	26.0	28.7
Sulfatos – mg/l	8.5	8.9	2.7	0	0	0	0	6.7	0	3.0
Carbonatos – mg/l	Nihil	Nihil	Nihil	Nihil	Nihil	Nihil	Nihil	Nihil	Nihil	-
Bicarb. – mg/l	112.2	136.6	97.6	85.4	114.7	104.9	102.5	97.6	124	108.4
Nitritos	Aus.	Aus.	Aus.	Tr.	Aus.	Aus.	Tr.	Tr.	-	-
Nitratos	Pres.	Tr.	Aus.	Aus.	Pres.	Pres.	Tr.	Aus.	Aus.	-
Cálcio – mg/l	17.2	20.2	13.2	12.0	19.6	14.0	14.2	15.4	23.2	16.6
Magnésio – mg/l	7.8	8.6	5.8	4.1	4.5	6.0	5.7	6.0	6.0	6.1
Sódio –mg/l	21.8	20.5	2.1	12.9	12.2	15.6	15.4	15.6	17.0	14.8
Potássio –mg/l	7.0	6.6	6.2	5.5	5.1	5.8	5.8	6.6	7.0	6.2
Ferro Total –mg/l	Nihil	Nihil	1.5	2.5	3.5	Tr.	Tr.	Tr.	-	2.5
Cl ⁻ (%)	33.7	22.7	36.1	32.7	26.6	33.1	32.8	35.3	26.4	31.6
CO ₃ ⁻ (%)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-
HCO ₃ (%)	60.7	71.6	62.0	67.3	73.4	66.9	67.2	62.7	73.6	67.3
Ca ⁺⁺ (%)	5.6	5.7	1.9	0	0	0	0	2.0	0	1.7
Mg ⁺⁺ (%)	32.7	36.3	47.5	36.6	48.7	34.6	35.5	35.8	45.1	39.2
Na ⁺ (%)	24.3	25.5	34.5	20.7	18.4	24.3	23.5	22.8	19.1	23.8
K ⁺ (%)	36.1	32.0	6.5	34.1	26.4	33.7	33.5	33.5	28.8	29.4
	6.8	6.1	11.5	8.5	6.5	7.4	7.5	7.9	7.0	7.9

FONTE: AGROSOLOS ENGENHARIA LTDA, 1993.

Tabela 3.5 – Limites de potabilidade de Schoeller

	POTABILIDADE	RESÍDUO SECO	SÓDIO	Mg/12+Ca/20	CLORETO	SULFATO
PERMANENTE	BOA	0 – 500	0 – 115	0 – 5	0 – 117	0 – 144
	PASSÁVEL	500 – 1000	115 – 230	5 – 10	117 – 355	144 – 288
	MEDIOCRE	1000 – 2000	230 – 460	10 – 20	355 – 710	288 – 576
	MÁ	2000 - 4000	460 - 920	20 - 40	710 - 1420	576 - 1152
	MOMENTÂNEA	4000 - 8000	920 - 1840	40 - 80	1420 - 2480	1152 - 2304

FONTE: AGROSOLOS ENGENHARIA LTDA, 1993.

Tabela 3.6 - Classificação das águas do reservatório Estevam Marinho para irrigação

NUMERO AMOSTRA	COLETA 1984	CONCENTRAÇÃO (mg/l)			CONCENTRAÇÃO (meq/l)			RAZÃO DE ADSORÇÃO SÓDICA - R.A.S	CONDUT.ELETRICA (microOHM/cm)	CLASSE
		SÓDIO	CÁLCIO	MAGNÉSIO	SÓDIO	CÁLCIO	MAGNÉSIO			
1	07/Fev	19,3	18,4	7,0	0,83	1,84	1,17	0,676	220	C1-S1
2	01/Mar	22,5	17,2	8,7	0,97	1,72	1,45	0,767	320	C2-S1
3	01/Abr	21,8	14,6	5,9	0,94	1,46	0,98	0,846	200	C1-S1
4	30/Abr	9,2	8,0	4,4	0,39	0,80	0,73	0,451	140	C1-S1
5	30/Mai	9,9	18,4	3,8	0,42	1,84	0,63	0,382	160	C1-S1
6	30/Jun	12,2	14,4	5,1	0,52	1,44	0,85	0,489	160	C1-S1
7	30/Jun	12,2	15,0	3,6	0,52	1,50	0,60	0,511	160	C1-S1
8	30/Jul	16,1	16,9	7,3	0,69	1,69	1,22	0,573	200	C1-S1
9	31/Ago	12,2	12,2	5,0	0,52	1,22	0,83	0,517	150	C1-S1
MÉDIA	-	12,2	15,00	5,10	0,52	1,50	0,85	0,517	160	

Tabela 3.7 - Classificação das águas do reservatório Mãe D'água para irrigação

No AMOSTRA	COLETA	CONCENTRAÇÃO (mg/l)			CONCENTRAÇÃO (meq/l)			RAZÃO DE ADSORÇÃO SÓDICA - R.A.S	CONDUT.ELETRICA (microOHM/cm)	CLASSE
		SÓDIO	CÁLCIO	MAGNÉSIO	SÓDIO	CÁLCIO	MAGNÉSIO			
1	07/Fev	21,8	17,2	7,8	0,94	1,72	1,30	0,761	260	C2-S1
2	01/Mar	20,5	20,2	8,6	0,88	2,02	1,43	0,670	240	C1-S1
3	01/Abr	2,1	13,2	5,8	0,09	1,32	0,97	0,084	180	C2-S1
4	30/Abr	12,9	12,0	4,1	0,55	1,20	0,68	0,571	180	C1-S1
5	30/Mai	12,2	19,6	4,5	0,52	1,96	0,75	0,450	180	C1-S1
6	30/Jun	15,6	14,0	6,0	0,67	1,40	1,00	0,611	200	C1-S1
7	30/Jun	15,4	14,2	5,7	0,66	1,42	0,95	0,607	180	C1-S1
8	30/Jul	15,6	15,4	6,0	0,67	1,54	1,00	0,594	200	C1-S1
9	31/Ago	17,0	23,2	6,0	0,73	2,32	1,00	0,566	220	C1-S1
MÉDIA	-	19,4	20,2	6,9	0,8	2,0	1,15	0,664	200	

Tabela 3.8 – Características dos açudes existentes a montante do sistema Coremas/Mãe D'água

NOME	BACIA HIDROGRÁFI-CA Km²	AFLUENTE MÉDIO (m³/ano)x10⁶	VOLUME DE AÇUDE (m³/ano)x10⁶	DEMANDA DOMÉSTICA (m³/ano)x10⁶
Boqueirão dos Coxos	40	4.48	6.0	0.20
Cachoeira dos Alves	97	9.70	5.5	-
Catolé	125	10.80	9.9	0.19
Emas	48	5.38	2.0	0.04
Glória	35	1.65	1.3	0.10
Gravatá	30	3.00	6.8	-
Jatobá	66	4.68	4.4	0.42
Juru	108	5.00	15.4	0.24
Pedra Branca	9	0.42	1.6	0.06
Riacho Verde	28	2.80	1.6	-
Santa Inês	95	8.26	23.6	0.01
Vazantes	60	5.22	9.1	0.02
Veado	25	1.18	1.0	-
Videl	20	1.74	6.0	-
Total	786	64.30	94.20	1,28

FONTE: AGROSOLOS ENGENHARIA LTDA, 1993.

Tabela 3.9 – Características dos açudes propostos a montante do sistema Coremas/Mãe D'água

NOME	BACIA HIDROGRÁFICA Km²	AFLUENTE MÉDIO (m³/ano)x10⁶	VOLUME DE AÇUDE (m³/ano)x10⁶	DEMANDA DOMÉSTICA (m³/ano)x10⁶
Bom Jesus	116	5.45	11.0	0.18
Brusca	221	22.00	44.0	0.05
Capim Verde	90	10.08	1.5	0.11
Catingueiro	82	9.20	18.4	-
Condado(com desvio)	180	15.66	31.0	0.63
Da Garra	63	7.00	14.0	-
Diamante	190	19.00	9.3	0.30
Dos Porcos	70	7.00	14.0	-
Goiabeira	88	9.85	5.6	0.15
Jatobá III	131	7.86	15.7	-
Junco	31	3.10	6.2	0.58
Olho D'água(c/2desvios)	454	29.50	59.0	0.13
Piranhas	200	17.40	34.8	0.19
Queimadas	37	2.20	4.5	0.17
Saco de Nova Olinda(com desvio)	330	18.00	36.0	0.13
Saco Grande	78	8.70	17.5	-
Santana da Mangueira	280	24.36	48.7	0.05
Tabuleiro(com desvio)	40	4.00	8.0	0.83
Total	2681	220.36	373.65	3,50

FONTE: AGROSOLOS ENGENHARIA LTDA, 1993.

Tabela 4.1 – Aproveitamento planejado de um reservatório

FATORES EXTERNOS A SEREM LEVADOS EM CONTA	VAZANTE	PISCICULTURA	IRRIGAÇÃO
CAPACIDADE DE INVESTIMENTO	Investimento limitado para cultivos alimentícios. Investimento nulo para capim.	Investimento limitado a aquisição de alevinos e, eventualmente, a compra de alimentos para os peixes	Investimento inicial muito variável: US\$ 500 a 800 para um hectare irrigado por sifão e gravidade. US\$ 2000 a 3600 para aspersão.
MÃO DE OBRA DISPONÍVEL	Pouca mão de obra requerida para o capim. Mão de obra média para cultivos alimentícios.	Mão de obra limitada a distribuição de esterco..	Bastante importante, porém muito variável segundo o cultivo e o sistema de irrigação empregado.
POSSIBILIDADE DE COMERCIALIZAÇÃO	O capim encontra sempre boa aceitação (produção no período seco)	Deve ser prevista. Depende da produção esperada. As possibilidades de mercado são geralmente boas.	Adaptar os cultivos as necessidades domésticas e a demanda local.
ENERGIA	–	–	Fator de dependência para irrigação usando motobombas.
PERFIL E INTERESSE DO PROPRIETÁRIO	propriedade com pecuária	Implica numa mudança de mentalidade com relação a idéia da pesca tradicional.	Importante: a introdução de irrigação é difícil entre os proprietários de mais idade. Em propriedades voltadas para pecuária, limita-se, em geral, a produção de capim.
OUTROS FATORES PARTICULARES	Necessidade de cercar a área se houver gado nas proximidades. Disponibilidade de mudas para o capim. - rebaixamento natural do nível da água moderado.	Disponibilidade de alevinos e meios de transporte. Ausência de poluição.(produtos fitossanitários ou outros). Acompanhamento técnico no início preferível.	Terra com capacidade de drenagem. Assistência técnica. Qualidade da água.

FONTE: MOLLE,1992.

Tabela 4.2 – Interação entre os vários usos do reservatório

Qual será a incidência desenvolvendo esta—

Já desenvolvendo essa atividade™	ABASTECIMENTO ANIMAL	CULTIVOS DE VAZANTES	PISCICULTURA	IRRIGAÇÃO
ABASTECIMENTO ANIMAL		Não tem incidência	Não tem incidência	Conflito, se o abastecimento for prioritário
CULTIVOS DE VAZANTES	Necessidade de cercar a área de vazante		Não tem incidência	A irrigação deve ser moderada para não acarretar um rebaixamento do nível de água muito rápido
PISCICULTURA	A presença do gado é proveitosa(adubação)	Cuidados na aplicação de produtos fitossanitários		A irrigação deve ser moderada para não acarretar diminuição rápida do espelho d'água. Restrição para áreas irrigadas a montante, por causa dos produtos fitossanitários
IRRIGAÇÃO	O consumo do gado é geralmente desprezível	Não tem incidência	A adubação da água é proveitosa para a irrigação	

FONTE: MOLLE, 1992

Tabela 4.3 - Valor proteico da carne

Tipo de Carne	Calorias (g/kg)	Proteínas (g/kg)	Lipídios (g/kg)	Cálcio (mg/kg)
Boi (magro)	146	21	6	12
Boi (gordo)	225	19	16	11
Galinha (gorda)	246	18	19	10
Peixe cozido	104	23	01	28
Peixe frito	516	39	39	126
Peixe salgado	193	40	02	190

FONTE: MOLLE, 1992.

Tabela 4.4 - Valores críticos de qualidade de água para sistema de aquacultura.

PARÂMETROS	ÁGUAS FRIAS	ÁGUAS QUENTES
Amônia (μ g / l)	10 a 15	20 a 30
Nitrito (mg / l)	0,1	1,0
Nitrato (mg / l)	> 100	> 1.000
Oxigênio dissolvido (mg / l)	6 a 7	3 a 4
Ácido sulfídrico (μ g / l)	1	2
Gás carbônico (mg / l)	10 a 20	20 a 40
Cloro residual (mg / l)	2	10
PH	6,5 a 8,5	6.0 a 10,0
Temperatura (o C)	*	*
Ferro (mg / l)	< 11	-
Mangânes (mg / l)	< 11	-

FONTE: COLT, 1991.

* Depende da espécie e da idade

Tabela 4.5 - Produção de pescado no reservatório Coremas/Mãe D'água em 1996

PEIXE	QUANTIDADE (unidades)	PÊSO (kg)	RECEITA (R\$)
Apaiari	11.340	5.633	8.799,60
Curimatã	127.450	50.291	46.711,00
Pescada do Piauí	20.400	6.797	9.915,60
Tilápia do Congo	49.600	24.800	37.480,00
Traíra	28.800	13.515	8.985,60
Tucunaré	29.100	13.516	26.474,00
Camarão	-	83.700	42.210,00
Total	266.690	198.252	180.575,80

FONTE: DNOCS, 1996.

Tabela 4.6 - Estimativa populacional dos Municípios próximos ao reservatório Coremas / Mãe D'água

Municípios	População - 1991			CR.POP. (%)	População - 1998		População - 2008		População - 2018	
	Urbana	Rural	Total		Urbana	Rural	Urbana	Rural	Urbana	Rural
Coremas	8.224	6.261	14.485	0,59	8.570	6.524,2	9.089	6.920	9.640	7.339
Plancó	8.863	7.167	16.030	0,67	9.287	7.510,0	9.928	8.029	10.614	8.583
Itaporanga	11.888	7.929	19.817	0,69	12.474	8.320,0	13.362	8.912	14.313	9.547
Boqueirão dos Cochos	2.991	2.763	5.754	-	2.991	2.763	2.991	2.763	2.991	2.763
Agular	1.789	5.471	7.260	-0,64	1.710	5.230,6	1.604	4.905	1.504	4.600
Olho d'água	2.220	6.889	9.109	-0,16	2.195	6.812,2	2.160	6.704	2.126	6.598
Patos	76.703	4.589	81.292	2,03	88.289	5.282,2	107.941	6.458	131.967	7.895
Pombal	22.611	18.774	39.532	-0,1	22.453	18.643,0	22.230	18.457	22.008	18.274
Sousa	79.133	52.070	27.063	0,75	83.382	54.866,0	89.851	59.123	96.822	63.709
Total	214.422	111.913	220.342	-	231.352	115.951	259.157	122.270	291.986	129.308
						347.303		381.427		421.293

$$P = P_0(1+i)^n$$

P = População que demandará água

CR.POP. = Taxa média de crescimento populacional anual

n = número de anos

P₀ = População no ano de referência

i = taxa de crescimento

FONTE: ANUÁRIO ESTATÍSTICO/93 - GOVERNO DO ESTADO DA PARAÍBA - SECRETARIA DE PLANEJAMENTO, 1992

Tabela 4.6 - Estimativa populacional dos Municípios próximos ao reservatório Coremas / Mãe D'água

Municípios	População - 1991			CR.POP. (%)	População - 1998		População - 2008		População - 2018	
	Urbana	Rural	Total		Urbana	Rural	Urbana	Rural	Urbana	Rural
Coremas	8.224	6.261	14.485	0,59	8.570	6.524,2	9.089	6.920	9.640	7.339
Piancó	8.863	7.167	16.030	0,67	9.287	7.510,0	9.928	8.029	10.614	8.583
Itaporanga	11.888	7.929	19.817	0,69	12.474	8.320,0	13.362	8.912	14.313	9.547
Boqueirão dos Cochos	2.991	2.763	5.754	-	2.991	2.763	2.991	2.763	2.991	2.763
Aguiar	1.789	5.471	7.260	-0,64	1.710	5.230,6	1.604	4.905	1.504	4.600
Olho d'água	2.220	6.889	9.109	-0,16	2.195	6.812,2	2.160	6.704	2.126	6.598
Patos	76.703	4.589	81.292	2,03	88.289	5.282,2	107.941	6.458	131.967	7.895
Pombal	22.611	18.774	39.532	-0,1	22.453	18.643,0	22.230	18.457	22.008	18.274
Sousa	79.133	52.070	27.063	0,75	83.382	54.866,0	89.851	59.123	96.822	63.709
Total	214.422	111.913	220.342	-	231.352	115.951	259.157	122.270	291.986	129.308
						347.303		381.427		421.293

$$P = P_0(1+i)^n$$

P = População que demandará água

CR.POP. = Taxa média de crescimento populacional anual

n = número de anos

P₀ = População no ano de referência

i = taxa de crescimento

FONTE: ANUÁRIO ESTATÍSTICO/93 - GOVERNO DO ESTADO DA PARAÍBA - SECRETARIA DE PLANEJAMENTO, 1992

**Tabela 4.7 - Demanda de água para abastecimento humano
Municípios próximos ao reservatório Coremas / Mãe D'água**

TCP - Taxa de consumo per capita (l / hab x dia)				150	Q dem - Vazão demandada para abastecimento humano (m ³ / s)					
Municípios	População - 1991			CR.POP. (%)	1998		2008		2018	
	Urbana	Rural	Total		Urbana	Rural	Urbana	Rural	Urbana	Rural
Coremas	8.224	6.261	14.485	0,59	0,0149	0,0113	0,0158	0,0120	0,0167	0,0127
Piancó	8.863	7.167	16.030	0,67	0,0161	0,0130	0,0172	0,0139	0,0184	0,0149
Itaporanga	11.888	7.929	19.817	0,69	0,0217	0,0144	0,0232	0,0155	0,0248	0,0166
Boqueirão dos Cochos	2.991	2.763	5.754	-	0,0052	0,0048	0,0052	0,0048	0,0052	0,0048
Aguiar	1.789	5.471	7.260	-0,64	0,0030	0,0091	0,0028	0,0085	0,0026	0,0080
Olho d'água	2.220	6.889	9.109	-0,16	0,0038	0,0118	0,0038	0,0116	0,0037	0,0115
Patos	76.703	4.589	81.292	2,03	0,1533	0,0092	0,1874	0,0112	0,2291	0,0137
Pombal	22.611	18.774	39.532	-0,1	0,0390	0,0324	0,0386	0,0320	0,0382	0,0317
Sousa	79.133	52.070	27.063	0,75	0,1448	0,0953	0,1560	0,1026	0,1681	0,1106
Total	214.422	111.913	220.342	-	0,4017	0,2013	0,4499	0,2123	0,5069	0,2245
					TOTAL	0,6030	TOTAL	0,6622	TOTAL	0,7314

$$Q \text{ dem} = (P \times \text{TCP}) / 86400$$

$$P = P_0(1+i)^n$$

TCP = Taxa de consumo de água por habitante

P = População Futura

P = População que demandará água

P₀ = População no ano de 1991

Q dem = Vazão demandada

i = taxa de crescimento

CR.POP. = Taxa média de crescimento populacional anual

n = número de anos

Tabela 4.8 - Vazões de abastecimento humano na região do reservatório Coremas / Mãe d'água

1998	0,6030	m ³ / s	2008	0,6622	m ³ / s	2018	0,7314	m ³ / s
------	--------	--------------------	------	--------	--------------------	------	--------	--------------------

Tabela 4.9 - Projetos de irrigação da Região Nordeste do Brasil

PROJETO	LOCALIDADE	ESTADO	RECEITA ANUAL (R\$)	ÁREA (hectare)	RECEITA POR HECTARE
Formoso	Bom Jesus da Lapa	Bahia	15.000.000	8.372	1.791
Estreito I, II e III	Bom Jesus da Lapa	Bahia	3.150.000	2.120	1.486
São desidério	Barreira	Bahia	5.300.000	2.238	2.368
Nilo Coelho	Petrolina	Pernambuco	86.000.000	20.053	4.289
Bebedouro	Petrolina	Pernambuco	6.100.000	2.418	2.522
Propriá	Própria	Sergipe	700.000	1.171	598

FONTE: Manchete Rural, 1997.

Tabela 4.10 - Principais fatores climáticos e suas influências na agricultura

FATORES	INFLUÊNCIAS
Radiação	<ul style="list-style-type: none"> - energia necessária para os processos físicos da atmosfera - produção de biomassa, evaporação e evapotranspiração - condiciona a distribuição da temperatura na superfície da terra - floração, frutificação, cor, sabor, odor
Temperatura	<ul style="list-style-type: none"> - condiciona o nível de reações físicas e químicas das plantas - conteúdo de vapor de água no ar, evaporação - temperatura do solo e a taxa de decomposição da matéria orgânica - desenvolvimento de pragas e doenças
Umidade	<ul style="list-style-type: none"> - condiciona o balanço hídrico das plantas. - influi no desenvolvimento de doenças. - afeta a conservação de produtos armazenados
Vento	<ul style="list-style-type: none"> - sua ação mecânica pode prejudicar o desenvolvimento das plantas - dispersão de pragas, doenças e partículas - influencia a transpiração das plantas - evaporação (mecanismo de remoção de vapor d'água). - erosão eólica, danos aos frutos, etc
Precipitação	<ul style="list-style-type: none"> - balanço hídrico (disponibilidade / demanda de água para as plantas) - água necessária ao metabolismo das plantas - condiciona a disponibilidade, concentração e distribuição de nutrientes - influencia as atividades agrícolas - erosão hídrica, geadas

FONTE: MOREIRA, 1993.

Tabela 4.11 - Características do solo aptos para irrigação

CARACTERÍSTICAS DOS SOLOS	CLASSES DE APTIDÃO		
	1	2	3
TEXTURA e PERMEABILIDADE (0-30 cm)	MÉDIA a ARGILOSA permeável	MÉDIA a ARGILOSA permeável	MÉDIA-ARENOSA a ARGILA-MÉDIA- ARENOSA PERMEÁVEL
PROFUNDIDADE até a rocha ou cascalho	>200 >100	>150 >90	>60 >45
CAPACIDADE DE ÁGUA DISPONÍVEL (mm/30 cm) (mm/120 cm)	>30 >120	>20 90 - 120	>15 60 - 90
ALUMÍNIO TROCÁVEL (meq/100 g de solo) (0-30 cm)	<0.5	0.5 - 3.0	>3
CÁLCIO + MAGNÉSIO (meq/100 g de solo) (0-30 cm)	8 - 4	4 - 2	<2
PH EM ÁGUA	6.0 - 8.0	5.0 - 8.5	4.5 - 8.5
TOPOGRAFIA Declividade	<2	2 - 4	4 - 6
DRENAGEM Superficial	boa	boa	boa

FONTE: MOREIRA, 1993.

Tabela 4.12 - Perfis do solo

UNIDADES	PERFIS	LOCALIZAÇÃO
POMBALZINHO	1 e 6	Município de Coremas/PB, bacia de irrigação do açude Estevam Marinho - 100 m da estrada carroçável Coremas/Pau próximo ao cemitério. Município de Coremas/PB, bacia de irrigação do açude Estevam Marinho - 400 m do povoado de Pau Ferrado, ao lado direito da estrada carroçável ferrado a 100m.
PAU FERRADO	2	Município de Coremas/PB, bacia de irrigação do açude Estevam Marinho - trincheira localizada em terreno de 3% de declividade na margem direita do rio Piancó a 7 km do açude Estevam Marinho e a 200 m da estrada Coremas/Pau Ferrado
JUREMA	3 e 5	Município de Coremas/PB, bacia de irrigação do açude Estevam Marinho - trincheira localizada em terreno plano a 3km da barragem do açude Estevam Marinho a 100 m da margem esquerda do Piancó.
PIANCÓ	4	Município de Coremas/PB, bacia de irrigação do açude Estevam Marinho - trincheira localizada em terreno plano a 1km do perfil 3 e a 100 m da margem direita do rio Piancó.
COREMAS	7	Município de Coremas/PB, bacia de irrigação do açude Estevam Marinho - trincheira localizada em meia encosta de 10% de declividade, estando classificado como inclinado. situa-se a margem esquerda do riacho grande a 150 m da mesma e a 300 m da estrada Coremas-Pau Ferrado do seu lado esquerdo.
RIACHO GRANDE	8	Município de Coremas/PB, bacia de irrigação do açude Estevam Marinho - trincheira localizada na margem esquerda do riacho grande a 50 m da mesma e a 150 m da estrada Coremas-Pau Ferrado lado esquerdo, considerando este sentido.
COATIBA	9	Município de Coremas/PB, bacia de irrigação do açude Estevam Marinho - trincheira situada em terreno plano a 500 m da estrada.

Tabela 4.13 - Estudo agrológico em volta do reservatório Coremas/ Mãe D'água

CARACTERÍSTICA PEDOLÓGICA PREDOMINANTE: SOLOS BRUNO NÃO-CÁLCICOS

UNIDADE	ÁREA (Ha)	ÁREA (%)	CLASSE	TEXTURA	Cc (%)	Pm (%)	Ch (cm/ h)	Dar
POMBALZINHO	253	13,89	2	FRANCO-ARENOSA	18,0	4,9	-	1,4
PAU FERRADO	157	8,62	2	FRANCO-ARENOSA	17,9	8,5	-	1,5
JUREMA	68	3,73	2	FRANCO-ARENOSA	19,7	8,5	7,1	1,4
PIANCÓ	127	6,97	3	FRANCO-ARENOSA	13,4	3,7	-	1,3
COREMAS	907	49,78	3	FRANCO-ARENOSO	17,4	11,4	6,9	1,6
RIACHO GRANDE	190	10,43	3	FRANCO-ARENOSO	17,5	10,9	7,0	1,6
COATIBA	120	6,59	3	FRANCO-ARENOSO	17,7	11,0	7,2	1,8
TOTAL	1822	100,00	-	MÉDIA / REGIÃO	16,42	9,28	6,9	1,4

LEGENDA

Cc (CAPACIDADE DE CAMPO)

Pm (PONTO DE MURCHA)

Ch (CONDUTIVIDADE HIDRÁULICA

Dar (DENSIDADE APARENTE)

FONTE: PROJETO ESTEVAM MARINHO, 1969

Tabela 4.14 - Estudo agrológico das várzeas do Município de Sousa

CARACTERÍSTICA PEDOLÓGICA PREDOMINANTE: SOLOS ALUVIAIS EUTRÓFICOS E SOLÓDICO E VERTISSOLOS

UNIDADE	ÁREA (Ha)	ÁREA (%)	CLASSE	SUB-CLASSES	TEXTURA	Ct (mm/cm)	Ti (mm/h)	K (mm / h)
V2	707	20,11	2	(2S/B22AY)np	ARGILOSÁ	1,66	3,3	1,9
Ae3	1103	31,39	3	(3T/B13AX)u	ARENOSA MÉDIA	1,17	15,0	6,6
Ae7	934	26,58	3	(3ST/B23AX)au	ARENOSA MÉDIA	1,59	32,3	4,3
Ae5	770	21,92	4	(45st/B-AX)au	ARENOSA MÉDIA	1,51	10,0	6,6
TOTAL	3514	100,00		(4Psta/B-AY)apu	MÉDIA / REGIÃO	1,12	13,95	3,57

LEGENDA

Ct (CAPACIDADE DE ÁGUA DISPONÍVEL)

Ti (TAXA DE INFILTRAÇÃO)

K (PERMEABILIDADE)

FONTE: AGROSOLOS ENGENHARIA, 1993

Tabela 4.15 - Valores do coeficiente de cultivo

CULTURAS	PER1 / PER2	PER3 / PER4	CULTURA	PER1 / PER2	PER3 / PER4
Abacaxi	0,40 / 0,40	0,40 / 0,40	Feijão verde	0,35 / 0,70	1,10 / 0,90
Alface	0,45 / 0,60	1,00 / 0,90	Goiaba	0,45 / 0,70	0,80 / 0,70
Algodão	0,45 / 0,75	1,15 / 0,75	Girassol	0,35 / 0,75	1,15 / 0,55
Banana	0,70 / 0,90	1,10 / 1,10	Melão	0,45 / 0,75	1,00 / 0,75
Batata	0,45 / 0,75	1,15 / 0,85	Milho	0,40 / 0,80	1,15 / 1,00
Cebola	0,50 / 0,70	1,00 / 1,00	Sorgo	0,35 / 0,75	1,10 / 0,65
Cevada	0,35 / 0,75	1,15 / 0,45	Tabaco	0,35 / 0,75	1,10 / 0,90
Cenoura	0,45 / 0,75	1,05 / 0,90	Tomate	0,45 / 0,75	1,15 / 0,80
Cítricos	0,65 / 0,70	0,70 / 0,65	Trigo	0,35 / 0,75	1,15 / 0,45

Fonte: GOMES, 1994

- PER1- Período da sementeira até o ponto em que a cultura alcança 15% do seu desenvolvimento
PER2- Período que se inicia no final do PER1 e termina em um ponto imediatamente antes da floração
PER3- Período das fases de floração e frutificação
PER4- Período que se inicia no final do PER3 e vai até a colheita

Tabela 4.16 – Demanda hídrica mensal das culturas –valores (m³/s)/ha

CULTURAS	MESES											
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12
ABACAXI	0,00017	0,00014	0,00011	0,00011	0,00010	0,00011	0,00013	0,00016	0,00018	0,00019	0,00019	0,00017
BANANA	0,00046	0,00039	0,00032	0,00030	0,00029	0,00029	0,00034	0,00044	0,00049	0,00053	0,00053	0,00048
GOIABA	0,00033	0,00028	0,00023	0,00022	0,00021	0,00021	0,00025	0,00032	0,00036	0,00039	0,00039	0,00035
LARANJA	0,00029	0,00025	0,00020	0,00019	0,00018	0,00019	0,00022	0,00028	0,00031	0,00034	0,00034	0,00030
MELÃO	0,00063	0,00053	0,00043	0,00041	0,00039	0,00040	0,00047	0,00060	0,00067	0,00073	0,00073	0,00065
TOMATE	0,00072	0,00061	0,00050	0,00047	0,00045	0,00046	0,00054	0,00069	0,00078	0,00083	0,00084	0,00075

Tabela 4.17 - Conta cultural - 1,0 ha

Cultura: ABACAXI (1º ANO) Preço produto R\$ 144,00 /t

Produção: 60 t VBP R\$ 8640,00

Discriminação	Unid	Quant	Custo		Mes											
			Unitário R\$	Global R\$	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
SERVIÇOS																
Preparo do Solo																
. Aração	h/m	2	20,00	40,00	2											
. Gradagem	h/m	3	20,00	60,00	3											
Aplicação de adubos	D/H	15	7,00	105,00	3	4				4					4	
Seleção de mudas	D/H	9	7,00	63,00	9											
Tratamento de mudas	D/H	11	7,00	77,00	11											
Plantio	D/H	17	7,00	119,00	17											
Tratos culturais																
. Aplicação de herbicidas	D/H	17	7,00	119,00		2	5		7			1	2			
. Capinas manuais	D/H	6	7,00	42,00						3					3	
. Aplic. carbureto de cálcio	D/H	9	7,00	63,00										5	4	
Tratos fitossanitários																
. Aplicação de defensivos	D/H	16	7,00	112,00		3		4		3		3		3		
Irrigação	D/H	14	7,00	98,00	2				3	2	2	2	2	1		
CUSTO SERVIÇOS (I)	D/H	114	7,00		42	9	5	4	10	9	5	6	4	9	11	
	h/m	5	20,00	898,00	5											
INSUMOS																
Mudas	Unid.	60.000	0,05	3.000,00												
Fertilizantes																
. Sulfato de amonia	kg	925	0,21	194,25												
. Superfosfato simples	kg	460	0,27	124,20												
. Sulfato de potássio	kg	460	0,24	110,40												
Formicida	kg	2	1,60	3,20												
Fungicidas	kg	3	20,00	60,00												
Inseticidas																
. Carbaril	kg	50	5,20	260,00												
. Parathion metílico	l	15	11,54	173,10												
. Trichlorfon	l	7	10,03	70,21												
Herbicidas	l	10	7,50	75,00												
Carbureto de cálcio	kg	108	2,00	216,00												
Energia Elétrica	Kw	5500	0,06	330,00												
CUSTO INSUMOS (II)				4.616,36												
CUSTO TOTAL (I+II)				5.514,36												
RECEITA BRUTA (VBP - CT)																3.125,64

OBSERVAÇÕES

- D/H dia/homem
- h/m hora/máquina
- kg quilograma
- l litro
- t tonelada
- unid unidade
- VBP Valor Bruto da Produção
- CT Custo Total

FONTE: MIR/SIR (1994)

Tabela 4.18 - Conta cultural - 1,0 ha

Cultura: ABACAXI (2º ANO) Preço Produto R\$ 144,00 /t

Produção: 60 t VBP R\$ 8.640,00

Discriminação	Unid	Quant	Custo		Mes											
			Unitário R\$	Global R\$	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
SERVIÇOS																
Tratos culturais:																
. Capinas manuais	D/H	6	7,00	42,00		3									3	
. Aplicação de herbicidas	D/H	12	7,00	84,00			5		5			2				
. Adubação em cobertura	D/H	10	7,00	70,00	5								5			
. Aplic. carbureto de cálcio	D/H	9	7,00	63,00												9
Tratos fitossanitários																
. Aplicação de defensivos	D/H	23	7,00	161,00	2	3	5	3				4		3		3
Colheita manual	D/H	40	7,00	280,00				10	15	15						
Irrigação	D/H	16	7,00	112,00	2	1			2	2	2	2	2	2	1	
CUSTO SERVIÇOS (I)	D/H	116	7,00		9	7	10	13	22	17	2	8	7	8	1	12
				812,00												
INSUMOS																
Fertilizantes																
. Sulfato de amonia	kg	770	0,21	161,70												
. Superfosfato simples	kg	800	0,27	216,00												
. Sulfato de potássio	kg	550	0,24	132,00												
Fungicida	kg	1	20,00	20,00												
Inseticidas																
. Carbaril	kg	30	5,20	156,00												
. Parathion metílico	l	5	11,54	57,70												
. Tricholorfon	l	3	10,03	30,09												
Carbureto de Cálcio	kg	108	2,00	216,00												
Herbicidas	l	8	7,50	60,00												
Energia Elétrica	kw	5500	0,06	330,00												
CUSTO INSUMOS (II)				1.379,49												
CUSTO TOTAL (I+II)				2.191,49												
RECEITA BRUTA (VBP - CT)				6.448,51												

OBSERVAÇÕES

- D/H dia/homem
- h/m hora/máquina
- kg quilograma
- l litro
- t tonelada
- unid unidade
- VBP Valor Bruto da Produção
- CT Custo Total

FONTE: MIR/SIR (1994)

Tabela 4.19 - Conta cultural - 1,0 ha

Cultura: ABACAXI (3º ANO) Preço produto R\$ 144,00 /t

Produção: 50 t VBP R\$ 7.200,00

Discriminação	Unid	Quant	Custo		Mes											
			Unitário R\$	Global R\$	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
SERVIÇOS																
Adução em cobertura	D/H	2	7,00	14,00	2											
Tratos culturais																
. Aplicação de herbicidas	D/H	8	7,00	56,00		4	4									
. Capinas manuais	D/H	6	7,00	42,00	3			3								
Tratos fitossanitários																
. Aplicação de defensivos	D/H	6	7,00	42,00	4		2									
Colheita manual	D/H	32	7,00	224,00					15	17						
Irrigação	D/H	2	7,00	14,00	2											
CUSTO SERVIÇOS (I)	D/H	56	7,00		11	4	6	3	15	17						
				392,00												
INSUMOS																
Fertilizantes																
. Sulfato de amônia	kg	154	0,21	32,34												
. Superfosfato simples	kg	160	0,27	43,20												
. Sulfato de potássio	kg	110	0,24	26,40												
Fungicida	kg	2	20,00	40,00												
Inseticidas																
. Carbaril	l	18	5,20	93,60												
. Parathion metílico	l	5	11,54	57,70												
. Trichlorfon	l	3	10,03	30,09												
Herbicidas	l	4	7,50	30,00												
Energia Elétrica	kw	5500	0,06	330,00												
CUSTO INSUMOS (II)				353,33												
CUSTO TOTAL (I+II)				745,33												
RECEITA BRUTA	(VBP - CT)			6.454,67												

OBSERVAÇÕES

- D/H dia/homem
- h/m hora/máquina
- kg quilograma
- l litro
- t tonelada
- unid unidade
- VBP Valor Bruto da Produção
- CT Custo Total

FONTE: MIR/SIR (1994)

Tabela 4.20 - Conta cultural - 1,0 ha

Cultura: ABACAXI (4º ANO) Preço produto R\$ 144,00 /t

Produção: 50 t VBP R\$ 7.200,00

Discriminação	Unid	Quant	Custo		Mes											
			Unitário R\$	Global R\$	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
SERVIÇOS																
Adubação em cobertura	D/H	2	7,00	14,00	2											
Tratos culturais																
. Aplicação de herbicidas	D/H	8	7,00	56,00		4	4									
. Capinas manuais	D/H	6	7,00	42,00	3			3								
Tratos fitossanitários																
. Aplicação de defensivos	D/H	6	7,00	42,00	4		2									
Colheita manual	D/H	32	7,00	224,00					15	17						
Irrigação	D/H	2	7,00	14,00	2											
CUSTO SERVIÇOS (I)																
	D/H	56	7,00	392,00	11	4	6	3	15	17						
INSUMOS																
Fertilizantes																
. Sulfato de amonia	kg	154	0,21	32,34												
. Superfosfato simples	kg	160	0,27	43,20												
. Sulfato de potássio	kg	110	0,24	26,40												
Fungicida	kg	2	20,00	40,00												
Inseticidas																
. Carbaril	l	18	5,20	93,60												
. Parathion metílico	l	5	11,54	57,70												
. Trichlorfon	l	3	10,03	30,09												
Herbicidas	l	4	7,50	30,00												
Energia Elétrica	kw	5500	0,06	330,00												
CUSTO INSUMOS (II)																
				353,33												
CUSTO TOTAL (I+II)																
				745,33												
RECEITA BRUTA (VBP - CT)																
				6.454,67												

OBSERVAÇÕES

- D/H dia/homem
- h/m hora/máquina
- kg quilograma
- l litro
- t tonelada
- unid unidade
- VBP Valor Bruto da Produção
- CT Custo Total

FONTE: MIR/SIR (1994)

Tabela 4.21 - Conta cultural - 1,0 ha

Cultura: ABACAXI (5º ANO) Preço produto R\$ 144,00 /t

Produção: 50 t VBP R\$ 7.200,00

Discriminação	Unid	Quant	Custo		Mes											
			Unitário R\$	Global R\$	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
SERVIÇOS																
Adução em cobertura	D/H	2	7,00	14,00	2											
Tratos culturais																
. Aplicação de herbicidas	D/H	8	7,00	56,00		4	4									
. Capinas manuais	D/H	6	7,00	42,00	3			3								
Tratos fitossanitários																
. Aplicação de defensivos	D/H	6	7,00	42,00	4		2									
Colheita manual	D/H	32	7,00	224,00					15	17						
Irrigação	D/H	2	7,00	14,00	2											
CUSTO SERVIÇOS (I)	D/H	56	7,00		11	4	6	3	15	17						
				392,00												
INSUMOS																
Fertilizantes																
. Sulfato de amonia	kg	154	0,21	32,34												
. Superfosfato simples	kg	160	0,27	43,20												
. Sulfato de potássio	kg	110	0,24	26,40												
Fungicida	kg	2	20,00	40,00												
Inseticidas																
. Carbaril	l	18	5,20	93,60												
. Parathion metílico	l	5	11,54	57,70												
. Trichlorofon	l	3	10,03	30,09												
Herbicidas	l	4	7,50	30,00												
Energia Elétrica	kw	5500	0,06	330,00												
CUSTO INSUMOS (II)				353,33												
CUSTO TOTAL (I+II)				745,33												
RECEITA BRUTA (VBP - CT)				6.454,67												

OBSERVAÇÕES

- D/H dia/homem
- h/m hora/máquina
- kg quilograma
- l litro
- t tonelada
- unid unidade
- VBP Valor Bruto da Produção
- CT Custo Total

FONTE: MIR/SIR (1994)

Tabela 4.22 - Conta cultural - 1,0 ha

Cultura: ABACAXI (6º ANO) Preço produto R\$ 144,00 /t

Produção: 50 t VBP R\$ 7.200,00

Discriminação	Unid	Quant	Custo		Mes											
			Unitário R\$	Global R\$	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
SERVIÇOS																
Adução em cobertura	D/H	2	7,00	14,00	2											
Tratos culturais																
. Aplicação de herbicidas	D/H	8	7,00	56,00		4	4									
. Capinas manuais	D/H	6	7,00	42,00	3			3								
Tratos fitossanitários																
. Aplicação de defensivos	D/H	6	7,00	42,00	4		2									
Colheita manual	D/H	32	7,00	224,00					15	17						
Irrigação	D/H	2	7,00	14,00	2											
CUSTO SERVIÇOS (I)	D/H	56	7,00		11	4	6	3	15	17						
				392,00												
INSUMOS																
Fertilizantes																
. Sulfato de amonia	kg	154	0,21	32,34												
. Superfosfato simples	kg	160	0,27	43,20												
. Sulfato de potássio	kg	110	0,24	26,40												
Fungicida	kg	2	20,00	40,00												
Inseticidas																
. Carbaril	l	18	5,20	93,60												
. Parathion metílico	l	5	11,54	57,70												
. Trichlorfon	l	3	10,03	30,09												
Herbicidas	l	4	7,50	30,00												
Energia Elétrica	kw	5500	0,06	330,00												
CUSTO INSUMOS (II)				353,33												
CUSTO TOTAL (I+II)				745,33												
RECEITA BRUTA (VBP - CT)				6.454,67												

OBSERVAÇÕES

- D/H dia/homem
- h/m hora/máquina
- kg quilograma
- l litro
- t tonelada
- unid unidade
- VBP Valor Bruto da Produção
- CT Custo Total

FONTE: MIR/SIR (1994)

Tabela 4.23 - Conta cultural - 1,0 ha

Cultura: BANANA (Implantação) Preço produto R\$ 118,00 /t

Produção: 40 t VBP R\$ 4.720,00

Discriminação	Unid	Quant	Custo		Mes											
			Unitário R\$	Global R\$	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
SERVIÇOS																
. Aração	h/m	4	20,00	80,00	4											
. Gradagem	h/m	2	20,00	40,00	2											
. Abertura de Covas	D/H	30	7,00	210,00	30											
. Tratamento das Mudas	D/H	4	7,00	28,00		4										
. Adub. de Fundação	D/H	5	7,00	35,00		5										
. Plantio	D/H	4	7,00	28,00		4										
. Capinas	D/H	60	7,00	420,00			8	10	10	8	8	8	8	8	8	
. Desbaste	D/H	12	7,00	84,00						3	3				3	3
. Prep. e Dist. de Iscas	D/H	3	7,00	21,00					1	1	1					
. Limpeza das Plantas	D/H	6	7,00	42,00					2	2	2					
. Adubação de Cobertura	D/H	15	7,00	105,00				3		3		3			3	3
. Irrigação	D/H	51	7,00	357,00				3	4	5	5	6	7	7	7	7
. Colheita/Transporte	D/H	32	7,00	224,00												16
CUSTO SERVIÇOS (I)	D/H	222	7,00		30	13	8	16	17	22	19	17	7	21	26	26
	h/m	6	20,00	1.674,00	6											
INSUMOS																
	Unid.															
. Sulfato de amonia	kg	400	0,21	84,00												
. Superfosfato Triplo	kg	250	0,33	82,50												
. Sulfato de potássio	kg	180	0,22	39,60												
. Esterco de Curral	t	20	8,92	178,40												
. Formicida	kg	2	1,32	2,64												
. Furadan - 350	l	5	6,25	31,25												
. Sevin - 85 pm	kg	1	5,20	5,20												
. Mudas	Unid.	1.200	0,24	288,00												
Energia Elétrica	kw	2000	0,06	288,00												
CUSTO INSUMOS (II)				999,59												
CUSTO TOTAL (I+II)				2.673,59												
RECEITA BRUTA (VBP - CT)				2.046,41												

OBSERVAÇÕES

- D/H dia/homem
- h/m hora/máquina
- kg quilograma
- l litro
- t tonelada
- unid unidade
- VBP Valor Bruto da Produção
- CT Custo Total

FONTE: MIR/SIR (1994)

Tabela 4.24 - Conta cultural - 1,0 ha

Cultura: BANANA (2º Ano) Preço produto R\$ 118,00 /t

Produção: 30 t V.B.P R\$ 3.540,00

Discriminação	Unid	Quant	Custo		Mes											
			Unitário R\$	Global R\$	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
SERVIÇOS																
. Capinas	D/H	39	7,00	273,00		6	7	7	7	5	4	3				
. Desbaste	D/H	15	7,00	105,00				3	3		3	3				3
. Prep. e Dist. Iscas	D/H	3	7,00	21,00		1					1				1	
. Limpeza das Plantas	D/H	6	7,00	42,00				2			2				2	
. Adubação/Manutenção	D/H	12	7,00	84,00				3			3				3	3
. Irrigação	D/H	47	7,00	329,00	2	2	2	3	4	4	5	5	5	5	5	5
. Colheita	D/H	31	7,00	217,00									15	16		
CUSTO SERVIÇOS (I)																
	D/H	153	7,00	1.071,00	2	19	17	13	11	17	13	23	24	8	5	11
INSUMOS																
	Unid.															
. Sulfato de amonia	kg	400	0,21	84,00												
. Superfosfato Triplo	kg	250	0,33	82,50												
. Sulfato de potássio	kg	180	0,22	39,60												
. Formicida	kg	2	1,32	2,64												
. Furadan - 350	l	4	6,25	25,00												
. Sevin - 85 pm	kg	1	5,20	5,20												
Energia Elétrica	kw	2000	0,06	120,00												
CUSTO INSUMOS (II)																
				358,94												
CUSTO TOTAL (I+II)																
				1.429,94												
RECEITA BRUTA (VBP - CT)																
				2.110,06												

OBSERVAÇÕES

- D/H dia/homem
- h/m hora/máquina
- kg quilograma
- l litro
- t tonelada
- unid unidade
- VBP Valor Bruto da Produção
- CT Custo Total

FONTE: MIR/SIR (1994)

Tabela 4.25 - Conta cultural - 1,0 ha

Cultura: BANANA (3º Ano) Preço produto R\$ 118,00 /t

Produção: 20 t V.B.P R\$ 2.360,00

Discriminação	Unid	Quant	Custo		Mes											
			Unitário R\$	Global R\$	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
SERVIÇOS																
. Capinas	D/H	21	7,00	147,00		7	7	7								
. Desbaste	D/H	9	7,00	63,00	3		3	3								
. Prep. e Dist. Iscas	D/H	1	7,00	7,00				1								
. Limpeza das Plantas	D/H	4	7,00	28,00	2			2								
. Adubação/Manutenção	D/H	3	7,00	21,00			3									
. Irrigação	D/H	14	7,00	98,00	3	2	2	3	4							
. Colheita	D/H	13	7,00	91,00					11	12						
CUSTO SERVIÇOS (I)	D/H	75	7,00	525,00	8	9	15	16	15	12						
INSUMOS																
FERTILIZANTES																
. Sulfato de amonia	kg	400	0,21	84,00												
. Superfosfato Triplo	kg	250	0,33	82,50												
. Sulfato de potássio	kg	180	0,22	39,60												
. Formicida	kg	2	1,32	2,64												
Inseticida																
. Furadan	l	4	6,25	25,00												
. Sevin - 85 pm	kg	1	5,20	5,20												
. Energia Elétrica	kw	2.000	0,06	120,00												
CUSTO INSUMOS (II)				358,94												
CUSTO TOTAL (I+II)				883,94												
RECEITA BRUTA (VBP - CT)															1.476,06	

OBSERVAÇÕES

- D/H dia/homem
- h/m hora/máquina
- kg quilograma
- l litro
- t tonelada
- unid unidade
- VBP Valor Bruto da Produção
- CT Custo Total

Tabela 4.26 - Conta cultural - 1,0 ha

Cultura: BANANA (4º Ano) Preço produto R\$ 118,00 /t

Produção: 20 t V.B.P R\$ 2.360,00

Discriminação	Unid	Quant	Custo		Mes											
			Unitário R\$	Global R\$	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
SERVIÇOS																
. Capinas	D/H	21	7,00	147,00		7	7	7								
. Desbaste	D/H	9	7,00	63,00	3		3	3								
. Prep. e Dist. Iscas	D/H	1	7,00	7,00				1								
. Limpeza das Plantas	D/H	4	7,00	28,00	2			2								
. Adubação/Manutenção	D/H	3	7,00	21,00			3									
. Irrigação	D/H	14	7,00	98,00	3	2	2	3	4							
. Colheita	D/H	13	7,00	91,00					11	12						
CUSTO SERVIÇOS (I)	D/H	75	7,00		8	9	15	16	15	12						
				525,00												
INSUMOS																
FERTILIZANTES																
. Sulfato de amonia	kg	400	0,21	84,00												
. Superfosfato Triplo	kg	250	0,33	82,50												
. Sulfato de potássio	kg	180	0,22	39,60												
. Formicida	kg	2	1,32	2,64												
Inseticida																
. Furadan	l	4	6,25	25,00												
. Sevin - 85 pm	kg	1	5,20	5,20												
Energia Elétrica	kw	2.000	0,06	120,00												
CUSTO INSUMOS (II)				358,94												
CUSTO TOTAL (I+II)				883,94												
RECEITA BRUTA	(VBP - CT)			1.476,06												

OBSERVAÇÕES

- D/H dia/homem
- h/m hora/máquina
- kg quilograma
- l litro
- t tonelada
- unid unidade
- VBP Valor Bruto da Produção
- CT Custo Total

FONTE: MIR/SIR (1994)

Tabela 4.27 - Conta cultural - 1,0 ha

Cultura: BANANA (5º Ano) Preço produto R\$ 118,00 /t
 Produção: 20 t V.B.P R\$ 2.360,00

Discriminação	Unid	Quant	Custo		Mes											
			Unitário R\$	Global R\$	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
SERVIÇOS																
. Capinas	D/H	21	7,00	147,00		7	7	7								
. Desbaste	D/H	9	7,00	63,00	3		3	3								
. Prep. e Dist. Iscas	D/H	1	7,00	7,00				1								
. Limpeza das Plantas	D/H	4	7,00	28,00	2			2								
. Adubação/Manutenção	D/H	3	7,00	21,00			3									
. Irrigação	D/H	14	7,00	98,00	3	2	2	3	4							
. Colheita	D/H	13	7,00	91,00					11	12						
CUSTO SERVIÇOS (I)	D/H	75	7,00		8	9	15	16	15	12						
				525,00												
INSUMOS																
FERTILIZANTES																
. Sulfato de amonia	kg	400	0,21	84,00												
. Superfosfato Triplo	kg	250	0,33	82,50												
. Sulfato de potássio	kg	180	0,22	39,60												
. Formicida	kg	2	1,32	2,64												
Inseticida																
. Furadan	l	4	6,25	25,00												
. Sevin - 85 pm	kg	1	5,20	5,20												
Energia Elétrica	kw	2.000	0,06	120,00												
CUSTO INSUMOS (II)				358,94												
CUSTO TOTAL (I+II)				883,94												
RECEITA BRUTA	(VBP - CT)			1.476,06												

OBSERVAÇÕES

- D/H dia/homem
- h/m hora/máquina
- kg quilograma
- l litro
- t tonelada
- unid unidade
- VBP Valor Bruto da Produção
- CT Custo Total

FONTE: MIR/SIR (1994)

Tabela 4.28 - Conta cultural - 1,0 ha

Cultura: BANANA (6º Ano) Preço produto R\$ 118,00 /t

Produção: 20 t V.B.P R\$ 2.360,00

Discriminação	Unid	Quant	Custo		Mes											
			Unitário R\$	Global R\$	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
SERVIÇOS																
. Capinas	D/H	21	7,00	147,00		7	7	7								
. Desbaste	D/H	9	7,00	63,00	3		3	3								
. Prep. e Dist. Iscas	D/H	1	7,00	7,00				1								
. Limpeza das Plantas	D/H	4	7,00	28,00	2			2								
. Adubação/Manutenção	D/H	3	7,00	21,00			3									
. Irrigação	D/H	14	7,00	98,00	3	2	2	3	4							
. Colheita	D/H	13	7,00	91,00					11	12						
CUSTO SERVIÇOS (I)	D/H	75	7,00		8	9	15	16	15	12						
				525,00												
INSUMOS																
FERTILIZANTES																
. Sulfato de amonia	kg	400	0,21	84,00												
. Superfosfato Triplo	kg	250	0,33	82,50												
. Sulfato de potássio	kg	180	0,22	39,60												
. Formicida	kg	2	1,32	2,64												
Inseticida																
. Furadan	l	4	6,25	25,00												
. Sevin - 85 pm	kg	1	5,20	5,20												
Energia Elétrica	kw	2.000	0,06	120,00												
CUSTO INSUMOS (II)				358,94												
CUSTO TOTAL (I+II)				883,94												
RECEITA BRUTA (VBP - CT)																1.476,06

OBSERVAÇÕES

- D/H dia/homem
- h/m hora/máquina
- kg quilograma
- l litro
- t tonelada
- unid unidade
- VBP Valor Bruto da Produção
- CT Custo Total

FONTE: MIR/SIR (1994)

Tabela 4.29 - Conta cultural - 1,0 ha

Cultura: GOIABA (Implantação) Preço produto R\$ 263,00 /t

Produção: 1 t- VBP R\$ 263,00

Discriminação	Unid	Quant	Custo		Mes											
			Unitário R\$	Global R\$	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
SERVIÇOS																
. Aração/Gradagem	h/m	5	20,00	100,00	5											
. Marcação e Coveamento	D/H	23	7,00	161,00	23											
. Adubação de Fundação	D/H	6	7,00	42,00	6											
. Adubação de Cobertura	D/H	4	7,00	28,00				2			2					
. Plantio e Replatio	D/H	9	7,00	63,00		6		3								
. Coroamento	D/H	8	7,00	56,00				4					4			
. Controle Fitossanitario	D/H	7	7,00	49,00					3			2			2	
. Irrigação	D/H	18	7,00	126,00			1	1	2	2	2	2	2	2	2	2
CUSTO SERVIÇOS (I)																
	D/H	75	7,00		29	6	1	10	5	2	4	4	6	2	4	2
	h/m	7	20,00	665,00	5			2								
INSUMOS																
. Mudas	Unid.	300	2,00	600,00												
. Esterco de Curral	t	5	8,92	44,60												
. Sulfato de Amônio	kg	150	0,21	31,50												
. Superfosfato Simples	kg	200	0,27	54,00												
. Cloreto de Potássio	kg	100	0,24	24,00												
. Folidol 60 CE	l	1	11,54	11,54												
. Triclor Fon	l	1	8,67	8,67												
. Agril (Espalhante)	l	1	3,04	3,04												
. Formicida	kg	2	1,32	2,64												
Energia Elétrica	Kw	2.000	0,06	120,00												
CUSTO INSUMOS (II)				899,99												
CUSTO TOTAL (I+II)				1.564,99												
RECEITA BRUTA (VBP - CT)				-1.301,99												

OBSERVAÇÕES

- D/H dia/homem
- h/m hora/máquina
- kg quilograma
- l litro
- t tonelada
- unid unidade
- VBP Valor Bruto da Produção
- CT Custo Total

FONTE: MIR/SIR (1994)

Tabela 4.30 - Conta cultural - 1,0 ha

Cultura: GOIABA (2º ANO) Preço produto R\$ 263,00 /t

Produção: 4 t VBP R\$ 1.052,00

Discriminação	Unid	Quant	Custo		Mes											
			Unitário R\$	Global R\$	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
SERVIÇOS																
. Gradagem	h/m	2	20,00	40,00				1		1						
. Coroamento	D/H	10	7,00	70,00				5		4				3		
. Adução Cobertura	D/H	4	7,00	28,00			5									
. Controle Fitossanitário	D/H	4	7,00	28,00				2			2			2		
. Podas	D/H	2	7,00	14,00			3									
. Irrigação	D/H	14	7,00	98,00	2				1	2	2	2	2	2	2	1
CUSTO SERVIÇOS (I)																
	D/H	44	7,00		2	8	7	1	6	4	2	2	7	2	2	1
	h/m	2	20,00	348,00				1	1							
INSUMOS																
. Sulfato de Amônio	kg	180	0,21	37,80												
. Superfosfato Simples	kg	230	0,27	62,10												
. Cloreto de Potássio	kg	130	0,24	31,20												
. Malatol 100 E	l	1	11,54	11,54												
. Folidol 60 CE	l	1	7,67	7,67												
. Agriil (Espalhante)	l	1	3,04	3,04												
. Formicida	kg	2	1,32	2,64												
Energia Elétrica	kw	2.000	0,06	120,00												
CUSTO INSUMOS (II)				275,99												
CUSTO TOTAL (I+II)				623,99												
RECEITA BRUTA (VBP - CT)				428,01												

OBSERVAÇÕES

- D/H dia/homem
- h/m hora/máquina
- kg quilograma
- l litro
- t tonelada
- unid unidade
- VBP Valor Bruto da Produção
- CT Custo Total

FONTE: MIR/SIR (1994)

Tabela 4.31 - Conta cultural - 1,0 ha

Cultura: GOIABA (3ºANO) Preço produto R\$ 263,00 /t

Produção: 5 t VBP R\$ 1.315,00

Discriminação	Unid	Quant	Custo		Mes											
			Unitário R\$	Global R\$	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
SERVIÇOS																
. Gradagem	h/m	2	20,00	40,00				1		1						
. Coroamento	D/H	15	7,00	105,00			6		6			3				
. Adubação Cobertura	D/H	5	7,00	35,00		5										
. Controle Fitossanitário	D/H	6	7,00	42,00			2		2			2				
. Podas	D/H	4	7,00	28,00											4	
. Colheita Manual	D/H	10	7,00	70,00						3	4	3				
. Irrigação	D/H	18	7,00	126,00	2		1	1	1	1	2	2	2	2	2	2
CUSTO SERVIÇOS (I)																
	D/H	58	7,00		2	5	9	1	3	10	6	7	5	6	2	2
	h/m	2	20,00	446,00			1			1						
INSUMOS																
. Sulfato de Amônio	kg	200	0,21	42,00												
. Superfosfato Simples	kg	250	0,27	67,50												
. Cloreto de Potássio	kg	150	0,24	36,00												
. Folidol 60 CE	l	1	11,54	11,54												
. Malatol 100 E	l	1	7,67	7,67												
. Agril (Espalhante)	l	1	3,04	3,04												
. Formicida	kg	1	1,32	1,32												
Energia Elétrica	kw	2.000	0,06	120,00												
CUSTO INSUMOS (II)																
				289,07												
CUSTO TOTAL (I+II)				735,07												
RECEITA BRUTA (VBP - CT)				579,93												

OBSERVAÇÕES

- D/H dia/homem
- h/m hora/máquina
- kg quilograma
- l litro
- t tonelada
- unid unidade
- VBP Valor Bruto da Produção
- CT Custo Total

FONTE: MIR/SIR (1994)

Tabela 4.32 - Conta cultural - 1,0 ha

Cultura: GOIABA (4º ANO) Preço produto R\$ 263,00 /t

Produção: 20 t VBP R\$ 5.260,00

Discriminação	Unid	Quant	Custo		Mes											
			Unitário R\$	Global R\$	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
SERVIÇOS																
. Gradagem	h/m	2	20,00	40,00					2							
. Coroamento	D/H	15	7,00	105,00		7			8							
. Adubação Cobertura	D/H	8	7,00	56,00		4	4									
. Controle Fitossanitário	D/H	6	7,00	42,00			2			2			2			
. Podas	D/H	6	7,00	42,00		3										3
. Colheita Manual	D/H	46	7,00	322,00						6	10	10	10	10		
. Irrigação	D/H	18	7,00	126,00	1			1	2	2	2	2	2	2	2	2
CUSTO SERVIÇOS (I)																
	D/H	99	7,00		1	14	6	1	10	10	12	12	14	12	5	2
	h/m	2	20,00	733,00				2								
INSUMOS																
. Sulfato de Amônio	kg	230	0,21	48,30												
. Superfosfato Simples	kg	280	0,27	75,60												
. Cloreto de Potássio	kg	180	0,24	43,20												
. Folícol 60 CE	l	1	11,54	11,54												
. Malatol 100 E	l	1	7,67	7,67												
. Agril (Espalhante)	l	1	3,04	3,04												
. Formicida	kg	1	1,32	1,32												
Energia Elétrica	kw	2.000	0,06	120,00												
CUSTO INSUMOS (II)				310,67												
CUSTO TOTAL (I+II)				1.043,67												
RECEITA BRUTA (VBP - CT)				4.216,33												

OBSERVAÇÕES

- D/H dia/homem
- h/m hora/máquina
- kg quilograma
- l litro
- t tonelada
- unid unidade
- VBP Valor Bruto da Produção
- CT Custo Total

FONTE: MIR/SIR (1994)

Tabela 4.33 - Conta cultural - 1,0 ha

Cultura: GOIABA (5ºANO) Preço produto R\$ 263,00 /t

Produção: 25 t VBP R\$ 6.575,00

Discriminação	Unid	Quant	Custo		Mes											
			Unitário R\$	Global R\$	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
SERVIÇOS																
. Gradagem	h/m	2	20,00	40,00				2								
. Coroamento	D/H	15	7,00	105,00		8			7							
. Adubação Cobertura	D/H	8	7,00	56,00	5		3									
. Controle Fitossanitário	D/H	8	7,00	56,00				3			2			3		
. Podas	D/H	9	7,00	63,00		4										5
. Colheita Manual	D/H	50	7,00	350,00					6	6	10	10	10	8		
. Irrigação	D/H	18	7,00	126,00	2			1	1	2	2	2	2	2	2	2
CUSTO SERVIÇOS (I)	D/H	108	7,00		7	12	3	4	14	8	14	12	12	13	2	7
	h/m	2	20,00	796,00			2									
INSUMOS																
. Sulfato de Amônio	kg	250	0,21	52,50												
. Superfosfato Simples	kg	300	0,27	81,00												
. Cloreto de Potássio	kg	200	0,24	48,00												
. Folidol 60 CE	l	1	11,54	11,54												
. Malatol 100 E	l	1	7,67	7,67												
. Agril (Espalhante)	l	1	3,04	3,04												
. Formicida	kg	1	1,32	1,32												
Energia Elétrica	Kw	2.000	0,06	120,00												
CUSTO INSUMOS (II)				325,07												
CUSTO TOTAL (I+II)				1.121,07												
RECEITA BRUTA	(VBP - CT)			5.453,93												

OBSERVAÇÕES

- D/H dia/homem
- h/m hora/máquina
- kg quilograma
- l litro
- t tonelada
- unid unidade
- VBP Valor Bruto da Produção
- CT Custo Total

FONTE: MIR/SIR (1994)

Tabela 4.34 - Conta cultural - 1,0 ha

Cultura: GOIABA (6ºANO) Preço produto R\$ 263,00 /t

Produção: 25 t VBP R\$ 6.575,00

Discriminação	Unid	Quant	Custo		Mes											
			Unitário R\$	Global R\$	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
SERVIÇOS																
. Gradagem	h/m	2	20,00	40,00			2									
. Coroamento	D/H	15	7,00	105,00		8			7							
. Adubação Cobertura	D/H	8	7,00	56,00	5		3									
. Controle Fitossanitario	D/H	8	7,00	56,00				3			2			3		
. Podas	D/H	9	7,00	63,00		4										5
. Colheita Manual	D/H	50	7,00	350,00					6	6	10	10	10	8		
. Irrigação	D/H	18	7,00	126,00	2			1	1	2	2	2	2	2	2	2
CUSTO SERVIÇOS (I)	D/H	108	7,00		7	12	3	4	14	8	14	12	12	13	2	7
	h/m	2	20,00	796,00			2									
INSUMOS																
. Sulfato de Amônio	kg	250	0,21	52,50												
. Superfosfato Simples	kg	300	0,27	81,00												
. Cloreto de Potássio	kg	200	0,24	48,00												
. Folidol 60 CE	l	1	11,54	11,54												
. Malatol 100 E	l	1	7,67	7,67												
. Agril (Espalhante)	l	1	3,04	3,04												
. Formicida	kg	1	1,32	1,32												
Energia Elétrica	Kw	2.000	0,06	120,00												
CUSTO INSUMOS (II)				325,07												
CUSTO TOTAL (I+II)				1.121,07												
RECEITA BRUTA	(VBP - CT)			5.453,93												

OBSERVAÇÕES

- D/H dia/homem
- h/m hora/máquina
- kg quilograma
- l litro
- t tonelada
- unid unidade
- VBP Valor Bruto da Produção
- CT Custo Total

FONTE: MIR/SIR (1994)

Tabela 4.35 - Conta cultural - 1,0 ha

Cultura: LARANJA (Implantação) Preço produto R\$ 100,00 /t

Produção: --x-- VBP R\$ 0,00

Discriminação	Unid	Quant	Custo		Mes											
			Unitário R\$	Global R\$	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
SERVIÇOS																
. Aração	h/m	3	20,00	60,00	3											
. Gradagem	h/m	2	20,00	40,00	2											
. Marcação/Coveamento	D/H	7	7,00	49,00	7											
. Adubação de Fundação	D/H	4	7,00	28,00	4											
. Plantio/Replatio	D/H	5	7,00	35,00		4		1								
. Adubação Cobertura	D/H	3	7,00	21,00			2		1							
. Capinas	D/H	15	7,00	105,00		2	5	3		3		2				
. Podas/Desbrotas	D/H	3	7,00	21,00		1	1			1						
. Controle Fitossanitário	D/H	3	7,00	21,00				1				2				
. Irrigação	D/H	15	7,00	105,00					1	2	2	2	2	2	2	2
CUSTO SERVIÇOS (I)																
	D/H	55	7,00		11	7	8	5	2	6	2	2	6	2	2	2
	h/m	5	20,00	485,00	5											
INSUMOS																
. Mudas	Unid.	245	3,00	735,00												
. Adubo Orgânico	t	3	8,92	26,76												
. Sulfato de Amônia	kg	30	0,21	6,30												
. Superfosfato Simples	kg	100	0,27	27,00												
. Cloreto de Potássio	kg	35	0,24	8,40												
. Formicidol	kg	3	1,32	3,96												
. Folidol 60 CE	l	2	11,54	23,08												
. Fungicida Cúprico	kg	2	4,50	9,00												
Energia Elétrica	kw	2.000	0,06	120,00												
CUSTO INSUMOS (II)				959,50												
CUSTO TOTAL (I+II)				1.444,50												
RECEITA BRUTA (VBP - CT)				-1.444,50												

OBSERVAÇÕES

- D/H dia/homem
- h/m hora/máquina
- kg quilograma
- l litro
- t tonelada
- unid unidade
- VBP Valor Bruto da Produção
- CT Custo Total

FONTE: MIR/SIR (1994)

Tabela 4.36 - Conta cultural - 1,0 ha

Cultura: LARANJA (2º Ano) Preço produto R\$ 100,00 /t

Produção: -- x -- VBP R\$ 0,00

Discriminação	Unid	Quant	Custo		Mes											
			Unitário R\$	Global R\$	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
SERVIÇOS																
. Replanteio	D/H	1	7,00	7,00	1											
. Adubação/Cobertura	D/H	3	7,00	21,00		1						1		1		
. Podas/Desbrotas	D/H	3	7,00	21,00	1			1		1						
. Capinas	D/H	15	7,00	105,00		4	4	4			1			2		
. Controle Fitossanitário	D/H	6	7,00	42,00		2			2				1		1	
. Irrigação	D/H	14	7,00	98,00					1	1	2	2	2	2	2	2
CUSTO SERVIÇOS (I)	D/H	42	7,00		2	7	4	5	3	2	3	3	3	5	3	2
				294,00												
INSUMOS																
. Mudas	Unid.	20	3,00	60,00												
. Sulfato de Amônia	kg	75	0,21	15,75												
. Superfosfato Simples	kg	135	0,27	36,45												
. Cloreto de Potássio	kg	50	0,24	12,00												
. Formicidol	kg	3	1,32	3,96												
. Folidol 60 CE	l	3	11,54	34,62												
. Fungicida Cúprico	kg	2	4,50	9,00												
. Agril (Espalhante)	l	1	3,04	3,04												
Energia Elétrica	kw	2.000	0,06	120,00												
CUSTO INSUMOS (II)				294,82												
CUSTO TOTAL (I+II)				588,82												
RECEITA BRUTA	(VBP - CT)			-588,82												

OBSERVAÇÕES

- D/H dia/homem
- h/m hora/máquina
- kg quilograma
- l litro
- t tonelada
- unid unidade
- VBP Valor Bruto da Produção
- CT Custo Total

FONTE: MIR/SIR (1994)

Tabela 4.37 - Conta cultural - 1,0 ha

Cultura: LARANJA (3º Ano) Preço produto R\$ 100,00 /t

Produção: 3,4 t VBP R\$ 340,00

Discriminação	Unid	Quant	Custo		Mes											
			Unitário R\$	Global R\$	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
SERVIÇOS																
. Adubação Cobertura	D/H	3	7,00	21,00		1						1			1	
. Podas	D/H	2	7,00	14,00		1					1					
. Capinas	D/H	15	7,00	105,00		3	5	4			1				2	
. Controle Fitossanitário	D/H	12	7,00	84,00		1		2		3		2			2	2
. Irrigação	D/H	14	7,00	98,00					1	1	2	2	2	2	2	2
. Colheita Manual	D/H	7	7,00	49,00									4	3		
CUSTO SERVIÇOS (I)	D/H	53	7,00			6	5	6	1	4	4	5	6	10	4	2
				371,00												
INSUMOS																
. Sulfato de Amônia	kg	100	0,21	21,00												
. Superfosfato Simples	kg	200	0,27	54,00												
. Cloreto de Potássio	kg	75	0,24	18,00												
. Formicidol	kg	3	1,32	3,96												
. Folidol 60 CE	l	3	11,54	34,62												
. Fungicida Cúprico	kg	2	4,50	9,00												
. Agril (Espalhante)	l	1	3,04	3,04												
Energia Elétrica	kw	2.000	0,06	120,00												
CUSTO INSUMOS (II)				263,62												
CUSTO TOTAL (I+II)				634,62												
RECEITA BRUTA (VBP - CT)					-294,62											

OBSERVAÇÕES

- D/H dia/homem
- h/m hora/máquina
- kg quilograma
- l litro
- t tonelada
- unid unidade
- VBP Valor Bruto da Produção
- CT Custo Total

FONTE: MIR/SIR (1994)

Tabela 4.38 - Conta cultural - 1,0 ha

Cultura: LARANJA (4º Ano) Preço produto R\$ 100,00 /t

Produção: 16 t VBP R\$ 1.600,00

Discriminação	Unid	Quant	Custo		Mes											
			Unitário R\$	Global R\$	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
SERVIÇOS																
. Adubação em Cobertura	D/H	6	7,00	42,00		2						2		2		
. Podas	D/H	2	7,00	14,00						2						
. Capinas Manuais	D/H	8	7,00	56,00		2		2		2				2		
. Ceifa e Gradagem	h/m	4	20,00	80,00			2		2							
. Controle Fitossanitário	D/H	13	7,00	91,00		2		3		2			3		2	1
. Irrigação	D/H	14	7,00	98,00						2	2	2	2	2	2	2
. Colheita Manual	D/H	14	7,00	98,00									4	4	4	2
CUSTO SERVIÇOS (I)	D/H	57	7,00			6		5		4	6	4	9	10	8	5
	h/m	4	20,00	479,00			2		2							
INSUMOS																
. Sulfato de Amônia	kg	250	0,21	52,50												
. Superfosfato Simples	kg	300	0,27	81,00												
. Cloreto de Potássio	kg	100	0,24	24,00												
. Formicidol	kg	3	1,32	3,96												
. Folidol 60 CE	l	3,5	11,54	40,39												
. Fungicida Cúprico	kg	2,5	4,50	11,25												
. Agril (Espalhante)	l	1	3,04	3,04												
Energia Elétrica	kw	2.000	0,06	120,00												
CUSTO INSUMOS (II)				336,14												
CUSTO TOTAL (I+II)				815,14												
RECEITA BRUTA (VBP - CT)																784,86

OBSERVAÇÕES

- D/H dia/homem
- h/m hora/máquina
- kg quilograma
- l litro
- t tonelada
- unid unidade
- VBP Valor Bruto da Produção
- CT Custo Total

FONTE: MIR/SIR (1994)

Tabela 4.39 - Conta cultural - 1,0 ha

Cultura: LARANJA (5º Ano) Preço produto R\$ 100,00 /t

Produção: 24 t VBP R\$ 2.400,00

Discriminação	Unid	Quant	Custo		Mes											
			Unitário R\$	Global R\$	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
SERVIÇOS																
. Adubação em Cobertura	D/H	6	7,00	42,00		2						2		2		
. Podas	D/H	2	7,00	14,00						2						
. Capinas Manuais	D/H	8	7,00	56,00			2		2			2		2		
. Ceifa e Gradagem	h/m	4	20,00	80,00			2		2							
. Controle Fitossanitário	D/H	18	7,00	126,00		2	2	2		4		2	2	2	2	
. Irrigação	D/H	14	7,00	98,00					1	1	2	2	2	2	2	
. Colheita Manual	D/H	40	7,00	280,00									10	10	10	
CUSTO SERVIÇOS (I)	D/H	88	7,00			4	4	2	3	7	2	8	14	18	14	
	h/m	4	20,00	696,00			2			2						
INSUMOS																
. Sulfato de Amônia	kg	300	0,21	63,00												
. Superfosfato Simples	kg	660	0,27	178,20												
. Cloreto de Potássio	kg	360	0,24	86,40												
. Formicidol	kg	3	1,32	3,96												
. Folidol 60 CE	l	3,5	11,54	40,39												
. Fungicida Cúprico	kg	2,5	4,50	11,25												
. Agril (Espalhante)	l	1	3,04	3,04												
Energia Elétrica	kw	2.000	0,06	120,00												
CUSTO INSUMOS (II)				506,24												
CUSTO TOTAL (I+II)				1.202,24												
RECEITA BRUTA (VBP - CT)				1.197,76												

OBSERVAÇÕES

- D/H dia/homem
- h/m hora/máquina
- kg quilograma
- l litro
- t tonelada
- unid unidade
- VBP Valor Bruto da Produção
- CT Custo Total

FONTE: MIR/SIR (1994)

Tabela 4.40 - Conta cultural - 1,0 ha

Cultura: LARANJA (6º Ano) Preço produto R\$ 100,00 /t

Produção: 24 t VBP R\$ 2.400,00

Discriminação	Unid	Quant	Custo		Mes											
			Unitário R\$	Global R\$	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
SERVIÇOS																
. Adubação em Cobertura	D/H	6	7,00	42,00	2						2		2			
. Podas	D/H	4	7,00	28,00						4						
. Capinas Manuais	D/H	8	7,00	56,00		2		2		2						
. Ceifa e Gradagem	h/m	4	20,00	80,00				2		2						
. Controle Fitossanitário	D/H	20	7,00	140,00		2		2		4		5	3	3	1	
. Irrigação	D/H	14	7,00	98,00					1	1	2	2	2	2	2	2
. Colheita Manual	D/H	54	7,00	378,00									12	15	15	12
CUSTO SERVIÇOS (I)	D/H	106	7,00		2	4		4	1	11	4	7	19	22	18	14
	h/m	4	20,00	822,00			2			2						
INSUMOS																
. Sulfato de Amônia	kg	300	0,21	63,00												
. Superfósforo Simples	kg	660	0,27	178,20												
. Cloreto de Potássio	kg	360	0,24	86,40												
. Formicidol	kg	3	1,32	3,96												
. Folidol 60 CE	l	3,5	11,54	40,39												
. Fungicida Cúprico	kg	3	4,50	13,50												
. Agril (Espalhante)	l	1,5	3,04	4,56												
Energia Elétrica	kw	2.000	0,06	120,00												
CUSTO INSUMOS (II)				510,01												
CUSTO TOTAL (I+II)				1.332,01												
RECEITA BRUTA (VBP - CT)				1.067,99												

OBSERVAÇÕES

- D/H dia/homem
- h/m hora/máquina
- kg quilograma
- l litro
- t tonelada
- unid unidade
- VBP Valor Bruto da Produção
- CT Custo Total

FONTE: MIR/SIR (1994)

Tabela 4.41 - Conta cultural - 1,0 ha

Cultura: MELÃO (1ª SAFRA) Preço Produto R\$ 194,00 /t

Produção: 20 t VBP R\$ 3.880,00

Discriminação	Unid	Quant	Custo		Mes											
			Unitário R\$	Global R\$	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
SERVIÇOS																
. Aração	h/m	2	20,00	40,00						2						
. Gradagem	h/m	3	20,00	60,00						3						
. Sulcamento	h/m	2	20,00	40,00						2						
. Controle Fitossanitário	h/m	5	20,00	100,00						2	2	1				
. Transporte/Colheita	h/m	25	20,00	500,00							5	20				
. Adubação de fundação	D/H	10	7,00	70,00						10						
. Plantio e replantio	D/H	20	7,00	140,00						20						
. Desbaste	D/H	8	7,00	56,00						8						
. Capinas manuais	D/H	30	7,00	210,00						10	20					
. Adubação em cobertura	D/H	3	7,00	21,00							3					
. Colheita	D/H	40	7,00	280,00							15	25				
. Classificação/Embalagem	D/H	20	7,00	140,00							5	15				
. Irrigação	D/H	15	7,00	105,00						10	5					
CUSTO SERVIÇOS (I)	D/H	146	7,00							58	48	40				
	h/m	37	20,00	1.762,00						9	7	21				
INSUMOS																
. Sementes	kg	0,8	750,00	600,00												
. Formulado 20-00-20	kg	800	0,28	224,00												
. Sulfato de amônio	kg	250	0,21	52,50												
. Micronutrientes	l	4	4,50	18,00												
. Esterco de curral	ton	10	8,92	89,20												
. Inseticidas	l	11	14,41	158,51												
. Inseticida/Bactericida	kg	1,5	14,88	22,32												
. Fungicidas	kg	12	16,81	201,72												
. Acaricida/Fungicida	kg	4	7,52	30,08												
. Espalhante adesivo	l	2	3,04	6,08												
Energia Elétrica	kw	2000	0,06	120,00												
CUSTO INSUMOS (II)				1.522,41												
CUSTO TOTAL (I+II)				3.284,41												
RECEITA BRUTA	(VBP - CT)			595,59												

OBSERVAÇÕES

- D/H dia/homem
- h/m hora/máquina
- kg quilograma
- l litro
- t tonelada
- unid unidade
- VBP Valor Bruto da Produção
- CT Custo Total

FONTE: MIR/SIR (1994)

Tabela 4.43 - Conta cultural - 1,0 ha

Cultura: MELÃO (2ª SAFRA) Preço Produto R\$ 194,00 /t
 Produção: 20 t VBP R\$ 3.880,00

Discriminação	Unid	Quant	Custo		Mes												
			Unitário R\$	Global R\$	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	
SERVIÇOS																	
. Aração	h/m	2	20,00	40,00											2		
. Gradagem	h/m	3	20,00	60,00											3		
. Sulcamento	h/m	2	20,00	40,00											2		
. Controle Fitossanitário	h/m	5	20,00	100,00											2	3	
. Transporte/Colheita	h/m	25	20,00	500,00											5	20	
. Adubação de fundação	D/H	10	7,00	70,00											10		
. Plantio e replantio	D/H	20	7,00	140,00											20		
. Desbaste	D/H	8	7,00	56,00											8		
. Capinas manuais	D/H	30	7,00	210,00											10	20	
. Adubação em cobertura	D/H	3	7,00	21,00												3	
. Colheita	D/H	40	7,00	280,00											15	25	
. Classificação/Embalagem	D/H	20	7,00	140,00											5	15	
. Irrigação	D/H	15	7,00	105,00											7	8	
<hr/>																	
CUSTO SERVIÇOS (I)	D/H	146	7,00												55	51	40
	h/m	37	20,00	1.762,00											9	8	20
INSUMOS																	
. Sementes	kg	0,8	750,00	600,00													
. Formulado 20-00-20	kg	800	0,28	224,00													
. Sulfato de Amônio	kg	250	0,21	52,50													
. Micronutrientes	l	4	4,50	18,00													
. Esterco de Curral	t	10	8,92	89,20													
. Inseticidas	l	11	14,41	158,51													
. Inseticida/Bactericida	kg	1,5	14,88	22,32													
. Fungicidas	kg	12	16,81	201,72													
. Acaricida/Fungicida	kg	4	7,52	30,08													
. Espalhante de Adesivo	l	2	3,04	6,08													
Energia Elétrica	kw	2000	0,06	120,00													
<hr/>																	
CUSTO INSUMOS (II)				1.522,41													
CUSTO TOTAL (I+II)				3.284,41													
RECEITA BRUTA	(VBP - CT)			595,59													

OBSERVAÇÕES

- D/H dia/homem
- h/m hora/máquina
- kg quilograma
- l litro
- t tonelada
- unid unidade
- VBP Valor Bruto da Produção
- CT Custo Total

FONTE: MIR/SIR (1994)

Tabela 4.44 - Conta cultural - 1,0 ha

Cultura: TOMATE (1ª Safra) Preço Produto R\$ 200,00 /t

Produção: 40 t VBP R\$ 8.000,00

Discriminação	Unid	Quant	Custo		Mes											
			Unitário R\$	Global R\$	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
SERVIÇOS																
. Aração	h/m	3	20,00	60,00						3						
. Gradagem	h/m	2	20,00	40,00					2							
. Transporte Interno	h/m	1	20,00	20,00									1			
. Confecção de Canteiros	D/H	6	7,00	42,00					6							
. Adubação	D/H	2	7,00	14,00					2							
. Plantio	D/H	1	7,00	7,00					1							
. Transplântio/Replântio	D/H	20	7,00	140,00					20							
. Adubação de fundação	D/H	10	7,00	70,00					10							
. Capinas	D/H	35	7,00	245,00					5	15	15					
. Adubação de Cobertura	D/H	6	7,00	42,00						3	3					
. Aplicação de defensivos	D/H	47	7,00	329,00					12	13	13	9				
. Irrigação	D/H	51	7,00	357,00					13	14	14	10				
. Colheita e Transporte	D/H	80	7,00	560,00								80				
CUSTO SERVIÇOS (I)	D/H	258	7,00						69	45	45	99				
	h/m	6	20,00	1.926,00					5			1				
INSUMOS																
. Superfosfato triplo	kg	450	0,33	148,50												
. Cloreto de potássio	kg	130	0,24	31,20												
. Sulfato de Amônia	kg	600	0,21	126,00												
. Esterco de Curral	t	10	8,92	89,20												
. Sementes	kg	0,4	190,00	76,00												
. Inseticida - Pó	kg	4	7,50	30,00												
. Inseticida - Líquido	l	3	29,00	87,00												
. Acaricida	l	1	10,62	10,62												
. Fungicida	kg	8	15,50	124,00												
. Espalhante Adesivo	l	3	2,58	7,74												
Energia Elétrica	kw	1500	0,06	90,00												
CUSTO INSUMOS (II)				820,26												
CUSTO TOTAL (I+II)				2.746,26												
RECEITA BRUTA	(VBP - CT)			5.253,74												

OBSERVAÇÕES

- D/H dia/homem
- h/m hora/máquina
- kg quilograma
- l litro
- t tonelada
- unid unidade
- VBP Valor Bruto da Produção
- CT Custo Total

FONTE: SIR/MIR (1994)

Tabela 4.45 - Conta cultural - 1,0 ha

Cultura: TOMATE (2ª Safra) Preço Produto R\$ 200,00 /t

Produção: 40 t VBP R\$ 8.000,00

Discriminação	Unid	Quant	Custo		Mes											
			Unitário R\$	Global R\$	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
SERVIÇOS																
. Aração	h/m	3	20,00	60,00												3
. Gradagem	h/m	2	20,00	40,00												2
. Transporte Interno	h/m	1	20,00	20,00		1										
. Confeção de Canteiros	D/H	6	7,00	42,00												6
. Adubação	D/H	2	7,00	14,00												2
. Plantio	D/H	1	7,00	7,00												1
. Transplântio/Replântio	D/H	20	7,00	140,00												20
. Adubação de fundação	D/H	10	7,00	70,00												10
. Capinas	D/H	35	7,00	245,00	15											5 15
. Adubação de Cobertura	D/H	6	7,00	42,00	3											3
. Aplicação de defensivos	D/H	30	7,00	210,00	13	9										12 13
. Irrigação	D/H	31	7,00	217,00	14	10										13 14
. Colheita e Transporte	D/H	50	7,00	350,00		80										
CUSTO SERVIÇOS (I)																
	D/H	258	7,00		45	99										69 45
	h/m	6	20,00	1.926,00		1										5
INSUMOS																
. Superfosfato triplo	kg	450	0,33	148,50												
. Cloreto de potássio	kg	130	0,24	31,20												
. Sulfato de Amônia	kg	600	0,21	126,00												
. Esterco de Curral	t	10	8,92	89,20												
. Sementes	kg	0,4	190,00	76,00												
. Inseticida - Pó	kg	4	7,50	30,00												
. Inseticida - Líquido	l	3	29,00	87,00												
. Acaricida	l	1	10,62	10,62												
. Fungicida	kg	8	15,50	124,00												
. Espalhante Adesivo	l	3	2,58	7,74												
Energia Elétrica	kw	1500	0,06	90,00												
CUSTO INSUMOS (II)																
				820,26												
CUSTO TOTAL (I+II)				2.746,26												
RECEITA BRUTA (VBP - CT)				5.253,74												

OBSERVAÇÕES

- D/H dia/homem
- h/m hora/máquina
- kg quilograma
- l litro
- t tonelada
- unid unidade
- VBP Valor Bruto da Produção
- CT Custo Total

FONTE: MIR/SIR (1994)

Tabela 4.45 – Custos e receita bruta anual com irrigação (R\$/hectare)

Cultura	Ano 1		Ano 2		Ano 3		Ano 4		Ano 5		Ano 6		Período RBEP
	Custos	Rec.bruta	Custos	Rec.bruta	Custos	Rec.bruta	Custos	Rec.bruta	Custos	Rec.bruta	Custos	Rec.bruta	
Abacaxi	4.698,36	-4.698,36	1.397,49	7.242,51	521,33	6.678,67	521,33	6.678,67	521,33	6.678,67	521,33	6.678,67	25.776,02
Banana	1.461,59	3.258,41	697,94	2.842,06	463,94	1.896,06	463,94	1.896,06	463,94	1.896,06	463,94	1.896,06	9.669,42
Goiaba	676,99	-676,99	315,99	-315,99	371,07	943,93	371,07	943,93	371,07	943,93	-	-	725,60
Laranja	1.074,50	-1.074,50	300,82	-300,82	37,38	302,62	443,14	236,86	706,24	1.333,76	764,01	2.235,99	783,21
Melão	1.521,59	2.358,41	1.521,59	2.358,41	1.521,59	2.358,41	1.521,59	2.358,41	1.521,59	2.358,41	1.521,59	2.358,41	5.020,92
Tomate	1.588,26	1.711,74	1.588,26	1.711,74	1.588,26	1.711,74	1.588,26	1.711,74	1.588,26	1.711,74	1.588,26	1.711,74	740,88

Rec.bruta (VBP – Custos) em (R\$/hectare)

VBP (Valor bruto da produção) em (R\$/hectare)

RBEP (Receita bruta total para estabilização do projeto) em (R\$/hectare)

FONTE: MINTER, 1994

Tabela 4.46 – Mão-de-obra anual necessária por cultura (dia/homem)/hectare

Cultura	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5	Ano 6	Total
Abacaxi	114	116	56	56	56	56	454
Banana	222	153	75	75	75	75	675
Goiaba	75	44	58	58	58	-	351
Laranja	55	42	53	57	88	106	401
Melão	146	146	146	146	146	146	876
Tomate	258	258	258	258	258	258	1548

FONTE: MINTER, 1994

Tabela 5.1 - Postos pluviométricos em volta do reservatório Coremas/Mãe D'água

Ordem	Código	Nome do Posto	Lat (graus)	Long (graus)	Altitude(m)	Ano-início	Ano-fim	Duração (anos)
1	3833835	Nazarezinho	6 55'	38 20'	265	1935	1993	59
2	3833869	S.J. da Lagoa Tapada	6 56'	38 09'	260	1962	1993	32
3	3833908	Engenheiros Ávidos	6 58'	38 28'	250	1908	1989	82
4	3834877	Condado	6 54'	37 37'	260	1941	1989	49
5	3834894	Malta	6 54''	37 32'	340	1922	1993	72
6	3834945	Cajazeirinhas	6 58'	37 47'	400	1962	1981	20
7	3842698	Bonito de Santa Fé	7 19'	38 31'	575	1933	1994	62
8	3843042	Timbaúba	7 01'	38 18'	520	1933	1977	45
9	3843166	Aguiar	7 05'	38 11'	280	1933	1992	60
10	3843202	S. José de Piranhas	7 07'	38 30'	300	1911	1994	84
11	3843537	Serra Grande	7 15'	38 18'	585	1933	1993	61
12	3843667	Itaporanga	7 18'	38 09'	230	1910	1993	84
13	3843727	Bom Jesus	7 21'	38 22'	470	1933	1991	59
14	3843857	S. Boaventura	7 24'	38 13'	300	1962	1993	32
15	3843919	Ibiara	7 29'	38 25'	330	1962	1993	32
16	3843992	Nova Olinda	7 28'	38 03'	315	1933	1991	59
17	3844007	Coremas(Extravasor)	7 00'	37 58'	220	1964	1977	14
18	3844008	Coremas (Açude)	7 01'	37 58'	220	1933	1985	53
19	3844279	Catingueira	7 08'	37 37'	290	1933	1991	59
20	3844313	Piancó	7 11'	37 57'	250	1910	1977	68
21	3844448	Olho d'água	7 13'	37 46'	275	1933	1993	61
22	3844703	Garrotes	7 23'	38 00'	305	1962	1993	32
23	3852197	Conceição	7 33'	38 31'	370	1910	1993	84
24	3853467	Manaira	7 42'	38 09'	605	1933	1993	61
25	3853499	Princesa Isabel	7 44'	38 00'	660	1911	1991	81
26	3854036	Juru	7 32'	37 50'	470	1962	1993	32
27	3854072	Água Branca	7 31'	37 39'	710	1931	1993	63

Tabela 5.7 - Parâmetros estatísticos das séries pluviométricas: 01, 02, 03, 04 e 05 - valores (mm)

SÉRIES	PARÂMETROS	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	TOTAL
1	MÉDIA	75,1	128,5	190,9	149	61,6	28,2	17,7	22,8	22	20,7	22,6	71,3	810,4
	MÍNIMO	263,5	331,3	452,8	398,9	221,3	107,7	71,3	115,8	87,7	251	124,3	326,2	1662,5
	MÁXIMO	3,7	7,6	17,9	11,9	1,1	2,5	0,2	0,2	0,1	0,3	0	0	247,6
	DESVIO	53,2	81,8	96	93,9	48,4	20,3	14	27,8	29	30,5	24	93,9	279,1
	CVR	0,71	0,64	0,50	0,63	0,79	0,72	0,79	1,22	1,32	1,47	1,06	1,32	0,34
2	MÉDIA	84,1	144	213,9	166,9	69,1	31,6	19,8	25,5	24,6	23,2	25,3	79,9	907,9
	MÍNIMO	298,7	375,5	513,2	452,1	250,8	122,1	80,8	131,3	99,5	284,5	140,8	369,7	1884
	MÁXIMO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	DESVIO	60,6	93,5	110,6	107,3	55,1	23,1	15,9	31,4	32,7	34,5	27,1	105,4	329,6
	CVR	0,72	0,65	0,52	0,64	0,80	0,73	0,80	1,23	1,33	1,49	1,07	1,32	0,36
3	MÉDIA	96,8	165,5	246	191,9	79,4	36,3	22,8	29,3	28,3	26,6	29,1	91,9	1044
	MÍNIMO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	MÁXIMO	343,5	431,8	590,2	519,9	288,4	140,4	92,9	151	114,5	327,2	162	425,1	2166,6
	DESVIO	69,7	107,5	127,2	123,4	63,4	26,6	18,2	36,1	37,7	39,7	31,2	121,3	379,1
	CVR	0,72	0,65	0,52	0,64	0,80	0,73	0,80	1,23	1,33	1,49	1,07	1,32	0,36
4	MÉDIA	77,1	131,9	195,9	152,9	63,3	28,9	18,1	23,4	22,6	21,2	23,2	73,2	831,6
	MÍNIMO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	MÁXIMO	273,6	343,9	470,1	414,2	229,7	111,8	74	120,3	91,2	260,6	129	338,6	1725,7
	DESVIO	55,5	85,7	101,3	98,3	50,5	21,2	14,5	28,8	30	31,6	24,8	96,6	301,9
	CVR	0,72	0,65	0,52	0,64	0,80	0,73	0,80	1,23	1,33	1,49	1,07	1,32	0,36
5	MÉDIA	80,6	138	205	160	66,2	30,3	19	24,5	23,6	22,2	24,2	76,7	870,3
	MÍNIMO	283,2	345,6	486,6	420,5	237,8	111,9	74,6	124,5	94,4	269,8	133,5	350,5	1742,2
	MÁXIMO	4	9,7	19,2	15,8	5,7	2,7	0,5	0,5	0,2	0,5	0	0	297,1
	DESVIO	56,4	86,8	101,9	98,8	51,2	21,2	14,7	29,8	31,1	32,8	25,4	100	295,7
	CVR	0,70	0,63	0,50	0,62	0,77	0,70	0,77	1,22	1,32	1,48	1,05	1,30	0,34

Onde: MÉDIA é o valor médio mensal da série pluviométrica analisada.

MÍNIMO é o valor mínimo mensal da série pluviométrica analisada.

MÁXIMO é o valor máximo mensal da série pluviométrica analisada.

DESVIO é o desvio padrão mensal série pluviométrica analisada.

CVR é a relação DESVIO pela MÉDIA.

Tabela 5.8 - Vazão média afluyente ao reservatório Coremas Mãe D'água

Mês	Posto Fluviométrico de Emas			Posto Fluviométrico de Piancó			Posto Fluviométrico de Aguiar			Vazão Total	
	m3/mês	m3/s	(Qe / Qt) %	m3/mês	m3/s	(Qp / Qt) %	m3/mês	m3/s	(Qag / Qt) %	m3/mês	m3/s
Janeiro	635.376	0,24	0,03	17.764.054	6,71	0,81	3.481.920	1,20	0,16	21.828.960	8,15
Fevereiro	2.319.464	0,97	0,03	62.673.352	26,21	0,89	5.080.320	2,00	0,07	70.592.256	29,18
Março	3.626.938	1,37	0,03	119.636.006	45,19	0,91	7.231.680	2,60	0,05	131.670.144	49,16
Abril	5.354.580	2,09	0,03	171.858.960	67,08	0,93	6.739.200	2,50	0,04	185.768.640	71,67
Maiο	4.182.892	1,58	0,05	73.359.454	27,71	0,91	2.678.400	0,90	0,03	80.860.896	30,19
Junho	2.997.540	1,17	0,16	14.885.220	5,81	0,78	1.296.000	0,40	0,07	19.128.960	7,38
Julho	2.488.556	0,94	0,26	6.353.760	2,40	0,65	803.520	0,30	0,08	9.749.376	3,64
Agosto	1.509.018	0,57	0,27	3.785.782	1,43	0,67	267.840	0,10	0,05	5.624.640	2,10
Setembro	512.400	0,20	0,18	2.049.600	0,80	0,72	259.200	0,10	0,09	2.851.200	1,10
Outubro	0	0,00	0,00	1.270.752	0,48	0,70	535.680	0,20	0,29	1.821.312	0,68
Novembro	0	0,00	0,00	1.050.420	0,41	0,57	777.600	0,30	0,42	1.840.320	0,71
Dezembro	26.474	0,01	0,00	5.612.488	2,12	0,83	1.071.360	0,40	0,16	6.776.352	2,53
Média	1.971.103	1	0	40.024.987	16	1	2.518.560	1	0	44.876.088	17,21
Totais	m3/ano	m3/s	-	m3/ano	m3/s	-	m3/ano	m3/s	-	m3/ano	m3/s
	23.653.238	9,14	-	480.299.848	186,35	-	30.222.720	11,00	-	538.513.056	206,49

FONTE: DNAE

Onde: Qp é a vazão do rio Piancó afluyente ao reservatório Coremas Mãe d'água ;

- Qe é a vazão da bacia hidrográfica de Emas afluyente ao reservatório Coremas Mãe d'água ;
- Qag é a vazão da bacia hidrográfica de Emas afluyente ao reservatório Coremas Mãe d'água ;
- Qt é a vazão total afluyente ao reservatório Coremas Mãe d'água.

Tabela 5.9 - Vazões mensais medidas no posto fluviométrico de Emas - Valores (m3 / s)													
Posto fluviométrico de Emas - Latitude: 7 07' - Longitude: 37 43' área (Km2) : 530													
Anos	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
1963	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,09	0,28	0,37
1964	0,48	0,47	1,24	1,74	0,53	0,31	0,24	0,01	0	0	0	0	5,02
1965	0	0	0,83	2,08	0,93	0,5	0,28	0	0	0	0	0	4,62
1966	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1967	0	0	1,29	2,04	1,25	0,53	0,42	0,14	0	0	0	0	5,67
1968	0,23	0,21	1,46	0,71	1,31	0,59	0,49	0,07	0	0	0	0	5,07
1969	0	0	0,84	1,13	0,49	0,4	0,32	0	0	0	0	0	3,18
1970	0,41	0,39	0,62	0,4	0,28	0	0	0	0	0	0	0	2,1
1971	0,04	0,02	0,5	1,54	0,58	0,62	0,32	0,06	0	0	0	0	3,68
1972	0,06	0,04	0,57	0,53	0,34	0,17	0	0	0	0	0	0	1,71
1984	0	0	0	3,56	3,1	2,78	2,43	0	0	0	0	0	11,87
1985	0,96	0,94	0	0	3,01	3,87	2,9	2,79	1,66	0	0	0,1	16,23
1986	0,54	0,52	4,15	4,91	3,13	2,9	2,84	2,8	1,11	0	0	0	22,9
1987	0	0	2,88	2,89	0,71	0	0	0	0	0	0	0	6,48
1988	0	0	3,02	4,11	3,14	2,89	2,81	1,16	0	0	0	0	17,13
1989	0,29	0,27	1,24	4,11	3,48	2,9	2,91	2,69	0,61	0	0	0	18,5
1991	0,18	0,17	1,86	2,81	2,85	1,41	0	0	0	0	0	0	9,28
1992	0,88	0,88	2,84	2,92	1,72	0	0	0	0	0	0	0	9,24
Média	0,24	0,21	1,37	2,09	1,58	1,17	0,94	0,57	0,20	0,00	0,00	0,01	7,95

FONTE: DNAE

Tabela 5.10 - Lâminas escoadas medidas por medição direta na bacia hidrográfica de Emas - Valores (mm)													
Posto fluviométrico de Emas - Latitude: 7 07' - Longitude: 37 43' área (Km2) : 530													
Anos	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
1963	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,09	0,28	0,37
1964	2,43	0,99	1,24	1,74	0,53	0,31	0,24	0,01	0	0	0	0	5,55
1965	0,00	0,04	0,83	2,08	0,93	0,5	0,28	0	0	0	0	0	4,67
1966	0,00	0,12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,12
1967	0,00	0,79	1,29	2,04	1,25	0,53	0,42	0,14	0	0	0	0	6,45
1968	1,16	0,49	1,46	0,71	1,31	0,59	0,49	0,07	0	0	0	0	5,35
1969	0,00	0,02	0,84	1,13	0,49	0,4	0,32	0	0	0	0	0	3,19
1970	2,07	0,1	0,62	0,4	0,28	0	0	0	0	0	0	0	1,82
1971	0,20	0,26	0,5	1,54	0,58	0,62	0,32	0,06	0	0	0	0	3,93
1972	0,30	0,22	0,57	0,53	0,34	0,17	0	0	0	0	0	0	1,89
1984	0,00	0	0	3,56	3,1	2,78	2,43	0	0	0	0	0	11,86
1985	4,85	4,37	0	0	3,01	3,87	2,9	2,79	1,66	0	0	0,1	19,66
1986	2,73	3,18	4,15	4,91	3,13	2,9	2,84	2,8	1,11	0	0	0	25,55
1987	0,00	0,3	2,88	2,89	0,71	0	0	0	0	0	0	0	6,78
1988	0,00	1,09	3,02	4,11	3,14	2,89	2,81	1,16	0	0	0	0	18,21
1989	1,47	0	1,24	4,11	3,48	2,9	2,91	2,89	0,61	0	0	0	18,23
1991	0,91	2,23	1,86	2,81	2,85	1,41	0	0	0	0	0	0	11,34
1992	4,45	2,9	2,84	2,92	1,72	0	0	0	0	0	0	0	11,25
Média	1,21	1	1,39	2,08	1,68	1,36	1,21	0,93	0,65	0,53	0,58	0,65	8,68

FORNTE: DNAE

Tabela 5.11 - Lâminas anuais escoadas e coeficientes de escoamento superficial anuais na bacia hidrográfica de Emas

Anos	Pluviometria (mm)	Método de Aguiar		Método da Sudene / Orstom		Medição direta	
		Lâmina (mm)	Run-off (%)	Lâmina (mm)	Run-off (%)	Lâmina (mm)	Run-off (%)
1963	1297	251,00	19,35	293,00	22,59	0,00	0,00
1964	1523	347,00	22,78	617,00	40,51	24,81	1,63
1965	1126	180,00	15,99	167,00	14,83	22,37	1,99
1966	800	74,00	9,25	54,00	6,75	0,50	0,06
1967	1617	384,00	23,75	840,00	51,95	30,54	1,89
1968	1111	175,00	15,75	169,00	15,21	26,05	2,34
1969	1024	142,00	13,87	119,00	11,62	16,16	1,58
1970	763	65,00	8,52	51,00	6,68	9,02	1,18
1971	1487	332,00	22,33	548,00	36,85	18,64	1,25
1972	1029	144,00	13,99	121,00	11,76	9,19	0,89
1984	1059	155,00	14,64	134,00	12,65	0,00	0,00
1985	2166	445,00	20,54	5114,00	236,10	0,00	0,00
1986	1321	261,00	19,76	317,00	24,00	46,73	3,54
1987	812	77,00	9,48	59,00	7,27	104,56	12,88
1988	1190	206,00	17,31	206,00	17,31	33,07	2,78
1989	1370	282,00	20,58	373,00	27,23	91,90	6,71
1991	960	120,00	12,50	97,00	10,10	92,65	9,65
1992	323	7,00	2,17	12,00	3,72	55,53	17,19
Média	1165	199,50	17,12	523,00	44,88	42,55	3,65

Tabela 5.12 - Vazões mensais medidas no posto fluviométrico de Piancó - valores (m ³ / s)													
Posto Fluviométrico de Piancó - Latitude: 37 56' - Longitude: 37 43' - área em Km ² : 4550													
Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
1969	0,00	0,00	0,00	3,00	3,33	1,82	1,19	0,49	0,08	0,00	0,00	0,00	1,76
1970	5,28	0,66	27,94	3,57	0,54	0,12	0,01	0,00	0,00	0,18	0,00	0,00	0,19
1971	4,56	43,60	54,09	92,88	24,74	9,52	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0
1973	9,77	11,75	19,98	111,15	21,97	6,68	1,07	0,54	0,08	0,01	0,00	0,22	1,9
1974	22,28	83,42	197,39	176,79	50,90	16,42	9,31	4,17	1,54	0,53	2,10	6,49	24,14
1975	3,68	18,47	90,92	60,56	45,93	18,05	23,10	12,61	5,56	1,02	0,10	6,75	49,14
1976	0,20	23,91	24,33	28,67	5,46	2,21	0	0,00	5,19	4,26	0,00	1,55	11,00
1977	6,33	19,75	38,14	83,78	77,85	9,92	3,67	0,67	0,00	0,00	0,00	0,00	4,34
1978	3,60	13,73	32,21	16,80	19,77	4,50	1,28	0,85	0,00	0,00	0,00	0,00	2,13
1979	1,27	20,56	63,19	54,60	33,40	5,51	1,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,04
1980	0,00	32,12	93,77	5,10	0,42	0,00	0	0,00	0,00	0,00	0,39	10,46	10,85
1981	0,44	14,33	52,37	47,12	1,67	0,00	0	0,00	0,00	0,00	0,00	1,06	1,06
1982	1,18	1,84	7,80	12,59	4,35	0,40	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,74	0,74
1983	4,40	21,82	14,23	42,51	1,98	0,00	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1984	0,00	3,60	18,80	115,45	12,75	2,20	0,12	0,12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,24
1985	39,19	155,04	112,98	262,32	86,26	18,74	4,93	4,93	0,00	0,00	0,00	7,16	17,02
1986	12,30	35,56	84,35	137,56	78,05	10,79	4,57	4,57	1,81	0,43	3,72	1,78	16,88
1987	4,19	7,27	16,62	22,33	5,92	3,26	0,18	0,18	0,00	0,00	0,00	0,00	0,36
1988	5,82	10,23	12,02	113,88	16,30	0,00	2,24	2,24	3,29	3,20	2,72	6,87	20,56
1989	10,76	7,89	12,33	69,54	54,96	17,73	0	0,00	0,00	0,90	0,00	3,49	4,39
1991	11,23	39,00	12,14	2,31	61,90	0,03	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,14	0,14
1992	1,15	12,05	8,53	13,24	1,17	0,00	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Média	6,71	26,21	45,19	67,08	27,71	5,81	2,40	1,43	0,80	0,48	0,41	2,12	7,63

Tabela 5.13 - Lâminas escoadas medidas por medição direta na bacia hidrográfica do Piancó - valores (mm)													
Posto Fluviométrico de Piancó - Latitude: 37 56' - Longitude: 37 43' - área em Km 2 : 4550													
Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
1969	0,00	0,00	0,00	1,71	1,96	1,04	0,70	0,29	0,05	0,00	0,00	0,00	1,03
1970	3,11	0,35	16,45	2,03	0,32	0,07	0,01	0,00	0,00	0,11	0,00	0,00	0,11
1971	2,68	23,18	31,84	52,91	14,56	5,42	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1973	5,75	6,25	11,76	63,32	12,93	3,81	0,63	0,32	0,03	0,01	0,00	0,13	1,12
1974	13,12	44,35	116,20	100,71	29,96	9,35	5,48	2,45	0,88	0,31	1,20	3,82	14,14
1975	2,17	9,82	53,52	34,50	27,04	10,28	13,60	7,42	3,17	0,60	0,06	3,97	28,82
1976	0,12	12,71	14,32	16,33	3,21	1,26	0,00	0,00	2,96	2,51	0,00	0,91	6,38
1977	3,73	10,50	22,45	47,73	45,83	5,65	2,16	0,39	0,00	0,00	0,00	0,00	2,55
1978	2,12	7,30	18,96	9,57	11,64	2,56	0,75	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	1,25
1979	0,75	10,93	37,20	31,10	19,66	3,14	0,61	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,61
1980	0,00	17,08	55,20	2,91	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,22	6,16	6,38
1981	0,26	7,62	30,83	26,84	0,98	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,62	0,62
1982	0,69	0,98	4,59	7,17	2,56	0,23	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,44	0,44
1983	2,59	11,60	8,38	24,22	1,17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1984	0,00	1,91	11,07	65,77	7,51	1,25	0,07	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,14
1985	23,07	82,43	66,51	149,44	50,78	10,68	2,90	2,90	0,00	0,00	0,00	4,21	10,02
1986	7,24	18,91	49,65	78,36	45,94	6,15	2,69	2,69	1,03	0,25	2,12	1,05	9,83
1987	2,47	3,87	9,78	12,72	3,48	1,86	0,11	0,11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,21
1988	3,43	5,44	7,08	64,87	9,60	0,00	1,32	1,32	1,87	1,88	1,55	4,04	11,99
1989	6,33	4,20	7,26	39,61	32,35	10,10	0,00	0,00	0,00	0,53	0,00	2,05	2,58
1991	6,61	20,74	7,15	1,32	36,44	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08	0,08
1992	0,68	6,41	5,02	7,54	0,69	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Média	3,95	13,94	26,60	38,21	16,31	3,31	1,41	0,84	0,45	0,28	0,23	1,25	4,47

Tabela 5.14 - Lâminas anuais escoadas e coeficientes de escoamento superficial anuais na bacia hidrográfica do Piancó

Ano	Pluviometria (mm)	Método de Aguiar		Medição direta	
		Lâmina (mm)	Run-off (%)	Lâmina (mm)	Run-off (%)
1969	890	99,00	11,12	1,03	0,12
1970	664	44,00	6,63	0,11	0,02
1971	1293	249,00	19,26	0,00	0,00
1973	1152	191,00	16,58	1,12	0,10
1974	1632	390,00	23,90	14,14	0,87
1975	1224	220,00	17,97	28,82	2,35
1976	830	82,00	9,88	6,38	0,77
1977	1319	260,00	19,71	2,55	0,19
1978	1032	145,00	14,05	1,25	0,12
1979	974	125,00	12,83	0,61	0,06
1980	765	65,00	8,50	6,38	0,83
1981	744	61,00	8,20	0,62	0,08
1982	583	31,00	5,32	0,44	0,08
1983	536	25,00	4,66	0,00	0,00
1984	920	108,00	11,74	0,14	0,02
1985	1884	459,00	24,36	10,02	0,53
1986	1148	189,00	16,46	9,38	0,82
1987	706	52,00	7,37	0,21	0,03
1988	1035	146,00	14,11	11,99	1,16
1989	1192	207,00	17,37	2,58	0,22
1991	835	83,00	9,94	0,08	0,01
1992	281	6,00	2,14	0,00	0,00
Média	1017	154,79	15,21	5,01	0,49

Onde: Run-off = coeficiente de escoamento superficial .

Tabela 5.15 - Lâminas escoadas estimadas na bacia hidrográfica de Aguiar - Valores (mm)														
Posto fluviométrico de Aguiar		Latitude: 7 05'			Longitude: 38 11'			Area (Km 2)		560		Taxa de escoamento		0,06
Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total	
1969	6,36	5,12	12,60	12,86	4,13	2,68	3,43	0,17	0,15	0,11	0,06	1,25	48,93	
1970	9,26	4,49	11,98	6,61	0,50	0,53	0,59	0,21	0,09	1,01	0,88	0,32	36,47	
1971	9,52	12,05	13,33	19,25	7,73	4,53	1,35	0,11	1,06	1,35	0,35	0,45	71,08	
1973	5,11	5,55	8,86	24,62	7,50	3,84	2,00	0,82	0,92	0,92	0,16	3,02	63,32	
1974	12,78	16,61	18,67	22,21	7,73	2,27	1,15	0,22	0,44	0,84	3,85	2,94	89,71	
1975	5,98	12,82	16,97	14,74	5,58	3,36	4,44	0,30	0,70	0,29	0,22	1,88	67,28	
1976	2,09	12,24	12,41	7,18	2,45	0,61	0,21	0,02	2,08	2,76	2,18	1,37	45,61	
1977	6,65	10,54	15,65	16,97	9,92	3,90	2,75	0,34	0,10	0,23	0,17	5,28	72,50	
1978	4,66	13,91	9,17	10,11	7,31	3,93	4,20	0,63	0,79	0,37	1,09	0,55	56,72	
1979	7,90	11,72	11,75	8,53	4,54	1,04	0,48	0,51	1,66	1,71	2,15	1,51	53,51	
1980	5,29	16,36	10,37	2,60	0,23	1,69	0,61	0,03	0,16	0,65	2,99	1,06	42,56	
1981	6,18	3,93	21,81	2,89	0,07	0,16	0,09	0,10	0,05	0,03	1,88	3,71	40,90	
1982	3,56	3,77	6,39	11,60	3,12	0,44	0,41	0,07	0,21	0,84	0,67	0,95	32,03	
1983	3,37	9,79	8,30	5,22	0,74	0,37	0,42	0,32	0,05	0,03	0,26	0,59	29,45	
1984	4,21	3,04	13,64	18,19	6,86	0,34	0,65	0,53	0,23	0,53	0,83	1,54	50,59	
1985	15,28	20,63	17,07	24,85	7,76	6,71	1,62	0,52	0,31	0,31	0,30	8,18	103,54	
1986	5,66	12,22	17,01	14,29	3,65	1,58	2,62	1,23	0,51	0,38	3,47	0,49	63,11	
1987	3,71	6,76	17,42	6,25	0,58	2,48	0,82	0,26	0,17	0,14	0,12	0,10	38,81	
1989	5,68	2,96	11,71	18,91	9,63	2,65	2,68	0,74	0,57	1,69	0,42	7,85	65,49	
1991	7,20	8,16	13,61	4,36	7,77	0,41	0,42	0,61	0,54	0,79	1,42	0,59	45,88	
1992	1,54	0,47	1,82	0,74	0,41	0,25	0,30	0,46	0,66	1,11	6,36	1,30	15,43	
Média	6,3	9,2	12,9	12,0	4,7	2,1	1,5	0,4	0,5	0,8	1,4	2,1	53,92	

Tabela 5.16 - Vazões mensais estimadas na bacia hidrográfica de Aguiar - Valores (m3 / s)														
Posto fluviométrico de Aguiar		Latitude: 7 05'			Longitude: 38 11'			Area (Km 2)		560 Taxa de escoamento				0,06
Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total	
1969	1,33	1,19	2,63	2,78	0,86	0,58	0,72	0,04	0,03	0,02	0,01	0,26	10,45	
1970	1,94	1,04	2,50	1,43	0,10	0,12	0,12	0,04	0,02	0,21	0,19	0,07	7,78	
1971	1,99	2,79	2,79	4,16	1,62	0,98	0,28	0,02	0,23	0,28	0,08	0,09	15,31	
1973	1,07	1,28	1,85	5,32	1,57	0,83	0,42	0,17	0,20	0,19	0,03	0,63	13,57	
1974	2,67	3,85	3,90	4,80	1,62	0,49	0,24	0,05	0,10	0,18	0,83	0,61	19,33	
1975	1,25	2,97	3,55	3,19	1,17	0,73	0,93	0,06	0,15	0,06	0,05	0,39	14,49	
1976	0,44	2,83	2,60	1,55	0,51	0,13	0,04	0,01	0,45	0,58	0,47	0,29	9,89	
1977	1,39	2,44	3,27	3,67	2,07	0,84	0,58	0,07	0,02	0,05	0,04	1,10	15,54	
1978	0,97	3,22	1,92	2,18	1,53	0,85	0,88	0,13	0,17	0,08	0,23	0,12	12,28	
1979	1,65	2,71	2,46	1,84	0,95	0,22	0,10	0,11	0,36	0,36	0,47	0,31	11,54	
1980	1,11	3,79	2,17	0,56	0,05	0,36	0,13	0,01	0,03	0,14	0,65	0,22	9,21	
1981	1,29	0,91	4,56	0,62	0,01	0,04	0,02	0,02	0,01	0,01	0,41	0,78	8,67	
1982	0,74	0,87	1,34	2,51	0,65	0,09	0,09	0,01	0,05	0,18	0,15	0,20	6,87	
1983	0,70	2,27	1,73	1,13	0,16	0,08	0,09	0,07	0,01	0,01	0,06	0,12	6,42	
1984	0,88	0,70	2,85	3,93	1,44	0,07	0,14	0,11	0,05	0,11	0,18	0,32	10,78	
1985	3,19	4,78	3,57	5,37	1,62	1,45	0,34	0,11	0,07	0,07	0,06	1,71	22,34	
1986	1,18	2,83	3,56	3,09	0,76	0,34	0,55	0,26	0,11	0,08	0,75	0,10	13,61	
1987	0,78	1,56	3,64	1,35	0,12	0,54	0,17	0,05	0,04	0,03	0,03	0,02	8,33	
1989	1,19	0,69	2,45	4,09	2,01	0,57	0,56	0,15	0,12	0,35	0,09	1,64	13,92	
1991	1,51	1,89	2,85	0,94	1,62	0,09	0,09	0,13	0,12	0,16	0,31	0,12	9,82	
1992	0,32	0,11	0,38	0,16	0,09	0,05	0,06	0,10	0,14	0,23	1,37	0,27	3,29	
Média	1,3	2,1	2,7	2,6	1,0	0,5	0,3	0,1	0,1	0,2	0,3	0,4	11,59	

Tabela 5.28 - Validação do modelo - Ano sêco (1970)

Mês	Valor modelo - Vm (m3)			Valor real - Vr (m3)	Vm / Vr (%)
	Coremas	Mãe D'água	Total	Total do sistema	
Janeiro	592000000	508000000	1100000000	1245080000	11,65
Fevereiro	590000000	506000000	1096000000	1221080000	10,24
Março	581000000	495000000	1076000000	1309800000	17,85
Abril	615000000	531000000	1146000000	1303010000	12,05
Maio	612000000	529000000	1141000000	1273910000	10,43
Junho	598000000	515000000	1113000000	1246040000	10,68
Julho	585000000	500000000	1085000000	1218200000	10,93
Agosto	569000000	483000000	1052000000	1189400000	11,55
Setembro	552000000	463000000	1015000000	1159020000	12,43
Outubro	533000000	443000000	976000000	1116720000	12,60
Novembro	515000000	423000000	938000000	1076350000	12,85
Dezembro	498000000	405000000	903000000	1026130000	12,00
Média	570000000	483416667	1053416667	1198728333	12,11

Tabela 5.29 - Validação do modelo - Ano chuvoso (1970)

Mês	Valor modelo - Vm (m3)			Valor real - Vr (m3)	Vm / Vr (%)
	Coremas	Mãe D'água	Total	Total do sistema	
Janeiro	642000000	564000000	1206000000	1207640000	0,14
Fevereiro	646000000	567000000	1213000000	1289430000	5,93
Março	686000000	616000000	1302000000	1368000000	4,82
Abril	708410000	643410000	1351820000	1368000000	1,18
Maio	708410000	643410000	1351820000	1368000000	1,18
Junho	708410000	643410000	1351820000	1362180000	0,76
Julho	708410000	643410000	1351820000	1350540000	-0,09
Agosto	708410000	643410000	1351820000	1325352000	-2,00
Setembro	708410000	643410000	1351820000	1296220000	-4,29
Outubro	708410000	643410000	1351820000	1268120000	-6,60
Novembro	708410000	643410000	1351820000	1264280000	-6,92
Dezembro	708410000	643410000	1351820000	1226840000	-10,19
Média	695807500	628140833	1323948333	1180760000	1,34

Tabela 5.30 - Validação do modelo - Ano normal (1991)

Mês	Valor modelo - Vm (m3)			Valor real - Vr (m3)	Vm / Vr (%)
	Coremas	Mãe D'água	Total	Total do sistema	
Janeiro	483000000	388000000	871000000	888160000	1,93
Fevereiro	487000000	393000000	880000000	963640000	8,68
Março	528000000	438000000	966000000	1070770000	9,78
Abril	546000000	456000000	1002000000	1081000000	7,31
Maio	542000000	452000000	994000000	1161840000	14,45
Junho	618000000	537000000	1155000000	1402200000	17,63
Julho	606000000	523000000	1129000000	1104500000	-2,22
Agosto	590000000	505000000	1095000000	1072630000	-2,09
Setembro	572000000	486000000	1058000000	1033570000	-2,36
Outubro	554000000	466000000	1020000000	998230000	-2,18
Novembro	535000000	445000000	980000000	962800000	-1,79
Dezembro	518000000	426000000	944000000	993998868	5,03
Média	548250000	459583333	1007833333	1061111656	4,61

Onde: Vr é o volume total real dos reservatórios medidos pelo LMRS

Tabela 7.4 - Resultados da simulação do reservatório Coremas/Mãe D'água

SITUAÇÃO INICIAL - 80% DA CAP. MÁX. HCO = 242,5 m e HMA = 242,47m	VALORES FINAIS								
	MÊS	HCO (m)	HMA (m)	VCO (m3)	VMA (m3)	EMA (Hec)	ECO (Hec)	QD (m3/s)	QIR (m3/s)
	1	242,03	242,05	5,72E+08	4,87E+08	4,93E+07	5,05E+07	11,8	5
ANO NORMAL	2	241,77	241,77	5,61E+08	4,73E+08	4,82E+07	4,97E+07	11,8	5
Sem redução da vazão atual total afluyente	3	242,41	242,36	5,88E+08	5,02E+08	5,06E+07	5,17E+07	11,8	5
	4	243,51	243,43	6,37E+08	5,56E+08	5,52E+07	5,53E+07	11,8	5
META DE IRRIGAÇÃO (m3/s)	5	244,97	244,96	7,07E+08	6,41E+08	6,24E+07	6,03E+07	11,8	5
5 m3/s	6	245,38	245,29	7,27E+08	6,61E+08	6,40E+07	6,17E+07	11,8	5
	7	245,09	245,07	7,13E+08	6,48E+08	6,29E+07	6,07E+07	11,8	5
META DE ABAST. HUMANO (m3/s)	8	244,71	244,68	6,94E+08	6,25E+08	6,10E+07	5,94E+07	11,8	5
0,8 m3/s	9	244,2	244,24	6,70E+08	6,00E+08	5,89E+07	5,76E+07	11,8	5
	10	243,71	243,7	6,46E+08	5,70E+08	5,64E+07	5,60E+07	11,8	5
META DE REG. DE VAZÕES (m3/s)	11	243,13	243,12	6,20E+08	5,40E+08	5,39E+07	5,41E+07	11,8	5
6 m3/s	12	242,57	242,56	5,95E+08	5,11E+08	5,14E+07	5,22E+07	11,8	5

Tabela 7.5 - Resultados da simulação do reservatório Coremas/Mãe D'água

SITUAÇÃO INICIAL - 80% DA CAP. MÁX. HCO = 242,5 m e HMA = 242,47m	VALORES FINAIS								
	MÊS	HCO (m)	HMA (m)	VCO (m3)	VMA (m3)	EMA (Hec)	ECO (Hec)	QD (m3/s)	QIR (m3/s)
	1	242,01	242,05	5,71E+08	4,87E+08	4,93E+07	5,05E+07	11,8	5
ANO NORMAL	2	241,76	241,66	5,60E+08	4,68E+08	4,77E+07	4,97E+07	11,8	5
Sem redução da vazão atual total afluyente	3	242,15	242,1	5,77E+08	4,89E+08	4,95E+07	5,09E+07	11,8	5
	4	242,99	242,92	6,14E+08	5,30E+08	5,30E+07	5,36E+07	11,8	5
META DE IRRIGAÇÃO (m3/s)	5	244,19	244,09	6,70E+08	5,92E+08	5,83E+07	5,76E+07	11,8	5
5 m3/s	6	244,41	244,33	6,79E+08	6,05E+08	5,94E+07	5,83E+07	11,8	5
	7	244,09	244,07	6,64E+08	5,91E+08	5,82E+07	5,72E+07	11,8	5
META DE ABAST. HUMANO (m3/s)	8	243,66	243,67	6,44E+08	5,69E+08	5,63E+07	5,58E+07	11,8	5
0,8 m3/s	9	243,12	243,21	6,19E+08	5,44E+08	5,43E+07	5,40E+07	11,8	5
	10	242,63	242,62	5,98E+08	5,14E+08	5,17E+07	5,24E+07	11,8	5
META DE REG. DE VAZÕES (m3/s)	11	242,04	242,03	5,71E+08	4,86E+08	4,92E+07	5,05E+07	11,8	5
6 m3/s	12	241,45	241,44	5,47E+08	4,58E+08	4,68E+07	4,87E+07	11,8	5

Onde:

CAP. MÁX. é a capacidade máxima de cada um dos reservatórios

HCO e HMA são respectivamente as cotas dos reservatórios Coremas e Mãe D'água

VCO e VMA são respectivamente os volumes dos reservatórios Coremas e Mãe D'água

ECO e EMA são respectivamente os espelhos d'água dos reservatórios Coremas e Mãe D'água

QD é a vazão defluente do reservatório Coremas/Mãe D'água para atender o abastecimento humano, regularização de vazões e irrigação

QIR é a vazão defluente do reservatório Coremas/Mãe D'água para atender a irrigação

Tabela 7.6 - Resultados da simulação do reservatório Coremas/Mãe D'água

SITUAÇÃO INICIAL - 80% DA CAP. MÁX. HCO = 242,5 m e HMA = 242,47m	VALORES FINAIS								
	MÊS	HCO (m)	HMA (m)	VCO (m3)	VMA (m3)	EMA (Hec)	ECO (Hec)	QD (m3/s)	QIR (m3/s)
	1	241,98	242,04	5,69E+08	4,86E+08	4,93E+07	5,04E+07	11,8	5
ANO NORMAL	2	241,65	241,64	5,55E+08	4,68E+08	4,77E+07	4,93E+07	11,8	5
Sem redução da vazão atual total afluyente	3	241,89	241,85	5,65E+08	4,77E+08	4,85E+07	5,01E+07	11,8	5
	4	242,46	242,41	5,90E+08	5,04E+08	5,08E+07	5,19E+07	11,8	5
META DE IRRIGAÇÃO (m3/s)	5	243,32	243,24	6,29E+08	5,46E+08	5,44E+07	5,47E+07	11,8	5
5 m3/s	6	243,39	243,34	6,32E+08	5,51E+08	5,48E+07	5,49E+07	11,8	5
	7	243,03	243,02	6,16E+08	5,35E+08	5,34E+07	5,37E+07	11,8	5
META DE ABAST. HUMANO (m3/s)	8	242,56	242,6	5,94E+08	5,14E+08	5,16E+07	5,22E+07	11,8	5
0,8 m3/s	9	242,06	242,05	5,73E+08	4,87E+08	4,93E+07	5,06E+07	11,8	5
	10	241,49	241,49	5,49E+08	4,60E+08	4,70E+07	4,89E+07	11,8	5
META DE REG. DE VAZÕES (m3/s)	11	240,87	240,87	5,23E+08	4,32E+08	4,46E+07	4,70E+07	11,8	5
6 m3/s	12	240,26	240,25	4,99E+08	4,06E+08	4,23E+07	4,51E+07	11,8	5

Tabela 7.7 - Resultados da simulação do reservatório Coremas/Mãe D'água

SITUAÇÃO INICIAL - 80% DA CAP. MÁX. HCO = 242,5 m e HMA = 242,47m	VALORES FINAIS								
	MÊS	HCO (m)	HMA (m)	VCO (m3)	VMA (m3)	EMA (Hec)	ECO (Hec)	QD (m3/s)	QIR (m3/s)
	1	241,95	242,04	5,68E+08	4,86E+08	4,93E+07	5,03E+07	11,8	5
ANO NORMAL	2	241,58	241,58	5,52E+08	4,64E+08	4,74E+07	4,91E+07	11,8	5
Sem redução da vazão atual total afluyente	3	241,61	241,59	5,54E+08	4,65E+08	4,74E+07	4,92E+07	11,8	5
	4	241,9	241,86	5,66E+08	4,78E+08	4,85E+07	5,01E+07	11,8	5
META DE IRRIGAÇÃO (m3/s)	5	242,39	242,34	5,87E+08	5,01E+08	5,05E+07	5,17E+07	11,8	5
5 m3/s	6	242,3	242,27	5,83E+08	4,98E+08	5,02E+07	5,14E+07	11,8	5
	7	241,92	241,89	5,67E+08	4,79E+08	4,86E+07	5,02E+07	11,8	5
META DE ABAST. HUMANO (m3/s)	8	241,38	241,44	5,44E+08	4,58E+08	4,68E+07	4,85E+07	11,8	5
0,8 m3/s	9	240,86	240,85	5,23E+08	4,32E+08	4,45E+07	4,69E+07	11,8	5
	10	240,26	240,26	4,99E+08	4,06E+08	4,23E+07	4,52E+07	11,8	5
META DE REG. DE VAZÕES (m3/s)	11	239,61	239,61	4,74E+08	3,80E+08	3,99E+07	4,33E+07	11,8	5
6 m3/s	12	238,96	238,96	4,50E+08	3,55E+08	3,77E+07	4,14E+07	11,8	5

Onde:

CAP. MÁX. é a capacidade máxima de cada um dos reservatórios

HCO e HMA são respectivamente as cotas dos reservatórios Coremas e Mãe D'água

VCO e VMA são respectivamente os volumes dos reservatórios Coremas e Mãe D'água

ECO e EMA são respectivamente os espelhos d'água dos reservatórios Coremas e Mãe D'água

QD é a vazão defluente do reservatório Coremas/Mãe D'água para atender o abastecimento humano, regularização de vazões e irrigação

QIR é a vazão defluente do reservatório Coremas/Mãe D'água para atender a irrigação

Tabela 7.8 - Resultados da simulação do reservatório Coremas/Mãe D'água

SITUAÇÃO INICIAL - 80% DA CAP. MÁX. HCO = 242,5 m e HMA = 242,47m	VALORES FINAIS								
	MÊS	HCO (m)	HMA (m)	VCO (m3)	VMA (m3)	EMA (Hec)	ECO (Hec)	QD (m3/s)	QIR (m3/s)
	1	241,95	241,98	5,68E+08	4,83E+08	4,90E+07	5,03E+07	11,8	5
ANO SECO	2	241,61	241,6	5,54E+08	4,66E+08	4,75E+07	4,92E+07	11,8	5
Sem redução da vazão atual total afluente	3	242,13	242,08	5,76E+08	4,88E+08	4,94E+07	5,08E+07	11,8	5
	4	243,06	242,99	6,17E+08	5,33E+08	5,33E+07	5,38E+07	11,8	5
META DE IRRIGAÇÃO (m3/s)	5	244,47	244,38	6,83E+08	6,08E+08	5,96E+07	5,86E+07	11,8	5
5 m3/s	6	244,78	244,69	6,97E+08	6,25E+08	6,11E+07	5,96E+07	11,8	5
	7	244,47	244,44	6,82E+08	6,11E+08	5,99E+07	5,85E+07	11,8	5
META DE ABAST. HUMANO (m3/s)	8	244,05	244,02	6,62E+08	5,88E+08	5,79E+07	5,71E+07	11,8	5
0,8 m3/s	9	243,51	243,54	6,37E+08	5,62E+08	5,57E+07	5,53E+07	11,8	5
	10	242,98	242,97	6,13E+08	5,32E+08	5,32E+07	5,36E+07	11,8	5
META DE REG. DE VAZÕES (m3/s)	11	242,37	242,36	5,86E+08	5,02E+08	5,06E+07	5,16E+07	11,8	5
6 m3/s	12	241,76	241,75	5,60E+08	4,73E+08	4,81E+07	4,97E+07	11,8	5

Tabela 7.9 - Resultados da simulação do reservatório Coremas/Mãe D'água

SITUAÇÃO INICIAL - 80% DA CAP. MÁX. HCO = 242,5 m e HMA = 242,47m	VALORES FINAIS								
	MÊS	HCO (m)	HMA (m)	VCO (m3)	VMA (m3)	EMA (Hec)	ECO (Hec)	QD (m3/s)	QIR (m3/s)
	1	241,92	241,97	5,67E+08	4,83E+08	4,90E+07	5,02E+07	11,8	5
ANO SECO	2	241,58	241,51	5,53E+08	4,61E+08	4,71E+07	4,91E+07	11,8	5
Sem redução da vazão atual total afluente	3	241,86	241,82	5,64E+08	4,76E+08	4,84E+07	5,00E+07	11,8	5
	4	242,53	242,47	5,93E+08	5,07E+08	5,11E+07	5,21E+07	11,8	5
META DE IRRIGAÇÃO (m3/s)	5	243,62	243,54	6,42E+08	5,62E+08	5,57E+07	5,57E+07	11,8	5
5 m3/s	6	243,78	243,72	6,50E+08	5,71E+08	5,65E+07	5,62E+07	11,8	5
	7	243,43	243,42	6,34E+08	5,55E+08	5,52E+07	5,50E+07	11,8	5
META DE ABAST. HUMANO (m3/s)	8	242,97	242,98	6,13E+08	5,33E+08	5,33E+07	5,35E+07	11,8	5
0,8 m3/s	9	242,4	242,49	5,87E+08	5,08E+08	5,11E+07	5,17E+07	11,8	5
	10	241,87	241,86	5,65E+08	4,78E+08	4,85E+07	5,00E+07	11,8	5
META DE REG. DE VAZÕES (m3/s)	11	241,24	241,23	5,38E+08	4,49E+08	4,60E+07	4,81E+07	11,8	5
6 m3/s	12	240,61	240,6	5,13E+08	4,21E+08	4,36E+07	4,62E+07	11,8	5

Onde:

CAP. MÁX. é a capacidade máxima de cada um dos reservatórios

HCO e HMA são respectivamente as cotas dos reservatórios Coremas e Mãe D'água

VCO e VMA são respectivamente os volumes dos reservatórios Coremas e Mãe D'água

ECO e EMA são respectivamente os espelhos d'água dos reservatórios Coremas e Mãe D'água

QD é a vazão defluente do reservatório Coremas/Mãe D'água para atender o abastecimento humano, regularização de vazões e irrigação

QIR é a vazão defluente do reservatório Coremas/Mãe D'água para atender a irrigação

Tabela 7.10 - Resultados da simulação do reservatório Coremas/Mãe D'água

SITUAÇÃO INICIAL - 80% DA CAP. MÁX. HCO = 242,5 m e HMA = 242,47m	VALORES FINAIS								
	MÊS	HCO (m)	HMA (m)	VCO (m ³)	VMA (m ³)	EMA (Hec)	ECO (Hec)	QD (m ³ /s)	QIR (m ³ /s)
	1	241,89	241,97	5,66E+08	4,83E+08	4,90E+07	5,01E+07	11,8	5
ANO SECO	2	241,47	241,49	5,48E+08	4,60E+08	4,70E+07	4,88E+07	11,8	5
Sem redução da vazão atual total afluyente	3	241,6	241,56	5,53E+08	4,64E+08	4,73E+07	4,92E+07	11,8	5
	4	241,99	241,95	5,70E+08	4,82E+08	4,89E+07	5,04E+07	11,8	5
META DE IRRIGAÇÃO (m ³ /s)	5	242,72	242,66	6,02E+08	5,17E+08	5,19E+07	5,27E+07	11,8	5
5 m ³ /s	6	242,74	242,7	6,02E+08	5,18E+08	5,20E+07	5,28E+07	11,8	5
	7	242,35	242,34	5,85E+08	5,01E+08	5,05E+07	5,15E+07	11,8	5
META DE ABAST. HUMANO (m ³ /s)	8	241,84	241,89	5,63E+08	4,79E+08	4,86E+07	4,99E+07	11,8	5
0,8 m ³ /s	9	241,31	241,3	5,41E+08	4,52E+08	4,63E+07	4,83E+07	11,8	5
	10	241,7	241,69	5,16E+08	4,25E+08	4,39E+07	4,65E+07	11,8	5
META DE REG. DE VAZÕES (m ³ /s)	11	241,04	241,03	4,90E+08	3,97E+08	4,15E+07	4,45E+07	11,8	5
6 m ³ /s	12	239,38	239,37	4,65E+08	3,71E+08	3,91E+07	4,26E+07	11,8	5

Tabela 7.11 - Resultados da simulação do reservatório Coremas/Mãe D'água

SITUAÇÃO INICIAL - 80% DA CAP. MÁX. HCO = 242,5 m e HMA = 242,47m	VALORES FINAIS								
	MÊS	HCO (m)	HMA (m)	VCO (m ³)	VMA (m ³)	EMA (Hec)	ECO (Hec)	QD (m ³ /s)	QIR (m ³ /s)
	1	241,87	241,96	5,65E+08	4,83E+08	4,90E+07	5,00E+07	11,8	5
ANO SECO	2	241,42	241,41	5,46E+08	4,57E+08	4,67E+07	4,86E+07	11,8	5
Sem redução da vazão atual total afluyente	3	241,31	241,29	5,41E+08	4,52E+08	4,62E+07	4,83E+07	11,8	5
	4	241,41	241,38	5,46E+08	4,56E+08	4,66E+07	4,86E+07	11,8	5
META DE IRRIGAÇÃO (m ³ /s)	5	241,77	241,73	5,61E+08	4,72E+08	4,80E+07	4,97E+07	11,8	5
5 m ³ /s	6	241,62	241,6	5,54E+08	4,65E+08	4,75E+07	4,93E+07	11,8	5
	7	241,2	241,17	5,37E+08	4,46E+08	4,58E+07	4,80E+07	11,8	5
META DE ABAST. HUMANO (m ³ /s)	8	240,63	240,69	5,14E+08	4,25E+08	4,39E+07	4,63E+07	11,8	5
0,8 m ³ /s	9	240,07	240,06	4,92E+08	3,98E+08	4,16E+07	4,46E+07	11,8	5
	10	239,43	239,42	4,67E+08	3,73E+08	3,93E+07	4,28E+07	11,8	5
META DE REG. DE VAZÕES (m ³ /s)	11	238,73	238,73	4,42E+08	3,46E+08	3,69E+07	4,08E+07	11,8	5
6 m ³ /s	12	238,03	238,03	4,17E+08	3,21E+08	3,46E+07	3,89E+07	11,8	5

Onde:

CAP. MÁX. é a capacidade máxima de cada um dos reservatórios

HCO e HMA são respectivamente as cotas dos reservatórios Coremas e Mãe D'água

VCO e VMA são respectivamente os volumes dos reservatórios Coremas e Mãe D'água

ECO e EMA são respectivamente os espelhos d'água dos reservatórios Coremas e Mãe D'água

QD é a vazão defluente do reservatório Coremas/Mãe D'água para atender o abastecimento humano, regularização de vazões e irrigação

QIR é a vazão defluente do reservatório Coremas/Mãe D'água para atender a irrigação

Tabela 7.12 - Resultados da simulação do reservatório Coremas/Mãe D'água

SITUAÇÃO INICIAL - 60% DA CAP. MÁX. HCO = 239,26 m e HMA = 239,20m	VALORES FINAIS								
	MÊS	HCO (m)	HMA (m)	VCO (m ³)	VMA (m ³)	EMA (Hec)	ECO (Hec)	QD (m ³ /s)	QIR (m ³ /s)
	1	238,73	238,71	4,42E+08	3,46E+08	3,68E+07	4,10E+07	11,8	5
ANO NORMAL	2	238,43	238,42	4,31E+08	3,35E+08	3,59E+07	4,00E+07	11,8	5
Com 20% de redução da vazão atual total afluyente	3	239,18	239,21	4,58E+08	3,65E+08	3,86E+07	4,21E+07	11,8	5
	4	240,49	240,52	5,08E+08	4,17E+08	4,33E+07	4,58E+07	11,8	5
META DE IRRIGAÇÃO (m ³ /s)	5	242,28	242,29	5,82E+08	4,98E+08	5,03E+07	5,13E+07	11,8	5
5 m ³ /s	6	242,75	242,7	6,03E+08	5,18E+08	5,20E+07	5,28E+07	11,8	5
	7	242,47	242,45	5,90E+08	5,06E+08	5,10E+07	5,19E+07	11,8	5
META DE ABAST. HUMANO (m ³ /s)	8	242,06	242,02	5,73E+08	4,85E+08	4,92E+07	5,06E+07	11,8	5
0,8 m ³ /s	9	241,52	241,53	5,50E+08	4,62E+08	4,72E+07	4,89E+07	11,8	5
	10	240,97	240,96	5,27E+08	4,37E+08	4,50E+07	4,73E+07	11,8	5
META DE REG. DE VAZÕES (m ³ /s)	11	240,34	240,34	5,02E+08	4,10E+08	4,26E+07	4,54E+07	11,8	5
6 m ³ /s	12	239,73	239,72	4,78E+08	3,84E+08	4,03E+07	4,36E+07	11,8	5

Tabela 7.13 - Resultados da simulação do reservatório Coremas/Mãe D'água

SITUAÇÃO INICIAL - 60% DA CAP. MÁX. HCO = 239,26 m e HMA = 239,20m	VALORES FINAIS								
	MÊS	HCO (m)	HMA (m)	VCO (m ³)	VMA (m ³)	EMA (Hec)	ECO (Hec)	QD (m ³ /s)	QIR (m ³ /s)
	1	238,7	238,7	4,40E+08	3,45E+08	3,68E+07	4,07E+07	11,8	5
ANO NORMAL	2	238,35	238,35	4,28E+08	3,32E+08	3,56E+07	3,98E+07	11,8	5
Com 20% de redução da vazão atual total afluyente	3	238,87	238,89	4,47E+08	3,52E+08	3,74E+07	4,12E+07	11,8	5
	4	239,87	239,89	4,84E+08	3,92E+08	4,10E+07	4,40E+07	11,8	5
META DE IRRIGAÇÃO (m ³ /s)	5	241,3	241,31	5,41E+08	4,52E+08	4,63E+07	4,83E+07	11,8	5
5 m ³ /s	6	241,61	241,58	5,54E+08	4,64E+08	4,74E+07	4,92E+07	11,8	5
	7	241,28	241,27	5,40E+08	4,51E+08	4,62E+07	4,82E+07	11,8	5
META DE ABAST. HUMANO (m ³ /s)	8	240,82	240,82	5,21E+08	4,30E+08	4,44E+07	4,68E+07	11,8	5
0,8 m ³ /s	9	240,24	240,31	4,98E+08	4,08E+08	4,25E+07	4,51E+07	11,8	5
	10	239,68	239,68	4,77E+08	3,83E+08	4,02E+07	4,35E+07	11,8	5
META DE REG. DE VAZÕES (m ³ /s)	11	239,02	239,02	4,52E+08	3,57E+08	3,79E+07	4,16E+07	11,8	5
6 m ³ /s	12	238,37	238,37	4,29E+08	3,33E+08	3,57E+07	3,98E+07	11,8	5

Onde:

CAP. MÁX. é a capacidade máxima de cada um dos reservatórios

HCO e HMA são respectivamente as cotas dos reservatórios Coremas e Mãe D'água

VCO e VMA são respectivamente os volumes dos reservatórios Coremas e Mãe D'água

ECO e EMA são respectivamente os espelhos d'água dos reservatórios Coremas e Mãe D'água

QD é a vazão defluente do reservatório Coremas/Mãe D'água para atender o abastecimento humano, regularização de vazões e irrigação

QIR é a vazão defluente do reservatório Coremas/Mãe D'água para atender a irrigação

Tabela 7.14 - Resultados da simulação do reservatório Coremas/Mãe D'água

SITUAÇÃO INICIAL - 60% DA CAP. MÁX. HCO = 239,26 m e HMA = 239,20m	VALORES FINAIS								
	MÊS	HCO (m)	HMA (m)	VCO (m3)	VMA (m3)	EMA (Hec)	ECO (Hec)	QD (m3/s)	QIR (m3/s)
	1	238,67	238,7	4,39E+08	3,45E+08	3,68E+07	4,06E+07	11,8	5
ANO NORMAL	2	238,31	238,23	4,27E+08	3,28E+08	3,52E+07	3,97E+07	11,8	5
Com 20% de redução da vazão atual total afluyente	3	238,56	238,57	4,35E+08	3,40E+08	3,64E+07	4,03E+07	11,8	5
	4	239,24	239,26	4,60E+08	3,66E+08	3,87E+07	4,22E+07	11,8	5
META DE IRRIGAÇÃO (m3/s)	5	240,26	240,28	4,99E+08	4,07E+08	4,24E+07	4,52E+07	11,8	5
5 m3/s	6	240,4	240,39	5,05E+08	4,12E+08	4,28E+07	4,56E+07	11,8	5
	7	240,02	240,02	4,90E+08	3,97E+08	4,14E+07	4,45E+07	11,8	5
META DE ABAST. HUMANO (m3/s)	8	239,5	239,53	4,70E+08	3,77E+08	3,97E+07	4,30E+07	11,8	5
0,8 m3/s	9	238,93	238,93	4,49E+08	3,54E+08	3,76E+07	4,14E+07	11,8	5
	10	238,3	238,3	4,26E+08	3,31E+08	3,55E+07	3,96E+07	11,8	5
META DE REG. DE VAZÕES (m3/s)	11	237,6	237,6	4,02E+08	3,06E+08	3,32E+07	3,78E+07	11,8	5
6 m3/s	12	236,9	236,91	3,79E+08	2,83E+08	3,11E+07	3,59E+07	11,8	5

Tabela 7.15 - Resultados da simulação do reservatório Coremas/Mãe D'água

SITUAÇÃO INICIAL - 60% DA CAP. MÁX. HCO = 239,26 m e HMA = 239,20m	VALORES FINAIS								
	MÊS	HCO (m)	HMA (m)	VCO (m3)	VMA (m3)	EMA (Hec)	ECO (Hec)	QD (m3/s)	QIR (m3/s)
	1	238,64	238,69	4,38E+08	3,45E+08	3,68E+07	4,05E+07	11,8	5
ANO NORMAL	2	238,17	238,21	4,21E+08	3,27E+08	3,52E+07	3,93E+07	11,8	5
Com 20% de redução da vazão atual total afluyente	3	238,23	238,23	4,24E+08	3,28E+08	3,52E+07	3,94E+07	11,8	5
	4	238,56	238,57	4,35E+08	3,40E+08	3,63E+07	4,03E+07	11,8	5
META DE IRRIGAÇÃO (m3/s)	5	239,15	239,17	4,57E+08	3,63E+08	3,84E+07	4,20E+07	11,8	5
5 m3/s	6	239,09	239,09	4,55E+08	3,60E+08	3,81E+07	4,18E+07	11,8	5
	7	238,66	238,63	4,39E+08	3,43E+08	3,66E+07	4,06E+07	11,8	5
META DE ABAST. HUMANO (m3/s)	8	238,07	238,1	4,18E+08	3,24E+08	3,48E+07	3,90E+07	11,8	5
0,8 m3/s	9	237,45	237,45	3,97E+08	3,01E+08	3,28E+07	3,74E+07	11,8	5
	10	236,77	236,77	3,74E+08	2,79E+08	3,07E+07	3,56E+07	11,8	5
META DE REG. DE VAZÕES (m3/s)	11	236,02	236,02	3,51E+08	2,56E+08	2,85E+07	3,37E+07	11,8	5
6 m3/s	12	235,26	235,26	3,28E+08	2,34E+08	2,65E+07	3,19E+07	11,8	5

Onde:

CAP. MÁX. é a capacidade máxima de cada um dos reservatórios

HCO e HMA são respectivamente as cotas dos reservatórios Coremas e Mãe D'água

VCO e VMA são respectivamente os volumes dos reservatórios Coremas e Mãe D'água

ECO e EMA são respectivamente os espelhos d'água dos reservatórios Coremas e Mãe D'água

QD é a vazão defluente do reservatório Coremas/Mãe D'água para atender o abastecimento humano, regularização de vazões e irrigação

QIR é a vazão defluente do reservatório Coremas/Mãe D'água para atender a irrigação

Tabela 7.16 - Resultados da simulação do reservatório Coremas/Mãe D'água

SITUAÇÃO INICIAL - 40% DA CAP. MÁX. HCO = 235,05 m e HMA = 235,04m	VALORES FINAIS								
	MÊS	HCO (m)	HMA (m)	VCO (m3)	VMA (m3)	EMA (Hec)	ECO (Hec)	QD (m3/s)	QIR (m3/s)
	1	234,44	234,41	3,04E+08	2,12E+08	2,43E+07	3,00E+07	11,8	5
ANO NORMAL	2	234,08	234,1	2,94E+08	2,04E+08	2,35E+07	2,91E+07	11,8	5
Com 40% de redução da vazão atual total afluyente	3	235,15	235,15	3,24E+08	2,31E+08	2,62E+07	3,16E+07	11,8	5
	4	236,84	236,84	3,77E+08	2,81E+08	3,09E+07	3,58E+07	11,8	5
META DE IRRIGAÇÃO (m3/s)	5	239,07	239,06	4,54E+08	3,59E+08	3,80E+07	4,17E+07	11,8	5
5 m3/s	6	239,62	239,63	4,74E+08	3,81E+08	4,00E+07	4,33E+07	11,8	5
	7	239,34	239,33	4,64E+08	3,69E+08	3,90E+07	4,25E+07	11,8	5
META DE ABAST. HUMANO (m3/s)	8	238,9	238,83	4,48E+08	3,50E+08	3,72E+07	4,13E+07	11,8	5
0,8 m3/s	9	238,31	238,27	4,27E+08	3,29E+08	3,54E+07	3,97E+07	11,8	5
	10	237,62	237,69	4,03E+08	3,09E+08	3,35E+07	3,78E+07	11,8	5
META DE REG. DE VAZÕES (m3/s)	11	236,95	236,95	3,80E+08	2,85E+08	3,12E+07	3,61E+07	11,8	5
6 m3/s	12	236,24	236,25	3,58E+08	2,63E+08	2,92E+07	3,43E+07	11,8	5

Tabela 7.17 - Resultados da simulação do reservatório Coremas/Mãe D'água

SITUAÇÃO INICIAL - 40% DA CAP. MÁX. HCO = 235,05 m e HMA = 235,04m	VALORES FINAIS								
	MÊS	HCO (m)	HMA (m)	VCO (m3)	VMA (m3)	EMA (Hec)	ECO (Hec)	QD (m3/s)	QIR (m3/s)
	1	234,4	234,4	3,03E+08	2,12E+08	2,42E+07	2,99E+07	11,8	5
ANO NORMAL	2	233,97	233,99	2,91E+08	2,01E+08	2,32E+07	2,89E+07	11,8	5
Com 40% de redução da vazão atual total afluyente	3	234,72	234,72	3,12E+08	2,20E+08	2,51E+07	3,06E+07	11,8	5
	4	236,03	236,04	3,51E+08	2,57E+08	2,86E+07	3,37E+07	11,8	5
META DE IRRIGAÇÃO (m3/s)	5	237,85	237,85	4,10E+08	3,15E+08	3,40E+07	3,84E+07	11,8	5
5 m3/s	6	238,22	238,25	4,23E+08	3,29E+08	3,53E+07	3,94E+07	11,8	5
	7	237,88	237,88	4,11E+08	3,16E+08	3,41E+07	3,85E+07	11,8	5
META DE ABAST. HUMANO (m3/s)	8	237,37	237,33	3,94E+08	2,97E+08	3,24E+07	3,71E+07	11,8	5
0,8 m3/s	9	236,72	236,72	3,73E+08	2,78E+08	3,06E+07	3,55E+07	11,8	5
	10	236,03	236,04	3,51E+08	2,57E+08	2,86E+07	3,38E+07	11,8	5
META DE REG. DE VAZÕES (m3/s)	11	235,27	235,27	3,28E+08	2,35E+08	2,65E+07	3,19E+07	11,8	5
6 m3/s	12	234,5	234,51	3,06E+08	2,14E+08	2,45E+07	3,01E+07	11,8	5

Onde:

CAP. MÁX. é a capacidade máxima de cada um dos reservatórios

HCO e HMA são respectivamente as cotas dos reservatórios Coremas e Mãe D'água

VCO e VMA são respectivamente os volumes dos reservatórios Coremas e Mãe D'água

ECO e EMA são respectivamente os espelhos d'água dos reservatórios Coremas e Mãe D'água

QD é a vazão defluente do reservatório Coremas/Mãe D'água para atender o abastecimento humano, regularização de vazões e irrigação

QIR é a vazão defluente do reservatório Coremas/Mãe D'água para atender a irrigação

Tabela 7.18 - Resultados da simulação do reservatório Coremas/Mãe D'água

SITUAÇÃO INICIAL -40% DA CAP. MÁX. HCO = 235,05 m e HMA = 235,04m		VALORES FINAIS								
	MÊS	HCO (m)	HMA (m)	VCO (m ³)	VMA (m ³)	EMA (Hec)	ECO (Hec)	QD (m ³ /s)	QIR (m ³ /s)	
	1	234,36	234,39	3,02E+08	2,11E+08	2,42E+07	2,98E+07	11,8	5	
ANO NORMAL	2	233,87	233,88	2,88E+08	1,99E+08	2,30E+07	2,87E+07	11,8	5	
Com 40% de redução da vazão atual total afluente	3	234,29	234,3	3,00E+08	2,09E+08	2,40E+07	2,96E+07	11,8	5	
	4	235,19	235,2	3,26E+08	2,33E+08	2,63E+07	3,17E+07	11,8	5	
META DE IRRIGAÇÃO (m ³ /s)	5	236,53	236,54	3,67E+08	2,72E+08	3,00E+07	3,50E+07	11,8	5	
5 m ³ /s	6	236,7	236,74	3,72E+08	2,78E+08	3,06E+07	3,54E+07	11,8	5	
	7	236,28	236,28	3,59E+08	2,64E+08	2,93E+07	3,44E+07	11,8	5	
META DE ABAST. HUMANO (m ³ /s)	8	235,68	235,68	3,41E+08	2,46E+08	2,76E+07	3,29E+07	11,8	5	
0,8 m ³ /s	9	235,01	235,01	3,19E+08	2,28E+08	2,58E+07	3,12E+07	11,8	5	
	10	234,23	234,23	2,98E+08	2,07E+08	2,38E+07	2,95E+07	11,8	5	
META DE REG. DE VAZÕES (m ³ /s)	11	233,39	233,39	2,75E+08	1,87E+08	2,18E+07	2,76E+07	11,8	5	
6 m ³ /s	12	232,54	232,54	2,53E+08	1,68E+08	1,99E+07	2,58E+07	11,8	5	

Tabela 7.19 - Resultados da simulação do reservatório Coremas/Mãe D'água

SITUAÇÃO INICIAL -40% DA CAP. MÁX. HCO = 235,05 m e HMA = 235,04m		VALORES FINAIS								
	MÊS	HCO (m)	HMA (m)	VCO (m ³)	VMA (m ³)	EMA (Hec)	ECO (Hec)	QD (m ³ /s)	QIR (m ³ /s)	
	1	234,32	234,39	5,69E+08	4,86E+08	2,42E+07	2,97E+07	11,8	5	
ANO NORMAL	2	233,77	233,76	5,55E+08	4,68E+08	2,27E+07	2,85E+07	11,8	5	
Com 40% de redução da vazão atual total afluente	3	233,8	233,88	5,66E+08	4,77E+08	2,30E+07	2,85E+07	11,8	5	
	4	234,27	234,28	5,90E+08	5,04E+08	2,39E+07	2,96E+07	11,8	5	
META DE IRRIGAÇÃO (m ³ /s)	5	235,07	235,08	6,28E+08	5,46E+08	2,60E+07	3,14E+07	11,8	5	
5 m ³ /s	6	234,99	235,04	6,32E+08	5,51E+08	2,59E+07	3,12E+07	11,8	5	
	7	234,49	234,44	6,16E+08	5,35E+08	2,43E+07	3,01E+07	11,8	5	
META DE ABAST. HUMANO (m ³ /s)	8	233,79	233,76	5,94E+08	5,14E+08	2,27E+07	2,85E+07	11,8	5	
0,8 m ³ /s	9	232,97	233	5,73E+08	4,87E+08	2,10E+07	2,67E+07	11,8	5	
	10	232,12	232,13	5,49E+08	4,60E+08	1,90E+07	2,49E+07	11,8	5	
META DE REG. DE VAZÕES (m ³ /s)	11	231,17	231,18	5,23E+08	4,32E+08	1,71E+07	2,30E+07	11,8	5	
6 m ³ /s	12	230,18	230,19	4,99E+08	4,06E+08	1,52E+07	2,11E+07	11,8	5	

Onde:

CAP. MÁX. é a capacidade máxima de cada um dos reservatórios

HCO e HMA são respectivamente as cotas dos reservatórios Coremas e Mãe D'água

VCO e VMA são respectivamente os volumes dos reservatórios Coremas e Mãe D'água

ECO e EMA são respectivamente os espelhos d'água dos reservatórios Coremas e Mãe D'água

QD é a vazão defluente do reservatório Coremas/Mãe D'água para atender o abastecimento humano, regularização de vazões e irrigação

QIR é a vazão defluente do reservatório Coremas/Mãe D'água para atender a irrigação

Tabela 7.20 - Resultados da simulação do reservatório Coremas/Mãe D'água

SITUAÇÃO INICIAL - 80% DA CAP. MÁX. HCO = 242,5 m e HMA = 242,47m	VALORES FINAIS								
	MÊS	HCO (m)	HMA (m)	VCO (m ³)	VMA (m ³)	EMA (Hec)	ECO (Hec)	QD (m ³ /s)	QIR (m ³ /s)
	1	242,11	242,12	5,75E+08	4,90E+08	4,96E+07	5,08E+07	11,8	5
ANO CHUVOSO	2	242,03	242,02	5,72E+08	4,85E+08	4,92E+07	5,05E+07	11,8	5
Sem redução da vazão atual total afluente	3	242,88	242,82	6,09E+08	5,24E+08	5,25E+07	5,32E+07	11,8	5
	4	244,04	243,95	6,62E+08	5,84E+08	5,76E+07	5,71E+07	11,8	5
META DE IRRIGAÇÃO (m ³ /s)	5	245,71	245,7	7,44E+08	6,85E+08	6,80E+07	6,29E+07	11,8	5
5 m ³ /s	6	246,17	246,07	7,68E+08	7,09E+08	6,79E+07	6,45E+07	11,8	5
	7	245,98	245,95	7,58E+08	7,01E+08	6,73E+07	6,38E+07	11,8	5
META DE ABAST. HUMANO (m ³ /s)	8	245,61	245,58	7,39E+08	6,79E+08	6,55E+07	6,25E+07	11,8	5
0,8 m ³ /s	9	245,09	245,14	7,13E+08	6,52E+08	6,32E+07	6,07E+07	11,8	5
	10	244,6	244,58	6,89E+08	6,19E+08	6,06E+07	5,90E+07	11,8	5
META DE REG. DE VAZÕES (m ³ /s)	11	244,02	244,01	6,61E+08	5,87E+08	5,79E+07	5,70E+07	11,8	5
6 m ³ /s	12	243,45	243,43	6,34E+08	5,56E+08	5,53E+07	5,51E+07	11,8	5

Tabela 7.21 - Resultados da simulação do reservatório Coremas/Mãe D'água

SITUAÇÃO INICIAL - 80% DA CAP. MÁX. HCO = 242,5 m e HMA = 242,47m	VALORES FINAIS								
	MÊS	HCO (m)	HMA (m)	VCO (m ³)	VMA (m ³)	EMA (Hec)	ECO (Hec)	QD (m ³ /s)	QIR (m ³ /s)
	1	242,08	242,11	5,74E+08	4,90E+08	4,96E+07	5,07E+07	11,8	5
ANO CHUVOSO	2	241,97	241,96	5,69E+08	4,83E+08	4,90E+07	5,03E+07	11,8	5
Sem redução da vazão atual total afluente	3	242,62	242,57	5,97E+08	5,12E+08	5,15E+07	5,24E+07	11,8	5
	4	243,53	243,45	6,38E+08	5,57E+08	5,53E+07	5,54E+07	11,8	5
META DE IRRIGAÇÃO (m ³ /s)	5	244,9	244,89	7,04E+08	6,37E+08	6,21E+07	6,00E+07	11,8	5
5 m ³ /s	6	245,22	245,15	7,19E+08	6,52E+08	6,33E+07	6,11E+07	11,8	5
	7	245	244,98	7,08E+08	6,43E+08	6,25E+07	6,04E+07	11,8	5
META DE ABAST. HUMANO (m ³ /s)	8	244,59	244,6	6,88E+08	6,20E+08	6,06E+07	5,89E+07	11,8	5
0,8 m ³ /s	9	244,04	244,14	6,62E+08	5,95E+08	5,85E+07	5,71E+07	11,8	5
	10	243,56	243,54	6,40E+08	5,62E+08	5,57E+07	5,55E+07	11,8	5
META DE REG. DE VAZÕES (m ³ /s)	11	242,96	242,95	6,12E+08	5,31E+08	5,31E+07	5,35E+07	11,8	5
6 m ³ /s	12	242,36	242,35	5,86E+08	5,01E+08	5,06E+07	5,16E+07	11,8	5

Onde:

CAP. MÁX. é a capacidade máxima de cada um dos reservatórios

HCO e HMA são respectivamente as cotas dos reservatórios Coremas e Mãe D'água

VCO e VMA são respectivamente os volumes dos reservatórios Coremas e Mãe D'água

ECO e EMA são respectivamente os espelhos d'água dos reservatórios Coremas e Mãe D'água

QD é a vazão defluente do reservatório Coremas/Mãe D'água para atender o abastecimento humano, regularização de vazões e irrigação

QIR é a vazão defluente do reservatório Coremas/Mãe D'água para atender a irrigação

Tabela 7.22 - Resultados da simulação do reservatório Coremas/Mãe D'água

SITUAÇÃO INICIAL - 80% DA CAP. MÁX. HCO = 242,5 m e HMA = 242,47m	VALORES FINAIS								
	MÊS	HCO (m)	HMA (m)	VCO (m3)	VMA (m3)	EMA (Hec)	ECO (Hec)	QD (m3/s)	QIR (m3/s)
	1	242,06	242,11	5,73E+08	4,90E+08	4,96E+07	5,06E+07	11,8	5
ANO CHUVOSO	2	241,92	241,89	5,67E+08	4,79E+08	4,87E+07	5,02E+07	11,8	5
Sem redução da vazão atual total afluyente	3	242,36	242,32	5,86E+08	5,00E+08	5,05E+07	5,16E+07	11,8	5
	4	243,01	242,95	6,15E+08	5,31E+08	5,31E+07	5,37E+07	11,8	5
META DE IRRIGAÇÃO (m3/s)	5	244,11	244,02	6,65E+08	5,88E+08	5,79E+07	5,73E+07	11,8	5
5 m3/s	6	244,24	244,18	6,71E+08	5,97E+08	5,87E+07	5,77E+07	11,8	5
	7	243,98	243,97	6,59E+08	5,85E+08	5,77E+07	5,69E+07	11,8	5
META DE ABAST. HUMANO (m3/s)	8	243,52	243,57	6,38E+08	5,63E+08	5,59E+07	5,53E+07	11,8	5
0,8 m3/s	9	243,03	243,02	6,16E+08	5,35E+08	5,34E+07	5,37E+07	11,8	5
	10	242,46	242,45	5,90E+08	5,06E+08	5,10E+07	5,19E+07	11,8	5
META DE REG. DE VAZÕES (m3/s)	11	241,84	241,83	5,63E+08	4,76E+08	4,84E+07	4,99E+07	11,8	5
6 m3/s	12	241,22	241,22	5,38E+08	4,48E+08	4,59E+07	4,80E+07	11,8	5

Tabela 7.23 - Resultados da simulação do reservatório Coremas/Mãe D'água

SITUAÇÃO INICIAL - 80% DA CAP. MÁX. HCO = 242,5 m e HMA = 242,47m	VALORES FINAIS								
	MÊS	HCO (m)	HMA (m)	VCO (m3)	VMA (m3)	EMA (Hec)	ECO (Hec)	QD (m3/s)	QIR (m3/s)
	1	242,03	242,11	5,71E+08	4,89E+08	4,95E+07	5,05E+07	11,8	5
ANO CHUVOSO	2	241,8	241,87	5,62E+08	4,78E+08	4,86E+07	4,98E+07	11,8	5
Sem redução da vazão atual total afluyente	3	242,09	242,07	5,74E+08	4,87E+08	4,94E+07	5,07E+07	11,8	5
	4	242,46	242,42	5,90E+08	5,05E+08	5,09E+07	5,19E+07	11,8	5
META DE IRRIGAÇÃO (m3/s)	5	243,21	243,15	6,23E+08	5,41E+08	5,40E+07	5,43E+07	11,8	5
5 m3/s	6	243,19	243,15	6,22E+08	5,42E+08	5,40E+07	5,42E+07	11,8	5
	7	242,91	242,87	6,10E+08	5,27E+08	5,28E+07	5,33E+07	11,8	5
META DE ABAST. HUMANO (m3/s)	8	242,4	242,45	5,88E+08	5,06E+08	5,10E+07	5,17E+07	11,8	5
0,8 m3/s	9	241,88	241,87	5,65E+08	4,78E+08	4,86E+07	5,01E+07	11,8	5
	10	241,28	241,27	5,40E+08	4,51E+08	4,62E+07	4,82E+07	11,8	5
META DE REG. DE VAZÕES (m3/s)	11	240,63	240,63	5,13E+08	4,22E+08	4,37E+07	4,63E+07	11,8	5
6 m3/s	12	239,99	239,98	4,88E+08	3,95E+08	4,13E+07	4,44E+07	11,8	5

Onde:

CAP. MÁX. é a capacidade máxima de cada um dos reservatórios

HCO e HMA são respectivamente as cotas dos reservatórios Coremas e Mãe D'água

VCO e VMA são respectivamente os volumes dos reservatórios Coremas e Mãe D'água

ECO e EMA são respectivamente os espelhos d'água dos reservatórios Coremas e Mãe D'água

QD é a vazão defluente do reservatório Coremas/Mãe D'água para atender o abastecimento humano, regularização de vazões e irrigação

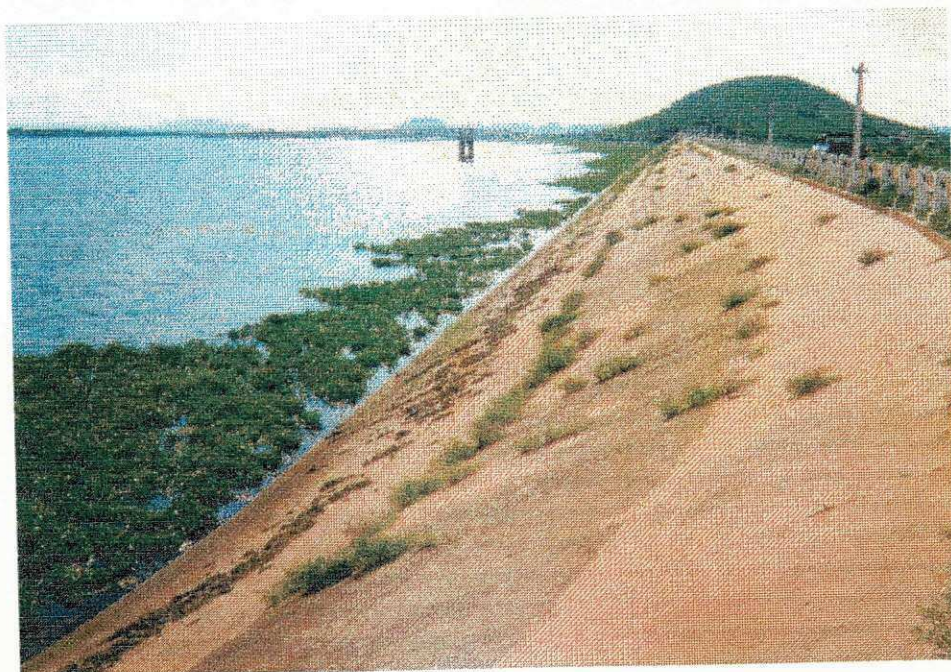
QIR é a vazão defluente do reservatório Coremas/Mãe D'água para atender a irrigação

ANEXO C - FOTOGRAFIAS

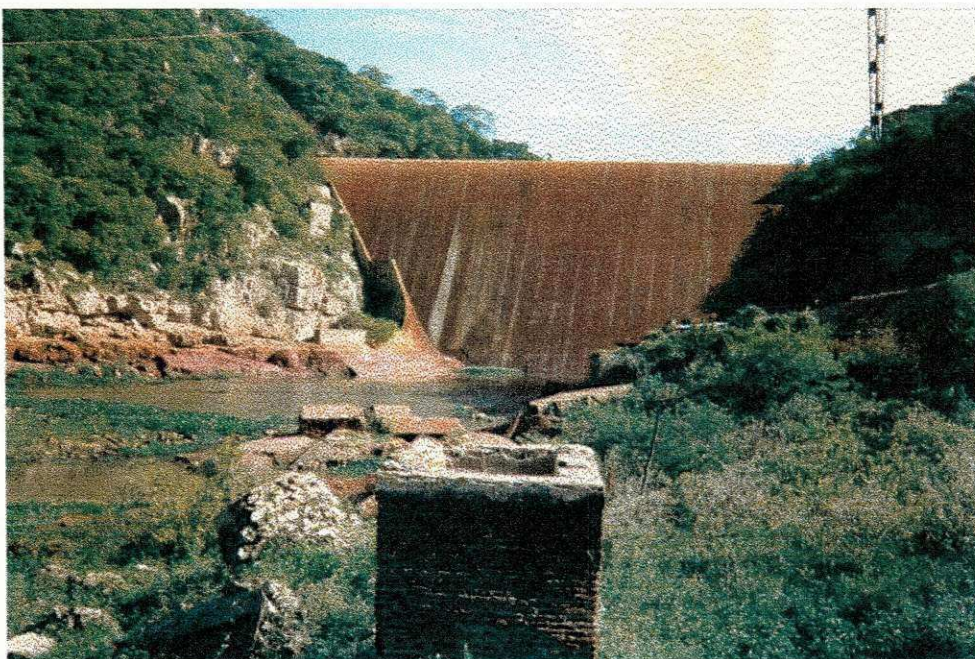
Fotografia C.3.1 –Bacia hidráulica do reservatório Coremas



Fotografia C.3.2 – Barragem principal do reservatório Coremas



Fotografia C.3.3 – sangradouro do sistema Coremas/Mãe D'água



Fotografia C.4.1 – Mini usina hidrelétrica do reservatório Coremas

