



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL
ÁREA DE ENGENHARIA DE RECURSOS HÍDRICOS

Estágio Supervisionado

**Projeto para melhor aproveitamento hídrico de
doze açudes da Bacia Hidrográfica do Rio
Piancó**

Estagiário: Alcídney Batista Celeste
Supervisor (a): Profa. Rosires Catão Curi, PhD



Outubro/2003

Universidade Federal de Campina Grande

Centro de Ciências e Tecnologia

Departamento de Engenharia Civil

Área de Recursos Hídricos

9,5
(nota, em 10)
Rosires Catão Curi

ESTÁGIO SUPERVISIONADO

PROJETO PARA MELHOR APROVEITAMENTO HÍDRICO DE DOZE
AÇUDES DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PIANCÓ

Alcídney Batista Celeste
Estagiário

Rosires Catão Curi, Ph.D
Profª. DEC/CCT/UFCG
(Supervisora)



Biblioteca Setorial do CDSA. Julho de 2021.

Sumé - PB

Sumário

1	INTRODUÇÃO	4
2	OBJETIVOS	4
2.1	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	4
2.2	METODOLOGIA	5
3	CARACTERIZAÇÃO DO SISTEMA	6
3.1	LOCALIZAÇÃO	6
3.2	CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DA BACIA	6
3.3	DESCRIÇÃO DO SISTEMA	8
4	CONCEITUAÇÕES SOBRE SIMULAÇÃO E OTIMIZAÇÃO	9
4.1	SIMULAÇÃO	9
4.2	OTIMIZAÇÃO	9
4.3	PROGRAMAÇÃO NÃO LINEAR	10
4.3.1	Conceituações	10
4.3.2	Métodos para solução de problemas de otimização	11
5	METODOLOGIA E DADOS DO SISTEMA	11
5.1	O MODELO DE OTIMIZAÇÃO - ORNAP	13
5.1.1	Aspectos Teóricos	13
5.1.2	Configuração do Sistema para o Modelo	23
5.1.3	Fluxograma do Modelo	25
5.2	DADOS DO SISTEMA	25
5.2.1	Precipitação Sobre os Sub-Sistemas de Reservatórios	26
5.2.2	Vazões Afluentes aos Reservatórios e aos Sub-sistemas de reservatórios	26
5.2.3	Evaporação nos Reservatórios e nos Sub-sistemas	28
5.2.4	Dados dos Sub-Sistemas de Reservatórios	28
5.2.5	Dados de entrada para as culturas	34
6	DEFINIÇÕES DOS CENÁRIOS	39
6.1	Introdução	39
6.2	Situações Operacionais dos Reservatórios	39
6.2.1	Cenário Padrão	40
6.2.2	Cenários por Sub-sistema de Reservatórios	40
7	RESULTADOS INICIAIS	43
7.1	Resultados obtidos para o Cenário Padrão - Sub-sistema de reservatórios 1 - M1	43
8	ANÁLISE DOS RESULTADOS	45
8.1	Áreas irrigadas e Receitas líquidas obtidas	45
8.2	Resultados operacionais	50
9	CONCLUSÕES	52
10	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	53
11	ANEXOS	54

1 INTRODUÇÃO

Existe evidência de que o mundo enfrenta hoje, uma série crise relacionada com a questão dos recursos hídricos, isso devido, não somente, à má distribuição espaço-temporal das precipitações mas, também a uma falta de gerenciamento adequado, principalmente nas regiões com escassez desses recursos.

Em regiões semi-áridas, como é o caso do Nordeste do Brasil, o gerenciamento racional e otimizado da água passa a ser absolutamente imprescindível, face às peculiaridades climáticas e ambientais, que condicionam as atividades humanas e o desenvolvimento social da região (Vieira, 1996).

Decisões técnicas operacionais necessitam sistematizar um grande número de informações bem como, prover reações dos hidrossistemas às intervenções propostas. As alternativas analisadas pelos decisores devem ser consideradas em sua variante que melhor explore todas as possibilidades da alternativa, uma variante ótima. Para tanto, devem prover ferramentas que proporcionem soluções ótimas.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Estudar o comportamento do sistema quando submetido a diferentes cenários hidro-climáticos (padrão, seco, normal e chuvoso);
- Avaliar o desempenho do sistema quanto à operação dos sub-sistemas de reservatórios;
- Verificar a viabilidade de implantação dos perímetros irrigados projetados na bacia do Rio Piancó, a montante dos reservatórios Coremas-Mãe D'Água, visando o estudo integrado e a sustentabilidade hídrica do sistema existente (abastecimento humano, irrigação, geração de energia, piscicultura e regularização de vazão);

2.2 METODOLOGIA

- Utilização do modelo ORNAP (*Optimal Reservoir Analysis Program*) de base mensal (Curi et al., 1999) no processo de otimização dos diversos usos da água do sistema. O processo de otimização é resolvido numericamente através de programação não-linear.
- Auxílio do software MATLAB (*High Performance Numeric Computation and Visualization Software*) onde o modelo foi desenvolvido.

3 CARACTERIZAÇÃO DO SISTEMA

3.1 LOCALIZAÇÃO

A bacia do rio Piancó corresponde a uma das sete sub-bacias do Rio Piranhas em território paraibano. Localiza-se no Sudoeste do Estado da Paraíba, entre os paralelos 6°43'51'' e 7°58'15'' Sul e meridianos 37°27'41'' e 38°42'49'' a Oeste de Greenwich. Limita-se a Oeste com o estado do Ceará, ao Sul com o estado de Pernambuco, ao Norte com as sub-bacias do Alto e Médio Piranhas e ao Leste com a sub-bacia do Rio Espinharas.

Nesta bacia está inserida a maior reserva hídrica do Estado, o sistema constitui de dois reservatórios Coremas – Mãe D'Água, com capacidade de acumulação de aproximadamente 1,37 bilhões de m³. Possui grande potencial agrícola, com cerca de 47% da sua área com terras próprias para o cultivo de lavouras (SCIENTEC, 1997), estando hoje implantados diversos projetos de irrigação com área total de aproximadamente 4.000 ha.

A Figura 3.1 mostra a localização da bacia hidrográfica do Rio Piancó, ilustrando a infraestrutura hídrica da região e a localizações dos reservatórios.

3.2 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DA BACIA

A temperatura média anual é superior a 24 °C e a amplitude térmica anual menor que 4 °C. As temperaturas mais elevadas ocorrem nos meses mais secos, ou seja, outubro a janeiro e as menos elevadas entre abril e julho. A precipitação média anual é de 821 mm. Nos meses de fevereiro, março e abril a precipitação representa cerca de 60% deste valor, apresentando um coeficiente de variação anual em torno de 40%.

A constituição geológica da Bacia Hidrográfica do Rio Piancó é essencialmente de rochas do complexo cristalino Precambriano, excetuando-se apenas as formações aluvionares recentes. Na avaliação e distribuição dos solos predominantes na bacia do Rio Piancó observa-se a ocorrência de nove classes de solos, elencadas em ordem de abrangência: Litossolos, Bruno Não Cálcico, Podzólicos, Cambissolos, Regossolos, Aluissolos, Vertissolos, Solonetz Solodizados, Latossolos e Afloramento de Rochas.





A vegetação natural ou nativa é do tipo xerófita, pertencente ao bioma caatinga. O caráter xerófilo caracteriza a vegetação nativa, onde recebe a denominação de caatinga hiperxerófila,

BACIA DO RIO PIANCÓ

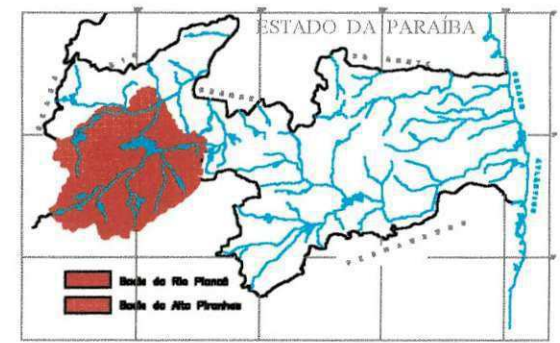
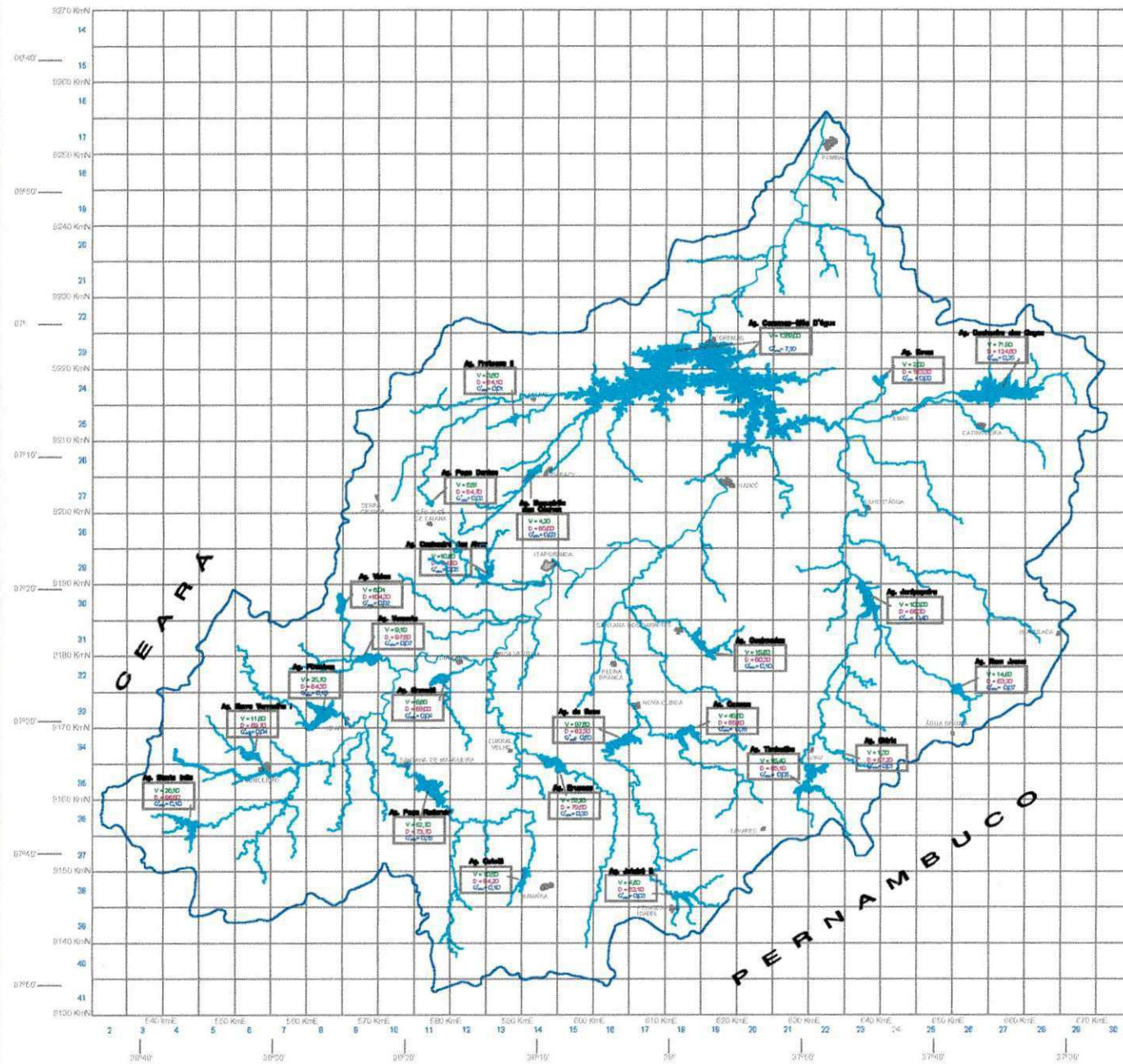
Infraestrutura Hídrica Atual Capacidade de Açudes, Potencialidade e Disponibilidade

Escala - 1:400.000
Fonte - SCIENTEC - 1997

Convenções:

-  Limite de Bacia
-  Curso D'água
-  Açude
-  Sede de Município/Distrito

V	=	Valores de Capacidade dos Açudes (10^6 m^3) ³
D	=	Deflúvio Médio Anual (mm.)
$Q_{100\%}$	=	Vazão Regulizável a 100% de Nível de Garantia ($\text{m}^3 \text{ s}^{-1}$)



3.3 DESCRIÇÃO DO SISTEMA

O sistema hídrico a ser otimizado é composto por doze reservatórios: Santa Inês, Condado, Serra Vermelha I, Piranhas, Vídeo, Vazante, Poço Redondo, Cachoeira dos Alves, Bruscas, Saco de Nova Olinda, Canoas e Queimadas, com capacidade total de armazenamento de aproximadamente 390 milhões de metros cúbicos, e seis perímetros irrigados: Poço Redondo, Bruscas, Gravatá, Piancó-Brotas, Piancó II e Piancó III, perfazendo uma área total irrigável em torno de 4.200 ha. As demandas hídricas estimadas (horizonte de 20 anos) para abastecimento urbano de sete municípios inseridos no sistema (Conceição, Curral Velho, Ibiara, Itaporanga, Nova Olinda, Santana dos Garrotes e Santana de mangueira), gira em torno de 3 milhões de metros cúbicos por ano e para suprimento das demandas para irrigação dos perímetros para o ciclo vegetativo de 120 dias, algo em torno de 67,5 milhões de metros cúbicos segundo informação da Cooperativa Agropecuária dos Irrigantes do Projeto (COIPI). Dos perímetros irrigados, apenas o projeto Piancó II, com uma área total de 1.000 ha, encontra-se em funcionamento, com uma área cultivada atualmente, em torno de 30%. O Projeto Piancó III, com uma área total prevista e 1.000 ha está sendo implantado e terá o sistema de irrigação localizado, através da microaspersão. As fontes desses dois perímetros (e mais o Piancó Brotas) têm seus sistemas de captações através dos poços amazonas construídos ao longo do leito do Rio Piancó que será perenizado por sete reservatórios situados a montante dos perímetros (Santa Inês, Condado, Serra Vermelha I, Piranhas, Vídeo, Vazante e Poço Redondo) e por cinco reservatórios ao longo dos mesmos (Bruscas, Cachoeira dos Alves, Saco de Nova Olinda, Canoas e Queimadas).

4 CONCEITUAÇÕES SOBRE SIMULAÇÃO E OTIMIZAÇÃO

4.1 SIMULAÇÃO

A simulação tenta representar um sistema físico e prover seu comportamento sob um determinado conjunto de condições, sem apresentar nenhuma exigência à natureza do problema, a não ser de que este possa ser formulado matematicamente (Wurbs, 1993).

Um modelo de simulação não é capaz de gerar diretamente uma solução ótima, por exemplo, para um problema de operação de reservatório, entretanto, quando exercitado várias vezes com políticas de decisão alternativas, pode detectar uma solução ótima ou próxima da ótima (Simonovic, 1992).

Modelos de simulação associados com a operação de reservatórios consideram, regra geral, um cálculo de balanço hídrico entre as aflúências e variações no armazenamento, podendo ainda incluir avaliações econômicas de prejuízos decorrentes de enchentes, benefícios de geração de energia hidrelétrica, benefícios de irrigação, pesca e outras características similares.

4.2 OTIMIZAÇÃO

As respostas para os problemas de planejamento e gerenciamento de recursos hídricos que buscam a escolha de melhor alternativa, que maximize um índice de eficiência, têm solução através de modelos de otimização. Os modelos de otimização são representados por uma formulação matemática, na qual um algoritmo formal é usado para calcular um conjunto de valores para as variáveis de decisão que minimizem ou maximizem uma função objetivo, sujeita a restrições (Wurbs, 1993). As restrições, representadas também por expressões matemáticas, têm a finalidade de forçar o modelo de otimização a obedecer as leis físicas, exigências operacionais, sócio-econômicas e políticas, entre outras. No caso de reservatórios, as restrições típicas, por exemplo, envolvem a equação de conservação de massa, máximas e mínimas descargas: limitações técnicas; limitações técnicas de equipamentos hidromecânicos; obrigações contratuais, legais e institucionais.

4.3 PROGRAMAÇÃO NÃO LINEAR

4.3.1 Conceituações

Por ser o método de otimização aplicado neste estudo, é interessante conhecer alguns conceitos sobre a *Programação Não-Linear*.

A formulação matemática dos processos físicos, normalmente é composta por fórmulas e equações de natureza lineares ou não lineares. A programação não linear é um método de otimização empregado quando o problema inclui ao menos uma função e/ou restrição de natureza não linear.

Em geral, modelo de otimização é constituído por uma função objetivo (FO), que se deseja maximizar ou minimizar, e de funções de restrição, que determinam a região viável das variáveis de decisão. Em programação linear, por exemplo, a FO, na forma vetorial, poderia ser representada por:

$$\text{Max (Min) } X \quad C^T X = C_1 X_1 + \dots + C_n X_n \quad (4.1)$$

Onde, C e X são de ordem n

Sujeito a :

$$A_1 X = b_1$$

Onde, A_1 , de ordem $m \times n$, é o conjunto de restrições de igualdade:

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} X_j > b_i; \quad i = 1, \dots, m, \text{ e } m \text{ é número de restrições de igualdade; } j = 1, \dots, n;$$

$$A_2 X > b_2$$

Onde A_2 , de ordem $k \times n$, é o conjunto de restrições de desigualdade

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} X_j > b_i, \quad i = m+1, \dots, m+k, \text{ e } m+k \text{ é o número de restrições de desigualdade; } j = 1, \dots, n;$$

$$X \geq 0, \text{ com, } X_j < 0; \quad j = 1, \dots, n.$$

4.3.2 Métodos para solução de problemas de otimização

Os problemas de Programação Não Linear (PNL), tornam-se mais difíceis de solução visto que, além da maximização da função objetivo, deve-se atender todas as restrições imposta ao problema. Os algoritmos para a resolução da função objetivo estão baseados em:

- *conversão do problema restrito em uma seqüência de problemas, com restrições simples ou atribuindo funções de penalidades ao problema;*
- *transformação do problema não linear em um problema linear aproximado; e*
- *utilização de tolerâncias flexíveis para acomodar tanto o conjunto de soluções viáveis como as não viáveis.*

Dentro dos modelos para solução de problemas de PNL, pode-se citar:

- a) ***Funções de Penalidades*** – introduz as restrições na função objetivo penalizando qualquer violação. Neste grupo se incluem: *o método de Barreira e o método de Pontos Extremos;*
- b) ***Métodos Primais*** – método proposto por Zoutendijk em 1960, baseia-se na manipulação do gradiente de função objetivo em cada interação, considerando as restrições ativas do problema, no ponto em que está sendo trabalhado. Nestes, estão inseridos: *os métodos da Linearização e métodos dos Gradientes Reduzidos.*

5 METODOLOGIA E DADOS DO SISTEMA

A metodologia a ser aplicada neste projeto será otimizar os diversos usos da água do sistema, através da utilização do modelo ORNAP (*Optimal Reservoir Analysis Program*), de base mensal (Curi et al., 1999). O processo de otimização é resolvido numericamente através de programação não linear, contemplando função objetivo especificada por maximização da receita líquida anual (RL), advinda das atividades de agricultura irrigada nos perímetros implantados e a ser implantados e avaliando-se também o retorno financeiro (RI) da atividade de piscicultura extensiva nos reservatórios. O modelo busca suprir, após atender as demandas fixadas para abastecimento urbano, às demais demandas hídricas definidos para o sistema, sem violar restrições mensais impostas à sua funcionalidade.

O modelo foi escrito na linguagem do softaware MATLAB (*Higt Performance Numeric Computation and Visualization Software*). O software é um sistema interativo no qual, o dado elementar é uma matriz que não requer dimensionamento, permitindo resolver muitos problemas

numéricos em um período menor de tempo, do que se escrito em linguagens mais tradicionais como FORTRAN, C e BASIC.

O modelo dispõe da possibilidade de escolhermos entre várias funções objetivo, quais sejam: maximização da receita líquida oriunda da agricultura irrigada, piscicultura e geração de energia, minimização ou maximização do uso da mão de obra. Pode-se também utilizar conjuntamente todas as funções objetivos, através de um fator de ponderação que impõe maior ou menor peso a cada uma delas. Este modelo possui relações funcionais não lineares tanto ao nível de função objetivo, quanto das restrições, resolvidas numericamente através da programação não linear.

O programa ainda gera resultados para análise de convergência do processo iterativo e das restrições, dentro da tolerância requerida, descrevendo o tipo das restrições violadas ou não, suas quantidades mensais e valores totais.

5.1 O MODELO DE OTIMIZAÇÃO – ORNAP

O Modelo ORNAP trabalha com variáveis relacionadas aos elementos naturais, tais elementos são mostrados na tabela 5.1 a seguir:

Tabela 5.1 – Elementos de entrada para o modelo ORNAP

Item e sub-itens dos dados de entrada	
1. RESERVATÓRIOS	4. PERÍMETROS IRRIGADOS
1.1 Hidrometeorológico <ul style="list-style-type: none"> ▪ Vazão afluente ▪ Precipitação efetiva ▪ Evaporação ▪ Coef. de evap. Do Tanque ▪ Qualidade da água 	4.1 Culturas <ul style="list-style-type: none"> ▪ Definição das culturas ▪ Plano de cultura (safra e entressafra) ▪ Requerimentos hídricos ▪ Produtividade ▪ Custo de produção (mão de obra, energia, custo da água, outros insumos) ▪ Requerimentos financeiros (inflação, outras taxas) ▪ Preço de venda
1.2 Estruturais <ul style="list-style-type: none"> ▪ Relação cota x área x volume ▪ Vertedores (equação de descarga: coeficiente de descarga, largura, cota da soleira, lâmina vertente máxima) ▪ Descarga de fundo (equação de descarga: coeficiente de descarga, área da seção, cota de jusante) ▪ Tomadas d'água (vazão máxima, cota mínima operacional) 	4.2 Terrenos <ul style="list-style-type: none"> ▪ Aptidão agrícola ▪ Área total disponível para o plantio ▪ Área máxima para o plantio por cultura ▪ Área mínima para o plantio por cultura ▪ Capacidade máxima de adução de água para os perímetros irrigados
1.3 Operacionais <ul style="list-style-type: none"> ▪ Volumes máximos e mínimos de armazenamento ▪ Volumes de alerta ▪ Volumes de sustentabilidade hídrica 	4.3 Sistema de irrigação <ul style="list-style-type: none"> ▪ Tipo de sistema por cultura (gotejamento, sulco, aspersão, outros) ▪ Eficiência de aplicação por cultura ▪ Eficiência do sistema de distribuição (canal, tubulação) por cultura ▪ Custo de manutenção ▪ Custo de implantação ▪ Vida útil do sistema ▪ Taxa anual de amortização do investimento
1.4 Piscicultura <ul style="list-style-type: none"> ▪ Produtividade ▪ Custo de alevinos ▪ Preço de venda ▪ Produção por pescador 	
2. DEMANDAS HÍDRICAS	4.4 Dados meteorológicos
2.1 Abastecimento público 2.2 Irrigação 2.3 Piscicultura 2.4 Perenização do rio	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Precipitação na área irrigada ▪ Precipitação efetiva ▪ Evaporação / evapotranspiração ▪ Coeficiente de evaporação
3. CALHAS DE RIO/ TERMINAIS	
3.1 Capacidade máxima 3.2 Vazão de perenização	

5.1.1 Aspectos Teóricos

5.1.1.1 Da Agricultura Irrigada

O objetivo é calcular a receita líquida (RL), entendida como o resultado da diferença entre a renda bruta total auferida com a venda da safra agrícola e os respectivos custos de

produção envolvidos, gerada pela escolha apropriada das áreas a serem irrigadas para cada tipo de cultura prevista nos seis perímetros irrigados. Para tanto, leva-se em consideração: a renda bruta, obtida com a venda da produção agrícola, os custos de produção anuais, o custo da água para irrigação e a atualização monetária.

A renda bruta anual (Rb_{jt}), em R\$/ano/por cultura, pode ser estimada pela equação:

$$Rb_{jt} = \sum_{j,t} Prod_{jt} * Prc_j * Ac_{jk} \quad (5.1)$$

onde,

j - indica o tipo de cultura, $j = 1, 2, \dots, nc$, (nc = número de culturas);

t - indica o ano, $t = 1, 2, \dots, na$, (na = número de anos);

k - indica o perímetro irrigado, $k = 1, 2, \dots, ni$, (ni = número de perímetros irrigados);

$Prod_{jt}$ - produtividade da cultura j por unidade de área no ano t de irrigação;

$Pr c_j$ - valor atualizado do preço de comercialização da cultura j ; e

Ac_{jk} - área plantada da cultura j no perímetro k .

O custo de produção anual (Cp_{jt}) em R\$/ano/cultura, relativos aos gastos com insumos, mão de obra e máquinas, pode ser obtido por:

$$Cp_{jt} = \sum_{k=1}^{ni} Cprod_{jt} * Ac_{jk} \quad (5.2)$$

onde,

$Cprod_{jt}$ - representa o valor atualizado dos custos de produção por unidade de áreas da cultura j referente aos gastos no ano t .

Para o cálculo da taxa de evapotranspiração potencial mensal (Etp_{tjk}) da cultura j no mês t no perímetro k , em mm/mês, pode ser estimada de forma aproximada, em função da taxa de evapotranspiração de referência (Eto), obtida da seguinte expressão (Gomes, 1999):

$$Eto_{kt} = K_{tk} * Ev_{tk} \quad (5.3)$$

onde,

t – representa o mês, $t = 1, 2, \dots, nm$, (nm é o número de meses em estudo);

K_{tk} - representa o coeficiente do tanque evaporimétrico no perímetro k , e

Ev_{tk} - representa a taxa de evaporação média mensal no perímetro k .

Logo, a evapotranspiração potencial mensal (Etp_{jkt}) é obtida por:

$$Etp_{jkt} = Kc_{jt} * Eto_{kt} \quad (5.4)$$

onde,

Kc_{jt} - representa o coeficiente de cultivo da cultura j no mês t .

Para determinação da lâmina de rega é necessário calcular a taxa de precipitação que infiltra no solo, que fica efetivamente à disposição das plantas, ou seja, a precipitação efetiva no mês t no perímetro k (Pce_{kt}), em mm/mês, na região a ser irrigada, que pode ser estimada pelas expressões, para terrenos com declividades entre 4 e 5%, (FAO, 1998):

$$Pce_{kt} = 0,8 * Pc_{kt} - 25, \text{ para } Pc_{kt} \geq 75 \text{ mm} \quad (5.5)$$

ou

$$Pce_{kt} = 0,8 * Pc_{kt} - 10, \text{ para } Pc_{kt} < 75 \text{ mm} \quad (5.6)$$

onde,

Pc_{kt} – é a taxa de precipitação no mês t no perímetro k (em mm/mês)

A necessidade de irrigação da cultura j , no mês t no perímetro k , (N_{jkt}), ou a lâmina de rega suplementar que a planta necessita, para cada intervalo de tempo do seu ciclo vegetativo, pode ser estimada por (Gomes, 1999):

$$N_{jkt} = Etp_{jkt} - Pce_{kt} - G_{jkt} - W_{kt} \quad (5.7)$$

onde,

G_{jkt} - é a dotação de água na radicular da cultura j no mês t por capilaridade (em mm), que depende do tipo de solo e do nível do lençol freático do perímetro k ; e

W_{kt} - é a reserva de água no solo no início do mês t (em mm), que depende da capacidade de armazenamento de água no solo no perímetro k .

A quantidade de água a ser captada para cada tipo de cultura j dependerá da eficiência do sistema de irrigação ($Eirr_{jk}$), obtida pelo produto entre a eficiência do sistema de distribuição de água para cada perímetro ($Esis_{jk}$) e da eficiência da irrigação por cultura (Eap_j):

$$Eirr_{jk} = Eap_j * Esis_{jk} \quad (5.8)$$

A lâmina mensal de água para a irrigação da cultura j no mês t para o perímetro k ($Qirr_{jkt}$), transformada em vazão por unidade de área, a ser fornecida pelo sistema, poder ser obtida por:

$$Qirr_{jkt} = \frac{N_{jkt}}{(1 - LR_{jkt}) * Eirr_{jk}} \quad (5.9)$$

onde,

LR_{jkt} - é a necessidade de lixiviação dos sais que se acumulam no solo cultivado, obtida em função da fração de água mínima que deverá percolar para lavar os sais, que depende da quantidade de água de irrigação e da salinidade tolerada pela cultura j , no mês t , no perímetro k .

O custo de água anual, Ca_{jt} (em R\$/ano/cultura), captada para os perímetros pode ser obtida pela expressão:

$$Ca_{jt} = \sum_{k=1}^{ni} \sum_{i=12*(t-1)+1}^{12*(t-1)+12 \leq nm} Pra_k * Qirr_{ijk} * Ac_{jk} \quad (5.10)$$

onde,

Pra_k - é o preço da água por unidade de volume para o perímetro k .

A receita líquida RL (em R\$) é dada pela expressão:

$$RL = \sum_{t=1}^{na} \prod_{l=1}^t (1 + d_l) \sum_{j=1}^{nc} \left[\prod_{m=1}^t (1 + dc_{jl}) * Rb_{jt} - Cp_{jt} - Ca_{jt} \right] \quad (5.11)$$

onde,

$\sum_{l=1}^t \prod (1+d_l)$ - representa o fator de atualização monetária, referente a taxa de desvalorização da *moeda i* no *ano l*; e

$\sum_{l=1}^t \prod (1+dc_{jl})$ - representa o fator de atualização monetária, referente a expectativa de crescimento ou decréscimo nos preços dc_{jl} , além do nível de inflação, da *cultura j* no *ano l*, que pode ser positiva ou negativa.

Os gastos fixos e indiretos (taxas, administração, etc), embora não alterem o resultado do processo de otimização (Andrade, 2000), estes foram diluídos na formação do preço de produção das culturas.

Outros aspectos relacionados com a agricultura irrigada são as restrições físicas e operacionais do sistema. Entre as restrições físicas pode-se destacar: a área a ser irrigada em cada perímetro, a vazão a ser aduzida para o perímetro e a não negatividade das variáveis. Com relação às restrições de ordem operacional estão relacionados: os critérios agrônômicos e de mercado.

As limitações impostas pelas capacidades do canal ou do sistema adutor pelos quais a água será aduzida aos respectivos perímetros irrigados podem ser representadas por:

$$\sum_{j=1}^{nc} Q_{irr} Ac_{jk} \leq Qt \max_k \quad (5.12)$$

onde,

$Qt \max_k$ - é a capacidade mensal de vazão do sistema adutor para o perímetro k .

A restrição quanto ao limite máximo mensal de área que poderá ser plantada por perímetro em cada mês, pode ser obtida pela expressão:

$$\sum_{j=1}^{nc} \alpha_{jkt} * Ac_{jk} \leq Ap \max_{kt} \quad (5.13)$$

onde,

$Ap \max_{kt}$ representa o limite máximo de área total que poderá ser plantada por perímetro no mês

t . Sendo:

$\alpha_{jkt} = 1$, se a cultura j for plantada no mês t no perímetro k ; ou

$\alpha_{jkt} = 0$, se a cultura j não for plantada no mês t no perímetro k ;

Com relação aos critérios agrônômicos e de mercado, o conjunto de restrições se refere aos limites mínimos e máximos das áreas a serem plantadas com cada tipo de cultura por perímetro irrigado, expressa por:

$$Acmin_{jk} \leq Ac_{jk} \leq Acmax_{jk} \quad (5.14)$$

onde,

$Acmin_{jk}$ - representa a área mínima a ser plantada com a cultura j no perímetro k ; e

$Acmax_{jk}$ - representa a área máxima a ser plantada com a cultura j no perímetro k .

5.1.1.2 Dos Reservatórios e seus Componentes

O balanço hídrico será efetuado para cada reservatório isoladamente, no caso deste estudo, por cada sub-sistema de reservatórios pois cada sub-sistema será estudado como um único reservatório como será demonstrado posteriormente. Portanto no balanço hídrico deve-se levar em conta os afluxos em cada sub-sistema, os quais parte de diferentes fontes. No modelo ORNAP, os reservatórios podem ser conectados a outros elementos do sistema a jusante destes, descarregadores de fundo, vertedouros e tomadas d'água, através de nós. A vazão em cada um destes elementos depende de seus parâmetros hidráulicos e do nível de água dos reservatórios. O reservatório também poderá estar conectado a um nó de montante, vazões afluentes. O balanço hídrico mensal de reservatório tem como base o princípio da conservação de massa e pode ser expresso pela seguinte equação:

$$Vr_{l,t+1} = Vr_{lt} + \sum_{\alpha(l)} Qa_{\alpha(l),t} - \sum_{f(l)} Qf_{f(l),t} - \sum_{t(l)} Qt_{t(l),t} + (Pr_{lt} - Evr_{lt}) * Ar_{lt} - \sum_{v(l)} Qv_{v(l),t} \quad (5.15)$$

onde,

$\alpha(l)$ - índice que representa a α -ésima vazão afluente ao reservatório l ;

$f(l)$ - índice que representa a f -ésimo descarregador de fundo do reservatório l ;

$t(l)$ - índice que representa a t -ésima tomada d'água do reservatório l ;

$v(l)$ - índice que representa a v -ésimo vertedor do reservatório l ;

Vr_{lt} - volume do reservatório l no mês t ;

$Vr_{l,t+1}$ - volume do reservatório l no mês $t+1$;

$Qa_{\alpha(l),t}$ - α -ésima vazão afluente ao reservatório l no mês t ;

$Qf_{f(l),t}$ - f -ésima vazão de descarga de fundo do reservatório l no mês t ;

$Qt_{i(t),t}$ - t -ésima vazão de tomada d'água do reservatório l no mês t ;

$Qv_{v(t),t}$ - v -ésimo volume vertido do reservatório l no mês t ;

Pr_t - precipitação direta no reservatório l no mês t ;

Evr_t - taxa de evaporação sobre o reservatório l no mês t ; e

Ar_t - área média do espelho d'água do reservatório l no mês t ;

Dependendo das vazões afluentes e alocação mensal de água do reservatório para os diversos usos, as áreas da superfície líquida, as cotas do nível de água e os volumes variam mês a mês, sendo, portanto, necessário utilizá-las mensalmente. Para tanto, faz-se o uso das relações *cota x área x volume* para cada um dos 12 reservatórios envolvidos.

As atualizações mensais das cotas, áreas e volumes também servem para que se estabeleçam limites para os cálculos dos volumes defluentes via tomada d'água, descarregadores de fundo e extravasores. A vazão a ser captada através das tomadas d'água está limitada a sua capacidade máxima e a cota da tomada d'água, escrito matematicamente pela expressão:

$$0 \leq Qt_{i(t),t} \leq Qtmax_{i(t)} \quad (5.16)$$

$$Qt_{i(t),t} \geq 0, \text{ se } Hr_t \geq Ht_{i(t)} \quad (5.17)$$

onde,

$Qtmax_{i(t)}$ - representa a vazão máxima de captação pela t -ésima tomada d'água do reservatório l ;

Hr_t - representa a cota do nível d'água do reservatório l no mês t ; e

$Ht_{i(t)}$ - representa a cota do t -ésima tomada d'água no reservatório l

A vazão a ser liberada pelo descarregador de fundo está limitada pela capacidade máxima no mês t , estimada pela expressão (Quintela, 1981):

$$0 \leq Qf_{f(t),t} \leq Cf_{f(t)} * Af_{f(t)} * [2g(Hr_t - Hf_{f(t)})]^{0.5} \quad (5.18)$$

onde,

$Cf_{f(t)}$ - coeficiente de vazão do f -ésimo descarregador de fundo do reservatório l ;

$Qf_{f(t),t}$ - vazão máxima que pode ser aduzida pelo f -ésimo descarregador de fundo do reservatório l no mês t ;

$Af_{f(t)}$ - área da seção transversal do f -ésimo descarregador de fundo do reservatório l ; e

$Ht_{i(t)}$ - cota de jusante da geratriz inferior do f -ésimo descarregador de fundo do reservatório l

As vazões extravasadas pelos vertedouros, segundo Quintela (1981), são estimadas por:

$$Q_{v_{(l)},t} = C_{v_{(l)}} * B_{v_{(l)}} * (Hr_{lt} - Hvert_{v_{(l)}})^{1,5} \quad (5.19)$$

onde,

$C_{v_{(l)}}$ - coeficiente de descarga dependente da forma do v -ésimo vertedor do reservatório l ;

$B_{v_{(l)}}$ - largura de base do v -ésimo vertedor do reservatório l ; e

$Hvert_{v_{(l)}}$ - cota da soleira do v -ésimo vertedor do reservatório l .

As vazões vertidas somente serão verificadas se, e somente se, a condição abaixo for satisfeita: $Hvert_{v_{(l)}} \leq Hr_{lt} \leq H_{vmax_{v_{(l)}}}$ (5.20)

onde,

$Hv_{max,v(t)}$ - representa a cota do nível d'água do reservatório l , que gera a lâmina vertente máxima projetada para o v -ésimo vertedor.

Outras restrições podem ser impostas ao sistema, tais como:

i) de ordem física:

$$Vr_{morte(t)} \leq Vr_t \leq Vr_{max(t)} \quad (5.21)$$

ii) de ordem operacional:

$$Vr_{min(t)} \leq Vr_t \leq Vr_{max(t)} \quad (5.22)$$

onde,

$Vr_{morte(t)}$ - representa o volume morto do reservatório l ;

$Vr_{maxv(t)}$ - representa a capacidade máxima de acumulação do reservatório l ;

$Vr_{maxv(t)}$ - representa o volume máxima admitido para o reservatório l no mês t ; e

$Vr_{min(t)}$ - representa o volume mínimo admitido para o reservatório l no mês t .

5.1.1.3 De Outros Componentes do Sistema

Outros componentes do sistema hídrico, para o ORNAP, estão as calhas dos rios e riachos, cujas vazões podem ser limitadas por valores inferiores, indicando requerimento de regularização e de vazões ecológicas, ou ainda, superiores, pra controle de cheia, descritas pela expressão:

$$Qc_{min(ct)} \leq Qc_{ct} \leq Qc_{max(ct)} \quad (5.23)$$

onde,

$Qc_{min(ct)}$ - vazão mínima na c -ésima calha do rio no mês t ;

$Qc_{(ct)}$ - vazão na c -ésima calha do rio no mês t ; e

$Qc_{max(ct)}$ - vazão máxima na c -ésima calha do rio no mês t ;

O modelo promove o balanço hídrico em cada nó do sistema, através da seguinte expressão:
$$\sum_I Qentra_{in,t} = \sum_J Qsai_{jn,t} \quad (5.24)$$

onde,

$Qentra_{in,t}$ - representa a i -ésima vazão de entrada no nó n no mês t ; e

$Qsai_{jn,t}$ - representa a j -ésima vazão de saída no nó n no mês t .

A receita líquida (RI) oriunda da atividade de piscicultura no reservatório pode ser estimada por:

$$RI = (Prmp_i * Pdp_i - Cal) * (min_t Ar_u) \quad (5.25)$$

onde,

$Prmp_i$ - representa o preço médio do pescado na região do reservatório t ;

Pdp_i - produtividade média do pescado por unidade de área;

Cal - custo de alevinagem por unidade de área; e

$min_t Ar_u$ - área da superfície líquida mínima, entre os meses t de despesca no reservatório t .

5.1.1.4 Análise de Convergência da Otimização

O Modelo a ser utilizado, **ORNAP**, tem a seguinte estrutura computacional: um programa principal, denominado *Otimiz*, responsável pela otimização via **MATLAB**, trabalhando de forma iterativa com base nas informações de seis arquivos. São eles: o arquivo *dados*, contendo os valores para as variáveis operacionais do sistema; o arquivo *balhid*, com a função balanço hídrico mensal dos reservatórios; o arquivo *cotvol*, que opera entradas de volumes mensais e fornece as cotas dos níveis d'água mensais dos reservatórios; o arquivo *escpot*, que opera entradas de cotas de níveis d'água mensais e fornece as áreas de espelhos d'água mensais para os reservatórios; o arquivo *irrig*, responsável pelas avaliações agronômicas e econômicas da irrigação a nível mensal; e o arquivo *penal*, com as funções de penalidades aplicáveis a minimização da função objetivo, após observadas as restrições impostas. O programa dispõe de dois arquivos de impressão dos resultados da otimização: *printarq* e *printarqi*. O primeiro opera os resultados em forma de solução final e o segundo, como solução imediatamente anterior, independentemente de ter sido completado o número de iterações de minimização programada para execução do programa.

A convergência do processo iterativo de otimização é analisada através dos valores calculados para a função objetivo e função de penalidade que, para uma boa aceitação, devem ser iguais ou da mesma ordem de grandeza, sendo avaliados ainda:

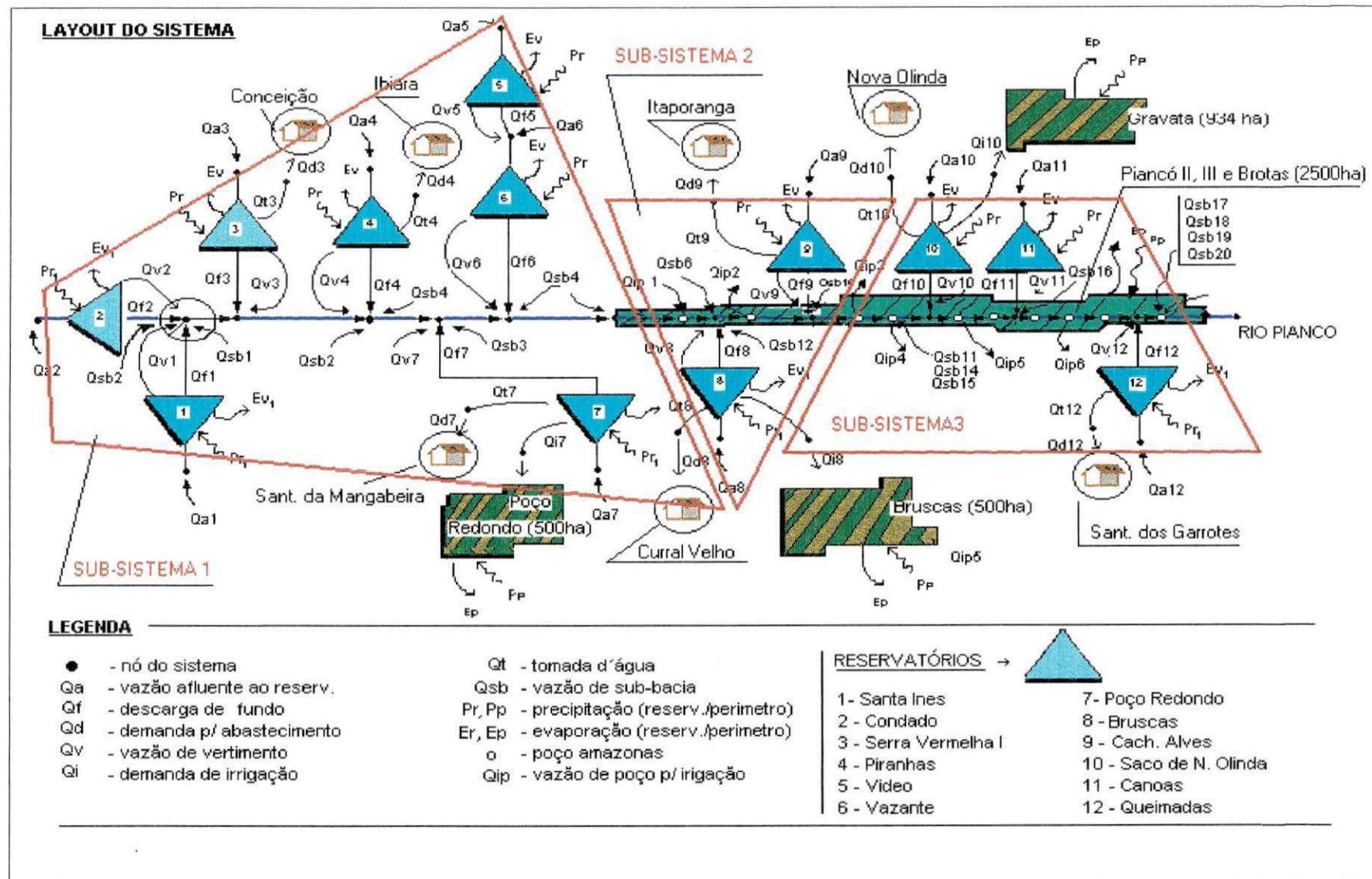
- O erro relativo da função objetivo (**fo**) – $\text{erro}_{fo} = | (fo_t - fo_{t-1}) / fo_t |$;
- O erro relativo da função de penalidade (**fp**) – $\text{erro}_{fp} = | (fp_t - fp_{t-1}) / fp_t |$; e
- O erro relativo da função mista (**fm**) – $\text{erro}_{fm} = | (fp_t - fo_t) / fo_t |$;

Esses valores devem respeitar um certo nível de tolerância (**tol**) especificado para o sistema a ser otimizado. Para esse trabalho, está sendo analisada uma tolerância da ordem de 10^{-4} . O programa fornece ainda resultados para análise de convergência de restrições, dentro da tolerância requerida, descrevendo o tipo de restrição violada, ou não, suas quantidades mensais e valores totais.

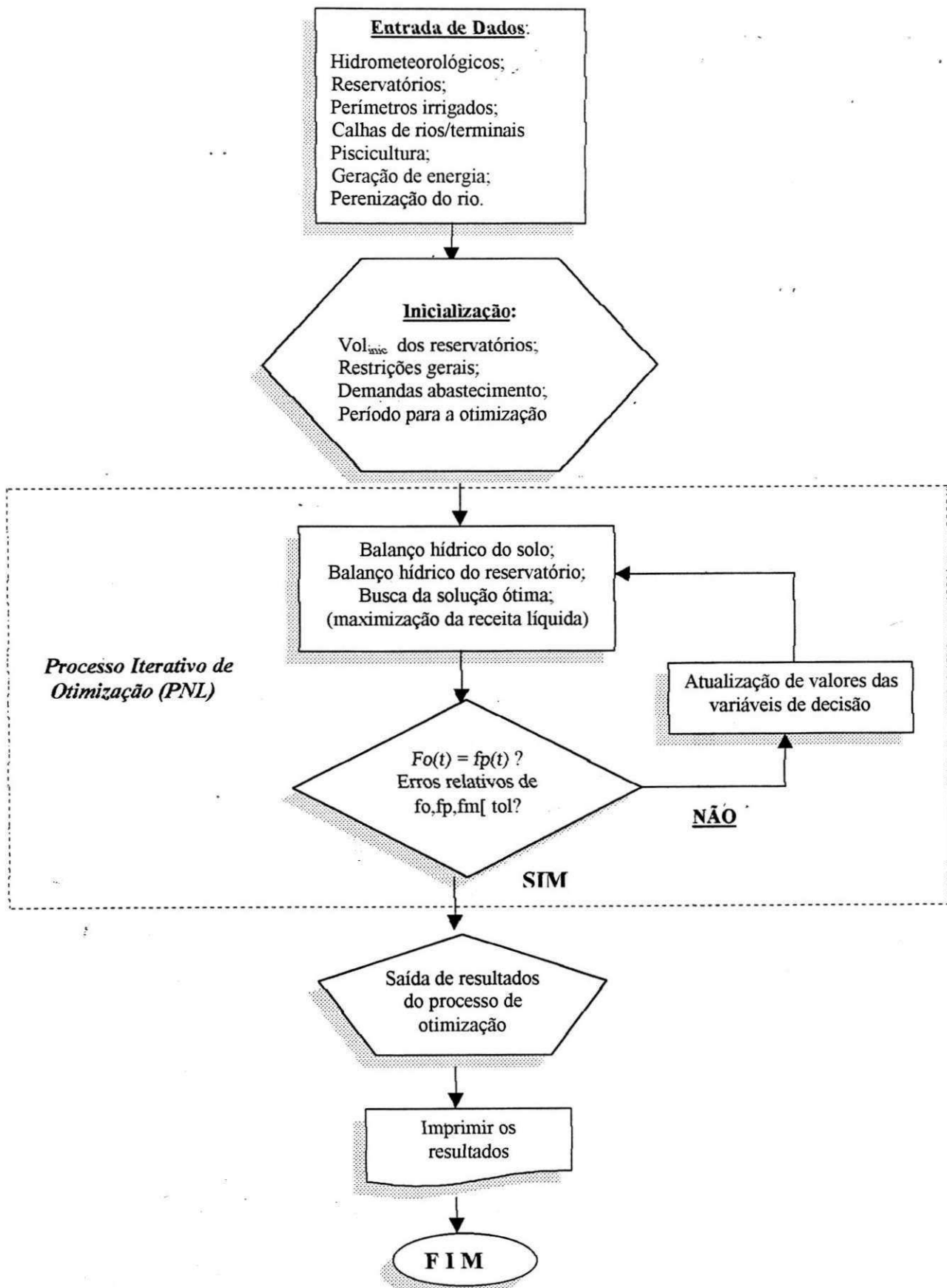
5.1.2 Configuração do Sistema para o Modelo

A configuração do sistema esta representada na Figura 5.1, onde estão indicados os posicionamentos dos reservatórios e dos perímetros irrigados, as variáveis que identificam as entradas (precipitação, vazões afluentes aos reservatórios) e saídas de água (tomadas d'água, descarga de fundo, demanda para abastecimento, demanda para irrigação, evaporação, vertimentos) e os pontos de conexão, denominadas de nós, entre os reservatórios e demais elementos (poços amazonas, vazões de sub-bacias), a montante e a jusante destes, dando assim, um panorama da complexidade do sistema a ser estudado. Como mencionado nos objetivos deste trabalho, procurar-se-á otimizar o sistema de uma forma integrada, ou seja, todo sistema de reservatórios é subdividido em três sub-sistemas como se observa na figura 5.1. O sub-sistema 1 é composto de 7 reservatórios, o sub-sistema 2 de 2 reservatórios e o sub-sistema 3 composto de 3 reservatórios. O sistema deverá ser otimizado para a melhor receita líquida considerando os diversos usos da bacia de drenagem .

FIGURA 5.1 – LAYOUT DO SISTEMA



5.1.3 Fluxograma do Modelo



5.2 DADOS DO SISTEMA

5.2.1 Precipitação Sobre os Sub-Sistemas de Reservatórios

A estimativa dos volumes mensais de água precipitados diretamente sobre os reservatórios será feita a partir do produto das áreas dos espelhos d'água dos reservatórios e as respectivas precipitações médias mensais sobre os mesmos. Na Tabela 5.3, estão listados os postos pluviométricos utilizados para a estimativa dos volumes médios precipitados diretamente nos doze reservatórios estudados e respectivos valores médios mensais de precipitação, obtidos da climatologia dos postos pluviométricos da Paraíba (LMRS-PB, 2.000). Para cada sub-sistema foi calculada uma precipitação ponderada para cada um deles.

5.2.2 Vazões Afluentes aos Reservatórios e aos Sub-sistemas de reservatórios

Não se dispo de registro de dados de vazões afluentes aos reservatórios, lança-se mão de dados gerados a partir de dados de chuva, utilizando-se o modelo hidrológico chuva x vazão. Neste estudo utilizou-se dados fluviométricos obtidos no modelo denominado MODHAC - Modelo Hidrológico Auto Calibrável. Considerando a relativa disponibilidade de dados pluviométricos na área em estudo que possibilitou o estabelecimento de uma série média diária de 57 anos, optou-se por uma abordagem determinística conceitual através da utilização do referido modelo.

Tabela 5.3 - Dados de precipitação média mensal (mm) nos reservatórios

Reservatório: Santa Inês										Posto - 3852197	
Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
103,1	152,3	207,6	140,9	56,6	30,1	12,5	8,9	10,4	7,0	27,3	47,9
Reservatório: Condado										Posto - 3843919	
Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
122,3	173,9	222,6	192,3	74,1	37,6	23,2	4,9	12,3	10,1	18,6	53,9
Reservatório: Serra Vermelha I										Posto - 3852197	
Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
103,1	152,3	207,6	140,9	56,6	30,1	12,5	8,9	10,4	7,0	27,3	47,9
Reservatório: Piranhas										Posto - 3843919	
Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
122,3	173,9	222,6	192,3	74,1	37,6	23,2	4,9	12,3	10,1	18,6	53,9
Reservatório: Videó										Posto - 3852197	
Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
103,1	152,3	207,6	140,9	56,6	30,1	12,5	8,9	10,4	7,0	27,3	47,9
Reservatório: Vazante										Posto: - 3852197	
Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
103,1	152,3	207,6	140,9	56,6	30,1	12,5	8,9	10,4	7,0	27,3	47,9
Reservatório: Poço Redondo										Posto - 3853134	
Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez

Continuação da tabela 5.3

80.8	107,1	195.0	115,0	40,5	17,7	22,7	1,5	6,7	16,1	40,4	55,1	
Reservatório: Cachoeira dos Alves						Posto: - 3843667						
Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	
88.0	152.7	225.4	181,0	78,0	36,6	15,8	5,6	10,4	11,6	24,3	51,6	
Reservatório: Bruscas						Posto - 3853066						
Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	
102.2	108,7	216,4	87,1	60,6	7,8	7,3	8,3	2,8	3,4	44,6	38,5	
Reservatório: Saco de Nova Olinda						Posto - 3843992						
Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	
102.7	171,6	255,4	187,8	62,6	29,4	17,0	5,4	7,8	11,9	23,5	57,2	
Reservatório: Canoas						Posto - 3843992						
Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	
102,7	171,6	255,4	187,8	62,6	29,4	17,0	5,4	7,8	11,9	23,5	57,2	
Reservatório: Queimadas						Posto - 3844703						
Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	
81.5	116.9	170.7	173.3	63.3	24.1	14,7	6,4	4,3	6,2	16,9	36,9	

Nos três sub-sistemas foram envolvidos os seguintes reservatórios:

- **Sub-sistema I:** açude Santa Inês; açude Condado, açude Serra Vermelha I, açude Piranhas, açude Vídeo, açude Vazante e açude Poço Redondo;
- **Sub-Sistema II:** açude Cachoeira dos Alves e açude Bruscas; e
- **Sub-Sistema III:** açude Saco de Nova Olinda, açude Canoas e açude Queimadas.

Para cada sub-sistema de reservatórios, os valores das vazões afluentes é a soma aritmética das vazões afluentes dos reservatórios neles inseridos. Os valores médios mensais das vazões afluentes para cada reservatório e para cada sub-sistema estão mostrados na Tabela 5.4 e 5.5.

Tabela 5.4 - Dado de vazões médias mensais afluentes aos reservatórios

Reservatório	Vazões médias mensais (m^3/s)											
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Santa Inês	0,04	0,22	0,61	1,00	0,62	0,18	0,03	0,00	0,00	0,00	0,01	0,02
Condado	0,05	0,28	0,75	1,27	0,80	0,24	0,04	0,00	0,00	0,00	0,01	0,02
Serra Vermelha I	0,02	0,12	0,35	0,55	0,35	0,10	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
Piranhas	0,05	0,35	1,52	2,51	1,36	0,04	0,10	0,00	0,00	0,00	0,01	0,02
Vídeo	0,01	0,05	0,20	0,31	0,156	0,07	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Vazante	0,06	0,32	1,33	2,08	1,08	0,43	0,16	0,03	0,00	0,00	0,00	0,02
Poço Redondo	0,15	0,80	2,96	4,80	2,78	1,23	0,37	0,02	0,00	0,00	0,03	0,07
Cachoeira dos Alves	0,04	0,26	0,74	1,22	0,67	0,21	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
Bruscas	0,14	0,45	1,76	2,76	1,56	0,67	0,17	0,01	0,00	0,00	0,02	0,07
Saco de Nova Olinda	0,20	0,69	2,58	4,04	2,27	0,96	0,24	0,01	0,00	0,00	0,03	0,09
Canoas	0,10	0,79	2,07	2,86	1,69	0,73	0,17	0,00	0,00	0,00	0,02	0,06
Queimadas	0,04	0,27	0,85	1,32	0,73	0,31	0,06	0,00	0,00	0,00	0,01	0,02

Fonte: PDRH-PB

Tabela 5.5 - Dado de vazões médias mensais afluentes aos Sub-Sistemas de reservatórios

SUB-SISTEMAS	Vazões médias mensais (m ³ /s)											
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
1	0,54	3,51	11,94	22,04	12,91	4,82	1,22	0,06	0,01	0,02	0,07	0,19
2	0,18	0,71	2,50	3,98	2,23	0,88	0,20	0,01	0,00	0,00	0,02	0,08
3	0,33	1,75	5,50	8,23	4,69	2,00	0,47	0,02	0,01	0,01	0,07	0,18

5.2.3 Evaporação nos Reservatórios e nos Sub-sistemas

Os dados de evaporação média mensal para os doze reservatórios estudados, foram obtidos do posto Climatológico de Coremas, conforme mostrados na Tabela 5.6. Estes dados também foram considerados para cada sub-sistema de reservatório.

Tabela 5.6 - Dados de evaporação média mensal do Tanque Classe A.

Posto	Evaporação média mensal (mm)											
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
COREMAS	272,3	215,4	204,1	182,4	183,1	182,2	219,9	271,9	299,6	332,9	319,0	310,6

Fonte: Posto climatológico/Coremas

5.2.4 Dados dos Sub-Sistemas de Reservatórios

No âmbito deste estudo, consideraremos os dados operacionais referentes aos sub-sistemas de reservatórios. A seguir serão apresentados alguns destes dados.

5.2.4.1 AS Curvas: Cota x Área x Volume

Foram obtidas as curvas *Cota x Área x Volume* para o conjunto dos doze reservatórios, que estão em anexo, segundo a sub-divisão destes em três sub-sistemas:

- Sub-sistema 1, composto por sete reservatórios: Santa Inês, Condado, Serra Vermelha, Piranhas, Vídeo, Vazante e Poço Redondo;
- Sub-sistema 2, composto por dois reservatórios: Bruscas e Cachoeira dos Alves; e
- Sub-sistema 3, composto por três reservatórios: Queimadas, Canoas e Saco de Nova Olinda.

Em cada sub-sistema serão realizadas simulações como sendo um único reservatório, de três maneiras (Figuras 5.2 e 5.3):

- **Simulação M1** - Esvaziando os reservatórios a partir dos menores para os maiores reservatórios; e
- **Simulação M2** - Esvaziando os reservatórios a partir dos maiores para os menores reservatórios
- **Simulação M3** - Esvaziando os reservatórios de maneira proporcional, o que denominamos de *esvaziamento linear*.

Figura 5.2 – M1 - Esvaziamento dos reservatórios a partir dos menores

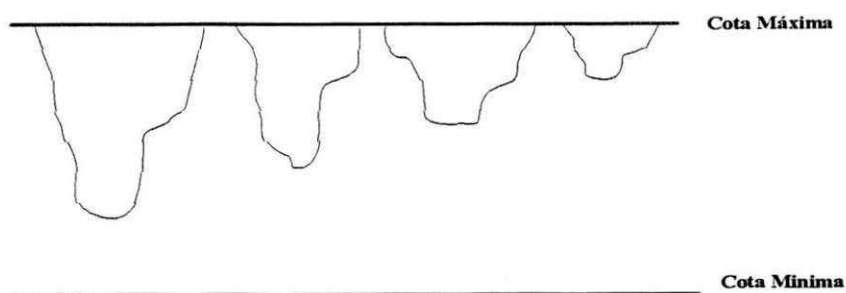
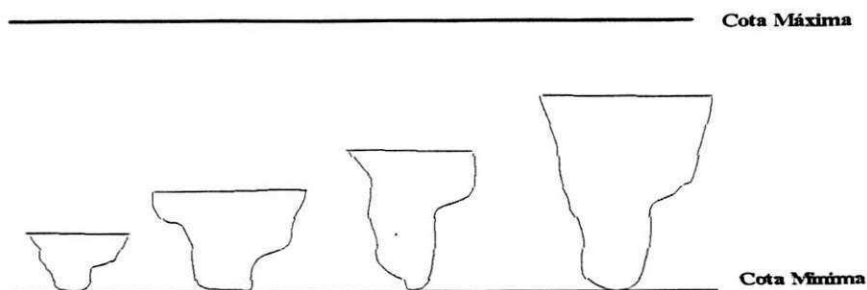


Figura 5.3 – M2 - Esvaziamento dos reservatórios a partir dos maiores



As funções matemáticas que produziram os menores valores de qui-quadrado para os três sub-sistemas, segundo as duas maneiras descritas anteriormente, estão mostradas a seguir:

A - Áreas da bacia hidráulica do sub-sistema de reservatórios a partir da cota do nível d'água

A.1 - M1 - Esvaziando os reservatórios a partir dos menores para os maiores reservatórios

▪ Sub-sistema 1

$$A = -0.593047441921 \cdot 10^5;$$

$$B = 0.1826324011558 \cdot 10^5;$$

$$A_{r_t} = A \cdot H_{r_t} + B \cdot H_{r_t}^2; \quad (5.26)$$

▪ Sub-sistema 2

$$A = -0.1205860123658 \cdot 10^6;$$

$$B = 0.1415827855303 \cdot 10^6;$$

$$C = -0.7213253396032 \cdot 10^4;$$

$$D = 0.2904715146569 \cdot 10^3;$$

$$A_{r_t} = A + B \cdot H_{r_t} + C \cdot H_{r_t}^2 + D \cdot H_{r_t}^3 \quad (5.27)$$

▪ Sub-sistema 3

$$A = 0.1200478504828 \cdot 10^{10};$$

$$B = -0.9273265376119 \cdot 10^1;$$

$$C = -0.1163435705864 \cdot 10^{-1};$$

$$A_{r_t} = A \cdot \exp(B \cdot (\exp(C \cdot H_{r_t}))); \quad (5.28)$$

A.2 - M2 - Esvaziando os reservatórios a partir dos maiores para os menores reservatórios

▪ Sub-sistema 1

$$A = 0.6026241962224 \cdot 10^4;$$

$$B = -0.1980848130216;$$

$$C = 0.2540833702516 \cdot 10^1;$$

$$A_{r_t} = A \cdot \exp(B \cdot H_{r_t} + C \cdot H_{r_t}^{0.5}) \quad (5.29)$$

▪ Sub-sistema 2

$$A = 0.6679038042409 \cdot 10^7;$$

$$B = -0.3257434903786 \cdot 10^1;$$

$$C = -0.1051085708147;$$

$$D = -0.3734975333894 \cdot 10^6;$$

$$A_{r_t} = A \cdot \exp(B \cdot \exp(C \cdot H_{r_t})) + D; \quad (5.30)$$

▪ Sub-sistema 3

$$A = 0.3089784741709 \cdot 10^5;$$

$$B = -0.9212676713964 \cdot 10^{-1};$$

$$C = 0.14928994370902 \cdot 10^1;$$

$$Ar_t = A * \exp(B * Hr_t + C * Hr_t^{0.5}) \quad (5.31)$$

A.3 - M3 - Esvaziamento linear - Esvaziando os reservatórios de maneira proporcional

- **Sub-sistema 1**

$$\begin{aligned} A &= 0.3834917221960 * 1e-2; \\ B &= 0.3721099363851 * 1e-6; \\ C &= 0.2379933255431 * 1e-6; \\ D &= 0.5278783037451 * 1e6; \end{aligned}$$

$$Ar_t = (A + Hr_t) / (B + C * Hr_t) + D * Hr_t;$$

- **Sub-sistema 2**

$$\begin{aligned} A &= 0.1938457581673 * 1e-3; \\ B &= 0.5150396171464 * 1e-6; \\ C &= 0.8475981475971 * 1e-6; \\ D &= 0.1696648943109 * 1e+6; \end{aligned}$$

$$Ar_t = (A + Hr_t) / (B + C * Hr_t) + D * Hr_t;$$

- **Sub-sistema 3**

$$\begin{aligned} A &= 0.9455014251249 * 1e6; \\ B &= -0.7665776100749 * 1e-2; \\ C &= 0.365880385161; \\ D &= -0.9282622795512 * 1e6; \end{aligned}$$

$$Ar_t = A * \exp(B * Hr_t + C * Hr_t^{0.5}) + D;$$

B - Volumes do sistema de reservatório a partir da cota do nível d'água

B.1 - M1 - Esvaziando os reservatórios a partir dos menores para os maiores reservatórios

- **Sub-sistema 1**

$$\begin{aligned} A &= 0.6809753144431 * 1e4; \\ B &= -0.3204770497973 * 1e4; \\ C &= -0.3155921004225 * 1e1; \\ D &= 0.5377137345819 * 1e2; \end{aligned}$$

$$Vr_t = (A + B * Hr_t + C * Hr_t^2 + D * Hr_t^3) * 1e2 \quad (5.32)$$

- **Sub-sistema 2**

$$\begin{aligned} A &= -0.4427006624635 * 1e6; \\ B &= 0.2179139079503 * 1e6; \\ C &= 0.8293470569041 * 1e4; \\ D &= 0.1469599710753 * 1e4; \end{aligned}$$

$$Vr_t = A + B * Hr_t + C * Hr_t^2 + D * Hr_t^3 \quad (5.33)$$

- **Sub-sistema 3**

$$\begin{aligned} A &= -0.573478488511 \cdot 10^3; \\ B &= 0.340720658778 \cdot 10^4; \\ C &= -0.2432529352468 \cdot 10^{-1}; \\ D &= 0.1580855542578 \cdot 10^{-3}; \end{aligned}$$

$$V_{r_t} = ((A + B \cdot H_{r_t}) / (1 + C \cdot H_{r_t} + D \cdot H_{r_t}^2)) \cdot 10^2 \quad (5.34)$$

B.2 – M2 - Esvaziando os reservatórios a partir dos maiores para os menores reservatórios

- **Sub-sistema 1**

$$\begin{aligned} A &= 0.2017512961181 \cdot 10^7; \\ B &= 0.3563727814545 \cdot 10^2; \\ C &= -0.2180348640844 \cdot 10^3; \end{aligned}$$

$$V_{r_t} = (A \cdot \exp((H_{r_t} - B)^2 / C)) \cdot 10^2 \quad (5.35)$$

- **Sub-sistema 2**

$$\begin{aligned} A &= 0.5567142496926 \cdot 10^6; \\ B &= -0.8547190033023 \cdot 10^6; \\ C &= 0.1871689909174 \cdot 10^6; \\ D &= -0.3264218150566 \cdot 10^4; \end{aligned}$$

$$V_{r_t} = A + B \cdot H_{r_t} + C \cdot H_{r_t}^2 + D \cdot H_{r_t}^3 \quad (5.36)$$

- **Sub-sistema 3**

$$\begin{aligned} A &= 0.2168421306649 \cdot 10^7; \\ B &= 0.6564929726789 \cdot 10^2; \\ C &= -0.1228766776037 \cdot 10^4; \\ D &= -0.8170536279478 \cdot 10^5; \end{aligned}$$

$$V_{r_t} = (A \cdot \exp((H_{r_t} - B)^2 / C) + D) \cdot 10^2 \quad (5.37)$$

B.3 – M3 - Esvaziamento linear – Esvaziando os reservatórios de maneira proporcional

- **Sub-sistema 1**

$$\begin{aligned} A &= 0.59124777671906 \cdot 10^5; \\ B &= -0.9821317401806 \cdot 10^{-4}; \end{aligned}$$

$$V_{r_t} = (A \cdot H_{r_t} + B \cdot H_{r_t}^2) \cdot 10^2;$$

- **Sub-sistema 2**

$$A=0.1877086379278*1e7;$$

$$B=0.5823672273855*1e-2;$$

$$V_{r_t} = A * H_{r_t} + B * H_{r_t}^2;$$

- **Sub-sistema 3**

$$A=0.3410523420198*1e5;$$

$$V_{r_t} = (A * H_{r_t}) * 10^2;$$

5.2.4.2 Volumes máximos e mínimos

Os volumes máximos e mínimos dos doze reservatórios e dos sub-sistemas, onde nestes os respectivos volumes é a soma aritmética dos volumes dos reservatórios neles inseridos estão mostrados na Tabela 5.6 e 5.7.

Tabela 5.6 - Dados de volumes máximos, mínimos para os doze reservatórios.

Reservatório	Volume máximo	Volume mínimo
	Valor ($10^6 m^3$)	(10% V_{max}) ($10^6 m^3$)
Santa Inês	26,115	2,612
Condado	35,016	3,502
Serra Vermelha I	11,801	1,180
Piranhas	25,696	2,570
Video	6,040	0,604
Vazante	9,091	0,909
Poço Redondo	62,751	6,275
Cachoeira dos Alves	10,611	1,061
Bruscas	38,206	3,821
Saco de Nova Olinda	97,488	9,749
Canoas	45,555	4,556
Queimadas	15,625	1,563

Fonte: PDRH-PB

Tabela 5.7 - Dados de volumes máximos, mínimos para os sub-sistemas de reservatórios.

SUB-SISTEMA	Volume máximo	Volume mínimo
	Valor ($10^6 m^3$)	(15% V_{max}) ($10^6 m^3$)
1	201,02	30,153
2	58,189	8,72
3	211,45	31,75

5.2.5 Dados de entrada para as culturas

As culturas selecionadas foram obtidas de uma observação feita em um projeto maior em andamento intitulado: *Otimização do Sistema Hídrico para Usos Múltiplos da Bacia Hidrográfica do Rio Piancó*, levando em consideração dois pontos importantes na análise do comportamento hídrico do sistema: A aptidão agrícola, segundo os estudos de viabilidade dos projetos e também dos sistemas de irrigação implantados. Portanto, os dados de entrada dessa culturas e dos sistemas de irrigação estão mostrados na tabelas 5.8 à 5.19 a seguir:

Tabela 5.8 – Produtividade das culturas

Culturas	Ciclo vegetativo	Produtividade (kg/ha/ano)					
		Ano I	Ano II	Ano III	Ano IV	Ano V	Ano VI
Manga	Perene	---	---	2.000	5.000	8.000	15.000
Coco Anão	Perene	---	---	20.000	30.000	40.000	---
Graviola	Perene	---	---	5.000	7.000	7.000	7.000
Mamão Havai	Semi-Perene	10.000	30.000	15.000	---	---	---
Melancia	90 dias	25.000	25.000	25.000	25.000	25.000	25.000
Melão	90 dias	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000
Arroz (s)	120 dias	1.500	1.500	1.500	1.500	1.500	1.500
Milho Asteca (s)	85 dias	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000
Banana Pacovan	Perene	10.000	30.000	40.000	---	---	---
Feijão Macassar (es)	120 dias	1.200	1.200	1.200	1.200	1.200	1.200
Feijão Macassar (s)	120 dias	800	800	800	800	800	800
Tomate Industrial	120 dias	40.000	40.000	40.000	40.000	40.000	40.000
Algodão Herbáceo 8H (es)	120 dias	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000
Algodão Herbáceo 8H (s)	120 dias	1.500	1.500	1.500	1.500	1.500	1.500

Siglas: (es) – Entresafra; (s) – Safra

Fonte: Manual de Orçamentos Agropecuários do Banco do Nordeste S/A. Campina Grande/PB, 1997

Tabela 5.9 – Preço médio unitário de venda das culturas

Culturas	Preço médio (RS/kg)	Culturas	Preço médio (RS/kg)
Manga	0,18	Feijão Macassar (es)	1,00
Coco Anão	0,37	Tomate Industrial	0,57
Graviola	1,50	Algodão Herbáceo 8H (es)	1,20
Mamão Havai	0,45	Arroz (s)	0,40
Melancia	0,26	Milho Asteca (s)	0,37
Melão	0,50	Feijão Macassar (s)	0,67
Banana Pacovan	0,40	Algodão Herbáceo 8H (s)	0,70

Fonte: EMPASA – Empresa Paraibana de Abastecimento e Serviços Agrícolas, 2.003

Tabela 5.10 – Custo médio de produção das culturas

Culturas	Custo de produção (RS/ha/ano)					
	Ano I	Ano II	Ano III	Ano IV	Ano V	Ano VI
Manga	2.088,50	800,00	1.186,00	1.427,00	1.723,00	2.039,00
Coco Anão	2.406,80	921,00	1.272,00	---	---	---
Graviola	3.030,80	994,00	1.186,00	---	---	---
Mamão Havai	2.570,00	2.444,00	1.954,00	---	---	---
Melancia	1.635,00	1.635,00	1.635,00	---	---	---
Melão	908,00	908,00	908,00	---	---	---
Arroz (s)	763,00	763,00	763,00	---	---	---

Milho Asteca (s)	669,00	669,00	669,00	---	---	---
Banana Pacovan	3.373,00	1.941,00	1.941,00	---	---	---
Feijão Macassar (es)	908,00	908,00	908,00	---	---	---
Feijão Macassar (s)	513,00	513,00	513,00			
Tomate Industrial	3.596,00	3.596,00	3.596,00	---	---	---
Algodão Herbáceo 8H (es)	1.270,00	1.270,00	1.270,00	---	---	---
Algodão Herbáceo 8H (s)	787,00	787,00	787,00	---	---	---
Obs.: para as culturas irrigadas (entresafra), já estão incluídos os custos de energia elétrica						

Fonte: Banco do Nordeste S/A, 2.003

Tabela 5.11 – Trabalho requerido médio por culturas por hectare ano

Culturas	Número de dias (dia/ha/ano)					
	Ano I	Ano II	Ano III	Ano IV	AnoV	Ano VI
Manga	86	70	85	102	124	151
Coco Anão	101	76	100	---	---	---
Graviola	104	81	105	---	---	---
Mamão Havai	200	216	161	---	---	---
Melancia	115	115	115	---	---	---
Melão	56	56	56	---	---	---
Arroz (s)	66	66	66	---	---	---
Milho Asteca (s)	42	42	42	---	---	---
Banana Pacovan	212	188	188	---	---	---
Feijão Macassar (es)	56	56	56	---	---	---
Feijão Macassar (s)	31	31	31	---	---	---
Tomate Industrial	252	252	252	---	---	---
Algodão Herbáceo 8H (es)	119	119	119	---	---	---
Algodão Herbáceo 8H (s)	86	86	86	---	---	---

Fonte: Banco do Nordeste S/A, 2.003

Tabela 5.12 – Custo atual do trabalho por cultura

Culturas	Custo atual (RS/homemdia/cultura)					
	Ano I	Ano II	Ano III	Ano IV	AnoV	Ano VI
Manga	688,00	560,00	746,00	882,00	1.058,00	1.274,00
Coco Anão	808,00	608,00	800,00	---	---	---
Graviola	832,00	648,00	840,00	---	---	---
Mamão Havai	1.600,00	1.728,00	1.288,00	---	---	---
Melancia	920,00	920,00	920,00	---	---	---
Melão	448,00	448,00	448,00	---	---	---
Arroz (s)	528,00	528,00	528,00	---	---	---
Milho Asteca (s)	356,00	356,00	356,00	---	---	---
Banana Pacovan	1.696,00	1.504,00	1.504,00	---	---	---
Feijão Macassar *(es)	448,00	448,00	448,00	---	---	---
Feijão Macassar *(s)	248,00	248,00	248,00	---	---	---
Tomate Industrial	2.016,00	2.016,00	2.016,00	---	---	---
Algodão Herbáceo 8H (es)	614,00	614,00	614,00	---	---	---
Algodão Herbáceo 8H (s)	574,00	574,00	574,00	---	---	---
(*) – não estão incluídos os custos de colheita e transporte interno						

Fonte: Banco do Nordeste S/A, 2.003

Tabela 5.13 – Distribuição dos coeficientes de cultivo (Kc's) das culturas no ano hidrológico

Culturas	Meses do ano hidrológico											
	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul
Manga	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,80	0,80
Coco Anão	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Graviola	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65
Mamão Havai	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
Melancia	0,75	1,00	0,75									
Melão							0,80	1,00	1,13	1,18	1,10	1,02
Arroz (s)							0,40	0,80	1,15	0,85		
Milho Asteca (s)	0,75	1,00	0,75									
Banana Pacovan	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,90
Feijão Macassar (es)	0,75	1,15	0,80									
Feijão Macassar (s)							0,70	1,10	0,90			
Tomate Industrial	0,45	0,75	1,15	0,80								
Algodão Herbáceo 8H (es)	0,50	0,75	1,15	0,75								
Algodão Herbáceo 8H (s)							0,50	0,75	1,15	0,75		

Fonte: Engenharia de Irrigação: hidráulica dos sistemas pressurizados. Aspersão e gotejamento (Gomes, 1999)

5.2.5.1 Dados dos sistemas de irrigação aplicados às culturas

Na otimização do sistema estudado serão levados em dois tipos de sistemas de irrigação: aspersão convencional e microaspersão. Para os perímetros onde o sistema de irrigação já se encontra implantado ou em fase de implantação, (Piancó II e Piancó III), será considerado, numa primeira análise, o sistema existente adequado às culturas aos respectivos sistemas. Para os perímetros Piancó-Brotas, Piancó II e III não será considerado o sistema por gotejamento que, pela textura arenosa do solo, demandaria um maior consumo de água do que o sistema por microaspersão.

Na Tabela 5.14 estão os principais parâmetros dos sistemas de irrigação propostos para as culturas selecionadas.

Tabela 5.14 – Dados dos sistemas de irrigação propostos por cultura

Culturas	Sistema de Irrigação	Eapl (%)	Pirr (RS/ha)	Vida Útil (anos)	Tam (%/ano)	Chomb (RS/ha)
Manga	Microaspersão	85	3.500,00	10	8,0	586,60
Coco Anão	Microaspersão	85	3.500,00	10	8,0	607,50
Graviola	Microaspersão	85	3.500,00	10	8,0	502,80
Mamão Havai	Microaspersão	85	3.500,00	10	8,0	544,70
Melancia	Microaspersão	85	3.500,00	10	8,0	178,80
Melão	Microaspersão	85	3.500,00	10	8,0	176,00
Banana Pacovan	Microaspersão	85	3.500,00	10	8,0	670,40
Feijão Macassar	Aspersão	70	2.000,00	10	8,0	134,10
Tomate Industrial	Microaspersão	85	3.500,00	10	8,0	279,30
Algodão 8H	Aspersão	70	2.000,00	10	8,0	201,10

Síglas:

Eapl – Valor percentual da eficiência da aplicação da irrigação por cultura; Pirr – Custo de investimento de implantação do sistema; Vutil – Vida útil do sistema de irrigação; Tam – Taxa anual de amortecimento do investimento com o sistema de irrigação e Chomb – custo anual de bombeamento por hectare.

Fonte: COPI – Cooperativa Agropecuária dos Irrigantes do Projeto Piancó, 2003

sistemas (geralmente culturas temporárias) e *situação proposta*, fazendo-se alterações nos sistemas com a inclusão de culturas perenes.

Na Tabelas 5.17 está apresentado o plano cultural anual, os sistemas de irrigação adotados, as áreas máximas ($A_{c_{max}}$) de plantio adotadas por cultura para o início do processo de otimização e as áreas totais ($A_{p_{max}}$) para a irrigação. As áreas mínimas ($A_{c_{min}}$) e máximas ($A_{c_{max}}$) finais, para plantio de cada culturas, serão objetos de investigação a serem processados pelo modelo de otimização.

Tabela 5.17 – Plano cultural para o perímetro irrigado Piancó II e III (culturas temporárias e perenes)

Culturas	Meses do ano hidrológico												Sistema de Irrigação (prop/exist)	Áreas (ha)		
	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J		$A_{c_{max}}$	$A_{c_{max}}$	
Manga														Microaspersão	500	0
Coco Anão														Microaspersão	500	0
Graviola														Microaspersão	500	0
Mamão Havai														Microaspersão	500	0
Melancia														Aspersão	500	0
Melão														----	----	0
Arroz (s)														----	----	0
Milho Asteca (s)														Microaspersão	500	0
Banana Pacovan														Microaspersão	500	0
Feijão Macassar (es)														Aspersão	500	0
Feijão Macassar (s)														----	---	0
Tomate Industrial														Microaspersão	500	0
Algodão CNPA 8H (es)														Aspersão	500	0
Algodão CNPA 8H (s)														----	---	0
												Safrá (s) = 1.000 ha				
												Etresafrá (es) = 1.000 ha				

6 DEFINIÇÕES DOS CENÁRIOS

6.1 Introdução

Para uma melhor avaliação do comportamento do sistema a nível mensal, quando submetido a um conjunto de condições variáveis no tempo, serão estabelecidos cenários que, a partir de determinadas situações climáticas, terão como foco, aspectos operacionais dos reservatórios (volumes iniciais, prioridades de atendimento, etc.).

Será observada a distribuição média mensal da chuva ao longo do ano, a partir das razões percentuais dos valores médios mensais em relação ao valor médio do total anual. Será considerada nesta análise quatro conjuntos de dados:

- a) Todos os valores mensais consistidos;
- b) Os valores mensais correspondendo aos anos de precipitação média;
- c) Os valores mensais correspondendo aos anos secos;
- d) Os valores mensais correspondendo aos anos chuvosos.

Os cenários a serem estabelecidos no estudo além do cenário padrão, serão definidos a partir das situações climáticas como descritos abaixo:

- Cenário Padrão..... $Q = X$
- *Cenário Seco* $Q \leq \bar{X} - s/2;$
- *Cenário Normal (Média)*..... $\bar{X} - s/2 \leq Q \leq \bar{X} + s/2;$
- *Cenário Chuvoso* $Q \geq \bar{X} + s/2;$

Onde,

Q – é a vazão total anual;

\bar{X} - representa a média; e

s – representa o desvio padrão

6.2 Situações Operacionais dos Reservatórios

Os resultados da modelagem de simulação e otimização da operação dos reservatórios podem ser fortemente influenciados por valores de variáveis de estado, como por exemplo: os volumes armazenados no início do período de simulação e por valores de restrições operacionais, tais como, volumes máximos e mínimos permitidos. Outra restrição operacional que será imposto ao problema, diz respeito a sustentabilidade hídrica dos reservatórios, ou seja, que ao

final do último mês da simulação, os volumes finais nos reservatórios sejam iguais ou superiores ao volume adotado no primeiro mês da simulação.

6.2.1 Cenário Padrão

Para as análises e comparações dos cenários propostos foi idealizado um cenário padrão, com as seguintes características dos parâmetros:

- climático ano de precipitação média;
- horizonte para abastecimento 10 anos (médio);
- crescimento da demanda médio;
- volumes iniciais dos reservatórios (V_{r_0}) volume no início do mês de agosto para um ano médio
- sistema de irrigação aspersão convencional

6.2.2 Cenários por Sub-sistema de Reservatórios

A definição dos cenários hidroclimáticos foi estabelecida a partir das séries fluviométricas e pluviométricas compreendidas entre os anos de 1933 a 1989 dos postos próximos aos reservatórios. Estas séries são de fonte do Plano Diretor de Recursos Hídricos da Paraíba (PDRH/PB).

Primeiramente, com as séries fluviométricas dos sub sistemas de reservatórios, onde para cada sub-sistema as séries foram obtidas fazendo-se o somatório das vazões afluentes mensais a cada ano da série de cada reservatório do sub-sistema correspondente. Com as condições estabelecidas para cada cenário como visto anteriormente, foram calculadas ano a ano as vazões totais anuais e a partir desses totais calculou-se a média e desvio-padrão correspondentes. Na tabela 6.1 a seguir é demonstrada a metodologia aplicada para a definição dos cenários hidroclimáticos.

Tabela 6.1 - Metodologia aplicada para definição dos cenários hidroclimáticos

VAZÕES MÉDIAS MENSAIS (m ³ /s)												Total anual	Testes		
JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ		Q<(X-s/2)	Q>(X+s/2)	(X-s/2<Q<X+s/2)
0,59	3,10	2,02	10,26	9,68	1,55	0,00	0,00	0,00	0,00	0,49	0,17	27,87	Seco	0	
0,99	1,82	35,02	28,46	19,37	10,32	1,91	0,00	0,00	0,00	0,04	0,20	98,14	0	Chuvoso	
0,47	7,22	46,95	38,38	31,06	11,57	3,53	0,02	0,00	0,00	0,00	0,04	139,24	0	Chuvoso	
0,15	1,92	6,75	4,36	1,95	0,17	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	15,33	Seco	0	
0,14	2,50	6,64	11,64	10,70	3,15	0,38	0,00	0,00	0,00	0,00	0,12	37,29	0	0	
0,14	0,28	5,13	16,15	14,53	4,94	0,10	0,00	0,00	0,00	0,03	0,01	41,31	0	Normal	
0,04	1,98	15,71	20,47	9,37	1,50	0,07	0,02	0,00	0,05	0,01	0,05	49,27	0	Normal	
3,86	5,22	30,51	34,83	26,12	13,84	4,28	0,02	0,00	0,00	0,13	0,00	118,81	0	Chuvoso	
0,01	2,46	10,63	9,59	3,57	0,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	26,37	Seco	0	
0,00	0,87	0,40	1,09	0,13	0,01	0,00	0,00	0,00	0,20	0,04	0,30	3,04	Seco	0	
0,06	0,49	2,77	8,30	3,55	0,09	0,01	0,00	0,00	0,00	0,04	0,08	15,39	Seco	0	
0,04	0,02	5,26	21,45	12,65	3,80	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,18	43,45	0	Normal	
0,46	0,45	1,36	6,41	12,32	11,94	2,92	0,00	0,00	0,02	0,00	0,26	36,14	0	Normal	
0,13	1,49	2,67	3,57	4,39	0,31	0,01	0,00	0,00	0,00	0,43	0,15	13,16	Seco	0	
0,44	4,31	28,05	41,28	12,86	2,69	0,02	0,00	0,00	0,00	0,94	1,09	91,69	0	Chuvoso	
0,05	0,15	7,52	14,78	10,43	4,77	0,63	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	37,81	0	Normal	
0,00	0,43	0,61	11,25	11,83	11,09	3,35	0,07	0,00	0,00	0,64	2,30	41,57	0	Normal	
0,91	0,30	4,71	21,67	14,24	3,72	0,12	0,00	0,00	0,15	0,00	0,05	45,86	0	Normal	
0,09	0,54	0,18	3,50	5,46	1,86	0,33	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	11,97	Seco	0	
0,15	1,72	4,96	13,25	11,76	2,78	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,23	34,87	0	Normal	
0,04	0,09	2,59	1,68	0,93	0,47	0,00	0,00	0,01	0,08	0,15	0,39	6,42	Seco	0	
0,09	1,92	2,44	9,15	8,52	5,80	1,17	0,05	0,00	0,00	0,09	0,22	29,46	0	Normal	
0,89	5,20	7,75	6,31	4,20	0,26	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,06	24,68	Seco	0	
0,01	4,31	9,22	15,95	13,48	3,85	0,61	0,01	0,00	0,00	0,21	0,01	47,66	0	Normal	
0,76	0,00	12,62	31,12	7,94	0,94	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	53,40	0	Normal	
0,03	0,61	0,32	1,31	0,17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,34	2,79	Seco	0	
0,19	1,65	6,48	5,78	1,03	0,10	0,00	0,02	0,00	0,00	0,03	0,00	15,29	Seco	0	
0,02	0,40	12,86	26,80	12,37	3,25	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	55,81	0	Normal	
1,29	5,01	5,53	20,82	7,24	1,23	0,30	0,03	0,00	0,00	0,00	0,06	41,51	0	Normal	
0,26	1,78	4,23	8,30	4,81	0,87	0,20	0,00	0,00	0,01	0,07	0,05	20,58	Seco	0	
0,24	2,05	37,57	31,19	12,48	2,76	0,38	0,00	0,00	0,00	0,04	0,88	87,58	0	Chuvoso	
2,92	8,83	19,26	55,87	17,89	13,73	6,39	0,32	0,12	0,00	0,00	0,01	125,35	0	Chuvoso	
1,24	1,73	1,40	29,13	17,53	7,43	2,80	0,03	0,00	0,00	0,00	0,05	61,36	0	Normal	
0,03	4,44	4,50	2,38	0,84	0,70	0,49	0,05	0,01	0,00	0,01	0,16	13,61	Seco	0	
0,10	3,77	36,15	107,25	55,70	11,97	2,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	217,09	0	Chuvoso	
0,55	0,31	19,50	13,71	12,52	5,89	0,36	0,00	0,00	0,00	0,01	0,02	52,87	0	Normal	
0,67	0,99	2,44	9,78	7,24	2,85	0,68	0,06	0,00	0,00	0,00	0,01	24,75	Seco	0	
1,02	0,74	10,96	9,38	4,41	0,04	0,03	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	26,60	Seco	0	
0,47	2,29	14,91	54,23	21,24	11,67	4,13	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	108,99	0	Chuvoso	
0,89	3,47	5,74	5,54	4,88	1,14	0,01	0,08	0,07	0,00	0,00	0,34	22,15	Seco	0	
0,17	0,25	3,22	18,01	17,09	7,78	2,78	0,54	0,03	0,05	0,00	0,03	49,95	0	Normal	
2,64	19,28	56,40	67,25	20,75	10,51	2,39	0,00	0,00	0,06	0,11	0,04	179,43	0	Chuvoso	
0,23	1,39	28,87	22,13	20,81	9,16	3,86	0,47	0,15	0,06	0,00	0,01	87,15	0	Chuvoso	
0,01	2,34	7,04	12,81	4,16	0,18	0,00	0,00	0,10	0,12	0,06	0,00	26,83	Seco	0	
0,28	1,99	6,04	12,47	25,45	11,89	3,83	0,24	0,00	0,00	0,00	0,26	62,46	0	Normal	
0,26	2,54	14,92	9,97	11,86	4,50	0,43	0,05	0,00	0,01	0,01	0,01	44,57	0	Normal	
0,54	2,77	9,36	15,91	14,63	4,92	0,31	0,00	0,00	0,00	0,01	0,02	48,47	0	Normal	
0,26	2,41	14,92	6,34	0,58	0,14	0,01	0,00	0,00	0,02	0,18	0,12	24,99	Seco	0	
0,12	0,44	10,24	24,27	5,13	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,11	40,37	0	Normal	
0,05	0,05	1,24	2,22	8,14	1,86	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	13,58	Seco	0	
0,06	3,52	2,16	7,78	1,63	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	15,15	Seco	0	
0,14	0,21	6,60	61,20	25,68	12,12	2,22	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	108,18	0	Chuvoso	
3,97	69,78	58,96	106,13	54,30	16,46	8,72	0,98	0,00	0,00	0,00	0,36	319,66	0	Chuvoso	
0,38	4,34	13,34	28,33	18,60	7,69	2,01	0,08	0,00	0,00	0,04	0,01	74,82	0	Normal	
0,24	0,78	4,10	11,69	5,63	0,30	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	22,81	Seco	0	
0,37	0,83	6,22	23,30	21,71	6,33	0,31	0,00	0,00	0,00	0,00	1,01	60,08	0	Normal	
0,80	0,19	2,48	60,44	38,49	13,62	5,16	0,50	0,00	0,07	0,00	0,79	122,54	0	Chuvoso	
0,54	3,51	11,94	22,04	12,91	4,82	1,22	0,06	0,01	0,02	0,07	0,19				

Média (X) =	57,33
Desv. Padrão(s)	56,27
Condições	
X - s/2	29,19
X + s/2	85,46

Com a definição dos anos correspondentes a cada situação climática (Ano seco, Ano normal, e Ano chuvoso) para a série fluviométricas, os dados de precipitação para os cenários foram obtidos de acordo como os anos definidos na série fluviométrica para cada reservatório, e a partir deles, a obtenção dos dados pluviométricos em cada sub-sistema de reservatório foi feita a média ponderada das precipitações mensais de cada reservatório do sub-sistema correspondente. Por exemplo, para o sub-sistema 1, composto de sete reservatório, para cada um já se tem em mãos os dados pluviométricos de cada cenário (seco, normal e chuvoso) mês a mês. Com base no espelho d'água de cada reservatório do sub-sistema e da precipitação mensal, com o uso da expressão $(\sum p_i \cdot A_i)/A$, onde p_i é a precipitação mensal de cada ano (seco, normal e chuvoso), A_i a área do espelho d'água de cada reservatório do sub-sistema correspondente e A

sendo o somatório de todas as áreas de espelhos d' água dos reservatórios do sub-sistema, obtemos com isso a precipitação mensal do sub-sistema correspondente. De maneira análoga, foi feito o mesmo procedimento para os outros sub-sistemas de reservatórios.

Com isso criou-se a tabela 6.2 e 6.3, onde nelas são mostrados os dados de precipitações e vazões obtidos para cada sub-sistema nos cenários e que serão aplicados no modelo de otimização ORNAP.

tabela 6.2 - Precipitações em mm para os cenários hidroclimáticos aplicados ao modelo em cada sub-sistema de reservatórios

sub-sistema	Cenário	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	Média anual
c/7 reserv.)	Padrão	102,2	145,0	208,4	118,8	146,8	204,7	144,9	55,9	28,8	19,8	8,9	16,5	100,1
	Seco	0,2	34,1	36,7	5,0	15,4	3,9	8,8	0,1	0,0	4,0	5,5	86,8	16,7
	Normal	87,8	167,8	189,8	192,5	64,0	6,9	0,4	3,2	2,2	19,5	21,1	82,5	69,8
	Chuvoso	88,3	286,4	245,0	191,7	42,3	29,9	47,0	1,0	50,2	3,8	24,3	78,8	90,7
c/ 2 reserv.)	Padrão	96,3	127,1	220,2	128,3	67,9	19,8	10,9	7,2	6,0	8,8	36,1	44,0	64,0
	Seco	16,7	65,6	105,6	62,2	46,5	40,0	20,6	0,9	0,0	0,0	0,0	35,7	32,8
	Normal	93,3	114,3	227,6	199,7	74,1	46,8	27,7	4,9	2,2	4,1	12,5	6,9	67,8
	Chuvoso	94,7	283,9	302,2	144,6	64,8	35,4	13,7	4,5	3,9	4,7	32,0	21,4	83,8
c/ 3 reserv.)	Padrão	98,5	180,9	238,8	185,0	62,7	28,4	16,5	5,6	7,1	10,8	22,2	53,2	74,1
	Seco	12,3	81,7	53,2	116,3	11,5	1,0	1,2	0,0	0,0	17,0	0,0	40,0	27,8
	Normal	102,9	71,3	437,8	123,5	11,6	1,3	1,0	2,0	0,0	2,0	14,2	102,3	72,5
	Chuvoso	161,2	204,0	534,1	77,2	41,0	4,0	27,3	0,0	0,4	0,0	0,0	7,4	88,1

tabela 6.3 - Vazões afluentes em m³/s para os cenários hidroclimáticos aplicados ao modelo em cada sub-sistema de reservatórios

sub-sistema	Cenário	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	Média anual
c/7 reserv.)	Padrão	0,54	3,51	11,94	22,04	12,91	4,82	1,22	0,06	0,01	0,02	0,07	0,19	4,8
	Seco	0,03	0,61	0,32	1,31	0,17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,34	0,2
	Normal	0,02	0,40	12,86	26,80	12,37	3,25	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	4,7
	Chuvoso	0,23	1,39	28,87	22,13	20,81	9,16	3,86	0,47	0,15	0,06	0,00	0,01	7,3
c/ 2 reserv.)	Padrão	0,18	0,72	2,50	3,98	2,23	0,88	0,21	0,01	0,00	0,00	0,03	0,08	0,9
	Seco	0,07	0,08	0,04	0,40	0,12	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,1
	Normal	0,02	0,73	2,13	3,26	2,93	1,17	0,11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,07	0,9
	Chuvoso	0,06	0,24	8,10	3,75	3,74	2,85	0,72	0,00	0,00	0,00	0,02	0,04	1,6
c/ 3 reserv.)	Padrão	0,33	1,75	5,50	8,23	4,89	2,00	0,47	0,02	0,01	0,01	0,07	0,18	1,9
	Seco	0,20	0,19	0,08	0,47	0,11	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,12	0,1
	Normal	0,02	2,04	5,76	7,51	6,13	2,23	0,13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,21	2,0
	Chuvoso	0,13	0,05	3,15	24,79	7,58	2,80	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	3,2

7 RESULTADOS INICIAIS**7.1 Resultados obtidos para o Cenário Padrão – Sub-sistema de reservatórios 1 – M1**

Analisados os resultados obtidos para este cenário na simulação M1 (esvazia primeiro os reservatórios menores) do sub-sistema de reservatórios 1 (conjunto de 7 reservatórios) observou-se que, das 14 culturas propostas, entre perenes e sazonais, à serem cultivadas, dentre elas: manga, coco anão, graviola, mamão, melancia, melão, arroz, milho, banana, feijão entresafra, feijão safra, tomate, algodão entresafra e algodão safra, seis delas obtiveram receita líquida *negativa*, que são: manga, arroz, milho, feijão safra, feijão entresafra e algodão safra como se verifica na Tabela 7.1 a seguir:

Tabela 7.1 - Áreas irrigadas e Receitas líquidas por cultura obtidas no Cenário padrão Simulação M1 – Sub-sistema de reservatórios 1

Cultura	Área irrigada (ha)	Recita líquida em mil R\$
manga	50,91	-24.24
coco anão	750,85	8948.51
graviola	221,96	1004.44
mamão	373,05	1968.01
melancia	66,23	199.22
melão	2,66	8.30
Arroz	51	-75.36
Milho	0,04	-0.01
Banana	705,58	7707.60
Feijão (es)	72,63	-49.58
Feijão (s)	99,83	-75.02
Tomate	536,33	7096.13
Algodão (es)	159,61	206.54
Algodão (s)	105,39	-93.16
Total	3.196,07	26.821,36

Obs: es – entresafra , s - safra

Como o objetivo do trabalho é otimizar o uso da água dos reservatórios de maneira integrada a fim de que possamos obter o máximo possível de área irrigada para cada cultura, desde que se tenha receita positiva, e como resultado inicial na simulação M1 do sub-sistema 1 obtivemos para o cenário padrão, que é um cenário de referência para os outros, seis culturas que tiveram receita *negativa*, propomos uma solução alternativa para este caso, ou seja: Criamos duas culturas hipotéticas, uma perene e outra sazonal, sendo que cada uma delas foi definida da seguinte forma: A cultura perene hipotética seria aquela com produtividade, custo de produção, preço médio, coeficiente de cultivo etc., enfim todos os parâmetros exigíveis para cultivo iguais aos valores médios desses mesmos parâmetros das culturas perenes iniciais utilizadas no cenário padrão que obtiveram receita líquida positiva. De maneira análoga foi feito o mesmo para definir

a cultura fictícia sazonal. Sendo que para esta, o plano cultural seria feito de maneira escalonada, para aproveitamento integral da água, como se verifica no esquema abaixo:

Cultura hipotética	Plano cultural alternativo para o modelo											
	out	nov	dez	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set
Perene												
Sazonal 1												
Sazonal 2												
Sazonal 3												
Sazonal 4												
Sazonal 5												
Sazonal 6												
Sazonal 7												
Sazonal 8												
Sazonal 9												
Sazonal 10												
Sazonal 11												
Sazonal 12												

Observa-se que neste plano cultural alternativo, temos um total de 13 culturas sendo uma delas substituída pela cultura perene hipotética e as outras doze culturas pela cultura sazonal hipotética de acordo com a configuração acima mostrada.

É importante ressaltar que os outros dados de entrada do modelo não foram modificados, preservando assim os mesmos utilizados inicialmente e que variavam apenas em relação ao cenário hidroclimático, dados como por exemplos: pluviométricos, fluviométricos, condições de volumes iniciais dos reservatórios, dados operacionais dos reservatórios, áreas máximas e mínimas a serem utilizadas para as culturas, etc.

8 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Como um dos objetivos deste estudo, procuramos analisar o desempenho do sistema de reservatórios da bacia hidrográfica do Rio Piancó. O sistema foi sub-dividido em três sub-sistemas como já mencionado e operado cada um deles mediante três simulações efetuadas quanto ao esvaziamento dos reservatórios que constituem cada sub-sistema.

Com isso, objetiva-se comparar os resultados obtidos nestas três simulações para diferentes cenários hidroclimáticos (Padrão, Seco, Normal e Chuvoso) onde a partir daí obtermos subsídios para avaliar a melhor opção quanto a operação do sistema de modo que possamos otimizar o uso da água da bacia hidrográfica da Bacia do Rio Piancó para uso de agricultura irrigada, salvaguardado seus outros usos.

8.1 Áreas irrigadas e Receitas líquidas obtidas

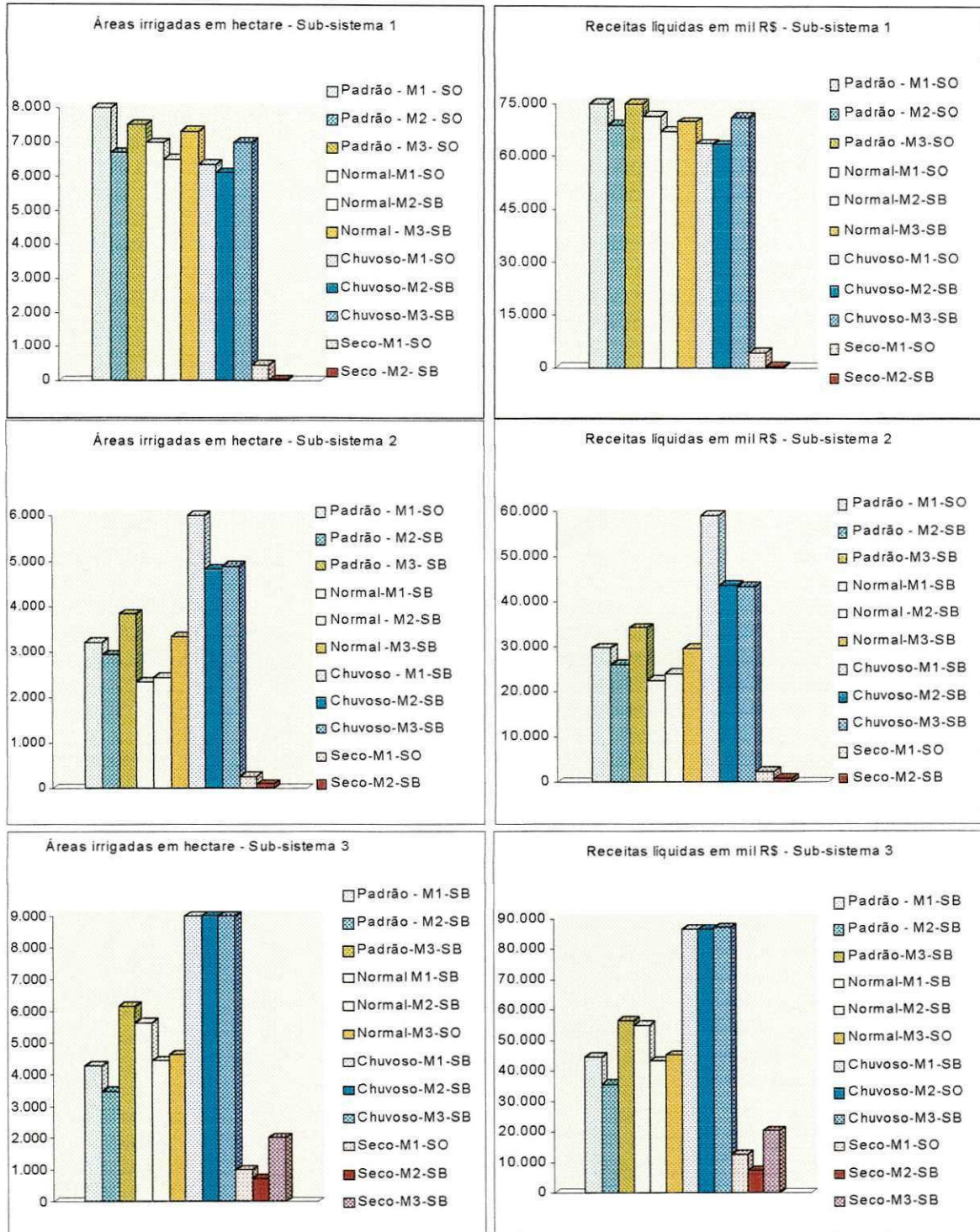
Os resultados encontrados para as áreas irrigadas e respectivas receitas líquidas para cada sub-sistema em cada cenário e em cada simulação encontra-se nas Tabelas 8.1 à 8.9 (pág.47 a 50). Nestas tabelas, estão indicadas para cada cenário a condição de volume inicial e a condição de sustentabilidade hídrica que foi usada em cada sub-sistema de reservatórios.

A efeito de comparação criamos gráficos de barras (Figura 8.1) relativos às áreas irrigadas e receitas líquidas totais referentes às três simulações efetuadas, para cada um dos sub-sistemas de reservatórios no diferentes cenários climáticos. De acordo com os gráficos montou-se o Quadro 8.1 a seguir, onde mostramos a hierarquia dos melhores resultados referentes à receita líquida gerada nas simulações M1, M2 e M3 em cada sub-sistema por cenário, em que a ordem 1 representa o melhor resultado e a 3 o pior resultado.

Quadro 8.1 - Análise dos melhores resultados nas três simulações em cada sub-sistema

sub-sistema	Ordem hierárquica	Parametro analisado: Receita líquida			
		CENÁRIOS			
		Padrão	Normal	Seco	Chuvoso
1	1	M1	M1	M1	M3
	2	M3	M3	M2	M1
	3	M2	M2	-	M2
2	1	M3	M3	M1	M1
	2	M1	M2	M2	M2
	3	M2	M1	-	M3
3	1	M3	M1	M3	M2
	2	M1	M3	M1	M1
	3	M2	M2	M2	M3

Figura 8.1 - Gráficos referentes às áreas irrigadas e receitas líquidas obtidas para cada sub-sistema



Como mostra o Quadro 8.1, nosso parâmetro de comparação foi a receita líquida gerada com agricultura irrigada. Ao analisarmos este quadro, verificamos que a simulação M1 (esvaziando primeiro os menores reservatórios) demonstrou obter resultados mais satisfatórios em termos de receita líquida na maioria dos casos, principalmente para o sub-sistema 1 onde na maioria dos cenários a simulação M1 foi a melhor, pois de acordo com o Quadro 8.1, 6 entre 12

casos a receita líquida gerada segundo M1 foi maior. Seguindo esta análise, a simulação 3 (Esvaziamento proporcional) foi a subsequente, onde 5 entre 12 casos, esta simulação obteve receita líquida maior. E por último vem a simulação M2, que 9 dentre 12 casos, ela forneceu a menor receita líquida em relação as outras duas simulações.

Portanto, para se obter uma maior receita líquida com agricultura irrigada, no uso da água da Bacia do Rio Piancó, o modelo de otimização utilizado mostrou que a opção de esvaziar primeiro os menores reservatórios daquela bacia trará resultados mais satisfatórios.

Tabela 8.1 - Áreas irrigadas e receitas líquidas obtidas no sub-sistema 1 de reservatórios em cada cenário

		Simulação M1 - Esvaziando primeiro os menores reservatórios							
Sub-sistema	Cultura hipotética	Cenários hidroclimáticos							
		Padrão (*)		Normal (*)		Seco (*)		Chuvoso (*)	
		Sust: 100%Vo		Sust: 100%Vo		Sust: 75%Vo		Sust: 100%Vo	
		Vo = 60% Vmáx		Vo = 60% Vmáx		Vo = 60% Vmáx		Vo = 60% Vmáx	
		Área irrigada (ha)	Rec.Líquida (mil R\$)	Área irrigada (ha)	Rec.Líquida (mil R\$)	Área irrigada (ha)	Rec.Líquida (mil R\$)	Área irrigada (ha)	Rec.Líquida (mil R\$)
Sub-sistema 1 (c/ 7 reserv.)	Perene	347,4	6343,8	1000	18263,0	20,9	382,0	765,5	13980,2
	Sazonal 1	1202,6	10708,0	862,6	7680,3	140,9	1254,9	711,0	6331,0
	Sazonal 2	797,4	7099,8	991,7	8830,5	32,0	285,2	710,3	6324,2
	Sazonal 3	619,5	5515,9	440,1	3918,5	40,3	358,8	660,8	5883,6
	Sazonal 4	959,7	8545,4	632,0	5627,7	51,6	459,3	523,2	4658,2
	Sazonal 5	624,0	5556,0	433,1	3855,9	45,6	405,7	514,1	4577,7
	Sazonal 6	640,3	5701,3	312,0	2777,9	32,3	287,4	515,1	4586,6
	Sazonal 7	628,3	5594,2	229,9	2046,6	5,3	46,9	718,7	6399,2
	Sazonal 8	344,5	3067,0	368,4	3279,9	29,5	262,6	92,7	825,8
	Sazonal 9	366,0	3258,7	346,7	3087,0	36,6	326,1	0,4	3,7
	Sazonal 10	298,0	2652,9	445,2	3964,2	7,9	70,3	232,0	2065,7
	Sazonal 11	680,3	6057,0	361,8	3221,2	8,5	75,6	472,1	4203,9
Sazonal 12	835,7	7440,7	569,1	5067,0	0,1	1,3	436,3	3884,4	
Total		8343,4	77540,7	6992,4	71619,4	451,5	4215,9	6352,2	63724,0

(*) - Cenário obteve Solução Ótima (**) - Cenário obteve Solução boa

Tabela 8.2 - Áreas irrigadas e receitas líquidas obtidas no sub-sistema 2 de reservatórios em cada cenário

		Simulação M1 - Esvaziando primeiro os menores reservatórios							
Sub-sistema	Cultura hipotética	Cenários hidroclimáticos							
		Padrão (**)		Normal (**)		Seco (*)		Chuvoso (**)	
		Sust: 100%Vo		Sust: 100%Vo		Sust: 75%Vo		Sust: 100%Vo	
		Vo = 60% Vmáx		Vo = 60% Vmáx		Vo = 60% Vmáx		Vo = 60% Vmáx	
		Área irrigada (ha)	Rec.Líquida (mil R\$)	Área irrigada (ha)	Rec.Líquida (mil R\$)	Área irrigada (ha)	Rec.Líquida (mil R\$)	Área irrigada (ha)	Rec.Líquida (mil R\$)
Sub-sistema 2 (c/ 2 reserv.)	Perene	128,9	2353,9	186,7	3410,1	0,0	0,4	440,91	8052,34
	Sazonal 1	1092,5	9727,6	205,1	1826,4	67,7	602,5	1442,17	12841,14
	Sazonal 2	603,7	5375,6	529,5	4714,8	44,6	397,1	979,24	8719,13
	Sazonal 3	99,2	883,5	248,3	2192,7	121,7	1083,4	989,1	8806,95
	Sazonal 4	78,7	701,0	462,7	4120,2	12,3	109,5	733,7	6532,88
	Sazonal 5	586,5	5222,0	415,5	3699,6	0,1	0,9	341,51	3040,77
	Sazonal 6	106,2	945,9	144,5	1286,4	1,4	12,7	120,67	1074,48
	Sazonal 7	0,3	2,3	43,4	386,1	0,3	2,2	32,7	291,2
	Sazonal 8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	2,6	9,55	84,99
	Sazonal 9	0,0	0,0	7,1	63,5	0,1	0,6	0	0
	Sazonal 10	11,6	103,4	10,9	96,8	0,1	0,5	204,62	1821,95
	Sazonal 11	0,0	0,2	83,8	745,9	1,1	9,7	2,61	23,25
Sazonal 12	500,8	4459,1	0,0	0,0	1,7	15,5	887,04	7898,19	
Total		3208,4	29774,3	2335,5	22542,4	251,3	2237,5	6183,8	59187,3

(*) - Cenário obteve Solução Ótima (**) - Cenário obteve Solução boa

Tabela 8.3 - Áreas irrigadas e receitas líquidas obtidas no sub-sistema 3 de reservatórios em cada cenário

Simulação M1 - Esvaziando primeiro os menores reservatórios

Sub-sistema	Cultura hipotética	Cenários hidroclimáticos							
		Padrão (**)		Normal (**)		Seco (*)		Chuvoso (**)	
		Sust: 100%Vo		Sust: 100%Vo		Sust: 75%Vo		Sust: 100%Vo	
		Vo = 60% Vmáx		Vo = 60% Vmáx		Vo = 60% Vmáx		Vo = 60% Vmáx	
Área irrigada	Rec. Líquida	Área irrigada	Rec. Líquida	Área irrigada	Rec. Líquida	Área irrigada	Rec. Líquida		
(ha)	(mil R\$)	(ha)	(mil R\$)	(ha)	(mil R\$)	(ha)	(mil R\$)		
Sub-sistema 3 (c/ 3 reserv.)	Perene	719,2	13134,8	528,9	9659,8	376,44	6874,84	502,3	9172,9
	Sazonal 1	604,6	5383,3	1176,6	10476,2	21,14	188,2	1454,9	12954,4
	Sazonal 2	473,8	4218,5	308,1	2743,2	8,26	73,54	651,0	5796,1
	Sazonal 3	340,5	3031,9	620,3	5523,2	7,84	69,8	655,8	5839,4
	Sazonal 4	208,2	1853,9	897,4	7990,3	177,04	1576,41	553,5	4928,3
	Sazonal 5	21,6	192,2	423,6	3771,4	184,76	1645,15	577,6	5142,8
	Sazonal 6	187,9	1673,3	30,9	275,5	9,24	82,24	672,8	5991,0
	Sazonal 7	290,1	2582,7	161,7	1439,7	6,04	53,79	635,5	5658,1
	Sazonal 8	227,0	2021,2	184,0	1638,2	6,99	62,26	359,1	3197,2
	Sazonal 9	234,6	2088,8	15,0	133,6	8,18	72,8	515,3	4588,6
	Sazonal 10	153,3	1365,0	26,4	234,7	8,21	73,09	997,4	8881,2
	Sazonal 11	338,5	3013,9	249,0	2217,1	8,19	72,89	664,7	5918,5
Sazonal 12	474,0	4220,4	999,8	8901,9	178,33	1587,84	949,8	8457,3	
Total	4273,2	44779,8	5621,6	55004,8	1000,7	12432,9	9189,7	86525,8	

(*) - Cenário obteve Solução Ótima (***) - Cenário obteve Solução boa

Tabela 8.4 - Áreas irrigadas e receitas líquidas obtidas no sub-sistema 1 de reservatórios em cada cenário

Simulação M2 - Esvaziando primeiro os maiores reservatórios

Sub-sistema	Cultura hipotética	Cenários hidroclimáticos							
		Padrão (*)		Normal (**)		Seco (**)		Chuvoso (**)	
		Sust: 100%Vo		Sust: 100%Vo		Sust: 75%Vo		Sust: 100%Vo	
		Vo = 62% Vmáx		Vo = 65% Vmáx		Vo = 60% Vmáx		Vo = 62% Vmáx	
Área irrigada	Rec. Líquida	Área irrigada	Rec. Líquida	Área irrigada	Rec. Líquida	Área irrigada	Rec. Líquida		
(ha)	(mil R\$)	(ha)	(mil R\$)	(ha)	(mil R\$)	(ha)	(mil R\$)		
Sub-sistema 1 (c/ 7 reserv.)	Perene	997,4	18215,7	1000,0	18262,5	3,78	69,07	963,4	17594,3
	Sazonal 1	988,9	8805,3	459,7	4093,2	0,27	2,45	484,3	4312,6
	Sazonal 2	250,3	2228,9	394,2	3510,3	0,15	1,31	469,0	4176,0
	Sazonal 3	412,5	3672,6	393,7	3505,4	0,65	5,77	469,1	4176,7
	Sazonal 4	431,5	3842,4	393,6	3505,0	2,18	19,41	348,2	3100,2
	Sazonal 5	826,2	7356,5	988,8	8804,6	2,61	23,26	334,9	2981,6
	Sazonal 6	341,6	3041,2	28,7	255,3	3,43	30,55	369,9	3293,6
	Sazonal 7	497,9	4433,3	785,0	6989,4	2,3	20,45	350,7	3122,6
	Sazonal 8	33,1	295,0	42,4	377,5	1,68	14,98	376,1	3348,5
	Sazonal 9	184,9	1646,4	193,4	1722,3	1,84	16,38	977,9	8707,0
	Sazonal 10	318,5	2835,6	256,0	2279,1	1,31	11,64	255,8	2277,7
	Sazonal 11	686,3	6110,8	611,0	5440,7	1,38	12,28	432,3	3849,6
Sazonal 12	734,5	6540,4	963,8	8582,1	1,45	12,94	278,9	2483,4	
Total	6703,6	69024,0	6510,4	67327,2	23,0	240,5	6110,5	63423,9	

(*) - Cenário obteve Solução Ótima (***) - Cenário obteve Solução boa

Tabela 8.5 - Áreas irrigadas e receitas líquidas obtidas no sub-sistema 2 de reservatórios em cada cenário

Simulação M2 - Esvaziando primeiro os maiores reservatórios

Sub-sistema	Cultura hipotética	Cenários hidroclimáticos							
		Padrão (**)		Normal (**)		Seco (**)		Chuvoso (**)	
		Sust: 100%Vo		Sust: 100%Vo		Sust: 70%Vo		Sust: 100%Vo	
		Vo = 60% Vmáx		Vo = 60% Vmáx		Vo = 60% Vmáx		Vo = 65% Vmáx	
Área irrigada	Rec. Líquida	Área irrigada	Rec. Líquida	Área irrigada	Rec. Líquida	Área irrigada	Rec. Líquida		
(ha)	(mil R\$)	(ha)	(mil R\$)	(ha)	(mil R\$)	(ha)	(mil R\$)		
Sub-sistema 2 (c/ 2 reserv.)	Perene	0,2	3,8	253,1	4621,6	0,0	0,0	83,2	1519,7
	Sazonal 1	639,5	5694,4	476,6	4243,8	27,1	240,9	343,3	3056
	Sazonal 2	667,9	5947,4	488,0	4344,7	15,4	137,2	564,4	5025
	Sazonal 3	520,6	4635,7	479,0	4264,8	1,5	13,5	459,0	4087
	Sazonal 4	375,4	3342,8	471,3	4196,6	1,4	12,1	368,3	3279
	Sazonal 5	0,4	3,4	0,0	0,1	1,8	15,5	822,1	7320
	Sazonal 6	194,6	1732,8	103,0	917,0	0,0	0,0	278,1	2477
	Sazonal 7	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	81,0	721,0
	Sazonal 8	16,8	149,6	0,0	0,0	34,5	307,5	903,0	8040,3
	Sazonal 9	3,8	33,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	1,1
	Sazonal 10	152,8	1360,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Sazonal 11	178,9	1593,0	0,0	0,0	0,0	0,0	176,6	1572,3
Sazonal 12	183,2	1631,6	165,4	1472,5	0,0	0,0	737,9	6570,4	
Total	2934,3	26128,5	2436,3	24061,0	81,6	726,7	4817,0	43669,1	

(*) - Cenário obteve Solução Ótima (***) - Cenário obteve Solução boa

Tabela 8.6 - Áreas irrigadas e receitas líquidas obtidas no sub-sistema 3 de reservatórios em cada cenário

		Simulação M2 - Esvaziando primeiro os maiores reservatórios							
Sub-sistema	Cultura hipotética	Cenários hidroclimáticos							
		Padrão (**)		Normal (**)		Seco (**)		Chuvoso (*)	
		Sust: 100%Vo		Sust: 100%Vo		Sust: 75%Vo		Sust: 100%Vo	
		Vo = 62% Vmáx		Vo = 62% Vmáx		Vo = 60% Vmáx		Vo = 60% Vmáx	
	Área irrigada	Rec.Líquida	Área irrigada	Rec.Líquida	Área irrigada	Rec.Líquida	Área irrigada	Rec.Líquida	
	(ha)	(mil R\$)	(ha)	(mil R\$)	(ha)	(mil R\$)	(ha)	(mil R\$)	
Sub-sistema 3 (c/ 3 reserv.)	Perene	505,5	9231,5	413,5	7551,6	92,64	1691,93	5,2	95,1
	Sazonal 1	257,5	2292,8	999,8	8902,4	78,85	702,08	965,1	8593,6
	Sazonal 2	193,7	1724,8	360,5	3210,1	7,01	62,4	965,1	8593,6
	Sazonal 3	293,2	2610,7	341,7	3042,9	0	0	964,9	8591,5
	Sazonal 4	283,5	2523,9	359,3	3198,7	3,21	28,61	967,7	8616,7
	Sazonal 5	193,7	1725,1	405,2	3607,5	21,15	188,29	967,7	8616,7
	Sazonal 6	205,7	1831,4	228,0	2029,9	0,12	1,08	544,5	4848,2
	Sazonal 7	289,5	2577,4	32,2	286,7	53,77	478,78	995,0	8859,0
	Sazonal 8	279,0	2484,4	143,8	1280,5	142,51	1268,94	444,3	3955,6
	Sazonal 9	279,3	2486,6	532,5	4741,4	146,21	1301,84	436,2	3883,7
	Sazonal 10	207,6	1848,4	336,2	2993,6	30,12	268,2	492,2	4382,7
	Sazonal 11	173,5	1544,7	185,8	1654,0	45,33	403,62	981,0	8734,7
Sazonal 12	311,8	2776,0	92,1	820,1	90,9	809,39	1000,0	8904,0	
Total		3473,3	35657,5	4430,5	43319,4	711,8	7205,2	9728,9	86675,2

(*) - Cenário obteve Solução Ótima (**) - Cenário obteve Solução boa

Tabela 8.7- Áreas irrigadas e receitas líquidas obtidas no sub-sistema 1 de reservatórios em cada cenário

		Simulação M3 - Esvaziamento linear							
Sub-sistema	Cultura hipotética	Cenários hidroclimáticos							
		Padrão (*)		Normal (**)		Seco ()		Chuvoso (**)	
		Sust: 100%Vo		Sust: 100%Vo		Sust: 75%Vo		Sust: 100%Vo	
		Vo = 62% Vmáx		Vo = 65% Vmáx		Vo = 60% Vmáx		Vo = 60% Vmáx	
	Área irrigada	Rec.Líquida	Área irrigada	Rec.Líquida	Área irrigada	Rec.Líquida	Área irrigada	Rec.Líquida	
	(ha)	(mil R\$)	(ha)	(mil R\$)	(ha)	(mil R\$)	(ha)	(mil R\$)	
Sub-sistema 1 (c/ 7 reserv.)	Perene	1000,0	18263,0	513,2	9372,9	-	-	957,8	17492,2
	Sazonal 1	742,5	6611,3	715,1	6367,3	-	-	601,9	5359,4
	Sazonal 2	742,7	6612,9	749,7	6675,5	-	-	413,5	3681,6
	Sazonal 3	742,1	6608,0	749,7	6675,1	-	-	414,8	3693,1
	Sazonal 4	743,0	6615,2	727,8	6480,5	-	-	290,9	2589,8
	Sazonal 5	740,4	6592,7	617,7	5499,8	-	-	738,4	6575,0
	Sazonal 6	511,1	4550,6	0,0	0,0	-	-	840,4	7483,3
	Sazonal 7	510,8	4548,5	713,7	6355,1	-	-	0,0	0,0
	Sazonal 8	357,5	3183,5	146,4	1303,8	-	-	839,1	7471,2
	Sazonal 9	129,9	1156,2	522,6	4653,4	-	-	487,5	4340,6
	Sazonal 10	281,1	2502,7	666,9	5937,7	-	-	49,6	441,4
	Sazonal 11	512,9	4566,6	225,3	2006,6	-	-	659,2	5869,1
Sazonal 12	513,0	4567,5	982,7	8750,1	-	-	713,1	6349,2	
Total		7526,9	76378,6	7330,8	70076,8	-	-	7006,0	71346,0

(*) - Cenário obteve Solução Ótima (**) - Cenário obteve Solução boa

Tabela 8.8 - Áreas irrigadas e receitas líquidas obtidas no sub-sistema 2 de reservatórios em cada cenário

		Simulação M3 - Esvaziamento linear							
Sub-sistema	Cultura hipotética	Cenários hidroclimáticos							
		Padrão (**)		Normal (**)		Seco ()		Chuvoso (**)	
		Sust: 100%Vo		Sust: 100%Vo		Sust: 75%Vo		Sust: 100%Vo	
		Vo = 60% Vmáx		Vo = 60% Vmáx		Vo = 60% Vmáx		Vo = 60% Vmáx	
	Área irrigada	Rec.Líquida	Área irrigada	Rec.Líquida	Área irrigada	Rec.Líquida	Área irrigada	Rec.Líquida	
	(ha)	(mil R\$)	(ha)	(mil R\$)	(ha)	(mil R\$)	(ha)	(mil R\$)	
Sub-sistema 2 (c/ 2 reserv.)	Perene	0,0	0,0	0,0	0,0	-	-	0,0	0,0
	Sazonal 1	1566,3	13946,6	900,9	8021,9	-	-	960,4	8551
	Sazonal 2	947,1	8433,2	1000,0	8904,0	-	-	918,6	8179
	Sazonal 3	612,5	5453,3	798,2	7107,3	-	-	808,0	7195
	Sazonal 4	675,8	6017,3	635,8	5661,6	-	-	1000,0	8904
	Sazonal 5	37,1	330,4	0,0	0,0	-	-	995,3	8862
	Sazonal 6	0,0	0,3	0,0	0,0	-	-	12,9	115
	Sazonal 7	1,2	10,8	0,0	0,0	-	-	0,0	0,0
	Sazonal 8	0,0	0,0	0,0	0,0	-	-	0,0	0,0
	Sazonal 9	1,0	8,4	0,0	0,0	-	-	0,0	0,0
	Sazonal 10	0,0	0,0	0,0	0,0	-	-	0,0	0,0
	Sazonal 11	0,2	1,4	0,0	0,0	-	-	0,0	0,0
Sazonal 12	0,0	0,0	0,0	0,0	-	-	192,5	1714,1	
Total		3841,1	34201,5	3335,0	29694,8	-	-	4887,8	43520,6

(*) - Cenário obteve Solução Ótima (**) - Cenário obteve Solução boa

Tabela 8.9 - Áreas irrigadas e receitas líquidas obtidas no sub-sistema 3 de reservatórios em cada cenário

		Simulação M3 - Esvaziamento linear							
Sub-sistema	Cultura hipotética	Cenários hidroclimáticos							
		Padrão (**)		Normal (*)		Seco (**)		Chuvoso (**)	
		Sust: 100%Vo		Sust: 100%Vo		Sust: 75%Vo		Sust: 100%Vo	
		Vo = 60% Vmáx		Vo = 60% Vmáx		Vo = 60% Vmáx		Vo = 60% Vmáx	
	Área irrigada (ha)	Rec. Líquida (mil R\$)	Área irrigada (ha)	Rec. Líquida (mil R\$)	Área irrigada (ha)	Rec. Líquida (mil R\$)	Área irrigada (ha)	Rec. Líquida (mil R\$)	
Sub-sistema 3 (c/ 3 reserv.)	Perene	172,3	3146,9	421,5	7698,1	271,49	4958,2	177,3	3237,2
	Sazonal 1	1951,7	17377,8	691,9	6160,4	265,95	2368,04	1483,2	13206,6
	Sazonal 2	270,4	2407,2	344,6	3068,5	133,57	1189,35	743,9	6623,4
	Sazonal 3	970,6	8642,5	341,5	3040,4	133,04	1184,57	742,3	6609,1
	Sazonal 4	98,1	873,4	342,6	3050,4	133,36	1187,48	743,3	6618,7
	Sazonal 5	548,6	4884,5	336,7	2998,4	132,7	1181,56	808,7	7200,6
	Sazonal 6	682,2	6074,5	278,8	2482,6	132,62	1180,86	808,7	7201,0
	Sazonal 7	372,3	3314,7	341,0	3036,4	132,59	1180,59	612,5	5454,0
	Sazonal 8	331,2	2948,8	275,1	2449,3	132,12	1176,39	808,7	7200,9
	Sazonal 9	269,8	2402,6	286,4	2549,6	133,12	1185,33	610,3	5433,6
	Sazonal 10	165,5	1473,6	282,1	2511,4	132,72	1181,78	739,5	6584,9
	Sazonal 11	142,4	1268,3	345,6	3077,5	132,72	1181,75	610,9	5439,1
Sazonal 12	175,4	1561,5	345,6	3076,9	132,92	1183,52	739,7	6586,3	
Total	6150,4	56376,3	4633,3	45199,9	1998,9	20339,4	9629,0	87395,2	

(*) - Cenário obteve Solução Ótima (**) - Cenário obteve Solução boa

8.2 Resultados operacionais

O modelo ORNAP também fornece resultados quanto à operação dos reservatórios no qual ele trabalha. Resultados a nível mensal, como por exemplo, volumes dos reservatórios no final de cada mês, vazões de afluxos, vazões de descarga dos reservatórios, vazões de tomada d'água para irrigação e abastecimento humano, volume evaporado no reservatórios em cada mês, vazões de descarga, etc.

Todos esses resultados estão mostrados em Anexos, segundo as Tabelas 8.10 à 8.43, em cada sub-sistema nas três simulações efetuadas e em cada cenário climático.

Em relação à operação dos reservatórios, levamos em consideração o parâmetro de sustentabilidade hídrica dos mesmos, ou seja, que o volume do último mês em cada simulação efetuada seja igual ou superior ao volume do reservatório no mês inicial. Se analisarmos as colunas das Tabelas 8.10 à 8.43 em Anexos, que indicam a diferença entre os volumes dos reservatórios do último mês e o volume inicial dos mesmos, pode-se verificar que a condição de sustentabilidade hídrica foi atingida em todos os sub-sistemas nas três simulações efetuadas nos cenários padrão, normal e chuvoso. Porém no cenário Seco, a condição de sustentabilidade teve de ser reduzida em alguns casos, como se pode ver nas Tabelas 8.1 a 8.9 para 75% em todos os sub-sistemas e chegou até em 70% no caso do sub-sistema 2 na simulação M2. o cenário Seco é tão restritivo que, para os sub-sistemas 1 e 2 na simulação M3, ele não obteve resultado que não violasse restrições quanto a operação desses sub-sistemas, mesmo em condições de sustentabilidade hídrica menores que 70%. Com isso, pudemos perceber que para este cenário é necessário um estudo que lhe ofereça condições de gerenciamento quanto ao uso da água dos reservatórios da bacia, que como se sabe é muito escassa no período de seca.

Analisando ainda as tabelas em Anexos, percebe-se que o mês de início do processo de otimização foi o mês de agosto na maioria das vezes. Porém se verificarmos a Tabela 8.28 em anexo, referente ao cenário chuvoso do sub-sistema 2 na simulação M2 e a Tabela 8.43 em Anexos, referente ao cenário chuvoso do sub-sistema 3 na simulação M3, verifica-se que o mês de início é o mês de abril. Isso ocorre porque, quando iniciamos no mês de agosto o processo de otimização estava havendo muita sobra de água nos últimos quatro meses do período. Portanto, optamos em começar o processo no mês de abril, que é o mês onde começa o período chuvoso, pois o modelo vai utilizando inicialmente a água acumulada nos reservatórios neste período e com isso espera-se que no final da otimização não fique acumulada tanta água. E como era de se esperar, foi o que aconteceu. Analisando as Tabelas 8.28 e 8.43 em Anexos, verifica-se que a diferença do volume final dos sub-sistemas de reservatórios foi igual ao volume desses sub-sistemas no início da otimização, ou seja, foi utilizado todo o volume de água disponível dos sub-sistemas sem violar a condição de sustentabilidade hídrica dos mesmos.

Porém para o sub-sistema 1, nas três simulações, houve muita sobra de água no final do processo, exceto no cenário padrão na simulação M1, como mostra tabela 8.10 em Anexos. Apesar do modelo ter encontrado bons resultados de áreas irrigadas e receitas líquidas, principalmente na simulação M1 como se verifica na tabela 8.1, esperava-se que não houvesse tanta sobra de água nesse sub-sistema no final do processo de otimização. Testou-se mudar o mês de início do processo como fizemos para os sub-sistema 2 e 3, mas os resultados foram praticamente os mesmos que os iniciais. Ressaltando portanto, mais estudos para averiguar o que possivelmente ocorreu neste sub-sistema.

9 CONCLUSÕES

A programação não linear mostrou-se ser uma técnica de otimização eficiente, embora tenha apresentado problemas para atingir a convergência em alguns cenários na resolução de problemas físicos que são sujeitos à restrições quanto as variáveis do problema.

Neste estudo, os objetivos foram o de obter alternativas que nos levassem à otimizar o uso da água da Bacia do Rio Piancó sem comprometer as demandas fixas de abastecimento urbano relacionadas a cada reservatório.

Um dos objetivos foi o de se verificar a viabilidade de implantação dos perímetros irrigados na bacia. Os seis perímetros irrigados que estão em fases de estudos para implantação, perfazem uma área total de 4200 ha. Neste trabalho, considerando o cenário padrão, verificamos que o total de área irrigável que se pode obter com os três sub-sistemas pode chegar a mais de 15000 ha, sem comprometer as demandas fixas dos reservatórios. Portanto os projetos de irrigação em andamento na Bacia do Rio Piancó são viáveis sob o ponto de vista de disponibilidade hídrica e podem portanto serem implantados.

Com relação ao comportamento do sistema nos cenários climáticos, considerando-se como parâmetro de análise o cenário padrão, os resultados foram satisfatórios em termos de área irrigada e receita líquida, exceto no cenário Seco, pois o mesmo mostrou-se bastante restritivo. Neste cenário o total de área irrigada com os três sub-sistemas não atingiu os 2000 ha, valor este muito distante da área máxima imposta que foi de 10000 ha. Porém, no cenário Normal e Chuvoso os resultados foram muito bons, onde conseguiu-se irrigar quase 15000 ha, e 21000 ha respectivamente. Com isso pode-se verificar que o sistema tem um ótimo potencial hídrico para agricultura irrigada na região.

Em relação aos resultados operacionais dos sub-sistemas de reservatórios, verificamos que na maioria das simulações efetuadas, a condição de sustentabilidade hídrica dos sub-sistemas de reservatórios foi atendida, garantindo assim que os reservatórios estejam com seus volumes no final do período de otimização iguais ou superiores aos seus volumes no início do período. Com exceção do cenário climático Seco, pois sendo um cenário bastante restritivo como já mencionado, tivemos que diminuir a condição de sustentabilidade para 75% e até 70% em alguns casos.

Verificamos também que o sub-sistema 1, apesar de ter obtido excelentes resultados quanto as áreas irrigadas e respectivas receitas líquidas, obteve no final do período de otimização uma sobra de água nos reservatórios relativamente grande. Portanto requerendo um estudo mais aprofundado para este sub-sistema de modo a averiguar o que possivelmente teria ocorrido.

10 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRADE, P. R. G. S. de. Operação Integrada Ótima do Sistema Hídrico Jucazinho-Carpina, para Múltiplos Usos – Rio Capibaribe/PE. Campina Grande: UFPB – Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil, área de concentração: Recursos Hídricos. Dissertação de Mestrado, 226p. 2.000.
- CURI, R. C.; CURI, W. F.; CELESTE, A. B Método de Otimização para Operação de Reservatórios (ORNAP). Universidade Federal da Paraíba, Campina Grande – PB.1999.
- SIMONOVIC, S. P. Reservoir System Analysis: Closing gap between theory and practice. Journal of Water Resources Planning and Management, New York, vol. 118, n.3. p.262-280. 1992
- VIEIRA, V. P. P. B. *Recursos Hídricos e o Desenvolvimento Sustentável do Semi-árido Nordeste*. Revista Brasileira de Recursos Hídricos (ABRH), nº 1, Vol. 1, p.91-107. 1996.
- WURBS, R. A. Reservoir-system Simulation and Optimization Models. Journal of Water Resources Planning and Management, New York, Vol. 119, n.4, p.455-472. 1993.

11 ANEXOS

Tabela 8.10 - Resultados operacionais obtidos para o Sub-sistema 1

Simulação M1 - Cenário Padrão						
MESES	Vazões afluentes (m³/s)	Precip. (mm)	Evapor. (mm)	Volume do reserv. (hm³)	Volume evap. (hm³)	Diferença Vres. e Vro (hm³)
ago	0,06	19,8	332,9	104,93	3,13	-15,684
set	0,01	8,9	319	88,83	3,04	-31,782
out	0,02	16,5	310,6	73,45	2,97	-47,163
nov	0,07	102,2	272,3	59,41	2,50	-61,201
dez	0,19	145,0	215,4	45,51	2,10	-75,097
jan	0,54	208,4	204,1	39,26	1,71	-81,349
fev	3,51	118,8	182,4	44,09	1,43	-76,523
mar	11,94	146,8	183,1	67,87	1,73	-52,745
abr	22,04	204,7	182,2	116,32	2,28	-4,294
mai	12,91	144,9	219,9	138,67	2,66	18,056
jun	4,82	55,9	271,9	140,09	2,67	19,483
jul	1,22	28,8	299,6	129,42	3,00	8,811
total	57,330	1200,635	2030,900	1047,832	29,203	
média	4,778	100,053	225,656	87,319	2,434	

Dados operacionais - Sub- Sistema 1	
Vmax (m³) =	201024228,5
Vmin=15%Vmax(m³)	30153634
Vo= Vmarço (m³)	67,87
Abacia hidráulica (ha)	1737,67
Amáx. Irrig (m²)	10000
Abacia (m²)	1,738E+07
tempo (s)	2592000
Vro (m³)	67870000
Sust.	100%

Vmarço = Volume do sub-sistema no mês anterior ao inicial, no caso abril, na condição: Vo=60% Vmax.

Continuação - Simulação M1 - Cenário Padrão

MESES	Vazões afluentes (m³/s)	Precip. (m³/s)	Evapor. (m³/s)	Volume do reserv. (m³/s)	Volume evap. (m³/s)	Vazões de descarga (m³/s)	Vazões tom. d'água irrig. (m³/s)	Vazões tom. d'água abast. (m³/s)	Vazão de vertimento (m³/s)	Vazão terminais (m³/s)
				26,184						
ago	0,06	0,13	2,23	40,481	1,206	2,00	3,00	0,041	0,0	2,00
set	0,01	0,06	2,14	34,270	1,173	2,00	2,98	0,041	0,0	2,00
out	0,02	0,11	2,08	28,336	1,145	2,00	2,69	0,041	0,0	2,00
nov	0,07	0,69	1,83	22,920	0,963	2,00	2,38	0,041	0,0	2,00
dez	0,19	0,97	1,44	17,559	0,809	2,00	2,62	0,041	0,0	2,00
jan	0,54	1,40	1,37	15,147	0,658	0,00	2,47	0,041	0,0	0,00
fev	3,51	0,80	1,22	17,009	0,552	0,00	1,44	0,041	0,0	0,00
mar	11,94	0,98	1,23	26,182	0,668	2,00	0,74	0,041	0,0	2,00
abr	22,04	1,37	1,22	44,875	0,878	2,00	1,10	0,041	0,0	2,00
mai	12,91	0,97	1,47	53,498	1,025	2,00	2,07	0,041	0,0	2,00
jun	4,82	0,38	1,82	54,048	1,030	2,00	2,36	0,041	0,0	2,00
jul	1,22	0,19	2,01	49,931	1,159	2,00	2,87	0,041	0,0	2,00
total	57,33	8,05	20,07	404,26	11,27	20,00	26,70	0,49	0,00	20,00
média	4,78	0,67	1,67	33,69	0,94	1,67	2,23	0,04	0,00	

Resultados operacionais para o Sub-sistema 1 - Cenário Padrão - Simulação M1

Volumes (m³/s)

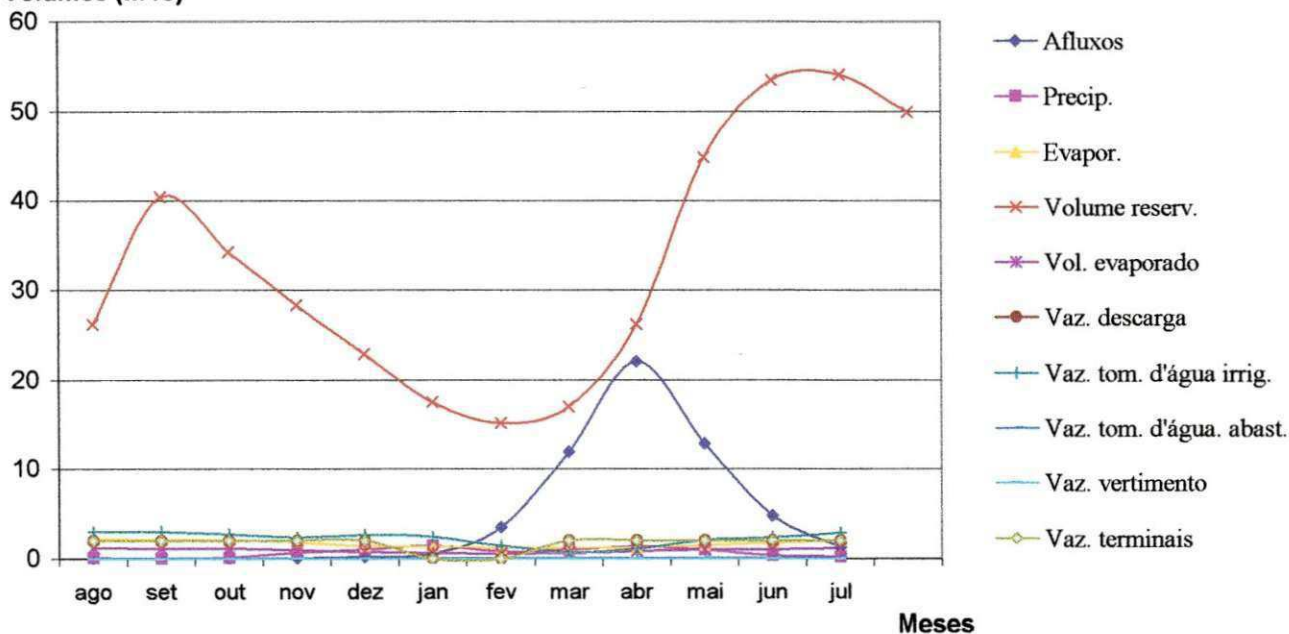


Tabela 8.11 - Resultados operacionais obtidos para o Sub-sistema 1

Simulação M1 - Cenário Normal

MESES	Vazões afluentes (m³/s)	Precip. (mm)	Evapor. (mm)	Volume do reserv (hm³)	Volume evap. (hm³)	Diferença Vres. e Vro (hm³)
ago	0,00	24,3	332,9	106,55	3,16	-14,057
set	0,00	13,3	319	92,10	3,12	-28,506
out	0,02	104,7	310,6	76,55	3,05	-44,065
nov	0,02	105,5	272,3	61,52	2,55	-59,092
dez	0,40	164,6	215,4	47,59	2,15	-73,023
jan	12,86	193,4	204,1	36,14	1,64	-84,467
fev	26,80	203,7	182,4	32,69	1,24	-87,916
mar	12,37	58,7	183,1	60,53	1,62	-60,082
abr	3,25	10,6	182,2	124,07	2,40	3,459
mai	0,10	0,4	219,9	146,33	2,79	25,723
jun	0,00	3,2	271,9	144,11	2,74	23,495
jul	0,00	2,2	299,6	132,42	3,06	11,813
total	55,806	884,508	2030,900	1060,602	29,515	
média	4,650	73,709	225,656	88,384	2,460	

Dados operacionais - Sub- Sistema 1	
Vmax (m³) =	201024228,5
Vmin=15%Vmax(m³)	30153634
Vo=60%Vmax (hm³)	120,6
Abacia hidráulica (ha)	1737,67
Amáx. Irrig	10000
Abacia (m²)	1,738E+07
tempo (s)	2592000
Vro (m³)	120614537,1
Sust.	100%

Continuação - Simulação M1 - Cenário Normal

MESES	Vazões afluentes (m³/s)	Precip. (m³/s)	Evapor. (m³/s)	Volume do reserv (m³/s)	Volume evap. (m³/s)	Vazões de descarga (m³/s)	Vazões tom. d'água irrig. (m³/s)	Vazões tom. d'água abast. (m³/s)	Vazão de vertimento (m³/s)	Vazão terminais (m³/s)
				46,533						
ago	0,00	0,16	2,23	41,108	1,220	1,64	2,41	0,041	0,0	1,64
set	0,00	0,09	2,14	35,534	1,204	1,70	2,50	0,041	0,0	1,70
out	0,02	0,70	2,08	29,531	1,177	1,70	3,00	0,041	0,0	1,70
nov	0,02	0,71	1,83	23,734	0,983	1,71	3,00	0,041	0,0	1,71
dez	0,40	1,10	1,44	18,359	0,829	1,70	2,95	0,041	0,0	1,70
jan	12,86	1,30	1,37	13,944	0,632	1,66	2,24	0,041	0,0	1,66
fev	26,80	1,37	1,22	12,613	0,476	0,4	1,15	0,041	0,0	0,43
mar	12,37	0,39	1,23	23,352	0,623	1,49	0,56	0,041	0,0	1,49
abr	3,25	0,07	1,22	47,866	0,927	1,07	1,20	0,041	0,0	1,07
mai	0,10	0,00	1,47	56,456	1,077	1,05	2,08	0,041	0,0	1,05
jun	0,00	0,02	1,82	55,596	1,057	1,05	1,99	0,041	0,0	1,05
jul	0,00	0,01	2,01	51,089	1,182	1,00	2,29	0,041	0,0	1,00
total	55,81	5,93	20,07	409,18	11,39	16,21	25,37	0,49	0,00	16,21
média	4,65	0,49	1,67	34,10	0,95	1,35	2,11	0,04	0,00	1,35

Resultados operacionais para o Sub-sistema 1 - Cenário Normal - Simulação M1

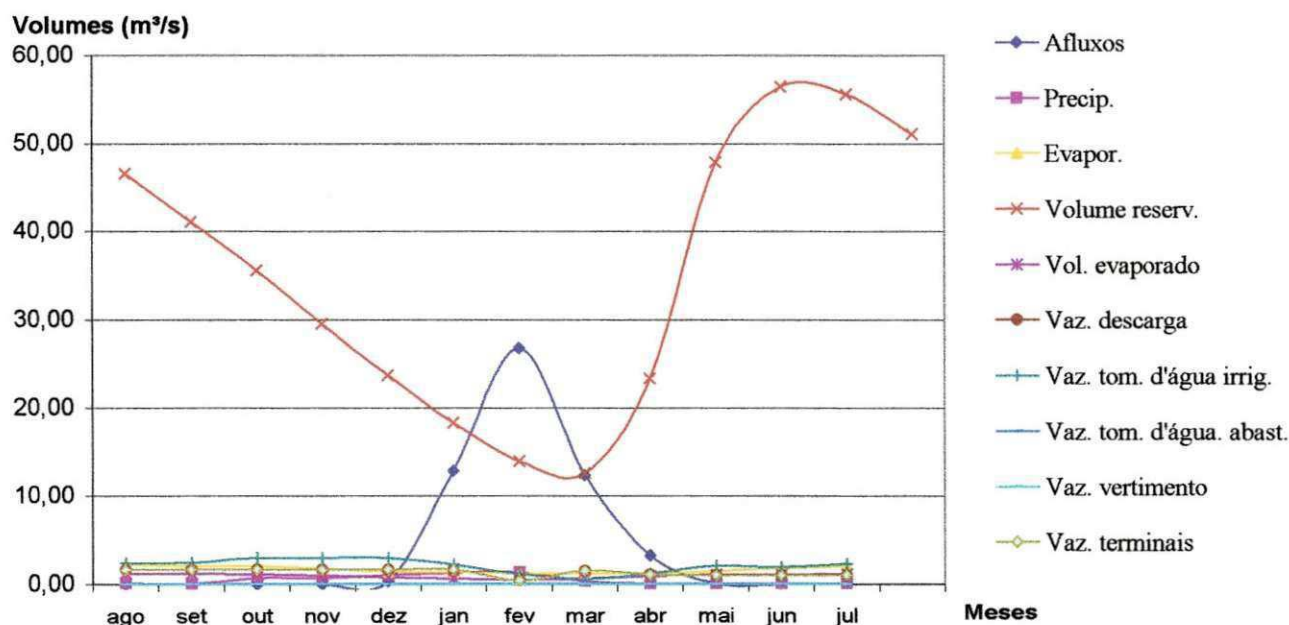


Tabela 8.12 - Resultados operacionais obtidos para o Sub-sistema 1

Simulação M1 - Cenário Seco

MESES	Vazões afluentes (m³/s)	Precip. (mm)	Evapor. (mm)	Volume do reserv. (hm³)	Volume evap. (hm³)	Diferença Vres. e Vro (hm³)
ago	0,00	3,0	332,9	116,625	3,40	-3,985
set	0,00	4,2	319	112,426	3,64	-8,184
out	0,34	82,2	310,6	107,894	3,91	-12,716
nov	0,03	2,4	272,3	103,704	3,63	-16,906
dez	0,61	36,7	215,4	101,701	3,49	-18,909
jan	0,32	47,9	204,1	98,409	2,98	-22,201
fev	1,31	17,4	182,4	97,751	2,35	-22,859
mar	0,17	19,2	183,1	96,463	2,20	-24,147
abr	0,00	3,8	182,2	97,633	1,98	-22,977
mai	0,00	8,6	219,9	95,841	1,96	-24,769
jun	0,00	0,1	271,9	93,459	1,92	-27,151
jul	0,00	1,2	299,6	90,461	2,26	-30,149
total	2,786	226,530	2993,400	1212,367	33,719	
média	0,232	18,877	249,450	101,031	2,810	

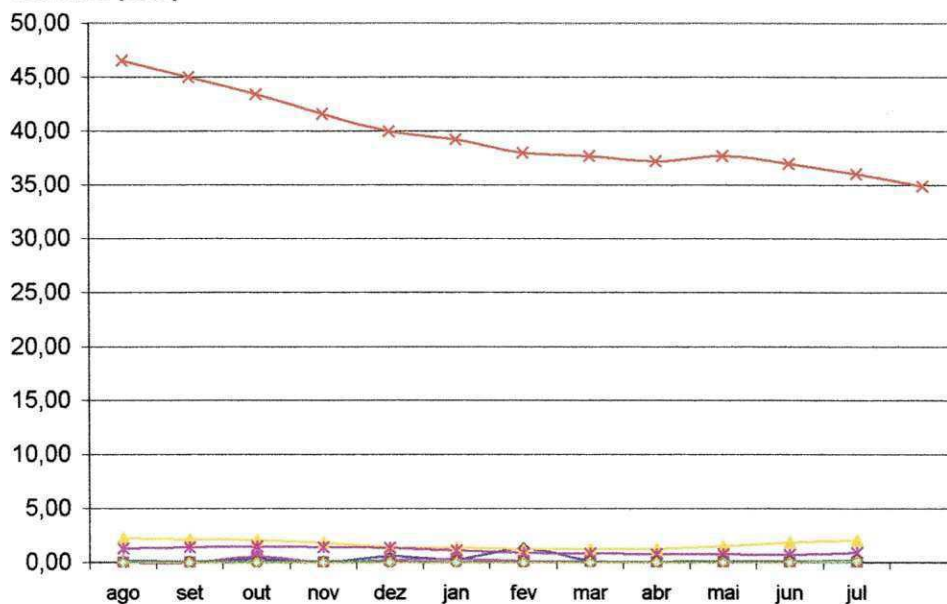
Dados operacionais - Sub- Sistema 1	
Vmax (m³) =	201024228,5
Vmin=15%Vmax(m³)	30153634
Vo=60%Vmax (hm³)	120,6
Abacia hidráulica (ha)	1737,67
Amáx. Irrig	10000
Abacia (m²)	1,738E+07
tempo (s)	2592000
Vro (m³)	120614537,1
Sust.	75%

Continuação - Simulação M1 - Cenário Seco

MESES	Vazões afluentes (m³/s)	Precip. (m³/s)	Evapor. (m³/s)	Volume do reserv. (m³/s)	Volume evap. (m³/s)	Vazões de descarga (m³/s)	Vazões tom. d'água irrig. (m³/s)	Vazões tom. d'água abast. (m³/s)	Vazão de vertimento (m³/s)	Vazão terminais (m³/s)
				46,533						
ago	0,00	0,02	2,23	44,994	1,312	0,00	0,15	0,041	0,0	0,00
set	0,00	0,03	2,14	43,374	1,403	0,00	0,13	0,041	0,0	0,00
out	0,34	0,55	2,08	41,626	1,509	0,02	0,15	0,041	0,0	0,02
nov	0,03	0,02	1,83	40,009	1,402	0,01	0,15	0,041	0,0	0,01
dez	0,61	0,25	1,44	39,236	1,345	0,00	0,09	0,041	0,0	0,00
jan	0,32	0,32	1,37	37,966	1,149	0,00	0,08	0,041	0,0	0,00
fev	1,31	0,12	1,22	37,713	0,905	0,00	0,06	0,041	0,0	0,00
mar	0,17	0,13	1,23	37,216	0,849	0,00	0,07	0,041	0,0	0,00
abr	0,00	0,03	1,22	37,667	0,765	0,00	0,08	0,041	0,0	0,00
mai	0,00	0,06	1,47	36,976	0,758	0,00	0,12	0,041	0,0	0,00
jun	0,00	0,00	1,82	36,057	0,740	0,00	0,14	0,041	0,0	0,00
jul	0,00	0,01	2,01	34,900	0,872	0,10	0,16	0,041	0,0	0,10
total	2,79	1,52	20,07	467,73	13,01	0,14	1,36	0,49	0,00	0,14
média	0,23	0,13	1,67	38,98	1,08	0,01	0,11	0,04	0,00	0,01

Resultados operacionais para o Sub-sistema 1 - Cenário Seco - Simulação M1

Volumes (m³/s)



- ◆— Afluxos
- Precip.
- ▲— Evapor.
- ×— Volume reserv.
- *— Vol. evaporado
- Vaz. descarga
- +— Vaz. tom. d'água irrig.
- Vaz. tom. d'água abast.
- ×— Vaz. vertimento
- ◇— Vaz. terminais

Meses

Tabela 8.13- Resultados operacionais obtidos para o Sub-sistema 1

Simulação M1 - Cenário Chuvoso

MESES	Vazões afluentes (m³/s)	Precip. (mm)	Evapor. (mm)	Volume do reserv. (hm³)	Volume evap. (hm³)	Diferença Vres. e Vro (hm³)
ago	0,06	1,9	332,9	106,991	3,173	-13,619
set	0,00	22,8	319	93,501	3,156	-27,109
out	0,01	84,3	310,6	80,871	3,165	-39,739
nov	0,23	95,2	272,3	70,542	2,772	-50,068
dez	1,39	307,1	215,4	63,349	2,525	-57,261
jan	28,87	265,7	204,1	57,387	2,088	-63,223
fev	22,13	161,8	182,4	58,904	1,677	-61,706
mar	20,81	43,7	183,1	118,961	2,595	-1,649
abr	9,16	31,2	182,2	159,952	3,024	39,342
mai	3,86	46,6	219,9	192,517	3,657	71,907
jun	0,47	1,0	271,9	193,998	3,668	73,388
jul	0,15	51,9	299,6	188,49	4,296	67,880
total	87,150	1113,214	2030,900	1385,463	35,796	
média	7,263	92,768	225,656	115,455	2,983	

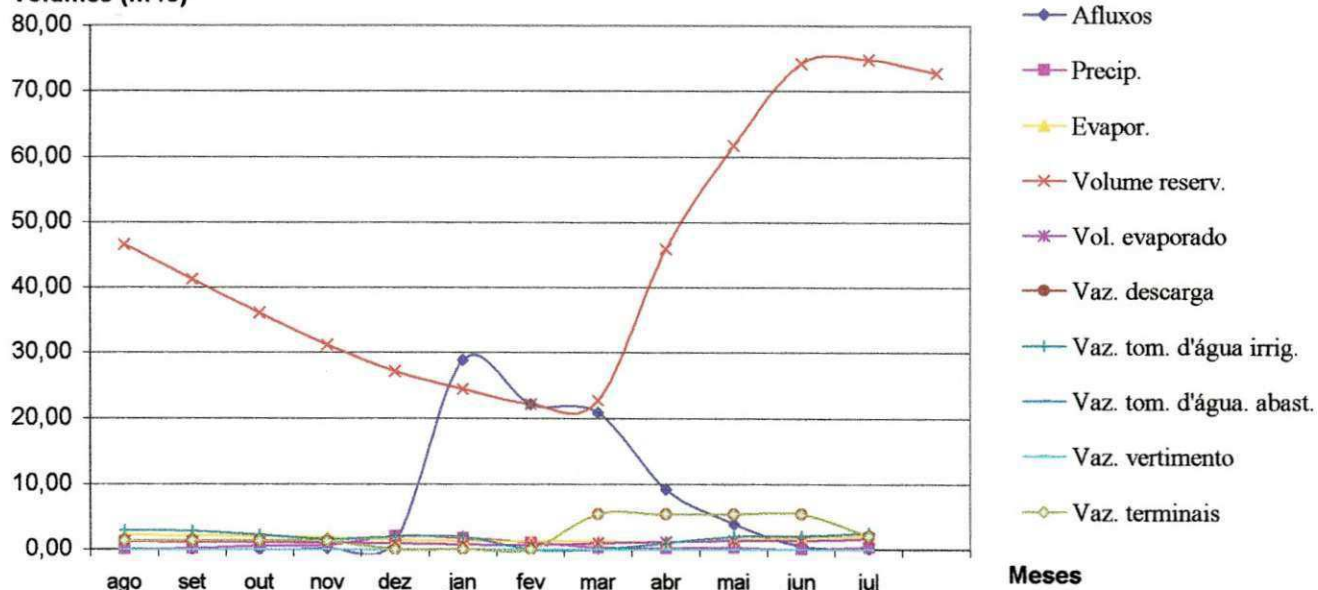
Dados operacionais	
Vmax= (m³) =	201024228,5
Vmin=15%Vmax(m³)	30153634
Vo=60%Vmax (hm³)	120,6
Abacia hidráulica (ha)	1737,67
Amáx. Irrig	10000
Abacia (m²)	1,738E+07
tempo (s)	2592000
Vro (m³)	120614537,1
Sust.	100%

Continuação - Simulação M1 - Cenário Chuvoso

MESES	Vazões afluentes (m³/s)	Precip. (m³/s)	Evapor. (m³/s)	Volume do reserv. (m³/s)	Volume evap. (m³/s)	Vazões de descarga (m³/s)	Vazões tom. d'água irrig. (m³/s)	Vazões tom. d'água abast. (m³/s)	Vazão de vertimento (m³/s)	Vazão terminais (m³/s)
				46,533						
ago	0,06	0,01	2,23	41,277	1,224	1,36	2,979	0,041	0,0	1,36
set	0,00	0,15	2,14	36,073	1,218	1,35	2,841	0,041	0,0	1,35
out	0,01	0,57	2,08	31,200	1,221	1,33	2,222	0,041	0,0	1,33
nov	0,23	0,64	1,83	27,215	1,069	1,32	1,546	0,041	0,0	1,32
dez	1,39	2,06	1,44	24,440	0,974	0,00	1,966	0,041	0,0	0,00
jan	28,87	1,78	1,37	22,140	0,806	0,00	1,911	0,041	0,0	0,00
fev	22,13	1,09	1,22	22,725	0,647	0,00	0,974	0,041	0,0	0,00
mar	20,81	0,29	1,23	45,895	1,001	5,33	0,450	0,041	0,0	5,33
abr	9,16	0,21	1,22	61,710	1,167	5,33	0,989	0,041	0,0	5,33
mai	3,86	0,31	1,47	74,274	1,411	5,34	1,966	0,041	0,0	5,34
jun	0,47	0,01	1,82	74,845	1,415	5,35	2,028	0,041	0,0	5,35
jul	0,15	0,35	2,01	72,720	1,657	2,03	2,568	0,041	0,0	2,03
total	87,15	7,46	20,07	534,52	13,81	28,74	21,02	0,49	0,00	28,74
média	7,26	0,62	1,67	44,54	1,15	2,40	2,10	0,04	0,00	2,40

Resultados operacionais para o Sub-sistema 1 - Cenário Chuvoso- Simulação M1

Volumes (m³/s)



Meses

Tabela 8.14- Resultados operacionais obtidos para o Sub-sistema 1

Simulação M2 - Cenário Padrão

MESES	Vazões afluentes (m³/s)	Precip. (mm)	Evapor. (mm)	Volume do reserv. (hm³)	Volume evap. (hm³)	Diferença Vres. e Vro (hm³)
ago	0.06	19.8	332.9	111.325	3.632	-13.275
set	0.01	8.9	319	100.588	3.732	-24.012
out	0.02	16.5	310.6	90.5	3.856	-34.100
nov	0.07	102.2	272.3	80.949	3.426	-43.651
dez	0.19	145.0	215.4	70.373	3.039	-54.227
jan	0.54	208.4	204.1	62.869	2.477	-61.731
fev	3.51	118.8	182.4	67.448	2.05	-57.152
mar	11.94	146.8	183.1	96.216	2.466	-28.384
abr	22.04	204.7	182.2	137.671	2.812	13.071
mai	12.91	144.9	219.9	164.296	3.154	39.696
jun	4.82	55.9	271.9	167.692	3.176	43.092
jul	1.22	28.8	299.6	159.039	3.715	34.439
total	57.330	1200.635	2030.900	1308.966	37.535	
média	4.778	100.053	225.656	109.081	3.128	

Dados operacionais - Sub- Sistema 1	
Vmax (m³) =	201024228.5
Vmin=15%Vmax(m³)	30153634
Vo=62%Vmax (hm³)	124.6
Abacia hidráulica (ha)	1737.67
Amáx. Irrig	10000
Abacia (m²)	1.738E+07
tempo (s)	2592000
Vro (m³)	124635021.7
Sust.	100%

Continuação - Simulação M2 - Cenário Padrão

MESES	Vazões afluentes (m³/s)	Precip. (m³/s)	Evapor. (m³/s)	Volume do reserv. (m³/s)	Volume evap. (m³/s)	Vazões de descarga (m³/s)	Vazões tom. d'água irrig. (m³/s)	Vazões tom. d'água abast. (m³/s)	Vazão de vertimento (m³/s)	Vazão terminais (m³/s)
				48.084						
ago	0.06	0.13	2.23	42.949	1.401	0.98	2.97	0.041	0.0	0.98
set	0.01	0.06	2.14	38.807	1.440	0.20	2.51	0.041	0.0	0.20
out	0.02	0.11	2.08	34.915	1.488	0.00	2.37	0.041	0.0	0.00
nov	0.07	0.69	1.83	31.230	1.322	0.00	2.33	0.041	0.0	0.00
dez	0.19	0.97	1.44	27.150	1.172	0.01	3.00	0.041	0.0	0.01
jan	0.54	1.40	1.37	24.255	0.956	0.00	2.75	0.041	0.0	0.00
fev	3.51	0.80	1.22	26.022	0.791	0.01	1.45	0.041	0.0	0.01
mar	11.94	0.98	1.23	37.120	0.951	0.23	0.59	0.041	0.0	0.23
abr	22.04	1.37	1.22	53.114	1.085	4.96	0.75	0.041	0.0	4.96
mai	12.91	0.97	1.47	63.386	1.217	0.80	1.58	0.041	0.0	0.80
jun	4.82	0.38	1.82	64.696	1.225	1.59	2.03	0.041	0.0	1.59
jul	1.22	0.19	2.01	61.358	1.433	1.21	2.81	0.041	0.0	1.21
total	57.33	8.05	20.07	505.00	14.48	9.98	25.14	0.49	0.00	9.98
média	4.78	0.67	1.67	42.08	1.21	0.83	2.10	0.04	0.00	

Resultados operacionais para o Sub-sistema 1 - Cenário Padrão - Simulação M2

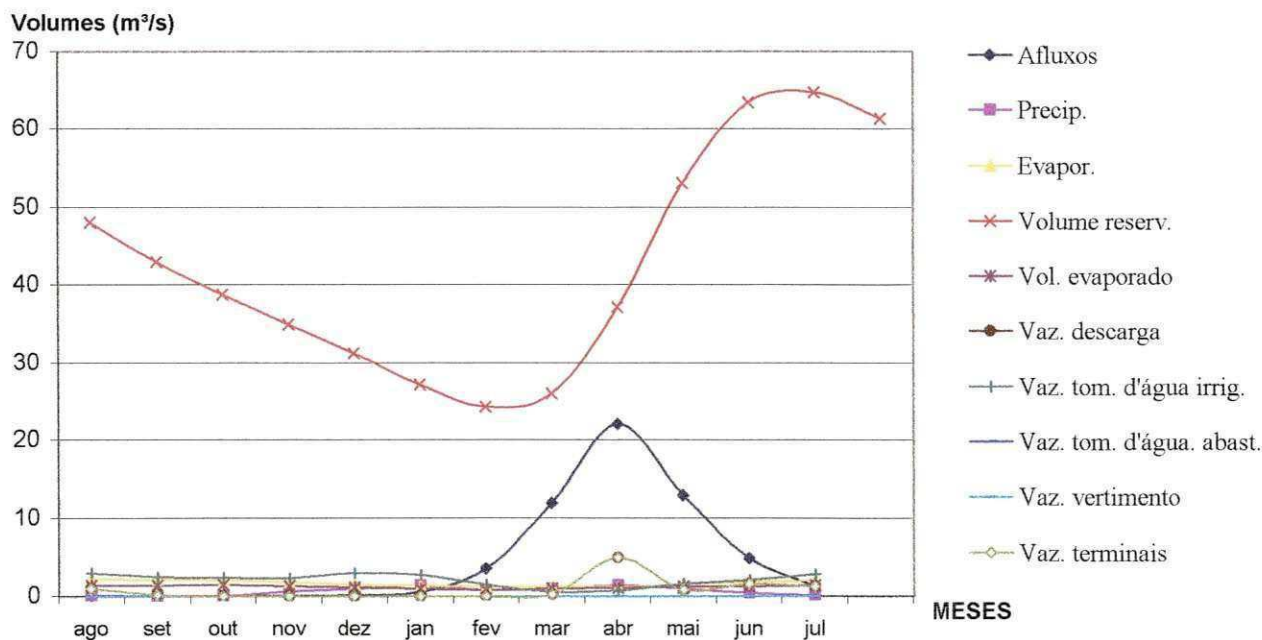


Tabela 8.15- Resultados operacionais obtidos para o Sub-sistema 1

Simulação M2 - Cenário Normal

MESES	Vazões afluentes (m³/s)	Precip. (mm)	Evapor. (mm)	Volume do reserv (hm³)	Volume evap. (hm³)	Diferença Vres. e Vro (hm³)
ago	0.00	24.3	332.9	117.988	3.78	-12.712
set	0.00	13.3	319	105.653	3.86	-25.047
out	0.02	104.7	310.6	94.387	3.969	-36.313
nov	0.02	105.5	272.3	84.959	3.539	-45.741
dez	0.40	164.6	215.4	74.697	3.161	-56.003
jan	12.86	193.4	204.1	66.039	2.557	-64.661
fev	26.80	203.7	182.4	62.83	1.959	-67.870
mar	12.37	58.7	183.1	95.001	2.444	-35.699
abr	3.25	10.6	182.2	159.053	3.081	28.353
mai	0.10	0.4	219.9	180.966	3.33	50.266
jun	0.00	3.2	271.9	177.333	3.277	46.633
jul	0.00	2.2	299.6	163.509	3.777	32.809
total	55.806	884.508	2030.900	1382.415	38.734	
média	4.650	73.709	225.656	118.265	3.228	

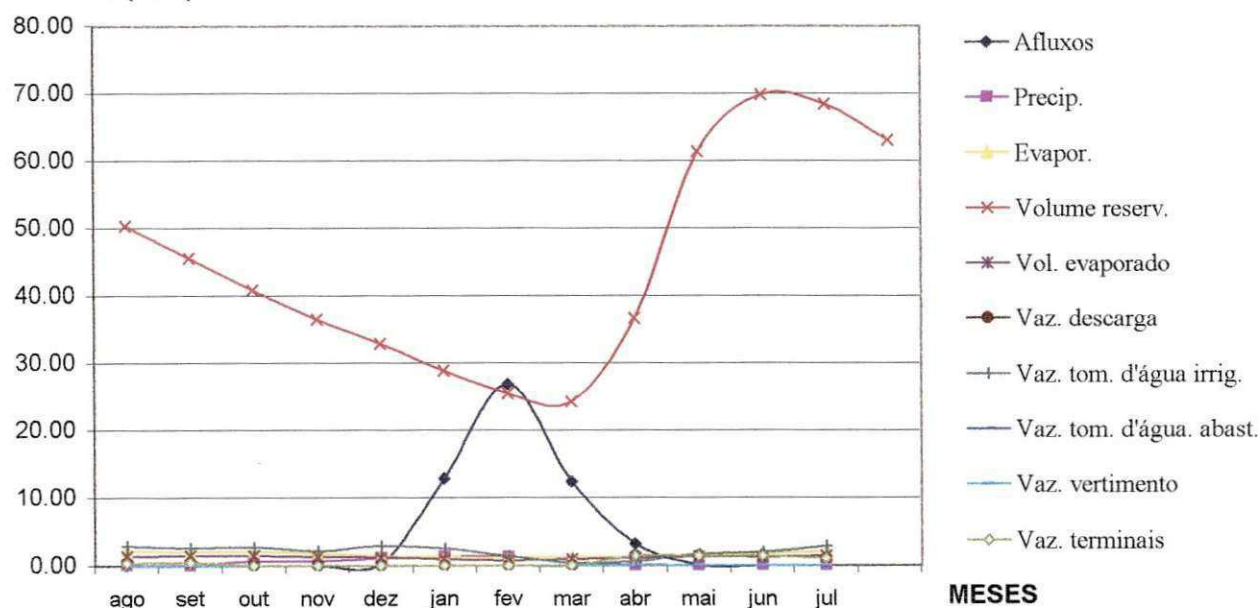
Dados operacionais - Sub- Sistema 1	
Vmax (m³) =	201024228.5
Vmin=15%Vmax(m³)	30153634
Vo=65%Vmax (hm³)	130.7
Abacia hidráulica (ha)	1737.67
Amáx. Irrig	10000
Abacia (m²)	1.738E+07
tempo (s)	2592000
Vro (m³)	130665748.5
Sust.	100%

Continuação - Simulação M2 - Cenário Normal

MESES	Vazões afluentes (m³/s)	Precip. (m³/s)	Evapor. (m³/s)	Volume do reserv (m³/s)	Volume evap. (m³/s)	Vazões de descarga (m³/s)	Vazões tom, d'água irrig. (m³/s)	Vazões tom, d'água abast. (m³/s)	Vazão de vertimento (m³/s)	Vazão terminais (m³/s)
				50.411						
ago	0.00	0.16	2.23	45.520	1.458	0.35	2.957	0.041	0.0	0.35
set	0.00	0.09	2.14	40.761	1.489	0.45	2.669	0.041	0.0	0.45
out	0.02	0.70	2.08	36.415	1.531	0.00	2.748	0.041	0.0	0.00
nov	0.02	0.71	1.83	32.777	1.365	0.00	2.226	0.041	0.0	0.00
dez	0.40	1.10	1.44	28.818	1.220	0.00	2.962	0.041	0.0	0.00
jan	12.86	1.30	1.37	25.478	0.986	0.00	2.595	0.041	0.0	0.00
fev	26.80	1.37	1.22	24.240	0.756	0.0	1.425	0.041	0.0	0.00
mar	12.37	0.39	1.23	36.652	0.943	0.00	0.357	0.041	0.0	0.00
abr	3.25	0.07	1.22	61.363	1.189	1.41	0.684	0.041	0.0	1.41
mai	0.10	0.00	1.47	69.817	1.285	1.41	1.686	0.041	0.0	1.41
jun	0.00	0.02	1.82	68.416	1.264	1.42	1.965	0.041	0.0	1.42
jul	0.00	0.01	2.01	63.082	1.457	1.00	2.869	0.041	0.0	1.00
total	55.81	5.93	20.07	533.34	14.94	6.04	25.14	0.49	0.00	6.04
média	4.65	0.49	1.67	44.44	1.25	0.50	2.10	0.04	0.00	0.50

Resultados operacionais para o Sub-sistema 1 - Cenário Normal - Simulação M2

Volumes (m³/s)



MESES

Tabela 8.16- Resultados operacionais obtidos para o Sub-sistema 1

Simulação M2 - Cenário Seco

MESES	Vazões afluentes (m³/s)	Precip. (mm)	Evapor. (mm)	Volume do reserv. (hm³)	Volume evap. (hm³)	Diferença Vres. e Vro (hm³)
ago	0.00	3.0	332.9	116.63	3.8	-3.968
set	0.00	4.2	319	112.35	4.0	-8.246
out	0.34	82.2	310.6	107.79	4.3	-12.812
nov	0.03	2.4	272.3	103.56	4.1	-17.045
dez	0.61	36.7	215.4	101.46	3.9	-19.144
jan	0.32	47.9	204.1	98.00	3.3	-22.600
fev	1.31	17.4	182.4	97.25	2.6	-23.350
mar	0.17	19.2	183.1	95.94	2.5	-24.665
abr	0.00	3.8	182.2	97.08	2.2	-23.517
mai	0.00	8.6	219.9	95.37	2.2	-25.234
jun	0.00	0.1	271.9	93.10	2.2	-27.502
jul	0.00	1.2	299.6	90.46	2.5	-30.136
total	2.786	226.530	2993.400	1208.981	37.600	
média	0.232	18.877	249.450	100.748	3.133	

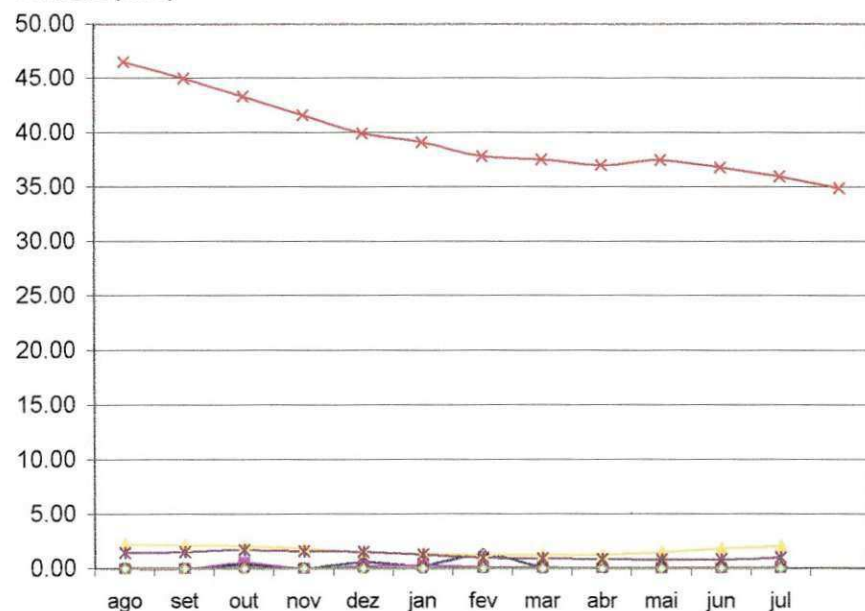
Dados operacionais - Sub- Sistema 1	
Vmax (m³) =	201024228.5
Vmin= 15%Vmax(m³)	30153634
Vo=60%Vmax (hm³)	120.6
Abacia hidráulica (ha)	1737.67
Amáx. Irrig	10000
Abacia (m²)	1.738E+07
tempo (s)	2592000
Vro (m³)	120614537.1
Sust.	75%

Continuação - Simulação M2-Cenário Seco

MESES	Vazões afluentes (m³/s)	Precip. (m³/s)	Evapor. (m³/s)	Volume do reserv. (m³/s)	Volume evap. (m³/s)	Vazões de descarga (m³/s)	Vazões tom. d'água irrig. (m³/s)	Vazões tom. d'água abast. (m³/s)	Vazão de vertimento (m³/s)	Vazão terminais (m³/s)
				46.533						
ago	0.00	0.02	2.23	44.997	1.447	0.00	0.02	0.041	0.0	0.00
set	0.00	0.03	2.14	43.346	1.554	0.00	0.02	0.041	0.0	0.00
out	0.34	0.55	2.08	41.585	1.678	0.00	0.01	0.041	0.0	0.00
nov	0.03	0.02	1.83	39.952	1.564	0.00	0.01	0.041	0.0	0.00
dez	0.61	0.25	1.44	39.142	1.502	0.00	0.01	0.041	0.0	0.00
jan	0.32	0.32	1.37	37.809	1.285	0.00	0.01	0.041	0.0	0.00
fev	1.31	0.12	1.22	37.519	1.011	0.00	0.00	0.041	0.0	0.00
mar	0.17	0.13	1.23	37.012	0.949	0.00	0.00	0.041	0.0	0.00
abr	0.00	0.03	1.22	37.455	0.855	0.00	0.00	0.041	0.0	0.00
mai	0.00	0.06	1.47	36.792	0.848	0.00	0.01	0.041	0.0	0.00
jun	0.00	0.00	1.82	35.917	0.830	0.00	0.01	0.041	0.0	0.00
jul	0.00	0.01	2.01	34.901	0.983	0.00	0.01	0.041	0.0	0.00
total	2.79	1.52	20.07	466.43	14.51	0.00	0.11	0.49	0.00	0.00
média	0.23	0.13	1.67	38.87	1.21	0.00	0.01	0.04	0.00	0.00

Resultados operacionais para o Sub-sistema 1 - Cenário Seco - Simulação M2

Volumes (m³/s)



- ◆ Afluxos
- Precip.
- ▲ Evapor.
- × Volume reserv.
- * Vol. evaporado
- Vaz. descarga
- + Vaz. tom. d'água irrig.
- Vaz. tom. d'água abast.
- Vaz. vertimento
- ◇ Vaz. terminais

Meses

Tabela 8.17- Resultados operacionais obtidos para o Sub-sistema 1

Simulação M2 - Cenário Chuvoso

MESES	Vazões afluentes (m³/s)	Precip. (mm)	Evapor. (mm)	Volume do reserv (hm³)	Volume evap. (hm³)	Diferença Vres. e Vro (hm³)
ago	0.06	1.9	332.9	115.112	3.716	-9.488
set	0.00	22.8	319	102.79	3.788	-21.810
out	0.01	84.3	310.6	85.307	3.704	-39.293
nov	0.23	95.2	272.3	71.541	3.155	-53.059
dez	1.39	307.1	215.4	60.832	2.767	-63.768
jan	28.87	265.7	204.1	55.018	2.279	-69.582
fev	22.13	161.8	182.4	57.025	1.843	-67.575
mar	20.81	43.7	183.1	128.255	3.002	3.655
abr	9.16	31.2	182.2	162.049	3.116	37.449
mai	3.86	46.6	219.9	192.483	3.436	67.883
jun	0.47	1.0	271.9	191.027	3.407	66.427
jul	0.15	51.9	299.6	166.045	3.811	41.445
total	87.150	1113.214	2030.900	1387.484	38.024	
média	7.263	92.768	225.656	115.624	3.169	

Dados operacionais	
Vmax= (m³) =	201024228.5
Vmin=15%Vmax(m³)	30153634
Vo=62%Vmax (hm³)	124.6
Abacia hidráulica (ha)	1737.67
Amáx. Irrig	10000
Abacia (m²)	1.738E+07
tempo (s)	2592000
Vro (m³)	124635021.7
Sust.	100%

Continuação - Simulação M2 - Cenário Chuvoso

MESES	Vazões afluentes (m³/s)	Precip. (m³/s)	Evapor. (m³/s)	Volume do reserv (m³/s)	Volume evap. (m³/s)	Vazões de descarga (m³/s)	Vazões tom. d'água irrig. (m³/s)	Vazões tom. d'água abast. (m³/s)	Vazão de vertimento (m³/s)	Vazão terminais (m³/s)
				48.084						
ago	0.06	0.01	2.23	44.410	1.434	0.10	2.498	0.041	0.0	0.10
set	0.00	0.15	2.14	39.657	1.461	0.32	3.224	0.041	0.0	0.32
out	0.01	0.57	2.08	32.912	1.429	1.33	3.833	0.041	0.0	1.33
nov	0.23	0.64	1.83	27.601	1.217	0.01	3.999	0.041	0.0	0.01
dez	1.39	2.06	1.44	23.469	1.068	0.00	3.216	0.041	0.0	0.00
jan	28.87	1.78	1.37	21.226	0.879	0.00	1.8	0.041	0.0	0.00
fev	22.13	1.09	1.22	22.000	0.711	0.00	0.804	0.041	0.0	0.00
mar	20.81	0.29	1.23	49.481	1.158	1.18	0.307	0.041	0.0	1.18
abr	9.16	0.21	1.22	62.519	1.202	8.35	0.753	0.041	0.0	8.35
mai	3.86	0.31	1.47	74.260	1.326	6.54	1.559	0.041	0.0	6.54
jun	0.47	0.01	1.82	73.699	1.314	6.94	1.635	0.041	0.0	6.94
jul	0.15	0.35	2.01	64.061	1.470	10.22	1.988	0.041	0.0	10.22
total	87.15	7.46	20.07	535.29	14.67	34.99	25.62	0.49	0.00	-----
média	7.26	0.62	1.67	44.61	1.22	2.92	2.13	0.04	0.00	2395.00

Resultados operacionais para o Sub-sistema 1 - Cenário Chuvoso- Simulação M2

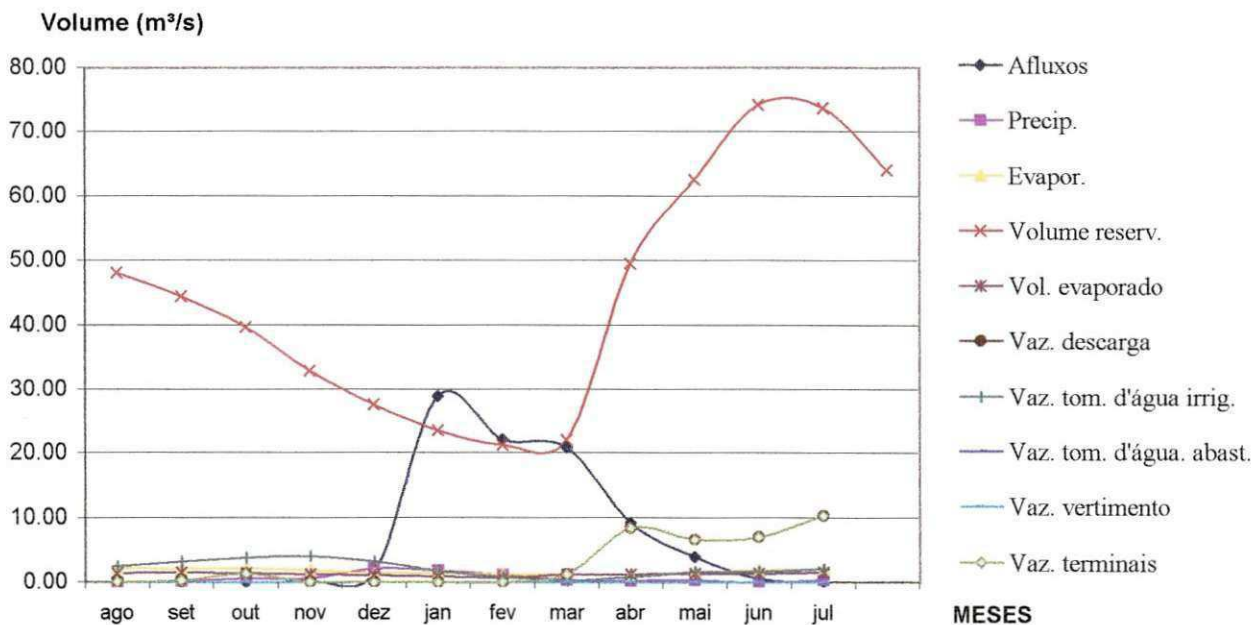


Tabela 8.18- Resultados operacionais obtidos para o Sub-sistema 1

Simulação M3 - Cenário Padrão

MESES	Vazões afluentes (m³/s)	Precip. (mm)	Evapor. (mm)	Volume do reserv (hm³)	Volume evap. (hm³)	Diferença Vres. e Vro (hm³)
ago	0.06	19.8	332.9	109.98	3.72	-14.623
set	0.01	8.9	319	95.55	3.70	-29.049
out	0.02	16.5	310.6	81.45	3.68	-43.147
nov	0.07	102.2	272.3	69.25	3.16	-55.351
dez	0.19	145.0	215.4	59.95	2.79	-64.653
jan	0.54	208.4	204.1	53.71	2.28	-70.889
fev	3.51	118.8	182.4	58.95	1.92	-65.649
mar	11.94	146.8	183.1	88.36	2.39	-36.244
abr	22.04	204.7	182.2	136.64	2.94	12.037
mai	12.91	144.9	219.9	158.03	3.31	33.434
jun	4.82	55.9	271.9	158.88	3.31	34.279
jul	1.22	28.8	299.6	147.27	3.76	22.668
total	57.330	1200.635	2030.900	1218.01	36.96	
média	4.778	100.053	225.656	101.501	3.080	

Dados operacionais - Sub- Sistema 1	
Vmax (m³) =	201024228.5
Vmin=15%Vmax(m³)	30153634
Vo=62%Vmax (hm³)	124.6
Abacia hidráulica (ha)	1737.67
Amáx. Irrig	10000
Abacia (m²)	1.738E+07
tempo (s)	2592000
Vro (m³)	124635021.7
Sust.	100%

Continuação - Simulação M3 - Cenário Padrão

MESES	Vazões afluentes (m³/s)	Precip. (m³/s)	Evapor. (m³/s)	Volume do reserv (m³/s)	Volume evap. (m³/s)	Vazões de descarga (m³/s)	Vazões tom. d'água irrig. (m³/s)	Vazões tom. d'água abast. (m³/s)	Vazão de vertimento (m³/s)	Vazão terminais (m³/s)
				48.084						
ago	0.06	0.13	2.23	42.429	1.437	1.03	3.39	0.041	0.0	1.03
set	0.01	0.06	2.14	36.864	1.429	1.01	3.10	0.041	0.0	1.01
out	0.02	0.11	2.08	31.425	1.419	0.98	2.95	0.041	0.0	0.98
nov	0.07	0.69	1.83	26.716	1.217	0.94	2.47	0.041	0.0	0.94
dez	0.19	0.97	1.44	23.128	1.078	0.09	2.53	0.041	0.0	0.09
jan	0.54	1.40	1.37	20.722	0.880	0.09	2.23	0.041	0.0	0.09
fev	3.51	0.80	1.22	22.743	0.739	0.10	1.12	0.041	0.0	0.10
mar	11.94	0.98	1.23	34.088	0.921	0.09	0.48	0.041	0.0	0.09
abr	22.04	1.37	1.22	52.715	1.135	2.00	1.09	0.041	0.0	2.00
mai	12.91	0.97	1.47	60.970	1.277	2.00	2.39	0.041	0.0	2.00
jun	4.82	0.38	1.82	61.296	1.276	2.00	2.61	0.041	0.0	2.00
jul	1.22	0.19	2.01	56.816	1.451	2.00	3.13	0.041	0.0	2.00
total	57.33	8.05	20.07	469.91	14.26	12.33	27.47	0.49	0.00	12.33
média	4.78	0.67	1.67	39.16	1.19	1.03	2.29	0.04	0.00	

Resultados operacionais para o Sub-sistema 1 - Cenário Padrão - Simulação M3

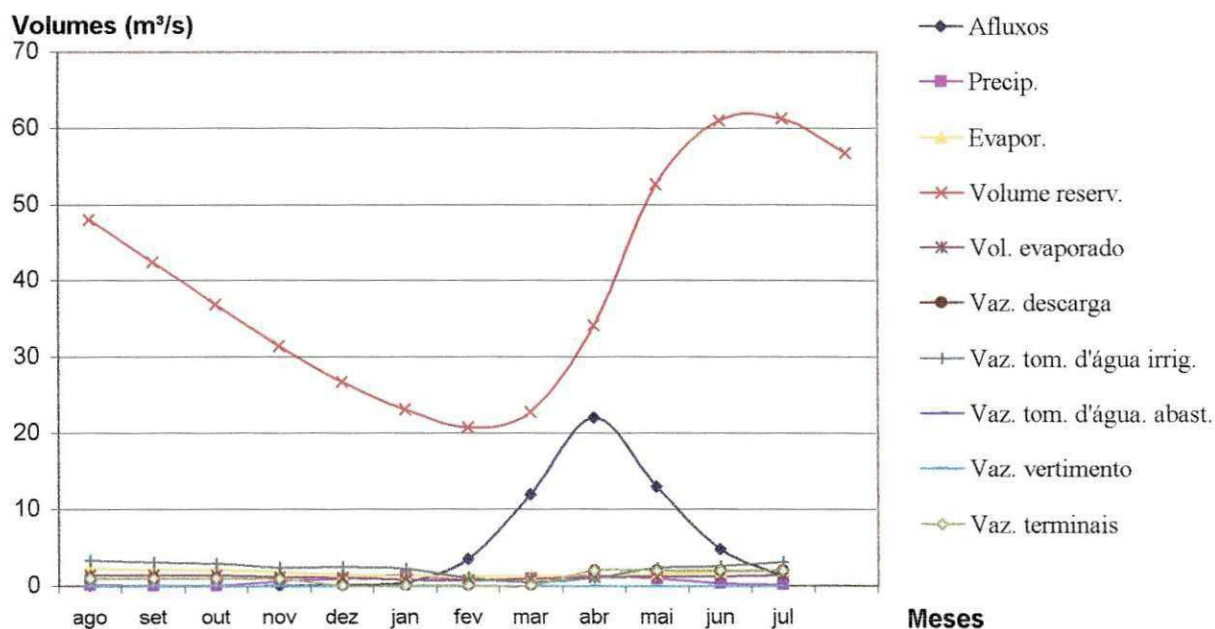


Tabela 8.19 - Resultados operacionais obtidos para o Sub-sistema 1

Simulação M3 - Cenário Normal

MESES	Vazões afluentes (m³/s)	Precip. (mm)	Evapor. (mm)	Volume do reserv. (hm³)	Volume evap. (hm³)	Diferença Vres. e Vro (hm³)
ago	0.00	24.3	332.9	107.894	3.672	-22.806
set	0.00	13.3	319	97.602	3.761	-33.098
out	0.02	104.7	310.6	85.555	3.806	-45.145
nov	0.02	105.5	272.3	74.992	3.329	-55.708
dez	0.40	164.6	215.4	64.243	2.923	-66.457
jan	12.86	193.4	204.1	56.742	2.364	-73.958
fev	26.80	203.7	182.4	54.002	1.812	-76.698
mar	12.37	58.7	183.1	85.793	2.338	-44.907
abr	3.25	10.6	182.2	149.745	3.161	19.045
mai	0.10	0.4	219.9	171.212	3.529	40.512
jun	0.00	3.2	271.9	167.924	3.457	37.224
jul	0.00	2.2	299.6	156.212	3.939	25.512
total	55.806	884.508	2030.900	1271.916	38.091	
média	4.650	73.709	225.656	108.985	3.174	

Dados operacionais - Sub- Sistema 1	
Vmax (m³) =	201024228.5
Vmin=15%Vmax(m³)	30153634
Vo=65%Vmax (hm³)	130.7
Abacia hidráulica (ha)	1737.67
Amáx. Irrig	10000
Abacia (m²)	1.738E+07
tempo (s)	2592000
Vro (m³)	130665748.5
Sust.	100%

Continuação - Simulação M3 - Cenário Normal

MESES	Vazões afluentes (m³/s)	Precip. (m³/s)	Evapor. (m³/s)	Volume do reserv. (m³/s)	Volume evap. (m³/s)	Vazões de descarga (m³/s)	Vazões tom. d'água irrig. (m³/s)	Vazões tom. d'água abast. (m³/s)	Vazão de vertimento (m³/s)	Vazão terminais (m³/s)
				50.411						
ago	0.00	0.16	2.23	41.626	1.417	5.09	2.04	0.041	0.0	5.09
set	0.00	0.09	2.14	37.655	1.451	0.00	2.38	0.041	0.0	0.00
out	0.02	0.70	2.08	33.007	1.468	0.00	3.09	0.041	0.0	0.00
nov	0.02	0.71	1.83	28.932	1.284	0.00	2.72	0.041	0.0	0.00
dez	0.40	1.10	1.44	24.785	1.128	0.00	3.21	0.041	0.0	0.00
jan	12.86	1.30	1.37	21.891	0.912	0.00	2.20	0.041	0.0	0.00
fev	26.80	1.37	1.22	20.834	0.699	0.0	1.26	0.041	0.0	0.0
mar	12.37	0.39	1.23	33.099	0.902	0.00	0.51	0.041	0.0	0.00
abr	3.25	0.07	1.22	57.772	1.220	1.14	0.99	0.041	0.0	1.14
mai	0.10	0.00	1.47	66.054	1.361	1.14	2.11	0.041	0.0	1.14
jun	0.00	0.02	1.82	64.785	1.334	1.14	2.04	0.041	0.0	1.14
jul	0.00	0.01	2.01	60.267	1.520	0.72	2.25	0.041	0.0	0.72
total	55.81	5.93	20.07	490.71	14.70	9.23	24.79	0.49	0.00	9.23
média	4.65	0.49	1.67	40.89	1.22	0.77	2.07	0.04	0.00	0.77

Resultados operacionais para o Sub-sistema 1 - Cenário Normal - Simulação M3

Volumes (m³/s)

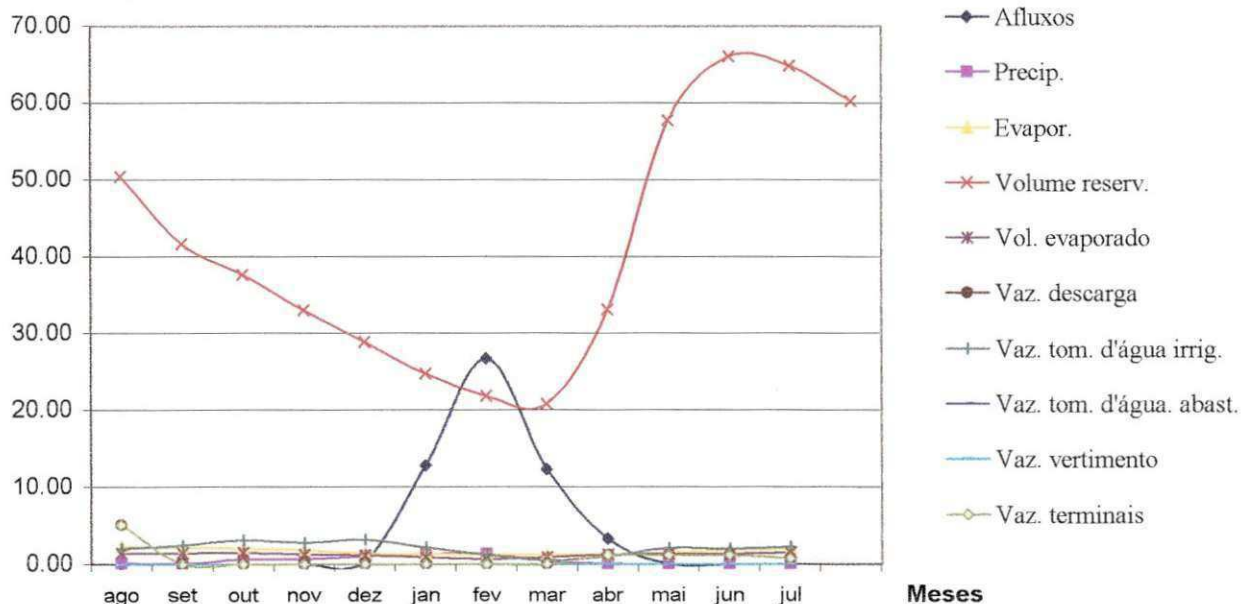


Tabela 8.20- Resultados operacionais obtidos para o Sub-sistema 1

Simulação M3 - Cenário Chuvoso

MESES	Vazões afluentes (m³/s)	Precip. (mm)	Evapor. (mm)	Volume do reserv (hm³)	Volume evap. (hm³)	Diferença Vres. e Vro (hm³)
ago	0.06	1.9	332.9	108.275	3.681	-12.325
set	0.00	22.8	319	96.256	3.724	-24.344
out	0.01	84.3	310.6	83.226	3.733	-37.374
nov	0.23	95.2	272.3	70.591	3.196	-50.009
dez	1.39	307.1	215.4	60.882	2.822	-59.718
jan	28.87	265.7	204.1	53.697	2.282	-66.903
fev	22.13	161.8	182.4	54.464	1.821	-66.136
mar	20.81	43.7	183.1	108.664	2.771	-11.936
abr	9.16	31.2	182.2	142.365	3.038	21.765
mai	3.86	46.6	219.9	172.732	3.554	52.132
jun	0.47	1.0	271.9	170.116	3.494	49.516
jul	0.15	51.9	299.6	142.5	3.661	21.900
total	87.150	1113.214	2030.900	1263.768	37.777	
média	7.263	92.768	225.656	105.314	3.148	

Dados operacionais

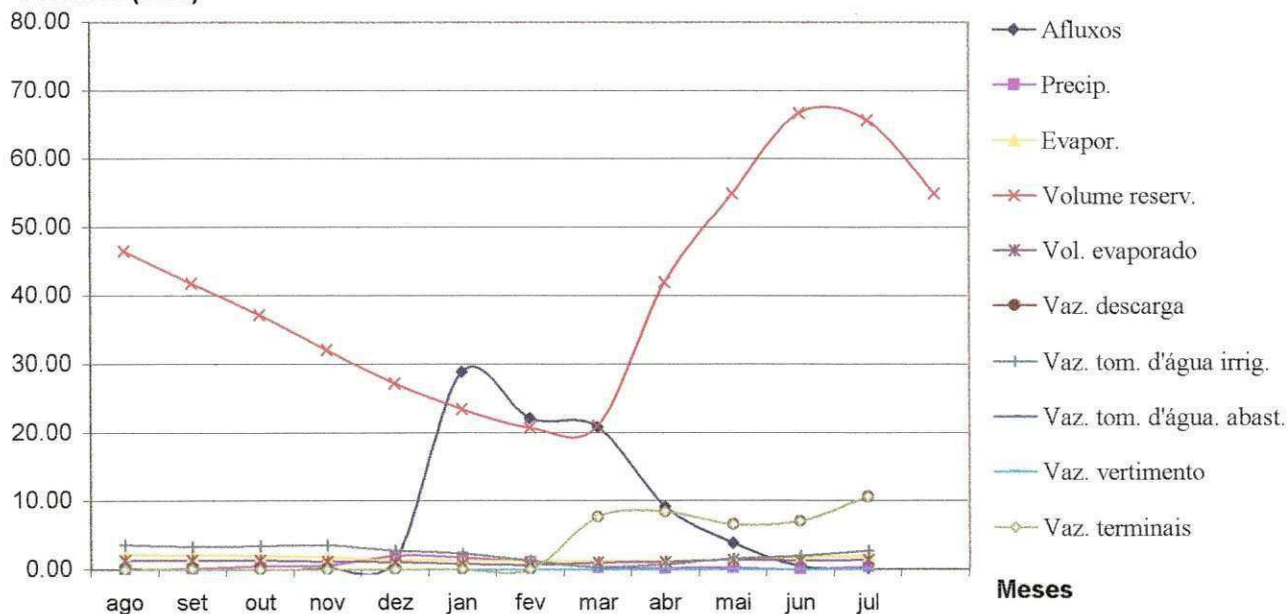
Vmax= (m³) =	201024228.5
Vmin=15%Vmax(m²)	30153634
Vo=60%Vmax (hm²)	120.6
Abacia hidráulica (ha)	1737.67
Amáx. Irrig	10000
Abacia (m²)	1.738E+07
tempo (s)	2592000
Vro (m³)	120614537.1
Sust.	100%

Continuação - Simulação M3 - Cenário Chuvoso

MESES	Vazões afluentes (m³/s)	Precip. (m³/s)	Evapor. (m³/s)	Volume do reserv (m³/s)	Volume evap. (m³/s)	Vazões de descarga (m³/s)	Vazões tom. d'água irrig. (m³/s)	Vazões tom. d'água abast. (m³/s)	Vazão de vertimento (m³/s)	Vazão terminais (m³/s)
				46.533						
ago	0.06	0.01	2.23	41.773	1.420	0.00	3.656	0.041	0.0	0.00
set	0.00	0.15	2.14	37.136	1.437	0.08	3.363	0.041	0.0	0.08
out	0.01	0.57	2.08	32.109	1.440	0.00	3.468	0.041	0.0	0.00
nov	0.23	0.64	1.83	27.234	1.233	0.00	3.559	0.041	0.0	0.00
dez	1.39	2.06	1.44	23.488	1.089	0.03	2.793	0.041	0.0	0.03
jan	28.87	1.78	1.37	20.716	0.880	0.00	2.316	0.041	0.0	0.00
fev	22.13	1.09	1.22	21.012	0.703	0.00	1.279	0.041	0.0	0.00
mar	20.81	0.29	1.23	41.923	1.069	7.65	0.405	0.041	0.0	7.65
abr	9.16	0.21	1.22	54.925	1.172	8.40	0.736	0.041	0.0	8.40
mai	3.86	0.31	1.47	66.640	1.371	6.59	1.558	0.041	0.0	6.59
jun	0.47	0.01	1.82	65.631	1.348	6.99	1.994	0.041	0.0	6.99
jul	0.15	0.35	2.01	54.977	1.412	10.59	2.706	0.041	0.0	10.59
total	87.15	7.46	20.07	487.56	14.57	40.33	27.83	0.49	0.00	-----
média	7.26	0.62	1.67	40.63	1.21	3.36	2.32	0.04	0.00	2395.00

Resultados operacionais para o Sub-sistema 1 - Cenário Chuvoso- Simulação M3

Volumes (m³/s)



Meses

Tabela 8.21 - Resultados operacionais obtidos para o Sub-sistema 2

Simulação M1 - Cenário Padrão

MESES	Vazões afluentes (m³/s)	Precip. (mm)	Evapor. (mm)	Volume do reserv (hm³)	Volume evap. (hm³)	Diferença Vres. e Vro (hm³)
ago	0.00	6.8	332.9	31.396	0.88	-3.504
set	0.03	36.1	319	29.658	0.92	-5.242
out	0.08	44.0	310.6	28.153	0.98	-6.747
nov	0.18	96.3	272.3	26.912	0.90	-7.988
dez	0.72	127.1	215.4	25.053	0.82	-9.847
jan	2.50	220.2	204.1	22.71	0.66	-12.190
fev	3.98	126.3	182.4	22.145	0.51	-12.755
mar	2.23	67.9	183.1	26.912	0.58	-7.988
abr	0.88	19.8	182.2	34.989	0.66	0.089
mai	0.21	10.9	219.9	38.234	0.72	3.334
jun	0.01	7.2	271.9	38.022	0.71	3.122
jul	0.00	6.0	299.6	34.914	0.79	0.014
total	10.81	768.49	2030.90	359.10	9.14	
média	0.901	64.041	249.450	29.925	0.761	

Dados operacionais - Sub-sistema 2	
Vmax (m³) =	58189683.0
Vmin=15%Vmax(m³)	8728452.45
Vo=60%Vmax (hm³)	34.9
Abacia hidráulica (ha)	505.26
Amáx. Irrig	10000
Abacia (m²)	5.053E+06
tempo (s)	2592000
Vro (m³)	34913809.8
Sust.	100%

Continuação - Simulação M1 - Cenário Padrão

MESES	Vazões afluentes (m³/s)	Precip. (m³/s)	Evapor. (m³/s)	Volume do reserv (m³/s)	Volume evap. (m³/s)	Vazões de descarga (m³/s)	Vazões tom. d'água irrig. (m³/s)	Vazões tom. d'água abast. (m³/s)	Vazão de vertimento (m³/s)	Vazão terminais (m³/s)
				13.470						
ago	0.00	0.05	2.23	12.113	0.341	0.00	0.96	0.041	0.0	0.00
set	0.03	0.24	2.14	11.442	0.356	0.00	0.26	0.041	0.0	0.00
out	0.08	0.29	2.08	10.861	0.377	0.00	0.15	0.041	0.0	0.00
nov	0.18	0.65	1.83	10.383	0.346	0.00	0.15	0.041	0.0	0.00
dez	0.72	0.85	1.44	9.666	0.317	0.00	0.47	0.041	0.0	0.00
jan	2.50	1.48	1.37	8.762	0.255	0.00	0.86	0.041	0.0	0.00
fev	3.98	0.85	1.22	8.544	0.198	0.00	0.81	0.041	0.0	0.00
mar	2.23	0.46	1.23	10.383	0.222	0.00	0.63	0.041	0.0	0.00
abr	0.88	0.13	1.22	13.499	0.254	0.00	0.76	0.041	0.0	0.00
mai	0.21	0.07	1.47	14.751	0.279	0.00	0.78	0.041	0.0	0.00
jun	0.01	0.05	1.82	14.669	0.275	0.00	0.67	0.041	0.0	0.00
jul	0.00	0.04	2.01	13.470	0.305	0.00	1.05	0.041	0.0	0.00
total	10.81	5.15	20.07	138.54	3.52	0.00	7.57	0.49	0.00	0.00
média	0.90	0.43	1.67	11.55	0.29	0.00	0.63	0.04	0.00	0.00

Resultados operacionais para o Sub-sistema 2 - Cenário Padrão - Simulação M1

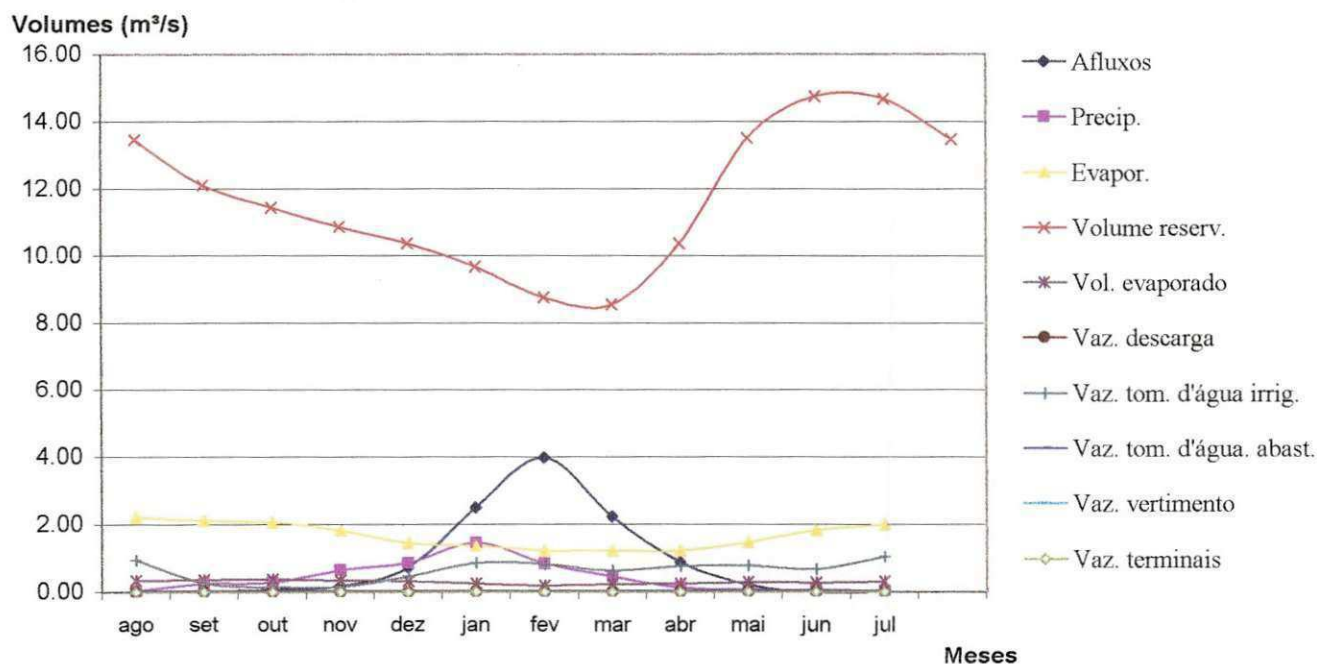


Tabela 8.22- Resultados operacionais obtidos para o Sub-sistema 2

Simulação M1 - Cenário Normal

MESES	Vazões afluentes (m³/s)	Precip. (mm)	Evapor. (mm)	Volume do reserv. (hm³)	Volume evap. (hm³)	Diferença Vres. e Vro (hm³)
ago	0.00	4.1	332.9	31.441	0.88	-3.459
set	0.00	12.5	319	29.197	0.91	-5.703
out	0.07	6.9	310.6	27.354	0.95	-7.546
nov	0.02	93.3	272.3	25.642	0.86	-9.258
dez	0.73	114.3	215.4	24.087	0.79	-10.813
jan	2.13	227.6	204.1	22.604	0.66	-12.296
fev	3.26	199.7	182.4	23.545	0.54	-11.355
mar	2.93	74.1	183.1	28.66	0.61	-6.240
abr	1.17	46.8	182.2	35.747	0.67	0.847
mai	0.11	27.7	219.9	39.874	0.75	4.974
jun	0.00	4.9	271.9	39.326	0.74	4.426
jul	0.00	2.2	299.6	35.428	0.80	0.528
total	10.42	814.05	2030.90	362.91	9.17	
média	0.869	67.838	225.656	30.242	0.764	

Dados operacionais - Sub-sistema 2	
Vmax (m³) =	58189683.0
Vmin=15%Vmax(m³)	8728452.45
Vo=60%Vmax (hm³)	34.9
Abacia hidráulica (ha)	505.26
Amáx. Irrig	10000
Abacia (m²)	5.053E+06
tempo (s)	2592000
Vro (m³)	34913809.8
Sust.	100%

Continuação - Simulação M1 - Cenário Normal

MESES	Vazões afluentes (m³/s)	Precip. (m³/s)	Evapor. (m³/s)	Volume do reserv. (m³/s)	Volume evap. (m³/s)	Vazões de descarga (m³/s)	Vazões tom. d'água irrig. (m³/s)	Vazões tom. d'água abast. (m³/s)	Vazão de vertimento (m³/s)	Vazão terminais (m³/s)
				13.470						
ago	0.00	0.03	2.23	12.130	0.341	0.00	0.93	0.041	0.0	0.00
set	0.00	0.08	2.14	11.264	0.350	0.00	0.45	0.041	0.0	0.00
out	0.07	0.05	2.08	10.553	0.367	0.00	0.29	0.041	0.0	0.00
nov	0.02	0.63	1.83	9.893	0.332	0.00	0.28	0.041	0.0	0.00
dez	0.73	0.77	1.44	9.293	0.306	0.01	0.30	0.041	0.0	0.01
jan	2.13	1.53	1.37	8.721	0.255	0.06	0.31	0.041	0.0	0.06
fev	3.26	1.34	1.22	9.084	0.208	0.1	0.15	0.041	0.0	0.08
mar	2.93	0.50	1.23	11.057	0.235	0.00	0.14	0.041	0.0	0.00
abr	1.17	0.31	1.22	13.791	0.259	0.00	0.51	0.041	0.0	0.00
mai	0.11	0.19	1.47	15.383	0.291	0.06	1.08	0.041	0.0	0.06
jun	0.00	0.03	1.82	15.172	0.285	0.00	1.12	0.041	0.0	0.00
jul	0.00	0.01	2.01	13.668	0.310	0.00	1.27	0.041	0.0	0.00
total	10.42	5.46	20.07	140.01	3.54	0.22	6.84	0.49	0.00	0.22
média	0.87	0.45	1.67	11.67	0.29	0.02	0.57	0.04	0.00	0.02

Resultados operacionais para o Sub-sistema 2 - Cenário Normal - Simulação M1

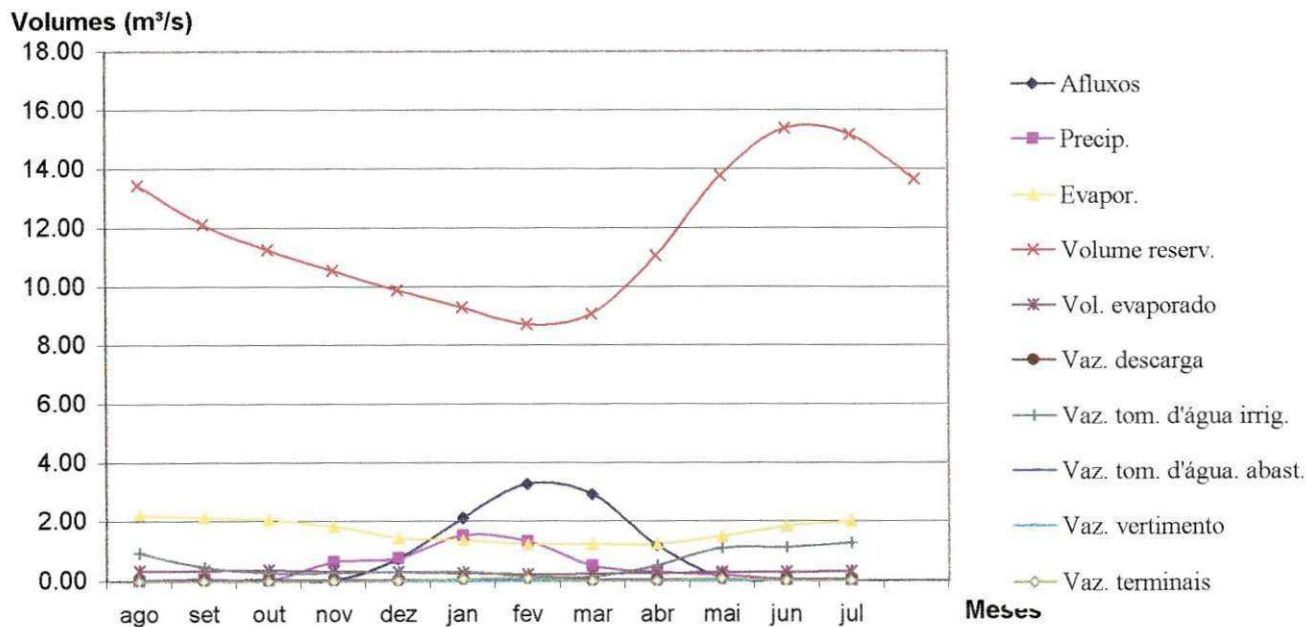


Tabela 8.23- Resultados operacionais obtidos para o Sub-sistema 2

Simulação M1 - Cenário Seco						
MESES	Vazões afluentes (m³/s)	Precip. (mm)	Evapor. (mm)	Volume do reserv. (hm³)	Volume evap. (hm³)	Diferença Vres. e Vro (hm³)
ago	0.00	0.0	332.9	33.825	0.95	-1.075
set	0.00	0.0	319	32.667	1.01	-2.233
out	0.05	35.7	310.6	31.435	1.08	-3.465
nov	0.07	16.7	272.3	30.288	1.00	-4.612
dez	0.08	65.6	215.4	29.442	0.95	-5.458
jan	0.04	105.6	204.1	28.668	0.81	-6.232
fev	0.40	62.2	182.4	28.257	0.63	-6.643
mar	0.12	46.5	183.1	27.869	0.59	-7.031
abr	0.00	40.0	182.2	28.241	0.54	-6.659
mai	0.01	20.6	219.9	27.637	0.53	-7.263
jun	0.00	0.9	271.9	26.859	0.51	-8.041
jul	0.00	0.0	299.6	26.185	0.60	-8.715
total	0.772	393.981	2993.400	351.373	9.209	
média	0.064	32.832	249.450	29.281	0.767	

Dados operacionais	
Vmax= (m³) =	58189683.0
Vmin=15%Vmax(m³)	8728452.45
Vo=60%Vmax (hm³)	34.9
Abacia hidráulica (ha)	505.26
Amáx. Irrig	10000
Abacia (m²)	5.053E+06
tempo (s)	2592000
Vro (m³)	34913809.8
Sust.	75%

Continuação - Simulação M1 - Cenário Seco

MESES	Vazões afluentes (m³/s)	Precip. (m³/s)	Evapor. (m³/s)	Volume do reserv. (m³/s)	Volume evap. (m³/s)	Vazões de descarga (m³/s)	Vazões tom. d'água irrig. (m³/s)	Vazões tom. d'água abast. (m³/s)	Vazão de vertimento (m³/s)	Vazão terminais (m³/s)
				13.470						
ago	0.00	0.00	2.23	13.050	0.366	0.0	0.00	0.041	0.00	0.00
set	0.00	0.00	2.14	12.603	0.390	0.0	0.00	0.041	0.00	0.00
out	0.05	0.24	2.08	12.128	0.417	0.0	0.00	0.041	0.00	0.00
nov	0.07	0.11	1.83	11.685	0.386	0.0	0.00	0.041	0.00	0.00
dez	0.08	0.44	1.44	11.359	0.366	0.0	0.00	0.041	0.00	0.00
jan	0.04	0.71	1.37	11.060	0.313	0.0	0.03	0.041	0.00	0.00
fev	0.40	0.42	1.22	10.902	0.245	0.0	0.03	0.041	0.00	0.00
mar	0.12	0.31	1.23	10.752	0.229	0.0	0.04	0.041	0.00	0.00
abr	0.00	0.27	1.22	10.895	0.207	0.0	0.08	0.041	0.00	0.00
mai	0.01	0.14	1.47	10.662	0.204	0.0	0.16	0.041	0.00	0.00
jun	0.00	0.01	1.82	10.362	0.198	0.0	0.10	0.041	0.00	0.00
jul	0.00	0.00	2.01	10.102	0.233	0.0	0.01	0.041	0.00	0.00
total	0.77	2.64	20.07	135.56	3.55	0.00	0.45	0.49	0.00	0.00
média	0.06	0.22	1.67	11.30	0.30	0.00	0.04	0.04	0.00	0.00

Resultados operacionais para o Sub-sistema 2 - Cenário Seco - Simulação M1

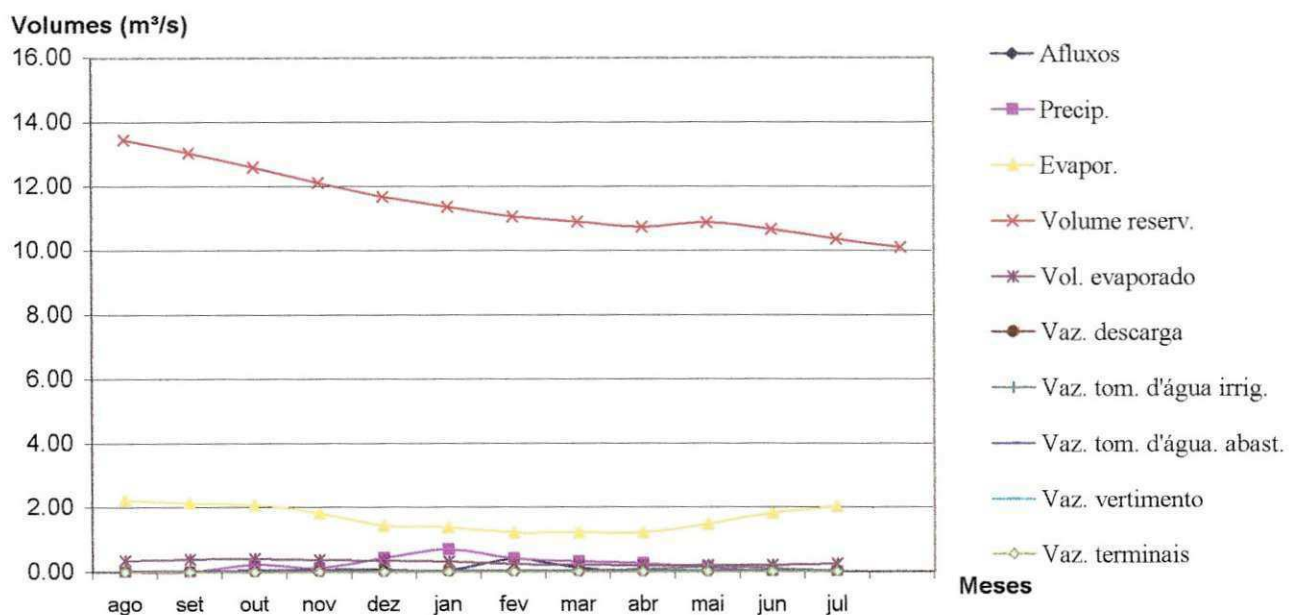


Tabela 8.24- Resultados operacionais obtidos para o Sub-sistema 2

Simulação M1 - Cenário Chuvoso

MESES	Vazões afluentes (m³/s)	Precip. (mm)	Evapor. (mm)	Volume do reserv. (hm³)	Volume evap. (hm³)	Diferença Vres. e Vro (hm³)
ago	0.00	4.7	332.9	31.176	0.877	-3.724
set	0.02	32.0	319	28.399	0.886	-6.501
out	0.04	21.4	310.6	25.429	0.891	-9.471
nov	0.06	94.7	272.3	22.166	0.76	-12.734
dez	0.24	283.9	215.4	17.904	0.626	-16.996
jan	8.10	302.2	204.1	12.914	0.439	-21.986
fev	3.75	144.6	182.4	10.082	0.299	-24.818
mar	3.74	64.8	183.1	28.768	0.611	-6.132
abr	2.85	35.4	182.2	34.637	0.651	-0.263
mai	0.72	13.7	219.9	37.421	0.706	2.521
jun	0.00	4.5	271.9	38.873	0.73	3.973
jul	0.00	3.9	299.6	35.02	0.794	0.120
total	19.514	1005.841	2030.900	322.789	8.270	
média	1.626	83.820	225.656	26.899	0.689	

Dados operacionais

Vmax (m³) =	58189683.0
Vmin=15%Vmax(m³)	8728452.45
Vo=60%Vmax (hm³)	34.9
Abacia hidráulica (ha)	505.26
Amáx. Irrig	10000
Abacia (m²)	5.053E+06
tempo (s)	2592000
Vro (m³)	34913809.8
Sust.	100%

Continuação - Simulação M1 - Cenário Chuvoso

MESES	Vazões afluentes (m³/s)	Precip. (m³/s)	Evapor. (m³/s)	Volume do reserv. (m³/s)	Volume evap. (m³/s)	Vazões de descarga (m³/s)	Vazões tom. d'água irrig. (m³/s)	Vazões tom. d'água abast. (m³/s)	Vazão de vertimento (m³/s)	Vazão terminais (m³/s)
				13.470						
ago	0.00	0.03	2.23	12.028	0.338	0.00	1.03	0.041	0.0	0.00
set	0.02	0.21	2.14	10.956	0.342	0.00	0.663	0.041	0.0	0.00
out	0.04	0.14	2.08	9.811	0.344	0.01	0.718	0.041	0.0	0.01
nov	0.06	0.63	1.83	8.552	0.293	0.22	0.724	0.041	0.0	0.22
dez	0.24	1.90	1.44	6.907	0.242	0.01	1.363	0.041	0.0	0.01
jan	8.10	2.03	1.37	4.982	0.169	0.16	1.648	0.041	0.0	0.16
fev	3.75	0.97	1.22	3.890	0.115	0.01	1.328	0.041	0.0	0.01
mar	3.74	0.43	1.23	11.099	0.236	0.03	0.873	0.041	0.0	0.03
abr	2.85	0.24	1.22	13.363	0.251	0.00	1.401	0.041	0.0	0.00
mai	0.72	0.09	1.47	14.437	0.272	0.09	2.377	0.041	0.0	0.09
jun	0.00	0.03	1.82	14.997	0.282	0.00	2.03	0.041	0.0	0.00
jul	0.00	0.03	2.01	13.511	0.306	0.27	1.58	0.041	0.0	0.27
total	19.51	6.74	20.07	124.53	3.19	0.79	15.74	0.49	0.00	-----
média	1.63	0.56	1.67	10.38	0.27	0.07	1.31	0.04	0.00	2395.00

Resultados operacionais para o Sub-sistema 2 - Cenário Chuvoso- Simulação M1

Volumes (m³/s)

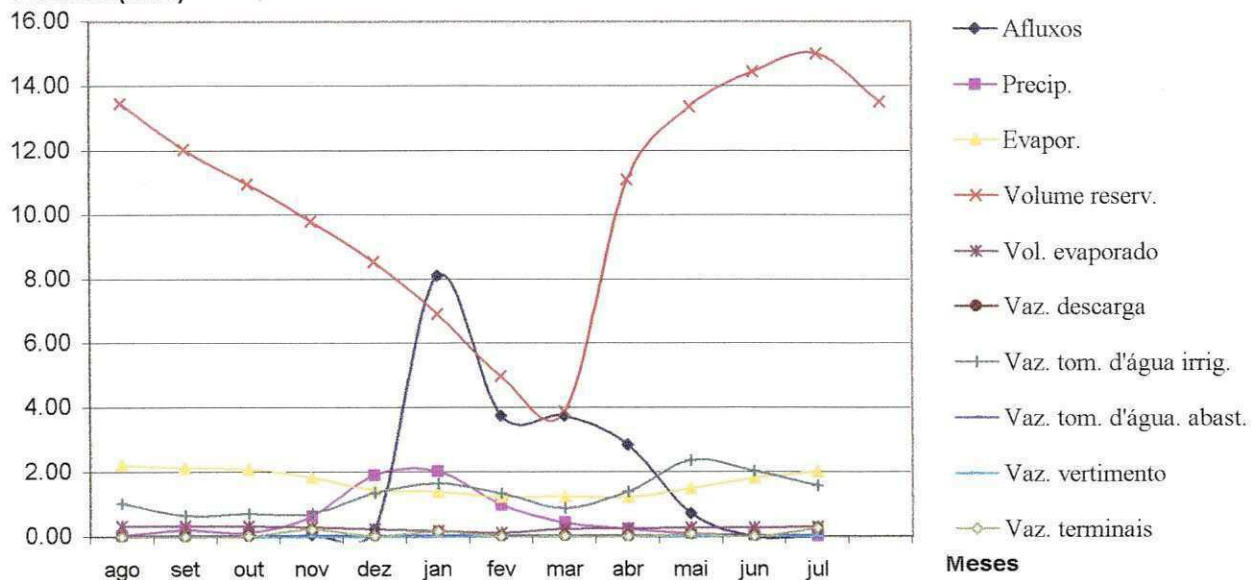


Tabela 8.25- Resultados operacionais obtidos para o Sub-sistema 2

Simulação M2 - Cenário Padrão						
MESES	Vazões afluentes (m³/s)	Precip. (mm)	Evapor. (mm)	Volume do reserv. (hm³)	Volume evap. (hm³)	Diferença Vres. e Vro (hm³)
ago	0.00	6.8	332.9	35.641	1.23	0.741
set	0.03	36.1	319	33.521	1.31	-1.379
out	0.08	44.0	310.6	31.57	1.41	-3.330
nov	0.18	96.3	272.3	29.437	1.30	-5.463
dez	0.72	127.1	215.4	26.887	1.19	-8.013
jan	2.50	220.2	204.1	24.663	0.99	-10.237
fev	3.98	126.3	182.4	24.97	0.79	-9.930
mar	2.23	67.9	183.1	30.417	0.85	-4.483
abr	0.88	19.8	182.2	38.43	0.85	3.530
mai	0.21	10.9	219.9	40.531	0.88	5.631
jun	0.01	7.2	271.9	39.715	0.87	4.815
jul	0.00	6.0	299.6	37.823	1.02	2.923
total	10.81	768.49	2030.90	393.61	12.67	
média	0.901	64.041	249.450	32.800	1.056	

Dados operacionais - Sub-sistema 2	
Vmax (m³) =	58189683.0
Vmin=15%Vmax(m³)	8728452.45
Vo=60%Vmax (hm³)	34.9
Abacia hidráulica (ha)	505.26
Amáx. Irrig	10000
Abacia (m²)	5.053E+06
tempo (s)	2592000
Vro (m³)	34913809.8
Sust.	100%

Continuação - Simulação M2 - Cenário Padrão

MESES	Vazões afluentes (m³/s)	Precip. (m³/s)	Evapor. (m³/s)	Volume do reserv. (m³/s)	Volume evap. (m³/s)	Vazões de descarga (m³/s)	Vazões tom. d'água irrig. (m³/s)	Vazões tom. d'água abast. (m³/s)	Vazão de vertimento (m³/s)	Vazão terminais (m³/s)
				13.470						
ago	0.00	0.05	2.23	13.750	0.473	0.00	0.34	0.041	0.0	0.00
set	0.03	0.24	2.14	12.932	0.505	0.00	0.27	0.041	0.0	0.00
out	0.08	0.29	2.08	12.180	0.543	0.00	0.16	0.041	0.0	0.00
nov	0.18	0.65	1.83	11.357	0.500	0.00	0.35	0.041	0.0	0.00
dez	0.72	0.85	1.44	10.373	0.460	0.00	0.60	0.041	0.0	0.00
jan	2.50	1.48	1.37	9.515	0.381	0.00	0.74	0.041	0.0	0.00
fev	3.98	0.85	1.22	9.633	0.304	0.00	0.44	0.041	0.0	0.00
mar	2.23	0.46	1.23	11.735	0.326	0.00	0.38	0.041	0.0	0.00
abr	0.88	0.13	1.22	14.826	0.329	0.00	0.76	0.041	0.0	0.00
mai	0.21	0.07	1.47	15.637	0.338	0.00	1.17	0.041	0.0	0.00
jun	0.01	0.05	1.82	15.322	0.334	0.00	0.85	0.041	0.0	0.00
jul	0.00	0.04	2.01	14.592	0.394	0.00	0.52	0.041	0.0	0.00
total	10.81	5.15	20.07	151.85	4.89	0.00	6.57	0.49	0.00	0.00
média	0.90	0.43	1.67	12.65	0.41	0.00	0.55	0.04	0.00	0.00

Resultados operacionais para o Sub-sistema 2 - Cenário Padrão - Simulação M2

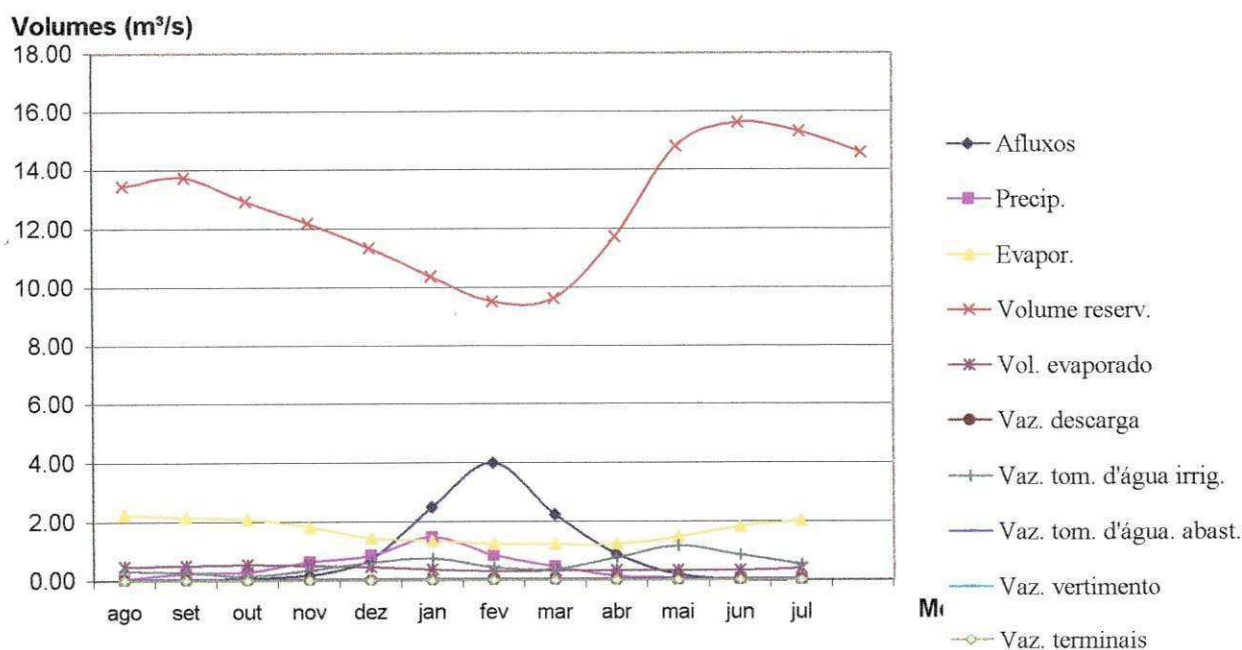


Tabela 8.26 - Resultados operacionais obtidos para o Sub-sistema 2

Simulação M2 - Cenário Normal						
MESES	Vazões afluentes (m³/s)	Precip. (mm)	Evapor. (mm)	Volume do reserv. (hm³)	Volume evap. (hm³)	Diferença Vres. e Vro (hm³)
ago	0.00	4.1	332.9	32.575	1.17	-2.325
set	0.00	12.5	319	29.974	12.30	-4.926
out	0.07	6.9	310.6	27.79	1.31	-7.110
nov	0.02	93.3	272.3	25.805	1.19	-9.095
dez	0.73	114.3	215.4	23.847	1.10	-11.053
jan	2.13	227.6	204.1	21.978	0.91	-12.922
fev	3.26	199.7	182.4	22.485	0.73	-12.415
mar	2.93	74.1	183.1	27.233	0.79	-7.667
abr	1.17	46.8	182.2	34.01	0.80	-0.890
mai	0.11	27.7	219.9	37.913	0.85	3.013
jun	0.00	4.9	271.9	37.528	0.84	2.628
jul	0.00	2.2	299.6	34.983	0.98	0.083
total	10.42	814.05	2030.90	356.12	22.98	
média	0.869	67.838	225.656	29.677	1.915	

Dados operacionais - Sub-sistema 2	
Vmax (m³) =	58189683.0
Vmin=15%Vmax(m³)	8728452.45
Vo=60%Vmax (hm³)	34.9
Abacia hidráulica (ha)	505.26
Amáx. Irrig	10000
Abacia (m²)	5.053E+06
tempo (s)	2592000
Vro (m³)	34913809.8
Sust.	100%

Continuação - Simulação M2 - Cenário Normal

MESES	Vazões afluentes (m³/s)	Precip. (m³/s)	Evapor. (m³/s)	Volume do reserv. (m³/s)	Volume evap. (m³/s)	Vazões de descarga (m³/s)	Vazões tom. d'água irrig. (m³/s)	Vazões tom. d'água abast. (m³/s)	Vazão de vertimento (m³/s)	Vazão terminais (m³/s)
				13.470						
ago	0.00	0.03	2.23	12.568	0.451	0.00	0.40	0.041	0.0	0.00
set	0.00	0.08	2.14	11.564	4.745	0.09	0.38	0.041	0.0	0.09
out	0.07	0.05	2.08	10.721	0.503	0.00	0.28	0.041	0.0	0.00
nov	0.02	0.63	1.83	9.956	0.460	0.00	0.26	0.041	0.0	0.00
dez	0.73	0.77	1.44	9.200	0.424	0.00	0.35	0.041	0.0	0.00
jan	2.13	1.53	1.37	8.479	0.351	0.00	0.46	0.041	0.0	0.00
fev	3.26	1.34	1.22	8.675	0.282	0.0	0.36	0.041	0.0	0.00
mar	2.93	0.50	1.23	10.507	0.305	0.00	0.29	0.041	0.0	0.00
abr	1.17	0.31	1.22	13.121	0.310	0.00	0.63	0.041	0.0	0.00
mai	0.11	0.19	1.47	14.627	0.328	0.00	1.20	0.041	0.0	0.00
jun	0.00	0.03	1.82	14.478	0.325	0.00	1.04	0.041	0.0	0.00
jul	0.00	0.01	2.01	13.497	0.379	0.00	0.71	0.041	0.0	0.00
total	10.42	5.46	20.07	137.39	8.87	0.09	6.35	0.49	0.00	0.09
média	0.87	0.45	1.67	11.45	0.74	0.01	0.53	0.04	0.00	0.01

Resultados operacionais para o Sub-sistema 2 - Cenário Normal - Simulação M2

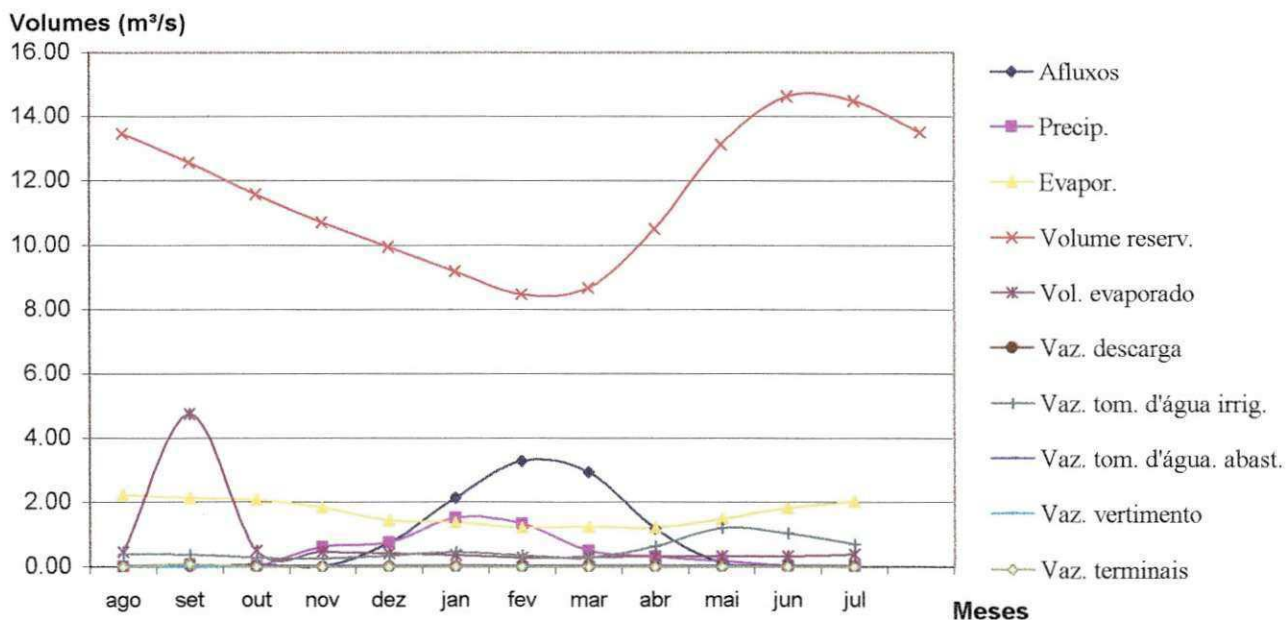


Tabela 8.27- Resultados operacionais obtidos para o Sub-sistema 2

Simulação M2 - Cenário Seco						
MESES	Vazões afluentes (m³/s)	Precip. (mm)	Evapor. (mm)	Volume do reserv. (hm³)	Volume evap. (hm³)	Diferença Vres. e Vro (hm³)
ago	0.00	0.0	332.9	33.533	1.19	-1.367
set	0.00	0.0	319	32.01	1.28	-2.890
out	0.05	35.7	310.6	30.301	1.38	-4.599
nov	0.07	16.7	272.3	28.761	1.28	-6.139
dez	0.08	65.6	215.4	27.683	1.22	-7.217
jan	0.04	105.6	204.1	26.734	1.04	-8.166
fev	0.40	62.2	182.4	26.237	0.81	-8.663
mar	0.12	46.5	183.1	25.825	0.76	-9.075
abr	0.00	40.0	182.2	26.258	0.69	-8.642
mai	0.01	20.6	219.9	25.913	0.69	-8.987
jun	0.00	0.9	271.9	25.264	0.67	-9.636
jul	0.00	0.0	299.6	24.44	0.79	-10.460
total	0.772	393.981	2993.400	332.959	11.790	
média	0.064	32.832	249.450	27.747	0.983	

Dados operacionais	
Vmax= (m³) =	58189683.0
Vmin=15%Vmax(m³)	8728452.45
Vo=60%Vmax (hm³)	34.9
Abacia hidráulica (ha)	505.26
Amáx. Irrig	10000
Abacia (m²)	5.053E+06
tempo (s)	2592000
Vro (m³)	34913809.8
Sust.	70%

Continuação - Simulação M2 - Cenário Seco

MESES	Vazões afluentes (m³/s)	Precip. (m³/s)	Evapor. (m³/s)	Volume do reserv. (m³/s)	Volume evap. (m³/s)	Vazões de descarga (m³/s)	Vazões tom. d'água irrig. (m³/s)	Vazões tom. d'água abast. (m³/s)	Vazão de vertimento (m³/s)	Vazão terminais (m³/s)
				13.470						
ago	0.00	0.00	2.23	12.937	0.459	0.0	0.03	0.041	0.00	0.00
set	0.00	0.00	2.14	12.350	0.493	0.0	0.04	0.041	0.00	0.00
out	0.05	0.24	2.08	11.690	0.530	0.0	0.07	0.041	0.00	0.00
nov	0.07	0.11	1.83	11.096	0.493	0.0	0.05	0.041	0.00	0.00
dez	0.08	0.44	1.44	10.680	0.469	0.0	0.00	0.041	0.00	0.00
jan	0.04	0.71	1.37	10.314	0.402	0.0	0.01	0.041	0.00	0.00
fev	0.40	0.42	1.22	10.122	0.314	0.0	0.01	0.041	0.00	0.00
mar	0.12	0.31	1.23	9.963	0.294	0.0	0.02	0.041	0.00	0.00
abr	0.00	0.27	1.22	10.130	0.266	0.0	0.02	0.041	0.00	0.00
mai	0.01	0.14	1.47	9.997	0.265	0.0	0.01	0.041	0.00	0.00
jun	0.00	0.01	1.82	9.747	0.259	0.0	0.00	0.041	0.00	0.00
jul	0.00	0.00	2.01	9.429	0.306	0.0	0.00	0.041	0.00	0.00
total	0.77	2.64	20.07	128.46	4.55	0.00	0.25	0.49	0.00	0.00
média	0.06	0.22	1.67	10.70	0.38	0.00	0.02	0.04	0.00	0.00

Resultados operacionais para o Sub-sistema 2 - Cenário Seco - Simulação M2

Volumes (m³/s)

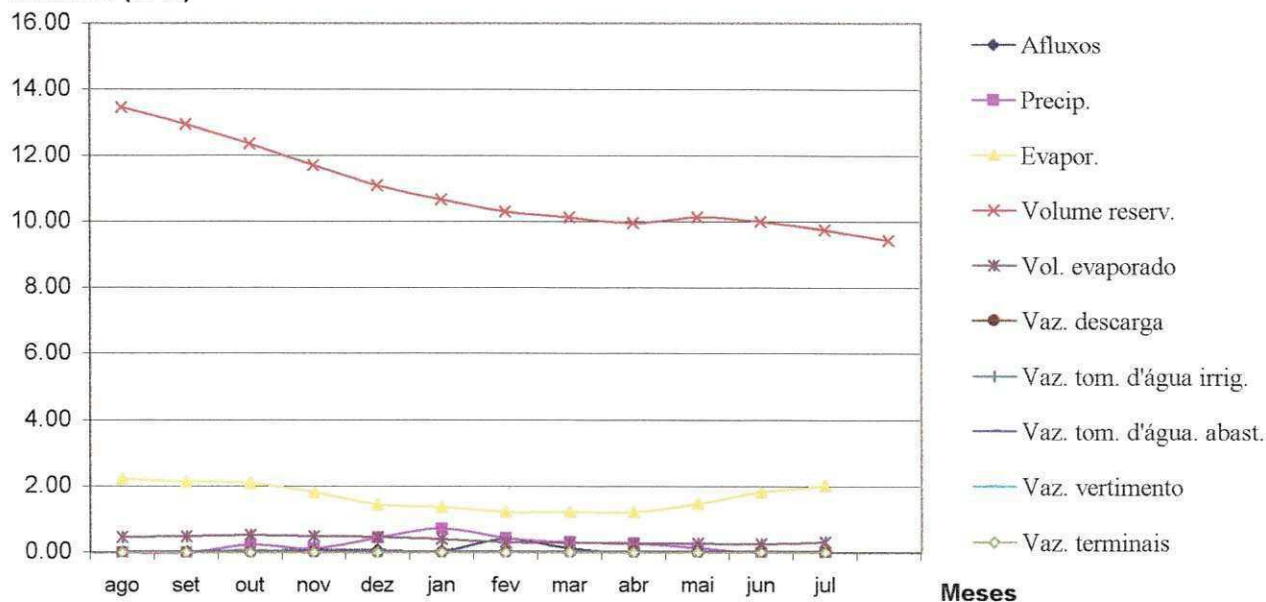


Tabela 8.28- Resultados operacionais obtidos para o Sub-sistema 2

Simulação M2 - Cenário Chuvoso

MESES	Vazões afluentes (m³/s)	Precip. (mm)	Evapor. (mm)	Volume do reserv. (hm³)	Volume evap. (hm³)	Diferença Vres. e Vro (hm³)
abr	3.75	144.6	182.4	45.696	0.917	7.896
mai	3.74	64.8	183.1	51.074	0.956	13.274
jun	2.85	35.4	182.2	53.79	0.966	15.990
jul	0.72	13.7	219.9	49.799	1.138	11.999
ago	0.00	4.5	271.9	42.738	1.331	4.938
set	0.00	3.9	299.6	36.874	1.375	-0.926
out	0.00	4.7	332.9	29.944	1.366	-7.856
nov	0.02	32.0	319	25.123	1.171	-12.677
dez	0.04	21.4	310.6	22.067	1.041	-15.733
jan	0.06	94.7	272.3	18.952	0.813	-18.848
fev	0.24	283.9	215.4	17.592	0.606	-20.208
mar	8.10	302.2	204.1	37.826	0.948	0.026
total	19.514	1005.841	1654.300	431.475	12.628	
média	1.626	83.820	275.717		1.052	

Dados operacionais	
Vmax (m³) =	58189683.0
Vmin=15%Vmax(m³)	8728452.45
Vo=65%Vmax (hm³)	37.8
Abacia hidráulica (ha)	505.26
Amáx. Irrig	10000
Abacia (m²)	5.053E+06
tempo (s)	2592000
Vro (m³)	37823293.95
Sust.	100%

Continuação - Simulação M2 - Cenário Chuvoso

MESES	Vazões afluentes (m³/s)	Precip. (m³/s)	Evapor. (m³/s)	Volume do reserv. (m³/s)	Volume evap. (m³/s)	Vazões de descarga (m³/s)	Vazões tom. d'água irrig. (m³/s)	Vazões tom. d'água abast. (m³/s)	Vazão de vertimento (m³/s)	Vazão terminais (m³/s)
				14.592						
abr	3.75	0.97	1.22	17.630	0.354	0.00	0.60	0.041	0.0	0.00
mai	3.74	0.43	1.23	19.704	0.369	0.06	1.34	0.041	0.0	0.06
jun	2.85	0.24	1.22	20.752	0.373	0.02	1.45	0.041	0.0	0.02
jul	0.72	0.09	1.47	19.213	0.439	0.00	1.80	0.041	0.0	0.00
ago	0.00	0.03	1.82	16.488	0.514	0.00	2.15	0.041	0.0	0.00
set	0.00	0.03	2.01	14.226	0.530	0.00	1.66	0.041	0.0	0.00
out	0.00	0.03	2.23	11.552	0.527	0.00	2.05	0.041	0.0	0.00
nov	0.02	0.21	2.14	9.693	0.452	0.00	1.39	0.041	0.0	0.00
dez	0.04	0.14	2.08	8.514	0.402	0.01	0.76	0.041	0.0	0.01
jan	0.06	0.63	1.83	7.312	0.314	0.00	0.99	0.041	0.0	0.00
fev	0.24	1.90	1.44	6.787	0.234	0.00	0.80	0.041	0.0	0.00
mar	8.10	2.03	1.37	14.593	0.366	0.08	0.28	0.041	0.0	0.08
total	19.51	6.74	20.07	166.46	4.87	0.17	15.26	0.49	0.00	0.17
média	1.63	0.56	1.67	13.87	0.41	0.01	1.27	0.04	0.00	2395.00

Resultados operacionais para o Sub-sistema 2 - Cenário Chuvoso- Simulação M2

Volumes (m³/s)

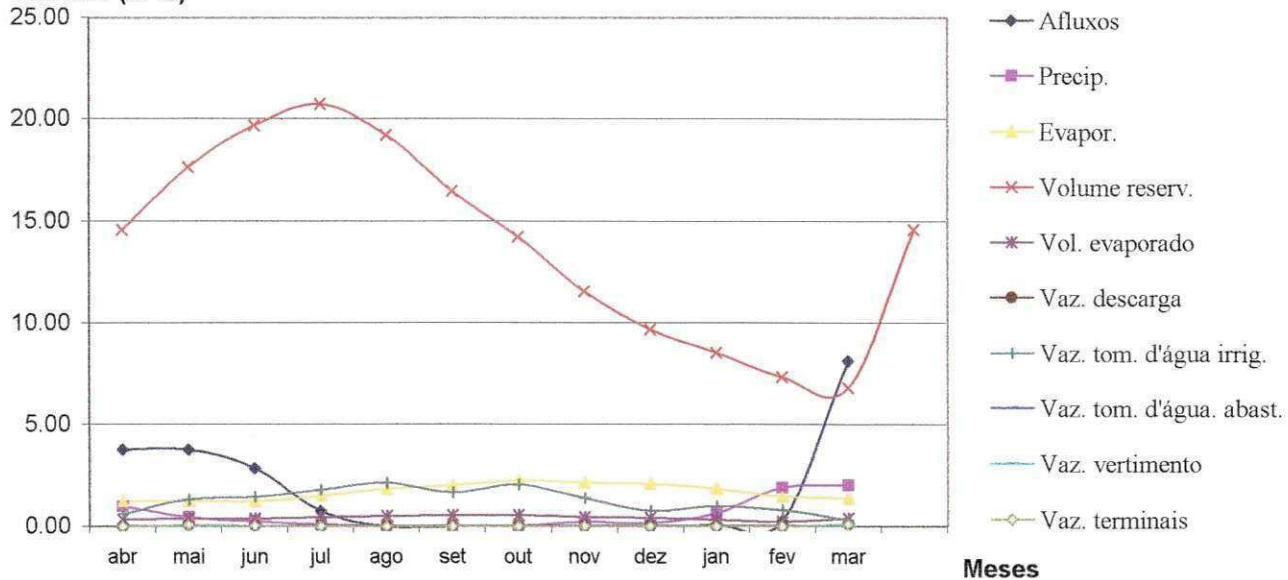


Tabela 8.29 - Resultados operacionais obtidos para o Sub-sistema 2

Simulação M3 - Cenário Padrão						
MESES	Vazões afluentes (m³/s)	Precip. (mm)	Evapor. (mm)	Volume do reserv. (hm³)	Volume evap. (hm³)	Diferença Vres. e Vro (hm³)
ago	0.00	6.8	332.9	33.583	1.14	-1.317
set	0.03	36.1	319	32.222	1.21	-2.678
out	0.08	44.0	310.6	30.787	1.31	-4.113
nov	0.18	96.3	272.3	29.644	1.22	-5.256
dez	0.72	127.1	215.4	28.724	1.16	-6.176
jan	2.50	220.2	204.1	27.017	0.97	-7.883
fev	3.98	126.3	182.4	27.057	0.77	-7.843
mar	2.23	67.9	183.1	31.292	0.81	-3.608
abr	0.88	19.8	182.2	38.081	0.84	3.181
mai	0.21	10.9	219.9	38.988	0.86	4.088
jun	0.01	7.2	271.9	37.178	0.82	2.278
jul	0.00	6.0	299.6	34.914	0.95	0.014
total	10.81	768.49	2030.90	389.49	12.04	
média	0.901	64.041	249.450	32.457	1.004	

Dados operacionais - Sub-sistema 2	
Vmax (m³) =	58189683.0
Vmin=15%Vmax(m³)	8728452.45
Vo=60%Vmax (hm³)	34.9
Abacia hidráulica (ha)	505.26
Amáx. Irrig	10000
Abacia (m²)	5.053E+06
tempo (s)	2592000
Vro (m³)	34913809.8
Sust.	100%

Continuação - Simulação M3 - Cenário Padrão

MESES	Vazões afluentes (m³/s)	Precip. (m³/s)	Evapor. (m³/s)	Volume do reserv. (m³/s)	Volume evap. (m³/s)	Vazões de descarga (m³/s)	Vazões tom. d'água irrig. (m³/s)	Vazões tom. d'água abast. (m³/s)	Vazão de vertimento (m³/s)	Vazão terminais (m³/s)
				13.470						
ago	0.00	0.05	2.23	12.956	0.438	0.00	0.04	0.041	0.0	0.00
set	0.03	0.24	2.14	12.431	0.468	0.01	0.00	0.041	0.0	0.01
out	0.08	0.29	2.08	11.878	0.503	0.00	0.00	0.041	0.0	0.00
nov	0.18	0.65	1.83	11.437	0.470	0.00	0.00	0.041	0.0	0.00
dez	0.72	0.85	1.44	11.082	0.447	0.00	0.00	0.041	0.0	0.00
jan	2.50	1.48	1.37	10.423	0.375	0.00	0.54	0.041	0.0	0.00
fev	3.98	0.85	1.22	10.439	0.297	0.00	0.54	0.041	0.0	0.00
mar	2.23	0.46	1.23	12.073	0.313	0.00	0.84	0.041	0.0	0.00
abr	0.88	0.13	1.22	14.692	0.323	0.00	1.23	0.041	0.0	0.00
mai	0.21	0.07	1.47	15.042	0.330	0.00	1.63	0.041	0.0	0.00
jun	0.01	0.05	1.82	14.343	0.317	0.05	1.19	0.041	0.0	0.05
jul	0.00	0.04	2.01	13.470	0.365	0.01	0.67	0.041	0.0	0.01
total	10.81	5.15	20.07	150.27	4.65	0.08	6.71	0.49	0.00	0.08
média	0.90	0.43	1.67	12.52	0.39	0.01	0.56	0.04	0.00	0.00

Resultados operacionais para o Sub-sistema 2 - Cenário Padrão - Simulação M3

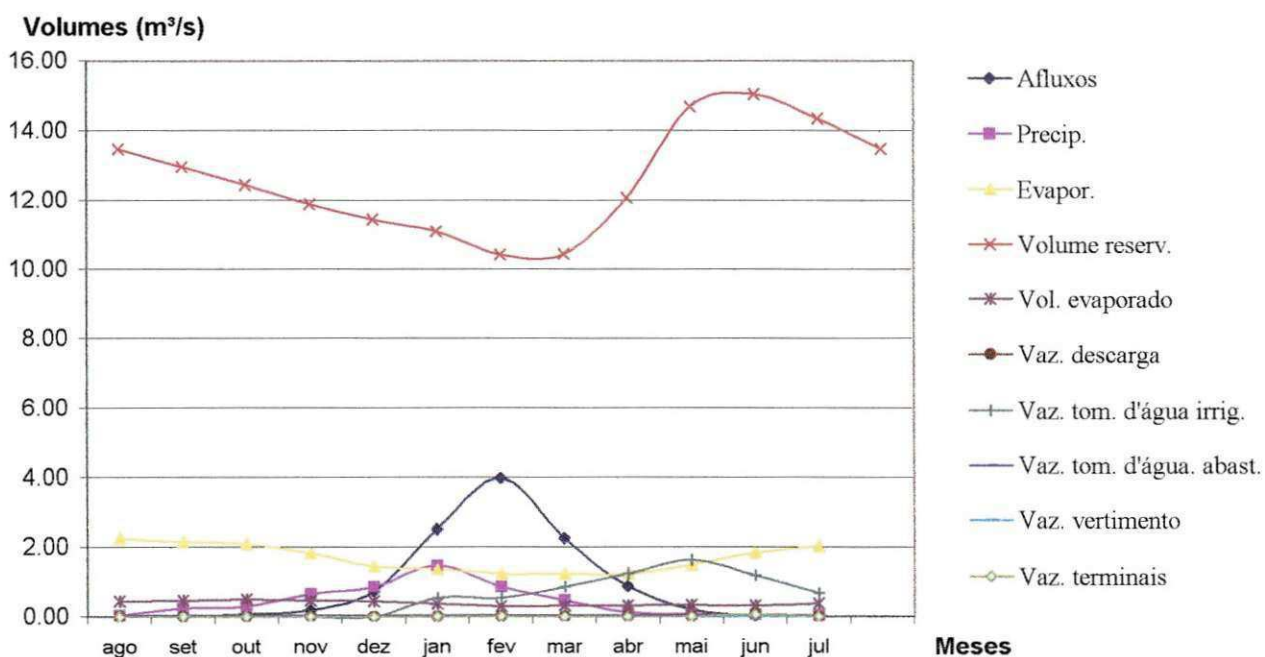


Tabela 8.30- Resultados operacionais obtidos para o Sub-sistema 2

Simulação M3 - Cenário Normal

MESES	Vazões afluentes (m³/s)	Precip. (mm)	Evapor. (mm)	Volume do reserv. (hm³)	Volume evap. (hm³)	Diferença Vres. e Vro (hm³)
ago	0.00	4.1	332.9	33.66	1.14	-1.240
set	0.00	12.5	319	32.309	1.22	-2.591
out	0.07	6.9	310.6	30.868	1.31	-4.032
nov	0.02	93.3	272.3	29.558	1.22	-5.342
dez	0.73	114.3	215.4	28.477	1.15	-6.423
jan	2.13	227.6	204.1	26.947	0.97	-7.953
fev	3.26	199.7	182.4	27.564	0.78	-7.336
mar	2.93	74.1	183.1	31.73	0.82	-3.170
abr	1.17	46.8	182.2	37.232	0.82	2.332
mai	0.11	27.7	219.9	39.524	0.86	4.624
jun	0.00	4.9	271.9	38.557	0.84	3.657
jul	0.00	2.2	299.6	35.769	0.96	0.869
total	10.42	814.05	2030.90	392.20	12.09	
média	0.869	67.838	225.656	32.683	1.008	

Dados operacionais - Sub-sistema 2	
Vmax (m³) =	58189683.0
Vmin=15%Vmax(m³)	8728452.45
Vo=60%Vmax (hm³)	34.9
Abacia hidráulica (ha)	505.26
Amáx. Irrig	10000
Abacia (m²)	5.053E+06
tempo (s)	2592000
Vro (m³)	34913809.8
Sust.	100%

Continuação - Simulação M3 - Cenário Normal

MESES	Vazões afluentes (m³/s)	Precip. (m³/s)	Evapor. (m³/s)	Volume do reserv. (m³/s)	Volume evap. (m³/s)	Vazões de descarga (m³/s)	Vazões tom. d'água irrig. (m³/s)	Vazões tom. d'água abast. (m³/s)	Vazão de vertimento (m³/s)	Vazão terminais (m³/s)
				13.470						
ago	0.00	0.03	2.23	12.986	0.439	0.00	0.00	0.041	0.0	0.00
set	0.00	0.08	2.14	12.465	0.469	0.00	0.00	0.041	0.0	0.00
out	0.07	0.05	2.08	11.909	0.505	0.00	0.00	0.041	0.0	0.00
nov	0.02	0.63	1.83	11.404	0.469	0.00	0.00	0.041	0.0	0.00
dez	0.73	0.77	1.44	10.986	0.444	0.00	0.00	0.041	0.0	0.00
jan	2.13	1.53	1.37	10.396	0.375	0.00	0.31	0.041	0.0	0.00
fev	3.26	1.34	1.22	10.634	0.301	0.00	0.31	0.041	0.0	0.00
mar	2.93	0.50	1.23	12.242	0.316	0.00	0.52	0.041	0.0	0.00
abr	1.17	0.31	1.22	14.364	0.318	0.00	1.12	0.041	0.0	0.00
mai	0.11	0.19	1.47	15.248	0.333	0.00	1.82	0.041	0.0	0.00
jun	0.00	0.03	1.82	14.875	0.326	0.00	1.26	0.041	0.0	0.00
jul	0.00	0.01	2.01	13.800	0.371	0.22	0.58	0.041	0.0	0.22
total	10.42	5.46	20.07	151.31	4.67	0.22	5.92	0.49	0.00	0.22
média	0.87	0.45	1.67	12.61	0.39	0.02	0.49	0.04	0.00	0.02

Resultados operacionais para o Sub-sistema 2 - Cenário Normal - Simulação M3

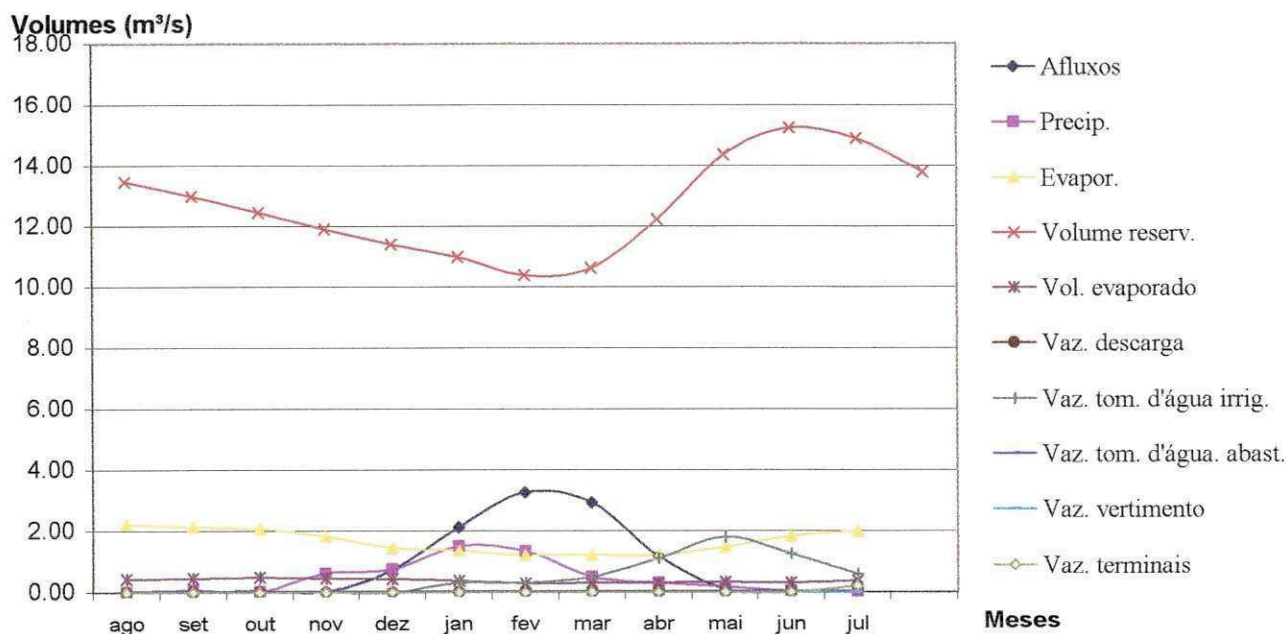


Tabela 8.31 - Resultados operacionais obtidos para o Sub-sistema 2

Simulação M3 - Cenário Chuvoso						
MESES	Vazões afluentes (m³/s)	Precip. (mm)	Evapor. (mm)	Volume do reserv. (hm³)	Volume evap. (hm³)	Diferença Vres. e Vro (hm³)
ago	0.00	4.7	332.9	30.681	1.063	-7.119
set	0.02	32.0	319	29.376	1.136	-8.424
out	0.04	21.4	310.6	28.026	1.221	-9.774
nov	0.06	94.7	272.3	26.919	1.137	-10.881
dez	0.24	283.9	215.4	25.563	1.068	-12.237
jan	8.10	302.2	204.1	23.745	0.891	-14.055
fev	3.75	144.6	182.4	23.222	0.694	-14.578
mar	3.74	64.8	183.1	42.982	1.028	5.182
abr	2.85	35.4	182.2	47.018	0.985	9.218
mai	0.72	13.7	219.9	46.8	0.985	9.000
jun	0.00	4.5	271.9	44.739	0.946	6.939
jul	0.00	3.9	299.6	36.248	0.972	1.348
total	19.514	1005.841	2030.900	405.319	12.126	
média	1.626	83.820	225.656		1.011	

Dados operacionais	
Vmax (m³) =	58189683.0
Vmin=15%Vmax(m³)	8728452.45
Vo=60%Vmax (hm³)	34.9
Abacia hidráulica (ha)	505.26
Amáx. Irrig	10000
Abacia (m²)	5.053E+06
tempo (s)	2592000
Vro (m³)	34913809.8
Sust.	100%

Continuação - Simulação M3 - Cenário Chuvoso

MESES	Vazões afluentes (m³/s)	Precip. (m³/s)	Evapor. (m³/s)	Volume do reserv. (m³/s)	Volume evap. (m³/s)	Vazões de descarga (m³/s)	Vazões tom. d'água irrig. (m³/s)	Vazões tom. d'água abast. (m³/s)	Vazão de vertimento (m³/s)	Vazão terminais (m³/s)
				13.470						
ago	0.00	0.03	2.23	11.837	0.410	0.00	1.149	0.041	0.0	0.00
set	0.02	0.21	2.14	11.333	0.438	0.00	0.016	0.041	0.0	0.00
out	0.04	0.14	2.08	10.813	0.471	0.00	0.00	0.041	0.0	0.00
nov	0.06	0.63	1.83	10.385	0.439	0.00	0.00	0.041	0.0	0.00
dez	0.24	1.90	1.44	9.862	0.412	0.00	0.124	0.041	0.0	0.00
jan	8.10	2.03	1.37	9.161	0.344	0.00	0.484	0.041	0.0	0.00
fev	3.75	0.97	1.22	8.959	0.268	0.00	0.487	0.041	0.0	0.00
mar	3.74	0.43	1.23	16.583	0.397	0.00	0.558	0.041	0.0	0.00
abr	2.85	0.24	1.22	18.140	0.380	0.99	1.09	0.041	0.0	0.99
mai	0.72	0.09	1.47	18.056	0.380	1.23	2.304	0.041	0.0	1.23
jun	0.00	0.03	1.82	17.260	0.365	0.96	2.343	0.041	0.0	0.96
jul	0.00	0.03	2.01	13.985	0.375	1.27	2.271	0.041	0.0	1.27
total	19.51	6.74	20.07	156.37	4.68	4.45	10.83	0.49	0.00	4.45
média	1.63	0.56	1.67	13.03	0.39	0.37	0.90	0.04	0.00	2395.00

Resultados operacionais para o Sub-sistema 2 - Cenário Chuvoso- Simulação M3

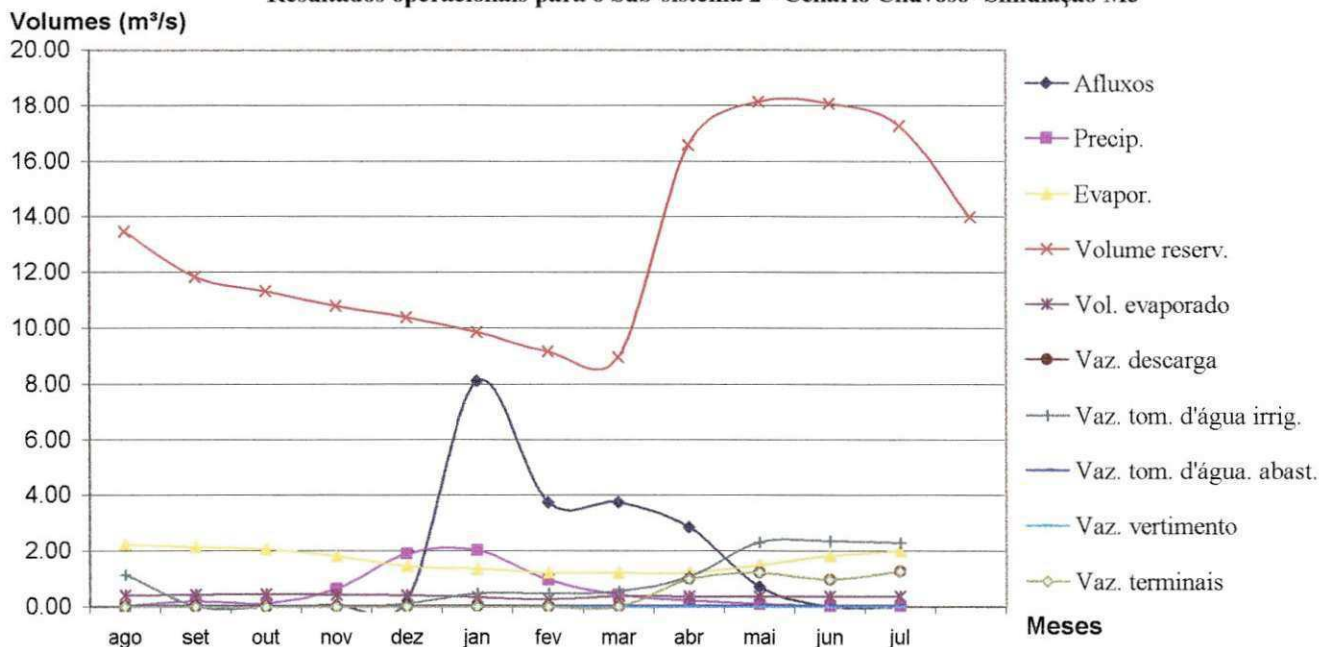


Tabela 8.32 - Resultados operacionais obtidos para o Sub-sistema 3

Simulação M1 - Cenário Padrão

MESES	Vazões afluentes (m³/s)	Precip. (mm)	Evapor. (mm)	Volume do reserv. (hm³)	Volume evap. (hm³)	Diferença Vres. e Vro (hm³)
ago	0.01	10.8	332.9	120.7	2.30	-6.207
set	0.07	22.2	319	113.1	2.40	-13.800
out	0.18	53.2	310.6	105.0	2.51	-21.921
nov	0.33	98.5	272.3	97.8	2.27	-29.074
dez	1.75	160.9	215.4	91.3	2.09	-35.553
jan	5.50	238.8	204.1	86.7	1.75	-40.188
fev	8.23	185.0	182.4	88.4	1.41	-38.453
mar	4.69	62.7	183.1	101.8	1.50	-25.121
abr	2.00	28.4	182.2	121.2	1.55	-5.731
mai	0.47	16.5	219.9	129.2	1.64	2.328
jun	0.02	5.6	271.9	130.4	1.64	3.467
jul	0.01	7.1	299.6	126.9	1.94	0.001
total	23.238	889.765	2030.900	1312.519	22.966	
média	1.937	74.147	225.656	109.377	1.914	

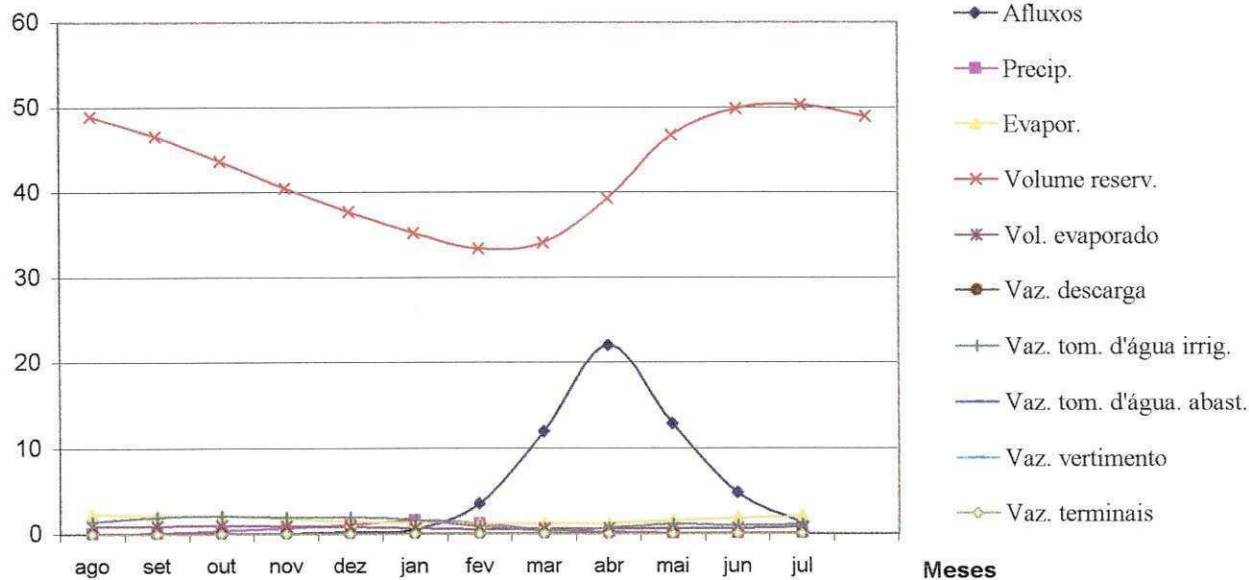
Dados operacionais - Sub-sistema 3	
Vmax (m³) =	211452440.6
Vmin=15%Vmax(m³)	31717866.1
Vo=60%Vmax (hm³)	126.9
Abacia hidráulica (ha)	1118.8
Amáx. Irrig	10000
Abacia (m²)	1.738E+07
tempo (s)	2592000
Vro (m³)	126871464.4
Sust.	100%

Continuação - Simulação M1 - Cenário Padrão

MESES	Vazões afluentes (m³/s)	Precip. (m³/s)	Evapor. (m³/s)	Volume do reserv. (m³/s)	Volume evap. (m³/s)	Vazões de descarga (m³/s)	Vazões tom. d'água irrig. (m³/s)	Vazões tom. d'água abast. (m³/s)	Vazão de vertimento (m³/s)	Vazão terminais (m³/s)
				48.947						
ago	0.06	0.07	2.23	46.564	0.886	0.00	1.454	0.041	0.0	0.00
set	0.01	0.15	2.14	43.634	0.925	0.02	1.928	0.041	0.0	0.02
out	0.02	0.36	2.08	40.501	0.966	0.01	2.1	0.041	0.0	0.01
nov	0.07	0.66	1.83	37.742	0.874	0.00	1.927	0.041	0.0	0.00
dez	0.19	1.08	1.44	35.242	0.804	0.00	1.931	0.041	0.0	0.00
jan	0.54	1.60	1.37	33.454	0.676	0.00	1.626	0.041	0.0	0.00
fev	3.51	1.24	1.22	34.123	0.544	0.00	0.904	0.041	0.0	0.00
mar	11.94	0.42	1.23	39.267	0.578	0.02	0.385	0.041	0.0	0.02
abr	22.04	0.19	1.22	46.747	0.596	0.00	0.711	0.041	0.0	0.00
mai	12.91	0.11	1.47	49.856	0.632	0.02	1.13	0.041	0.0	0.02
jun	4.82	0.04	1.82	50.296	0.633	0.02	0.966	0.041	0.0	0.02
jul	1.22	0.05	2.01	48.948	0.747	0.01	1.066	0.041	0.0	0.01
total	57.33	5.97	20.07	506.37	8.86	0.10	16.13	0.49	0.00	0.10
média	4.78	0.50	1.67	42.20	0.74	0.01	1.34	0.04	0.00	

Resultados operacionais para o Sub-sistema 3 - Cenário Padrão - Simulação M1

Volumes (m³/s)



Meses

Tabela 8.33 - Resultados operacionais obtidos para o Sub-sistema 3

Simulação M1 - Cenário Normal

MESES	Vazões afluentes (m³/s)	Precip. (mm)	Evapor. (mm)	Volume do reserv. (hm³)	Volume evap. (hm³)	Diferença Vres. e Vro (hm³)
ago	0.00	2.0	332.9	121.001	2.301	-5.899
set	0.00	14.2	319	115.515	2.439	-11.385
out	0.21	102.3	310.6	109.53	2.594	-17.370
nov	0.02	102.9	272.3	104.372	2.389	-22.528
dez	2.04	71.3	215.4	99.37	2.234	-27.530
jan	5.76	437.8	204.1	93.194	1.859	-33.706
fev	7.51	123.5	182.4	93.649	1.476	-33.251
mar	6.13	11.6	183.1	108.235	1.575	-18.665
abr	2.23	1.3	182.2	125.049	1.587	-1.851
mai	0.13	1.0	219.9	134.793	1.697	7.893
jun	0.00	2.0	271.9	133.572	1.675	6.672
jul	0.00	0.0	299.6	126.88	1.936	0.009
total	24.027	869.957	2030.900	1365.160	23.762	
média	2.002	72.496	225.656	113.763	1.980	

Dados operacionais - Sub-sistema 3	
Vmax (m³) =	211452440.6
Vmin=15%Vmax(m³)	31717866.1
Vo=60%Vmax (hm³)	126.9
Abacia hidráulica (ha)	1118.8
Amáx. Irrig	10000
Abacia (m²)	1.738E+07
tempo (s)	2592000
Vro (m³)	126871464.4
Sust.	100%

Continuação - Simulação M1 - Cenário Normal

MESES	Vazões afluentes (m³/s)	Precip. (m³/s)	Evapor. (m³/s)	Volume do reserv. (m³/s)	Volume evap. (m³/s)	Vazões de descarga (m³/s)	Vazões tom. d'água irrig. (m³/s)	Vazões tom. d'água abast. (m³/s)	Vazão de vertimento (m³/s)	Vazão terminais (m³/s)
				48.947						
ago	0.00	0.01	2.23	46.682	0.888	0.00	1.307	0.041	0.0	0.00
set	0.00	0.10	2.14	44.566	0.941	0.00	1.096	0.041	0.0	0.00
out	0.02	0.69	2.08	42.257	1.001	0.00	1.228	0.041	0.0	0.00
nov	0.02	0.69	1.83	40.267	0.922	0.00	1.029	0.041	0.0	0.00
dez	0.40	0.48	1.44	38.337	0.862	0.00	1.497	0.041	0.0	0.00
jan	12.86	2.94	1.37	35.954	0.717	0.00	1.889	0.041	0.0	0.00
fev	26.80	0.83	1.22	36.130	0.569	0.0	1.443	0.041	0.0	0.00
mar	12.37	0.08	1.23	41.757	0.608	0.00	0.709	0.041	0.0	0.00
abr	3.25	0.01	1.22	48.244	0.612	0.00	0.807	0.041	0.0	0.00
mai	0.10	0.01	1.47	52.003	0.655	0.00	1.752	0.041	0.0	0.00
jun	0.00	0.01	1.82	51.532	0.646	0.00	2.014	0.041	0.0	0.00
jul	0.00	0.00	2.01	48.951	0.747	0.00	1.894	0.041	0.0	0.00
total	55.81	5.83	20.07	526.68	9.17	0.01	16.67	0.49	0.00	0.01
média	4.65	0.49	1.67	43.89	0.76	0.00	1.39	0.04	0.00	0.00

Resultados operacionais para o Sub-sistema 3 - Cenário Normal - Simulação M1

Volumes (m³/s)

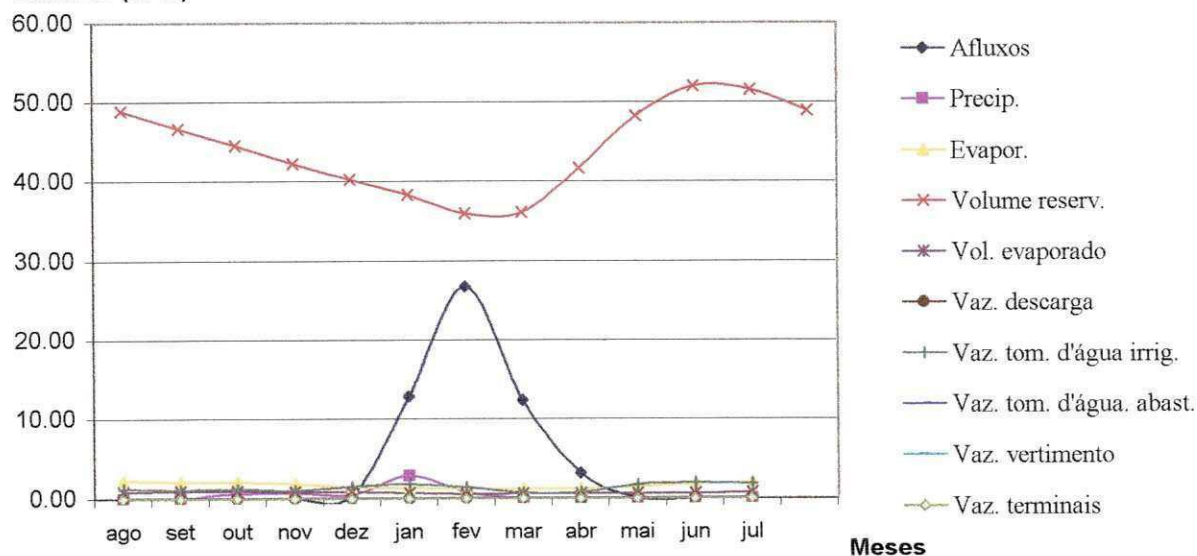


Tabela 8.34- Resultados operacionais obtidos para o Sub-sistema 3

Simulação M1 - Cenário Seco

MESES	Vazões afluentes (m³/s)	Precip. (mm)	Evapor. (mm)	Volume do reserv (hm³)	Volume evap. (hm³)	Diferença Vres. e Vro (hm³)
ago	0.00	17.0	332.9	122.876	2.331	-4.024
set	0.00	0.0	319	119.127	2.503	-7.773
out	0.12	40.0	310.6	115.185	2.704	-11.715
nov	0.20	12.3	272.3	111.373	2.52	-15.527
dez	0.19	81.7	215.4	108.124	2.395	-18.776
jan	0.08	53.2	204.1	105.485	2.057	-21.415
fev	0.47	116.3	182.4	104.19	1.611	-22.710
mar	0.11	11.5	183.1	103.08	1.513	-23.820
abr	0.00	1.0	182.2	103.481	1.356	-23.419
mai	0.02	1.2	219.9	101.438	1.34	-25.462
jun	0.00	0.0	271.9	98.583	1.302	-28.317
jul	0.00	0.0	299.6	95.154	1.527	-31.746
total	1.183	334.162	2993.400	1288.096	23.159	
média	0.099	27.847	249.450	107.341	1.930	

Dados operacionais - Sub-sistema 3	
Vmax (m³) =	211452440.6
Vmin=15%Vmax(m³)	31717866.1
Vo=60%Vmax (hm³)	126.9
Abacia hidráulica (ha)	1118.8
Amáx. Irrig	10000
Abacia (m²)	1.738E+07
tempo (s)	2592000
Vro (m³)	126871464.4
Sust.	75%

Continuação - Simulação M1 - Cenário Seco

MESES	Vazões afluentes (m³/s)	Precip. (m³/s)	Evapor. (m³/s)	Volume do reserv (m³/s)	Volume evap. (m³/s)	Vazões de descarga (m³/s)	Vazões tom, d'água irrig. (m³/s)	Vazões tom, d'água abast. (m³/s)	Vazão de vertimento (m³/s)	Vazão terminais (m³/s)
				48.947						
ago	0.00	0.11	2.23	47.406	0.899	0.00	0.58	0.041	0.0	0.00
set	0.00	0.00	2.14	45.959	0.966	0.00	0.41	0.041	0.0	0.00
out	0.34	0.27	2.08	44.439	1.043	0.00	0.46	0.041	0.0	0.00
nov	0.03	0.08	1.83	42.968	0.972	0.00	0.43	0.041	0.0	0.00
dez	0.61	0.55	1.44	41.715	0.924	0.00	0.51	0.041	0.0	0.00
jan	0.32	0.36	1.37	40.696	0.794	0.00	0.40	0.041	0.0	0.00
fev	1.31	0.78	1.22	40.197	0.622	0.01	0.25	0.041	0.0	0.01
mar	0.17	0.08	1.23	39.769	0.584	0.00	0.03	0.041	0.0	0.00
abr	0.00	0.01	1.22	39.923	0.523	0.00	0.09	0.041	0.0	0.00
mai	0.00	0.01	1.47	39.135	0.517	0.00	0.37	0.041	0.0	0.00
jun	0.00	0.00	1.82	38.034	0.502	0.01	0.54	0.041	0.0	0.01
jul	0.00	0.00	2.01	36.711	0.589	0.00	0.70	0.041	0.0	0.00
total	2.79	2.24	20.07	496.95	8.93	0.02	4.76	0.49	0.00	0.02
média	0.23	0.19	1.67	41.41	0.74	0.00	0.40	0.04	0.00	0.00

Resultados operacionais para o Sub-sistema 3 - Cenário Seco - Simulação M1

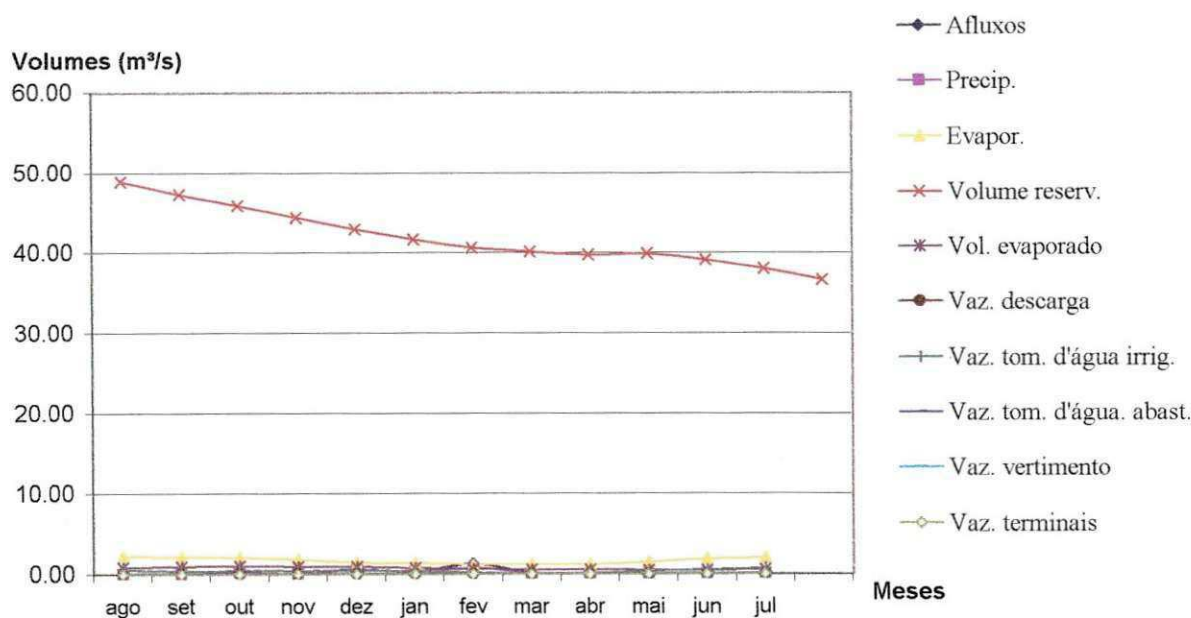


Tabela 8.35- Resultados operacionais obtidos para o Sub-sistema 3

Simulação M1 - Cenário Chuvoso

MESES	Vazões afluentes (m³/s)	Precip. (mm)	Evapor. (mm)	Volume do reserv (hm³)	Volume evap. (hm³)	Diferença Vres. e Vro (hm³)
ago	0.00	0.0	332.9	116.182	2.225	-10.718
set	0.00	0.0	319	105.042	2.256	-21.858
out	0.01	7.4	310.6	92.949	2.267	-33.951
nov	0.13	161.2	272.3	80.983	1.94	-45.917
dez	0.05	204.0	215.4	67.861	1.631	-59.039
jan	3.15	534.1	204.1	58.754	1.264	-68.146
fev	24.79	77.2	182.4	54.448	0.936	-72.452
mar	7.58	41.0	183.1	61.698	0.988	-65.202
abr	2.60	4.0	182.2	122.077	1.555	-4.823
mai	0.04	27.3	219.9	135.654	1.706	8.754
jun	0.00	0.0	271.9	135.391	1.695	8.491
jul	0.00	0.4	299.6	126.901	1.936	0.001
total	38.335	1056.668	2030.900	1157.940	20.399	
média	3.195	88.056	225.656	96.495	1.700	

Dados operacionais - Sub-sistema 3	
Vmax (m³) =	211452440.6
Vmin=15%Vmax(m³)	31717866.1
Vo=60%Vmax (hm³)	126.9
Abacia hidráulica (ha)	1118.8
Amáx. Irrig	10000
Abacia (m²)	1.738E+07
tempo (s)	2592000
Vro (m³)	126871464.4
Sust.	75%

Continuação - Simulação M1 - Cenário Chuvoso

MESES	Vazões afluentes (m³/s)	Precip. (m³/s)	Evapor. (m³/s)	Volume do reserv (m³/s)	Volume evap. (m³/s)	Vazões de descarga (m³/s)	Vazões tom. d'água irrig. (m³/s)	Vazões tom. d'água abast. (m³/s)	Vazão de vertimento (m³/s)	Vazão terminais (m³/s)
				48.947						
ago	0.06	0.00	2.23	44.823	0.858	0.00	3.159	0.041	0.0	0.00
set	0.00	0.00	2.14	40.525	0.870	0.00	3.312	0.041	0.0	0.00
out	0.01	0.05	2.08	35.860	0.875	0.00	3.658	0.041	0.0	0.00
nov	0.23	1.08	1.83	31.243	0.748	0.03	3.703	0.041	0.0	0.03
dez	1.39	1.37	1.44	26.181	0.629	0.05	4.267	0.041	0.0	0.05
jan	28.87	3.58	1.37	22.667	0.488	0.08	3.301	0.041	0.0	0.08
fev	22.13	0.52	1.22	21.006	0.361	0.00	1.65	0.041	0.0	0.00
mar	20.81	0.27	1.23	23.803	0.381	0.00	0.865	0.041	0.0	0.00
abr	9.16	0.03	1.22	47.098	0.600	0.14	1.115	0.041	0.0	0.14
mai	3.86	0.18	1.47	52.336	0.658	0.00	1.831	0.041	0.0	0.00
jun	0.47	0.00	1.82	52.234	0.654	0.01	2.013	0.041	0.0	0.01
jul	0.15	0.00	2.01	48.959	0.747	0.00	2.583	0.041	0.0	0.00
total	87.15	7.09	20.07	446.74	7.87	0.32	31.46	0.49	0.00	0.32
média	7.26	0.59	1.67	37.23	0.66	0.03	2.62	0.04	0.00	2395.00

Resultados operacionais para o Sub-sistema 3 - Cenário Chuvoso- Simulação M1

Volumes (m³/s)

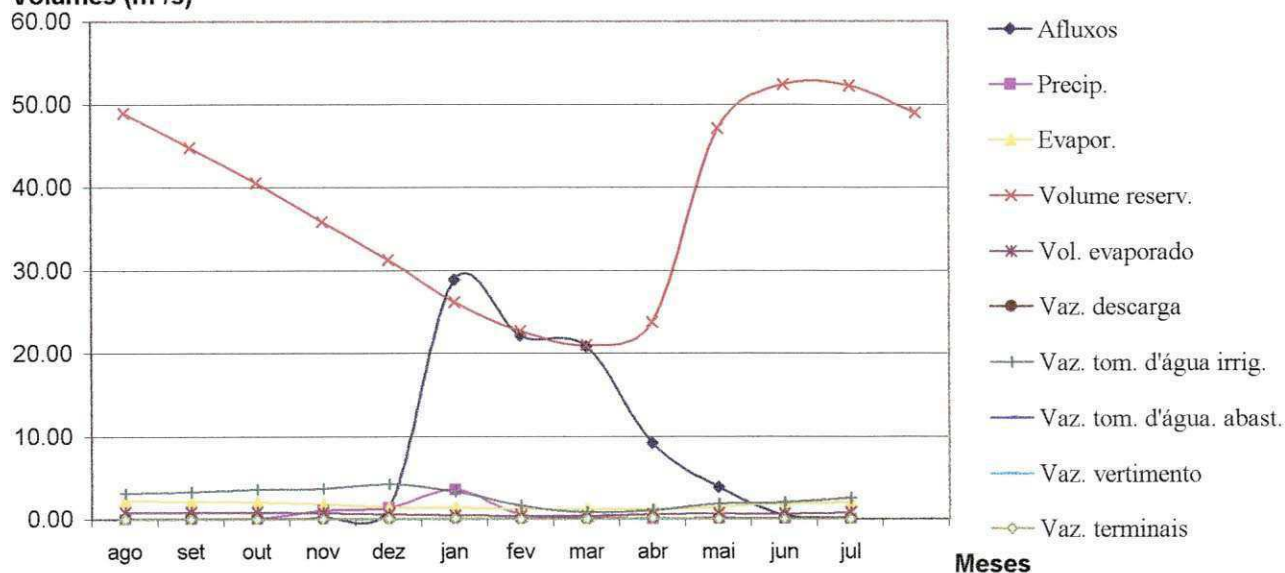


Tabela 8.36- Resultados operacionais obtidos para o Sub-sistema 3

Simulação M2 - Cenário Padrão

MESES	Vazões afluentes (m³/s)	Precip. (mm)	Evapor. (mm)	Volume do reserv (hm³)	Volume evap. (hm³)	Diferença Vres. e Vro (hm³)
ago	0.01	10.8	332.9	124.3	2.76	-6.790
set	0.07	22.2	319	116.5	2.92	-14.586
out	0.18	53.2	310.6	107.9	3.08	-23.171
nov	0.33	98.5	272.3	100.6	2.80	-30.519
dez	1.75	160.9	215.4	94.6	2.61	-36.534
jan	5.50	238.8	204.1	91.1	2.23	-40.001
fev	8.23	185.0	182.4	93.7	1.80	-37.407
mar	4.69	62.7	183.1	107.7	1.88	-23.423
abr	2.00	28.4	182.2	128.0	1.89	-3.143
mai	0.47	16.5	219.9	136.4	1.97	5.333
jun	0.02	5.6	271.9	137.2	1.97	6.118
jul	0.01	7.1	299.6	133.0	2.33	1.854
total	23.238	889.765	2030.900	1370.931	28.243	
média	1.937	74.147	225.656	114.244	2.354	

Dados operacionais - Sub-sistema 3	
Vmax (m³) =	211452440.6
Vmin=15%Vmax(m³)	31717866.1
Vo=62%Vmax (hm³)	131.1
Abacia hidráulica (ha)	1118.8
Amáx. Irrig	10000
Abacia (m²)	1.738E+07
tempo (s)	2592000
Vro (m³)	131100513.2
Sust.	100%

Continuação - Simulação M2 - Cenário Padrão

MESES	Vazões afluentes (m³/s)	Precip. (m³/s)	Evapor. (m³/s)	Volume do reserv (m³/s)	Volume evap. (m³/s)	Vazões de descarga (m³/s)	Vazões tom. d'água irrig. (m³/s)	Vazões tom. d'água abast. (m³/s)	Vazão de vertimento (m³/s)	Vazão terminais (m³/s)
				50.579						
ago	0.06	0.07	2.23	47.959	1.066	0.00	1.519	0.041	0.0	0.00
set	0.01	0.15	2.14	44.951	1.125	0.00	1.83	0.041	0.0	0.00
out	0.02	0.36	2.08	41.639	1.186	0.00	2.071	0.041	0.0	0.00
nov	0.07	0.66	1.83	38.804	1.082	0.00	1.806	0.041	0.0	0.00
dez	0.19	1.08	1.44	36.484	1.008	0.00	1.587	0.041	0.0	0.00
jan	0.54	1.60	1.37	35.146	0.860	0.00	1.063	0.041	0.0	0.00
fev	3.51	1.24	1.22	36.147	0.694	0.00	0.536	0.041	0.0	0.00
mar	11.94	0.42	1.23	41.542	0.726	0.00	0.176	0.041	0.0	0.00
abr	22.04	0.19	1.22	49.366	0.728	0.00	0.374	0.041	0.0	0.00
mai	12.91	0.11	1.47	52.636	0.761	0.00	0.898	0.041	0.0	0.00
jun	4.82	0.04	1.82	52.939	0.760	0.00	1.017	0.041	0.0	0.00
jul	1.22	0.05	2.01	51.294	0.900	0.00	1.226	0.041	0.0	0.00
total	57.33	5.97	20.07	528.91	10.90	0.00	14.10	0.49	0.00	0.00
média	4.78	0.50	1.67	44.08	0.91	0.00	1.18	0.04	0.00	0.00

Resultados operacionais para o Sub-sistema 3 - Cenário Padrão - Simulação M2

Volumes (m³/s)

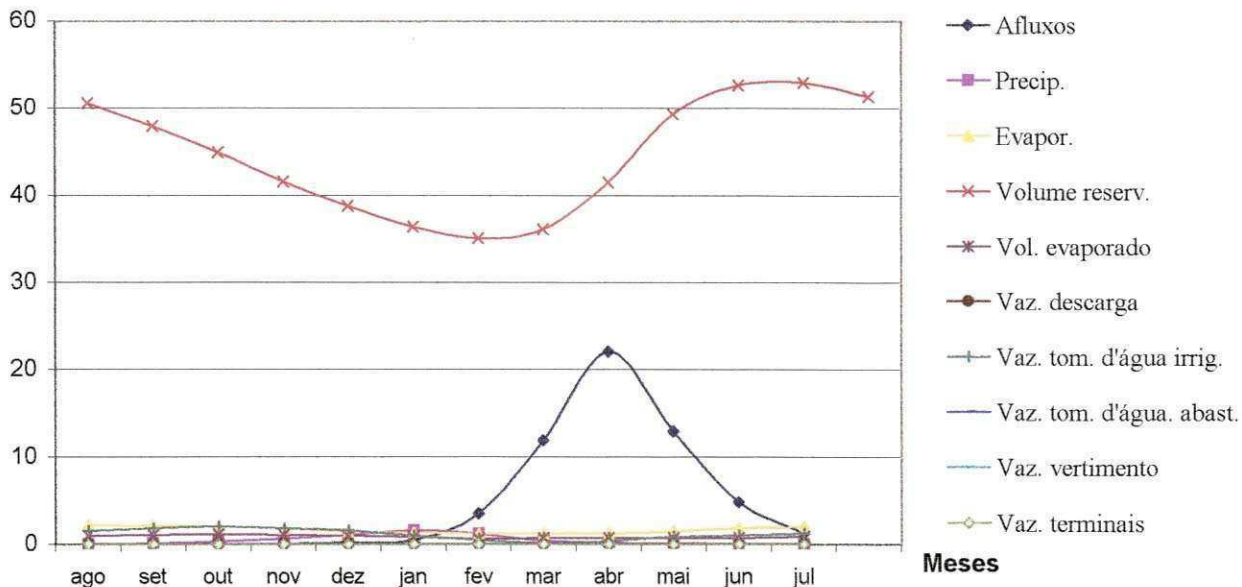


Tabela 8.37 - Resultados operacionais obtidos para o Sub-sistema 3

Simulação M2 - Cenário Normal						
MESES	Vazões afluentes (m³/s)	Precip. (mm)	Evapor. (mm)	Volume do reserv. (hm³)	Volume evap. (hm³)	Diferença Vres. e Vro (hm³)
ago	0.00	2.0	332.9	124.673	2.768	-6.427
set	0.00	14.2	319	118.114	2.944	-12.986
out	0.21	102.3	310.6	110.151	3.119	-20.949
nov	0.02	102.9	272.3	101.41	2.82	-29.690
dez	2.04	71.3	215.4	95.036	2.621	-36.064
jan	5.76	437.8	204.1	90.386	2.216	-40.714
fev	7.51	123.5	182.4	92.848	1.787	-38.252
mar	6.13	11.6	183.1	108.21	1.889	-22.890
abr	2.23	1.3	182.2	125.197	1.862	-5.903
mai	0.13	1.0	219.9	136.329	1.972	5.229
jun	0.00	2.0	271.9	136.854	1.967	5.754
jul	0.00	0.0	299.6	131.101	2.312	0.001
total	24.027	869.957	2030.900	1370.309	28.277	
média	2.002	72.496	225.656	114.192	2.356	

Dados operacionais - Sub-sistema 3	
Vmax (m²) =	211452440.6
Vmin=15%Vmax(m²)	31717866.1
Vo=62%Vmax (hm²)	131.1
Abacia hidráulica (ha)	1118.8
Amáx. Irrig	10000
Abacia (m²)	1.738E+07
tempo (s)	2592000
Vro (m³)	131100513.2
Sust.	100%

Continuação - Simulação M2 - Cenário Normal

MESES	Vazões afluentes (m³/s)	Precip. (m³/s)	Evapor. (m³/s)	Volume do reserv. (m³/s)	Volume evap. (m³/s)	Vazões de descarga (m³/s)	Vazões tom. d'água irrig. (m³/s)	Vazões tom. d'água abast. (m³/s)	Vazão de vertimento (m³/s)	Vazão terminais (m³/s)
				50.579						
ago	0.00	0.01	2.23	48.099	1.068	0.00	1.343	0.041	0.0	0.00
set	0.00	0.10	2.14	45.569	1.136	0.00	1.313	0.041	0.0	0.00
out	0.02	0.69	2.08	42.497	1.203	0.00	1.776	0.041	0.0	0.00
nov	0.02	0.69	1.83	39.124	1.088	0.04	2.193	0.041	0.0	0.04
dez	0.40	0.48	1.44	36.665	1.011	0.01	1.907	0.041	0.0	0.01
jan	12.86	2.94	1.37	34.871	0.855	0.01	1.213	0.041	0.0	0.01
fev	26.80	0.83	1.22	35.821	0.689	0.0	0.597	0.041	0.0	0.0
mar	12.37	0.08	1.23	41.748	0.729	0.01	0.535	0.041	0.0	0.01
abr	3.25	0.01	1.22	48.301	0.718	0.01	0.694	0.041	0.0	0.01
mai	0.10	0.01	1.47	52.596	0.761	0.00	1.118	0.041	0.0	0.00
jun	0.00	0.01	1.82	52.799	0.759	0.00	1.235	0.041	0.0	0.00
jul	0.00	0.00	2.01	50.579	0.892	0.00	1.397	0.041	0.0	0.00
total	55.81	5.83	20.07	528.67	10.91	0.07	15.32	0.49	0.00	0.07
média	4.65	0.49	1.67	44.06	0.91	0.01	1.28	0.04	0.00	0.01

Resultados operacionais para o Sub-sistema 3 - Cenário Normal - Simulação M2

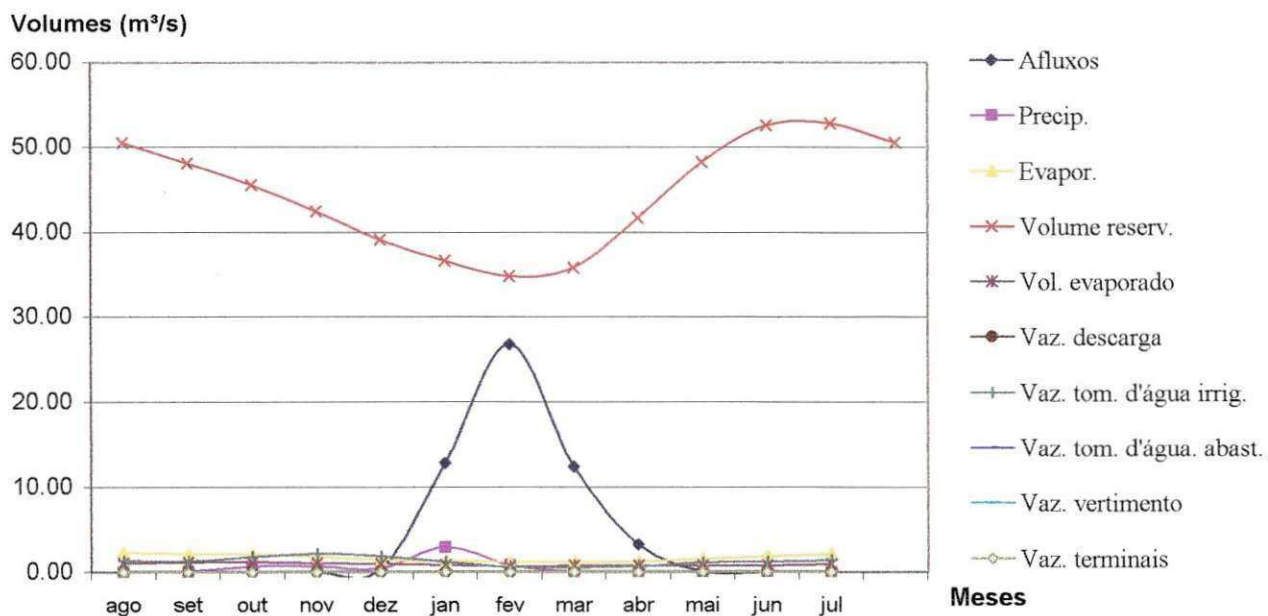


Tabela 8.38- Resultados operacionais obtidos para o Sub-sistema 3

Simulação M2 - Cenário Seco

MESES	Vazões afluentes (m³/s)	Precip. (mm)	Evapor. (mm)	Volume do reserv (hm³)	Volume evap. (hm³)	Diferença Vres. e Vro (hm³)
ago	0.00	17.0	332.9	123.29	2.748	-3.610
set	0.00	0.0	319	118.943	2.958	-7.957
out	0.12	40.0	310.6	113.923	3.192	-12.977
nov	0.20	12.3	272.3	109.117	2.97	-17.783
dez	0.19	81.7	215.4	105.63	2.826	-21.270
jan	0.08	53.2	204.1	103.043	2.435	-23.857
fev	0.47	116.3	182.4	101.861	1.91	-25.039
mar	0.11	11.5	183.1	100.495	1.793	-26.405
abr	0.00	1.0	182.2	100.91	1.607	-25.990
mai	0.02	1.2	219.9	99.287	1.595	-27.613
jun	0.00	0.0	271.9	97.42	1.565	-29.480
jul	0.00	0.0	299.6	95.154	1.857	-31.746
total	1.183	334.162	2993.400	1269.073	27.456	
média	0.099	27.847	249.450	105.756	2.288	

Dados operacionais - Sub-sistema 3

Vmax (m³) =	211452440.6
Vmin=15%Vmax(m³)	31717866.1
Vo=60%Vmax (hm³)	126.9
Abacia hidráulica (ha)	1118.8
Amáx. Irrig	10000
Abacia (m²)	1.738E+07
tempo (s)	2592000
Vro (m³)	126671464.4
Sust.	75%

Continuação - Simulação M2 - Cenário Seco

MESES	Vazões afluentes (m³/s)	Precip. (m³/s)	Evapor. (m³/s)	Volume do reserv (m³/s)	Volume evap. (m³/s)	Vazões de descarga (m³/s)	Vazões tom. d'água irrig. (m³/s)	Vazões tom. d'água abast. (m³/s)	Vazão de vertimento (m³/s)	Vazão terminais (m³/s)
				48.947						
ago	0.00	0.11	2.23	47.566	1.060	0.00	0.26	0.041	0.0	0.00
set	0.00	0.00	2.14	45.889	1.141	0.00	0.47	0.041	0.0	0.00
out	0.34	0.27	2.08	43.952	1.231	0.01	0.69	0.041	0.0	0.01
nov	0.03	0.08	1.83	42.098	1.146	0.00	0.63	0.041	0.0	0.00
dez	0.61	0.55	1.44	40.752	1.090	0.03	0.43	0.041	0.0	0.03
jan	0.32	0.36	1.37	39.754	0.939	0.00	0.24	0.041	0.0	0.00
fev	1.31	0.78	1.22	39.298	0.737	0.00	0.14	0.041	0.0	0.00
mar	0.17	0.08	1.23	38.771	0.692	0.00	0.05	0.041	0.0	0.00
abr	0.00	0.01	1.22	38.931	0.620	0.00	0.05	0.041	0.0	0.00
mai	0.00	0.01	1.47	38.305	0.615	0.05	0.06	0.041	0.0	0.05
jun	0.00	0.00	1.82	37.585	0.604	0.00	0.07	0.041	0.0	0.00
jul	0.00	0.00	2.01	36.711	0.716	0.00	0.13	0.041	0.0	0.00
total	2.79	2.24	20.07	489.61	10.59	0.09	3.21	0.49	0.00	0.09
média	0.23	0.19	1.67	40.80	0.88	0.01	0.27	0.04	0.00	0.01

Resultados operacionais para o Sub-sistema 3 - Cenário Seco - Simulação M2

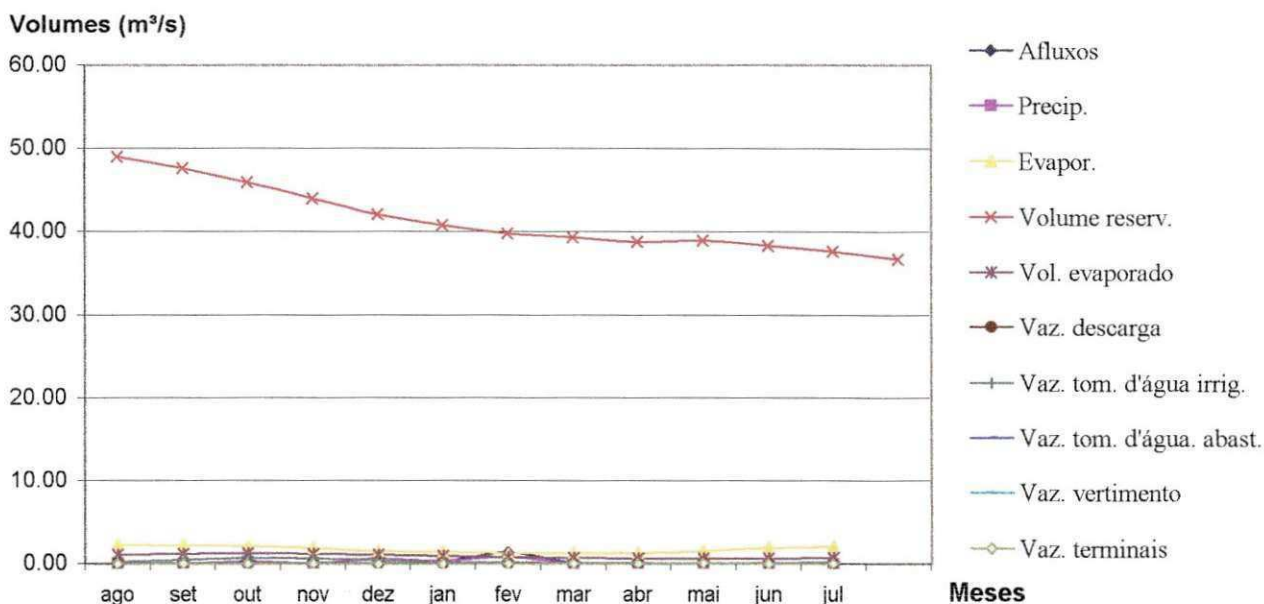


Tabela 8.39- Resultados operacionais obtidos para o Sub-sistema 3

Simulação M2 - Cenário Chuvoso

MESES	Vazões afluentes (m³/s)	Precip. (mm)	Evapor. (mm)	Volume do reserv. (hm³)	Volume evap. (hm³)	Diferença Vres. e Vro (hm³)
ago	0.00	0.0	332.9	115.195	2.627	-11.705
set	0.00	0.0	319	103.483	2.687	-23.417
out	0.01	7.4	310.6	91.919	2.742	-34.981
nov	0.13	161.2	272.3	82.055	2.418	-44.845
dez	0.05	204.0	215.4	71.425	2.125	-55.475
jan	3.15	534.1	204.1	63.46	1.708	-63.440
fev	24.79	77.2	182.4	59.488	1.289	-67.412
mar	7.58	41.0	183.1	67.859	1.345	-59.041
abr	2.60	4.0	182.2	128.299	1.892	1.399
mai	0.04	27.3	219.9	139.978	2.003	13.078
jun	0.00	0.0	271.9	137.886	1.975	10.986
jul	0.00	0.4	299.6	127.495	2.271	0.595
total	38.335	1056.668	2030.900	1188.542	25.082	
média	3.195	88.056	225.656	99.045	2.090	

Dados operacionais - Sub-sistema 3	
Vmax (m³) =	211452440.6
Vmin=15%Vmax(m³)	31717866.1
Vo=60%Vmax (hm³)	126.9
Abacia hidráulica (ha)	1118.8
Amáx. Irrig	10000
Abacia (m²)	1.738E+07
tempo (s)	2592000
Vro (m³)	126871464.4
Sust.	75%

Continuação - Simulação M2 - Cenário Chuvoso

MESES	Vazões afluentes (m³/s)	Precip. (m³/s)	Evapor. (m³/s)	Volume do reserv. (m³/s)	Volume evap. (m³/s)	Vazões de descarga (m³/s)	Vazões tom. d'água irrig. (m³/s)	Vazões tom. d'água abast. (m³/s)	Vazão de vertimento (m³/s)	Vazão terminais (m³/s)
				48.947						
ago	0.06	0.00	2.23	44.443	1.014	0.00	3.383	0.041	0.0	0.00
set	0.00	0.00	2.14	39.924	1.037	0.00	3.362	0.041	0.0	0.00
out	0.01	0.05	2.08	35.463	1.058	0.00	3.269	0.041	0.0	0.00
nov	0.23	1.08	1.83	31.657	0.933	0.00	2.751	0.041	0.0	0.00
dez	1.39	1.37	1.44	27.556	0.820	0.00	3.183	0.041	0.0	0.00
jan	28.87	3.58	1.37	24.483	0.659	0.00	2.869	0.041	0.0	0.00
fev	22.13	0.52	1.22	22.951	0.497	0.00	1.514	0.041	0.0	0.00
mar	20.81	0.27	1.23	26.180	0.519	0.00	0.641	0.041	0.0	0.00
abr	9.16	0.03	1.22	49.498	0.730	0.00	1.164	0.041	0.0	0.00
mai	3.86	0.18	1.47	54.004	0.773	0.00	2.464	0.041	0.0	0.00
jun	0.47	0.00	1.82	53.197	0.762	0.00	2.614	0.041	0.0	0.00
jul	0.15	0.00	2.01	49.188	0.876	0.00	3.202	0.041	0.0	0.00
total	87.15	7.09	20.07	458.54	9.68	0.00	30.42	0.49	0.00	0.00
média	7.26	0.59	1.67	38.21	0.81	0.00	2.53	0.04	0.00	0.00

Resultados operacionais para o Sub-sistema 3 - Cenário Chuvoso- Simulação M2

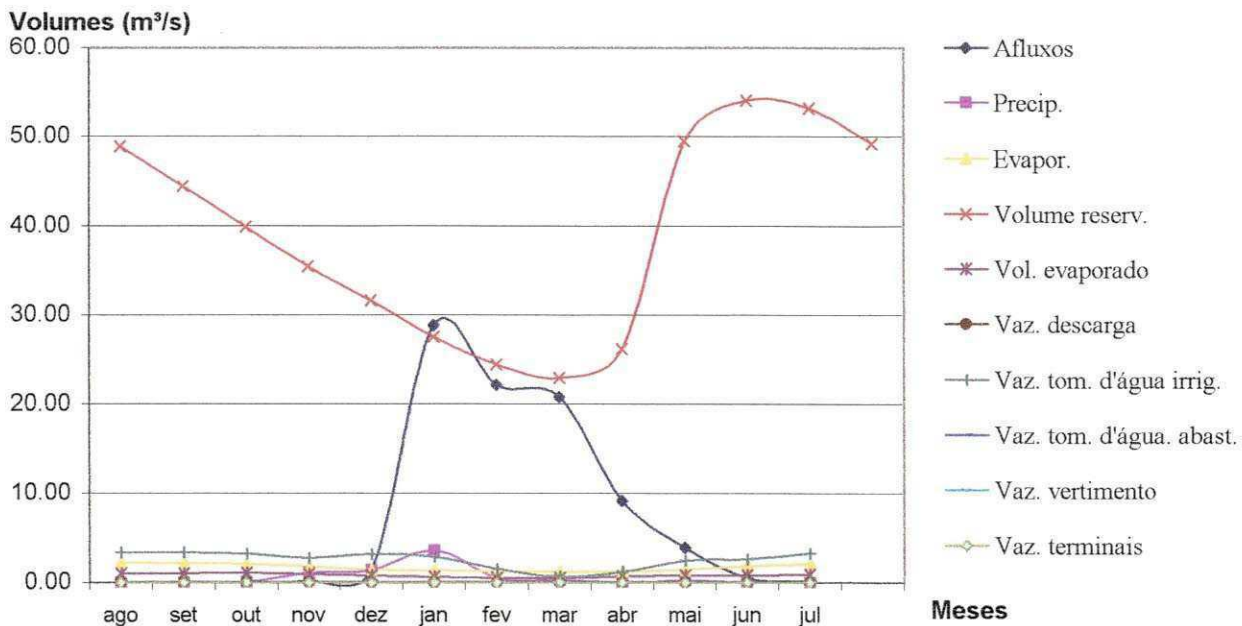


Tabela 8.40- Resultados operacionais obtidos para o Sub-sistema 3

Simulação M3 - Cenário Padrão

MESES	Vazões afluentes (m³/s)	Precip. (mm)	Evapor. (mm)	Volume do reserv. (hm³)	Volume evap. (hm³)	Diferença Vres. e Vro (hm³)
ago	0.01	10.8	332.9	118.7	1.45	-8.181
set	0.07	22.2	319	110.8	1.50	-16.109
out	0.18	53.2	310.6	104.0	1.57	-22.878
nov	0.33	98.5	272.3	98.8	1.44	-28.054
dez	1.75	160.9	215.4	95.3	1.35	-31.603
jan	5.50	238.8	204.1	91.9	1.15	-35.013
fev	8.23	185.0	182.4	93.7	0.92	-33.182
mar	4.69	62.7	183.1	105.4	0.98	-21.506
abr	2.00	28.4	182.2	124.0	1.02	-2.943
mai	0.47	16.5	219.9	131.6	1.08	4.657
jun	0.02	5.6	271.9	131.7	1.08	4.780
jul	0.01	7.1	299.6	127.0	1.25	0.142
total	23.238	889.765	2030.900	1332.910	14.775	
média	1.937	74.147	225.656	111.076	1.231	

Dados operacionais - Sub-sistema 3	
Vmax (m³) =	211452440.6
Vmin=15%Vmax(m³)	31717866.1
Vo=60%Vmax (hm³)	126.9
Abacia hidráulica (ha)	1118.8
Amáx. Irrig	10000
Abacia (m²)	1.738E+07
tempo (s)	2592000
Vro (m³)	126871464.4
Sust.	100%

Continuação - Simulação M3 - Cenário Padrão

MESES	Vazões afluentes (m³/s)	Precip. (m³/s)	Evapor. (m³/s)	Volume do reserv. (m³/s)	Volume evap. (m³/s)	Vazões de descarga (m³/s)	Vazões tom. d'água irrig. (m³/s)	Vazões tom. d'água abast. (m³/s)	Vazão de vertimento (m³/s)	Vazão terminais (m³/s)
				48.947						
ago	0.06	0.07	2.23	45.802	0.560	0.001	2.538	0.041	0.0	0.001
set	0.01	0.15	2.14	42.743	0.578	0.125	2.3	0.041	0.0	0.125
out	0.02	0.36	2.08	40.132	0.606	0.082	1.877	0.041	0.0	0.082
nov	0.07	0.66	1.83	38.135	0.554	0.049	1.436	0.041	0.0	0.049
dez	0.19	1.08	1.44	36.766	0.521	0.001	1.061	0.041	0.0	0.001
jan	0.54	1.60	1.37	35.450	0.442	0.057	1.256	0.041	0.0	0.057
fev	3.51	1.24	1.22	36.157	0.356	0.000	0.914	0.041	0.0	0.000
mar	11.94	0.42	1.23	40.661	0.376	0.000	1.012	0.041	0.0	0.000
abr	22.04	0.19	1.22	47.823	0.392	0.000	1.032	0.041	0.0	0.000
mai	12.91	0.11	1.47	50.755	0.417	0.003	1.455	0.041	0.0	0.003
jun	4.82	0.04	1.82	50.802	0.415	0.017	1.544	0.041	0.0	0.017
jul	1.22	0.05	2.01	49.013	0.484	0.001	1.754	0.041	0.0	0.001
total	57.33	5.97	20.07	514.24	5.70	0.00	18.18	0.49	0.00	0.00
média	4.78	0.50	1.67	42.85	0.48	#DIV/0!	1.51	0.04	0.00	0.00

Resultados operacionais para o Sub-sistema 3 - Cenário Padrão - Simulação M3

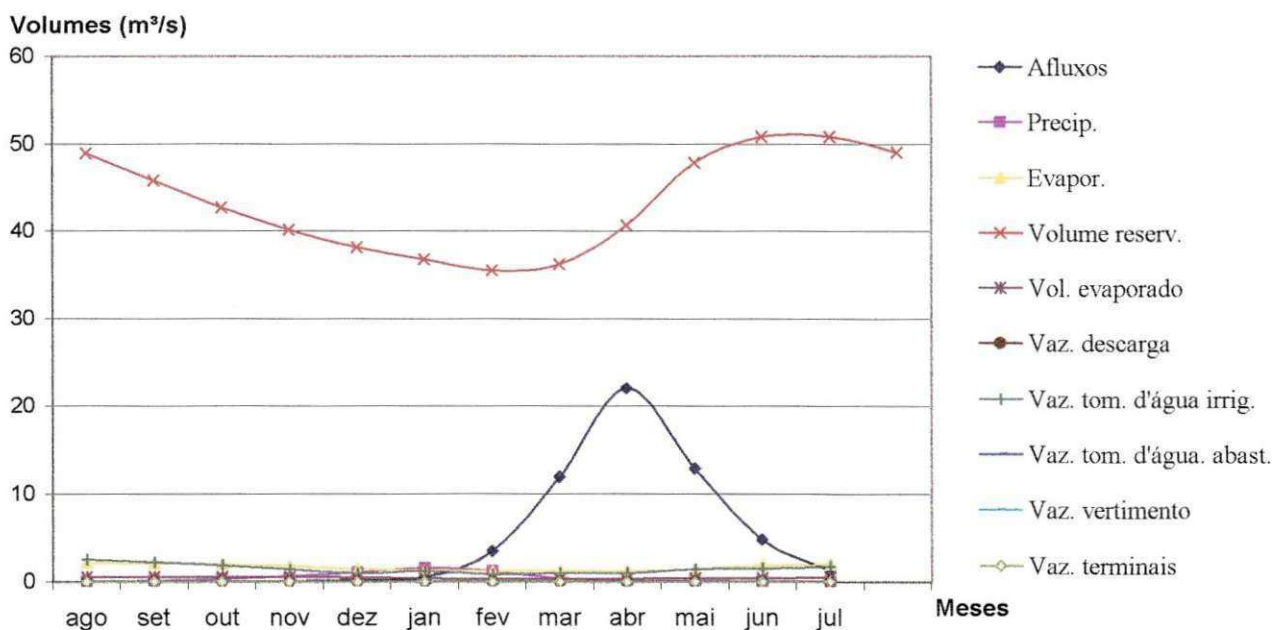


Tabela 8.41 - Resultados operacionais obtidos para o Sub-sistema 3

Simulação M3 - Cenário Normal

MESES	Vazões afluentes (m³/s)	Precip. (mm)	Evapor. (mm)	Volume do reserv. (hm³)	Volume evap. (hm³)	Diferença Vres. e Vro (hm³)
ago	0.00	2.0	332.9	119.798	1.465	-7.102
set	0.00	14.2	319	112.288	1.518	-14.612
out	0.21	102.3	310.6	104.077	1.571	-22.823
nov	0.02	102.9	272.3	96.571	1.405	-30.329
dez	2.04	71.3	215.4	91.134	1.298	-35.766
jan	5.76	437.8	204.1	86.526	1.086	-40.374
fev	7.51	123.5	182.4	89.08	0.882	-37.820
mar	6.13	11.6	183.1	103.806	0.961	-23.094
abr	2.23	1.3	182.2	120.656	0.99	-6.244
mai	0.13	1.0	219.9	131.922	1.083	5.022
jun	0.00	2.0	271.9	132.634	1.083	5.734
jul	0.00	0.0	299.6	126.873	1.252	0.002
total	24.027	869.957	2030.900	1315.365	14.594	
média	2.002	72.496	225.656	109.614	1.216	

Dados operacionais - Sub-sistema 3	
Vmax (m³) =	211452440.6
Vmin=15%Vmax(m³)	31717866.1
Vo=60%Vmax (hm³)	126.9
Abacia hidráulica (ha)	1118.8
Amáx. Irrig	10000
Abacia (m²)	1.738E+07
tempo (s)	2592000
Vro (m³)	126871464.4
Sust.	100%

Continuação - Simulação M3 - Cenário Normal

MESES	Vazões afluentes (m³/s)	Precip. (m³/s)	Evapor. (m³/s)	Volume do reserv. (m³/s)	Volume evap. (m³/s)	Vazões de descarga (m³/s)	Vazões tom. d'água irrig. (m³/s)	Vazões tom. d'água abast. (m³/s)	Vazão de vertimento (m³/s)	Vazão terminais (m³/s)
				48.947						
ago	0.00	0.01	2.23	46.218	0.565	0.32	1.78	0.041	0.0	0.32
set	0.00	0.10	2.14	43.321	0.586	0.30	1.933	0.041	0.0	0.30
out	0.02	0.69	2.08	40.153	0.606	0.37	2.11	0.041	0.0	0.37
nov	0.02	0.69	1.83	37.257	0.542	0.35	1.947	0.041	0.0	0.35
dez	0.40	0.48	1.44	35.160	0.501	0.04	1.869	0.041	0.0	0.04
jan	12.86	2.94	1.37	33.382	0.419	0.00	1.484	0.041	0.0	0.00
fev	26.80	0.83	1.22	34.367	0.340	0.0	0.757	0.041	0.0	0.0
mar	12.37	0.08	1.23	40.049	0.371	0.00	0.405	0.041	0.0	0.00
abr	3.25	0.01	1.22	46.549	0.382	0.27	0.596	0.041	0.0	0.27
mai	0.10	0.01	1.47	50.896	0.418	0.30	1.081	0.041	0.0	0.30
jun	0.00	0.01	1.82	51.171	0.418	0.31	1.194	0.041	0.0	0.31
jul	0.00	0.00	2.01	48.948	0.483	0.31	1.503	0.041	0.0	0.31
total	55.81	5.83	20.07	507.47	5.63	2.60	16.66	0.49	0.00	2.60
média	4.65	0.49	1.67	42.29	0.47	0.22	1.39	0.04	0.00	0.22

Resultados operacionais para o Sub-sistema 3 - Cenário Normal - Simulação M3

Volumes (m³/s)

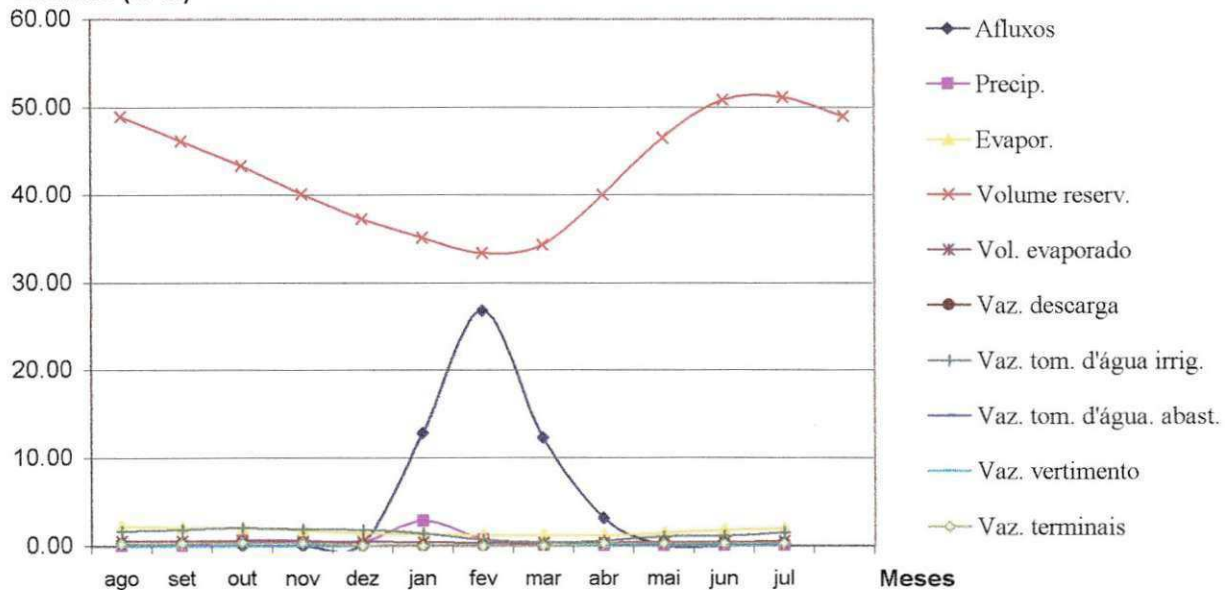


Tabela 8.42 - Resultados operacionais obtidos para o Sub-sistema 3

Simulação M3 - Cenário Seco

MESES	Vazões afluentes (m³/s)	Precip. (mm)	Evapor. (mm)	Volume do reserv. (hm³)	Volume evap. (hm³)	Diferença Vres. e Vro (hm³)
ago	0.00	0.0	332.9	123.017	1.503	-3.883
set	0.00	0.0	319	118.832	1.602	-8.068
out	0.00	17.0	310.6	114.343	1.716	-12.557
nov	0.00	0.0	272.3	110.078	1.586	-16.822
dez	0.12	40.0	215.4	106.622	1.499	-20.278
jan	0.20	12.3	204.1	104.069	1.285	-22.831
fev	0.19	81.7	182.4	102.997	1.007	-23.903
mar	0.08	53.2	183.1	101.987	0.945	-24.913
abr	0.47	116.3	182.2	102.142	0.846	-24.758
mai	0.11	11.5	219.9	100.295	0.835	-26.605
jun	0.00	1.0	271.9	97.971	0.813	-28.929
jul	0.02	1.2	299.6	95.159	0.956	-31.741
total	1.190	334.162	2993.400	1277.512	14.593	
média	0.099	27.847	249.450	106.459	1.216	

Dados operacionais - Sub-sistema 3

Vmax (m³) =	211452440.6
Vmin=15%Vmax(m³)	31717866.1
Vo=60%Vmax (hm³)	126.9
Abacia hidráulica (ha)	1118.8
Amáx. Irrig	10000
Abacia (m²)	1.738E+07
tempo (s)	2592000
Vro (m³)	126871464.4
Sust.	75%

Continuação - Simulação M3 - Cenário Seco

MESES	Vazões afluentes (m³/s)	Precip. (m³/s)	Evapor. (m³/s)	Volume do reserv. (m³/s)	Volume evap. (m³/s)	Vazões de descarga (m³/s)	Vazões tom. d'água irrig. (m³/s)	Vazões tom. d'água abast. (m³/s)	Vazão de vertimento (m³/s)	Vazão terminais (m³/s)
				48.947						
ago	0.00	0.00	2.23	47.460	0.580	0.00	0.85	0.041	0.0	0.00
set	0.00	0.00	2.14	45.846	0.618	0.00	0.94	0.041	0.0	0.00
out	0.34	0.11	2.08	44.114	0.662	0.00	1.04	0.041	0.0	0.00
nov	0.03	0.00	1.83	42.468	0.612	0.00	0.97	0.041	0.0	0.00
dez	0.61	0.27	1.44	41.135	0.578	0.00	0.89	0.041	0.0	0.00
jan	0.32	0.08	1.37	40.150	0.496	0.00	0.66	0.041	0.0	0.00
fev	1.31	0.55	1.22	39.736	0.389	0.00	0.32	0.041	0.0	0.00
mar	0.17	0.36	1.23	39.347	0.365	0.00	0.16	0.041	0.0	0.00
abr	0.00	0.78	1.22	39.407	0.326	0.00	0.25	0.041	0.0	0.00
mai	0.00	0.08	1.47	38.694	0.322	0.00	0.47	0.041	0.0	0.00
jun	0.00	0.01	1.82	37.797	0.314	0.00	0.54	0.041	0.0	0.00
jul	0.00	0.01	2.01	36.713	0.369	0.00	0.69	0.041	0.0	0.00
total	2.79	2.24	20.07	492.87	5.63	0.00	7.77	0.49	0.00	0.00
média	0.23	0.19	1.67	41.07	0.47	0.00	0.65	0.04	0.00	0.00

Resultados operacionais para o Sub-sistema 3 - Cenário Seco - Simulação M3

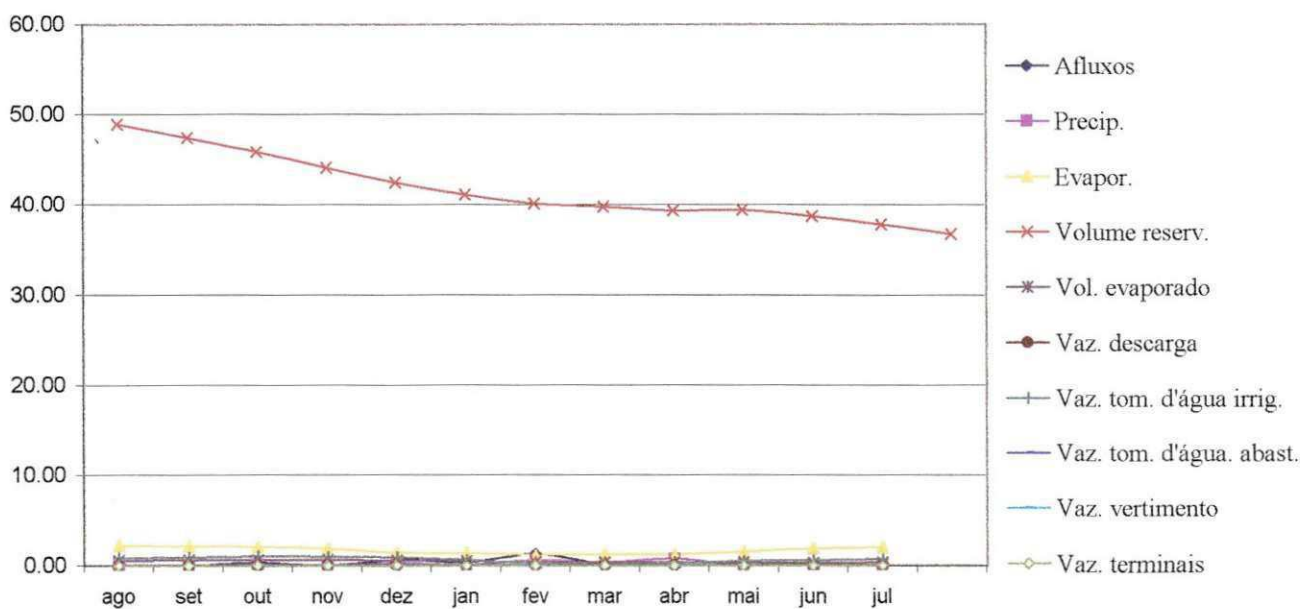


Tabela 8.43- Resultados operacionais obtidos para o Sub-sistema 3

Simulação M3 - Cenário Chuvoso

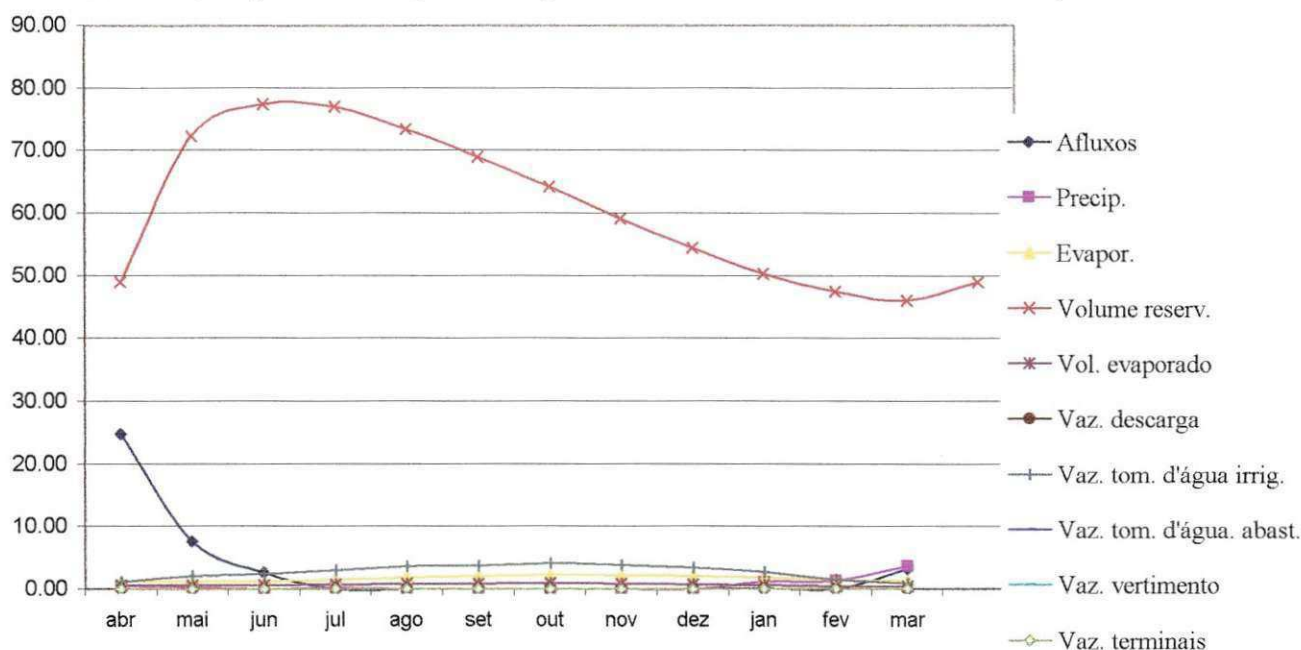
MESES	Vazões afluentes (m³/s)	Precip. (mm)	Evapor. (mm)	Volume do reserv. (hm³)	Volume evap. (hm³)	Diferença Vres. e Vro (hm³)
abr	24.79	77.2	182.4	187.45	1.536	60.554
mai	7.58	41.0	183.1	200.61	1.655	73.709
jun	2.60	4.0	182.2	199.65	1.638	72.753
jul	0.04	27.3	219.9	190.30	1.881	63.401
ago	0.00	0.0	271.9	178.48	2.176	51.580
set	0.00	0.4	299.6	166.33	2.231	39.430
out	0.00	0.0	332.9	153.11	2.28	26.206
nov	0.00	0.0	319	141.04	2.014	14.138
dez	0.01	7.4	310.6	130.21	1.813	3.306
jan	0.13	161.2	272.3	122.91	1.504	-3.988
fev	0.05	204.0	215.4	119.28	1.156	-7.622
mar	3.15	534.1	204.1	126.9	1.162	0.000
total	35.000	1056.668	1654.300	1916.238	21.046	
média	5.833	88.056	275.717	159.687	1.754	

Dados operacionais - Sub-sistema 3	
Vmax (m³) =	211452440.6
Vmin=15%Vmax(m³)	31717866.1
Vo=60%Vmax (hm³)	126.9
Abacia hidráulica (ha)	1118.8
Amáx. Irrig	10000
Abacia (m²)	1.738E+07
tempo (s)	2592000
Vro (m³)	126871464.4
Sust.	75%

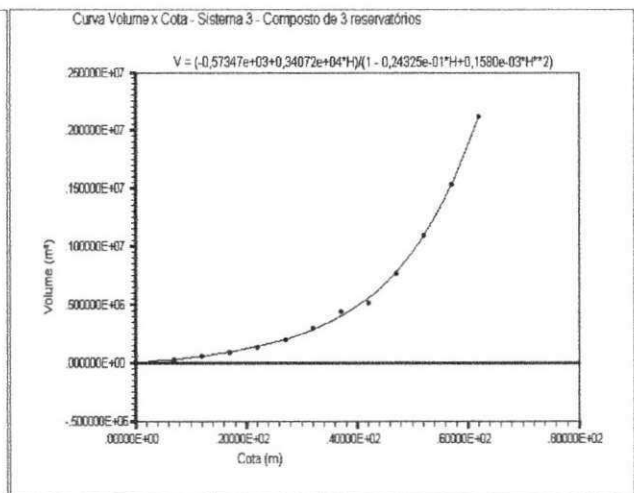
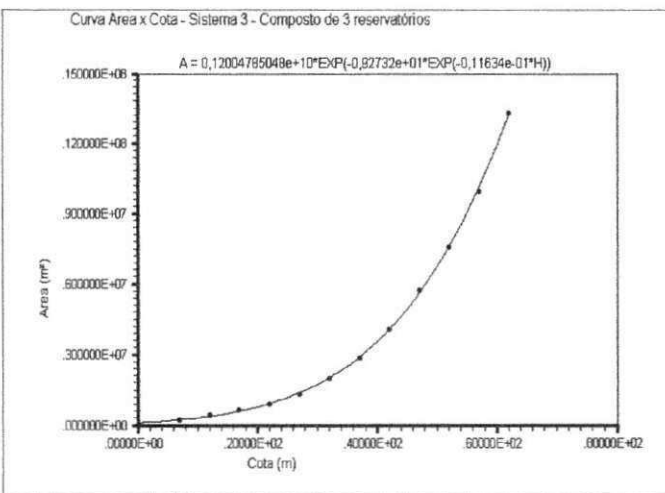
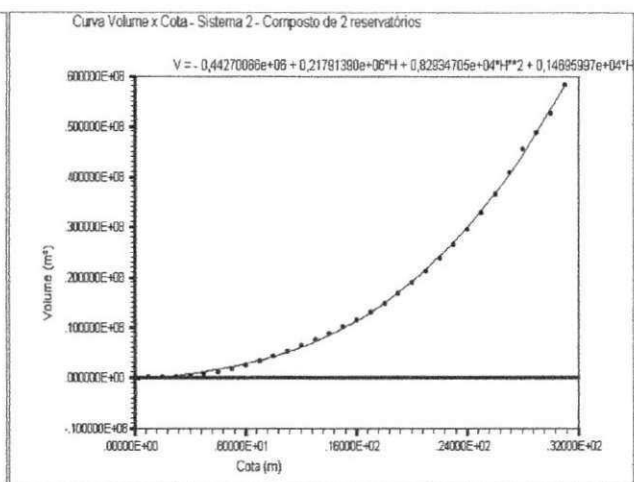
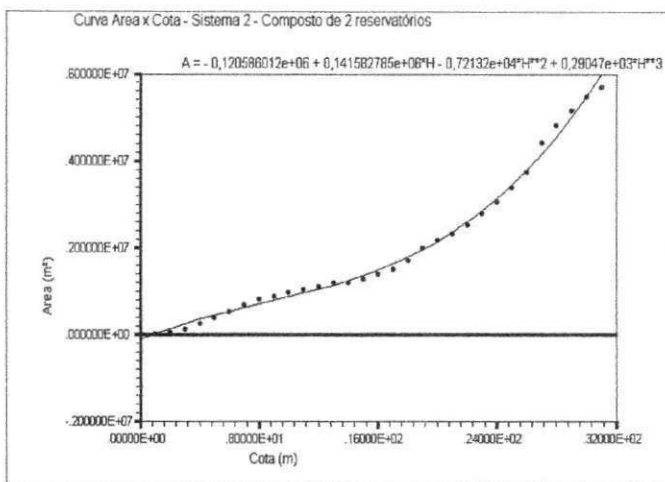
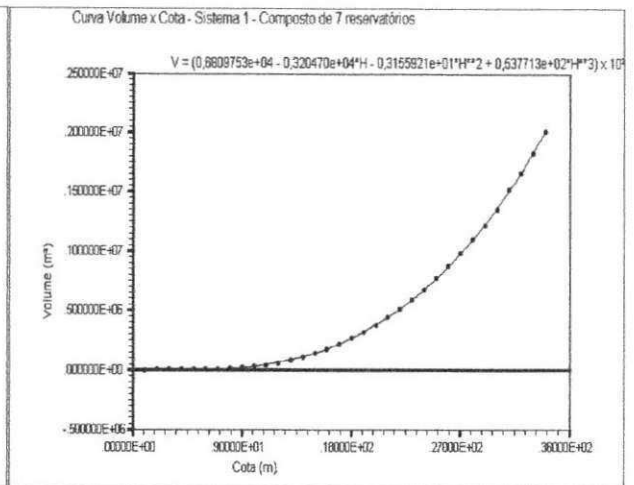
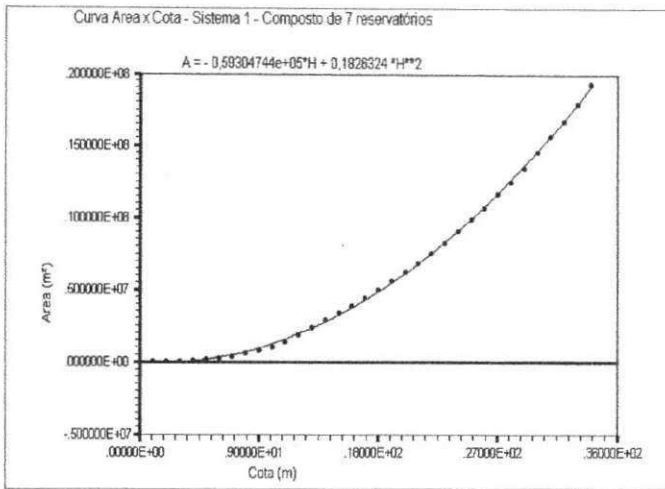
Continuação - Simulação M3 - Cenário Chuvoso

MESES	Vazões afluentes (m³/s)	Precip. (m³/s)	Evapor. (m³/s)	Volume do reserv. (m³/s)	Volume evap. (m³/s)	Vazões de descarga (m³/s)	Vazões tom. d'água irrig. (m³/s)	Vazões tom. d'água abast. (m³/s)	Vazão de vertimento (m³/s)	Vazão terminais (m³/s)
				48.947						
abr	24.79	0.52	1.22	72.320	0.593	0.00	1.145	0.041	0.0	0.00
mai	7.58	0.27	1.23	77.395	0.639	0.00	2.002	0.041	0.0	0.00
jun	2.60	0.03	1.22	77.027	0.632	0.00	2.306	0.041	0.0	0.00
jul	0.04	0.18	1.47	73.419	0.726	0.00	2.939	0.041	0.0	0.00
ago	0.00	0.00	1.82	68.858	0.840	0.00	3.622	0.041	0.0	0.00
set	0.00	0.00	2.01	64.171	0.861	0.00	3.723	0.041	0.0	0.00
out	0.00	0.00	2.23	59.069	0.880	0.00	4.104	0.041	0.0	0.00
nov	0.00	0.00	2.14	54.413	0.777	0.00	3.772	0.041	0.0	0.00
dez	0.01	0.05	2.08	50.234	0.699	0.00	3.409	0.041	0.0	0.00
jan	0.13	1.08	1.83	47.420	0.580	0.00	2.653	0.041	0.0	0.00
fev	0.05	1.37	1.44	46.018	0.446	0.00	1.386	0.041	0.0	0.00
mar	3.15	3.58	1.37	48.947	0.448	0.00	0.862	0.041	0.0	0.00
total	38.33	7.09	20.07	739.29	8.12	0.00	31.92	0.49	0.00	0.00
média	3.19	0.59	1.67	61.61	0.68	0.00	2.66	0.04	0.00	0.00

Volumes (m³/s) Resultados operacionais para o Sub-sistema 3 - Cenário Chuvoso- Simulação M3

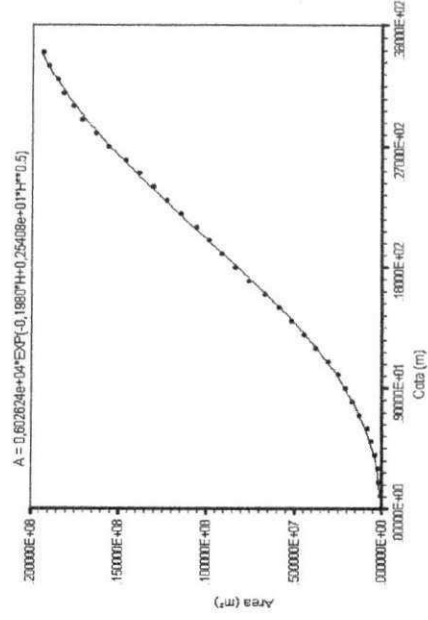


Curvas Area x Cota e Volume x Cota dos Sub-Sistemas de reservatórios – Simulação M1

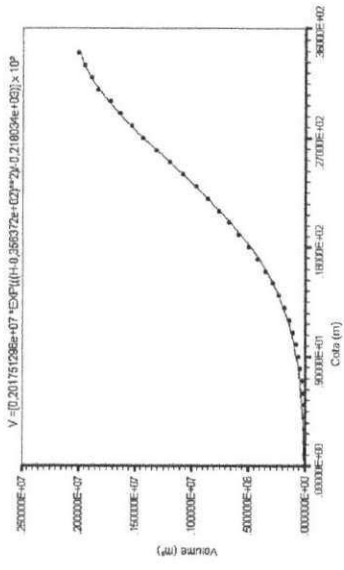


Curvas Area x Cota e Volume x Cota dos Sub-Sistemas de reservatórios – Simulação M2

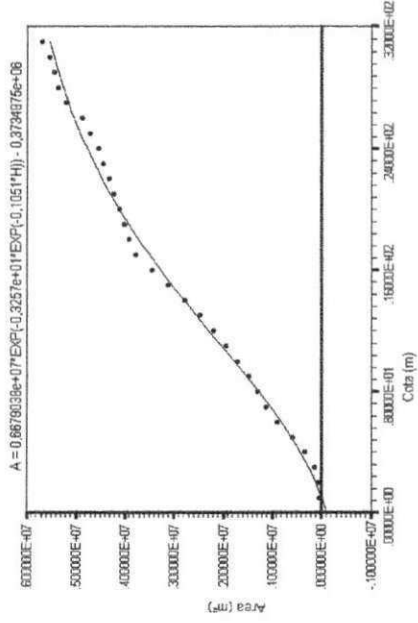
Curva Area x Cota - Sistema 1 - Composto de 7 reservatórios



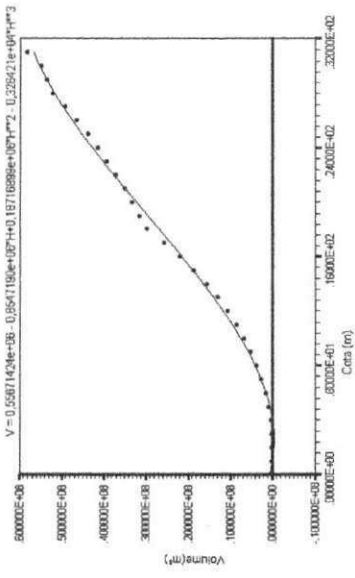
Curva Volume x Cota - Sistema 1 - Composto de 7 reservatórios



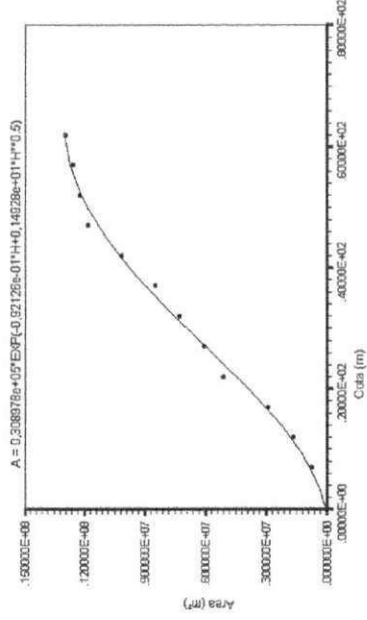
Curva Area x Cota - Sistema 2 - Composto de 2 reservatórios



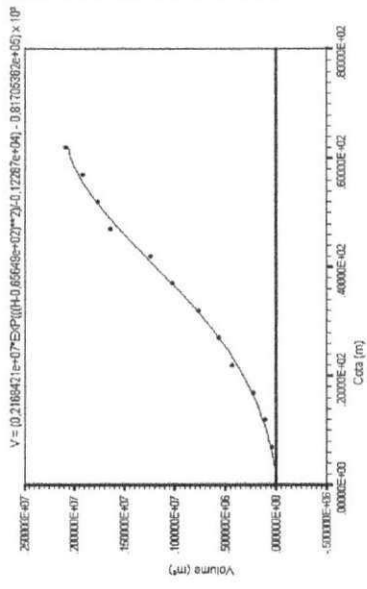
Curva Volume x Cota - Sistema 2 - Composto de 2 reservatórios



Curva Area x Cota - Sistema 3 - Composto de 3 reservatórios



Curva Volume x Cota - Sistema 3 - Composto de 3 reservatórios



Curvas Area x Cota e Volume x Cota dos Sub-Sistemas de reservatórios – Simulação M3

