

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA**  
**CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL E**  
**AMBIENTAL**

**OPERAÇÃO INTEGRADA DOS RESERVATÓRIOS ENGENHEIRO**  
**AVIDOS E SÃO GONÇALO**

**SERGIO ROBERTO ALVES FARIAS**

**CAMPINA GRANDE-PB**  
**MARÇO DE 2004**

**SERGIO ROBERTO ALVES FARIAS**

**OPERAÇÃO INTEGRADA DOS RESERVATÓRIOS ENGENHEIRO  
AVIDOS E SÃO GONÇALO**

Dissertação apresentada ao curso de pós-graduação  
em Engenharia Civil e Ambiental, na área de  
Engenharia de Recursos Hídricos, em cumprimento  
às exigências para obtenção do grau de Mestre.

**ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: RECURSOS HÍDRICOS**

**ORIENTADORES: ROSIRES CATÃO CURI  
WILSON FADLO CURI**

**CAMPINA GRANDE-PB  
MARÇO DE 2004**



F224o Farias, Sérgio Roberto Alves.  
Operação integrada dos reservatórios Engenheiro Avidos e São Gonçalo / Sérgio Roberto Alves Farias. - Campina Grande, 2004.  
140 f.

Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia, 2004.  
"Orientação : Profa. Rosires Catão Curi, Prof. Wilson Fadlo Curi".  
Referências.

1. Reservatório de Água - Paraíba. 2. Engenheiro Avidos - Reservatório. 3. São Gonçalo - Reservatório. 4. Sistema de Recursos Hídricos. 5. Dissertação - Engenharia Civil. I. Curi, Rosires Catão. II. Curi, Wilson Fadlo. III. Universidade Federal de Campina Grande - Campina Grande (PB). IV. Título

CDU 628.13(813.3)(043)

**OPERAÇÃO INTEGRADA DOS RESERVATÓRIOS ENGENHEIRO  
AVIDOS E SÃO GONÇALO**

**SERGIO ROBERTO ALVES FARIAS**

**APROVADA EM \_\_\_\_\_**



**ROSIRES CATÃO CURI  
ORIENTADORA**



**WILSON FABLO CURI  
ORIENTADOR**



**FREDERICO FÁBIO MAUAD  
EXAMINADOR EXTERNO**



**VAJAPEYAM SRIRANGACHAR SRINIVASAN  
EXAMINADOR INTERNO**

**CAMPINA GRANDE-PB**

**ABRIL DE 2004**



**DEDICATÓRIA**

A meu pai Severino de Farias, minha mãe Norma de Farias, e meus irmãos Sandro, Sávio e Simone, DEDICO.

## AGRADECIMENTOS

A Deus, por sempre me guiar nos momentos difíceis.

Aos meus pais, meus familiares, àqueles que direta ou indiretamente me apoiaram e incentivaram, a José Florentino Porto, Paulo Serrano, Tatiana Máximo, Rosinete Santos, Carlos André, Djalena Melo, Herbert Hálamo, Aldo Sidney, Elton Cruz, Osvalcelio Furtunato, Kennedy Flavio, Alcidney e aos amigos de uma forma geral que contribuíram para que pudesse vencer mais uma etapa da minha vida.

Aos professores Rosires Catão Curi e Wilson Fadlo Curi, pela orientação e incentivo durante o trabalho.

Aos professores da Área de Recursos Hídricos: Eduardo Enéas, Srinivasan, Márcia, Carlos Galvão, Schuster e Janiro, pela formação que recebi.

Ao meu grande amigo Professor Dr. Celso Augusto G. Santos, pelo incentivo e amizade desde os tempos de graduação.

Aos colaboradores do Laboratório de Recursos Hídricos: Ismael, Raul, Aroldo, Ronaldo, Valdomiro, Vera e Alrezinha, obrigado a todos.

A equipe de recursos hídricos da SEMARH/LMRS-PB Laboratório de Recursos Hídricos e Sensoriamento Remoto: Carlos Lamarque Guimarães e Isnaldo Candido da Costa que gentilmente disponibilizaram vários dados e informações necessários ao desenvolvimento desta pesquisa.

A CAPES, pelo apoio financeiro durante a vigência do curso.

A todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a elaboração desta dissertação.

## SUMÁRIO

DEDICATÓRIA.....	i
AGRADECIMENTOS.....	ii
SUMÁRIO.....	iii
LISTA DE FIGURAS .....	vii
LISTA DE TABELAS E QUADROS .....	viii
LISTA DE SÍMBOLOS .....	xii
RESUMO .....	xv
ABSTRACT .....	xvi
<b>1. INTRODUÇÃO E OBJETIVOS .....</b>	<b>1</b>
1.1. INTRODUÇÃO .....	1
1.2. JUSTIFICATIVAS .....	3
1.3. OBJETIVOS.....	3
1.3.1 <i>Gerais</i> .....	4
1.3.2 <i>Específicos</i> .....	4
<b>2. REVISÃO DE LITERATURA .....</b>	<b>6</b>
2.1. GESTÃO INTEGRADA DOS RECURSOS HÍDRICOS.....	6
2.2. MODELOS DE ANÁLISE DE SISTEMAS DE RECURSOS HÍDRICOS.....	7
2.3. MODELOS DE OTIMIZAÇÃO E SIMULAÇÃO.....	8
2.3.1 <i>Programação Linear</i> .....	8
2.3.2 <i>Programação não Linear</i> .....	9
2.3.3 <i>Programação Dinâmica</i> .....	9
2.4. OPERAÇÃO DE SISTEMAS DE RESERVATÓRIOS.....	10
2.4.1 <i>Operação Integrada de Reservatórios</i> .....	11
<b>3. O SISTEMA DE RECURSOS HÍDRICOS.....</b>	<b>14</b>
3.1. LOCALIZAÇÃO .....	14
3.2. ASPECTOS FISIAGRÁFICOS .....	14

3.2.1 Características gerais .....	14
3.2.2 Recursos hídricos .....	16
3.2.2.1 Hidrologia Superficial.....	16
3.2.2.2 Hidrologia Subterrânea.....	18
3.2.3 Os Reservatórios.....	18
3.3. PERÍMETROS IRRIGADOS.....	19
3.3.1 Perímetro Irrigado de São Gonçalo (PISG) .....	19
3.4. DADOS HIDROLÓGICOS .....	21
3.4.1 Reservatorio Engenheiro Avidos.....	21
3.4.2 Reservatório São Gonçalo.....	22
<b>4. O MODELO DE OTIMIZAÇÃO.....</b>	<b>24</b>
4.1. DESCRIÇÃO DO MODELO.....	24
4.2. ASPECTOS MATEMÁTICOS.....	25
4.2.1. da Agricultura Irrigada.....	25
4.2.2. dos reservatórios e seus componentes .....	30
4.2.3. outros componentes do sistema .....	33
4.2.4. da Piscicultura.....	33
4.3. ANÁLISE DE CONVERGÊNCIA DA OTIMIZAÇÃO.....	34
4.4. FLUXOGRAMA DO MODELO.....	35
<b>5. DADOS DE ENTRADA DO MODELO.....</b>	<b>38</b>
5.1. O SISTEMA HÍDRICO .....	38
5.2. DADOS REFERENTES AOS RESERVATÓRIOS .....	38
5.2.1. As curvas: cota x área x volume .....	38
5.2.2. Volumes máximos e mínimos.....	39
5.2.3. Tomadas d'água e vertedores .....	41
5.3. DADOS HIDROLÓGICOS.....	42
5.3.1. Situação Climática Média.....	42
5.3.1.1 Precipitação.....	42
5.3.1.2 Vazão.....	43
5.3.1.3 Evaporação.....	43

5.3.2. Situação Climática Seca.....	44
5.3.2.1 Precipitação.....	44
5.3.2.2 Vazão.....	44
5.3.2.3 Evaporação.....	44
5.3.3. Situação Climática Chuvosa .....	45
5.3.3.1 Precipitação.....	45
5.3.3.2 Vazão.....	45
5.3.3.3 Evaporação.....	45
5.4. DADOS DE ENTRADA PARA AS CULTURAS.....	46
5.4.1. Dados dos sistemas de irrigação aplicados às culturas .....	49
5.5. PISCICULTURA .....	50
<b>6. DESCRIÇÃO DOS CENÁRIOS E ANÁLISE DOS RESULTADOS.....</b>	<b>51</b>
6.1. CONSIDERAÇÕES.....	51
6.2. CENÁRIOS ANALISADOS.....	52
6.3. SISTEMA INDIVIDUALIZADO.....	53
6.3.1. Situação Climática Média.....	54
6.3.2. Situação Climática Seca.....	55
6.3.3. Situação Climática Chuvosa .....	55
6.4. SISTEMA INTEGRADO.....	55
6.4.1. Situação Climática Média.....	55
6.4.2. Situação Climática Seca.....	56
6.5. ANÁLISE DOS RESULTADOS .....	59
6.5.1. Situação Climática Seca.....	59
6.5.1.1. Sistema individualizado.....	59
6.5.1.2. Sistema integrado.....	60
6.5.1.2.1. sem transposição.....	60
6.5.1.2.2. com transposição.....	61
6.5.2. Situação Climática Média.....	62
6.5.2.1. Sistema individualizado.....	62
6.5.2.2. Sistema integrado.....	68
6.5.2.2.1. sem transposição.....	68

6.5.2.2.2. <i>com transposição</i> .....	70
6.5.3. <i>Situação Climática Chuvosa</i> .....	71
<b>7. CONCLUSÕES</b> .....	<b>127</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>130</b>
<b>ANEXOS</b> .....	<b>136</b>

**LISTA DE FIGURAS**

Figura 3.1	Bacia do Alto Piranhas.....	15
Figura 3.2	Bacia dos Açudes Engenheiro Avidos e São Gonçalo.....	16
Figura 4.1	Fluxograma para o modelo.....	35
Figura 5.1	Configuração do sistema hídrico em estudo.....	38
Figura 6.1	Desempenho dos sistema hídrico para o cenário seco.....	60
Figura 6.2	Desempenho do sistema integrado sem transposição e com transposição.....	62
Figura 6.3	Desempenho do sistema hídrico para o cenário médio.....	69
Figura 6.4	Desempenho do sistema integrado sem transposição e com transposição.....	70

## LISTA DAS PRINCIPAIS TABELAS E QUADROS

### TABELAS

Tabela 3.1	Dados referentes aos reservatórios Engenheiro Avidos e São Gonçalo	18
Tabela 3.2	Áreas irrigadas e demandas hídricas na bacia do Alto Piranhas	19
Tabela 3.3	Precipitação mensal média em Engenheiro Avidos	20
Tabela 3.4	Vazão mensal média em Engenheiro Avidos	20
Tabela 3.5	Evaporação média mensal	21
Tabela 3.6	Precipitação mensal média em São Gonçalo	21
Tabela 3.7	Vazão mensal média em São Gonçalo	21
Tabela 3.8	Evaporação média mensal	22
Tabela 3.9	Principais postos pluviométricos da região em estudo	22
Tabela 4.0	Elementos de entrada para o modelo de otimização	36
Tabela 5.1	Cota do nível d'água a partir do volume	39
Tabela 5.2	Área da bacia hidráulica a partir da Cota do nível d'água	39
Tabela 5.3	Volume do reservatório a partir da Cota do nível d'água	39
Tabela 5.4	Volumes máximos e mínimos para os dois reservatórios	40
Tabela 5.5	Dados das tomadas d'água	41
Tabela 5.6	Parâmetros adotados para estimativa das vazões vertentes máximas	41
Tabela 5.7	Precipitação média mensal (mm) - situação climática média - 1935 a 1992	42
Tabela 5.8	Vazão média mensal ( $m^3/s$ ) - situação climática média - 1933 a 1989	42
Tabela 5.9	Evaporação média mensal (mm) - situação climática média - 1969 a 1983	42
Tabela 5.10	Precipitação mensal (mm) - situação climática seca	43
Tabela 5.11	Vazão mensal ( $m^3/s$ ) - situação climática seca	43
Tabela 5.12	Evaporação mensal (mm) - situação climática seca	43
Tabela 5.13	Precipitação mensal (mm) - situação climática chuvosa	44
Tabela 5.14	Vazão mensal ( $m^3/s$ ) - situação climática chuvosa	44
Tabela 5.15	Evaporação mensal (mm) - situação climática chuvosa	44
Tabela 5.16	Coefficientes de cultivo e Plano das Culturas	45
Tabela 5.17	Produtividade das Culturas (kg/ha/ano ou frutos/ha/ano)	46
Tabela 5.18	Preço médio unitário de venda das culturas (R\$/kg)	46



Tabela 5.19	Custo médio de produção das culturas (R\$/ha/ano)	47
Tabela 5.20	Trabalho requerido médio por culturas (homem dia/ano/cultura/ha)	47
Tabela 5.21	Parâmetros adotados para os sistemas de irrigação propostos	48
Tabela 5.22	Dados dos sistemas de irrigação propostos para cada cultura	48
Tabela 6.1	Dados referentes ao cenário virtual	52
Tabela 6.2	Plano das culturas e coeficientes de cultivo para o cenário virtual	52
Tabela 6.3	Descrição dos cenários para o Sistema Individualizado	56
Tabela 6.4	Descrição dos cenários para o Sistema Integrado	57
Tabela 6.5	Resumo dos principais resultados	74

#### **QUADROS (resultados)**

Quadro 6.5	Reservatório São Gonçalo - cenário seco (CS)	74
Quadro 6.6	Reservatório São Gonçalo - cenário seco virtual (CSV)	75
Quadro 6.7	Reservatório São Gonçalo - cenário seco virtual sem irrigação (CSVsi)	76
Quadro 6.8	Reservatório Engenheiro Avidos - cenário seco (CS)	77
Quadro 6.9	Reservatório Engenheiro Avidos - cenário seco virtual (CSV)	78
Quadro 6.10	Reservatório Engenheiro Avidos - cenário seco virtual sem irrigação (CSVsi)	79
Quadro 6.11	Sistema Integrado - cenário seco sem transposição (CSI st) - São Gonçalo	80
Quadro 6.12	Sistema Integrado - cenário seco sem transposição (CSI st) - Eng Avidos	81
Quadro 6.13	Sistema Integrado - cenário seco virtual sem transposição (CSV st) - São Gonçalo	82
Quadro 6.14	Sistema Integrado - cenário seco virtual sem transposição (CSV st) - Eng Avidos	83
Quadro 6.15	Sistema Integrado - cenário seco com transposição (CSI ct) - São Gonçalo	84
Quadro 6.16	Sistema Integrado - cenário seco com transposição (CSI ct) - Eng Avidos	85
Quadro 6.17	Sistema Integrado - cenário seco virtual com transposição (CSV ct) - São Gonçalo	86
Quadro 6.18	Sistema Integrado - cenário seco virtual com transposição (CSV ct) - Eng Avidos	87
Quadro 6.19	Reservatório São Gonçalo - cenário médio (CM)	88
Quadro 6.20	Reservatório São Gonçalo - cenário médio virtual (CMV)	89

Quadro 6.21 Reservatório São Gonçalo - cenário médio virtual sem irrigação (CMVsi) ____	90
Quadro 6.22 Reservatório São Gonçalo - cenário médio virtual 1 (CMV1) - Vinicial +20% e SH= 80% _____	91
Quadro 6.23 Reservatório São Gonçalo - cenário médio virtual 2 (CMV2) - Vinicial +20% e SH= 40% _____	92
Quadro 6.24 Reservatório São Gonçalo - cenário médio virtual 3 (CMV3) - Vinicial -20% e SH= 80% _____	93
Quadro 6.25 Reservatório São Gonçalo - cenário médio virtual 4 (CMV4) - Vinicial -20% e SH= 40% _____	94
Quadro 6.26 Reservatório São Gonçalo - cenário médio virtual com redução de 10% nas vazões afluentes (CMV-10%Qa) _____	95
Quadro 6.27 Reservatório São Gonçalo - cenário médio virtual com redução de 20% nas vazões afluentes (CMV-20%Qa) _____	96
Quadro 6.28 Reservatório São Gonçalo - cenário médio virtual com redução de 30% nas vazões afluentes (CMV-30%Qa) _____	97
Quadro 6.29 Reservatório São Gonçalo - cenário médio virtual só com culturas perenes (CMVP) _____	98
Quadro 6.30 Reservatório São Gonçalo - cenário médio virtual com irrigação por sulco (CMVS) _____	99
Quadro 6.31 Reservatório Eng Avidos - cenário médio (CM) _____	100
Quadro 6.32 Reservatório Eng Avidos – cenário médio virtual (CMV) _____	101
Quadro 6.33 Reservatório Eng Avidos - cenário médio virtual sem irrigação (CMVsi) ____	102
Quadro 6.34 Reservatório Eng Avidos - cenário médio virtual 1 (CMV1) - Vinicial +20% e SH= 80% _____	103
Quadro 6.35 Reservatório Eng Avidos - cenário médio virtual 2 (CMV2) - Vinicial +20% e SH= 40%) _____	104
Quadro 6.36 Reservatório Eng Avidos - cenário médio virtual 3 (CMV3) - Vinicial -20% e SH= 80% _____	105
Quadro 6.37 Reservatório Eng Avidos - cenário médio virtual 4 (CMV4) - Vinicial -20% e SH= 40% _____	106

Quadro 6.38 Reservatório Eng Avidos - cenário médio virtual com redução de 10% nas vazões afluentes (CMV-10%Qa)	107
Quadro 6.39 Reservatório Eng Avidos - cenário médio virtual com redução de 20% nas vazões afluentes (CMV-20%Qa)	108
Quadro 6.40 Reservatório Eng Avidos - cenário médio virtual com redução de 30% nas vazões afluentes (CMV-30%Qa)	109
Quadro 6.41 Reservatório Eng Avidos – cenário médio virtual só com culturas perenes (CMVP)	110
Quadro 6.42 Reserv. Eng Avidos - cenário médio virtual com irrigação por sulco (CMVS)	111
Quadro 6.43 Sistema Integrado - cenário médio sem transposição (CMI st) - São Gonçalo	112
Quadro 6.44 Sistema Integrado - cenário médio sem transposição (CMI st) - Eng Avidos	113
Quadro 6.45 Sistema Integrado - cenário médio virtual sem transposição (CMVI st) - São Gonçalo	114
Quadro 6.46 Sistema Integrado - cenário médio virtual sem transposição (CMVI st) - Eng Avidos	115
Quadro 6.47 Sistema Integrado - cenário médio com transposição (CMI ct) - São Gonçalo	116
Quadro 6.48 Sistema Integrado - cenário médio com transposição (CMI ct) - Eng Avidos	117
Quadro 6.49 Sistema Integrado - cenário médio virtual com transposição (CMVI ct) - São Gonçalo	118
Quadro 6.50 Sistema Integrado - cenário médio virtual com transposição (CMVI ct) - Eng Avidos	119
Quadro 6.51 Reservatório São Gonçalo – cenário chuvoso (CC)	120
Quadro 6.52 Reservatório Eng Avidos - cenário chuvoso (CC)	121
Quadro 6.53 Sistema Integrado - cenário seco virtual sem transposição e sem irrigação (CSVI st_si) - São Gonçalo	122
Quadro 6.54 Sistema Integrado - cenário seco virtual sem transposição e sem irrigação (CSVI st_si) - Eng Avidos	123
Quadro 6.55 Sistema Integrado - cenário médio virtual sem transposição e sem irrigação (CMVI st_si) - São Gonçalo	124
Quadro 6.56 Sistema Integrado - cenário médio virtual sem transposição e sem irrigação (CMVI st_si) - Eng Avidos	125

## LISTA DE SÍMBOLOS

$a(l)$	Índice que representa a $\alpha$ -ézima vazão afluyente do reservatório
$\alpha_{jkt}$	Coefficiente que indica se uma cultura é plantada ou não
Bv	Largura do vertedor
Cf	Coefficiente de vazão do descarregador de fundo do reservatório
Cbomb	Custo anual de bombeamento pro hectare
Cman	Custo anual de manutenção do sistema de irrigação por hectare
Cp	Custo de produção anual da cultura
Cprod	Custo médio de produção anual da cultura
Ctrab	Custo anual do trabalho para cada tipo de cultura
Cv	Coefficiente de descarga dependente da forma do vertedor
Eapl	Eficiência da aplicação da irrigação
Eirr	Eficiência do sistema de irrigação
Esis	Eficiência do sistema de distribuição de água
$f(l)$	Índice que representa o f-ézimo descarregador de fundo do reservatório
G	Dotação de água à zona radicular da cultura por capilaridade
Hdc	Trabalho requerido médio por cultura em cada ano
Hf	Cota de jusante da geratriz inferior do descarregador de fundo do reservatório
Hr	Cota do nível d'água do reservatório
Ht	Cota da tomada d'água no reservatório
Htmax	Cota máxima do reservatório
Htmin	Cota mínima do reservatório
Hvert	Cota da soleira do vertedor do reservatório
Hvmax	Cota do nível d'água do reservatório que gera a lâmina vertente máxima projetada para o vertedor
j	Índice do tipo de cultura
k	Índice do perímetro irrigado
Kc	Coefficiente de cultivo por cultura
l	Indicie que indica a calha
LR	Necessidade de lixiviação dos sais que acumulam no solo cultivado

$\min_t A_{r,t}$	Área da superfície líquida mínima entre os meses de despesa no reservatório
MO	Mão de obra necessária para a irrigação
Na	Número de anos em estudo
nc	Número de culturas em estudo
ni	Número de perímetros irrigados em estudo
Nl	Necessidade de irrigação líquida da cultura
Nm	Número de meses em estudo
Pam	Taxa anual de amortização do investimento
Pc	Taxa de precipitação no mês
Pce	Taxa de precipitação efetiva no mês
Pdp	Produtividade média do pescado por unidade de área
Pest	Precipitação na bacia até a estação fluviométrica
Pirr	Custo de investimento de implantação do sistema
Pjus	Precipitação na bacia depois da estação fluviométrica
Pp	Precipitação no perímetro
Pr	Precipitação direta no reservatório
Pra	Preço da água por unidade de volume
Pre	Preço médio unitário da cultura
Prmp	Preço médio do pescado na região do reservatório
Prod	Produtividade anual da cultura
Qa	Vazão afluente ao reservatório
Qd	Vazão fixa para abastecimento
Qf	Vazão de descarga de fundo no reservatório
Qi	Vazão para irrigação
Qirr	Lâmina mensal de água para irrigação
Qjus	Vazão afluente a jusante da estação fluviométrica
Ql	Vazão na calha do rio
Qlmax	Vazão máxima na calha do rio
Qlmin	Vazão mínima na calha do rio
Qs	Vazão terminal
Qt	Vazão de tomada d'água do reservatório

$Q_{tmax}$	Vazão máxima de adução na tomada d'água do reservatório
$Q_{tmin}$	Vazão mínima de adução na tomada d'água do reservatório
$Q_{total}$	Vazão total afluyente ao reservatório
$Q_v$	Vazão extravasada do vertedor
$t$	Indica o mês ou o ano em estudo
$t(l)$	Índice que representa a t-ézima tomada de água do reservatório
$T_c$	Trabalho requerido por colheita
$v(l)$	Índice que representa o v-ézimo vertedor do reservatório
$V_{max}$	Volume máximo do reservatório no mês
$V_{min}$	Volume mínimo do reservatório no mês
$V_{rmax}$	Volume máximo admitido para o reservatório
$V_{rmin}$	Volume mínimo admitido para o reservatório
$V_{util}$	Vida útil do sistema de irrigação
$W$	Reserva de água no solo

## RESUMO

Neste trabalho foi realizado um estudo sobre o comportamento de um sistema constituído de dois reservatórios em série, Engenheiro Avidos e São Gonçalo, com múltiplos usos: abastecimento humano, irrigação, piscicultura e regularização. Os reservatórios estão localizados na Bacia do Alto Piranhas, na região semi-árida do Estado da Paraíba. O objetivo foi estudar seu desempenho operando tanto de forma individual, como integrada, visando a maximização dos benefícios financeiros líquidos advindos da agricultura irrigada e da piscicultura extensiva, atendendo ao requerimento de água para abastecimento humano e regularização do curso d'água. No processo de otimização foi aplicado um modelo não linear de base mensal, desenvolvido em ambiente Matlab®, com o intuito de buscar soluções ótimas para o sistema. A solução procura satisfazer as restrições físicas, agronômicas e operacionais, incluindo a sustentabilidade hídrica do reservatório, em forma de equações lineares e não lineares. A análise foi realizada através da definição de três situações climáticas distintas: média, seca e chuvosa, todas para um período de doze meses. Foram idealizados e propostos 26 (vinte e seis) cenários, através de combinações envolvendo: o sistema hídrico (individualizado e integrado), situações climáticas (seca, média e chuvosa), sistemas de irrigação (proposto e existente), ciclo vegetativo (só perene e perenes/sazonais), vazão afluyente (com redução e com transposição de vazões do rio São Francisco) e tipos de culturas (reais e hipotéticas). Os volumes iniciais dos reservatórios foram definidos através de séries de dados históricos. Os resultados mostraram que operando de forma integrada, o sistema proporciona um maior benefício financeiro, com áreas irrigadas superiores ao sistema individualizado. A piscicultura extensiva é uma atividade econômica que deverá ser desenvolvida, tendo em vista o grande potencial de geração de renda e emprego. Com a transposição de 3 m<sup>3</sup>/s das águas do rio São Francisco, o sistema mesmo operando em situação de seca extrema, foi capaz de irrigar áreas três vezes maiores que para uma situação climática média sem transposição. Com o uso da água para irrigação as perdas evaporativas foram reduzidas em até trinta e um por cento, o que demonstra a necessidade de se utilizar a água para este propósito.

## ABSTRACT

In this work, a study about the behavior of a two in series reservoirs system, Engenheiro Avidos and São Gonçalo, with multiple water use such as urban water supply, irrigation, extensive fishing and downstream-regulated flow, was made. The reservoirs are located in the Alto Piranhas river basin, within the semiarid region of the Paraíba state. The aim was to study their performance with respect to the maximization of the net profit deriving from irrigated agriculture and of the extensive fishing when operating them in an individual or integrated way. In the optimization process, a monthly based nonlinear model, developed in ambient Matlab®, was applied. The solution tries to satisfy the physical, agronomic and operational constraints, including the reservoir water sustainability, in form of linear and nonlinear equations. Three different climatic situations, which were called of average, dry and rainy climatic scenarios, all for a period of twelve months, were considered. In fact, there were idealized and proposed twenty-six scenarios involving the reservoir system (individualized or integrated), climatic situations (dry, average or rainy), irrigation (proposed or existent), plantation scheduling (only perennial or perennial and seasonal), inflow (with reduction or with São Francisco river transposed flow) and types of cultures (real and hypothetical). The initial volumes of the reservoirs were defined through a series of historical data. The results showed that operating the system in an integrated way, they provide a greater net profit, with irrigated areas bigger than the ones attained with the optimization of the individualized reservoirs system. The extensive fishing is an economical activity that should to be developed because of its potential of income and employment generation. With the transposition of a flow of 3 m<sup>3</sup>/s from the São Francisco river, the same system, even when operating in a drought situation, was capable to irrigate areas three times larger than the one attained for a medium climatic scenario without transposition. Using water for irrigation, the evaporative losses were reduced in up to thirty one percent, which demonstrates the need to use the water for this purpose.



## CAPITULO I

# INTRODUÇÃO E OBJETIVOS

### 1.1. INTRODUÇÃO

A escassez hídrica é atualmente um problema que atinge todo o planeta Terra, já se fala que a água será o insumo estratégico neste século, tal como o petróleo foi no século XX, e o carvão no século XIX. Segundo dados das Organizações das Nações Unidas (ONU), nos últimos setenta anos a população do mundo triplicou, enquanto a demanda por água aumentou seis vezes. Estima-se que a humanidade use atualmente 50 % das reservas de água potável do planeta. Se o padrão atual de consumo for mantido serão 75 % em 2025. Esse índice chegaria a 90 % se os países em desenvolvimento alcançassem o consumo igual ao dos países industrializados. A escassez de água potável atinge hoje dois bilhões de pessoas (Teich, 2002). Nas regiões semi-áridas o problema é, obviamente, mais relevante e antigo do que nas outras regiões. Contudo, a escassez hídrica deve ser qualificada para que possamos entender o problema. Para que falta água? Quando falta água? Por que ocorre falta de água? Essas questões precisam ser respondidas, principalmente ao nível de sistemas pontuais de recursos hídricos, integrados ou não, que são as unidades prevaletentes de oferta hídrica no semi-árido nordestino.

Na região semi-árida do Nordeste brasileiro, a fixação do homem no campo está prejudicada, principalmente, pela grande variação sazonal de ocorrência de chuvas, que provoca escassez hídrica em certas épocas, prejudicando a atividade econômica dependente da agricultura e, principalmente, a chamada agricultura de subsistência (Viana Junior *et al.*, 2002). Nesse contexto a construção e operação de reservatórios, constituem-

-se elementos importantes no aproveitamento dos recursos hídricos superficiais, possibilitando a atenuação do desequilíbrio entre a oferta e a demanda de água.

A sustentabilidade hídrica do semi-árido poderia ser conseguida com uma manutenção contínua de um uso racional de balanço hídrico favorável, em quantidade e qualidade, entre a oferta de água com elevados níveis de garantia e a demanda social para usos múltiplos (Vieira, 2002). Os usos predominantes da água, na região semi-árida são: abastecimento humano e animal, com prioridade absoluta; abastecimento industrial; e irrigação. Como usos secundários, temos piscicultura, energia e lazer. Atender esses usos é o principal problema, devido à ocorrência de secas periódicas e a intermitência dos escoamentos superficiais. Essas demandas e a regularização das vazões, são atendidas através de reservatórios de acumulação, à custa de elevada perda de água por evaporação.

Segundo Simonovic (1992), os reservatórios são os elementos mais importantes nos sistemas de recursos hídricos. Eles são usados para redistribuição espacial e temporal de água, em quantidade e qualidade, e proporcionam a capacidade de gerar energia hidroelétrica.

Na operação de reservatórios existem vários problemas de tomada de decisão, desde determinar a capacidade de armazenamento ótimo a selecionar as políticas operacionais ótimas. O problema envolve descrições matemáticas complexas. As variáveis de decisão, funções objetivo e restrições, variam para cada tipo de reservatório. Segundo Cirilo (1997) otimizar a operação de um reservatório, significa determinar a descarga operativa ótima, em um certo intervalo de tempo, que maximize ou minimize uma função objetivo e que atenda a diversas restrições pré-estabelecidas.

O uso de modelos de otimização que permitam a otimização conjunta, tanto da operação do manancial abastecedor, quanto da seleção apropriada de área a ser irrigada para as culturas, são ferramentas imprescindíveis para extrair o máximo benefício destes recursos hídricos.

Neste trabalho foi utilizado um modelo de otimização de base mensal com finalidade de dar suporte ao planejamento relacionado aos múltiplos usos da água de um reservatório, ou de um sistema de reservatórios, podendo operar com demandas para o abastecimento doméstico/industrial, irrigação, piscicultura e regularização de vazões. O processo de otimização é resolvido numericamente, através de programação não linear.

## 1.2. JUSTIFICATIVA

A Bacia do Alto Piranhas apresenta problemas de escassez hídrica decorrentes, principalmente, do uso da água para agricultura, maior consumidora de água e principal atividade econômica da região, onde o índice de chuvas é muito baixo (800 mm/ano em média) e mal distribuído temporal e espacialmente, necessitando da irrigação nos períodos de seca. Nos reservatórios as perdas evaporativas são muito altas, provenientes de índices de evaporação que chegam 2937 mm/ano. O problema tem se agravado devido ao aumento da frequência dos anos secos.

No Perímetro Irrigado de São Gonçalo os métodos de irrigação são pouco eficientes (sulcos e inundação), proporcionando um maior consumo de água, menor produtividade das culturas e salinização do solo (Freitas, 1999).

Apesar de existirem órgãos para o gerenciamento dos recursos hídricos na região, a utilização de técnicas de otimização podem agregar informações úteis no sentido de aumentar a eficácia das decisões, que poderiam ter sido aplicadas para minorar o conflito que ocorreu durante a seca de 1998 decorrente da liberação das águas do açude Engenheiro Avidos para o açude São Gonçalo: Em setembro de 1998, a transposição foi proibida por determinação judicial decorrente de ação da Curadoria do Meio Ambiente da cidade de Cajazeiras. A justiça entendeu que a transposição colocaria em risco o abastecimento da população daquela cidade. Após acordo que estabeleceu a ampliação do turno de rega para 21 dias, as comportas foram reabertas, depois de permanecerem fechadas por cerca de 30 dias (Freitas, 1999).

A região em estudo possui um grande potencial para uso da piscicultura, mas esta atividade econômica não se encontra disseminada (PDRH-PB, 1997). O desenvolvimento desta atividade geraria emprego e renda, melhorando a qualidade de vida.

## 1.3. OBJETIVOS

O sistema a ser estudado consiste de dois reservatórios em série situados na bacia hidrográfica do Alto Piranhas: os reservatórios Engenheiro Ávidos e São Gonçalo. Estão localizados na região semi-árida do estado da Paraíba. A área de estudo perfaz 1.219 km<sup>2</sup>. Neste estudo será feito o estudo da operação integrada e ótima dos reservatórios supra citados e das áreas passíveis de serem irrigadas próximas aos reservatórios.

Dentre os objetivos da pesquisa podemos citar:

### **1.3.1. Gerais:**

Analisar as condições de operação ótima e integrada dos recursos hídricos superficiais nos reservatórios Engenheiro Avidos e São Gonçalo, com auxílio do modelo ORNAP (Optimal Reservoir Network Analysis Program) desenvolvido por Curi e Curi (2001), com vistas a apresentar soluções para mitigar os problemas relativos a recursos hídricos da região em estudo.

### **1.3.2. Específicos:**

#### **Quanto ao sistema de reservatórios**

1. Analisar o comportamento do sistema, operando de forma integrada, quanto à disponibilidade de água para irrigação e quais seriam as culturas com respectivas áreas ótimas cultivadas;
2. A maximização da receita líquida potencial advinda da irrigação nas unidades de produção dos perímetros irrigados;
3. Verificar o potencial econômico do uso de água para piscicultura;
4. Avaliar a influência de diferentes cenários hidroclimáticos no desempenho do sistema;
5. Verificar a influência de diferentes volumes iniciais e diferentes critérios de sustentabilidade hídrica no desempenho do sistema;
6. Caracterizar as perdas evaporativas dos reservatórios para diversas regras de operação;
7. Caracterizar os reservatórios quanto a sua capacidade atual de acumulação (relação entre: vazão afluente/capacidade do reservatório);
8. Avaliar a influência das captações à montante no desempenho do sistema;
9. Verificar a influencia da transposição das águas do rio São Francisco no desempenho do sistema.

**Quanto às áreas irrigadas**

1. Verificar qual deve ser a área máxima à ser plantada com culturas perenes;
2. Verificar o desempenho do sistema, medido em termos de melhor uso da água (mínimo de perdas evaporativas e máximo de receita líquida), para diversos planos culturais;
3. Verificar a influência (economia de água) no uso de diferentes sistemas de irrigação;

Esta Dissertação está organizada em 7 capítulos:

No **capítulo 1** é descrito o problema a ser analisado e os objetivos da pesquisa.

No **capítulo 2** faz-se uma breve revisão de literatura, relacionada com o assunto do trabalho.

O **capítulo 3** descreve a área de estudo, com suas características principais.

No **capítulo 4** é descrito o modelo de otimização.

No **capítulo 5** são mostrados os dados utilizados na pesquisa.

No **capítulo 6** os cenários hidroclimáticos são descritos e os resultados analisados e discutidos.

No **capítulo 7** são apresentadas as conclusões do trabalho.

## CAPITULO II

# REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. GESTÃO INTEGRADA DOS RECURSOS HÍDRICOS

Barth (1987), define gestão de recursos hídricos (RH) como sendo a forma pela qual se pretende equacionar e resolver as questões de escassez relativa dos RH. Segundo Grigg (1996), a gestão de RH é feita com a aplicação de medidas estruturais e não estruturais para controlar os sistemas hídricos, naturais e artificiais, em benefício humano e atendendo a objetivos ambientais. As medidas estruturais são aquelas que requerem a construção de estruturas, tais como: canais, barragens, adutoras, etc. As medidas não estruturais se referem a programas ou atividades que não requerem a construção de estruturas, por exemplo: Leis Reguladoras e/ou regras operacionais de alocação de água.

A gestão integrada dos RH é um processo que favorece o desenvolvimento e a gestão coordenados de água, solo e outros recursos relacionados, com objetivo de maximizar o bem estar econômico e social, sem prejudicar a sustentabilidade dos ecossistemas vitais (Cunha, 2002).

A Gestão Integrada dos RH envolve vários aspectos (Vieira, 1996):

- O Ciclo Hidrológico;
- Os usos múltiplos da água;
- O inter relacionamento dos sistemas naturais e sociais;
- A interdependência das componentes econômicas, sociais, ambientais e políticas.

A Agenda 21 em seu capítulo 18 (UNCED, 1992) intitulado: “Proteção da qualidade e do abastecimento dos recursos hídricos: Aplicação de critérios integrados no desenvolvimento, manejo e uso dos recursos hídricos”, define ações concretas para o gerenciamento integrado dos recursos hídricos, entre as quais podemos citar:

- Otimizar a alocação de recursos hídricos sob limitações físicas e socioeconômicas;
- Implementar as decisões de alocação por meio do manejo de demandas, mecanismos de preço e medidas regulamentadoras;
- Promover planos de uso racional da água por meio de conscientização pública, programas educacionais e imposição de tarifas sobre o consumo de água e outros;
- Mobilizar os recursos hídricos, particularmente em zonas áridas e semi-áridas;
- Integrar o manejo da quantidade e qualidade de água (inclusive os recursos hídricos subterrâneos e de superfície);
- Promover a conservação da água por meio de planos melhores e mais eficientes de aproveitamento da água e de minimização do desperdício para todos os usuários, incluindo o desenvolvimento de mecanismos de poupança de água.

## **2.2. MODELOS DE ANÁLISE DE SISTEMAS DE RECURSOS HÍDRICOS**

Segundo Braga *et al.* (1987), a análise de sistemas de recursos hídricos é um enfoque sistêmico através do qual os componentes do sistema de recursos hídricos e suas interações são descritas em termos quantitativos por meio de equações matemáticas e funções lógicas. Em geral, procura-se a combinação de elementos do sistema que produza o melhor resultado, ou ótimo, da função objetivo. Isto não significa que o problema se reduz a determinar o mínimo ou o máximo de uma função. Além de determinar a melhor solução, dentro de critérios estabelecidos, este enfoque permite que se estruture o problema. É na fase de estruturação do problema que os aspectos importantes são definidos. Ribeiro (1990) considera a análise de sistemas de recursos hídricos uma ferramenta imprescindível para os profissionais do gerenciamento de recursos hídricos.

De acordo com Loucks *et al.* (1981) e Yeh (1985), na análise de sistemas de recursos hídricos, basicamente têm-se duas classes de modelo: otimização e simulação.

No modelo de otimização o objetivo é representado analiticamente através de uma função objetivo que será maximizada ou minimizada. No modelo de simulação não existe a preocupação de se determinar o conjunto de elementos ou regra operativa ótima, e sim pesquisar cenários alternativos e analisar o comportamento do sistema sob ótica destes cenários.

### **2.3. MODELOS DE OTIMIZAÇÃO E SIMULAÇÃO**

A literatura de recursos hídricos contém muitas discussões sobre quais sistemas – otimização e simulação – são melhores para análise de operação de reservatórios. Os modelos de simulação associados com operação de reservatórios normalmente são baseados no balanço de massa, analisando o movimento de água através do sistema. Estes modelos são freqüentemente usados com dados históricos. Um modelo de simulação de reservatório extensamente usado é o HEC-5, desenvolvido pelo Hydrologic Engineering Center do Corpo de Engenheiros do Exército dos Estados Unidos (HEC 1991). Outros modelos incluem o modelo Acres (Sigvaldason, 1976), o Modelo Íris (ÍRIS, 1990), e o Modelo Reser (Simonovic, 1992). Há um consenso entre os autores, que os modelos de otimização são mais apropriados para selecionar a melhor solução ou solução ótima, enquanto modelos de simulação promovem maior flexibilidade em detalhes e representação realística de uma configuração complexa (Jain, 1998).

Os principais métodos aplicados nos modelos de otimização são: programação linear, programação não linear e programação dinâmica.

#### **2.3.1. Programação Linear**

A programação linear se aplica quando todas as funções são lineares. Barbosa (1997) afirma que a programação linear é a técnica de otimização mais empregada na área de recursos hídricos, devido:

- flexibilidade para adaptação a uma grande variedade de problemas;
- maior facilidade de entendimento, comparada a outras técnicas de otimização;



- capacidade de tratar problemas de grande porte;
- disponibilidade de pacotes computacionais, à nível comercial, para pronta utilização.

A desvantagem é a sua limitação quanto à exigência da linearidade das funções, pois a maioria dos problemas envolvendo recursos hídricos apresenta funções não lineares.

### **2.3.2. Programação não Linear**

A programação não linear caracteriza-se por não possuir um método geral de resolução dos seus problemas, tal qual o método simplex na programação linear. Ela utiliza métodos numéricos iterativos, gerando soluções a cada passo (são muitos algoritmos quase sempre voltados para a resolução de um determinado tipo de características, tais como: continuidade, unimodalidade, diferenciabilidade de primeira ordem e/ou de segunda ordem), etc. Alguns métodos também requerem um ponto inicial viável para o início do processo iterativo em alguns métodos. Outra dificuldade advém do uso do computador, exigindo cuidados, tal como escalonamento de variáveis, para reduzir os erros numéricos computacionais. Uma outra característica é a inexistência de critérios absolutos para comparação entre os vários algoritmos existentes. O que se faz é comparar algumas características não definidas precisamente, tais como: simplicidade computacional, tempo de máquina necessário para atingir um ponto ótimo a partir de um ponto inicial qualquer, memória necessária para rapidez de convergência, sensibilidade a erros computacionais, etc (Mateus *et al.*, 1986). A grande vantagem do método de programação não-linear é a capacidade de representar matematicamente a física do sistema de forma mais realista, com menos hipóteses simplificadoras como ocorre na programação linear.

Carvallo *et al.* (1998) desenvolveram um modelo de otimização não linear para a determinação de um melhor padrão de cultivo em agricultura irrigada. Os resultados mostram que alterações de preços de produtos exportáveis e o custo da água têm um grande impacto nos padrões de cultivo e no lucro.

### **2.3.3. Programação Dinâmica**

A programação dinâmica (PD), segundo Braga *et al.* (1987), é altamente útil em análise que considera uma seqüência de acontecimentos (escala horizontal) e uma série

ou faixa de alternativas (escala vertical) correspondendo a cada etapa da seqüência. No gerenciamento de recursos hídricos a seqüência pode ser um grupo de reservatórios e as alternativas os volumes úteis nos reservatórios, ou a seqüência pode ser um grupo de intervalos de tempo e as alternativas as vazões efluentes de um reservatório.

Segundo Barros (1997) a programação dinâmica propõe a seguinte linha de pensamento para solucionar problemas de decisão seqüencial:

- divide o problema geral em estágios;
- determina-se o ótimo em cada estágio;
- relaciona-se o ótimo de um estágio a outro através de uma função recursiva;
- percorrem-se todos os estágios para determinar o ótimo global.

A desvantagem segundo Porto (1997) é a chamada *Praga da Dimensionalidade*. Esse problema surge em situações nas quais a discretização das variáveis de estado é muito elevada, é o chamado problema multi-estágio.

Neste trabalho é usado um modelo de programação não linear para a otimização da água dos reservatórios, tanto individuais quanto integrado, com base na maximização da receita líquida da área irrigada e da piscicultura.

## 2.4. OPERAÇÃO DE SISTEMAS DE RESERVATÓRIOS

A existência da água na natureza ocorre de forma variável no espaço e no tempo. Os reservatórios são construídos para diminuir esta variabilidade e regularizar o comportamento temporal e espacial das vazões. O princípio de funcionamento consiste na formação de reservas no período de excesso hídrico e o uso dessas reservas no período de escassez.

As águas advindas dos deflúvios naturais, recebidas e armazenadas pelo reservatório, são transformadas em três partes (Campos, 1997): a sangria, a evaporação e o consumo. A *sangria* constitui a parte dos deflúvios que excede a capacidade máxima do reservatório. As águas *evaporadas* a partir do lago, constituem perdas irreversíveis da bacia hidrográfica. As *águas regularizadas* constituem a parte dos deflúvios naturais, controlados pelo açude, que proporcionam estabilidade para o desenvolvimento de atividades econômicas. A regularização pode ser entendida como o ajustamento da oferta à

demanda. Na região Nordeste, a quase totalidade da demanda ocorre na segunda metade do ano, enquanto que as disponibilidades naturais acontecem na primeira metade. Essa regularização de águas é que torna possível a sobrevivência de razoáveis contingentes humanos no sertão semi-árido. Diante do que foi exposto, um dos objetivos dos planejadores de recursos hídricos do semi-árido, é buscar regularizar a máxima quantidade de água, dentro das limitações da natureza e de situação econômica (Campos, 1997). Neste contexto buscamos aproveitar o máximo da disponibilidade hídrica dos mananciais.

A literatura sobre modelos de otimização desenvolvidos para análise da operação de reservatórios é extensa, cabendo destacar, além do trabalho de Yeh (1985), os trabalhos de Simonovic (1992), Wurbs (1993), Oliveira e Lanna (1997), Sinha *et al.* (1999), Andrade (2000), Teegavarapu e Simonovic (2001), Barcellos *et al.* (2003), entre outros.

#### **2.4.1. Operação Integrada de Reservatórios**

Segundo Vieira (2002) a existência de grande número de reservatórios nas bacias hidrográficas do semi-árido do Nordeste e a sua construção gradativa ao longo dos anos, através de projetos isolados, exige, atualmente, a operação integrada dos reservatórios, com possível ampliação da eficiência global e sistemas de decisão em tempo real, com suporte informático adequado e operadores habilitados.

Uma das vantagens do sistema de uso múltiplo e integrado está na diminuição de custos de investimento, operação e manutenção por unidade da dimensão do projeto com relação à dimensão total. As desvantagens são de caráter gerencial, onde regras operacionais deverão ser estabelecidas para que a apropriação da água seja realizada de forma harmônica (Lanna, 2001).

Várias pesquisas foram realizadas em sistemas integrados de reservatórios com usos múltiplos no Brasil e no exterior, podemos citar:

Yeh (1985) fez uma revisão de modelos matemáticos desenvolvidos para operação de reservatórios incluindo simulação.

Dandy e Crawley (1992) modelaram a operação de um sistema de múltiplos reservatórios para determinar a reserva ótima de água em Adelaide, Austrália, levando em consideração os efeitos de salinidade.

Matsukawa *et al.* (1992), apresentaram um modelo de otimização e simulação para planejamento e estratégias operacionais para a bacia de Rio Mad,

Califórnia. A bacia de rio consistia em um único reservatório para múltiplos usos e um sistema de aquíferos confinados que interagem hidraulicamente com o rio na bacia.

Curi e Curi (1998) aplicaram um modelo baseado em programação linear recursiva, para otimização integrada do reservatório Engenheiro Arco Verde e dos poços do perímetro irrigado da cidade de Condado, Paraíba. Os resultados obtidos maximizam a receita líquida, garantem a sustentabilidade hídrica do reservatório e atendem as restrições impostas ao problema.

Belaineh *et al.* (1999) apresentaram um modelo de otimização-simulação linear para regras de decisão para um sistema integrado de reservatórios, simulações de fluxo em sistemas de aquíferos, uso consuntivo de água superficial e subterrânea.

Andrade (2000) usou a Programação não Linear para estudar, sob ótica da otimização, o complexo sistema de reservatórios em série Jucazinho e Carpina, sujeitos a múltiplos usos, completamente conflitantes.

Adeloye e Montaseri (2001) avaliaram os benefícios dos recursos hídricos com o planejamento de reservatório integrado. Os resultados mostraram que para um determinado rendimento, o planejamento integrado do reservatório poderia resultar em uma economia de pelo menos 6% em capacidade requerida quando comparado com o armazenamento agregado de reservatórios analisados como sistemas isolados. O planejamento integrado também reduziu a superfície do reservatório diminuindo as perdas evaporativas.

Nandalal e Sakthivadivel (2002) aplicaram um modelo baseado em Programação Estocástica Dinâmica e técnicas de simulação, em dois reservatórios operando de forma integrada, situados no rio Walawe em Sri Lanka. Os resultados indicaram a utilidade de técnicas de otimização no planejamento de reservatórios, derivando políticas operacionais para os mesmos

Maia e Villela (2003), aplicaram o modelo OperRes à bacia do Rio Paraguaçu, localizada no estado da Bahia, com o objetivo de se verificar a sua adequação à região em estudo, através da comparação dos dados reais com os resultados das simulações, o sistema foi composto de treze açudes. O resultado demonstrou a validade do modelo para as simulações propostas.

Albuquerque (2003) utilizou a Programação não Linear para estudar o aproveitamento ótimo e integrado dos recursos hídricos superficiais do sistema de reservatórios do Alto Capibaribe.

De acordo com a literatura consultada, a Programação não Linear ainda não foi usada para otimização da operação integrada de reservatórios em série, com diversos usos na região semi-árida do estado da Paraíba, bem como a maximização do uso da água utilizando culturas representativas (com dados médios para culturas perenes e sazonais) e com período de plantio distribuído de forma escalonada durante todo o ano.

Tal estudo constitui uma contribuição no que diz respeito ao planejamento e gerenciamento do uso da água nas bacias hidrográficas dos respectivos reservatórios e, principalmente, na compreensão da operação de um sistema de dois reservatórios em série sujeito a múltiplos usos na região semi-árida do estado da Paraíba.

## **CAPITULO III**

# **O SISTEMA DE RECURSOS HÍDRICOS**

### **3.1. LOCALIZAÇÃO**

Os açudes Engenheiro Avidos e São Gonçalo estão localizados na bacia hidrográfica do Alto Piranhas, uma das sub-bacias do rio Piranhas na Paraíba (Figura 3.1). Esta bacia situa-se na região sudoeste do estado da Paraíba, no Nordeste do Brasil, entre as coordenadas geográficas de 6° 50' e 7° 25' de latitude sul e 38° 10' e 38° 40' de longitude a oeste de Greenwich. Abrange uma área de 1.219, 40 km<sup>2</sup>, limitada ao oeste com o estado do Ceará, ao norte com a bacia do rio do Peixe, ao nordeste com a bacia do Médio Piranhas e ao sul e leste com a bacia do rio Piancó.

No interior da bacia, distribuem-se completa ou parcialmente, os municípios: Bonito de Santa Fé, Carrapateira, Monte Horebe, Nazarezinho, São José da Lagoa Tapada e São José de Piranhas.

### **3.2. ASPECTOS FISIAGRÁFICOS**

#### **3.2.1. Características Gerais**

A bacia do Alto Piranhas é caracterizada em termos de clima, segundo a classificação de Köppen, como do tipo Awig, isto é, quente com chuvas de verão – outono, influenciado pela Frente de Convergência Intertropical (CIT). A temperatura na região, registrada nas estações climatológicas de São Gonçalo e Sousa, tem média mensal de 26,6 °C, variando entre 28,7 °C (novembro) e 24,9 °C (junho). Os dados de umidade

relativa do ar, registrados na estação de São Gonçalo, apresentam uma média mensal em torno de 62%, com período de menor umidade compreendendo os meses de setembro a novembro. A insolação média mensal, segundo os dados da estação de São Gonçalo, se apresenta em torno de 8,7 horas por dia. A velocidade média mensal do vento registrada nas estações de São Gonçalo e Sousa é de 1,7 m/s. Estes ventos são em geral fracos a moderados, com direções sudeste e nordeste predominantes.

Em termos de evaporação na bacia do Alto Piranhas, os dados obtidos a partir de tanque classe A, no posto situado em Sousa, indicam uma taxa de evapotranspiração de valor médio anual igual a 2.937 mm (PDRH-PB, 1997).

Quanto à pluviometria, os dados na região da bacia, colhidos nos postos de Pombal, São Gonçalo e Nazarezinho, indicam uma precipitação média anual em torno de 800 mm. Os meses de fevereiro, março e abril concentram aproximadamente 65% do total anual precipitado na bacia.

Nas terras da bacia, observa-se a ocorrência de três tipos principais de solos: Podzólicos Vermelho Amarelo Eutróficos, que ocorrem nas áreas à jusante do açude de São Gonçalo e no município de Nazarezinho em interflúvios; os solos Bruno Não Cálcico Vérticos, existentes na maior parte da bacia; e os solos Aluviais, na artéria fluvial do Alto Piranhas à jusante e a montante do Perímetro Irrigado de São Gonçalo e da cidade de Pombal, respectivamente.

A vegetação natural dominante na área da bacia do Alto Piranhas é do tipo hiperxerófila (caatinga) na maior parte da área e nos maciços de Monte Horebe, na porção sul do Alto Piranhas. Pertencentes ao bioma caatinga, as espécies mais comuns na área são: *Jurema*, *Catingueira*, *Ipê*, *Pereiro*, *Angico*, *Baraúna*, *Umbuzeiro*, *Macambira* e *Xique-Xique*.

O relevo se apresenta plano, suave ondulado, e ondulado onde as maiores elevações são observadas nos maciços de Monte Horebe, ao sul da bacia.

A geologia da área da bacia do Alto Piranhas é constituída de comprimentos geológicos classificados como Formações de Quartzitos e Gnaisses de Proterozóico. Observa-se também ocorrência de Rochas Vulcânicas de idades diversas, tais como granitos.

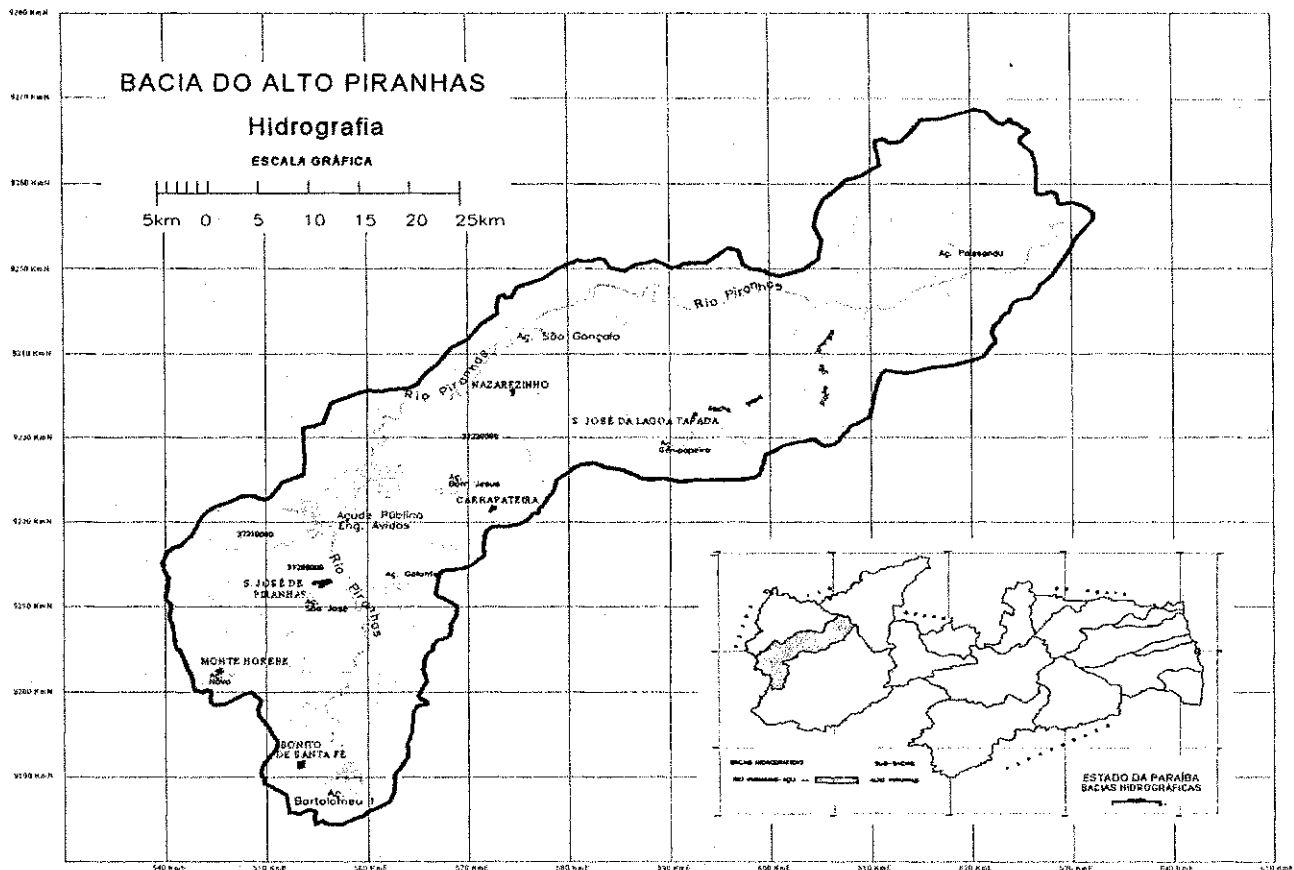


Figura 3.1- Bacia do Alto Piranhas (Fonte: Silans *et al.*, 1998)

### 3.2.2. Recursos Hídricos

#### 3.2.2.1. Hidrologia Superficial

O principal rio da bacia é o rio Piranhas. Suas nascentes abrangem os municípios de Bonito de Santa Fé, Monte Horebe e São José de Piranhas. O rio apresenta escoamento no sentido nordeste em direção ao Estado do Rio Grande do Norte após encontrar o trecho correspondente a bacia do Médio Piranhas. Recebe contribuições significativas de quatro cursos d'água na sua margem esquerda: Riacho do Juá, Riacho da Caiçara, Riacho Cajazeiras, Riacho Grande. Na sua margem direita recebe seis contribuições, quais sejam, Riacho do Domingos, Riacho São Domingos, Riacho Mutuca, Riacho Logradouro, Riacho Catolé, Riacho Bonfim. Da sua nascente o rio Piranhas caminha 31 km e então forma em Cajazeiras o açude Engenheiro Avidos; percorrendo em direção ao norte mais 22,5 km, forma nos municípios de Sousa e Nazarezinho, o açude São Gonçalo, limite do sistema hídrico superficial deste estudo (Figura 3.2). Convém ressaltar



que as construções dos açudes Engenheiro Avidos e São Gonçalo, os quais alimentam os aluviões de jusante, como é o caso do Perímetro Irrigado de São Gonçalo (PISG), motivaram a retificação do principal vale do rio Piranhas.

O perfil longitudinal do Rio Piranhas, possui o alto curso bastante declivoso, apresentando um comprimento de aproximadamente 33 km com declividade média de 9,10 m/km. O médio curso, com declividade média de 1,66 m/km, tem comprimento de 87 km. O baixo curso bastante plano apresenta uma declividade de 0,10 m/km em 58 km de comprimento.

O Rio Piranhas classifica-se em termos de ordem de cursos d'água segundo *Strahler* como sendo de ordem 6. O coeficiente de confluência calculado para a bacia do Alto Piranhas é igual a 4,51, traduz uma forma regular da rede de drenagem.

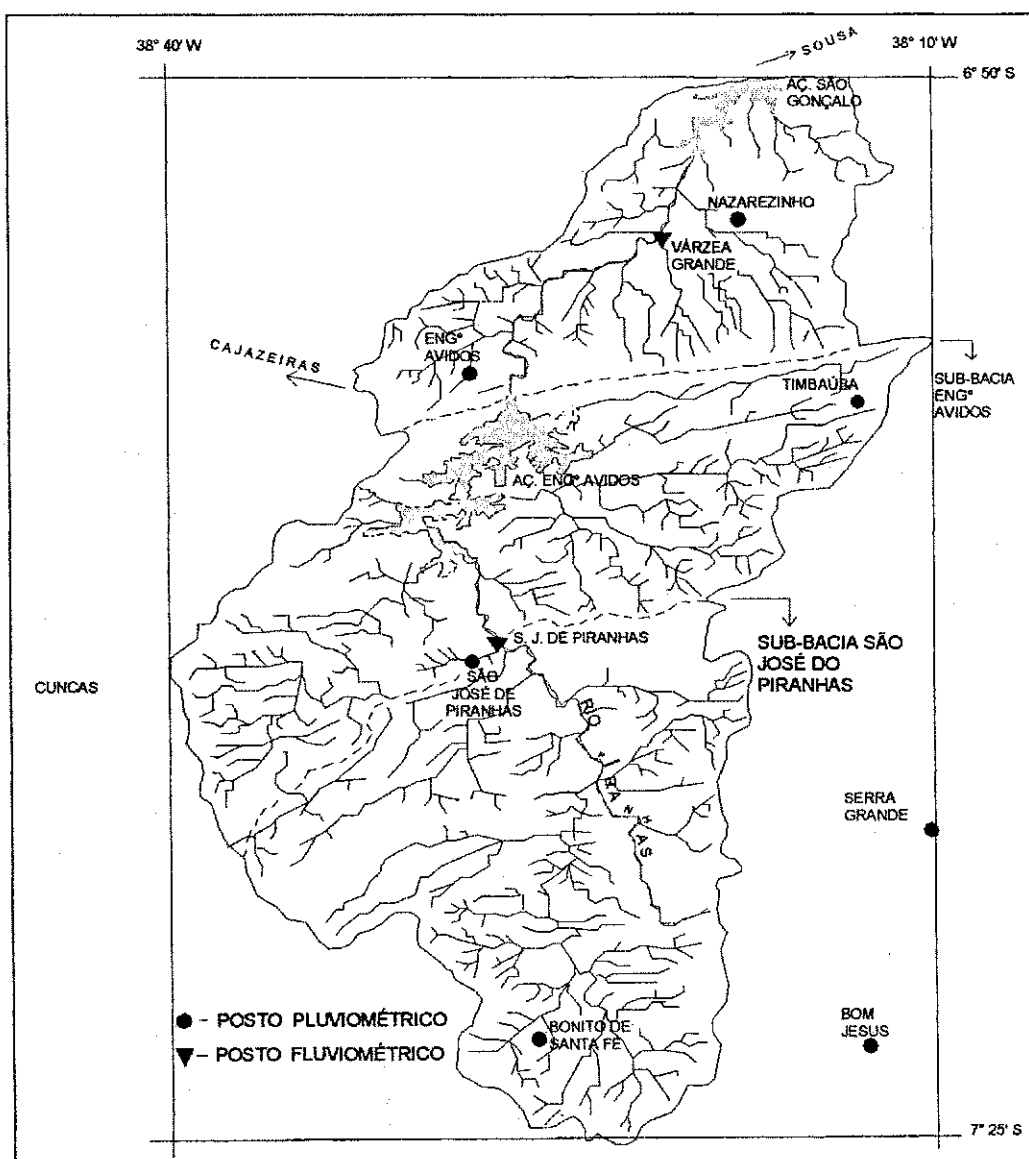


Figura 3.2 – Bacia dos Açudes Engenheiro Avidos e São Gonçalo (Fonte: Ribeiro, 1990)

### 3.2.2.2. Hidrologia Subterrânea

Segundo o Inventário Hidrogeológico Básico do Nordeste (Albuquerque, 1971), a região está inserida em terrenos cristalinos do período pré-cambriano superior (grupo Seridó, PcSe<sub>i</sub>), à montante e proximidades do açude Engenheiro Avidos, com recursos hídricos modestos e por terrenos de período pré-cambriano inferior (grupo Caicó, PCCa<sub>i</sub>), bastante fraturado e com melhores perspectivas hidrogeológicas, situados à jusante do açude Engenheiro Avidos. As manchas aluvionares ao longo do rio Piranhas representam o quaternário

### 3.2.3. Os Reservatórios

Os reservatórios em série Engenheiro Avidos e São Gonçalo, representam a principal reserva hídrica superficial da bacia do Alto Piranhas, a distância entre eles é de 27 km.

A construção da barragem Engenheiro Avidos foi iniciada em 1932 pelo engenheiro Moacir Avidos e concluída em 1936 pelo engenheiro Sílvio Aderme, está localizada no município de Cajazeiras, estado da Paraíba e tem como finalidade o abastecimento público da cidade de Cajazeiras e distrito de Engenheiro Avidos; e regularização do rio Piranhas.

O reservatório de São Gonçalo, também construído em 1936, está localizado no município de Sousa e tem a finalidade de abastecer a cidade de Sousa e distritos de Marizópolis e São Gonçalo, é responsável ainda pelo suprimento das demandas hídricas do Perímetro Irrigado de São Gonçalo - PISG.

As principais características referentes a estes açudes são descritas na Tabela 3.1 e no Anexo 1 são apresentados as curvas Cota x Área x Volume

Tabela 3.1- Dados referentes aos reservatórios Engenheiro Avidos e São Gonçalo

Dados	Engenheiro Avidos	São Gonçalo
Volume máximo (m <sup>3</sup> )	255.000.000	44.600.000
Volume morto (m <sup>3</sup> )	27.968.100	2.982.000
Altura (m)	45,00	25,30
Comprimento (m)	359,40	380,00
Material	Terra e enrocamento	Terra
Área da bacia hidráulica (ha)	2.845	700
Área da bacia hidrográfica (km <sup>2</sup> )	935	315
Largura do vertedor (m)	160	230
Vazão máxima – vertedor (m <sup>3</sup> /s)	1610	1800

Fonte: (PDRH-PB, 1997)

### 3.3. PERÍMETROS IRRIGADOS

A irrigação pública na bacia hidrográfica do Alto Piranhas é representada pelo projeto São Gonçalo, município de Sousa, com uma área total de projeto de 4.100 ha. Os projetos de irrigação privada ocupam uma área total de 981,8 ha e estão distribuídos conforme discriminado na Tabela 3.2.

#### 3.3.1. Perímetro Irrigado de São Gonçalo (PISG)

Segundo trabalho realizado por Freitas (1999), as culturas exploradas no PISG são principalmente, arroz, feijão, banana e coco. Existe também a produção de culturas consideradas “nobres” tais como, uva, manga, acerola e goiaba, porém em quantidades pouco expressivas. O cultivo do tomate foi praticamente abandonado, devido à ação das pragas.

As produtividades médias obtidas, segundo dados do Departamento Nacional de Obras Contrás às Secas (DNOCS), são as seguintes: 6,0 t/ha para o arroz, 38,0 t/ha para a banana, 2,2 t/ha para o feijão, 30,0 t/ha para o tomate e 16 t/ha para o coco.

Os principais problemas ambientais que os irrigantes enfrentam no PISG são a escassez e a degradação da qualidade dos recursos hídricos disponíveis; a salinização, que atinge cerca de 50% da área, e a perda de fertilidade do solo; e o alto índice de

incidência de pragas, doenças e plantas invasoras. Segundo Freitas (1999) estes problemas são decorrentes de:

- métodos de irrigação pouco eficientes (sulcos e inundação): provocando um maior consumo de água, queda no rendimento das culturas e agravamento do processo de salinização dos solos;

- péssimo estado de conservação da rede de irrigação;

- escassez dos recursos hídricos decorrentes das secas frequentes e pelo aumento da demanda de água para irrigação.

Durante a seca de 1998 ocorreu um conflito sobre o uso da água, que seria transposto do açude Engenheiro Avidos para o Açude São Gonçalo. Em Junho de 1998, o volume de água necessário ao suprimento da demanda local do açude São Gonçalo até janeiro de 1999 era de 40 milhões de m<sup>3</sup>, incluindo irrigação, consumo humano e animal, evaporação e reserva hídrica. O volume armazenado no açude São Gonçalo era de apenas 16,5 milhões de m<sup>3</sup>. O déficit hídrico , era de aproximadamente, 23,5 milhões de m<sup>3</sup>, volume que deveria ser transposto do açude Engenheiro Avidos. Contudo a transposição foi interrompida em setembro de 1998 por uma determinação judicial decorrente de ação da Curadoria do Meio Ambiente da cidade de Cajazeiras. Após acordo que estabeleceu a ampliação do turno de rega para 21 dias, as comportas foram reabertas, depois de permanecerem fechadas por cerca de 30 dias.

Tabela 3.2- Áreas irrigadas e demandas hídricas na bacia do Alto Piranhas

Localidade	Área Privada (ha)	Área Pública (ha)	Demanda Hídrica (l/s)
Bonito de Santa Fé	79,5		351,46
Carrapateiras	58,4		339,44
Monte Horebe	28,0		322,11
Nazarezinho	192,3		415,76
S.J. da Lagoa Tapada	40,6		329,29
S. José de Piranhas	583,0		638,46
Sousa *		*4.100	1.675,23
<b>Total</b>	<b>981,80</b>	<b>4.100</b>	<b>4.071,75</b>

Fonte: PDRH-PB, 1997; \* Fonte: (Freitas, 1999); obs: demandas hídricas para 2013

### 3.4. DADOS HIDROLÓGICOS

A região em estudo apresenta um regime pluviométrico onde predominam chuvas de grande intensidade, concentradas em pequenos intervalos de tempo. A precipitação média mensal na bacia, foi calculada com base nos dados do período de 1935 a 1992 (58 anos). Pela série, verifica-se que a maior parte das precipitações, em torno de 80%, ocorre nos meses de janeiro a abril, enquanto no restante do ano a região fica sob estiagem prolongada. A média dos totais anuais dos postos pluviométricos da região é de 869,3 mm. O período mais chuvoso ocorre no trimestre fevereiro-abril.

#### 3.4.1. Referentes a região do reservatório Engenheiro Avidos

A Tabela 3.3 mostra a precipitação média, as quais representam mais de trinta anos de dados de 1933 a 1990.

Tabela 3.3 – Precipitação mensal média em Engenheiro Avidos (mm)

Mês	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
	115,1	174,1	235,0	168,6	55,8	26,9	15,5	3,0	4,2	13,5	17,2	35,1	880,6

Fonte: SUDENE, 1990.

Os dados fluviométricos foram obtidos do Plano Diretor de Recursos Hídricos do Estado da Paraíba, que utilizou um modelo chuva-vazão para a geração de uma série de vazões mensais nas seções dos açudes Engenheiro Avidos e São Gonçalo. O modelo utilizado foi o MODHAC-Modelo Hidrológico Auto Calibrável (Lanna *et al.*, 1986). A Tabela 3.4 mostra os dados de vazão média para o período de 1933 a 1989.

Tabela 3.4 – Vazão mensal média em Engenheiro Avidos (m<sup>3</sup>/s)

Mês	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
	0,30	2,27	9,82	14,91	7,47	2,40	0,36	0,01	0,00	0,01	0,02	0,13	37,7

Fonte: PDRH-PB, 1997.

Na Tabela 3.5 são apresentadas as médias mensais da evaporação medida em tanques classe A, no posto situado em Eng. Avidos. Estas médias foram calculadas

com base nos dados do período de 1969 a 1983. As maiores taxas evaporimétricas correspondem, respectivamente, ao trimestre outubro-dezembro e março-maio. O valor mensal médio da evaporação no tanque classe A é de 209,1 mm, adotando para isto um coeficiente de tanque 0,75 (Gomes, 1997).

Tabela 3.5 - Evaporação média mensal (mm), Kc usado de 0,75

Mês	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
	220,4	170,4	185,2	179,8	184,1	197,5	206,3	231,5	222,1	237,1	226,0	248,9	2509,3

Fonte: SUDENE – Posto evaporimétrico de Engenheiro Avidos

### 3.4.2. Referentes a região do reservatório São Gonçalo

A Tabela 3.6 mostra a precipitação média, as quais representam mais de trinta anos de dados de 1933 a 1990.

Tabela 3.6 – Precipitação mensal média em São Gonçalo (mm)

Mês	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
	96,0	176,0	247,2	175,6	68,8	34,5	15,8	5,6	4,5	11,6	18,5	41,1	914,4

Fonte: SUDENE, 1990.

Na Tabela 3.7 estão descritos os dados de vazões mensais médias para o período de 1933 a 1989.

Tabela 3.7 – Vazão mensal média em São Gonçalo (m<sup>3</sup>/s)

Mês	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
	0,12	0,84	3,88	5,06	2,42	0,84	0,16	0,01	0,00	0,01	0,02	0,04	13,4

Fonte: PDRH-PB, 1997.

Na Tabela 3.8 são apresentadas as médias mensais da evaporação medida em tanques classe A, no posto situado em São Gonçalo. Estas médias foram calculadas com base nos dados do período de 1969 a 1983. As maiores taxas evaporimétricas correspondem, respectivamente, aos trimestres outubro-dezembro e março-maio.

Tabela 3.8 - Evaporação média mensal (mm), Kc usado de 0,75

Mês	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
	182,6	157,2	141,6	136,0	144,8	144,9	168,6	200,1	215,9	223,2	216,2	205,9	2137,0

Fonte: SUDENE – Posto evaporimétrico de São Gonçalo

Os principais Postos Pluviométricos da região em estudo estão descritos na Tabela 3.9.

Tabela 3.9 – Principais postos pluviométricos da região em estudo

Código	Nome	Latitude	Longitude	Altitude	Área de	Área de
					Influência	Influência
					Eng.	São
					Avidos	Gonçalo
					(km <sup>2</sup> )	(km <sup>2</sup> )
3843202	S. José de Piranhas	7 <sup>o</sup> 07'	38 <sup>o</sup> 30'	300	420,7	
3842698	Bonito de Santa Fé	7 <sup>o</sup> 19'	38 <sup>o</sup> 31'	575	253,5	
3833639	São Gonçalo	6 <sup>o</sup> 50'	38 <sup>o</sup> 19'	235		35,3
3833835	Nazarezinho	6 <sup>o</sup> 55'	38 <sup>o</sup> 20'	265		143,7
3833908	Engenheiro Avidos	6 <sup>o</sup> 58'	38 <sup>o</sup> 28'	250	46,3	90,1
3842185	Faz. Arapuã	7 <sup>o</sup> 04'	38 <sup>o</sup> 35'	500	182,2	
3843042	Faz. Timbaúba	7 <sup>o</sup> 01'	38 <sup>o</sup> 18'	520	69,2	35,3
<b>Total</b>					972,0	304,4

Fonte: (LMRS, 1998)

## **CAPÍTULO IV**

# **O MODELO DE OTIMIZAÇÃO**

### **4.1. DESCRIÇÃO DO MODELO**

Para otimização da operação do sistema hídrico composto pelos reservatórios em série, Engenheiro Avidos e São Gonçalo, foi aplicado um modelo de base mensal, desenvolvido por Curi e Curi (1999). O processo de otimização é resolvido numericamente através da programação não-linear, contemplando função objetivo especificada para maximização da receita líquida anual (RL) advinda da agricultura irrigada nos perímetros, avaliando-se também o retorno financeiro (RI) da piscicultura extensiva nos reservatórios. Como receita líquida, entende-se o resultado da diferença entre a renda bruta total auferida com a venda da safra agrícola, e do pescado produzido, e os respectivos custos de produção envolvidos. O modelo, obrigado a atender demandas fixadas para o abastecimento urbano, busca suprir os demais requerimentos hídricos definidos para o sistema não violando restrições mensais impostas à sua funcionalidade. Para representar o comportamento hídrico do sistema são empregadas as mesmas técnicas usadas na simulação, que entram no programa como restrição, executando-se balanços mensais de massas entre afluências, defluências e variações de volumes armazenados para cada reservatório, sendo que a demanda para irrigação, traduzida pela necessidade hídrica suplementar para as culturas, é avaliada pelo balanço hídrico mensal do solo, conforme as áreas de cultivo definidas pelo processo iterativo de otimização.



## 4.2. ASPECTOS MATEMÁTICOS

As variáveis processadas pelo modelo são relacionadas aos elementos naturais (hidroclimáticos e hidroagrícolas) e artificiais (demandas, características físicas, parâmetros comerciais, entre outros) identificados como pertinentes ao estudo do sistema hídrico. Para estes elementos, definem-se quatro pontos básicos de entradas de dados envolvendo os reservatórios, demandas de água para o abastecimento doméstico, calhas dos rios e perímetros, como indicados na Tabela 4.0. O modelo opera a nível mensal permitindo inferir o comportamento do sistema para situações climáticas média, chuvosa e seca, admitindo criar cenários para variados volumes de acumulação, e de sustentabilidade hídrica para os reservatórios, e de áreas totais, máximas e mínimas, a serem plantadas em cada perímetro, por tipo de cultura. Na seqüência é apresentado, matematicamente, este conjunto de equações.

### 4.2.1. DA AGRICULTURA IRRIGADA

O objetivo é calcular a receita líquida (RL) gerada pela escolha apropriada da dimensão de áreas irrigadas para cada tipo de cultura. Para isso, procura-se levar em consideração a renda bruta obtida com a venda dos produtos agrícolas, os custos de produção anuais, o custo da água de irrigação e a atualização monetária. A renda bruta anual  $Rb_{jt}$  em R\$/ano/cultura, pode ser dada por:

$$Rb_{jt} = \sum_{k=1}^{ni} Prod_{jt} * Prc_j * Ac_{jk} \quad (4.1)$$

Onde:

- $j$  – indica o tipo de cultura,  $j=1, \dots, nc$ ;
- $t$  – indica o ano,  $t=1, \dots, na$ ;
- $k$  – indica o perímetro irrigado,  $k=1, \dots, ni$ ;
- $ni$  – número de perímetros irrigados;
- $nc$  – número de culturas;
- $na$  – número de anos em estudo;
- $Prod_{jt}$  – produtividade da cultura  $j$  por unidade de área no ano  $t$  de irrigação,

- $Prc_j$  – valor atualizado do preço de comercialização da cultura  $j$  e  
 $Ac_{jk}$  – área plantada com a 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:

$$Cp_{jt} = \sum_{k=1}^{ni} Cprod_{jt} * Ac_{jk} \quad (4.2)$$

Onde:

$Cprod_{jt}$  – valor atualizado do custo de produção por unidade de área da cultura  $j$  referentes à gastos relativos ao ano  $t$ .

Para se determinar a quantidade de água alocada para a irrigação, isto é, a lâmina de rega, avalia-se num primeiro passo a necessidade hídrica máxima mensal desta planta para desempenhar as atividades vegetativas ao longo do seu ciclo fenológico, ou seja, calcula-se a taxa de evapotranspiração potencial mensal da cultura  $j$  no mês  $t$  e perímetro  $k$ ,  $Etp_{jkt}$  em mm/mês, que pode ser estimada, de forma aproximada, em função da taxa de evapotranspiração de referência no mês  $t$  no perímetro  $k$ ,  $Eto_{kt}$  em mm/mês, que, por sua vez, pode ser representada por (Gomes, 1999):

$$Eto_{kt} = K_{Tk} * Ev_{kt} \quad (4.3)$$

Onde:

- $t$  – indica o mês,  $t=1, \dots, nm$ ;  
 $nm$  – número de meses em estudo;  
 $K_{Tk}$  – coeficiente do tanque evaporimétrico no perímetro  $k$  e  
 $Ev_{kt}$  – taxa de evaporação média mensal em mm/mês de um tanque evaporimétrico, normalmente do tipo classe A, colocado na região do perímetro  $k$ .

Logo:

$$Etp_{jkt} = Kc_{jt} * Eto_{kt} \quad (4.4)$$

Onde:

- $Kc_{jt}$  – coeficiente de cultivo no mês  $t$  da cultura  $j$  que reflete a sua necessidade hídrica em função de sua fase de crescimento.

Para se determinar a lâmina de rega, é necessário calcular, sob o ponto de vista agrônomo, a taxa da precipitação que infiltra no solo e efetivamente permanece à disposição das raízes da planta, isto é, a precipitação efetiva no mês  $t$  no perímetro  $k$ ,  $Pce_{kt}$  em mm/mês, na região a ser irrigada, que é estimada a partir de (especificação da FAO, 1998, para terrenos com declividade de 4 a 5%):

$$Pce_{kt} = 0,8 * Pc_{kt} - 25 \text{ se } Pc_{kt} \geq 75 \text{ mm} \quad (4.5)$$

ou

$$Pce_{kt} = 0,6 * Pc_{kt} - 10 \text{ se } Pc_{kt} < 75 \text{ mm} \quad (4.6)$$

Onde:

$Pc_{kt}$  - taxa de precipitação no mês  $t$  em mm/mês que ocorre no perímetro  $k$ .

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

$$Nl_{jkt} = Etp_{jkt} - Pce_{kt} - G_{jkt} - W_{kt} \quad (4.7)$$

Onde:

$G_{jkt}$  - dotação de água à zona 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

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

Por outro lado, a quantidade de água a ser aduzida para cada tipo de cultura  $j$  dependerá, também, da eficiência do sistema de irrigação,  $Eirr_{jk}$  que, por sua vez, é resultado do produto entre a eficiência do sistema de distribuição de água para cada perímetro,  $Esis_{jk}$ , e da eficiência da aplicação da irrigação por cultura,  $Eapl_j$ , ou seja:

$$Eirr_{jk} = Eapl_j * Esis_{jk} \quad (4.8)$$

e da necessidade de lixiviação dos sais que se acumulam no solo cultivado, obtida em função da fração de água mínima,  $LR_{jkt}$ , que deve percolar para lavar esses sais, que depende da qualidade da água de irrigação e da salinidade tolerada pela cultura  $j$  no perímetro  $k$  no mês  $t$ . Equações para se determinar  $LR_{jkt}$  para os casos de irrigação por inundação e por aspersão de baixa frequência, e para irrigações de alta frequência (gotejamento e microaspersão), são propostas por Rhoades e Merrill, citados por Gomes (1999). Nesse trabalho, não se dispo de dados sobre a condutividade elétrica do extrato do solo saturado de cada perímetro, não foram avaliadas dotações para água de lixiviação.

Logo, a lâmina mensal de água para a irrigação da cultura  $j$  no mês  $t$  para o perímetro  $k$ ,  $Q_{irr_{jkt}}$ , que é naturalmente transformada em vazão por unidade de área, a ser fornecida pelo sistema será obtida por:

$$Q_{irr_{jkt}} = \frac{NI_{jkt}}{(1 - LR_{jkt}) * E_{irr_{jk}}} \quad (4.9)$$

O custo da água anual,  $Ca_{jt}$  em R\$/ano/cultura, aduzida para os perímetros pode ser obtida por:

$$Ca_{jt} = \sum_{k=1}^{ni} \sum_{i=12*(t-1)+1}^{12*(t-1)+12 \leq nm} Pra_k * Q_{irr_{ijk}} * Ac_{jk} \quad (4.10)$$

Onde:

$Pra_k$  – preço da água por unidade de volume, aduzida para o perímetro  $k$ .

Portanto, a receita líquida total,  $RL$  em R\$, é dada por:

$$RL = \sum_{t=1}^{na} \prod_{l=1}^t (1 + d_l) \sum_{j=1}^{nc} \left[ \prod_{m=1}^t (1 + dc_{jl}) * Rb_{jt} - Cp_{jt} - Ca_{jt} \right] \quad (4.11)$$

em que:

$t$

$\sum_{l=1}^t \prod (1 + d_l)$  = fator de atualização monetária referente a taxa de (inflação) desvalorização

$l=1$   $d_l$  da moeda 1 no ano  $l$ ;

$\sum_{l=1}^t \prod (1 + dc_{jl})$  = 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.

Outros custos, como por exemplo, os gastos fixos e indiretos dos produtores (administração, taxas, etc.), não alteram o resultado do processo de otimização e não são levados em consideração na solução do problema, apesar de poderem ser diluídos na formação do preço de produção das culturas.

Outros aspectos da agricultura irrigada estão relacionados com as restrições físicas e operacionais do sistema. Entre as restrições físicas podem ser destacadas a quantidade de área a ser irrigada em cada perímetro, a capacidade de vazão para este perímetro e a não negatividade das variáveis. Entre as restrições operacionais é possível referenciar os critérios agronômicos e de mercado.

Com relação à limitação imposta pela capacidade do canal ou adutora pela qual a água é aduzida até o perímetro irrigado, esta pode ser representada por:

$$\sum_{j=1}^{nc} Q_{irr_{jkt}} * A_{c_{jk}} \leq Q_{tmax_k} \quad (4.12)$$

Onde:

$Q_{tmax_k}$  – capacidade máxima mensal de vazão da adutora ou canal para o perímetro  $k$ .

$Q_{irr_{jkt}}$  - lâmina mensal de água para a irrigação da cultura  $j$  no mês  $t$  para o perímetro  $k$ .

Conforme já citado anteriormente, devem existir restrições quanto ao limite máximo mensal da área que pode ser plantada por perímetro em cada mês, que podem ser expressas por:

$$\sum_{j=1}^{nc} \alpha_{jkt} * A_{c_{jk}} \leq A_{pmax_{kt}} \quad (4.13)$$

em que:

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

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

$A_{pmax_{kt}}$  – limite máximo de área total que pode ser plantada por perímetro no mês  $t$ .

Com relação aos critérios agrônômicos e de mercado, o conjunto de restrições se refere aos limites mínimos e máximos de áreas plantadas com cada tipo de cultura por perímetro irrigado, e podem ser expressas por:

$$Ac_{min_{jk}} \leq Ac_{jk} \leq Ac_{max_{jk}} \quad (4.14)$$

Onde;

- $Ac_{min_{jk}}$  - área mínima plantada com a cultura j no perímetro k  
 $Ac_{max_{jk}}$  - área máxima plantada com a cultura j no perímetro k.

#### 4.2.2. DOS RESERVATÓRIOS E SEUS COMPONENTES

No modelo, os reservatórios podem ser conectados, via pontos de conexão denominados nós do sistema, a outros elementos, a jusante deles, através dos descarregadores de fundo, vertedouros e tomadas d'água. A vazão em cada um destes elementos depende de seus parâmetros hidráulicos e do nível de água no reservatório. Por outro lado, o reservatório pode estar conectado a um nó a montante que venha a receber vazões afluentes. Portanto, o balanço hídrico mensal de cada reservatório, que é baseado no princípio de conservação da massa e determina a variação mensal do volume nele armazenado, pode ser expresso pela seguinte equação:

$$V_{R_{l,t+1}} = V_{R_{l,t}} + \sum_{\alpha(l)} Q_{a_{\alpha(l),t}} - \sum_{f(l)} Q_{f_{f(l),t}} - \sum_{t(l)} Q_{t_{t(l),t}} + (Pr_{lt} - Ev_{R_{lt}}) * Ar_{lt} - \sum_{v(l)} Q_{v_{v(l),t}} \quad (4.15)$$

Onde;

- $\alpha(l)$  - índice que representa a  $\alpha$ -ézima vazão afluente ao reservatório l;  
 $f(l)$  - índice que representa o f-ézimo descarregador de fundo do reservatório l;  
 $t(l)$  - índice que representa a t-ézima tomada de água do reservatório l;  
 $v(l)$  - índice que representa o v-ézimo vertedouro do reservatório l;  
 $V_{R_{lt}}$  - volume do reservatório l no mês t;  
 $V_{R_{l,t+1}}$  - volume do reservatório l no mês t+1;  
 $Q_{a_{\alpha(l),t}}$  -  $\alpha$ -ézima vazão afluente ao reservatório l no mês t;  
 $Q_{f_{f(l),t}}$  - f-ézima vazão de descarga de fundo do reservatório l no mês t;  
 $Q_{t_{t(l),t}}$  - t-ézima vazão de tomada d'água do reservatório l no mês t;  
 $Pr_{lt}$  - precipitação direta no reservatório l no mês t;

- $E_{v_{lt}}$  - taxa de evaporação sobre o reservatório l no mês t,  
 $A_{r_{lt}}$  - área média do espelho d'água do reservatório l no mês t e  
 $Q_{v_{v(l)t}}$  - e-ézimo volume vertido 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 mensais do reservatório variam de mês a mês sendo, portanto, necessário atualizá-las mensalmente. As atualizações mensais das cotas, áreas e volumes também servem para que se estabeleçam limites para os cálculos dos volumes defluentes via tomadas d'água, descargas de fundo e extravasores. A vazão a ser aduzida através das tomadas d'água está limitada a sua capacidade máxima e à cota da tomada d'água, o que pode ser descrito, matematicamente, por:

$$0 \leq Q_{t(l),t} \leq Q_{tmax_{t(l)}}; \quad (4.16)$$

$$Q_{t(l),t} \geq 0 \text{ se } H_{r_{lt}} \geq H_{t(l)} \quad (4.17)$$

Onde:

- $Q_{tmax_{t(l)}}$  - vazão máxima de adução pela t-ézima tomada d'água do reservatório l;  
 $H_{r_{lt}}$  - cota do nível d'água do reservatório l no mês t;  
 $H_{t(l)}$  - cota da t-ézima tomada d'água no reservatório l,

A vazão liberada por descarregadores de fundo está limitada pela sua capacidade máxima no mês t, sendo estimada pela equação abaixo, referida em Quintela (1981):

$$0 \leq Q_{f_{(l),t} \leq C_{f_{(l)}} * A_{f_{(l)}} * (2 * g * (H_{r_{lt}} - H_{f_{(l)}}))^{0,5} \quad (4.18)$$

Onde;

- $C_{f_{(l)}}$  - coeficiente de vazão do f-ézimo descarregador de fundo do reservatório l;  
 $Q_{f_{(l),t}}$  - vazão máxima que pode ser aduzida pelo f-ézimo descarregador de fundo do reservatório l no mês t;  
 $A_{f_{(l)}}$  - área da seção transversal do f-ézimo descarregador de fundo do reservatório l,  
 $H_{f_{(l)}}$  - cota de jusante da geratriz inferior do f-ézimo descarregador de fundo do reservatório l.

As vazões extravasadas através de vertedouros são estimadas pela equação a seguir, referida em Quintela (1981):

$$Q_{v_{v(l)}} = C_{v_{v(l)}} * B_{v_{v(l)}} * (H_{r_{lt}} - H_{vert_{v(l)}})^{1,5} \quad (4.19)$$

Onde:

$C_{v_{v(l)}}$  – coeficiente de descarga dependente da forma do  $v$ -ézimo vertedor do reservatório  $l$ ,

$B_{v_{v(l)}}$  – largura de base do  $v$ -ézimo vertedouro do reservatório  $l$  e

$H_{vert_{v(l)}}$  – cota da soleira do  $v$ -ézimo vertedouro do reservatório  $l$ .

As vazões vertidas serão calculadas se, e somente se, a seguinte condição for satisfeita:

$$H_{vert_{v(l)}} \leq H_{r_{lt}} \leq H_{vmax_{v(l)}} \quad (4.20)$$

Onde:

$H_{vmax_{v(l)}}$  – cota do nível d'água do reservatório  $l$  que gera a lâmina vertente máxima projetada para o  $v$ -ézimo vertedouro.

Restrições de ordem física podem ser impostas ao problema como, por exemplo:

$$V_{r_{morto(l)}} \leq V_{r_{lt}} \leq V_{rmax(l)} \quad (4.21)$$

Onde:

$V_{r_{morto(l)}}$  é o volume morto e  $V_{rmax(l)}$  é a capacidade máxima, referidos ao reservatório  $l$ .

Outras restrições por critérios operacionais podem ser impostas ao problema, que podem ser dados por:

$$V_{rmin_{lt}} \leq V_{r_{lt}} \leq V_{rmax_{lt}} \quad (4.22)$$

Onde:

$V_{rmax_{lt}}$  – volume máximo admitido para o reservatório  $l$  no mês  $t$ , e

$V_{rmin_{lt}}$  – volume mínimo admitido para o reservatório  $l$  no mês  $t$ .



### 4.2.3. OUTROS COMPONENTES DO SISTEMA

As calhas dos rios também fazem parte do sistema hídrico, para o modelo, cujas vazões podem estar limitadas por valores inferiores, indicando requerimentos de regularizações e de vazões ecológicas para saneamento do rio, ou superiores, para o controle de cheias, que podem ser descritas matematicamente por:

$$Q_{cmin_{ct}} \leq Q_{cct} \leq Q_{cmax_{ct}} \quad (4.23)$$

Onde:

- $c$  - índice que indica a calha (trecho) de rio;
- $Q_{cmin_{ct}}$  - vazão mínima na  $c$ -ézima calha de rio no mês  $t$ ,
- $Q_{cct}$  - vazão na  $c$ -ézima calha do rio no mês  $t$ , e
- $Q_{cmax_{ct}}$  - vazão máxima na  $c$ -ézima calha de rio no mês  $t$ .

Além destas restrições, o modelo de otimização promove ainda o balanço em cada nó do sistema, como segue:

$$\sum_i Q_{entra_{in,t}} = \sum_j Q_{sai_{jn,t}} \quad (4.24)$$

Onde:

- $Q_{entra_{in,t}}$  - é a  $i$ -ézima vazão de entrada no nó  $n$ , no mês  $t$ , e
- $Q_{sai_{jn,t}}$  - é a  $j$ -ézima vazão de saída do nó  $n$ , no mês  $t$ .

### 4.2.4. DA PISCICULTURA

A receita líquida (RI) oriunda de atividades piscícolas no reservatório pode ser dada por:

$$RI = (Prmp_l * Pdp_l - Cal) * (\min_t Ar_{lt}) \quad (4.25)$$

Onde:

- $Prmp_l$  - preço médio do pescado na região do reservatório  $l$ ;
- $Pdp_l$  - produtividade média de pescado por unidade de área;
- $Cal$  - custo de alevinagem por unidade de área e;

$\min_t Ar_{lt}$  - área da superfície líquida mínima, entre os meses  $t$  de despesca, no reservatório  $l$

### 4.3. ANÁLISE DE CONVERGÊNCIA DA OTIMIZAÇÃO

O modelo é executado com base em um programa principal, *Otimiz*, responsável pela otimização via MATLAB®, apoiando-se em informações de seis arquivos, num trabalho iterativo, sendo eles:

- o arquivo *dados*, contendo valores para as variáveis operacionais do sistema;
- o *balhid*, com a função balanço hídrico mensal dos reservatórios;
- o *cotvol*, que opera entradas de volumes mensais e sai com as cotas dos níveis d'água mensais dos reservatórios;
- o *espcot*, que opera entradas de cotas de níveis d'água mensais e gera áreas de espelhos d'água mensais para os reservatórios;
- o *irrig*, responsável pelas avaliações agronômicas e econômicas da irrigação, a nível mensal;
- o *penal*, com as funções de penalidade aplicáveis à minimização da função objetivo, observadas as restrições impostas.

Os arquivos *printarq* e *printarqi* operam a impressão dos resultados da otimização, seja em forma de solução final ou como solução imediatamente anterior, respectivamente, completado, ou não, o número de iterações de minimização programadas para a execução do algoritmo.

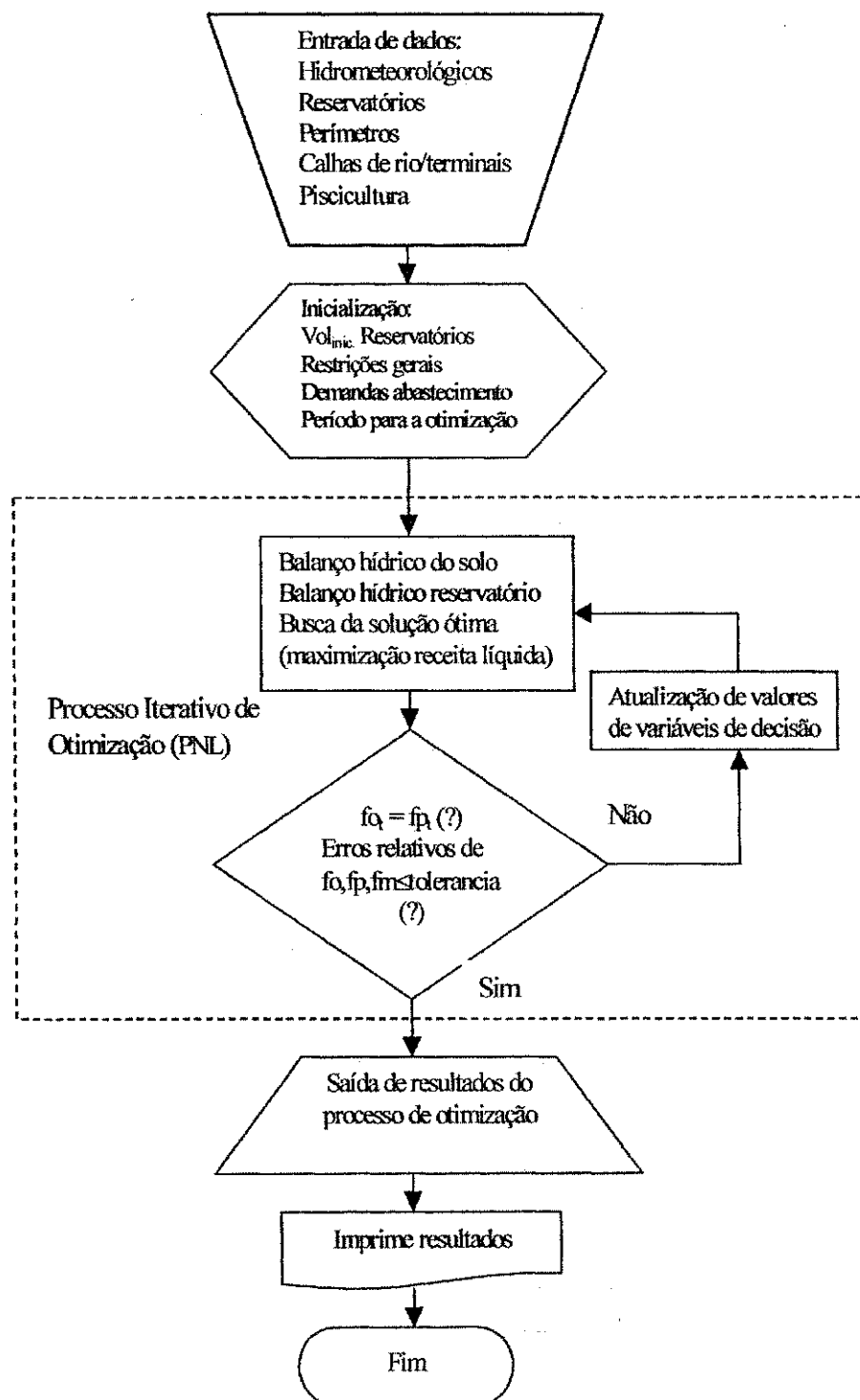
A convergência do processo iterativo de otimização é analisada através dos valores calculados para a função objetivo e função de penalidade que, para uma boa aceitação, devem ser iguais ou da mesma ordem de grandeza, sendo avaliados ainda:

- o erro relativo na função objetivo ( $f_o$ ), dado por:  $\text{erro}_{f_o} = |(f_{o_t} - f_{o_{t-1}}) / f_{o_t}|$ ;
- o erro relativo na função de penalidade ( $f_p$ ), dado por:  $\text{erro}_{f_p} = |(f_{p_t} - f_{p_{t-1}}) / f_{p_t}|$  e
- o erro relativo na função mista ( $f_m$ ), dado por:  $\text{erro}_{f_m} = |(f_{p_t} - f_{o_t}) / f_{o_t}|$ ,

que devem respeitar um nível de tolerância ( $tol$ ) especificado, sendo adotado neste trabalho uma tolerância de valor igual ou menor a 0,00001 ( $10^{-5}$ ). O programa ainda fornece resultados para análise da convergência de restrições, dentro da tolerância requerida, descrevendo o tipo de restrição violada, ou não, suas quantidades mensais e valores totais, seja em vazões, volumes, níveis e áreas.

#### 4.4. FLUXOGRAMA DO MODELO

O fluxograma geral do modelo está apresentado na Figura 4.1. É importante ressaltar que as saídas do modelo, possibilitando extensivas análises de desempenho do sistema hídrico em estudo, determinam valores mensais para volumes, cotas e áreas de espelho d'água, vazões mensais de afluxos, de descargas e de sangria, por reservatório; vazões mensais nas tomadas d'água e nas calhas do rio; vazões mensais para irrigação por perímetro, áreas irrigadas e mão de obra alocada por cultura e por perímetro; receita líquida anual auferida por cultura em cada perímetro; áreas mínimas de espelho d'água, produção de pescado, mão de obra e receita líquida anual advinda da piscicultura, para cada reservatório. O programa ainda gera resultados para análise da convergência do processo iterativo e de restrições, dentro da tolerância requerida, descrevendo o tipo das restrições violadas, ou não, suas quantidades mensais e valores totais, seja em vazões, volumes, níveis e áreas.



**Figura 4.1- Fluxograma para o modelo**

Tabela 4.0-Elementos de entrada para o modelo de otimização

<p><b>a) RESERVATÓRIOS</b></p> <p><b>a1) Hidrometeorológicos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Vazão afluente</li> <li>-Precipitação direta</li> <li>-Evaporação</li> <li>-Coeficiente de evaporação tanque</li> <li>-Qualidade da água</li> </ul> <p><b>a2) Estruturais</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Relações cota x área x volume</li> <li>-Vertedores (equação de descarga: coef. de descarga, largura, cota da soleira, lâmina vertente máxima)</li> <li>-Descargas de fundo (equação de descarga: coef. descarga, área da seção, cota de jusante)</li> <li>-Tomadas de água (vazão máxima, cota mínima operacional)</li> </ul> <p><b>a3) Operacionais</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Volumes máximos e mínimos de armazenamento</li> <li>-Volumes para controle de cheias</li> <li>-Sustentabilidade hídrica</li> </ul> <p><b>a4) Piscicultura</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Produtividade de pescado</li> <li>-Custo de alevinagem</li> <li>-Preço de venda</li> <li>-Produção por pescador</li> </ul> <p><b>b) DEMANDAS DE AGUA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Abastecimento público</li> <li>-Descarga ecológica</li> <li>-Outros usos identificados</li> </ul> <p><b>c) CALHAS DE RIO / TERMINAIS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Capacidade máxima</li> <li>-Vazão de regularização</li> </ul>	<p><b>d) PERÍMETROS IRRIGADOS</b></p> <p><b>d1) Culturas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Definição das culturas</li> <li>-Plano cultural (safra e entressafra)</li> <li>-Requerimentos hídricos (ciclo fenológico, coeficiente de cultivo)</li> <li>-Produtividade</li> <li>-Custo de produção(mão de obra, energia, custo da água, outros insumos)</li> <li>-Requerimentos financeiros (inflação, outra taxas)</li> <li>-Preço de venda</li> </ul> <p><b>d2) Terrenos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Aptidão agrícola</li> <li>-Área total disponível para plantio</li> <li>-Área máxima de plantio por cultura</li> <li>-Área mínima de plantio por cultura</li> <li>-Capacidade máxima da adução de de água para o perímetro</li> </ul> <p><b>d3) Sistemas de irrigação</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Tipo de sistema por cultura (gotejamento, sulco, aspersão, outros)</li> <li>-Eficiência do sistema de distribuição (canais, tubulações) por cultura</li> <li>-Eficiência da aplicação por cultura</li> <li>-Custo de manutenção</li> <li>-Custo de implantação</li> <li>-Vida útil do sistema</li> <li>-Taxa anual de amortização investimento</li> </ul> <p><b>d4) Dados meteorológicos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Precipitação na área irrigável</li> <li>-Precipitação efetiva</li> <li>-Evaporação / evapotranspiração</li> <li>-Coeficiente de evaporação</li> </ul>
---	--

## **CAPÍTULO V**

### **DADOS DE ENTRADA DO MODELO**

Neste capítulo são descritos os dados de entrada ao modelo de otimização para o sistema hídrico em estudo. Estes dados são referentes: aos reservatórios, hidrologia, agricultura irrigada e piscicultura. São descritos também os cenários hidroclimáticos usados na pesquisa.

#### **5.1. O SISTEMA HÍDRICO**

A representação física do sistema hídrico em estudo é mostrada na Figura 5.1, nela está indicado o posicionamento de todos os componentes do sistema: Os reservatórios e perímetros irrigados, as variáveis que identificam as entradas e saída de água, e os pontos de conexão (nós) entre os reservatórios e os demais elementos, seja a montante ou a jusante.

#### **5.2. DADOS REFERENTES AOS RESERVATÓRIOS**

##### **5.2.1. As curvas: Cota x Área x Volume**

Os dados dos reservatórios adotados no modelo de otimização, tanto estruturais quanto operacionais, dizem respeito às relações cota x área x volume, volumes de armazenamento, máximos e mínimos, permitidos; características hidráulicas das

tomadas d'água, descarga de fundo e vertedouros, descargas mínimas e máximas permitidas.

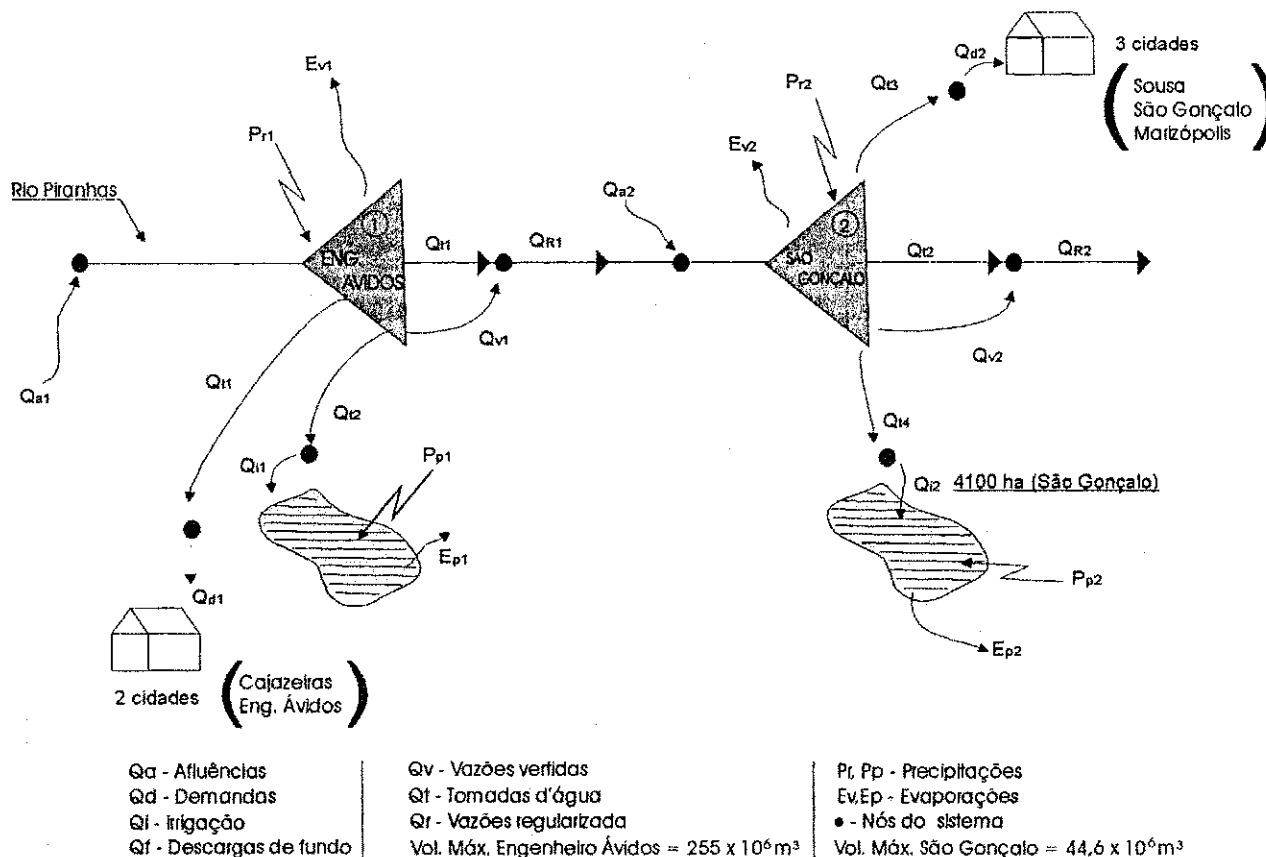


Figura 5.1 - Configuração do sistema hídrico em estudo

Onde:  $Q_a$ = vazão afluente;  $Q_v$ = vazão vertida;  $Q_t$ = tomada d'água;  $Q_f$ = vazão descarregada;  $Pr$ = precipitação no reservatório;  $Er$ = evaporação no reservatório;  $Pp$ = precipitação na área irrigada;  $Ep$ = evaporação na área irrigada.

As 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 mensais do reservatório variam de mês a mês. Para atualizá-las, mensalmente, o modelo requer que se estabeleçam as relações matemáticas para cota, área e volume da Bacia Hidráulica. Tais relações foram obtidas com o software *Ajuste de Curvas*, versão 1999, desenvolvido pelo professor Wilton Pereira da Silva, do Departamento de Física da Universidade Federal de Campina Grande. Foram analisadas, a partir dos dados originais de cota x área x volume, as funções matemáticas pré-definidas no aplicativo, que melhor se adequavam a esses dados, mediante verificação pelo teste do Qui-quadrado. Pela obtenção

do menor valor de Qui-quadrado encontrado e visualização da correspondente curva ajustada, foram definidos e usadas no modelo, as seguintes funções matemáticas:

Tabela 5.1 – Cota do nível d'água a partir do volume

Reservatório	Curvas ajustadas
Engenheiro Avidos	$H_{rt} = 0,28898 \cdot 10^3 \cdot (\exp((-0,15829 \cdot 10^{-9} \cdot V_{rt}) + (0,84065 \cdot (V_{rt}^{0,5}))))$
São Gonçalo	$H_{rt} = 0,90182 \cdot 10^{-1} \cdot (V_{rt}^{0,31269}) + 0,22469$

Onde:

$H_{rt}$  é a cota do nível da água do reservatório no mês t.

$V_{rt}$  é o volume da bacia hidráulica do reservatório no mês t

Tabela 5.2 – Área da bacia hidráulica a partir da Cota do nível d'água

Reservatório	Curvas ajustadas
Engenheiro Avidos	$A_{rt} = 1 / (-0,61645 \cdot 10^2 + 0,92064 \cdot 10^{-3} \cdot (H_{rt}^2))^{-0,49991 \cdot 10}$
São Gonçalo	$A_{rt} = 1 / (-0,95689 \cdot 10^3 + 0,19503 \cdot 10^{-1} \cdot H_{rt}^2)^{-0,28897 \cdot 10}$

Onde:

$A_{rt}$  é a área da bacia hidráulica do reservatório no mês t;

$H_{rt}$  é a cota do nível da água do reservatório no mês t.

Tabela 5.3 – Volume do reservatório a partir da Cota do nível d'água

Reservatório	Curvas ajustadas
Engenheiro Avidos	$V_{rt} = (-0,16358 \cdot 10^4 + 0,5786417 \cdot 10 \cdot H_{rt})^{0,3654967 \cdot 10}$
São Gonçalo	$V_{rt} = (1 / (-0,155466 \cdot 10^3 + (0,334953 \cdot 10^{-2} \cdot (H_{rt}^2)))^{-0,453318 \cdot 10}) - 0,57583 \cdot 10^6$

Onde:

$V_{rt}$  é o volume da bacia hidráulica do reservatório no mês t;

$H_{rt}$  é a cota do nível da água do reservatório no mês t.

### 5.2.2. Volumes máximos e mínimos

Os volumes máximos e mínimos de projeto dos dois reservatórios considerados na otimização do sistema estão mostrados na Tabela 5.4.



Tabela 5.4 – Volumes máximos e mínimos (morto) para os dois reservatórios

Reservatório	Volume máximo		Volume mínimo	
	Valor ( $10^6 \text{ m}^3$ )	Cota (m)	Valor ( $10^6 \text{ m}^3$ )	Cota (m)
Engenheiro Avidos	255,0	317,2	27,9	301
São Gonçalo	44,6	247	2,9	234

### 5.2.3. Tomadas d'água e Vertedores

No cálculo das vazões mensais a serem liberadas para os leitos dos rios a jusante dos reservatórios para atendimento das demandas de abastecimento, e para os dois projetos de irrigação, através da Equação 4.18, foram considerados dados mostrados na Tabela 5.5.

As cotas do nível da água ( $H_{r_t}$ ) da Equação 4.18, variável mês a mês, serão obtidas a partir das curvas *Cota x Área x Volume* dos respectivos reservatórios.

As vazões mensais extravasadas pelos vertedores foram determinadas pela equação 4.19 (página 32):

$$Q_{v_t} = C_v \cdot B_v \cdot (H_{r_t} - H_{vert})^{1,5}$$

onde,

$Q_{v_t}$  - vazão de vertimento;

$C_v$  – coeficiente de descarga do vertedor;

$B_v$  – largura de base do vertedor;

$H_{r_t}$  – cota do nível d'água do reservatório no mês t; e

$H_{vert}$  – cota da soleira do vertedor.

As vazões vertidas somente serão calculadas se for satisfeita a condição  $H_{vert} \leq H_{r_t} \geq H_{v_{máx}}$ , onde  $H_{v_{máx}}$  é a cota do nível do reservatório que causaria a lamina vertente máxima projetada para o sangrador. Na Tabela 5.6 são mostradas os valores dos parâmetros usados para estimativa das vazões mensais extravasadas para os dois reservatórios estudados.

De acordo com informações do Departamento Nacional de Obras contra às Secas (DNOCS), a vazão mínima de regularização para o reservatório Engenheiro Avidos

é de 1,1 m<sup>3</sup>/s e para o reservatório São Gonçalo a vazão mínima de regularização é 0,3 m<sup>3</sup>/s.

Tabela 5.5 – Dados das tomadas d'água

Reservatório	Coefficiente de vazão (Cf)	Diâmetro do tubo (mm)	Área da seção transversal (m <sup>2</sup> )	Cota da tomada d'água (m)
Engenheiro Avidos	0,60	1200	1,130	301,0
São Gonçalo	0,60	500	0,196	234,0

Tabela 5.6 – Parâmetros adotados para estimativa das vazões vertentes máximas

Reservatório	Coef. de descarga do vertedor - Cv	Largura do Vertedor – Bv (m)	Cota da soleira do vertedor – Hvert (m)
Engenheiro Avidos	0,80	160	317,2
São Gonçalo	0,80	230	247,0

### 5.3. DADOS HIDROLÓGICOS

O modelo utilizado neste estudo, opera a nível mensal, ou seja, a otimização é feita mês a mês; em vista disto, para uma melhor avaliação do comportamento do sistema, submetido a um conjunto de condições variáveis no tempo, serão estabelecidos cenários hidroclimáticos, separados em três situações distintas: média, seca e chuvosa.

#### 5.3.1. Situação Climática Média

##### 5.3.1.1. Precipitação

A precipitação média mensal para cada sub-bacia, calculada com base nos dados do período de 1935 a 1992 (58 anos), é mostrada na Tabela 5.7.

Tabela 5.7 – Precipitação média mensal (mm)

Sub-bacia	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
Eng Avidos	115,1	174,1	235,0	168,6	55,8	26,9	15,5	3,0	4,2	13,5	17,2	35,1	880,6
São Gonçalo	96,0	176,0	247,2	175,6	68,8	34,5	15,8	5,6	4,5	11,6	18,5	41,1	914,4

Fonte: SUDENE, 1990

### 5.3.1.2. Vazão

Os dados fluviométricos foram obtidos do PDRH-PB que utilizou um modelo chuva-vazão: o MODHAC (Lanna *et al.*, 1986). Na Tabela 5.8 estão descritos os dados de vazões mensais médias geradas pelo modelo MODHAC para o período de 1933 a 1989.

Tabela 5.8 – Vazão média mensal (m<sup>3</sup>/s)

Sub-bacia	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
Eng Avidos	0,30	2,27	9,82	14,91	7,47	2,40	0,30	0,01	0,00	0,01	0,02	0,13	37,7
São Gonçalo	0,12	0,84	3,88	5,06	2,42	0,84	0,16	0,01	0,00	0,01	0,02	0,04	13,4

Fonte: Plano Diretor de Recursos Hídricos da Paraíba – PDRH-PB, 1997

### 5.3.1.2. Evaporação

Na Tabela 5.9 são apresentadas as médias mensais da evaporação medida em tanques classe A, no posto situado em Engenheiro Avidos e São Gonçalo. Estas médias foram calculadas com base nos dados do período de 1969 a 1983.

Tabela 5.9 – Evaporação média mensal (mm)

Sub-bacia	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
Eng Avidos	220,4	170,4	185,2	179,8	184,1	197,5	206,3	231,5	222,1	237,1	226,0	248,9	2509
São Gonçalo	182,6	157,2	141,6	136,0	144,8	144,9	168,6	200,1	215,9	223,2	216,2	205,9	2137

Fonte: SUDENE – Postos evaporimétricos de Engenheiro Avidos e São Gonçalo

### 5.3.2. Situação Climática Seca

Para definição do cenário seco, os dados de vazão (ver anexos 2 e 3) foram ordenados de forma crescente. Para o reservatório de Engenheiro Avidos o ano mais seco foi 1942 (menor vazão total anual) e para São Gonçalo o ano mais seco foi 1951. Para estes anos foram obtidos os dados de precipitação correspondente.

#### 5.3.2.1. Precipitação

Tabela 5.10 – Precipitação mensal (mm) – cenário seco

Sub-bacia	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
Eng Avidos	0,0	73,0	37,9	132,8	15,4	0,0	0,0	0,0	0,0	133,0	0,0	99,1	491,2
São Gonçalo	102,8	93,3	83,0	317,3	42,4	41,9	10,3	0,0	0,0	9,7	0,0	25,2	725,9

Fonte: SUDENE, 1990

#### 5.3.2.2. Vazão

Tabela 5.11 – Vazão mensal (m<sup>3</sup>/s) – cenário seco

Sub-bacia	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
Eng Avidos	0,0	0,09	0,12	0,12	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,50	0,01	0,13	0,97
São Gonçalo	0,09	0,05	0,01	0,21	0,49	0,0	0,0	0,0	0,0	0,04	0,0	0,11	1,00

Fonte: Plano Diretor de Recursos Hídricos da Paraíba – PDRH-PB, 1997

#### 5.3.2.3. Evaporação

Tabela 5.12 – Evaporação mensal (mm)

Sub-bacia	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
Eng Avidos	220,4	170,4	185,2	179,8	184,1	197,5	206,3	231,5	222,1	237,1	226,0	248,9	2509
São Gonçalo	182,6	157,2	141,6	136,0	144,8	144,9	168,6	200,1	215,9	223,2	216,2	205,9	2137

Fonte: SUDENE – Postos evaporimétricos de Engenheiro Avidos e São Gonçalo

### 5.3.3. Situação Climática Chuvosa

Para definição do cenário chuvoso foi aplicada a mesma metodologia do cenário seco, ou seja, os dados foram ordenados em forma crescente, sendo observado o ano com maior vazão acumulada no ano. Para o reservatório Engenheiro Avidos o ano mais chuvoso foi 1985 sendo este o mesmo ano para o açude São Gonçalo.

#### 5.3.3.1. Precipitação

Tabela 5.13 – Precipitação mensal (mm) – cenário chuvoso

Sub-bacia	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
Eng Avidos	386,0	294,9	400,7	508,4	202,7	67,1	85,6	3,5	12,5	0,0	0,0	124,5	2085,
São Gonçalo	179,9	315,9	225,7	445,7	144,6	124,9	57,0	4,6	22,6	0,6	2,0	147,1	1670,

Fonte: SUDENE, 1990

#### 5.3.3.2. Vazão

Tabela 5.14 – Vazão mensal (m<sup>3</sup>/s) – cenário chuvoso

Sub-bacia	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
Eng Avidos	1,93	42,03	25,64	52,44	22,17	5,83	1,43	0,0	0,0	0,0	0,0	1,37	152,8
São Gonçalo	0,63	11,86	12,95	22,59	10,5	2,49	1,33	0,11	0,0	0,0	0,0	0,04	62,5

Fonte: Plano Diretor de Recursos Hídricos da Paraíba – PDRH-PB, 1997

#### 5.3.3.3. Evaporação

Tabela 5.15 – Evaporação mensal (mm)

Sub-bacia	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
Eng Avidos	220,4	170,4	185,2	179,8	184,1	197,5	206,3	231,5	222,1	237,1	226,0	248,9	2509
São Gonçalo	182,6	157,2	141,6	136,0	144,8	144,9	168,6	200,1	215,9	223,2	216,2	205,9	2137

Fonte: SUDENE – Postos evaporimétricos de Engenheiro Avidos e São Gonçalo

#### 5.4. DADOS DE ENTRADA PARA AS CULTURAS

Os principais produtos agrícolas explorados na região são: banana, coco, milho e feijão. O cultivo do tomate foi praticamente abandonado devido à ação das pragas no Perímetro Irrigado de São Gonçalo (Freitas, 1999). Diante da tradição agrícola local, possibilidades de cultivos nas manchas de solo desta região e maiores possibilidades econômicas, foram selecionadas 10 (dez) culturas para plantio na região, a saber: banana, coco, melancia, arroz, feijão, milho, goiaba, algodão, melão e manga.

A irrigação pública na bacia hidrográfica do Alto Piranhas é representada pelo projeto São Gonçalo, município de Sousa, com uma área total de projeto de 4100 ha. A irrigação privada representa uma área de 981,8 ha (ver Tabela 3.2).

A Tabela 5.16 apresenta o Plano das Culturas e os coeficientes de cultivo para as dez culturas selecionadas, referentes aos dois reservatórios.

Tabela 5.16 - Coeficientes de cultivo e Plano das Culturas

Culturas	Meses											
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
<b>Banana</b>	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90
<b>Coco</b>	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
<b>Melancia</b>								0,75	1,00	0,75		
<b>Arroz</b>		0,40	0,80	1,15	0,85							
<b>Feijão</b>								0,70	1,10	0,90		
<b>Milho</b>		0,75	1,00	1,00	0,70							
<b>Goiaba</b>	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70
<b>Algodão</b>								0,50	0,75	1,15	0,75	
<b>Melão</b>								0,75	1,00	0,75		
<b>Manga</b>	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80

Fonte : Gomes (1999)

Nas Tabelas 5.17 a 5.20 são mostrados os dados de entrada relativos às culturas (produtividade, preço médio, custo médio de produção e trabalho requerido médio) e sistemas de irrigação, os quais foram adotados levando-se em consideração aqueles que proporcionassem uma melhor eficiência.

Tabela 5.17 - Produtividade das Culturas (kg/ha/ano ou frutos/ha/ano \*)

Culturas	Ciclo Vegetativo	Produtividade (kg/ha/ano)					
		Ano I	Ano II	Ano III	Ano IV	Ano V	Ano VI
<b>Banana pacovan</b>	Perene	10.000	30.000	40.000	40.000	40.000	40.000
<b>Coco *</b>	Perene	---	---	20.000	30.000	40.000	40.000
<b>Melancia (es)</b>	90 dias	25.000	25.000	25.000	25.000	25.000	25.000
<b>Arroz</b>	120 dias	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000
<b>Feijão vigna (es)</b>	120 dias	1.200	1.200	1.200	1.200	1.200	1.200
<b>Milho (s)</b>	85 dias	2.700	2.700	2.700	2.700	2.700	2.700
<b>Goiaba</b>	Perene	1.000	4.000	12.000	16.000	16.000	16.000
<b>Algodão (es)</b>	120 dias	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000
<b>Melão (es)</b>	90 dias	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000
<b>Manga</b>	Perene	---	---	2.000	5.000	8.000	15.000

Obs: (es) – entressafra; (s) – safra

Fonte: Manual de Orçamentos Agropecuários do Banco do Nordeste S/A, 2003

Tabela 5.18 - Preço médio unitário de venda das culturas (R\$/kg)

Culturas	Preço médio (R\$/kg)	Culturas	Preço médio (R\$/kg)
<b>Banana pacovan</b>	0,38	<b>Milho (s)</b>	0,37
<b>Coco</b>	0,37	<b>Goiaba</b>	0,37
<b>Melancia (es)</b>	0,26	<b>Algodão (es)</b>	0,70
<b>Arroz</b>	0,40	<b>Melão (es)</b>	0,45
<b>Feijão vigna (es)</b>	0,66	<b>Manga</b>	0,18

Fonte: EMPASA – Empresa Paraibana de Abastecimento e Serviços Agrícolas, 2003.

Tabela 5.19 - Custo médio de produção das culturas (R\$/ha/ano)

Culturas	Custo de produção (R\$/ha/ano)					
	Ano I	Ano II	Ano III	Ano IV	Ano V	Ano VI
<b>Banana pacovan</b>	4.543,00	3.139,00	3.139,00	3.139,00	3.139,00	3.139,00
<b>Coco</b>	2.027,00	1.344,00	1.994,00	1.994,00	1.994,00	1.994,00
<b>Melancia (es)</b>	2.330,00	2.330,00	2.330,00	---	---	---
<b>Arroz</b>	1.416,00	1.416,00	1.416,00	---	---	---
<b>Feijão vigna (es)</b>	890,00	890,00	890,00	---	---	---
<b>Milho (s)</b>	1.050,00	1.050,00	1.050,00	---	---	---
<b>Goiaba</b>	2.969,50	1.835,00	1.835,00	1.835,00	1.835,00	1.835,00
<b>Algodão (es)</b>	1.270,00	1.270,00	1.270,00	---	---	---
<b>Melão (es)</b>	3.310,00	3.310,00	3.310,00	---	---	---
<b>Manga</b>	2.212,50	1.340,00	1.723,00	2.055,00	2.219,00	2.744,00

Obs: (es) – entressafra; (s) – safra

Fonte: Manual de Orçamentos Agropecuários do Banco do Nordeste S/A, 2003

Tabela 5.20 - Trabalho requerido médio por culturas (homens dia/ano/cultura/ha)

Culturas	Numero de dias (dia/ha/ano)					
	Ano I	Ano II	Ano III	Ano IV	Ano V	Ano VI
<b>Banana pacovan</b>	212	188	188	188	188	188
<b>Coco</b>	101	76	100	100	100	100
<b>Melancia (es)</b>	115	115	115	---	---	---
<b>Arroz</b>	66	66	66	---	---	---
<b>Feijão vigna (es)</b>	48	48	48	---	---	---
<b>Milho (s)</b>	42	42	42	---	---	---
<b>Goiaba</b>	111	111	111	111	111	111
<b>Algodão (es)</b>	119	119	119	---	---	---
<b>Melão (es)</b>	56	56	56	---	---	---
<b>Manga</b>	86	70	85	102	124	151

Fonte: Manual de Orçamentos Agropecuários do Banco do Nordeste S/A, 2003



#### 5.4.1. Dados dos sistemas de irrigação aplicados às culturas

Os métodos de irrigação utilizados no Perímetro Irrigado de São Gonçalo (sulco e inundação) são pouco eficientes, provocando um maior consumo de água, menor rendimento das culturas e agravamento do processo de salinização do solo. Para otimização do sistema foram adotados sistemas de irrigação mais eficientes, no sentido de mitigar os problemas supra citados, a saber: microaspersão, aspersão e gotejamento. Nas Tabelas 5.21 e 5.22 são mostrados os dados referentes aos sistemas de irrigação.

Tabela 5.21 - Parâmetros adotados para os sistemas de irrigação propostos

Sistema de Irrigação	Custo médio anual de manutenção (R\$/ha)	Consumo médio de energia (Kw/ha)	Custo médio de implantação (R\$/ha)
Gotejamento	40,75	1,47	3.500,00 <sup>(1)</sup>
Microaspersão	40,75	1,47	3.500,00 <sup>(2)</sup>
Aspersão	54,00	2,20	2.000,00 <sup>(3)</sup>

Obs:

(1) espaçamento 4,5x4,5 m; 60 l e bailarina de grande alcance; (2) sistema não automatizado; (3) sistema semifixo

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

Tabela 5.22 - Dados dos sistemas de irrigação propostos para cada cultura

Culturas	Sistema de Irrigação	Eapl (%)	Pirr (R\$/ha)	Vutil (anos)	Tam (%/ano)
<b>Banana</b>	Gotejamento	90	3.500,00	10	8
<b>Coco</b>	Gotejamento	90	3.500,00	10	8
<b>Melancia (es)</b>	Microaspersão	85	3.500,00	10	8
<b>Feijão vigna (es)</b>	Aspersão	75	2.000,00	10	8
<b>Milho (s)</b>	Aspersão	75	2.000,00	10	8
<b>Goiaba</b>	Gotejamento	90	3.500,00	10	8
<b>Algodão (es)</b>	Aspersão	75	2.000,00	10	8
<b>Melão (es)</b>	Aspersão	75	2.000,00	10	8
<b>Manga</b>	Gotejamento	90	3.500,00	10	8

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

**Onde:**

**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.

## 5.5. PISCICULTURA

Apesar do grande potencial para uso da piscicultura, esta atividade não se encontra disseminada na região (PDRH-PB, 1997). Segundo Molle e Cadier (1992) esta prática é atrativa na região Nordeste do Brasil por diversos fatores, dentre eles:

- Baixos investimentos iniciais quando na existência de reservatórios;
- Condições excelentes de luz e temperatura ambiente;
- Não interfere nos demais usos da água, visto que, sua demanda, em geral, é pouco expressiva;
- Pode ser praticada em áreas impróprias para agricultura;
- Não requer nenhuma fonte artificial de energia;
- Importante fonte alimentar, tendo em vista, o teor de proteína da carne de peixe de água doce ser superior ao valor encontrado na carne bovina e de aves.

Diante do que foi exposto, a atividade da piscicultura foi considerada para os dois reservatórios.

Para uma avaliação do retorno financeiro desta atividade, foram considerados os seguintes dados de entrada para o modelo:

- Numero de meses para a despesa (Nmdp) = 12;
- Custo de alevinagem (Cal) = R\$ 3,00/ha/ano;
- Preço médio de venda do pescado (Prmp) = R\$ 1,20/kg;
- Produtividade média do pescado (Pdpp) = 120 kg/ha/ano;
- Despesa média anual por pescador (Pdp) = 1500 kg/ano.

## CAPITULO VI

### DESCRIÇÃO DOS CENÁRIOS E ANÁLISE DOS RESULTADOS

#### 6.1. CONSIDERAÇÕES

O modelo utilizado no processo de otimização opera a nível mensal, com função objetivo de maximização da receita líquida anual advinda da agricultura irrigada (RL), da piscicultura extensiva nos reservatórios (RI). Fez-se obrigatório o atendimento prioritário da demanda de 0,09 m<sup>3</sup>/s para o abastecimento humano; as vazões mínimas de regularização são de 1,1 m<sup>3</sup>/s para o reservatório Engenheiro Avidos e de 0,30 m<sup>3</sup>/s para o reservatório São Gonçalo, outra restrição operacional que foi imposta ao problema foi a sustentabilidade hídrica do sistema, condição que permite assegurar a repetição do ciclo do uso da água para cenários hidroclimáticos similares.

Os volumes iniciais adotados para os dois reservatórios estudados foram fundamentados em séries históricas (PDRH-PB, 1997) com 34 anos de dados (1969 a 2003), correspondentes ao mês inicial do processo de otimização. Para o reservatório Engenheiro Avidos o volume inicial considerado foi 45% (114,75 hm<sup>3</sup>) do seu volume máximo (255,0 hm<sup>3</sup>) e para o reservatório São Gonçalo o volume inicial foi 56% (24,98 hm<sup>3</sup>) do seu volume máximo (44,6 hm<sup>3</sup>).

Para as diversas situações operacionais idealizadas para o sistema foram considerados os seguintes pressupostos:

- será obrigatório o atendimento prioritário das demandas fixadas para o abastecimento humano, observada a sustentabilidade hídrica dos reservatórios;
- os resultados do processo de otimização serão definidos para 12 meses, com base nas séries de valores médios mensais de pluviometria e de vazões médias mensais afluentes aos reservatórios;
- os planos de culturas anuais estabelecidos para cada área irrigável serão mantidos invariáveis em todas as situações a serem estudadas;
- as culturas permanentes indicadas foram consideradas como em suas plenas capacidades de produção;

## 6.2. CENÁRIOS ANALISADOS

Para verificação do comportamento anual do sistema hídrico nas diversas situações climáticas, anteriormente definidas (seca, média e chuvosa), foram mantidos constantes os planos culturais anuais para os perímetros irrigados, modificando-se os sistemas de irrigação e avaliando a influência dos diversos “cenários” (terminologia adotada para representar as diferentes situações climáticas) sobre a disponibilidade hídrica dos reservatórios.

Foram idealizados e propostos 26 (vinte e seis) cenários, através de combinações envolvendo: o sistema hídrico (individualizado e integrado), situações climáticas (seca, média e chuvosa), sistemas de irrigação (proposto e existente), ciclo vegetativo (só perene e perenes/sazonais), vazão afluente (com redução e transposição de vazões) e tipos de culturas (reais e hipotéticas).

Com o objetivo de avaliar o potencial de água para irrigação, foi idealizado um cenário denominado “virtual”, no qual os dados de entrada para o modelo foram obtidos através do valor médio dos dados de entrada para as culturas perenes (banana, coco, goiaba e manga) e sazonais (melancia, feijão, milho, algodão, melão e arroz), mostrados no Capítulo 5 (ver Tabelas 5.16 a 5.22). Os valores obtidos para o *Cenário Virtual* estão apresentados na Tabela 6.1.

Tabela 6.1 – Dados referentes ao cenário virtual

Cenário Virtual		
Dados das culturas	Cultura Perene	Cultura Sazonal
Produtividade (kg/ha/ano ou ciclo p/ sazonal)	21.250	9.380
Custo de produção (R\$/ha/ano ou ciclo)	1932,08	1.077
Preço de venda (R\$/kg)	0,33	0,49
Trabalho requerido (dia/ha/ano ou ciclo)	121,0	61,0
Coefficiente de Cultivo	0,76	(1)

(1) para as culturas sazonais foram considerados 4 (quatro) valores de acordo com ciclo vegetativo:

período 1 (germinação)= 0,64;

período 2 (crescimento)= 0,95;

período 3 (floração)= 0,95;

período 4 (frutificação)= 0,77.

O Plano das Culturas para o Cenário Virtual ficou definido conforme mostrado na Tabela 6.2.

Tabela 6.2 – Plano das culturas e coeficientes de cultivo para o cenário virtual

Cultura	Meses											
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Perene	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76
Sazonal1	0,64	0,95	0,95	0,77								
Sazonal2		0,64	0,95	0,95	0,77							
Sazonal3			0,64	0,95	0,95	0,77						
Sazonal4				0,64	0,95	0,95	0,77					
Sazonal5					0,64	0,95	0,95	0,77				
Sazonal6						0,64	0,95	0,95	0,77			
Sazonal7							0,64	0,95	0,95	0,77		
Sazonal8								0,64	0,95	0,95	0,77	
Sazonal9									0,64	0,95	0,95	0,77
Sazonal10	0,77									0,64	0,95	0,95
Sazonal11	0,95	0,77									0,64	0,95
Sazonal12	0,95	0,95	0,77									0,64

A descrição detalhada dos cenários analisados para o sistema individualizado e integrado é mostrada a seguir:

### 6.3. SISTEMA INDIVIDUALIZADO

Para o sistema individualizado foram propostos dezesseis cenários, sendo doze para a situação climática média (CM), três para a seca (CS) e um para a chuvosa (CC).

#### 6.3.1. Situação Climática Média

- **CM (cenário médio)** – situação climática média, sustentabilidade hídrica, sistema de irrigação proposto e culturas perenes/sazonais;
- **CMV (cenário médio virtual)** – situação climática média, sustentabilidade hídrica, sistema de irrigação proposto e **culturas hipotéticas** perenes/sazonais;
- **CMVsi (cenário médio virtual sem irrigação)** – situação climática média, sustentabilidade hídrica, **sem irrigação**.
- **CMV1 (cenário médio virtual 1)** – situação climática média, **sustentabilidade hídrica (SH) flexibilizada para 80% do volume inicial, acréscimo de 20% no volume inicial**, sistema de irrigação proposto e culturas hipotéticas perenes/sazonais;
- **CMV2 (cenário médio virtual 2)** – situação climática média, **SH flexibilizada para 40% do volume inicial, acréscimo de 20% no volume inicial**, sistema de irrigação proposto e culturas hipotéticas perenes/sazonais;
- **CMV3 (cenário médio virtual 3)** – situação climática média, **SH flexibilizada para 80% do volume inicial, redução de 20% no volume inicial**, sistema de irrigação proposto e culturas hipotéticas perenes/sazonais;
- **CMV4 (cenário médio virtual 4)** – situação climática média, **SH flexibilizada para 40% do volume inicial, redução de 20% no volume inicial**, sistema de irrigação proposto e culturas hipotéticas perenes/sazonais;
- **CMV -10%Qa** – situação climática média, SH, **redução de 10% na vazão afluente**, sistema de irrigação proposto e culturas hipotéticas perenes/sazonais;
- **CMV -20%Qa** - situação climática média, SH, **redução de 20% na vazão afluente**, sistema de irrigação proposto e culturas hipotéticas perenes/sazonais;
- **CMV -30%Qa** - situação climática média, SH, **redução de 30% na vazão afluente**, sistema de irrigação proposto e culturas hipotéticas perenes/sazonais;

- **CMVP** – situação climática média, SH, sistema de irrigação proposto e **culturas hipotéticas perenes**;
- **CMVS** – situação climática média, SH, **sistema de irrigação por sulco** e culturas hipotéticas perenes/sazonais.

### 6.3.2. Situação Climática Seca

- **CS (cenário seco)** – situação climática seca, SH, sistema de irrigação proposto e culturas perenes/sazonais;
- **CSV (cenário seco virtual)** – situação climática seca, SH, sistema de irrigação proposto e **culturas hipotéticas** perenes/sazonais.
- **CSVsi (cenário seco virtual sem irrigação)** – situação climática seca, SH, **sem irrigação**.

### 6.3.3. Situação Climática Chuvosa

- **CC (cenário chuvoso)** – situação climática chuvosa, SH, sistema de irrigação proposto e culturas perenes/sazonais.

## 6.4. SISTEMA INTEGRADO

Para o sistema integrado foram propostos dez cenários, sendo cinco para a situação climática média (CM) e cinco para a situação climática seca (CS). No sistema integrado também foi estudado a *transposição das águas* do Rio São Francisco, com um acréscimo na vazão afluente de 3,0 m<sup>3</sup>/s, valor conforme proposição constante no Relatório Final da Comissão Especial Suprapartidária da Assembléia Legislativa do Estado da Paraíba em agosto de 1999.

#### 6.4.1. Situação Climática Média

- **CM1st (cenário médio sem transposição)** - situação climática média, SH, sistema de irrigação proposto, **sem transposição das águas** e culturas perenes/sazonais;
- **CM1ct (cenário médio com transposição)** - situação climática média, SH, sistema de irrigação proposto, **com transposição das águas** e culturas perenes/sazonais;
- **CMV1st (cenário médio virtual sem transposição)** - situação climática média, SH, sistema de irrigação proposto, **sem transposição das águas e culturas hipotéticas perenes/sazonais**;
- **CMV1st\_si (cenário médio virtual sem transposição e sem irrigação)** - situação climática média, SH, **sem transposição das águas, sem irrigação**;
- **CMV1ct (cenário médio virtual com transposição)** - situação climática média, SH, sistema de irrigação proposto, **com transposição das águas e culturas hipotéticas perenes/sazonais**.

#### 6.4.2. Situação Climática Seca

- **CS1st (cenário seco sem transposição)** - situação climática seca, SH, sistema de irrigação proposto, **sem transposição das águas** e culturas perenes/sazonais;
- **CS1ct (cenário seco com transposição)** - situação climática seca, SH, sistema de irrigação proposto, **com transposição das águas** e culturas perenes/sazonais;
- **CSV1st (cenário seco virtual sem transposição)** - situação climática seca, SH, sistema de irrigação proposto, **sem transposição das águas** e culturas hipotéticas perenes/sazonais;
- **CSV1st\_si (cenário seco virtual sem transposição e sem irrigação)** - situação climática seca, SH, **sem transposição das águas e sem irrigação**;
- **CSV1ct (cenário seco virtual com transposição)** - situação climática seca, SH, sistema de irrigação proposto, **com transposição das águas** e culturas hipotéticas perenes/sazonais.



Tabela 6.3 – Descrição dos cenários para o Sistema Individualizado

Parâmetro Operacional	Un	Situação Climática															
		Média											Seca			Chuv	
		CM	CMV	CMVsi	CMV1	CMV2	CMV3	CMV4	CMV	CMV	CMV	CMVP	CMVS	CS	CSV	CSVsi	CC
Vmax (1)	hm <sup>3</sup>	255,0	255,0	255,0	255,0	255,0	255,0	255,0	255,0	255,0	255,0	255,0	255,0	255,0	255,0	255,0	255,0
Vmax (2)	hm <sup>3</sup>	44,6	44,6	44,6	44,6	44,6	44,6	44,6	44,6	44,6	44,6	44,6	44,6	44,6	44,6	44,6	44,6
Vinicial (1)	hm <sup>3</sup>	114,7	114,7	114,7	137,6	137,6	91,7	91,7	114,7	114,7	114,7	114,7	114,7	114,7	114,7	114,7	114,7
Vinicial (2)	hm <sup>3</sup>	24,9	24,9	24,9	29,9	29,9	19,9	19,9	24,9	24,9	24,9	24,9	24,9	24,9	24,9	24,9	24,9
Vmin (1)	hm <sup>3</sup>	28,0	28,0	28,0	28,0	28,0	28,0	28,0	28,0	28,0	28,0	28,0	28,0	28,0	28,0	28,0	28,0
Vmin (2)	hm <sup>3</sup>	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9
Vfinal (1)	hm <sup>3</sup>	114,7	114,7	114,7	110,0	55,0	73,4	36,7	114,7	114,7	114,7	114,7	114,7	114,7	114,7	114,7	114,7
Vfinal (2)	hm <sup>3</sup>	24,9	24,9	24,9	23,8	11,9	15,9	7,9	24,9	24,9	24,9	24,9	24,9	24,9	24,9	24,9	24,9
Culturas	tipo	P/S	H	H	H	H	H	H	H	H	H	P	H	P/S	H	H	P/S
Qafluente	%	*	*	*	*	*	*	*	*	-10	-20	-30	*	*	*	*	*

(1) reservatório Engenheiro Avidos; (2) reservatório São Gonçalo

onde: Vmax = volume máximo do reservatório; Vinicial = volume inicial considerado no processo de otimização; Vmin = volume mínimo do reservatório; Vfinal = volume ao final do período de otimização; Qafluente = vazão afluente ao reservatório (no processo de otimização o valor poderia sofrer acréscimo ou redução); P/S = culturas perenes e sazonais; P = culturas perenes; H = culturas hipotéticas

#### 6.4 – Descrição dos cenários para o Sistema Integrado

Parâmetro Operacional	Un	Situação Climática									
		Média					Seca				
		CM1 st	CM1 ct	CMV1 st	CMV1 st_si	CMV1 ct	CS1 st	CS1 ct	CSV1 st	CSV1 st_si	CSV1 ct
<b>Vmax (1)</b>	hm <sup>3</sup>	255,0	255,0	255,0	255,0	255,0	255,0	255,0	255,0	255,0	255,0
<b>Vmax (2)</b>	hm <sup>3</sup>	44,6	44,6	44,6	44,6	44,6	44,6	44,6	44,6	44,6	44,6
<b>Vinicial (1)</b>	hm <sup>3</sup>	114,7	114,7	114,7	114,7	114,7	114,7	114,7	114,7	114,7	114,7
<b>Vinicial (2)</b>	hm <sup>3</sup>	24,9	24,9	24,9	24,9	24,9	24,9	24,9	24,9	24,9	24,9
<b>Vmin (1)</b>	hm <sup>3</sup>	28,0	28,0	28,0	28,0	28,0	28,0	28,0	28,0	28,0	28,0
<b>Vmin (2)</b>	hm <sup>3</sup>	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9
<b>Vfinal (1)</b>	hm <sup>3</sup>	114,7	114,7	114,7	114,7	114,7	114,7	114,7	114,7	114,7	114,7
<b>Vfinal (2)</b>	hm <sup>3</sup>	24,9	24,9	24,9	24,9	24,9	24,9	24,9	24,9	24,9	24,9
<b>Culturas</b>	tipo	P/S	H	H	*	H	H	P/S	H	*	P/S
<b>Qafluente</b>	m <sup>3</sup> /s	*	+ 3,0	*	*	+ 3,0	*	+ 3,0	*	*	+ 3,0

(1) reservatório Engenheiro Avidos; (2) reservatório São Gonçalo

onde: Vmax = volume máximo do reservatório; Vinicial = volume inicial considerado no processo de otimização; Vmin = volume mínimo do reservatório; Vfinal = volume ao final do período de otimização; Qafluente = vazão afluente ao reservatório (no processo de otimização o valor poderia sofrer acréscimo ou redução); P/S = culturas perenes e sazonais; P = culturas perenes; H = culturas hipotéticas

## 6.5. ANÁLISE DOS RESULTADOS

Neste item os resultados da pesquisa são analisados e discutidos para todos cenários hidroclimáticos, e se referem ao comportamento do sistema, agricultura irrigada e piscicultura. As restrições impostas ao modelo dizem respeito aos aspectos físicos, operacionais, agronômicos e legais.

Os resultados serão apresentados em tabelas, gráficos e figuras.

Os dados de entrada foram convertidos em uma única unidade,  $m^3/s$ , com o objetivo de compará-los em um único gráfico, proporcionando uma melhor análise do comportamento do sistema. Os dados de precipitação e evaporação em mm foram convertidos para  $m^3/s$  da seguinte forma:

- Precipitação  $m^3/s = (Pmm/1000) \cdot (\text{área da bacia hidráulica } m^2 / 30 \text{ d. } 24 \text{ h. } 60 \text{ min. } 60 \text{ s})$
- Evaporação  $m^3/s = (Emm/1000) \cdot (\text{área da bacia hidráulica } m^2 / 30 \text{ d. } 24 \text{ h. } 60 \text{ min. } 60 \text{ s})$

Os dados em hectômetro cúbico: volume do reservatório e volume evaporado, foram convertidos em  $m^3/s$  utilizando a formula abaixo:

- Volume reservatório  $m^3/s = (Vres \text{ em } hm^3 \cdot 10^6) / 30 \text{ d. } 24 \text{ h. } 60 \text{ min. } 60 \text{ s})$ .
- Volume evaporado  $m^3/s = (Vev \text{ em } hm^3 \cdot 10^6) / 30 \text{ d. } 24 \text{ h. } 60 \text{ min. } 60 \text{ s})$ .

Onde:

Pmm é a precipitação em milímetros; Emm é a evaporação em milímetros.

Vres é o volume do reservatório no mês e Vev é o volume evaporado no mês.

Para o reservatório Engenheiro Avidos a área da bacia hidráulica é de 28.450.000  $m^2$ .

Para o reservatório São Gonçalo a área da bacia hidráulica é de 7.000.000  $m^2$ .

### 6.5.1. SITUAÇÃO CLIMÁTICA SECA

#### 6.5.1.1. Sistema Individualizado (Quadros 6.5 a 6.10)

No cenário seco (CS -Quadro 6.5) o reservatório **São Gonçalo** conseguiu irrigar uma área total de 1991,9 ha, gerando uma receita líquida de R\$ 5 milhões de reais. Para as culturas sazonais selecionadas foram alocados 963 ha e para as culturas perenes foram alocados 1028,6 ha. A receita líquida advinda da piscicultura foi de R\$ 28,6 mil reais. Estes resultados estão coerentes com o cenário seco virtual (CSV – Quadro 6.6), que

objetiva avaliar o potencial de água para irrigação. Neste cenário, a área irrigada total foi de 2576 ha sendo alocado 43 ha para culturas perenes e 2533 ha para culturas sazonais, gerando uma receita líquida potencial de R\$ 8,3 milhões de reais, houve redução de 1 % nas perdas evaporativas com o uso da água para irrigação, comparando com o cenário sem irrigação (CSVsi – Quadro 6.7).

O reservatório **Engenheiro Avidos** (Quadro 6.8) não conseguiu irrigar para a manutenção da SH. Com a flexibilização da SH para 45 % do volume inicial, a área irrigada total foi de 298,3 ha, sendo alocado 216,5 ha com culturas perenes e 81,8 ha com culturas sazonais. A receita líquida total advinda da agricultura foi de R\$ 2,4 milhões de reais e R\$ 105 mil reais da piscicultura. Este resultado é inferior ao da área total irrigada para o CSV (Quadro 6.9), que foi de 570 ha. Nenhuma restrição foi violada e não houve sobra de água ao final do processo de otimização. Comparando com o cenário sem irrigação (CSVsi – Quadro 6.10), houve uma redução de 3 % no volume total evaporado do reservatório com o uso da água para irrigação, um ganho aproximado de 0.8 hm<sup>3</sup>/ano de água.

Os resultados demonstram que, mesmo para uma situação de seca extrema, através do processo de otimização se consegue aproveitar a água de forma racional e reduzir consideravelmente as perdas evaporativas, caso não se utilize água para irrigação.

#### **6.5.1.2. Sistema Integrado**

Para o sistema integrado, foi analisado o desempenho sem a transposição das águas do rio São Francisco e com a transposição, considerando um acréscimo na vazão afluyente de 3 m<sup>3</sup>/s.

##### **6.5.1.2.1. Sistema Integrado - sem transposição das águas (Quadros 6.11 a 6.14)**

O reservatório **São Gonçalo** (Quadro 6.11) não conseguiu irrigar com o requerimento de SH. Ao flexibilizar a SH para 45 % do volume inicial, a área irrigada total foi de 850,9 ha sendo 406,2 ha para culturas perenes e 444,7 ha para culturas sazonais. A receita líquida total potencial advinda da agricultura foi R\$ 5,9 milhões de reais. Nenhuma restrição foi violada e não houve sobra de água ao final do processo de otimização. A receita total advinda da piscicultura foi R\$ 38,6 mil reais. Este resultado se aproxima da

área irrigada para o cenário seco virtual (CSVist – Quadro 6.13) onde a área total irrigada foi de 812 ha com as mesmas restrições impostas ao CS. Comparando este resultado com o cenário sem irrigação (CSVist\_si – Quadro 6.53) houve redução de 12,5 % no volume evaporado.

Para o açude Engenheiro Avidos (Quadro 6.12), com a flexibilização da SH para 45 % do volume inicial se conseguiu alocar uma área total para irrigação de 1383,4 ha, sendo 803,5 ha para culturas perenes e 579,9 ha para culturas sazonais. A receita líquida total potencial advinda da irrigação foi de R\$ 9,3 milhões de reais e para piscicultura a receita total foi de R\$ 110 mil reais. Nenhuma restrição foi violada, não houve sobra de água ao final do processo. Para o CSVist (Quadro 6.14) a área total alocada foi de 1974,56 ha. Comparando com o cenário sem irrigação (CSVist\_si – Quadro 6.54) as perdas evaporativas foram reduzidas em 13,5 % com o uso da água para irrigação.

A Figura 6.1 mostra o gráfico comparativo entre o sistema individualizado e o integrado, no que diz respeito as área máximas irrigadas. O desempenho dos dois sistemas foi praticamente igual em termos de área irrigada total, com uma diferença de apenas 2,4 % em favor do sistema individualizado. A quantidade total de água usada para irrigação foi a mesma para os dois sistemas ( $12,4 \text{ m}^3/\text{s}$  no ano), porém o sistema integrado gerou duas vezes mais receita líquida, devido a uma melhor distribuição das culturas perenes durante o ano. O desempenho do sistema integrado pode ser considerado melhor, pois houve sobra de  $8 \text{ hm}^3$ , o que lhe confere um maior potencial hídrico, enquanto no sistema individualizado sobrou  $1 \text{ hm}^3$ .

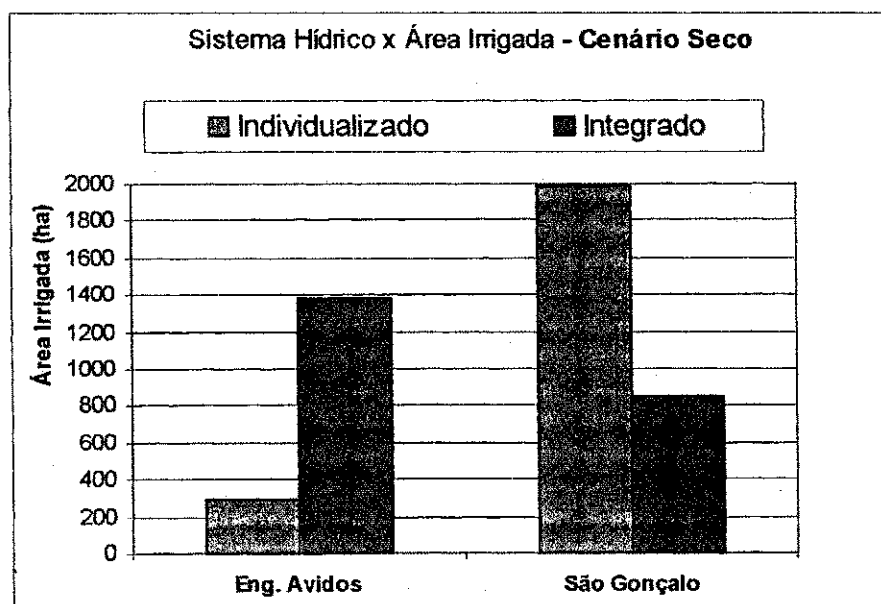


Figura 6.1 – Desempenho dos sistemas hídricos para o cenário seco

#### 6.5.1.2.2. Sistema Integrado – com transposição das águas (Quadros 6.15 a 6.18)

Com o acréscimo de 3,0 m<sup>3</sup>/s às vazões afluentes, que são praticamente nulas para o cenário seco, o sistema se comporta como para um cenário chuvoso, os resultados foram:

Para o reservatório São Gonçalo (Quadro 6.15) a área total irrigada foi de 3976,77 ha, sendo 1524,43 ha para culturas perenes: banana= 394,13 ha; coco= 428,62 ha; goiaba= 372,29 ha e manga= 329,39 ha, e 2452,34 ha para culturas sazonais. Apesar de ter havido acúmulo de água (19,28 hm<sup>3</sup>), o aumento da área irrigada foi significativo. A receita líquida total potencial advinda da agricultura foi de R\$ 10,8 milhões de reais e de R\$ 65 mil reais advinda da piscicultura. No cenário virtual (CSVlct – Quadro 6.17) não houve sobra de água e a área total irrigada foi de 5252,38 ha, sendo 1567,02 ha para culturas perenes e 3685,36 ha para culturas sazonais, o que indica que a área alocada para o cenário seco (CSlct) poderia se aproximar deste valor caso toda a água fosse utilizada.

O reservatório Engenheiro Avidos (Quadro 6.16) irrigou uma área total de 4009,10 ha, sendo 2543,68 ha com culturas perenes: banana= 920,50 ha; coco= 46,70 ha; goiaba= 366,17 ha e manga= 1210,34 ha; para culturas sazonais a área foi de 1465,42 ha. Atendeu o requerimento de SH, não houve sobra de água e nenhuma restrição foi violada. A receita líquida total potencial advinda da irrigação foi de R\$ 17,3 milhões de reais. A receita advinda da piscicultura foi de R\$ 189 mil reais. No cenário virtual (CSVlct – Quadro 6.18) a área total para irrigação foi de 5250,46 ha, 30 % maior que a área alocada para o CSlct, o que é aceitável tendo em vista que o cenário virtual objetiva avaliar o potencial máximo de água para irrigação, sendo os dados de entrada valores médios e plano cultural anual uniformemente distribuído.

A Figura 6.2 mostra o gráfico comparativo entre o sistema integrado sem transposição das águas do rio São Francisco e com transposição das águas. Para o reservatório São Gonçalo ocorreu um aumento superior a onze vezes na área total irrigada com o uso da vazão de transposição e de cinco vezes para o reservatório Engenheiro Avidos.

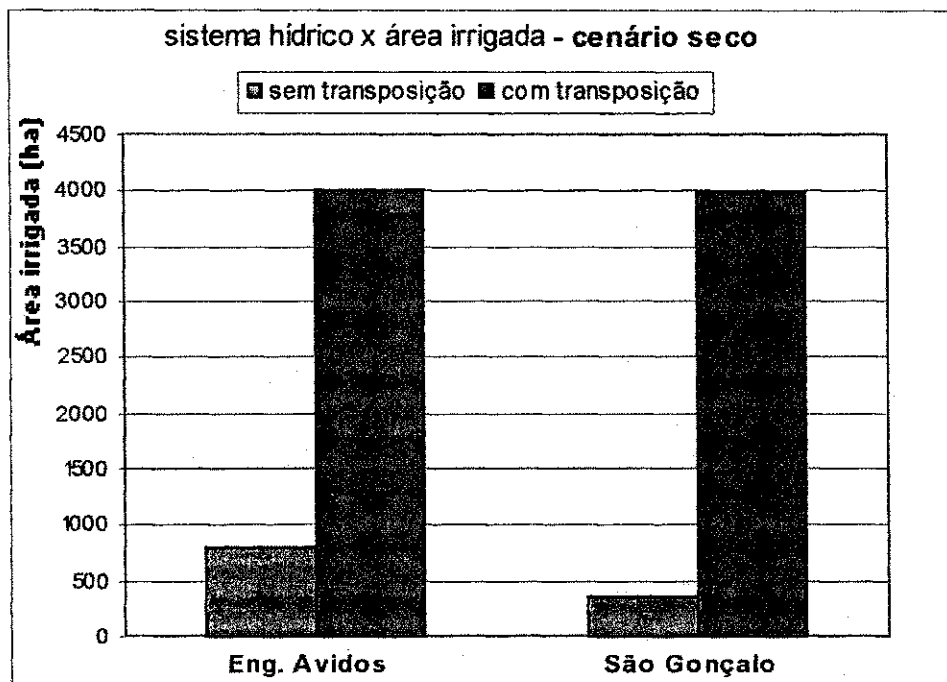


Figura 6.2 – Desempenho do sistema integrado sem transposição e com transposição

## 6.5.2. SITUAÇÃO CLIMÁTICA MÉDIA

### 6.5.2.1. Sistema Individualizado

Com o objetivo de avaliar o desempenho do sistema, foram analisados diversos cenários com os seguintes critérios: volume inicial (com acréscimo e com redução), diferentes critérios de para a definição do volume final, sistemas de irrigação (por sulco e pressurizado), tipos de culturas (somente perenes e perenes/sazonais) e vazão afluente (diferentes taxas de redução).

#### SÃO GONÇALO (Quadros 6.19 a 6.30)

Para o cenário médio (CM – Quadro 6.19) o reservatório irrigou uma área total de 3087,5 ha para o requerimento de SH. A área irrigada com culturas perenes foi de 2099,5 ha, sendo 1786,5 ha para banana, 214,3 ha para goiaba e 98,62 ha para manga. Para as culturas sazonais a área total irrigada foi de 1052,1 ha. A receita líquida total advinda da agricultura irrigada foi de R\$ 19,7 milhões de reais e de R\$ 18 mil reais resultantes da piscicultura. No cenário virtual (CMV – Quadro 6.20) a área total alocada para irrigação foi de 6209,36 ha, sendo esta uma área potencial máxima que pode ser alcançada

utilizando-se culturas com dados próximos dos considerados para este cenário. Comparando com o cenário sem irrigação (CMVsi – Quadro 6.21), houve uma redução de 32 % no volume total evaporado com o uso da água para irrigação, o que corresponde a um ganho de 2,57 hm<sup>3</sup>/ano de água.

Com o objetivo de avaliar a influência de diferentes volumes iniciais e diferentes critérios de sustentabilidade hídrica no desempenho do sistema, foram idealizados quatro cenários: CMV1, CMV2, CMV3 e CMV4 (ver descrição na página 53). Os resultados, a seguir, serão comparados com o CMV, do qual todos estes cenários foram concebidos.

- **CMV1** (aumento de 20 % no volume inicial e flexibilização da SH em 80% do volume inicial – Quadro 6.22)

Este cenário propõe um maior volume de água disponível, com isso a área total irrigada foi de 7360,59 ha, o que corresponde a um aumento de 18,5 % em relação ao CMV. A receita líquida advinda da piscicultura foi de R\$ 15 mil reais, 25 % maior que para o cenário CMV.

- **CMV2** (aumento de 20 % no volume inicial e flexibilização da SH em 40% do volume inicial – Quadro 6.23)

Neste caso da flexibilização da SH proporciona um maior volume de água comparado ao cenário anterior. A área total irrigada foi de 8231,9 ha, um acréscimo de 32,5 % em relação ao CMV. Para as culturas perenes a área irrigada foi de 443,33 ha e de 7788,6 ha para culturas sazonais. A receita líquida total advinda da piscicultura foi de R\$ 30,6 mil reais, 150 % maior que a resultante do cenário CMV.

- **CMV3** (redução de 20 % no volume inicial e flexibilização da SH em 80% do volume inicial – Quadro 6.24)

Com a redução do volume inicial, a flexibilização da SH em 80% do volume inicial proporcionou uma área total para irrigação de 5894,64 ha, esta área é 5 % menor que a definida para o CMV, houve uma redução de área para culturas perenes: 252 ha, menor que os 367 ha resultantes do CMV. A receita líquida advinda da piscicultura foi de R\$ 20 mil reais.



- **CMV4** (redução de 20 % no volume inicial e flexibilização da SH em 40% do volume inicial – Quadro 6.25)

Neste cenário ocorre um maior volume de água disponível comparando com o cenário anterior. A área total alocada para irrigação foi de 7849,7 ha, que é 26 % maior que a definida para o CMV. 345,0 ha foram alocados para culturas perenes e 7504,7 ha para culturas sazonais. A receita total advinda da piscicultura foi de R\$ 28,6 mil reais.

Nos cenários anteriormente analisados, CMV1, CMV2, CMV3 e CMV4, não houve sobra de água, nenhuma restrição foi violada.

Com o objetivo de avaliar a influência de captações à montante, no desempenho do sistema, foram idealizados cenários hidroclimáticos com redução de 10 %, 20 % e 30 % na vazão afluente ao reservatório. Os resultados foram:

- **CMV (-10%Qa – Quadro 6.26):** a área irrigada total foi de 6092,8 ha, esta área é 1,9 % menor que a área correspondente ao CMV, sendo alocados 206,4 ha para culturas perenes e 5886,4 ha para culturas sazonais. A receita líquida advinda da piscicultura foi de R\$ 21,9 mil reais;
- **CMV (-20%Qa – Quadro 6.27):** a área irrigada total foi de 5707,1 ha, esta área é 8 % menor que a alocada para o CMV. Sendo alocados 182,3 ha para culturas perenes e 5524,8 ha para culturas sazonais. A receita líquida advinda da piscicultura foi de R\$ 28 mil reais.
- **CMV (-30Qa – Quadro 6.28):** a área irrigada total foi de 5583,1 ha, esta área é aproximadamente 10 % menor que a alocada para o CMV. Sendo alocados 419,6 ha para culturas perenes e 5583,1 ha para culturas sazonais. A receita líquida advinda da piscicultura foi de R\$ 35,5 mil reais.

Pelos resultados mostrados acima, para o reservatório São Gonçalo, não houve grandes variações nas áreas totais irrigadas após redução de até 30% nas vazões afluentes.

Para avaliar qual deve ser a área máxima a ser plantada com culturas perenes, foi idealizado o cenário **CMVP**, descrito na página 53.

Neste cenário (Quadro 6.29), somente com culturas perenes, a área máxima potencial foi de 2560,6 ha, gerando uma receita líquida total de R\$ 11,7 milhões de reais. Nenhuma restrição foi violada e não sobrou água ao final do processo de otimização. A definição de uma área máxima para culturas perenes e de suma importância, pelo fato de serem as mais cultivadas na região, notadamente o coco e a banana, e pelo potencial econômico. A receita líquida advinda da piscicultura foi de R\$ 12 mil reais.

O CMVS (com irrigação por sulco – Quadro 6.30) verifica o desempenho do sistema com o uso de sistemas de irrigação menos eficientes, que são utilizados atualmente no perímetro irrigado. Os resultados serão comparados com o CMV que utiliza sistemas de irrigação por aspersão, microaspersão e gotejamento, sistemas que foram propostos neste estudo. A área irrigada total no CMVS foi de 2476,35 ha, ou seja, uma redução de 60% em relação ao CMV que irrigou uma área de 6209,36 ha. Com culturas perenes a área alocada foi de 295,38 ha e de 2180,97 ha para culturas sazonais. No processo de otimização nenhuma restrição foi violada, inclusive a de SH (volume final  $\geq$  volume inicial). A receita líquida total advinda da agricultura irrigada foi de R\$ 6,35 milhões de reais e a piscicultura gerou uma receita líquida de R\$ 25 mil reais, 100 % maior que para o CMV. Neste sentido, vê-se a importância de se utilizar sistemas de irrigação mais eficientes e sofisticados, pois compensam os custos de implantação com uma maior produtividade e, conseqüentemente, maior retorno econômico.

#### **ENGENHEIRO AVIDOS (Quadros 6.31 a 6.42)**

No cenário médio (CM – Quadro 6.31) o reservatório irrigou uma área total de 2015,0 ha, sendo alocados 1523,85 ha para culturas perenes: banana= 1233,39 ha; coco= 268,88 ha; goiaba= 0,27 ha; manga= 21,31 ha; e 491,15 ha para culturas sazonais: melancia= 153,78 ha; arroz= 240,44 ha; feijão= 74,97 ha; milho= 20,66 ha e melão= 1,3 ha. A receita líquida total potencial advinda da irrigação foi de R\$ 14,5 milhões de reais e de R\$ 149 mil reais resultantes da piscicultura. Na otimização nenhuma restrição foi violada, tendo o reservatório chegado ao final do processo sem sobra de água e atendendo o requerimento de SH.

No cenário médio virtual (CMV – Quadro 6.32), que objetiva avaliar o potencial de água para irrigação, a área total irrigada foi 6987,26 ha, com as maiores áreas sendo alocadas para o período chuvoso da região (janeiro a março). Houve uma pequena área alocada para culturas perenes: 0,81 ha. A otimização ocorreu com sucesso e nenhuma

restrição foi violada. Comparando com o cenário sem irrigação (CMVsi – Quadro 6.33), houve uma redução de 18 % no volume total evaporado com o uso da água para irrigação, o que corresponde a um ganho de 3,65 hm<sup>3</sup>/ano de água.

Como explicado anteriormente com referencia ao reservatório São Gonçalo, os cenários CMV1, CMV2, CMV3 e CMV4, foram idealizados com o objetivo de avaliar o comportamento do sistema após variações no volume inicial e sustentabilidade hídrica (SH). Os resultados serão comparados com o CMV (volume inicial= 0,45.volume máximo e SH).

- **CMV1** (aumento de 20 % no volume inicial e flexibilização da SH em 80% do volume inicial – Quadro 6.34):

Este cenário apresenta um maior volume de água disponível, o que resultou em uma área total irrigada de 9246,94 ha, esta área é 32 % maior que a alocada para o CMV. Não houve área alocada para culturas perenes sendo o total para culturas sazonais. A receita líquida total advinda da agricultura irrigada foi de R\$ 29,8 milhões de reais e a piscicultura resultou uma receita líquida de R\$ 176,3 mil reais.

- **CMV2** (aumento de 20 % no volume inicial e flexibilização da SH em 40% do volume inicial – Quadro 6.35):

Com mais água sendo disponibilizada, com a redução da SH, a área irrigada total foi de 12523,93 ha, sendo esta área 79 % maior que a alocada para o CMV. Para culturas perenes foram alocados 890,37 ha e para culturas sazonais 11633,56 ha. A otimização ocorreu com sucesso e nenhuma restrição foi violada. A receita líquida potencial advinda da agricultura foi de R\$ 41,2 milhões de reais e de R\$ 109 mil reais para piscicultura.

- **CMV3** (redução de 20 % no volume inicial e flexibilização da SH em 80% do volume inicial – Quadro 6.36):

Este cenário apresentou uma área irrigada total de 6869,05 ha, esta área é praticamente igual ao CMV, mesmo porque sobrou um volume de água de 1,6 hm<sup>3</sup>, o que indica que a área irrigada poderia ser maior. Neste caso o CMV3 se aproxima do CMV em desempenho, com a flexibilização do requerimento de SH se consegue um equilíbrio para

compensar o menor volume inicial do reservatório. A receita líquida resultante de irrigação foi de R\$ 22,5 milhões de reais e de R\$ 104 mil reais da piscicultura.

- **CMV4** (redução de 20 % no volume inicial e flexibilização da SH em 40% do volume inicial – Quadro 6.37):

Há uma maior disponibilidade de água em relação ao cenário anterior, com isso a área irrigada total foi de 10199,91 ha, que é, aproximadamente, 46 % maior que a alocada para o CMV. A área com culturas perenes foi de 780,4 ha e 9419,51 para culturas sazonais. Apesar de ter ocorrido uma sobra de água de 6,57 hm<sup>3</sup>, os resultados foram satisfatórios. Observa-se a maior influência da SH no desempenho do sistema, pois mesmo com redução do volume inicial as áreas foram sempre superiores, apenas no CMV3 foi igual, ao CMV com o requerimento de SH.

Os cenários analisados a seguir foram idealizados com o objetivo de avaliar o comportamento do sistema quanto a captações de água à montante.

- **CMV (-10%Qa – Quadro 6.38):** a área irrigada total foi de 3626,29 ha, esta área é aproximadamente, 48% menor que a área correspondente ao CMV, sendo alocados 19,02 ha para culturas perenes e 3609,27 ha para culturas sazonais. A receita líquida advinda da piscicultura foi de R\$ 115,3 mil reais;
- **CMV (-20%Qa – Quadro 6.39):** a área irrigada total foi de 2915,15 ha, esta área é , 58 % menor que a área alocada para o CMV. Com culturas perenes foram irrigados 10,49 ha e 2904,66 ha com culturas sazonais. A receita líquida advinda da piscicultura foi de R\$ 124,3 mil reais;
- **CMV (-30%Qa – Quadro 6.40):** a área irrigada total foi de 1406,03 ha, esta área é 60 % menor que a área alocada para o CMV. Com culturas perenes foram irrigados 90,61 ha e 1316,02 ha para culturas sazonais. A receita líquida advinda da piscicultura foi de R\$ 139,2 mil reais;

Para o reservatório Engenheiro Avidos, reduções nas vazões afluentes proporcionaram grandes perdas de produtividade agrícola e, conseqüentemente, de receita.

O cenário a seguir foi proposto para avaliar o potencial do sistema quanto ao cultivo de culturas perenes.

- **CMVP** (somente culturas perenes – Quadro 6.41): a área máxima irrigada foi de 2297,32 ha. Nenhuma restrição foi violada, não houve sobra de água e o requerimento de SH foi atendido. A receita líquida total advinda da agricultura irrigada foi de R\$ 10,4 milhões de reais e de R\$ 98 mil reais resultantes da piscicultura.

O cenário **CMVS** (Quadro 6.42) foi proposto com o objetivo de analisar o desempenho do reservatório, quanto ao uso da água para irrigação, utilizando-se de sistemas de irrigação menos eficientes (por sulco). Os resultados foram comparados com o **CMV**, onde os sistemas de irrigação são por aspersão, microaspersão e gotejamento. Os resultados são: a área máxima irrigada foi de 2803,60 ha que é 60 % menor que a área alocada para o **CMV**. Para culturas perenes foram alocados 232,84 ha e para culturas sazonais 2570,76 ha. Foi demonstrado o benefício econômico com a utilização de sistemas mais eficientes de irrigação, o investimento é compensado pela grande produtividade e, com isso, maior retorno financeiro.

#### **6.5.2.2. Sistema Integrado**

Para o sistema de reservatórios operando de forma integrada, foi estudado o desempenho sem a transposição das águas do rio São Francisco e com transposição (acréscimo de 3 m<sup>3</sup>/s às vazões afluentes).

##### **6.5.2.2.1. Sistema Integrado – sem transposição das águas (Quadros 6.43 a 6.46)**

Para o cenário médio (**CM1st** – Quadro 6.43) o reservatório **São Gonçalo** irrigou uma área total de 1610,46 ha, com 915,0 ha alocados para culturas perenes: banana= 473,26 ha; coco= 145,51 ha; goiaba= 247,20 ha e manga= 49,03 ha. Para culturas sazonais foram alocados 695,46 ha. Atendeu o requerimento de sustentabilidade hídrica e ocorreu sobra de água, apesar disto os resultados foram satisfatórios. A receita líquida total advinda da agricultura irrigada foi de R\$ 7,6 milhões de reais. A piscicultura resultou uma receita líquida de R\$ 36 mil reais.

No cenário virtual (**CMV1st** – Quadro 6.45) a área total irrigada foi de 4391,57 ha, este seria o potencial máximo que o reservatório poderia irrigar, caso as culturas selecionadas, perenes ou sazonais, tenham as mesmas características dos dados médios considerados para este cenário (ver página 52). Comparando com o cenário sem

irrigação (CMV<sub>ist\_si</sub> – Quadro 6.55) as perdas evaporativas foram reduzidas em 30,0 % com o uso da água para irrigação.

O reservatório **Engenheiro Avidos**, operando de forma integrada, conseguiu irrigar uma área total de 3643,57 ha (CM<sub>ist</sub> – Quadro 6.44). Para culturas perenes foram alocados 2086,42 ha: banana= 1035,4 ha; coco= 272,76 ha; goiaba= 539,16 ha e manga= 239,10 ha. Para culturas sazonais a área total irrigada foi de 1557,15 ha. No processo de otimização o requerimento de SH foi satisfeito, não houve sobra de água. A receita líquida total advinda da agricultura irrigada foi de R\$ 18,6 milhões de reais e a piscicultura resultou uma receita líquida total de R\$ 153,6 mil reais.

No cenário virtual (CMV<sub>ist</sub> – Quadro 6.46) a área total irrigada foi de 7579,39 ha. No processo de otimização ocorreu uma sobra de água de 2,46 hm<sup>3</sup>, portanto, a área seria maior do que a apresentada. Para culturas perenes foram alocados 758,49 ha e para sazonais 6820,9 ha. Comparando com o cenário sem irrigação (CMV<sub>ist\_si</sub> – Quadro 6.56) as perdas evaporativas foram reduzidas em 31,7 % com o uso da água para irrigação.

A Figura 6.3 mostra a comparação de desempenho entre o sistema individualizado e integrado, no cenário médio. Em termos percentuais, o Sistema Integrado proporcionou um aumento na área irrigada total, de 1,69 %, comparando com o Sistema Individualizado, porem em termos de receita líquida o sistema individualizado gerou 30% a mais, devido principalmente a uma melhor distribuição de culturas perenes durante o período.

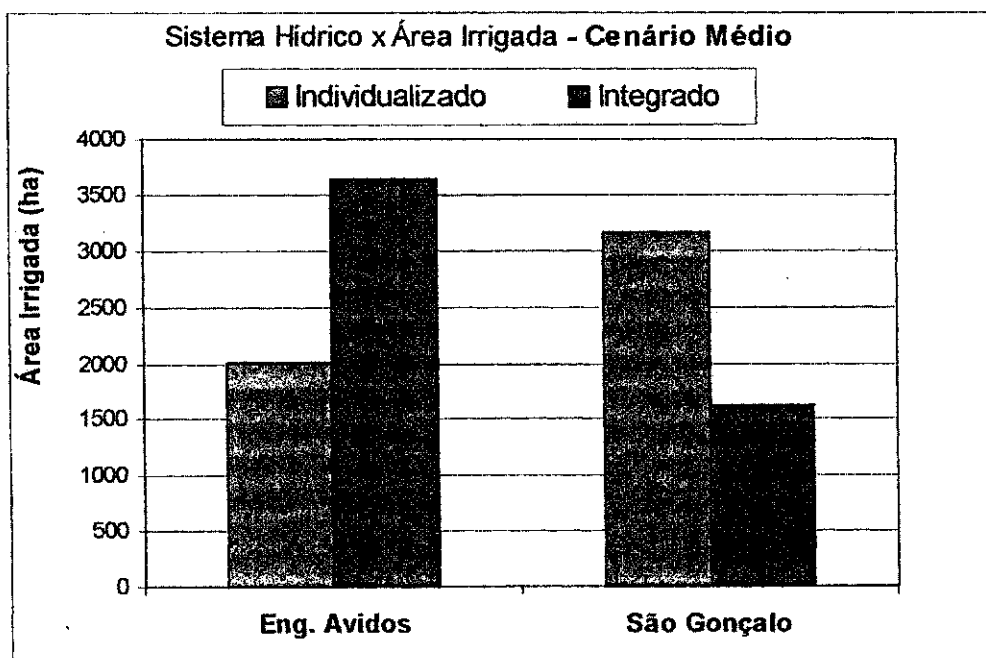


Figura 6.3 -- Desempenho dos sistemas hídricos para o cenário médio

#### 6.5.2.2.2. Sistema Integrado – com transposição das águas (Quadros 6.47 a 6.50)

Operando de forma integrada e com um acréscimo de 3,0 m<sup>3</sup>/s às vazões afluentes, o reservatório **São Gonçalo** (CMlct - Quadro 6.47) irrigou uma área total de 5193,02 ha, este valor é mais que três vezes a área alocada caso não haja transposição das águas. Para culturas perenes foram alocados 2143,02 ha, sendo assim distribuídos: banana= 645,04 ha; coco= 655,69 ha; goiaba= 399,81 e manga= 442,48 ha. Para sazonais foram alocados 3050,0 ha. A receita líquida total advinda da agricultura foi de R\$ 18,5 milhões de reais, a piscicultura resultou uma receita total de R\$ 20,6 mil reais.

No cenário virtual (CMVlct – Quadro 6.49) a área total irrigada potencial foi de 13036,15 ha, com 553,17 ha para culturas perenes e 12482,98 ha para culturas sazonais. Em ambos os casos, CMlct e CMVlct, houve dificuldades para o modelo atingir um ótimo global, chegando ao final com muita sobra de água.

O reservatório **Engenheiro Avidos**, no cenário médio (CMlct – Quadro 6.48), irrigou uma área total de 9074,30 ha, sendo 3983,14 ha para culturas perenes: banana= 1028,21 ha; coco= 938,5 ha; goiaba= 1005,32 ha e manga= 1011,11 ha; para culturas sazonais foram alocados 5091,16 ha. A receita líquida total advinda da agricultura foi de R\$ 30,7 milhões de reais e de R\$ 122,3 mil reais resultantes da piscicultura.

No cenário virtual (CMVlct – Quadro 6.50) a área irrigada potencial foi de 13171,57 ha, com 1170,75 ha para culturas perenes e 12000,82 ha para culturas sazonais. As áreas irrigadas foram bem superiores em relação ao cenário sem transposição das águas.

A Figura 6.4 mostra a comparação de desempenho entre o sistema integrado operando sem transposição das águas e com transposição.

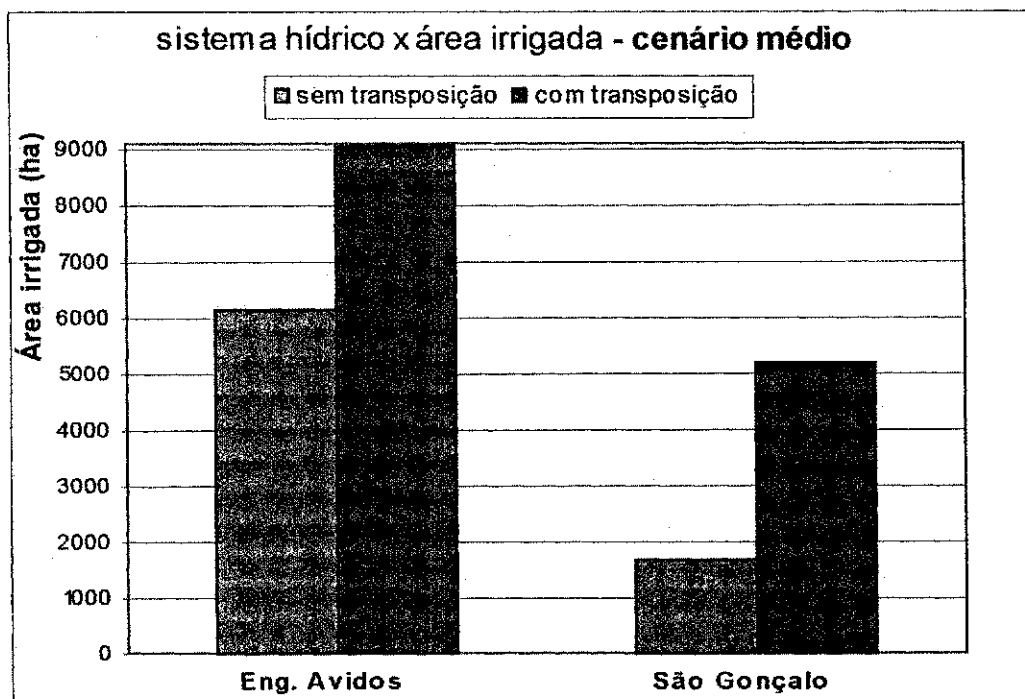


Figura 6.4 – Desempenho do sistema integrado sem transposição e com transposição

### 6.5.3. SITUAÇÃO CLIMÁTICA CHUVOSA – sistema individualizado

Para esta situação climática foi analisado apenas um cenário, tendo em vista ser esta a condição mais favorável de operação dos reservatórios, com maiores índices de vazões afluentes e precipitações. Ocorreu vertimento nos dois açudes, que durante a maior parte do período chuvoso, não necessitou de irrigação suplementar.

O reservatório **São Gonçalo** (Quadro 6.51) irrigou uma área total de 2179,0 ha, sendo alocados para culturas perenes uma área de 1308,0 ha assim distribuídos: banana= 500,0 ha; coco= 500,0 ha; goiaba= 154,0 ha e manga= 154,0 ha. Para culturas sazonais foram alocados 871,0 ha. A área irrigada total irrigada para o CC é 68 % maior que a alocada para o cenário médio (CM). A sustentabilidade hídrica foi de 100 % e houve pouca sobra de água. A receita líquida total potencial advinda da agricultura irrigada foi de R\$ 9,7 milhões de reais, a piscicultura resultou uma receita líquida de R\$ 14,8 mil reais.

O reservatório **Engenheiro Avidos** (Quadro 6.52) irrigou uma área total de 20189,11 ha, este valor é superior a área total irrigada pelos dois reservatórios no cenário médio com transposição das águas do rio São Francisco! O grande volume de água afluente no período estudado fez com que o volume máximo do reservatório fosse



excedido, isto é, ocorrendo vertimento por duas vezes. As áreas para culturas perenes foram assim distribuídas: banana= 2519,15 ha; coco= 2187,44 ha; goiaba= 4510,67 ha e manga= 845,13 ha. Para culturas sazonais foram alocados 10126,72 ha. A sustentabilidade hídrica foi atendida e toda água foi aproveitada, ou seja, ao final do processo de otimização o volume final foi igual ao volume inicial. A receita líquida total potencial advinda da agricultura irrigada foi de R\$ 69, 2 milhões de reais e a piscicultura extensiva resultou uma receita líquida de R\$ 67,3 mil reais.

A Tabela 6.5 mostra o resumo dos principais resultados.

Tabela 6.5 – Resumo dos principais resultados

<b>SISTEMA INDIVIDUALIZADO</b>										
cenários										
	<b>CM</b>	<b>CMV</b>	<b>CMVsi</b>	<b>CMV (-30%Qa)</b>	<b>CMVP</b>	<b>CMVS</b>	<b>CS</b>	<b>CSV</b>	<b>CSVsi</b>	<b>CC</b>
Área irrigada (ha) (1)	2015,00	6987,26	-	1406,63	2297,32	2803,60	298,32	570,02	-	20189,11
Área irrigada (ha) (2)	3151,81	6209,36	-	5583,07	2560,61	2476,35	1991,91	2576,05	-	2179,00
Rec. Irrigação (RS) (1) *	14.485,16	22.553,76	-	4.687,46	10.450,18	6.970,97	2.391,70	1.832,25	-	69.209,76
Rec. Irrigação (RS) (2) *	19.694,39	20508,98	-	18.679,67	11.680,29	6.351,48	5.145,04	8.318,53	-	9.710,82
Rec.Piscicultura (RS)(1)*	148,94	104,30	146,21	139,18	98,28	104,84	105,23	105,22	112,24	67,36
Rec.Piscicultura (RS)(2)*	18,50	12,30	37,47	35,47	12,17	25,23	28,66	48,67	30,54	14,84
Rec.Liq.Total (RS)(1)*	14.634,10	22.658,06	146,21	4.826,64	10.548,46	7.075,81	2.496,93	1.937,47	112,24	69.277,12
Rec.Liq.Total (RS)(2)*	19.712,89	20.521,28	37,47	18.715,14	11.692,46	6.376,71	5.173,70	8.367,20	30,54	9.725,66

<b>SISTEMA INTEGRADO</b>										
cenários										
	<b>CM1 st</b>	<b>CM1 ct</b>	<b>CMV1 st</b>	<b>CMV1st_si</b>	<b>CMV1 ct</b>	<b>CS1 st</b>	<b>CS1 ct</b>	<b>CSV1 st</b>	<b>CSV1 st_si</b>	<b>CSV1 ct</b>
Área irrigada (ha) (1)	3643,57	6169,44	7579,39	-	13171,57	1383,39	4009,10	1974,53	-	5270,46
Área irrigada (ha) (2)	1610,46	5193,02	4391,57	-	13038,15	850,91	3976,77	811,49	-	5252,36
Rec. Irrigação (RS) (1) *	18.657,88	30.705,82	25.275,73	-	43.782,87	9.305,26	17.313,01	6.426,80	-	17.234,26
Rec. Irrigação (RS) (2) *	7.589,54	18.501,97	14.677,80	-	42.774,15	5.895,02	10.806,40	2.633,97	-	19.020,96
Rec.Piscicultura (RS)(1)*	153,69	122,34	88,70	176,97	126,40	110,18	189,08	126,64	160,99	207,60
Rec.Piscicultura (RS)(2)*	36,49	20,62	15,56	38,89	12,98	38,59	65,86	32,34	40,16	39,63
Rec.Liq.Total (RS)(1)*	18.811,57	30.828,16	25.364,46	176,97	43.909,27	9.415,44	17.502,09	6.553,44	160,99	17.441,86
Rec.Liq.Total (RS)(2)*	7.626,03	18.522,59	14.693,36	38,89	42.787,13	5.933,61	10.872,26	2.666,31	40,16	19.060,59

\* Valores em mil reais; (1) Reservatório Engenheiro Avidos; (2) Reservatório São Gonçalo.

**Quadro 6.5 - Reservatório de São Gonçalo - Cenário Seco - sustentabilidade hídrica= 45% (CS)**

Vmax=capacidade do reservatório=44,6\*10<sup>6</sup>m<sup>3</sup>  
 Vmin=6,7 % do Vmax  
 Abacia hidráulica=700 ha=7\*10<sup>9</sup>m<sup>2</sup>  
 a= 7000000 t= 2€ 2628000

Vinicial= 24,98  
 vsust= 11,24

**Dados de entrada e resultados**

meses	Qafluentes m <sup>3</sup> /s	Prec. mm	Evap. mm	Vreserv. hm <sup>3</sup>	Vevapor. hm <sup>3</sup>	Vres-Vsust hm <sup>3</sup>
julho	1,10	10,3	168,6	20,28	0,610	9,04
agosto	1,10	0,0	200,1	15,29	0,579	4,05
setembro	1,10	0,0	215,9	13,57	0,569	2,33
outubro	1,14	9,7	223,2	11,99	0,535	0,75
novembro	1,10	0,0	216,2	10,69	0,474	-0,55
dezembro	1,21	25,2	205,9	10,04	0,430	-1,20
janeiro	1,19	102,8	182,6	10,51	0,395	-0,73
fevereiro	1,15	93,3	157,2	10,80	0,347	-0,44
março	1,11	83,6	141,6	9,68	0,288	-1,56
abril	1,31	317,3	136,0	12,41	0,335	1,17
maio	1,59	42,4	144,8	11,17	0,328	-0,07
junho	1,10	41,9	144,9	11,24	0,330	0,00

meses	Qafluentes m <sup>3</sup> /s	Precipit. m <sup>3</sup> /s	Evap. m <sup>3</sup> /s	Vreserv. m <sup>3</sup> /s	Vevapor. m <sup>3</sup> /s	Qdescarga m <sup>3</sup> /s	Qt.d'água irrig.(m <sup>3</sup> /s)	Qt.d'água abast.(m <sup>3</sup> /s)	Qvertido m <sup>3</sup> /s	Qterminais m <sup>3</sup> /s
julho	1,10	0,03	0,45	7,72	0,23	1,789	0,773	0,09	0,00	1,789
agosto	1,10	0,00	0,53	5,82	0,22	1,658	0,998	0,09	0,00	1,658
setembro	1,10	0,00	0,58	5,16	0,22	0,312	1,121	0,09	0,00	0,312
outubro	1,14	0,03	0,59	4,56	0,20	0,310	1,132	0,09	0,00	0,310
novembro	1,10	0,00	0,58	4,07	0,18	0,319	0,991	0,09	0,00	0,319
dezembro	1,21	0,07	0,55	3,82	0,16	0,300	0,919	0,09	0,00	0,300
janeiro	1,19	0,27	0,49	4,00	0,15	0,307	0,547	0,09	0,00	0,307
fevereiro	1,15	0,25	0,42	4,11	0,13	0,304	0,592	0,09	0,00	0,304
março	1,11	0,22	0,38	3,68	0,11	0,305	1,097	0,09	0,00	0,305
abril	1,31	0,85	0,36	4,72	0,13	0,307	0,000	0,09	0,00	0,307
maio	1,59	0,11	0,39	4,25	0,12	0,307	1,577	0,09	0,00	0,307
junho	1,10	0,11	0,39	4,28	0,13	0,308	0,583	0,09	0,00	0,308
total	14,20	1,94	5,69	56,19	1,99	6,53	10,33	1,08	0,00	6,53
média	1,18	0,16	0,47	4,68	0,17	0,54	0,86	0,09	0,00	0,54

**Piscicultura**

rec. liq. (R\$)	m. de obra (pescad)
28.664,17	18

**Plano Cultural**

culturas	m. de obra (diárias)	receita liq. (mil R\$)	Amax (ha)	Plantio
banana	2993	541,04	53,45	jan-dez
coco	30871	3060,07	771,77	jan-dez
melancia	308	31,89	6,41	ago-out
arroz	56987	491,68	863,45	fev-mai
feijão es	3501	14,61	72,94	ago-out
milho	0	0,00	0,00	fev-mai
goiaba	22575	904,59	203,38	jan-dez
algodão	0	0,00	0,00	ago-nov
melão	984	101,16	20,51	ago-out
manga	0	0,00	0,00	jan-dez
total	118.219	5145,04	1991,91	
média		428,75	165,99	

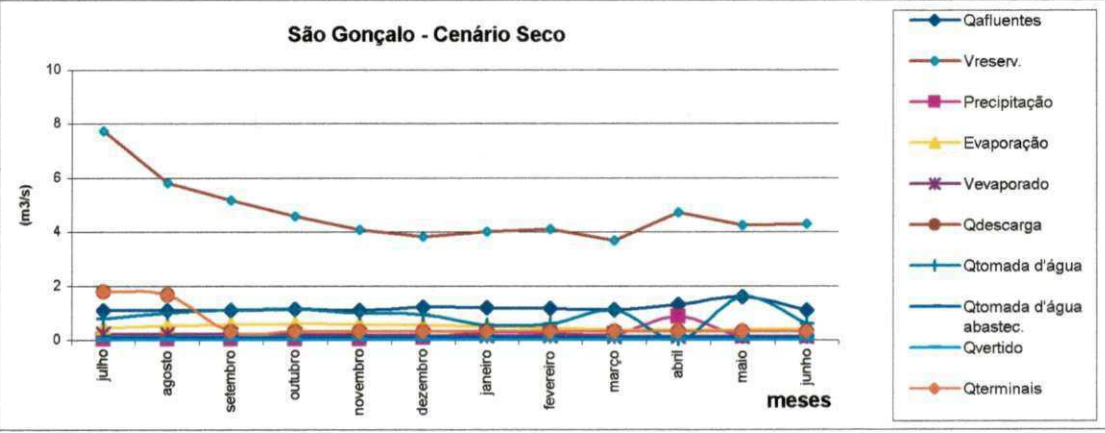


Figura 6.5 - Vazões afluentes e defluentes ao reservatório

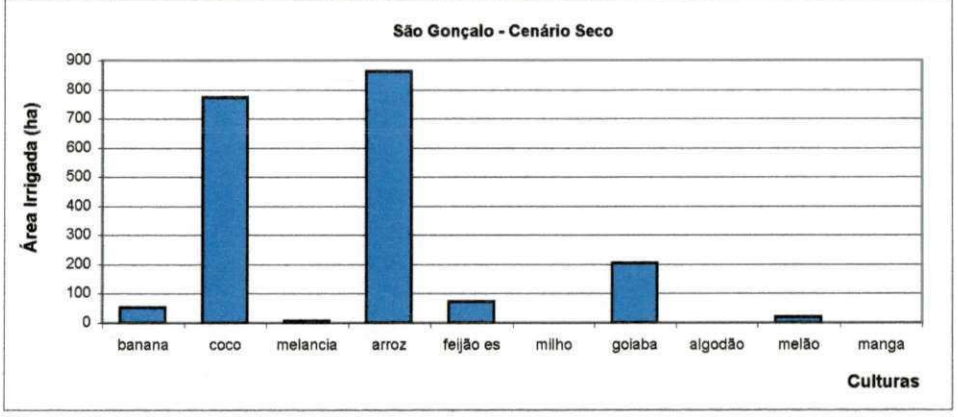


Figura 6.6 - Resultados para o cenário seco



**Quadro 6.6 - Reservatório de São Gonçalo - Cenário Seco Virtual - sustentabilidade hídrica 100% (CSV)**

V<sub>max</sub>=capacidade do reservatório=44,6\*10<sup>6</sup>m<sup>3</sup>  
 V<sub>min</sub>=6,7 % do V<sub>max</sub> V<sub>inicial</sub>= 24,98  
 V<sub>sust</sub>= 24,98  
 Abacia hidráulica=700 ha=7\*10<sup>6</sup>m<sup>2</sup>  
 a= 7000000 t= 2628h 2628000

**Dados de entrada e resultados**

meses	Qafluentes m³/s	Prec. mm	Evap. mm	Vreserv. hm <sup>-1</sup>	Vevapor. hm <sup>-1</sup>	Vres-Vsust hm <sup>-1</sup>
julho	1,10	10,3	168,6	24,10	0,700	-0,88
agosto	1,10	0,0	200,1	22,68	0,792	-2,30
setembro	1,10	0,0	215,9	21,37	0,814	-3,61
outubro	1,14	9,7	223,2	20,01	0,799	-4,97
novembro	1,10	0,0	216,2	18,74	0,735	-6,24
dezembro	1,21	25,2	205,9	18,13	0,681	-6,85
janeiro	1,19	102,8	182,6	18,74	0,620	-6,24
fevereiro	1,15	93,3	157,2	19,78	0,557	-5,20
março	1,11	83,6	141,6	20,61	0,519	-4,38
abril	1,31	317,3	136,0	23,65	0,556	-1,33
maio	1,59	42,4	144,8	25,05	0,621	0,07
junho	1,10	41,9	144,9	24,98	0,619	0,00

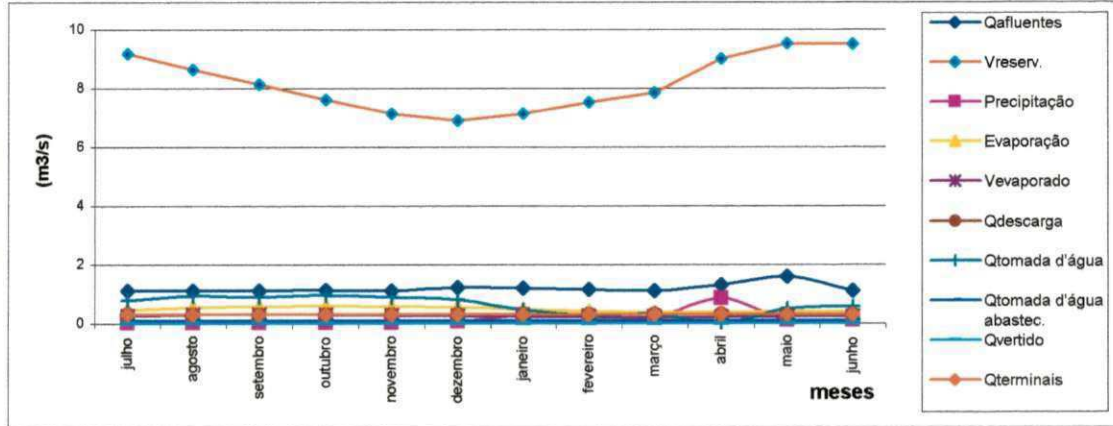


Figura 6.7 - Vazões afluentes e defluentes ao reservatório

meses	Qafluentes m³/s	Precipit. m³/s	Evap. m³/s	Vreserv. m³/s	Vevapor. m³/s	Qdescarga m³/s	Qt.d'água Irrig.(m³/s)	Qt.d'água abast.(m³/s)	Qvertido m³/s	Qterminais m³/s
julho	1,10	0,03	0,45	9,17	0,27	0,300	0,786	0,09	0,00	0,300
agosto	1,10	0,00	0,53	8,63	0,30	0,300	0,937	0,09	0,00	0,300
setembro	1,10	0,00	0,58	8,13	0,31	0,300	0,887	0,09	0,00	0,300
outubro	1,14	0,03	0,59	7,61	0,30	0,300	0,963	0,09	0,00	0,300
novembro	1,10	0,00	0,58	7,13	0,28	0,301	0,901	0,09	0,00	0,301
dezembro	1,21	0,07	0,55	6,90	0,26	0,300	0,813	0,09	0,00	0,300
janeiro	1,19	0,27	0,49	7,13	0,24	0,302	0,464	0,09	0,00	0,302
fevereiro	1,15	0,25	0,42	7,53	0,21	0,300	0,277	0,09	0,00	0,300
março	1,11	0,22	0,38	7,84	0,20	0,300	0,321	0,09	0,00	0,300
abril	1,31	0,85	0,36	9,00	0,21	0,300	0,000	0,09	0,00	0,300
maio	1,59	0,11	0,39	9,53	0,24	0,300	0,500	0,09	0,00	0,300
junho	1,10	0,11	0,39	9,50	0,24	0,300	0,568	0,09	0,00	0,300
total	14,20	1,94	5,69	98,11	3,05	3,60	7,42	1,08	0,00	3,60
média	1,18	0,16	0,47	8,18	0,25	0,30	0,62	0,09	0,00	0,30

**Piscicultura**

rec. liq. (R\$)	m. de obra (pescad)
46.668,55	26

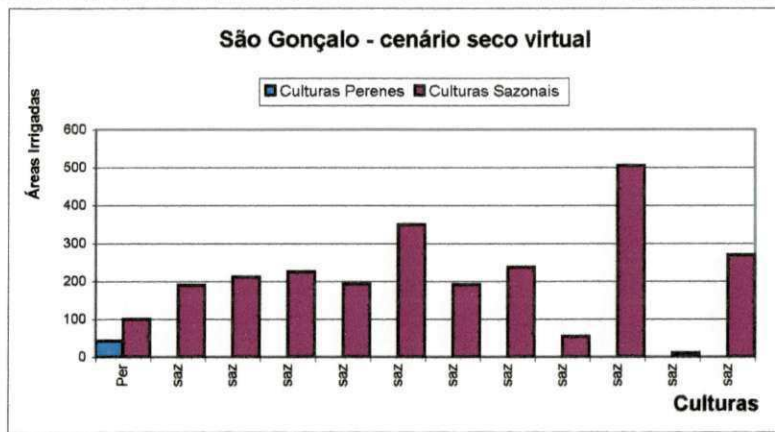


Figura 6.8 - Resultados para o cenário seco virtual

**Plano Cultural**

culturas	m. de obra (diárias)	receita liq. (mil R\$)	Amax (ha)	Plantio
Per	1302	194,44	42,70	jan-dez
saz1	6103	325,43	100,05	jan-abr
saz2	11595	618,69	190,07	fev-mai
saz3	12877	686,07	211,10	mar-jun
saz4	13689	725,00	224,41	abr-jul
saz5	11741	616,97	192,47	mai-ago
saz6	21331	1115,86	349,68	jun-set
saz7	11620	605,10	190,49	jul-out
saz8	14471	751,98	237,23	ago-nov
saz9	3318	172,47	54,40	set-dez
saz10	30810	1609,19	505,08	out-jan
saz11	624	32,81	10,24	nov-fev
saz12	16356	864,52	268,13	dez-mar
total per		194,44	42,70	
total saz		8124,09	2533,35	
soma	155.837	8318,53	2576,05	

**Quadro 6.7 - Reservatório de São Gonçalo - Cenário Seco Virtual sem irrigação - sustentabilidade hídrica = 40% (CSVsi)**

Vmax=capacidade do reservatório=44,6\*10<sup>6</sup>m<sup>3</sup>  
 Vmin=6,7 % do Vmax  
 Abacia hidráulica=700 ha=7\*10<sup>6</sup>m<sup>2</sup>  
 a= 7000000  
 t= 262 2628000

Vinicial= 24,98  
 Vsust= 9,99

**Dados de entrada e resultados**

meses	Qafuentes m <sup>3</sup> /s	Prec. mm	Evap. mm	Vreserv. hm <sup>3</sup>	Vevapor. hm <sup>3</sup>	Vres-Vsust hm <sup>3</sup>
julho	0,00	10,3	168,6	23,29	0,681	13,30
agosto	0,00	0,0	200,1	21,47	0,758	11,48
setembro	0,00	0,0	215,9	19,64	0,761	9,65
outubro	0,04	9,7	223,2	17,98	0,734	7,99
novembro	0,00	0,0	216,2	16,26	0,657	6,27
dezembro	0,11	25,2	205,9	14,98	0,586	4,99
janeiro	0,09	102,8	182,6	13,98	0,493	3,99
fevereiro	0,05	93,3	157,2	12,93	0,399	2,94
março	0,01	83,6	141,6	11,79	0,335	1,80
abril	0,21	317,3	136,0	11,76	0,321	1,77
maio	0,49	42,4	144,8	11,77	0,342	1,78
junho	0,00	41,9	144,9	10,52	0,314	0,53

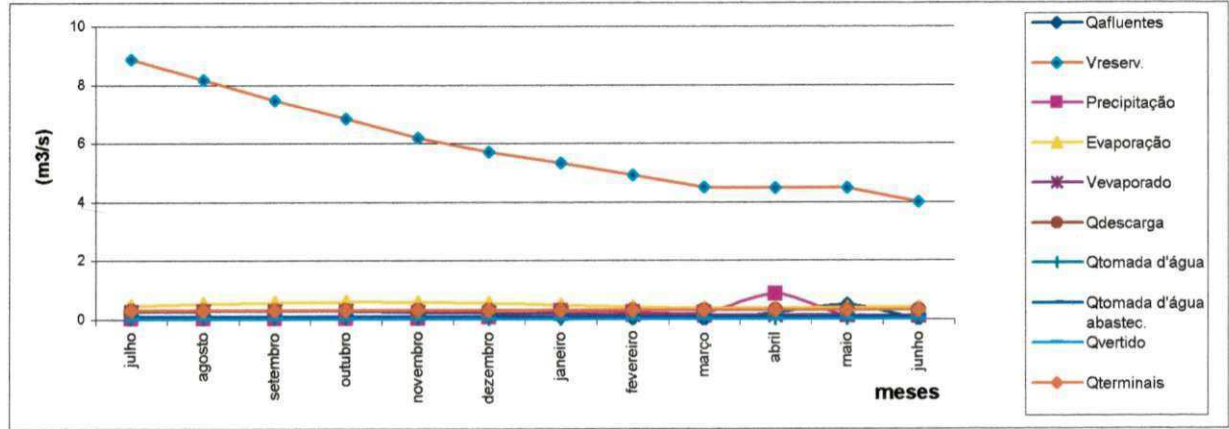


Figura 6.9 - Vazões afluente e defluente ao reservatório

meses	Qafuentes m <sup>3</sup> /s	Precipit. m <sup>3</sup> /s	Evap. m <sup>3</sup> /s	Vreserv. m <sup>3</sup> /s	Vevapor. m <sup>3</sup> /s	Qdescarga m <sup>3</sup> /s	Qt.d'água irrig.(m <sup>3</sup> /s)	Qt.d'água abast.(m <sup>3</sup> /s)	Qvertido m <sup>3</sup> /s	Qterminais m <sup>3</sup> /s
julho	0,00	0,03	0,45	8,86	0,26	0,300	0,000	0,09	0,00	0,300
agosto	0,00	0,00	0,53	8,17	0,29	0,300	0,000	0,09	0,00	0,300
setembro	0,00	0,00	0,58	7,47	0,29	0,300	0,000	0,09	0,00	0,300
outubro	0,04	0,03	0,59	6,84	0,28	0,300	0,000	0,09	0,00	0,300
novembro	0,00	0,00	0,58	6,19	0,25	0,301	0,000	0,09	0,00	0,301
dezembro	0,11	0,07	0,55	5,70	0,22	0,300	0,000	0,09	0,00	0,300
janeiro	0,09	0,27	0,49	5,32	0,19	0,302	0,000	0,09	0,00	0,302
fevereiro	0,05	0,25	0,42	4,92	0,15	0,300	0,000	0,09	0,00	0,300
março	0,01	0,22	0,38	4,49	0,13	0,300	0,000	0,09	0,00	0,300
abril	0,21	0,85	0,36	4,47	0,12	0,300	0,000	0,09	0,00	0,300
maio	0,49	0,11	0,39	4,48	0,13	0,300	0,000	0,09	0,00	0,300
junho	0,00	0,11	0,39	4,00	0,12	0,300	0,000	0,09	0,00	0,300
<b>total</b>	<b>1,00</b>	<b>1,94</b>	<b>5,69</b>	<b>70,92</b>	<b>2,43</b>	<b>3,60</b>	<b>0,00</b>	<b>1,08</b>	<b>0,00</b>	<b>3,60</b>
média	0,08	0,16	0,47	5,91	0,20	0,30	0,00	0,09	0,00	0,30

**Piscicultura**

rec. liq. (R\$)	m. de obra (pescad)
30.543,22	17



**Quadro 6.8 - Reservatório Engenheiro Avidos - Cenário Seco - sustentabilidade hídrica = 45% (CS)**

Vmax=capacidade do reservatório=255\*10<sup>6</sup>m<sup>3</sup>  
 Vmin=11% do Vmax  
 Abacia hidráulica=2845 ha=28,45\*10<sup>6</sup>m<sup>2</sup>  
 a= 28450000  
 Vinicial (hm3)= 114,75  
 Vsust (hm3)= 51,64  
 t= 2628000 2628000

Dados de entrada e resultados						
meses	Qafuentes m <sup>3</sup> /s	Prec. mm	Evap. mm	Vreserv. hm <sup>3</sup>	Vevapor. hm <sup>3</sup>	Vres - Vsust hm <sup>3</sup>
julho	0,00	0,0	206,3	108,14	2,860	56,50
agosto	0,00	0,0	231,5	101,12	3,035	49,48
setembro	0,00	0,0	222,1	94,39	2,742	42,75
outubro	0,50	133,0	237,1	90,87	2,832	39,23
novembro	0,01	0,0	226,0	84,47	2,535	32,83
dezembro	0,13	99,1	248,9	79,58	2,653	27,94
janeiro	0,00	0,0	220,4	73,72	2,202	22,08
fevereiro	0,09	73,0	170,4	69,64	1,623	18,00
março	0,12	37,9	185,2	65,03	1,666	13,39
abril	0,12	132,8	179,8	61,68	1,549	10,04
maio	0,00	15,4	184,1	56,74	1,482	5,10
junho	0,00	0,0	197,5	51,64	1,474	0,00

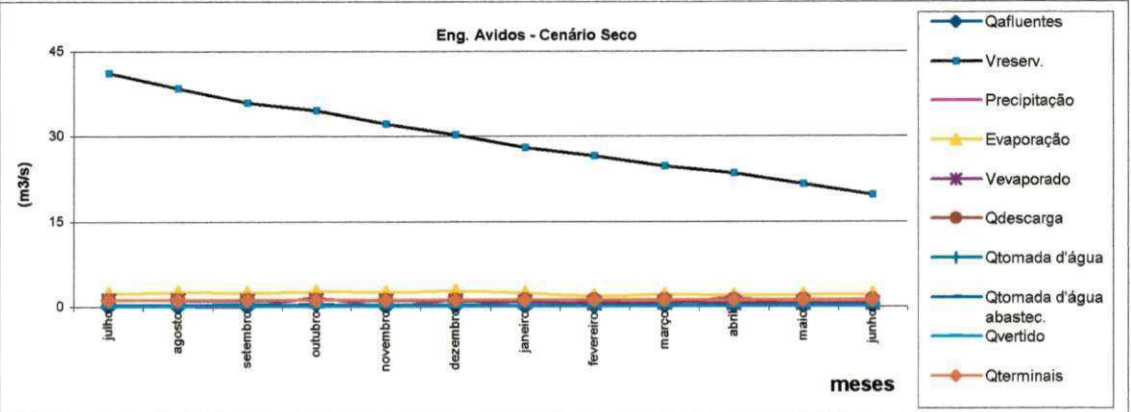


Figura 6.10 - Vazões afluentes e defluentes ao reservatório

meses	Qafuentes m <sup>3</sup> /s	Precipit. m <sup>3</sup> /s	Evap. m <sup>3</sup> /s	Vreserv. m <sup>3</sup> /s	Vevapor. m <sup>3</sup> /s	Qdescarga m <sup>3</sup> /s	Qt.d'água irrig.(m <sup>3</sup> /s)	Qt.d'água abast.(m <sup>3</sup> /s)	Qvertido m <sup>3</sup> /s	Qterminais m <sup>3</sup> /s
julho	0,00	0,000	2,23	41,15	1,088	1,110	0,193	0,09	0,000	1,110
agosto	0,00	0,000	2,51	38,48	1,155	1,100	0,275	0,09	0,000	1,100
setembro	0,00	0,000	2,40	35,92	1,043	1,147	0,285	0,09	0,000	1,147
outubro	0,50	1,440	2,57	34,58	1,078	1,124	0,171	0,09	0,000	1,124
novembro	0,01	0,000	2,45	32,14	0,965	1,100	0,211	0,09	0,000	1,100
dezembro	0,13	1,073	2,69	30,28	1,010	1,100	0,177	0,09	0,000	1,100
janeiro	0,00	0,000	2,39	28,05	0,838	1,100	0,163	0,09	0,000	1,100
fevereiro	0,09	0,790	1,84	26,50	0,618	1,100	0,101	0,09	0,000	1,100
março	0,12	0,410	2,00	24,75	0,634	1,100	0,144	0,09	0,000	1,100
abril	0,12	1,438	1,95	23,47	0,589	1,100	0,061	0,09	0,000	1,100
maio	0,00	0,167	1,99	21,59	0,564	1,100	0,151	0,09	0,000	1,100
junho	0,00	0,000	2,14	19,65	0,561	1,100	0,147	0,09	0,000	1,100
total	0,97	5,318	27,16	356,55	10,142	13,281	2,079	1,08	0,000	13,281
média	0,08	0,443	2,26	29,71	0,845	1,107	0,173	0,09	0,000	1,107

Piscicultura	
rec. liq. (R\$)	m. de obra (pescad)
105.230,00	60

Plano Cultural				
culturas	m. de obra (diárias)	receita liq. (mil R\$)	Amax (ha)	Plantio
banana	11323	2043,69	202,2	jan-dez
coco	555	54,67	13,87	jan-dez
melancia	1609	167,11	33,51	ago-out
arroz	49	0,36	0,75	fev-mai
feijão es	208	0,91	4,33	ago-out
milho	763	0,64	18,17	fev-mai
goiaba	0	0,00	0	jan-dez
algodão	0	0,00	0	ago-nov
melão	1203	123,89	25,06	ago-out
manga	64	0,43	0,43	jan-dez
total	15.774	2.391,70	298,32	
média		239,17	29,83	

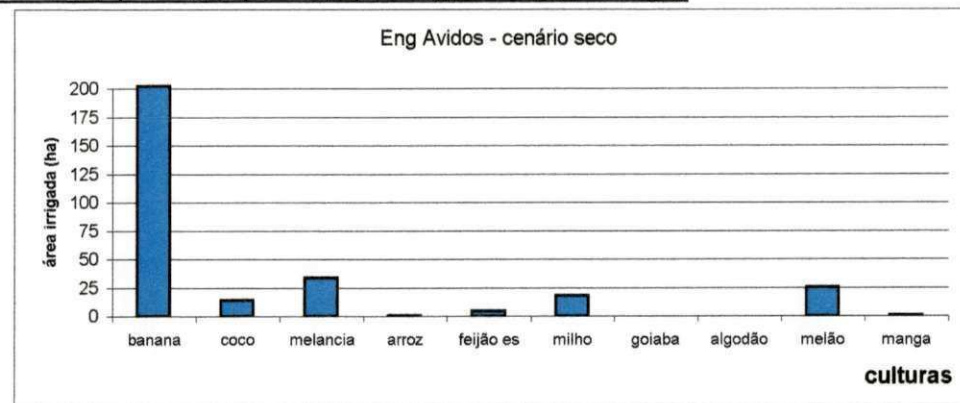


Figura 6.11 - Resultados para o cenário seco



**Quadro 6.9 - Reservatório de Eng. Avidos - Cenário Seco Virtual - sustentabilidade hidrica 45% (CSV)**

Vmax=capacidade do reservatório=255\*10<sup>6</sup>m<sup>3</sup>  
 Vmin=11% do Vmax  
 Abacia hidráulica=2845 ha=28,45\*10<sup>6</sup>m<sup>2</sup>  
 a= 28450000  
 Vinicial (hm3) = 114,75  
 Vsust (hm3)= 51,64  
 t= 2628000 2628000

Dados de entrada e resultados						
meses	Qafluentes m <sup>3</sup> /s	Prec. mm	Evap. mm	Vreserv. hm <sup>3</sup>	Vevapor. hm <sup>3</sup>	Vres - Vsust hm <sup>3</sup>
julho	0,00	0,0	206,3	108,15	2,868	56,51
agosto	0,00	0,0	231,5	101,21	3,037	49,57
setembro	0,00	0,0	222,1	94,48	2,744	42,84
outubro	0,50	133,0	237,1	90,94	2,834	39,30
novembro	0,01	0,0	226,0	84,50	2,536	32,86
dezembro	0,13	99,1	248,9	79,63	2,655	27,99
janeiro	0,00	0,0	220,4	73,69	2,201	22,05
fevereiro	0,09	73,0	170,4	69,63	1,623	17,99
março	0,12	37,9	185,2	65,17	1,669	13,53
abril	0,12	132,8	179,8	61,57	1,546	9,93
maio	0,00	15,4	184,1	56,69	1,480	5,05
junho	0,00	0,0	197,5	51,64	1,474	0,00

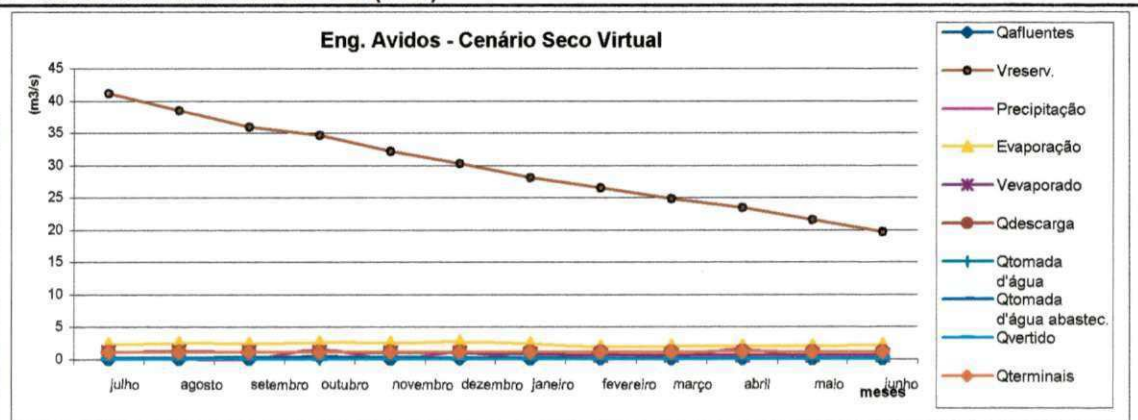


Figura 6.12 - Vazões afluentes e defluentes ao reservatório

meses	Qafluentes m <sup>3</sup> /s	Precipit. m <sup>3</sup> /s	Evap. m <sup>3</sup> /s	Vreserv. m <sup>3</sup> /s	Vevapor. m <sup>3</sup> /s	Qdescarga m <sup>3</sup> /s	Qt.d'água irrig.(m <sup>3</sup> /s)	Qt.d'água abast.(m <sup>3</sup> /s)	Qvertido m <sup>3</sup> /s	Qterminalis m <sup>3</sup> /s
julho	0,00	0,00	2,23	41,15	1,091	1,107	0,184	0,09	0,000	1,107
agosto	0,00	0,00	2,51	38,51	1,156	1,102	0,245	0,09	0,000	1,102
setembro	0,00	0,00	2,40	35,95	1,044	1,119	0,264	0,09	0,000	1,119
outubro	0,50	1,44	2,57	34,61	1,078	1,103	0,174	0,09	0,000	1,103
novembro	0,01	0,00	2,45	32,15	0,965	1,116	0,248	0,09	0,000	1,116
dezembro	0,13	1,07	2,69	30,30	1,010	1,100	0,169	0,09	0,000	1,100
janeiro	0,00	0,00	2,39	28,04	0,838	1,104	0,190	0,09	0,000	1,104
fevereiro	0,09	0,79	1,84	26,49	0,618	1,100	0,094	0,09	0,000	1,100
março	0,12	0,41	2,00	24,80	0,635	1,100	0,109	0,09	0,000	1,100
abril	0,12	1,44	1,95	23,43	0,588	1,200	0,053	0,09	0,000	1,200
maio	0,00	0,17	1,99	21,57	0,563	1,100	0,134	0,09	0,000	1,100
junho	0,00	0,00	2,14	19,65	0,561	1,100	0,146	0,09	0,000	1,100
total	0,97	5,32	27,16	356,66	10,15	13,35	2,01	1,08	0,00	13,35
média	0,08	0,44	2,26	29,72	0,846	1,113	0,168	0,09	0,000	1,113

Piscicultura	
rec. liq. (R\$)	m. de obra (pescad)
105.225,00	60

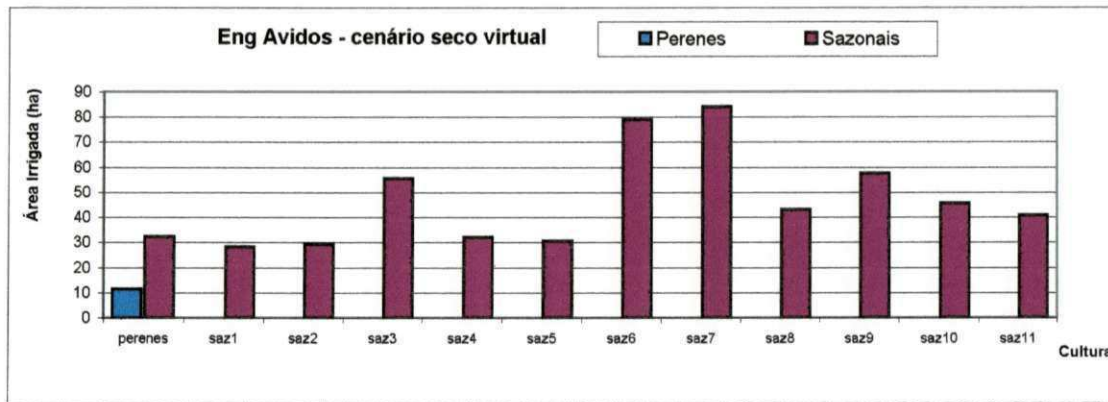


Figura 6.13 - Resultados para o cenário seco virtual

Plano Cultural				
culturas	m. de obra	receita liq.	Amax (ha)	Plantio
	(diárias)	(mil R\$)		
perenes	352	52,43	11,55	jan-dez
saz1	1.972	103,74	32,32	jan-abr
saz2	1.731	91,24	28,38	fev-mai
saz3	1.791	94,09	29,36	mar-jun
saz4	3.393	177,88	55,62	abr-jul
saz5	1.952	101,62	32,00	mai-ago
saz6	1.864	96,83	30,55	jun-set
saz7	4.820	251,13	79,01	jul-out
saz8	5.132	267,23	84,14	ago-nov
saz9	2.624	136,95	43,02	set-dez
saz10	3.514	183,38	57,61	out-jan
saz11	2.788	145,51	45,70	nov-fev
saz12	2.486	130,22	40,76	dez-mar
total per		52,43	11,55	
total saz		1779,82	558,47	
soma	34.419	1.832,25	570,02	

**Quadro 6.10 - Reservatório de Eng. Avidos - Cenário Seco Virtual sem irrigação - sustentabilidade hídrica = 40% (CSVsi)**

Vmax=capacidade do reservatório=255\*10<sup>6</sup>m<sup>3</sup>  
 Vmin=11% do Vmax  
 Vinicial (hm3) = 114,75  
 Vsust (hm3)= 45,9  
 Abacia hidráulica=2845 ha=28,45\*10<sup>6</sup>m<sup>2</sup>  
 a= 28450000 t= 2628000 2628000

Dados de entrada e resultados						
meses	Qafuentes m <sup>3</sup> /s	Prec. mm	Evap. mm	Vreserv. hm <sup>3</sup>	Vevapor. hm <sup>3</sup>	Vres - Vsust hm <sup>3</sup>
julho	0,00	0,0	206,3	108,58	2,878	62,68
agosto	0,00	0,0	231,5	102,21	3,063	56,31
setembro	0,00	0,0	222,1	96,12	2,785	50,22
outubro	0,50	133,0	237,1	92,96	2,889	47,06
novembro	0,01	0,0	226,0	87,09	2,602	41,19
dezembro	0,13	99,1	248,9	82,55	2,738	36,65
janeiro	0,00	0,0	220,4	76,98	2,284	31,08
fevereiro	0,09	73,0	170,4	73,06	1,689	27,16
março	0,12	37,9	185,2	68,76	1,745	22,86
abril	0,12	132,8	179,8	65,48	1,627	19,58
maio	0,00	15,4	184,1	60,81	1,567	14,91
junho	0,00	0,0	197,5	55,98	1,572	10,08

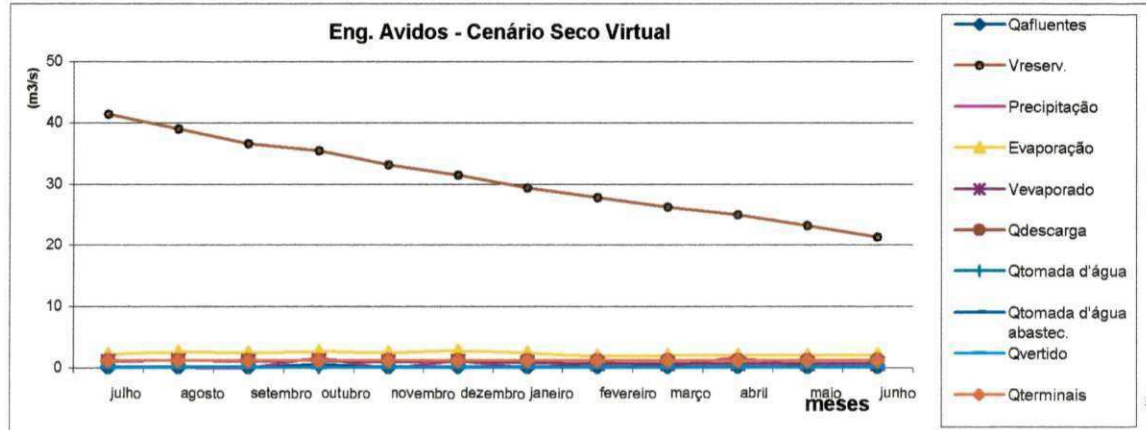


Figura 6.14 - Vazões afluente e defluente ao reservatório

meses	Qafuentes m <sup>3</sup> /s	Precipit. m <sup>3</sup> /s	Evap. m <sup>3</sup> /s	Vreserv. m <sup>3</sup> /s	Vevapor. m <sup>3</sup> /s	Qdescarga m <sup>3</sup> /s	Qt.d'água irrig.(m <sup>3</sup> /s)	Qt.d'água abast.(m <sup>3</sup> /s)	Qvertido m <sup>3</sup> /s	Qterminais m <sup>3</sup> /s
julho	0,00	0,00	2,23	41,32	1,095	1,124	0,000	0,09	0,000	1,124
agosto	0,00	0,00	2,51	38,89	1,166	1,124	0,000	0,09	0,000	1,124
setembro	0,00	0,00	2,40	36,57	1,060	1,124	0,000	0,09	0,000	1,124
outubro	0,50	1,44	2,57	35,37	1,099	1,124	0,000	0,09	0,000	1,124
novembro	0,01	0,00	2,45	33,14	0,990	1,124	0,000	0,09	0,000	1,124
dezembro	0,13	1,07	2,69	31,41	1,042	1,124	0,000	0,09	0,000	1,124
janeiro	0,00	0,00	2,39	29,29	0,869	1,124	0,000	0,09	0,000	1,124
fevereiro	0,09	0,79	1,84	27,80	0,643	1,124	0,000	0,09	0,000	1,124
março	0,12	0,41	2,00	26,16	0,664	1,124	0,000	0,09	0,000	1,124
abril	0,12	1,44	1,95	24,92	0,619	1,124	0,000	0,09	0,000	1,124
maio	0,00	0,17	1,99	23,14	0,596	1,124	0,000	0,09	0,000	1,124
junho	0,00	0,00	2,14	21,30	0,598	1,124	0,000	0,09	0,000	1,124
<b>total</b>	<b>0,97</b>	<b>5,32</b>	<b>27,16</b>	<b>369,32</b>	<b>10,44</b>	<b>13,49</b>	<b>0,00</b>	<b>1,08</b>	<b>0,00</b>	<b>13,49</b>
média	0,08	0,44	2,26	30,78	0,870	1,124	0,000	0,09	0,000	1,124

Piscicultura	
rec. liq. (R\$)	m. de obra (pescad)
112.239,66	64



Vmax= 44,6 hm<sup>3</sup>  
 Vmin= Vinicial (hm): 24,98  
 Vsust (hm<sup>3</sup>): 11,24  
 Abacia hidráulica=700 ha=7\*10<sup>6</sup>m<sup>2</sup>  
 a= 7000000 t= 26; 2628000

meses	Qafuentes m <sup>3</sup> /s	Prec. mm	Evap. mm	Vreserv. hm <sup>3</sup>	Vevapor. hm <sup>3</sup>	Vres-Vsust hm <sup>3</sup>
julho	0,00	10,3	168,6	23,79	0,693	12,55
agosto	0,00	0,0	200,1	21,36	0,755	10,12
setembro	0,00	0,0	215,9	18,76	0,734	7,52
outubro	0,04	9,7	223,2	16,63	0,690	5,39
novembro	0,00	0,0	216,2	15,78	0,641	4,54
dezembro	0,11	25,2	205,9	15,01	0,587	3,77
janeiro	0,09	102,8	182,6	15,26	0,528	4,02
fevereiro	0,05	93,3	157,2	14,97	0,447	3,73
março	0,01	83,6	141,6	14,24	0,388	3,00
abril	0,21	317,3	136,0	15,35	0,395	4,11
maio	0,49	42,4	144,8	16,31	0,441	5,07
junho	0,00	41,9	144,9	15,35	0,421	4,11

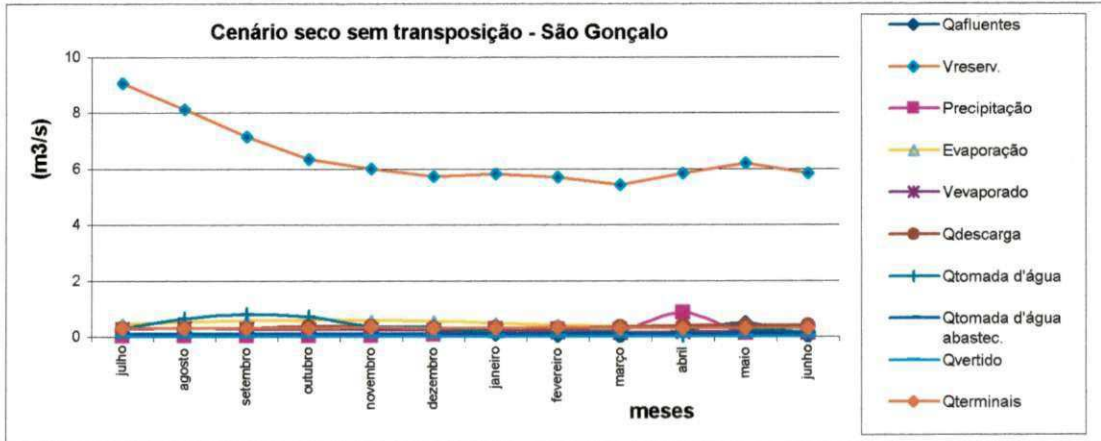


Figura 6.15 - Vazoes afluentes e defluentes ao reservatório

meses	Qafuentes m <sup>3</sup> /s	Precipit. m <sup>3</sup> /s	Evap. m <sup>3</sup> /s	Vreserv. m <sup>3</sup> /s	Vevapor. m <sup>3</sup> /s	Qdescarga m <sup>3</sup> /s	Qt.d'água irrig.(m <sup>3</sup> /s)	Qt.d'água abast.(m <sup>3</sup> /s)	Qvertido m <sup>3</sup> /s	Qterminalis m <sup>3</sup> /s
julho	0,00	0,03	0,45	9,05	0,26	0,306	0,292	0,09	0,00	0,300
agosto	0,00	0,00	0,53	8,13	0,29	0,308	0,642	0,09	0,00	0,302
setembro	0,00	0,00	0,58	7,14	0,28	0,307	0,800	0,09	0,00	0,303
outubro	0,04	0,03	0,59	6,33	0,26	0,365	0,717	0,09	0,00	0,301
novembro	0,00	0,00	0,58	6,00	0,24	0,364	0,374	0,09	0,00	0,338
dezembro	0,11	0,07	0,55	5,71	0,22	0,300	0,346	0,09	0,00	0,303
janeiro	0,09	0,27	0,49	5,81	0,20	0,324	0,136	0,09	0,00	0,300
fevereiro	0,05	0,25	0,42	5,70	0,17	0,300	0,141	0,09	0,00	0,310
março	0,01	0,22	0,38	5,42	0,15	0,347	0,152	0,09	0,00	0,300
abril	0,21	0,85	0,36	5,84	0,15	0,385	0,000	0,09	0,00	0,300
maio	0,49	0,11	0,39	6,21	0,17	0,384	0,201	0,09	0,00	0,300
junho	0,00	0,11	0,39	5,84	0,16	0,383	0,167	0,09	0,00	0,300
total	1,00	1,94	5,69	77,17	2,56	4,07	3,97	1,08	0,00	3,66
média	0,08	0,16	0,47	6,43	0,21	0,34	0,33	0,09	0,00	0,30

rec. liq. (R\$)	m. de obra (pesca)
38.593,00	22

culturas	m. de obra (diárias) (1)	receita liq. (mil R\$) (1)	Amax (1)	Plantio
banana	21987	3974,52	392,63	jan-dez
coco	0	0,00	0,00	jan-dez
melancia	13510	1400,86	281,45	ago-out
arroz	271	2,34	4,11	fev-mai
feijão es	105	0,44	2,19	ago-out
milho	2626	5,02	62,53	fev-mai
goiaba	1043	41,79	9,39	jan-dez
algodão	0	0,00	0,00	ago-nov
melão	4533	465,81	94,44	ago-out
manga	629	4,24	4,17	jan-dez
total (1)	44.704	5.895,02	850,91	
média			70,91	

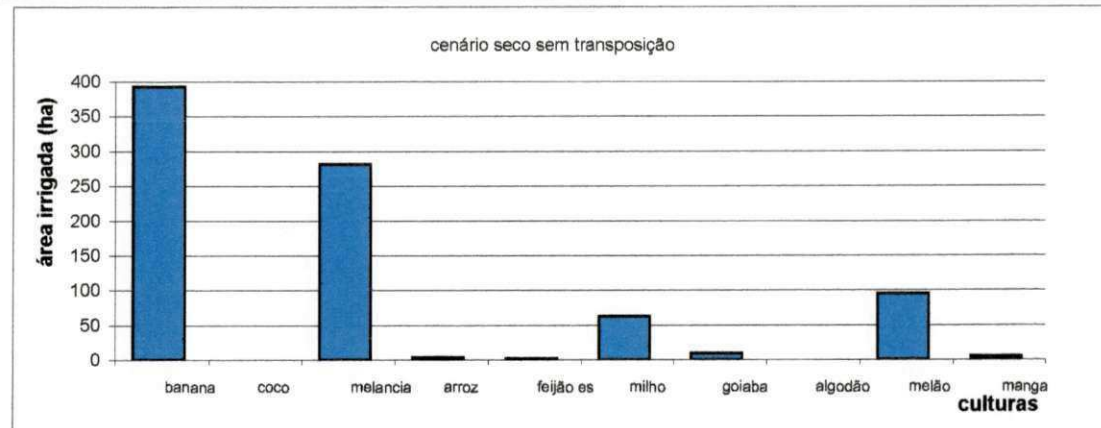


Figura 6.16 - Resultados do cenário seco para o sistema integrado - São Gonçalo

Vmax= 255,00 hm<sup>3</sup>  
 Vmin=  
 Abacia hidráulica=2845 ha=28,45\*10<sup>6</sup>m<sup>2</sup>  
 a= 28450000  
 t= 26280t 2628000

Vinicial (hm<sup>3</sup>) = 114,75  
 Vsust (hm<sup>3</sup>)= 51,64

Dados de entrada e resultados - Eng Avidos						
meses	Qafluentes m <sup>3</sup> /s	Prec. mm	Evap. mm	Vreserv. hm <sup>3</sup>	Vevapor. hm <sup>3</sup>	Vres-Vsust hm <sup>3</sup>
julho	0,00	0,0	206,3	108,44	2,875	56,80
agosto	0,00	0,0	231,5	100,49	3,018	48,85
setembro	0,00	0,0	222,1	92,32	2,690	40,68
outubro	0,50	133,0	237,1	88,72	2,774	37,08
novembro	0,01	0,0	226,0	82,11	2,474	30,47
dezembro	0,13	99,1	248,9	77,54	2,595	25,90
janeiro	0,00	0,0	220,4	71,78	2,153	20,14
fevereiro	0,09	73,0	170,4	68,76	1,606	17,12
março	0,12	37,9	185,2	65,39	1,674	13,75
abril	0,12	132,8	179,8	63,44	1,585	11,80
maio	0,00	15,4	184,1	58,84	1,526	7,20
junho	0,00	0,0	197,5	54,70	1,543	3,06

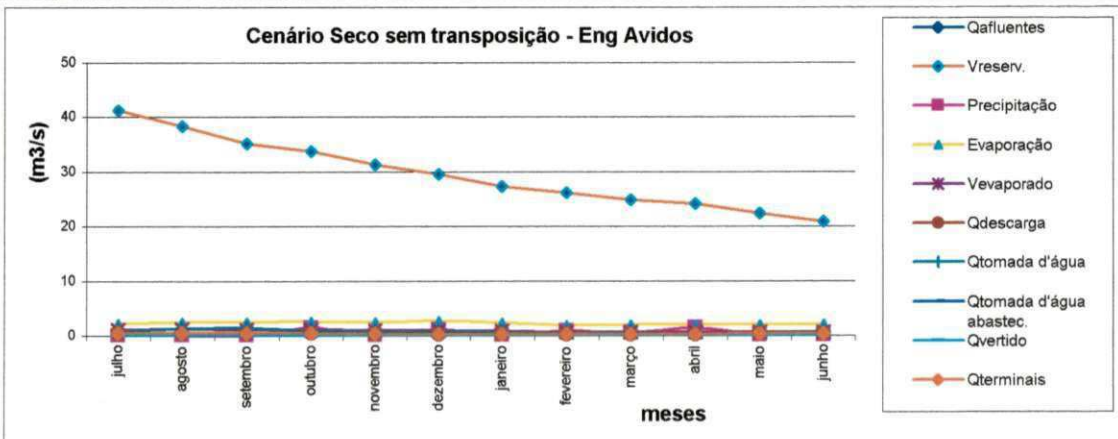


Figura 6.17 - Vazoes afluentes e defluentes ao reservatório

meses	Qafluentes m <sup>3</sup> /s	Precipit. m <sup>3</sup> /s	Evap. m <sup>3</sup> /s	Vreserv. m <sup>3</sup> /s	Vevapor. m <sup>3</sup> /s	Qdescarga m <sup>3</sup> /s	Qt.d'água irrig.(m <sup>3</sup> /s)	Qt.d'água abast.(m <sup>3</sup> /s)	Qvertido m <sup>3</sup> /s	Qterminais m <sup>3</sup> /s
julho	0,00	0,00	2,23	41,26	1,09	0,417	0,693	0,09	0,00	0,417
agosto	0,00	0,00	2,51	38,24	1,15	0,418	1,322	0,09	0,00	0,418
setembro	0,00	0,00	2,40	35,13	1,02	0,419	1,443	0,09	0,00	0,419
outubro	0,50	1,44	2,57	33,76	1,06	0,428	0,788	0,09	0,00	0,428
novembro	0,01	0,00	2,45	31,24	0,94	0,313	0,760	0,09	0,00	0,313
dezembro	0,13	1,07	2,69	29,51	0,99	0,256	0,629	0,09	0,00	0,256
janeiro	0,00	0,00	2,39	27,31	0,82	0,249	0,628	0,09	0,00	0,249
fevereiro	0,09	0,79	1,84	26,16	0,61	0,257	0,357	0,09	0,00	0,257
março	0,12	0,41	2,00	24,88	0,64	0,257	0,479	0,09	0,00	0,257
abril	0,12	1,44	1,95	24,14	0,60	0,255	0,202	0,09	0,00	0,255
maio	0,00	0,17	1,99	22,39	0,58	0,307	0,525	0,09	0,00	0,307
junho	0,00	0,00	2,14	20,82	0,59	0,311	0,565	0,09	0,00	0,311
total	0,97	5,32	27,16	354,84	10,09	3,89	8,39	1,08	0,00	3,89
média	0,08	0,44	2,26	29,57	0,84	0,32	0,70	0,09	0,00	0,32

Piscicultura	
rec. liq. (R\$)	m. de obra (pescad)
110.180,00	63

Plano Cultural (Integrado)				
culturas	m. de obra (diárias) (2)	receita liq. (mil R\$) (2)	Amax (2)	Plantio
	banana	29278		
coco	5057	498,51	126,43	jan-dez
melancia	12790	1328,64	266,46	ago-out
arroz	0	0,00	0,01	fev-mai
feijão es	158	0,69	3,29	ago-out
milho	0	0,00	0,01	fev-mai
goiaba	16361	653,51	147,40	jan-dez
algodão	0	0,00	0,00	ago-nov
melão	14886	1532,80	310,12	ago-out
manga	1035	6,89	6,85	jan-dez
total (2)	79.565	9.305,26	1383,39	
média			115,28	

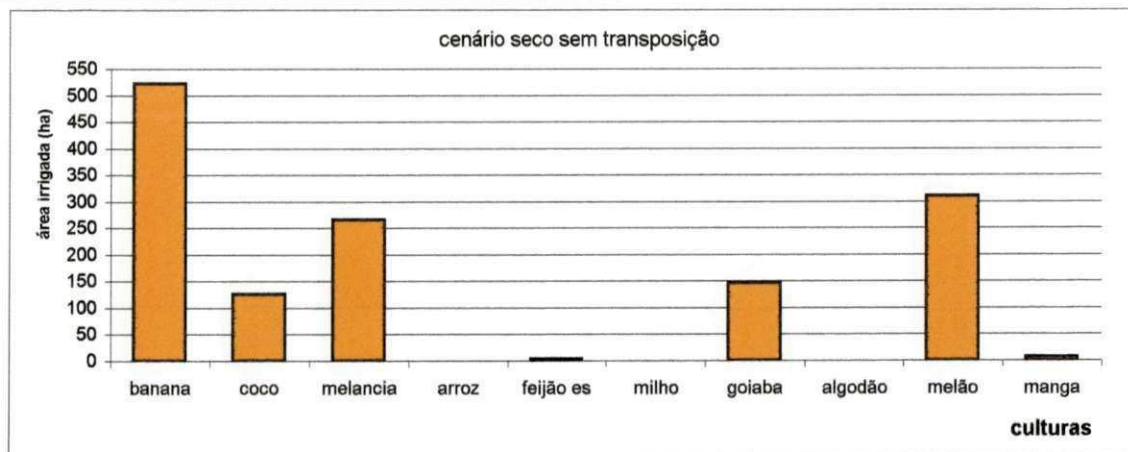


Figura 6.18 - Resultados do cenário seco para o sistema integrado - Eng Avidos



Vmax= 44,6 hm<sup>3</sup>  
 Vmin= Vinicial (hm<sup>3</sup>)= 24,98  
 Vsust (hm<sup>3</sup>)= 11,24  
 Abacia hidráulica=700 ha=7\*10<sup>9</sup>m<sup>2</sup>  
 a= 7000000 t= 262800t 2628000

Dados de entrada e resultados - São Gonçalo

meses	Qafluentes m <sup>3</sup> /s	Prec. mm	Evap. mm	Vreserv. hm <sup>3</sup>	Vevapor. hm <sup>3</sup>	Vres-Vsust hm <sup>3</sup>
julho	0,00	10,3	168,6	23,25	0,680	12,01
agosto	0,00	0,0	200,1	21,40	0,756	10,16
setembro	0,00	0,0	215,9	19,56	0,759	8,32
outubro	0,04	9,7	223,2	17,90	0,731	6,66
novembro	0,00	0,0	216,2	16,00	0,648	4,76
dezembro	0,11	25,2	205,9	14,74	0,579	3,50
janeiro	0,09	102,8	182,6	13,95	0,492	2,71
fevereiro	0,05	93,3	157,2	13,13	0,404	1,89
março	0,01	83,6	141,6	12,22	0,344	0,98
abril	0,21	317,3	136,0	12,66	0,340	1,42
maio	0,49	42,4	144,8	12,60	0,360	1,36
junho	0,00	41,9	144,9	11,33	0,332	0,09

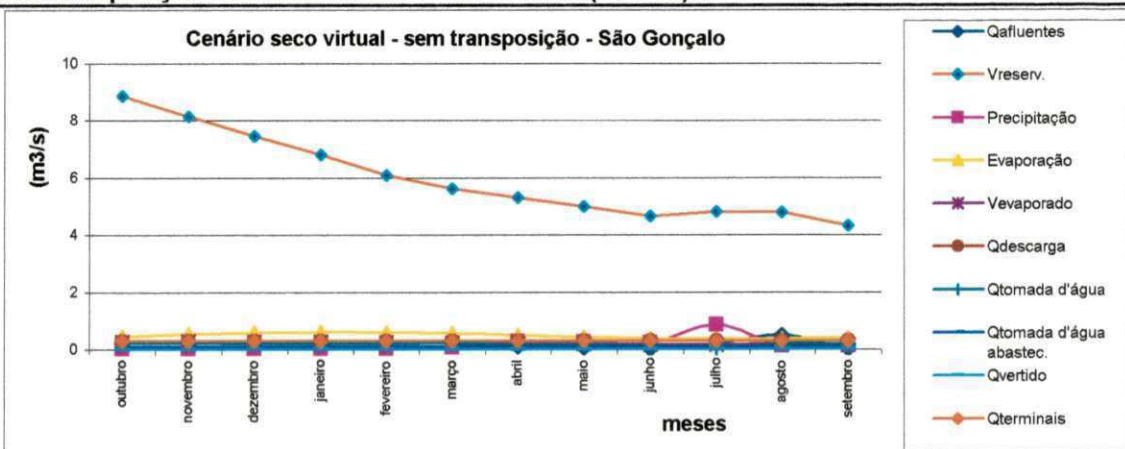


Figura 6.19 - vazoes afluentes e defluentes ao reservatório

meses	Qafluentes m <sup>3</sup> /s	Precipit. m <sup>3</sup> /s	Evap. m <sup>3</sup> /s	Vreserv. m <sup>3</sup> /s	Vevapor. m <sup>3</sup> /s	Qdescarga m <sup>3</sup> /s	Qt.d'água irrig.(m <sup>3</sup> /s)	Qt.d'água abast.(m <sup>3</sup> /s)	Qvertido m <sup>3</sup> /s	Qterminais m <sup>3</sup> /s
julho	0,00	0,03	0,45	8,85	0,26	0,300	0,214	0,09	0,00	0,300
agosto	0,00	0,00	0,53	8,14	0,29	0,300	0,217	0,09	0,00	0,300
setembro	0,00	0,00	0,58	7,44	0,29	0,300	0,206	0,09	0,00	0,300
outubro	0,04	0,03	0,59	6,81	0,28	0,300	0,204	0,09	0,00	0,300
novembro	0,00	0,00	0,58	6,09	0,25	0,300	0,211	0,09	0,00	0,300
dezembro	0,11	0,07	0,55	5,61	0,22	0,300	0,232	0,09	0,00	0,300
janeiro	0,09	0,27	0,49	5,31	0,19	0,300	0,154	0,09	0,00	0,300
fevereiro	0,05	0,25	0,42	4,99	0,15	0,300	0,146	0,09	0,00	0,300
março	0,01	0,22	0,38	4,65	0,13	0,300	0,145	0,09	0,00	0,300
abril	0,21	0,85	0,36	4,82	0,13	0,300	0,000	0,09	0,00	0,300
maio	0,49	0,11	0,39	4,79	0,14	0,300	0,195	0,09	0,00	0,300
junho	0,00	0,11	0,39	4,31	0,13	0,300	0,178	0,09	0,00	0,300
total	1,00	1,94	5,69	71,82	2,44	3,60	2,10	1,08	0,00	3,60
média	0,08	0,16	0,47	5,98	0,20	0,30	0,18	0,09	0,00	0,30

Área irrigada (1)= 811,49 ha  
 Receita Líquida(1)= R\$ 2.633.970,00  
 Receita Líquida(2)= R\$ 6.426.000,00

**Receita Total= R\$ 9.059.970,00**

Piscicultura

rec. liq. (R\$)	m. de obra (pescad)
32.335,00	18

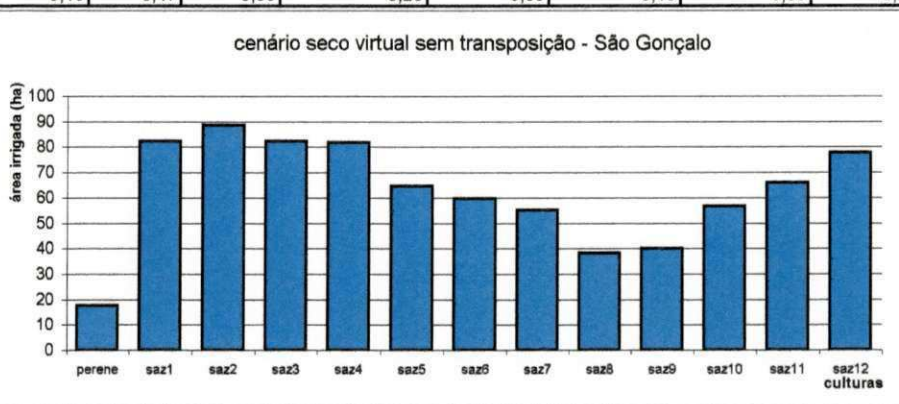


Figura 6.20 - Resultados do cenário seco virtual para o sistema integrado

Piano Cultural (Integrado)

Plantio	culturas	m. de obra (diárias)	receita liq. (1) (mil R\$)	Amax (1)
jan-dez	perene	534	79,80	17,52
jan-abr	saz1	5.028	268,10	82,42
fev-mai	saz2	5.409	288,60	88,66
mar-jun	saz3	5.029	267,85	82,42
abr-jul	saz4	5.000	264,80	81,96
mai-ago	saz5	3.944	207,24	64,65
jun-set	saz6	3.647	190,78	59,79
jul-out	saz7	3.360	174,95	55,08
ago-nov	saz8	2.337	121,43	38,31
set-dez	saz9	2.437	126,64	39,95
out-jan	saz10	3.460	180,72	56,72
nov-fev	saz11	4.030	211,72	66,06
dez-mar	saz12	4.755	251,34	77,95
total		48.970	2.633,97	811,49
média				67,62



**Quadro 6.14 - Sistema Integrado - Cenário Seco Virtual - sem transposição - sustentabilidade hídrica = 45% (CSVI st)**

Vmax= 255,00 hm<sup>3</sup>  
 Vmin= Vinicial (hm<sup>3</sup>) = 114,75  
 Vvsust (hm<sup>3</sup>)= 51,64  
 Abacia hidráulica=2845 ha=28,45\*10<sup>6</sup>m<sup>2</sup>  
 a= 28450000 t= 26280 2628000

Dados de entrada e resultados - Eng Avidos						
meses	Qafluentes m <sup>3</sup> /s	Prec. mm	Evap. mm	Vreserv. hm <sup>3</sup>	Vevapor. hm <sup>3</sup>	Vres-Vsust hm <sup>3</sup>
julho	0,00	0,0	206,3	109,26	2,894	57,62
agosto	0,00	0,0	231,5	103,03	3,084	51,39
setembro	0,00	0,0	222,1	96,94	2,806	45,30
outubro	0,50	133,0	237,1	94,65	2,934	43,01
novembro	0,01	0,0	226,0	88,90	2,649	37,26
dezembro	0,13	99,1	248,9	84,75	2,800	33,11
janeiro	0,00	0,0	220,4	79,35	2,344	27,71
fevereiro	0,09	73,0	170,4	76,65	1,759	25,01
março	0,12	37,9	185,2	73,45	1,844	21,81
abril	0,12	132,8	179,8	72,14	1,764	20,50
maio	0,00	15,4	184,1	68,76	1,735	17,12
junho	0,00	0,0	197,5	64,90	1,774	13,26

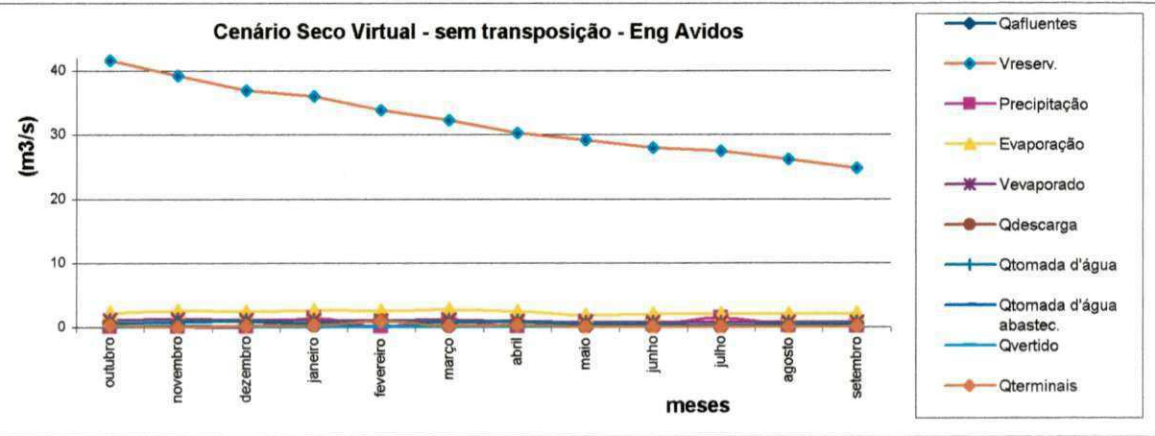


Figura 6.21 - Vazões afluentes e defluentes ao reservatório

meses	Qafluentes m <sup>3</sup> /s	Precipit. m <sup>3</sup> /s	Evap. m <sup>3</sup> /s	Vreserv. m <sup>3</sup> /s	Vevapor. m <sup>3</sup> /s	Qdescarga m <sup>3</sup> /s	Qt.d'água irrig. (m <sup>3</sup> /s)	Qt.d'água abast. (m <sup>3</sup> /s)	Qvertido m <sup>3</sup> /s	Qterminais m <sup>3</sup> /s
julho	0,00	0,00	2,23	41,57	1,10	0,343	0,629	0,09	0,00	0,343
agosto	0,00	0,00	2,51	39,21	1,17	0,039	0,825	0,09	0,00	0,039
setembro	0,00	0,00	2,40	36,89	1,07	0,232	0,885	0,09	0,00	0,232
outubro	0,50	1,44	2,57	36,01	1,12	0,264	0,551	0,09	0,00	0,264
novembro	0,01	0,00	2,45	33,83	1,01	0,868	0,902	0,09	0,00	0,868
dezembro	0,13	1,07	2,69	32,25	1,07	0,185	0,728	0,09	0,00	0,185
janeiro	0,00	0,00	2,39	30,19	0,89	0,263	0,800	0,09	0,00	0,263
fevereiro	0,09	0,79	1,84	29,17	0,67	0,038	0,405	0,09	0,00	0,038
março	0,12	0,41	2,00	27,95	0,70	0,007	0,443	0,09	0,00	0,007
abril	0,12	1,44	1,95	27,45	0,67	0,032	0,177	0,09	0,00	0,032
maio	0,00	0,17	1,99	26,16	0,66	0,000	0,406	0,09	0,00	0,000
junho	0,00	0,00	2,14	24,70	0,68	0,116	0,502	0,09	0,00	0,116
<b>total</b>	<b>0,97</b>	<b>5,32</b>	<b>27,16</b>	<b>385,37</b>	<b>10,80</b>	<b>2,39</b>	<b>7,25</b>	<b>1,08</b>	<b>0,00</b>	<b>2,39</b>
média	0,08	0,44	2,26	32,11	0,90	0,20	0,60	0,09	0,00	0,20

Área irrigada (2)= 1974,53 ha  
 Receita Líquida(1)= R\$ 2.633.970,00  
 Receita Líquida(2)= R\$ 6.426.000,00

**Receita Total= R\$ 9.059.970,00**

Piscicultura	
rec. liq. (R\$)	m. de obra (pescad)
126.641,94	72

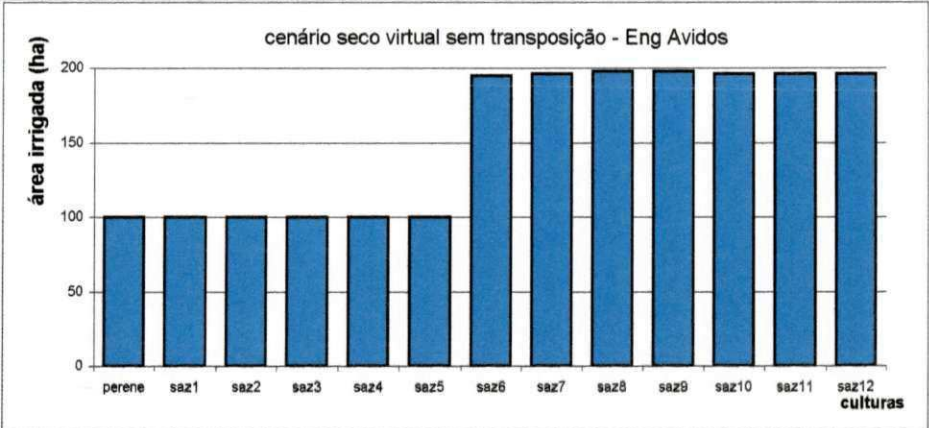


Figura 6.22 - Resultados do cenário seco virtual para o sistema integrado

Plano Cultural (Integrado)				
Plantio	culturas	m. de obra (2) (diárias)	receita liq. (2) (mil R\$)	Amax (2)
jan-dez	perene	3049	453,69	99,97
jan-abr	saz1	6098	320,91	99,97
fev-mai	saz2	6098	321,26	99,97
mar-jun	saz3	6098	320,31	99,97
abr-jul	saz4	6098	319,65	99,97
mai-ago	saz5	6098	317,40	99,97
jun-set	saz6	11893	617,98	194,97
jul-out	saz7	11954	622,89	195,97
ago-nov	saz8	12075	628,71	197,95
set-dez	saz9	12076	630,18	197,97
out-jan	saz10	11953	623,78	195,95
nov-fev	saz11	11955	623,98	195,95
dez-mar	saz12	11955	626,06	195,95
<b>total</b>		<b>117.400</b>	<b>6.426,80</b>	<b>1974,53</b>
<b>média</b>				<b>164,54</b>



Vmax= 44,6 hm<sup>3</sup>  
 Vmin=  
 Abacia hidráulica=700 ha=7\*10<sup>6</sup>m<sup>2</sup>  
 a= /000000  
 Inicial (hm<sup>3</sup>)= 24,98  
 Vsust (hm<sup>3</sup>)= 24,98  
 t= 2628000 2628000

Dados de entrada e resultados - São Gonçalo

meses	Qafluentes m <sup>3</sup> /s	Prec. mm	Evap. mm	Vreserv. hm <sup>3</sup>	Vevapor. hm <sup>3</sup>	Vres-Vsust hm <sup>3</sup>
julho	3,00	10,3	168,6	27,86	0,787	2,88
agosto	3,00	0,0	200,1	28,91	0,963	3,93
setembro	3,00	0,0	215,9	29,16	1,046	4,18
outubro	3,04	9,7	223,2	28,16	1,051	3,18
novembro	3,00	0,0	216,2	28,20	1,020	3,22
dezembro	3,11	25,2	205,9	30,24	1,028	5,26
janeiro	3,09	102,8	182,6	33,51	0,992	8,53
fevereiro	3,05	93,3	157,2	35,22	0,889	10,24
março	3,01	83,6	141,6	34,82	0,793	9,84
abril	3,21	317,3	136,0	41,51	0,881	16,53
maio	3,49	42,4	144,8	41,21	0,933	16,23
junho	3,00	41,9	144,9	44,26	0,990	19,28

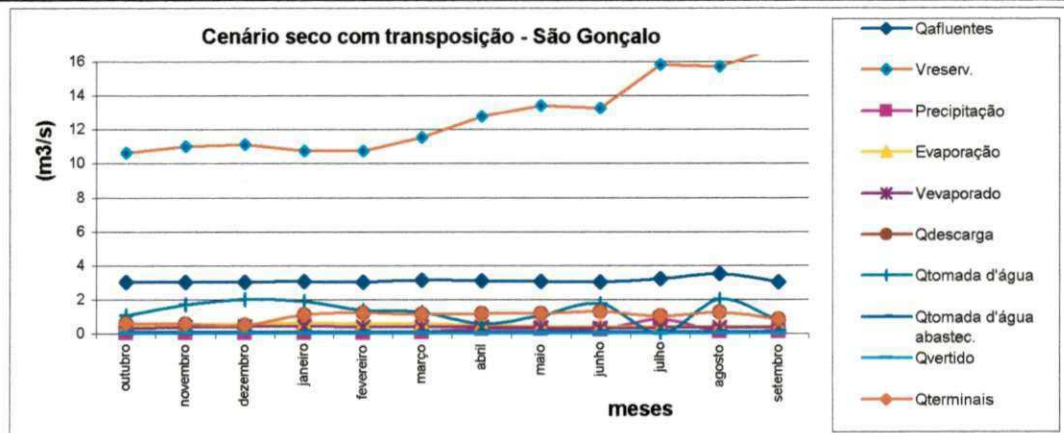


Figura 6.23 - vazões afluente e defluente ao reservatório

meses	Qafluentes m <sup>3</sup> /s	Precipit. m <sup>3</sup> /s	Evap. m <sup>3</sup> /s	Vreserv. m <sup>3</sup> /s	Vevapor. m <sup>3</sup> /s	Qdescarga m <sup>3</sup> /s	Qt.d'água irrig.(m <sup>3</sup> /s)	Qt.d'água abast.(m <sup>3</sup> /s)	Qvertido m <sup>3</sup> /s	Qterminais m <sup>3</sup> /s
julho	3,00	0,03	0,45	10,60	0,30	0,587	1,050	0,09	0,00	0,587
agosto	3,00	0,00	0,53	11,00	0,37	0,563	1,702	0,09	0,00	0,563
setembro	3,00	0,00	0,58	11,09	0,40	0,506	2,000	0,09	0,00	0,506
outubro	3,04	0,03	0,59	10,71	0,40	1,091	1,898	0,09	0,00	1,091
novembro	3,00	0,00	0,58	10,73	0,39	1,219	1,346	0,09	0,00	1,219
dezembro	3,11	0,07	0,55	11,51	0,39	1,113	1,245	0,09	0,00	1,113
janeiro	3,09	0,27	0,49	12,75	0,38	1,169	0,553	0,09	0,00	1,169
fevereiro	3,05	0,25	0,42	13,40	0,34	1,151	1,067	0,09	0,00	1,151
março	3,01	0,22	0,38	13,25	0,30	1,296	1,729	0,09	0,00	1,296
abril	3,21	0,85	0,36	15,80	0,34	1,027	0,000	0,09	0,00	1,027
maio	3,49	0,11	0,39	15,68	0,36	1,260	2,000	0,09	0,00	1,260
junho	3,00	0,11	0,39	16,84	0,38	0,812	0,738	0,09	0,00	0,812
total	37,00	1,94	5,69	153,37	4,33	11,79	15,33	1,08	0,00	11,79
média	3,08	0,16	0,47	12,78	0,36	0,98	1,28	0,09	0,00	0,98

Área irrigada (1)= 3976,77 ha  
 Receita Líquida(1)= R\$ 10.806.400,00  
 Receita Líquida(2)= R\$ 17.313.010,00

**Receita Total= R\$ 28.119.410,00**

Piscicultura

rec. liq. (R\$)	m. de obra (pescad)
65.855,47	37

Plano Cultural (Integrado)

culturas	m. de obra (diárias) (1)	receita liq. (mil R\$) (1)	Amax (1)	Plantio
banana	22072	3989,80	394,13	jan-dez
coco	17145	1699,49	428,62	jan-dez
melancia	4092	424,26	85,24	ago-out
arroz	40421	348,75	612,45	fev-mai
feijão es	0	0,00	0,00	ago-out
milho	54545	104,24	1298,69	fev-mai
goiaba	41324	1655,91	372,29	jan-dez
algodão	0	0,00	0,00	ago-nov
melão	21886	2249,00	455,96	ago-out
manga	49737	334,95	329,39	jan-dez
total (1)	251.222	10.806,40	3976,77	
média			331,40	

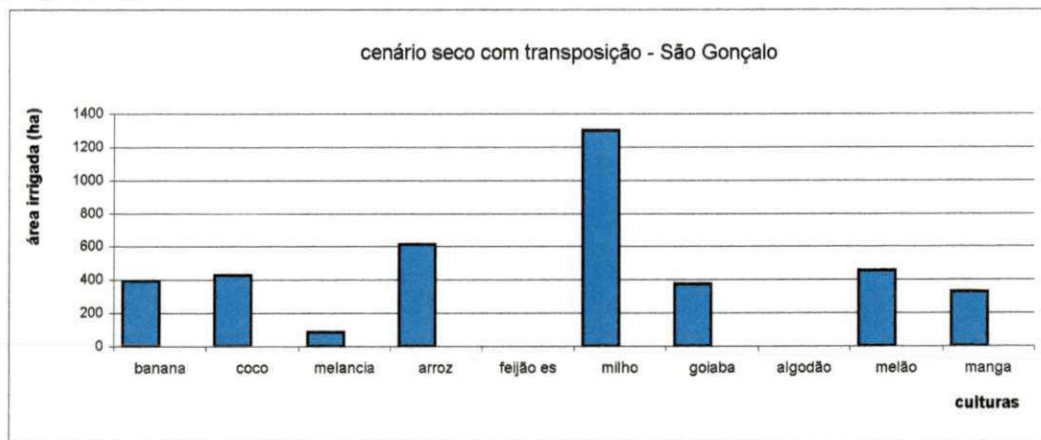


Figura 6.24 - Resultados para o cenário seco com transposição - São Gonçalo

Vmax= 255,00 hm3  
 Vmin=  
 Abacia hidráulica=2845 ha=28,45\*10<sup>6</sup>m<sup>2</sup>  
 a=  
 t= 2628000 2628000

Vinicial (hm3) = 114,75  
 Vsust (hm3)= 114,75

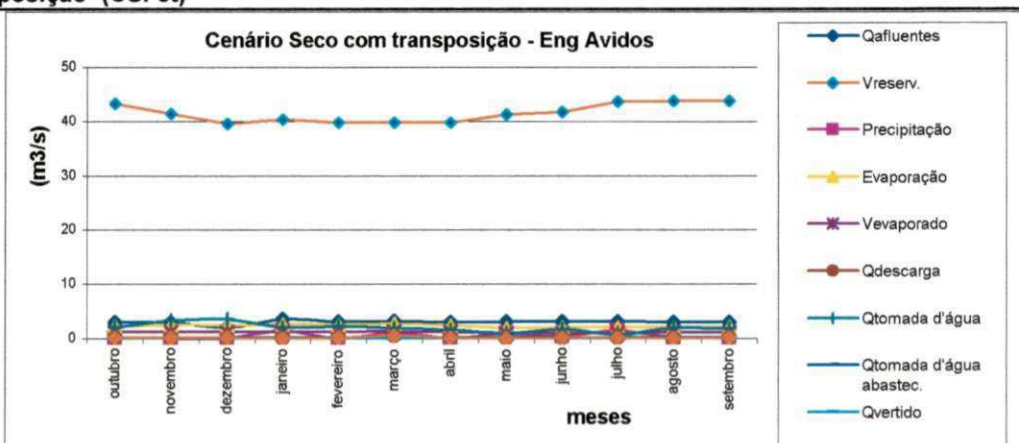


Figura 6.25 - Vazoes afluentes e defluentes ao reservatório

meses	Qafuentes m³/s	Prec. mm	Evap. mm	Vreserv. hm³	Vevapor. hm³	Vres-Vsust hm³
julho	3,00	0,0	206,3	113,66	2,996	-1,09
agosto	3,00	0,0	231,5	108,86	3,237	-5,89
setembro	2,00	0,0	222,1	103,80	2,978	-10,96
outubro	3,50	133,0	237,1	105,93	3,237	-8,82
novembro	3,01	0,0	226,0	104,39	3,046	-10,36
dezembro	3,13	99,1	248,9	104,33	3,353	-10,42
janeiro	3,00	0,0	220,4	104,48	2,973	-10,27
fevereiro	3,09	73,0	170,4	108,39	2,373	-6,36
março	3,12	37,9	185,2	109,74	2,608	-5,02
abril	3,12	132,8	179,8	114,79	2,634	0,04
maio	3,00	15,4	184,1	115,08	2,703	0,33
junho	3,00	0,0	197,5	114,87	2,895	0,12

meses	Qafuentes m³/s	Precipit. m³/s	Evap. m³/s	Vreserv. m³/s	Vevapor. m³/s	Qdescarga m³/s	Qt.d'água irrig.(m³/s)	Qt.d'água abast.(m³/s)	Qvertido m³/s	Qterminais m³/s
julho	3,00	0,00	2,23	43,25	1,14	0,101	2,063	0,09	0,00	0,101
agosto	3,00	0,00	2,51	41,42	1,23	0,120	3,346	0,09	0,00	0,120
setembro	2,00	0,00	2,40	39,50	1,13	0,093	3,573	0,09	0,00	0,093
outubro	3,50	1,44	2,57	40,31	1,23	0,052	1,995	0,09	0,00	0,052
novembro	3,01	0,00	2,45	39,72	1,16	0,064	2,260	0,09	0,00	0,064
dezembro	3,13	1,07	2,69	39,70	1,28	0,454	1,832	0,09	0,00	0,454
janeiro	3,00	0,00	2,39	39,76	1,13	0,138	1,566	0,09	0,00	0,138
fevereiro	3,09	0,79	1,84	41,24	0,90	0,051	0,935	0,09	0,00	0,051
março	3,12	0,41	2,00	41,76	0,99	0,076	1,644	0,09	0,00	0,076
abril	3,12	1,44	1,95	43,68	1,00	0,098	0,725	0,09	0,00	0,098
maio	3,00	0,17	1,99	43,79	1,03	0,000	1,846	0,09	0,00	0,000
junho	3,00	0,00	2,14	43,71	1,10	0,071	1,802	0,09	0,00	0,071
total	35,97	5,32	27,16	497,84	13,33	1,32	23,59	1,08	0,00	1,32
média	3,00	0,44	2,26	41,49	1,11	0,11	1,97	0,09	0,00	0,11

Área irrigada (2)= 4009,10 ha  
 Receita Líquida(1)= R\$ 10.806.400,00  
 Receita Líquida(2)= R\$ 17.313.010,00

**Receita Total= R\$ 28.119.410,00**

Piscicultura	
rec. liq. (R\$)	m. de obra (pescad)
189.080,62	107

Plano Cultural (Integrado)				
culturas	m. de obra (diárias) (2)	receita liq. (mil R\$) (2)	Amax (2)	Plantio
banana	51548	9303,69	920,50	jan-dez
coco	1868	184,14	46,70	jan-dez
melancia	29843	3100,09	621,73	ago-out
arroz	19972	145,05	302,61	fev-mai
feijão es	7468	32,7	155,58	ago-out
milho	1700	1,43	40,46	fev-mai
goiaba	40645	1623,47	366,17	jan-dez
algodão	0	0	0,00	ago-nov
melão	16561	1705,26	345,01	ago-out
manga	182762	1217,18	1210,34	jan-dez
total (2)	352.367	17.313,01	4009,10	
média			334,09	

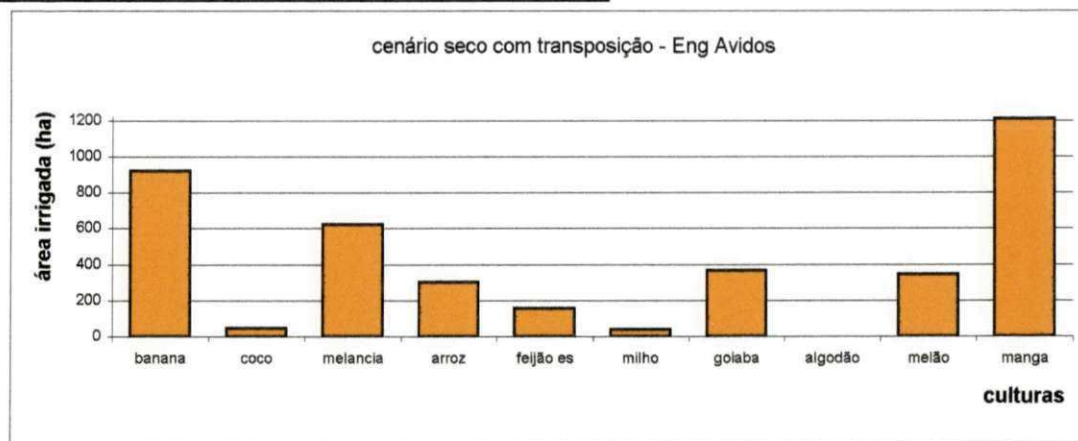


Figura 6.26 - Resultados para o cenário seco com transposição - Eng Avidos



**Quadro 6.17 - Sistema Integrado - Cenário Seco Virtual - com transposição - sustentabilidade hídrica (CSVI ct)**

Vmax= 44,6 hm <sup>3</sup>	Vinicial (hm <sup>3</sup> )= 24,98
Vmin=	Vsust (hm <sup>3</sup> )= 24,98
Abacia hidráulica=700 ha=7*10 <sup>6</sup> m <sup>2</sup>	t= 262800( 2628000
a= 7000000	

Dados de entrada e resultados - São Gonçalo						
meses	Qafluentes m <sup>3</sup> /s	Prec. mm	Evap. mm	Vreserv. hm <sup>3</sup>	Vevapor. hm <sup>3</sup>	Vres-Vsust hm <sup>3</sup>
julho	3,00	10,3	168,6	25,32	0,729	0,34
agosto	3,00	0,0	200,1	22,75	0,794	-2,23
setembro	3,00	0,0	215,9	20,29	0,781	-4,69
outubro	3,04	9,7	223,2	17,91	0,731	-7,07
novembro	3,00	0,0	216,2	16,15	0,653	-8,83
dezembro	3,11	25,2	205,9	14,76	0,580	-10,22
janeiro	3,09	102,8	182,6	14,88	0,517	-10,10
fevereiro	3,05	93,3	157,2	14,89	0,446	-10,09
março	3,01	83,6	141,6	14,73	0,398	-10,25
abril	3,21	317,3	136,0	20,87	0,503	-4,11
maio	3,49	42,4	144,8	22,25	0,564	-2,73
junho	3,00	41,9	144,9	24,98	0,619	0,00

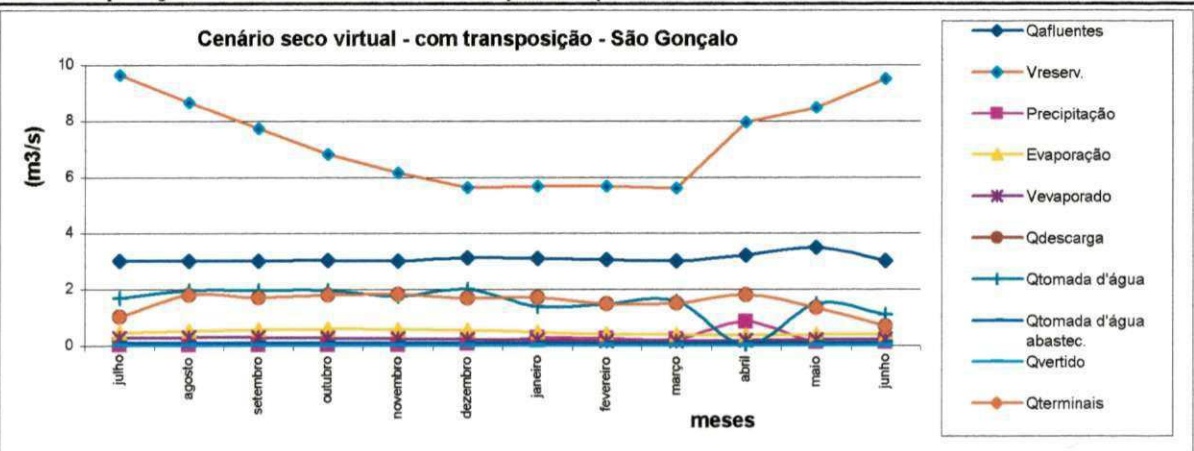


Figura 6.27 - Vazões afluentes e defluentes ao reservatório

meses	Qafluentes m <sup>3</sup> /s	Precipit. m <sup>3</sup> /s	Evap. m <sup>3</sup> /s	Vreserv. m <sup>3</sup> /s	Vevapor. m <sup>3</sup> /s	Qdescarga m <sup>3</sup> /s	Qt.d'água irrig.(m <sup>3</sup> /s)	Qt.d'água abast.(m <sup>3</sup> /s)	Qvertido m <sup>3</sup> /s	Qterminais m <sup>3</sup> /s
julho	3,00	0,03	0,45	9,64	0,28	1,015	1,676	0,09	0,00	1,015
agosto	3,00	0,00	0,53	8,66	0,30	1,790	1,956	0,09	0,00	1,790
setembro	3,00	0,00	0,58	7,72	0,30	1,713	1,953	0,09	0,00	1,713
outubro	3,04	0,03	0,59	6,81	0,28	1,790	1,958	0,09	0,00	1,790
novembro	3,00	0,00	0,58	6,15	0,25	1,812	1,761	0,09	0,00	1,812
dezembro	3,11	0,07	0,55	5,62	0,22	1,675	2,000	0,09	0,00	1,675
janeiro	3,09	0,27	0,49	5,66	0,20	1,704	1,384	0,09	0,00	1,704
fevereiro	3,05	0,25	0,42	5,67	0,17	1,477	1,486	0,09	0,00	1,477
março	3,01	0,22	0,38	5,61	0,15	1,500	1,561	0,09	0,00	1,500
abril	3,21	0,85	0,36	7,94	0,19	1,808	0,000	0,09	0,00	1,808
maio	3,49	0,11	0,39	8,47	0,21	1,343	1,489	0,09	0,00	1,343
junho	3,00	0,11	0,39	9,50	0,24	0,690	1,089	0,09	0,00	0,690
<b>total</b>	<b>37,00</b>	<b>1,94</b>	<b>5,69</b>	<b>87,44</b>	<b>2,78</b>	<b>18,32</b>	<b>18,31</b>	<b>1,08</b>	<b>0,00</b>	<b>18,32</b>
média	3,08	0,16	0,47	7,29	0,23	1,53	1,53	0,09	0,00	1,53

Área irrigada (2)= 5252,36 ha  
 Receita Líquida(1)= R\$ 19.020.960,00  
 Receita Líquida(2)= R\$ 17.234.260,00

**Receita Total= R\$ 36.255.220,00**

Piscicultura	
rec. liq. (R\$)	m. de obra (pescad)
39.629,61	22

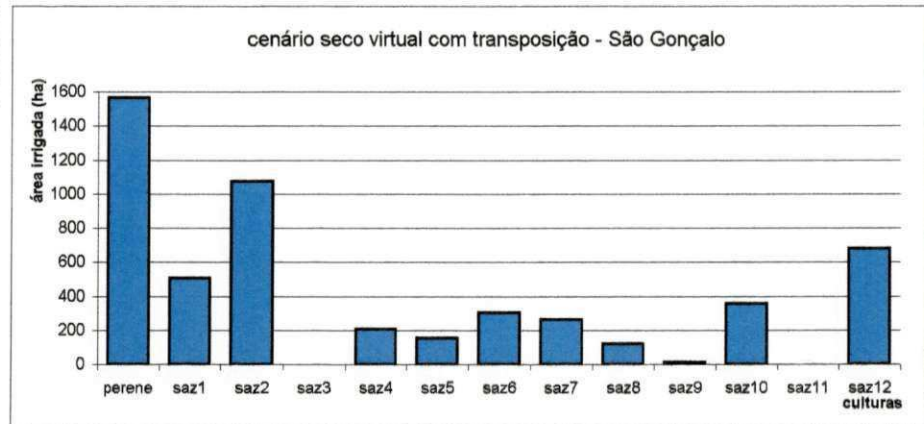


Figura 6.28 - Resultados para o cenário seco virtual com transposição

Plano Cultural (Integrado)				
Plantio	culturas	m. de obra (diárias)	receita liq. (1) (mil R\$)	Amax (1) ha
jan-dez	perene	47794	7136,04	1567,02
jan-abr	saz1	30963	1651,07	507,59
fev-mai	saz2	65548	3497,68	1074,56
mar-jun	saz3	4	0,21	0,06
abr-jul	saz4	12702	672,72	208,23
mai-ago	saz5	9502	499,35	155,78
jun-set	saz6	18616	973,83	305,17
jul-out	saz7	16007	833,55	262,41
ago-nov	saz8	7373	383,13	120,87
set-dez	saz9	685	35,61	11,23
out-jan	saz10	21861	1141,79	358,37
nov-fev	saz11	0	0,00	0,00
dez-mar	saz12	41545	2195,99	681,07
<b>total</b>		<b>272.600</b>	<b>19.020,96</b>	<b>5252,36</b>



**Quadro 6.18 - Sistema Integrado - Cenário Seco Virtual com transposição - sustentabilidade hídrica (CSVI ct)**

Vmax= 255,00 hm<sup>3</sup>  
 Vmin=  
 Abacia hidráulica=2845 ha=28,45\*10<sup>6</sup>m<sup>2</sup>  
 a= 28450000  
 Inicial (hm<sup>3</sup>) = 114,75  
 Vsust (hm<sup>3</sup>)= 114,75  
 t= 26280t 2628000

Dados de entrada e resultados - Eng Avidos						
meses	Qafluentes m <sup>3</sup> /s	Prec. mm	Evap. mm	Vreserv. hm <sup>3</sup>	Vevapor. hm <sup>3</sup>	Vres-Vsust hm <sup>3</sup>
julho	3,00	0,0	206,3	115,47	3,037	0,72
agosto	3,00	0,0	231,5	116,16	3,426	1,41
setembro	2,00	0,0	222,1	117,04	3,309	2,29
outubro	3,50	133,0	237,1	121,15	3,642	6,40
novembro	3,01	0,0	226,0	119,05	3,418	4,30
dezembro	3,13	99,1	248,9	119,07	3,765	4,32
janeiro	3,00	0,0	220,4	116,96	3,282	2,21
fevereiro	3,09	73,0	170,4	119,65	2,589	4,90
março	3,12	37,9	185,2	120,21	2,825	5,46
abril	3,12	132,8	179,8	122,74	2,794	7,99
maio	3,00	15,4	184,1	122,37	2,853	7,62
junho	3,00	0,0	197,5	122,43	3,062	7,68

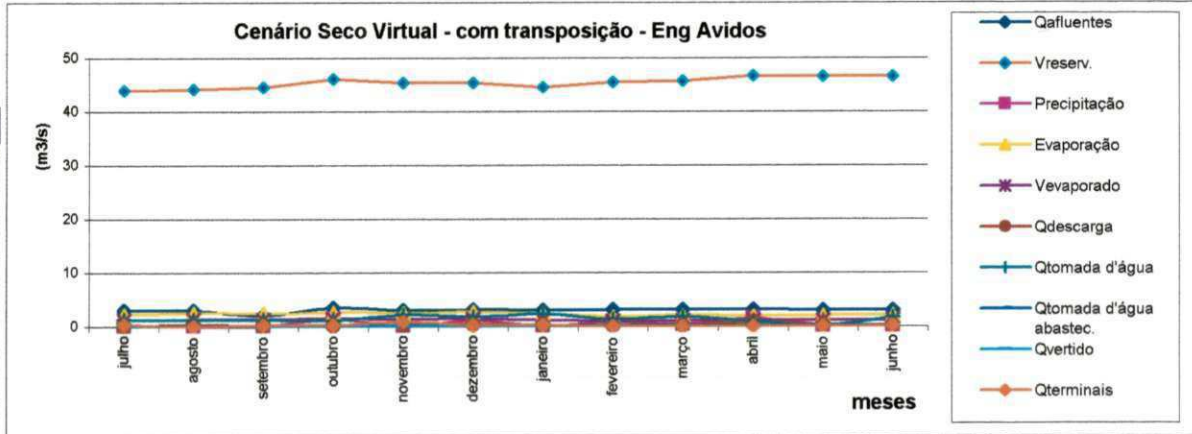


Figura 6.29 - Vazões afluentes e defluentes ao reservatório

meses	Qafluentes m <sup>3</sup> /s	Precipit. m <sup>3</sup> /s	Evap. m <sup>3</sup> /s	Vreserv. m <sup>3</sup> /s	Vevapor. m <sup>3</sup> /s	Qdescarga m <sup>3</sup> /s	Qt.d'água irrig.(m <sup>3</sup> /s)	Qt.d'água abast.(m <sup>3</sup> /s)	Qvertido m <sup>3</sup> /s	Qterminalis m <sup>3</sup> /s
julho	3,00	0,00	2,23	43,94	1,16	0,175	1,293	0,09	0,00	0,343
agosto	3,00	0,00	2,51	44,20	1,30	0,179	1,149	0,09	0,00	0,039
setembro	2,00	0,00	2,40	44,53	1,26	0,134	1,168	0,09	0,00	0,232
outubro	3,50	1,44	2,57	46,10	1,39	0,178	1,048	0,09	0,00	0,264
novembro	3,01	0,00	2,45	45,30	1,30	0,260	2,130	0,09	0,00	0,868
dezembro	3,13	1,07	2,69	45,31	1,43	0,329	1,828	0,09	0,00	0,185
janeiro	3,00	0,00	2,39	44,50	1,25	0,220	2,221	0,09	0,00	0,263
fevereiro	3,09	0,79	1,84	45,53	0,99	0,078	1,323	0,09	0,00	0,038
março	3,12	0,41	2,00	45,74	1,07	0,142	1,807	0,09	0,00	0,007
abril	3,12	1,44	1,95	46,71	1,06	0,858	0,919	0,09	0,00	0,032
maio	3,00	0,17	1,99	46,56	1,09	0,112	0,090	0,09	0,00	0,000
junho	3,00	0,00	2,14	46,59	1,17	0,076	1,629	0,09	0,00	0,116
total	35,97	5,32	27,16	545,01	14,46	2,74	16,61	1,08	0,00	2,39
média	3,00	0,44	2,26	45,42	1,21	0,23	1,38	0,09	0,00	0,20

Área irrigada (2)= 5270,46 ha  
 Receita Líquida(1)= R\$ 19.020.960,00  
 Receita Líquida(2)= R\$ 17.234.260,00

**Receita Total= R\$ 36.255.220,00**

Piscicultura	
rec. liq. (R\$)	m. de obra (pescad)
207.601,68	118

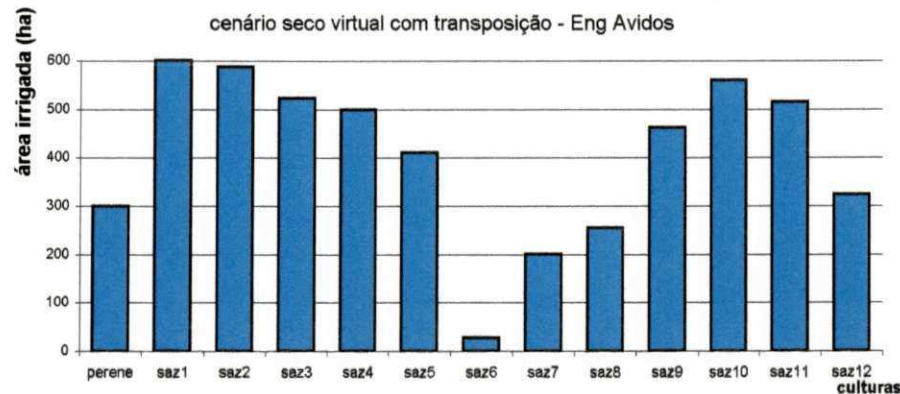


Figura 6.30 - Resultados do cenário seco virtual com transposição

Plano Cultural (Integrado)				
Plantio	culturas	m. de obra (2)	receita liq. (2)	Amax (2) ha
		(diárias)	(mil R\$)	
jan-dez	perene	9165	1363,64	300,49
jan-abr	saz1	36696	1931,03	601,58
fev-mai	saz2	35884	1890,40	588,27
mar-jun	saz3	31911	1676,11	523,13
abr-jul	saz4	30512	1599,65	500,19
mai-ago	saz5	25091	1306,21	411,32
jun-set	saz6	1673	86,32	27,42
jul-out	saz7	12234	637,45	200,55
ago-nov	saz8	15531	808,64	254,60
set-dez	saz9	28226	1472,89	462,72
out-jan	saz10	34160	1782,66	560,00
nov-fev	saz11	31468	1642,49	515,87
dez-mar	saz12	19783	1036,13	324,32
total		312.332	17.234,26	5270,46



**Quadro 6.19 - Reservatório de São Gonçalo - Cenário Médio (CM)**

Vmax=capacidade do reservatório=44,6\*10<sup>6</sup>m<sup>3</sup>  
 Vmin=6,7 % do Vmax  
 Vinicial= 24,98  
 Vsust= 24,98  
 Abacia hidráulica=700 ha=7\*10<sup>6</sup>m<sup>2</sup>  
 a= 7000000 t= 2€ 2628000

Dados de entrada e resultados						
meses	Qafluentes m <sup>3</sup> /s	Prec. mm	Evap. mm	Vreserv. hm <sup>3</sup>	Vevapor. hm <sup>3</sup>	Vres-Vini hm <sup>3</sup>
julho	1,26	15,8	168,6	22,754	0,669	-2,23
agosto	1,11	5,6	200,1	19,238	0,694	-5,74
setembro	1,10	4,5	215,9	15,345	0,627	-9,64
outubro	1,11	11,6	223,2	11,455	0,516	-13,53
novembro	1,12	44,6	216,2	8,015	0,381	-16,97
dezembro	1,14	18,5	205,9	5,379	0,270	-19,60
janeiro	1,22	41,1	182,6	5,499	0,243	-19,48
fevereiro	1,94	176,0	157,2	9,522	0,316	-15,46
março	4,98	247,2	141,6	21,628	0,539	-3,35
abril	6,16	175,6	136,0	35,998	0,783	11,02
maio	3,52	68,8	144,8	40,07	0,911	15,09
junho	1,94	34,5	144,9	41,024	0,930	16,04

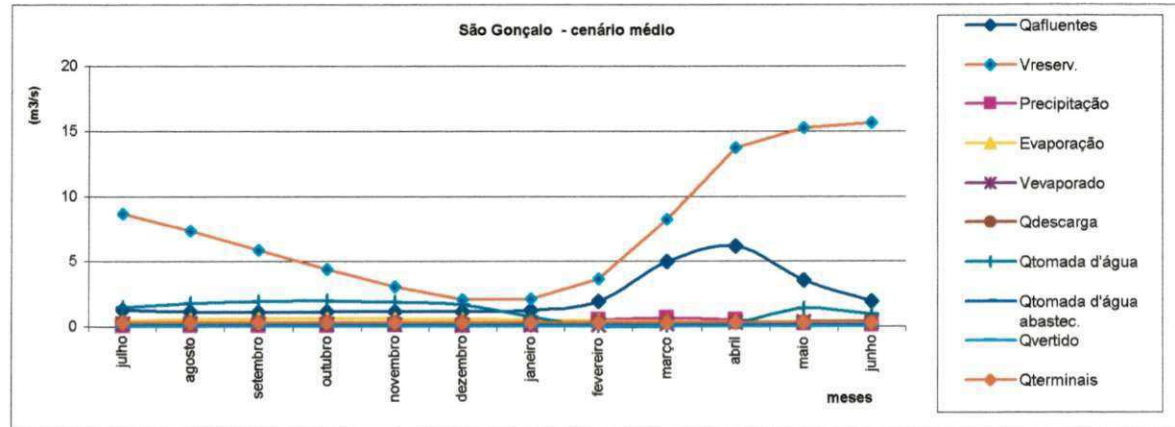


Figura 6.31 - Vazões afluentes e defluentes ao reservatório

meses	Qafluentes m <sup>3</sup> /s	Precipit. m <sup>3</sup> /s	Evap. m <sup>3</sup> /s	Vreserv. m <sup>3</sup> /s	Vevapor. m <sup>3</sup> /s	Qdescarga m <sup>3</sup> /s	Qt.d'água irrig. (m <sup>3</sup> /s)	Qt.d'água abast. (m <sup>3</sup> /s)	Qvertido m <sup>3</sup> /s	Qterminais m <sup>3</sup> /s
julho	1,26	0,04	0,45	8,66	0,25	0,300	1,475	0,09	0,00	0,300
agosto	1,11	0,01	0,53	7,32	0,26	0,303	1,779	0,09	0,00	0,303
setembro	1,10	0,01	0,58	5,84	0,24	0,300	1,929	0,09	0,00	0,300
outubro	1,11	0,03	0,59	4,36	0,20	0,300	1,984	0,09	0,00	0,300
novembro	1,12	0,12	0,58	3,05	0,14	0,300	1,880	0,09	0,00	0,300
dezembro	1,14	0,05	0,55	2,05	0,10	0,300	1,655	0,09	0,00	0,300
janeiro	1,22	0,11	0,49	2,09	0,09	0,300	0,739	0,09	0,00	0,300
fevereiro	1,94	0,47	0,42	3,62	0,12	0,300	0,000	0,09	0,00	0,300
março	4,98	0,66	0,38	8,23	0,21	0,300	0,000	0,09	0,00	0,300
abril	6,16	0,47	0,36	13,70	0,30	0,305	0,284	0,09	0,00	0,305
maio	3,52	0,18	0,39	15,25	0,35	0,300	1,390	0,09	0,00	0,300
junho	1,94	0,09	0,39	15,61	0,35	0,300	0,914	0,09	0,00	0,300
<b>total</b>	<b>26,60</b>	<b>2,25</b>	<b>5,69</b>	<b>89,77</b>	<b>2,62</b>	<b>3,61</b>	<b>14,03</b>	<b>1,08</b>	<b>0,00</b>	<b>3,61</b>
média	2,22	0,19	0,47	7,48	0,22	0,30	1,17	0,09	0,00	0,30

Piscicultura	
rec. liq. (R\$)	m. de obra (pescad)
18.502,00	10

Plano Cultural				
culturas	m. de obra (diárias)	receita liq. (mil R\$)	Amax (ha)	Plantio
banana	100044	18096,95	1786,50	jan-dez
coco	0	0,00	0,00	jan-dez
melancia	1762	182,67	36,70	ago-out
arroz	33911	303,20	513,80	fev-mai
feijão es	13	0,00	0,26	ago-out
milho	21067	56,15	501,59	fev-mai
goiaba	23791	954,83	214,34	jan-dez
algodão	0	0,00	0,00	ago-nov
melão	0	0,00	0,00	ago-out
manga	14892	100,59	98,62	jan-dez
<b>total</b>	<b>195480</b>	<b>19.694,39</b>	<b>3151,81</b>	
média		1641,19917	262,65	

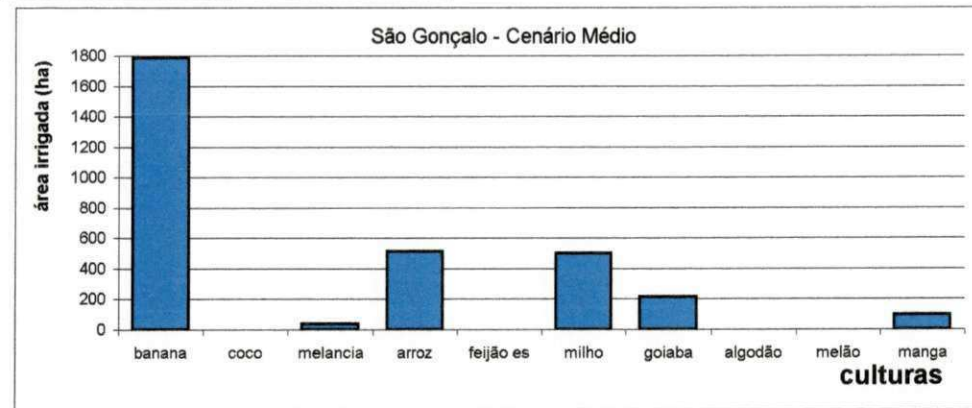


Figura 6.32 - Resultados para o cenário médio



**Quadro 6.20 - Reservatório de São Gonçalo - Cenário Médio Virtual (CMV)**

Vmax=capacidade do reservatório=44,6\*10<sup>6</sup>m<sup>3</sup>  
 Vmin=6,7 % do Vmax  
 Vinicial= 24,98  
 Vsust= 24,98  
 Abacia hidraulica=700 na=7\*10<sup>6</sup>m<sup>3</sup>  
 a= /000000  
 t= 262 2628000

Dados de entrada e resultados						
meses	Qafuentes m <sup>3</sup> /s	Prec. mm	Evap. mm	Vreserv. hm <sup>3</sup>	Vevapor. hm <sup>3</sup>	Vres-Vini hm <sup>3</sup>
julho	1,26	15,8	168,6	21,91	0,649	-3,07
agosto	1,10	5,6	200,1	17,94	0,657	-7,04
setembro	1,10	4,5	215,9	14,05	0,585	-10,93
outubro	1,11	11,6	223,2	10,45	0,481	-14,53
novembro	1,12	44,6	216,2	7,08	0,347	-17,91
dezembro	1,14	18,5	205,9	4,15	0,224	-20,83
janeiro	1,22	41,1	182,8	3,03	0,159	-21,95
fevereiro	1,94	176,0	157,2	6,47	0,236	-18,51
março	3,88	247,2	141,8	15,67	0,418	-9,31
abril	5,06	175,6	136,0	27,66	0,631	2,68
maio	2,42	68,8	144,8	29,34	0,705	4,36
junho	1,94	34,5	144,9	28,92	0,698	3,94

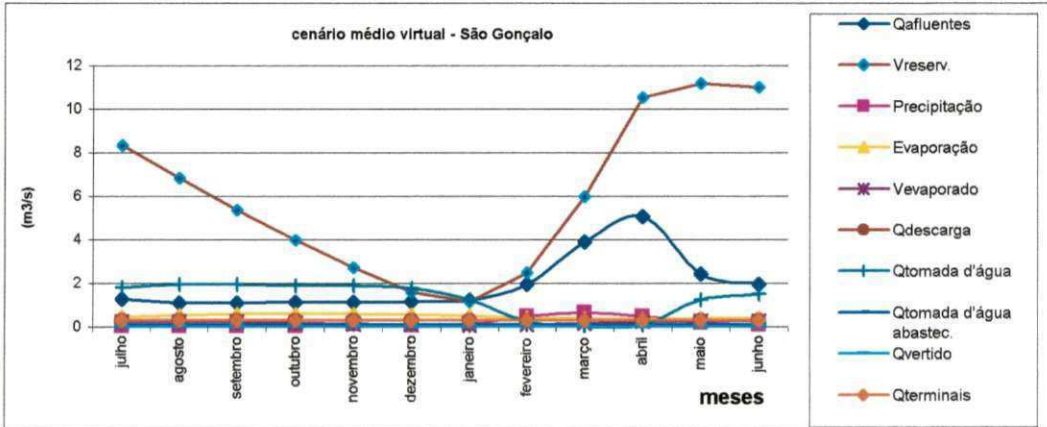


Figura 6.33 - Vazões afluentes e defluentes ao reservatório

meses	Qafuentes m <sup>3</sup> /s	Precipit. m <sup>3</sup> /s	Evap. m <sup>3</sup> /s	Vreserv. m <sup>3</sup> /s	Vevapor. m <sup>3</sup> /s	Qdescarga m <sup>3</sup> /s	Qt.d'água irrig.(m <sup>3</sup> /s)	Qt.d'água abast.(m <sup>3</sup> /s)	Qvertido m <sup>3</sup> /s	Qterminais m <sup>3</sup> /s
julho	1,26	0,04	0,45	8,34	0,25	0,300	1,800	0,09	0,00	0,300
agosto	1,10	0,01	0,53	6,83	0,25	0,300	1,950	0,09	0,00	0,300
setembro	1,10	0,01	0,58	5,35	0,22	0,300	1,935	0,09	0,00	0,300
outubro	1,11	0,03	0,59	3,98	0,18	0,300	1,888	0,09	0,00	0,300
novembro	1,12	0,12	0,58	2,69	0,13	0,300	1,868	0,09	0,00	0,300
dezembro	1,14	0,05	0,55	1,58	0,09	0,300	1,774	0,09	0,00	0,300
janeiro	1,22	0,11	0,49	1,15	0,06	0,300	1,229	0,09	0,00	0,300
fevereiro	1,94	0,47	0,42	2,46	0,09	0,300	0,223	0,09	0,00	0,300
março	3,88	0,66	0,38	5,96	0,16	0,305	0,000	0,09	0,00	0,305
abril	5,06	0,47	0,36	10,52	0,24	0,302	0,086	0,09	0,00	0,302
maio	2,42	0,18	0,39	11,16	0,27	0,300	1,241	0,09	0,00	0,300
junho	1,94	0,09	0,39	11,01	0,27	0,300	1,496	0,09	0,00	0,300
<b>total</b>	<b>23,29</b>	<b>2,25</b>	<b>5,69</b>	<b>71,03</b>	<b>2,20</b>	<b>3,61</b>	<b>15,49</b>	<b>1,08</b>	<b>0,00</b>	<b>3,61</b>
média	1,94	0,19	0,47	5,92	0,18	0,30	1,29	0,09	0,00	0,30

Área Irrigada Total = 6209,36 ha  
 Receita Líquida Total = R\$ 20.508.980,00

Piscicultura	
rec. liq. (R\$)	m. de obra (pescad)
12.277,00	7

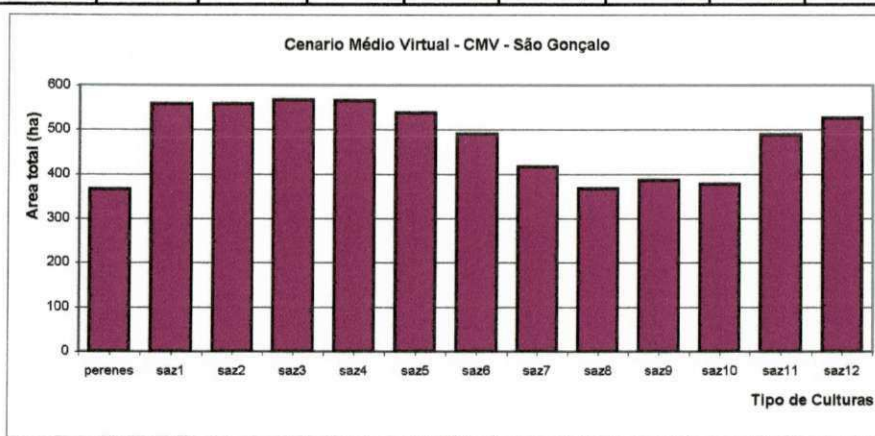


Figura 6.34 - Resultados para o cenário médio virtual

Plano Cultural				
culturas	m. de obra (diárias)	receita liq. (mil R\$)	Amaz (ha)	Plantio
perenes	11195	1674,37	367,06	jan-dez
saz1	34015	1829,24	557,62	jan-abr
saz2	34020	1829,99	557,71	fev-mai
saz3	34617	1849,13	567,50	mar-jun
saz4	34511	1828,96	565,76	abr-jul
saz5	32814	1725,45	537,93	mai-ago
saz6	29883	1562,89	489,89	jun-set
saz7	25456	1325,58	417,31	jul-out
saz8	22472	1167,84	368,40	ago-nov
saz9	23609	1227,76	387,03	set-dez
saz10	23055	1204,50	377,95	out-jan
saz11	29799	1571,99	488,51	nov-fev
saz12	32128	1711,28	526,69	dez-mar
<b>total per</b>		<b>1674,37</b>	<b>367,06</b>	
<b>total saz</b>		<b>18834,61</b>	<b>5842,30</b>	
<b>soma</b>	<b>367574</b>	<b>20.508,98</b>	<b>6209,36</b>	

**Quadro 6.21 - Reservatório de São Gonçalo - Cenário Médio Virtual sem irrigação (CMVsi)**

Vmax=capacidade do reservatório=44,6\*10<sup>6</sup>m<sup>3</sup>  
 Vmin=6,7 % do Vmax  
 Abacia hidráulica=700 ha=7\*10<sup>6</sup>m<sup>2</sup>  
 a= 7000000  
 t= 2t 2628000  
 Vinicial= 24,98  
 Vsust= 24,98

Dados de entrada e resultados						
meses	Qafluentes m <sup>3</sup> /s	Prec. mm	Evap. mm	Vreserv. hm <sup>3</sup>	Vevapor. hm <sup>3</sup>	Vres-Vini hm <sup>3</sup>
julho	0,16	15,8	168,6	23,73	0,692	-1,25
agosto	0,01	5,6	200,1	21,94	0,771	-3,04
setembro	0,00	4,5	215,9	20,12	0,776	-4,86
outubro	0,01	11,6	223,2	18,19	0,741	-6,79
novembro	0,02	44,6	216,2	16,28	0,657	-8,70
dezembro	0,04	18,5	205,9	14,87	0,583	-10,11
janeiro	0,12	41,1	182,6	13,92	0,491	-11,06
fevereiro	0,84	176,0	157,2	13,71	0,418	-11,27
março	3,88	247,2	141,6	23,04	0,567	-1,94
abril	5,06	175,6	136,0	35,30	0,771	10,32
maio	2,42	68,8	144,8	40,13	0,912	15,15
junho	0,84	34,5	144,9	40,60	0,922	15,62

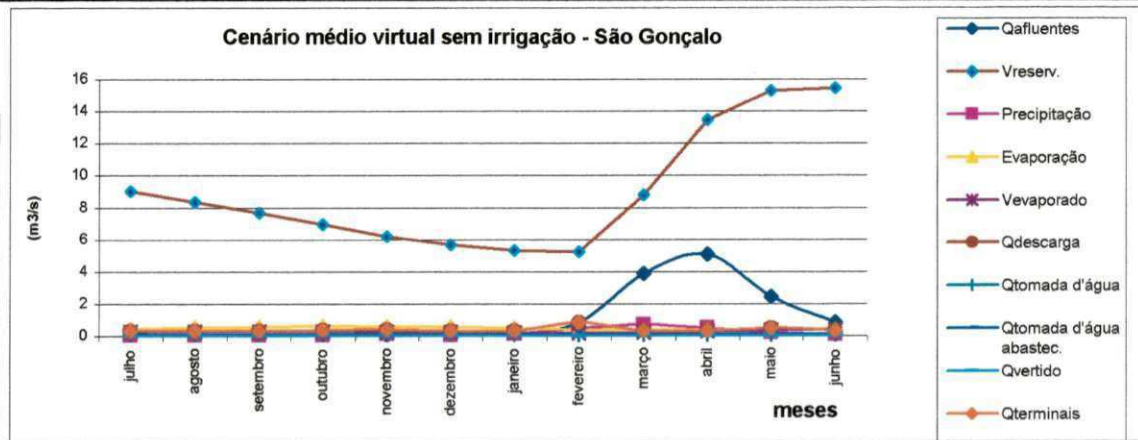


Figura 6.35 - Vazões afluente e defluente ao reservatório

meses	Qafluentes m <sup>3</sup> /s	Precipit. m <sup>3</sup> /s	Evap. m <sup>3</sup> /s	Vreserv. m <sup>3</sup> /s	Vevapor. m <sup>3</sup> /s	Qdescarga m <sup>3</sup> /s	Qt.d'água irrig.(m <sup>3</sup> /s)	Qt.d'água abast.(m <sup>3</sup> /s)	Qvertido m <sup>3</sup> /s	Qterminais m <sup>3</sup> /s
julho	0,16	0,04	0,45	9,03	0,26	0,300	0,000	0,09	0,00	0,300
agosto	0,01	0,01	0,53	8,35	0,29	0,300	0,000	0,09	0,00	0,300
setembro	0,00	0,01	0,58	7,65	0,30	0,300	0,000	0,09	0,00	0,300
outubro	0,01	0,03	0,59	6,92	0,28	0,368	0,000	0,09	0,00	0,368
novembro	0,02	0,12	0,58	6,19	0,25	0,415	0,000	0,09	0,00	0,415
dezembro	0,04	0,05	0,55	5,66	0,22	0,300	0,000	0,09	0,00	0,300
janeiro	0,12	0,11	0,49	5,30	0,19	0,300	0,000	0,09	0,00	0,300
fevereiro	0,84	0,47	0,42	5,22	0,16	0,851	0,000	0,09	0,00	0,851
março	3,88	0,66	0,38	8,77	0,22	0,305	0,000	0,09	0,00	0,305
abril	5,06	0,47	0,36	13,43	0,29	0,302	0,000	0,09	0,00	0,302
maio	2,42	0,18	0,39	15,27	0,35	0,460	0,000	0,09	0,00	0,460
junho	0,84	0,09	0,39	15,45	0,35	0,300	0,000	0,09	0,00	0,300
<b>total</b>	<b>13,40</b>	<b>2,25</b>	<b>5,69</b>	<b>107,25</b>	<b>3,16</b>	<b>4,50</b>	<b>0,00</b>	<b>1,08</b>	<b>0,00</b>	<b>4,50</b>
média	1,12	0,19	0,47	8,94	0,26	0,38	0,00	0,09	0,00	0,38

Piscicultura	
rec. liq. (R\$)	m. de obra (pesca)
37.475,19	21



**Quadro 6.22 - Reservatório São Gonçalo - Cenário Médio Virtual 1 (CMV1)**

Vmax=capacidade do reservatório=44,6\*10<sup>6</sup>m<sup>3</sup>      Vinal+ 20%      Sustentabilidade= 80%  
 Vmin=6,7 % do Vmax      Vinal= 29,97  
 Abacia hidráulica=700 ha=7\*10<sup>6</sup>m<sup>2</sup>      Vsust= 23,98  
 a= 7000000      t= 2i 2628000

meses	Qafluentes m <sup>3</sup> /s	Prec. mm	Evap. mm	Vreserv. hm <sup>2</sup>	Vevapor. hm <sup>2</sup>	Vres-Vsust hm <sup>2</sup>
julho	1,26	15,8	168,6	26,28	0,751	2,30
agosto	1,11	5,6	200,1	22,03	0,773	-1,95
setembro	1,10	4,5	215,9	18,15	0,715	-5,83
outubro	1,11	11,6	223,2	14,25	0,611	-9,74
novembro	1,12	44,6	216,2	11,03	0,486	-12,95
dezembro	1,14	18,5	205,9	6,83	0,322	-17,15
janeiro	1,22	41,1	182,6	4,05	0,195	-19,93
fevereiro	1,94	176,0	157,2	6,46	0,236	-17,52
março	3,88	247,2	141,6	15,56	0,415	-8,42
abril	5,06	175,6	136,0	27,48	0,628	3,50
maio	2,42	68,8	144,8	25,67	0,633	1,69
junho	1,94	34,5	144,9	24,38	0,608	0,40

meses	Qafluentes m <sup>3</sup> /s	Precipit. m <sup>3</sup> /s	Evap. m <sup>3</sup> /s	Vreserv. m <sup>3</sup> /s	Vevapor. m <sup>3</sup> /s	Qdescarga m <sup>3</sup> /s	Qt.d'água irrig.(m <sup>3</sup> /s)	Qt.d'água abast.(m <sup>3</sup> /s)	Qvertido m <sup>3</sup> /s	Qterminais m <sup>3</sup> /s
julho	1,26	0,04	0,45	10,00	0,29	0,337	1,933	0,09	0,00	0,337
agosto	1,11	0,01	0,53	8,38	0,29	0,336	1,987	0,09	0,00	0,336
setembro	1,10	0,01	0,58	6,91	0,27	0,335	1,859	0,09	0,00	0,335
outubro	1,11	0,03	0,59	5,42	0,23	0,333	1,924	0,09	0,00	0,333
novembro	1,12	0,12	0,58	4,20	0,18	0,566	1,730	0,09	0,00	0,566
dezembro	1,14	0,05	0,55	2,60	0,12	0,566	1,961	0,09	0,00	0,566
janeiro	1,22	0,11	0,49	1,54	0,07	0,566	1,585	0,09	0,00	0,566
fevereiro	1,94	0,47	0,42	2,46	0,09	0,341	0,366	0,09	0,00	0,341
março	3,88	0,66	0,38	5,92	0,16	0,300	0,000	0,09	0,00	0,300
abril	5,06	0,47	0,36	10,46	0,24	0,300	0,118	0,09	0,00	0,300
maio	2,42	0,18	0,39	9,77	0,24	1,226	1,664	0,09	0,00	1,226
junho	1,94	0,09	0,39	9,28	0,23	0,300	1,863	0,09	0,00	0,300
total	23,30	2,25	5,69	76,93	2,43	5,51	16,99	1,08	0,00	5,51
média	1,94	0,19	0,47	6,41	0,20	0,46	1,42	0,09	0,00	0,46

Piscicultura	
rec. liq. (R\$)	m. de obra (pesca)
15.079,00	9

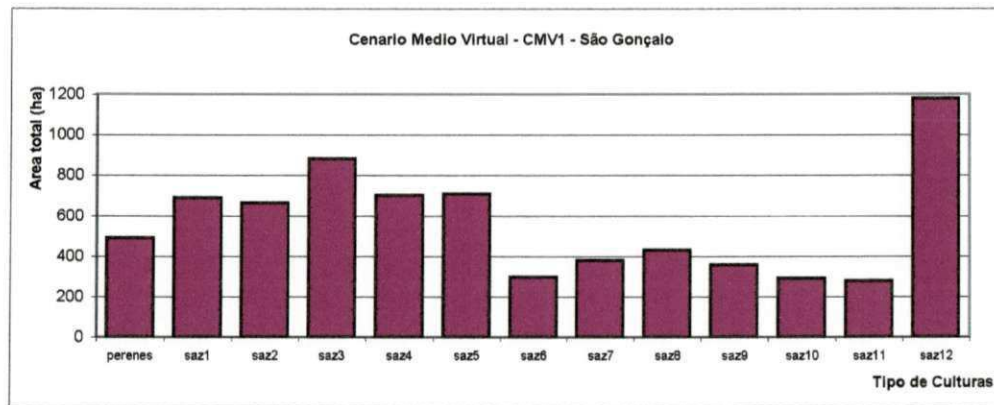


Figura 6.37 - Resultados do cenário médio virtual 1

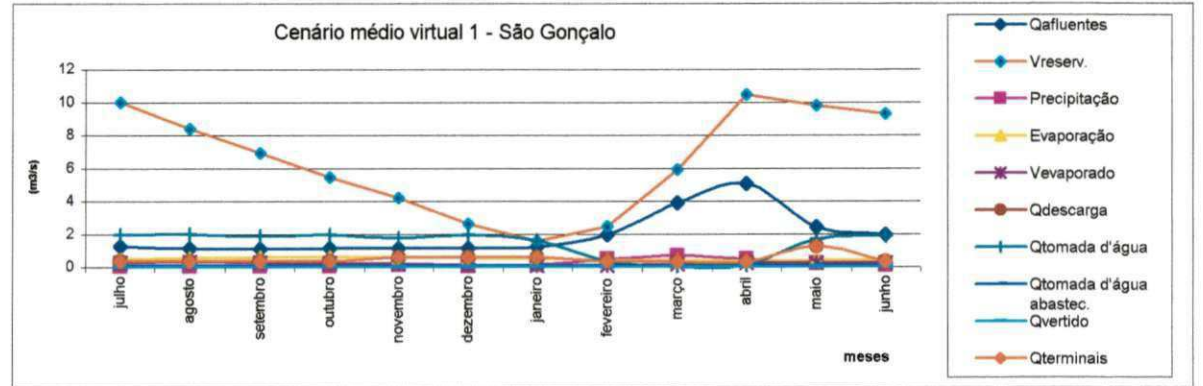


Figura 6.36 - Vazões afluentes e defluentes ao reservatório

**Área irrigada total = 7360,59 ha**  
**Receita Líquida Total = R\$ 24.435.640,00**

**Plano Cultural**

culturas	m. de obra (diárias)	receita liq. (mil R\$)		Amax (ha)	Plantio
perenes	14952	2236,25		490,24	jan-dez
saz1	42167	2267,67		691,27	jan-abr
saz2	40617	2184,85		665,85	fev-mai
saz3	53969	2882,82		884,74	mar-jun
saz4	42940	2275,61		703,93	abr-jul
saz5	43262	2274,86		709,22	mai-ago
saz6	18075	945,31		296,31	jun-set
saz7	23165	1206,28		379,75	jul-out
saz8	26324	1367,99		431,53	ago-nov
saz9	21844	1135,99		358,10	set-dez
saz10	17793	929,60		291,69	out-jan
saz11	16930	893,11		277,54	nov-fev
saz12	72005	3835,30		1180,42	dez-mar
total per		2236,25		490,24	
total saz		22199,39		6870,35	
soma	434043	24.435,64		7360,59	



**Quadro 6.23 - Reservatório de São Gonçalo - Cenário Médio Virtual 2 (CMV2)**

Vmax=capacidade do reservatório=44,6\*10<sup>6</sup>m<sup>3</sup>  
 Vmin=6,7 % do Vmax  
 Abacia hidráulica=700 ha=7\*10<sup>6</sup>m<sup>3</sup>

Vinicial= 29,97  
 Vfinal= 40,97  
 Sustentabilidade= 40%

Dados de entrada e resultados						
meses	Qafuentes m <sup>3</sup> /s	Prec. mm	Evap. mm	Vreserv. hm <sup>3</sup>	Vevapor. hm <sup>3</sup>	Vres-Vsust hm <sup>3</sup>
outubro	1,11	11,6	223,2	23,08	0,895	11,09
novembro	1,12	44,6	216,2	17,42	0,693	5,43
dezembro	1,14	18,5	205,9	13,56	0,542	1,57
janeiro	1,22	41,1	182,6	10,57	0,397	-1,42
fevereiro	1,94	176,0	157,2	13,52	0,413	1,53
março	3,88	247,2	141,6	22,67	0,560	10,68
abril	5,06	175,6	136,0	31,07	0,694	19,08
maio	2,42	68,8	144,8	30,80	0,734	18,81
junho	1,94	34,5	144,9	29,28	0,705	17,29
julho	1,26	15,8	168,6	25,52	0,734	13,53
agosto	1,11	5,6	200,1	21,45	0,757	9,46
setembro	1,10	4,5	215,9	18,27	0,719	6,28

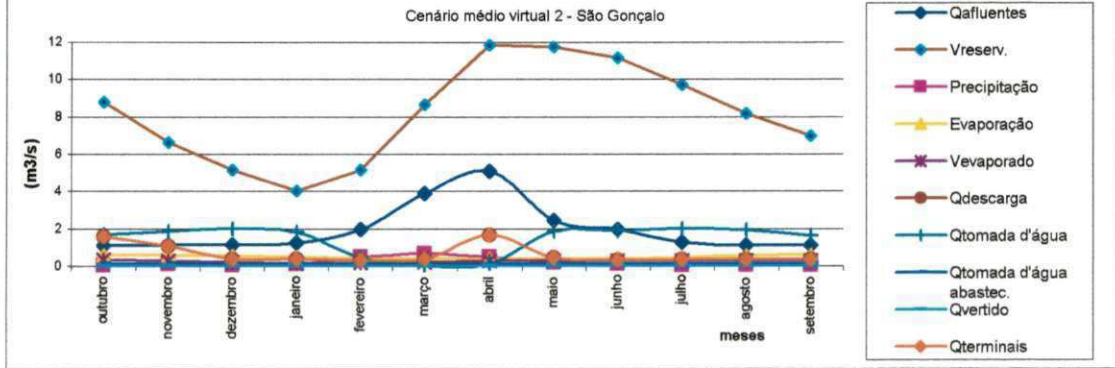


Figura 6.38 - Vazões afluentes e defluentes ao reservatório

meses	Qafuentes m <sup>3</sup> /s	Precipit. m <sup>3</sup> /s	Evap. m <sup>3</sup> /s	Vreserv. m <sup>3</sup> /s	Vevapor. m <sup>3</sup> /s	Qdescarga m <sup>3</sup> /s	Qt.d'água irrig.(m <sup>3</sup> /s)	Qt.d'água abast.(m <sup>3</sup> /s)	Qvertido m <sup>3</sup> /s	Qterminais m <sup>3</sup> /s
outubro	1,11	0,03	0,59	8,78	0,34	1,578	1,663	0,09	0,00	1,578
novembro	1,12	0,12	0,58	6,63	0,26	1,060	1,845	0,09	0,00	1,060
dezembro	1,14	0,05	0,55	5,16	0,21	0,363	1,974	0,09	0,00	0,363
janeiro	1,22	0,11	0,49	4,02	0,15	0,363	1,832	0,09	0,00	0,363
fevereiro	1,94	0,47	0,42	5,14	0,16	0,301	0,429	0,09	0,00	0,301
março	3,88	0,66	0,38	8,63	0,21	0,367	0,000	0,09	0,00	0,367
abril	5,06	0,47	0,36	11,82	0,26	1,641	0,147	0,09	0,00	1,641
maio	2,42	0,18	0,39	11,72	0,28	0,430	1,858	0,09	0,00	0,430
junho	1,94	0,09	0,39	11,14	0,27	0,304	1,888	0,09	0,00	0,304
julho	1,26	0,04	0,45	9,71	0,28	0,332	2,000	0,09	0,00	0,332
agosto	1,11	0,01	0,53	8,16	0,29	0,332	1,933	0,09	0,00	0,332
setembro	1,10	0,01	0,58	6,95	0,27	0,332	1,599	0,09	0,00	0,332
<b>total</b>	<b>23,30</b>	<b>2,25</b>	<b>5,69</b>	<b>97,87</b>	<b>2,98</b>	<b>7,40</b>	<b>17,17</b>	<b>1,08</b>	<b>0,00</b>	<b>7,40</b>
média	1,94	0,19	0,47	8,16	0,25	0,62	1,43	0,09	0,00	0,62

Área irrigada = 8231,93 ha  
 Receita Líquida Total = R\$ 27.235.890,00

Piscicultura	
rec. liq.	m. de obra
(R\$)	(pescad)
30.855,00	17

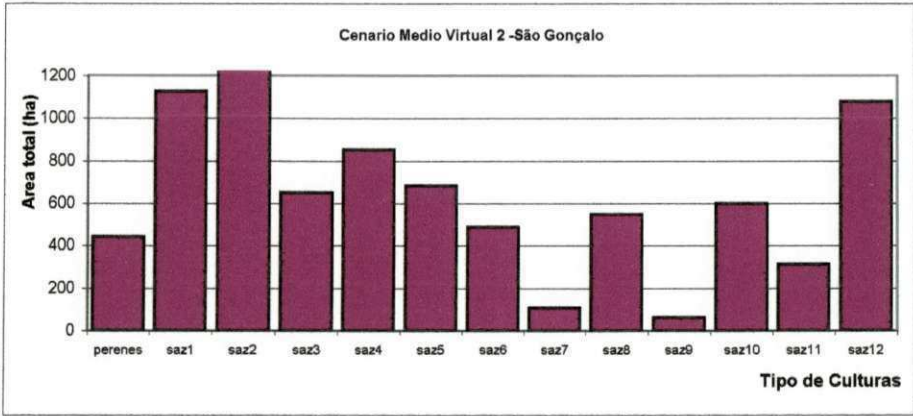


Figura 6.39 - Resultados para o cenário médio virtual 2

Plano Cultural				
Plantio	culturas	m. de obra (diárias)	receita liq. (mil R\$)	Amax (ha)
jan-dez	perenes	13521	2022,24	443,33
jan-abr	saz1	68740	3696,69	1126,89
fev-mai	saz2	77260	4155,93	1266,55
mar-jun	saz3	39757	2123,68	651,76
abr-jul	saz4	52130	2762,68	854,59
mai-ago	saz5	41823	2199,20	685,63
jun-set	saz6	29783	1557,65	488,25
jul-out	saz7	6606	344,00	108,30
ago-nov	saz8	33548	1743,45	549,97
set-dez	saz9	3873	201,39	63,49
out-jan	saz10	36617	1913,05	600,27
nov-fev	saz11	19102	1007,71	313,15
dez-mar	saz12	65865	3508,22	1079,75
<b>total per</b>			<b>2022,24</b>	<b>443,33</b>
<b>total saz</b>			<b>25213,65</b>	<b>7788,60</b>
<b>soma</b>		<b>488625</b>	<b>27.235,89</b>	<b>8231,93</b>



**Quadro 6.24 - Reservatório de São Gonçalo - Cenário Médio Virtual 3 (CMV3)**

Vmax=capacidade do reservatório=44,6\*10<sup>6</sup>m<sup>3</sup>  
 Vmin=6,7 % do Vmax  
 Vinicial -20%  
 Sustentabilidade= 80%  
 Abacia hidráulica=700 ha=7\*10<sup>6</sup>m<sup>3</sup>  
 g= /UUUUUU  
 T= 262z 262ZUUU

Dados de entrada e resultados						
meses	Qafuentes m <sup>3</sup> /s	Prec. mm	Evap. mm	Vreserv. hm <sup>2</sup>	Vevapor. hm <sup>2</sup>	Vres-Vsust hm <sup>2</sup>
julho	1,26	15,8	168,6	19,05	0,580	3,07
agosto	1,11	5,6	200,1	17,88	0,655	1,90
setembro	1,10	4,5	215,9	16,70	0,670	0,72
outubro	1,22	11,6	223,2	14,48	0,619	-1,50
novembro	1,12	18,5	216,2	11,54	0,503	-4,44
dezembro	1,14	41,1	205,9	8,23	0,370	-7,75
janeiro	1,12	96,0	182,6	6,04	0,261	-9,94
fevereiro	1,94	176,0	157,2	8,72	0,295	-7,27
março	3,88	247,2	141,6	17,91	0,464	1,93
abril	5,06	175,6	136,0	29,22	0,660	13,24
maio	2,42	68,8	144,8	28,95	0,698	12,97
junho	1,94	34,5	144,9	23,98	0,599	8,00

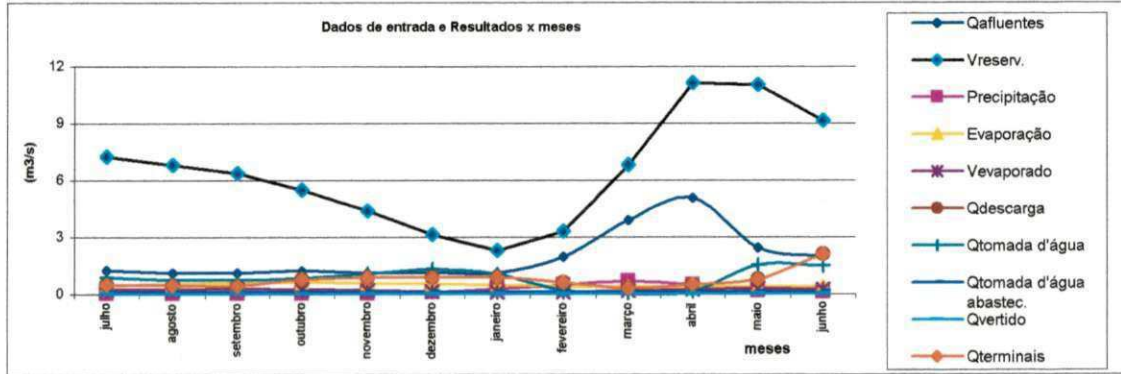


Figura 6.40 - Vazões afluentes e defluentes ao reservatorio

meses	Qafuentes m <sup>3</sup> /s	Precipit. m <sup>3</sup> /s	Evap. m <sup>3</sup> /s	Vreserv. m <sup>3</sup> /s	Vevapor. m <sup>3</sup> /s	Qdescarga m <sup>3</sup> /s	Qt.d'água irrig.(m <sup>3</sup> /s)	Qt.d'água abast.(m <sup>3</sup> /s)	Qvertido m <sup>3</sup> /s	Qterminais m <sup>3</sup> /s
julho	1,26	0,04	0,45	7,25	0,22	0,494	0,860	0,09	0,00	0,494
agosto	1,11	0,01	0,53	6,80	0,25	0,473	0,740	0,09	0,00	0,473
setembro	1,10	0,01	0,58	6,36	0,25	0,447	0,749	0,09	0,00	0,447
outubro	1,22	0,03	0,59	5,51	0,24	0,765	0,859	0,09	0,00	0,765
novembro	1,12	0,05	0,58	4,39	0,19	0,878	1,076	0,09	0,00	0,878
dezembro	1,14	0,11	0,55	3,13	0,14	0,878	1,300	0,09	0,00	0,878
janeiro	1,12	0,26	0,49	2,30	0,10	0,869	1,044	0,09	0,00	0,869
fevereiro	1,94	0,47	0,42	3,32	0,11	0,623	0,207	0,09	0,00	0,623
março	3,88	0,66	0,38	6,81	0,18	0,319	0,000	0,09	0,00	0,319
abril	5,06	0,47	0,36	11,12	0,25	0,506	0,151	0,09	0,00	0,506
maio	2,42	0,18	0,39	11,02	0,27	0,774	1,517	0,09	0,00	0,774
junho	1,94	0,09	0,39	9,12	0,23	2,081	1,484	0,09	0,00	2,081
total	23,31	2,38	5,69	77,13	2,43	9,11	9,99	1,08	0,00	9,11
média	1,94	0,20	0,47	6,43	0,20	0,76	0,83	0,09	0,00	0,76

Área irrigada total = 5894,64 ha  
 Receita Líquida Total = R\$ 16.844.580,00

Piscicultura	
rec. liq. (R\$)	m. de obra (pescad)
20.151,00	11

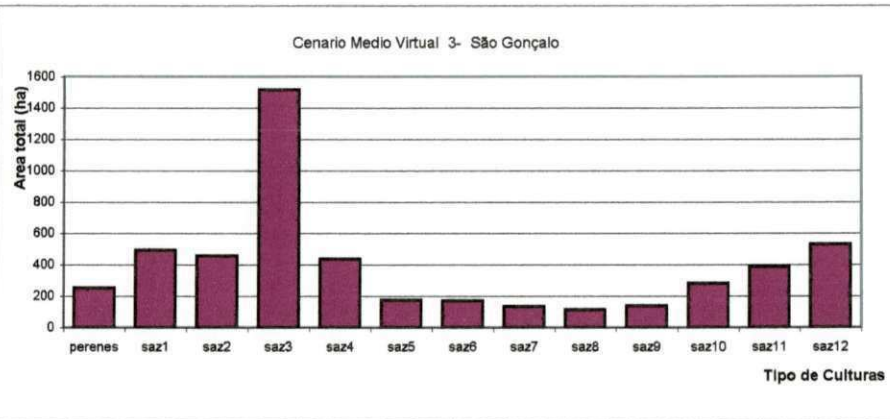


Figura 6.41 - Resultados para o cenário médio virtual 3

Plano Cultural				
Plantio	culturas	m. de obra (diárias)	receita liq. (mil R\$)	Amax (ha)
jan-dez	perenes	7696	1150,98	252,32
jan-abr	saz1	30089	1618,14	493,27
fev-mai	saz2	27833	1497,20	456,28
mar-jun	saz3	92687	4950,99	1519,46
abr-jul	saz4	26724	1416,25	438,10
mai-ago	saz5	10688	562,03	175,22
jun-set	saz6	10344	540,97	169,57
jul-out	saz7	8323	433,20	136,44
ago-nov	saz8	7094	368,66	116,29
set-dez	saz9	8455	439,68	138,60
out-jan	saz10	17152	896,09	281,17
nov-fev	saz11	23568	1243,29	386,36
dez-mar	saz12	32425	1727,10	531,56
total per			1150,98	252,32
total saz			15693,60	4842,32
soma		303078	16.844,58	5094,64



**Quadro 6.25 - Reservatório de São Gonçalo - Cenário Médio Virtual 4 (CMV4)**

Vmax=capacidade do reservatório=44,6\*10<sup>6</sup>m<sup>3</sup>

Vmin=6,7 % do Vmax

Abacia hidráulica=700 ha=7\*10<sup>6</sup>m<sup>2</sup>  
a= 7000000

Vinicial= 19,98  
Vsust= 7,99

Vinicial -20%  
Sustentabilidade= 40%

t= 26280 262800

**Dados de entrada e resultados**

meses	Qafuentes m <sup>3</sup> /s	Prec. mm	Evap. mm	Vreserv. hm <sup>3</sup>	Vevapor. hm <sup>3</sup>	Vres-Vsust hm <sup>3</sup>
dezembro	1,14	18,5	205,9	13,90	0,553	5,91
janeiro	1,22	41,1	182,6	9,66	0,371	1,67
fevereiro	1,94	176,0	157,2	11,42	0,363	3,43
março	3,88	247,2	141,6	19,49	0,496	11,50
abril	5,06	175,6	136,0	30,05	0,676	22,06
maio	2,42	68,8	144,8	28,85	0,698	20,86
junho	1,94	34,5	144,9	27,00	0,660	19,01
julho	1,26	15,8	168,6	23,55	0,687	15,56
agosto	1,11	5,6	200,1	20,12	0,721	12,13
setembro	1,10	4,5	215,9	17,01	0,679	9,02
outubro	1,11	11,6	223,2	13,39	0,582	5,40
novembro	1,12	44,6	216,2	9,67	0,439	1,68

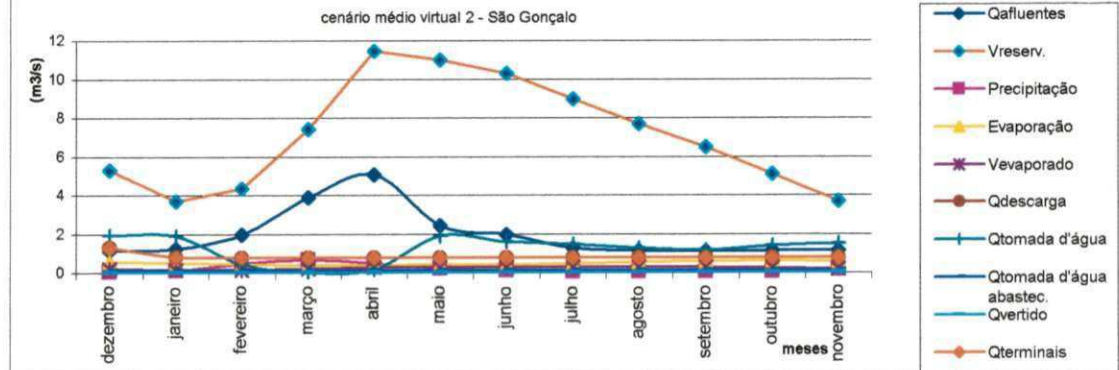


Figura 6.42 - Vazões afluentes e defluentes ao reservatório

meses	Qafuentes m <sup>3</sup> /s	Precipit. m <sup>3</sup> /s	Evap. m <sup>3</sup> /s	Vreserv. m <sup>3</sup> /s	Vevapor. m <sup>3</sup> /s	Qdescarga m <sup>3</sup> /s	Qt.d'água irrig.(m <sup>3</sup> /s)	Qt.d'água abast.(m <sup>3</sup> /s)	Qvertido m <sup>3</sup> /s	Qterminais m <sup>3</sup> /s
dezembro	1,14	0,05	0,55	5,29	0,21	1,283	1,920	0,09	0,00	1,283
janeiro	1,22	0,11	0,49	3,68	0,14	0,800	1,873	0,09	0,00	0,800
fevereiro	1,94	0,47	0,42	4,35	0,14	0,772	0,415	0,09	0,00	0,772
março	3,88	0,66	0,38	7,41	0,19	0,772	0,000	0,09	0,00	0,772
abril	5,06	0,47	0,36	11,44	0,26	0,772	0,174	0,09	0,00	0,772
maio	2,42	0,18	0,39	10,98	0,26	0,772	1,879	0,09	0,00	0,772
junho	1,94	0,09	0,39	10,27	0,25	0,772	1,585	0,09	0,00	0,772
julho	1,26	0,04	0,45	8,96	0,26	0,772	1,461	0,09	0,00	0,772
agosto	1,11	0,01	0,53	7,65	0,27	0,772	1,266	0,09	0,00	0,772
setembro	1,10	0,01	0,58	6,47	0,26	0,772	1,145	0,09	0,00	0,772
outubro	1,11	0,03	0,59	5,10	0,22	0,772	1,384	0,09	0,00	0,772
novembro	1,12	0,12	0,58	3,68	0,17	0,772	1,495	0,09	0,00	0,772
total	23,30	2,25	5,69	85,28	2,63	9,80	14,60	1,08	0,00	9,80
média	1,94	0,19	0,47	7,11	0,22	0,82	1,22	0,09	0,00	0,82

Área irrigada total = 7849,71 ha  
Receita Líquida Total= R\$ 25.916.260,00

Piscicultura	
rec. liq. (R\$)	m. de obra (pescad)
28.630,00	16

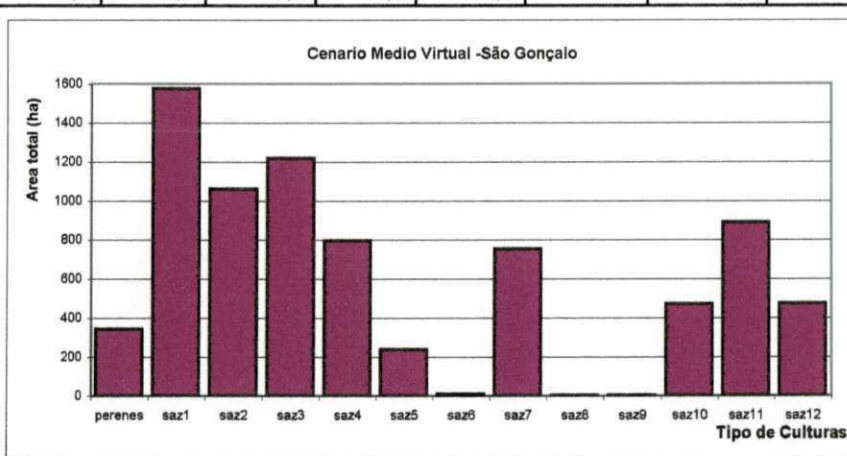


Figura 6.43 - Resultados para o cenário médio virtual 4

Plano Cultural				
Plantio	culturas	m. de obra (diárias)	receita liq. (mil R\$)	Amax (ha)
jan-dez	perenes	10522	1573,68	344,99
jan-abr	saz1	96177	5172,17	1576,67
fev-mai	saz2	64869	3489,39	1063,42
mar-jun	saz3	74324	3970,10	1218,42
abr-jul	saz4	48586	2574,88	796,50
mai-ago	saz5	14670	771,38	240,49
jun-set	saz6	543	28,38	8,89
jul-out	saz7	45964	2393,52	753,51
ago-nov	saz8	252	13,11	4,14
set-dez	saz9	197	10,27	3,24
out-jan	saz10	28836	1506,52	472,71
nov-fev	saz11	54427	2871,18	892,24
dez-mar	saz12	28944	1541,68	474,49
	total per		1573,68	344,99
	total saz		24342,58	7504,72
	soma	468311	25.916,26	7849,71



**Quadro 6.26 - Reservatório São Gonçalo - Cenário Médio Virtual (CMV - 10% Qa com redução de 10% na vazão afluyente**

Vmax=capacidade do reservatório=44,6\*10<sup>6</sup>m<sup>3</sup>  
 Vmin=6,7 % do Vmax  
 Abacia hidráulica=700 ha=7\*10<sup>6</sup>m<sup>2</sup>  
 a= /UUUUUU  
 Vinicial= 24,98  
 Vsust= 24,98  
 t= 262800 2628000

**Dados de entrada e resultados**

meses	Qafluentes m <sup>3</sup> /s	Prec. mm	Evap. mm	Vreserv. hm <sup>3</sup>	Vevapor. hm <sup>3</sup>	Vres-Vini hm <sup>3</sup>
julho	1,14	15,8	168,6	21,53	0,640	-3,45
agosto	1,01	5,6	200,1	18,44	0,671	-6,54
setembro	1,00	4,5	215,9	17,02	0,680	-7,96
outubro	1,01	11,6	223,2	15,49	0,653	-9,49
novembro	1,02	44,6	216,2	12,80	0,545	-12,18
dezembro	1,04	18,5	205,9	8,91	0,393	-16,07
janeiro	1,21	41,1	182,6	6,78	0,284	-18,20
fevereiro	1,76	178,0	157,2	9,61	0,318	-15,37
março	3,49	247,2	141,6	17,83	0,463	-7,15
abril	4,55	175,6	136,0	28,51	0,647	3,53
maio	2,18	68,8	144,8	29,40	0,707	4,42
junho	1,76	34,5	144,9	28,20	0,683	3,22

meses	Qafluentes m <sup>3</sup> /s	Precipit. m <sup>3</sup> /s	Evap. m <sup>3</sup> /s	Vreserv. m <sup>3</sup> /s	Vevapor. m <sup>3</sup> /s	Qdescarga m <sup>3</sup> /s	Qt.d'água irrig. (m <sup>3</sup> /s)	Qt.d'água abast. (m <sup>3</sup> /s)	Qvertido m <sup>3</sup> /s	Qterminais m <sup>3</sup> /s
julho	1,14	0,04	0,45	8,19	0,24	0,303	1,829	0,09	0,00	0,303
agosto	1,01	0,01	0,53	7,02	0,26	0,303	1,527	0,09	0,00	0,303
setembro	1,00	0,01	0,58	6,48	0,26	0,303	0,882	0,09	0,00	0,303
outubro	1,01	0,03	0,59	5,89	0,25	0,303	0,940	0,09	0,00	0,303
novembro	1,02	0,12	0,58	4,87	0,21	0,303	1,433	0,09	0,00	0,303
dezembro	1,04	0,05	0,55	3,39	0,15	0,303	1,992	0,09	0,00	0,303
janeiro	1,21	0,11	0,49	2,58	0,11	0,303	1,577	0,09	0,00	0,303
fevereiro	1,76	0,47	0,42	3,66	0,12	0,303	0,279	0,09	0,00	0,303
março	3,49	0,66	0,38	6,79	0,18	0,303	0,000	0,09	0,00	0,303
abril	4,55	0,47	0,36	10,85	0,25	0,303	0,080	0,09	0,00	0,303
maio	2,18	0,18	0,39	11,19	0,27	0,303	1,294	0,09	0,00	0,303
junho	1,76	0,09	0,39	10,73	0,26	0,303	1,617	0,09	0,00	0,303
<b>total</b>	<b>21,17</b>	<b>2,25</b>	<b>5,69</b>	<b>81,63</b>	<b>2,54</b>	<b>3,64</b>	<b>13,45</b>	<b>1,08</b>	<b>0,00</b>	<b>3,64</b>
média	1,76	0,19	0,47	6,80	0,21	0,30	1,12	0,09	0,00	0,30

**tabela 3- Piscicultura**

rec. liq. (R\$)	m. de obra (pescad)
21.938,00	12

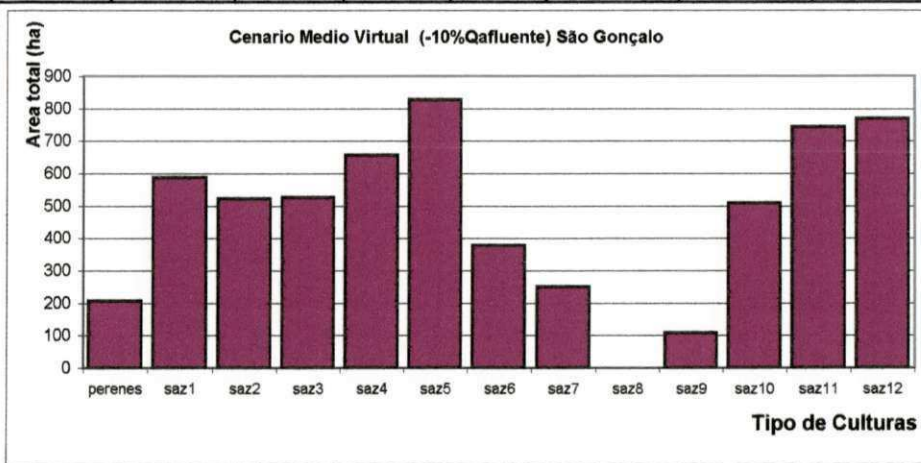


Figura 6.45 - Resultados para o cenário medio virtual - 10%Qafluyente

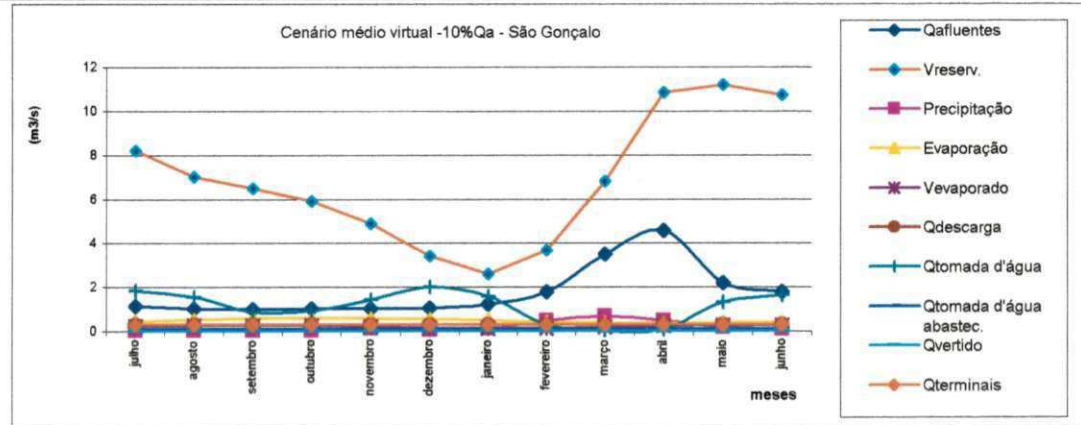


Figura 6.44 - Vazões afluentes e defluentes ao reservatório

Área Irrigada = 6092,8 ha  
 Receita Líquida Total = R\$ 19.958.170,00

Plano Cultural				
Plantio	culturas	m. de obra (diárias)	receita liq. (mil R\$)	Amax (ha)
jan-dez	perenes	6295	941,49	206,40
jan-abr	saz1	35894	1930,30	588,43
fev-mai	saz2	31872	1714,43	522,49
mar-jun	saz3	32107	1715,02	526,34
abr-jul	saz4	40084	2124,29	657,12
mai-ago	saz5	50594	2660,42	829,42
jun-set	saz6	23137	1210,06	379,30
jul-out	saz7	15259	794,57	250,14
ago-nov	saz8	0	0,00	0,00
set-dez	saz9	6643	345,49	108,91
out-jan	saz10	31093	1624,47	509,73
nov-fev	saz11	45429	2396,52	744,74
dez-mar	saz12	46957	2501,11	769,78
<b>total per</b>			<b>941,49</b>	<b>206,40</b>
<b>total saz</b>			<b>19016,68</b>	<b>5886,40</b>
<b>soma</b>		<b>365364</b>	<b>19.958,17</b>	<b>6092,80</b>



**Quadro 6.27 - Reservatório São Gonçalo - Cenário Médio Virtual (CMV - 20% Qa)** com redução de 20% na vazão afluente

Vmax=capacidade do reservatório=44,6\*10<sup>6</sup>m<sup>3</sup>  
 Vmin=6,7 % do Vmax  
 Vinicial= 24,98  
 Vsust= 24,98  
ADICIA HIDRAULICA= /00 NA= /100 MT  
 R= /000000 T= 2528001 2528000

Dados de entrada e resultados						
meses	Qafluentes m <sup>3</sup> /s	Prec. mm	Evap. mm	Vreserv. hm <sup>3</sup>	Vevapor. hm <sup>3</sup>	Vres-Vini hm <sup>3</sup>
julho	1,13	15,8	168,6	22,26	0,650	-2,72
agosto	1,00	5,6	200,1	19,49	0,691	-5,49
setembro	1,00	4,5	215,9	17,28	0,681	-7,70
outubro	1,00	11,6	223,2	15,43	0,649	-9,55
novembro	1,01	44,6	216,2	13,65	0,563	-11,33
dezembro	1,03	18,5	205,9	11,17	0,454	-13,81
janeiro	1,10	41,1	182,6	9,42	0,329	-15,56
fevereiro	1,67	176,0	157,2	11,77	0,291	-13,21
março	3,10	247,2	141,6	18,79	0,420	-6,20
abril	4,05	175,6	136,0	27,91	0,586	2,93
maio	1,94	68,8	144,8	26,09	0,655	1,11
junho	1,67	34,5	144,9	25,31	0,619	0,33

meses	Qafluentes m <sup>3</sup> /s	Precipit. m <sup>3</sup> /s	Evap. m <sup>3</sup> /s	Vreserv. m <sup>3</sup> /s	Vevapor. m <sup>3</sup> /s	Qdescarga m <sup>3</sup> /s	Qt.d'água irrig.(m <sup>3</sup> /s)	Qt.d'água abast.(m <sup>3</sup> /s)	Qvertido m <sup>3</sup> /s	Qterminais m <sup>3</sup> /s
julho	1,13	0,04	0,45	8,47	0,25	0,422	1,415	0,09	0,00	0,422
agosto	1,00	0,01	0,53	7,41	0,26	0,425	1,261	0,09	0,00	0,425
setembro	1,00	0,01	0,58	6,57	0,26	0,434	1,042	0,09	0,00	0,434
outubro	1,00	0,03	0,59	5,87	0,25	0,444	0,920	0,09	0,00	0,444
novembro	1,01	0,12	0,58	5,19	0,21	0,300	1,085	0,09	0,00	0,300
dezembro	1,03	0,05	0,55	4,25	0,17	0,436	1,291	0,09	0,00	0,436
janeiro	1,10	0,11	0,49	3,58	0,13	0,362	1,248	0,09	0,00	0,362
fevereiro	1,67	0,47	0,42	4,48	0,11	0,376	0,312	0,09	0,00	0,376
março	3,10	0,66	0,38	7,15	0,16	0,399	0,000	0,09	0,00	0,399
abril	4,05	0,47	0,36	10,62	0,22	0,391	0,100	0,09	0,00	0,391
maio	1,94	0,18	0,39	9,93	0,25	1,137	1,280	0,09	0,00	1,137
junho	1,67	0,09	0,39	9,63	0,24	0,311	1,381	0,09	0,00	0,311
<b>total</b>	<b>19,70</b>	<b>2,25</b>	<b>5,69</b>	<b>83,16</b>	<b>2,51</b>	<b>5,44</b>	<b>11,34</b>	<b>1,08</b>	<b>0,00</b>	<b>5,44</b>
média	1,64	0,19	0,47	6,93	0,21	0,45	0,94	0,09	0,00	0,45

Piscicultura	
rec. liq. (R\$)	m. de obra (pescad)
28.079,00	16

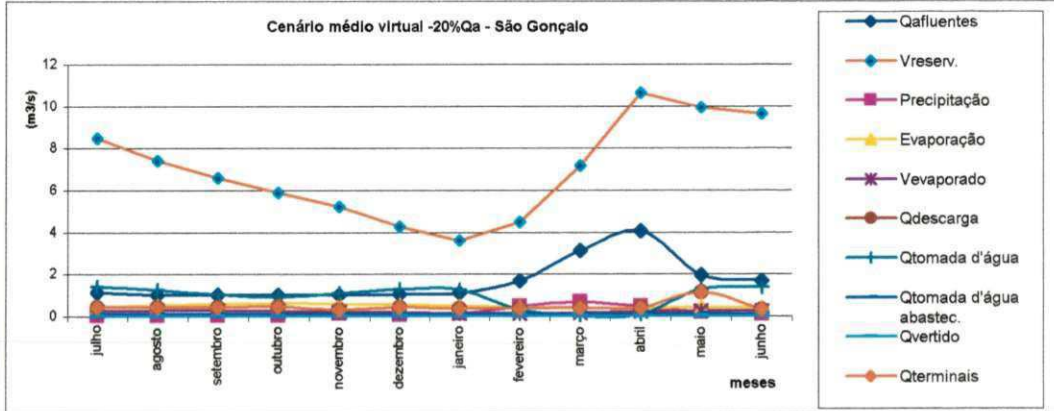


Figura 6.46 - Vazões afluente e defluente ao reservatório

Área irrigada = 5707,1 ha  
 Receita Líquida Total = R\$ 18.719.990,00

Plano Cultural

Plantio	culturas	m. de obra (diárias)	receita liq. (mil R\$)	Amax (ha)
jan-dez	perenes	5562	831,81	182,35
jan-abr	saz1	53745	2890,31	881,07
fev-mai	saz2	44140	2374,36	723,50
mar-jun	saz3	35539	1898,34	582,60
abr-jul	saz4	40329	2137,29	661,14
mai-ago	saz5	27229	1431,77	446,37
jun-set	saz6	24685	1291,02	404,68
jul-out	saz7	6801	354,13	111,48
ago-nov	saz8	17128	890,10	280,78
set-dez	saz9	6135	319,07	100,58
out-jan	saz10	16534	863,81	271,05
nov-fev	saz11	20907	1102,93	342,74
dez-mar	saz12	43839	2335,05	718,67
<b>total per</b>			<b>831,81</b>	<b>182,35</b>
<b>total saz</b>			<b>17888,18</b>	<b>5524,76</b>
<b>soma</b>		<b>342573</b>	<b>18.719,99</b>	<b>5707,11</b>

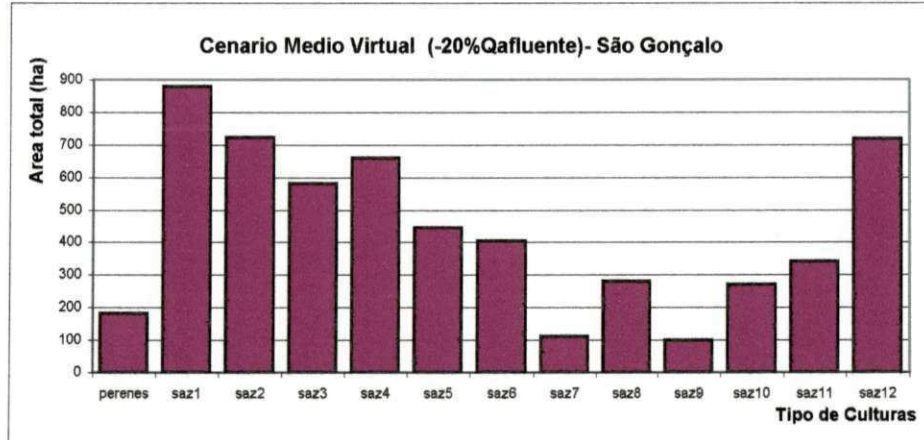


Figura 6.47 - Resultados para o cenário médio virtual -20% Qafluente



**Quadro 6.28 - Reservatório São Gonçalo - Cenário Médio Virtual (CMV - 30% Qa) com redução de 30% na vazão afluente**

Vmax=capacidade do reservatório=44,8\*10<sup>6</sup>m<sup>3</sup>  
 Vmin=6,7 % do Vmax  
 Área irrigada=5583,07 ha  
 a= 7000000  
 t= 26280 2628000

Vinicial= 24,98  
 Vsust= 24,98

**Dados de entrada e resultados**

meses	Qafluentes m <sup>3</sup> /s	Prec. mm	Evap. mm	Vreserv. hm <sup>3</sup>	Vevapor. hm <sup>3</sup>	Vres-Vini hm <sup>3</sup>
julho	1,11	15,8	168,6	21,59	0,670	-3,39
agosto	0,90	5,6	200,1	18,22	0,722	-6,76
setembro	0,90	4,5	215,9	16,62	0,715	-8,36
outubro	0,90	11,6	223,2	15,56	0,677	-9,42
novembro	0,91	44,6	216,2	14,52	0,592	-10,46
dezembro	0,93	18,5	205,9	13,31	0,503	-11,68
janeiro	1,08	41,1	182,6	12,78	0,400	-12,21
fevereiro	1,59	176,0	157,2	15,46	0,354	-9,52
março	2,72	247,2	141,6	21,52	0,453	-3,46
abril	3,54	175,6	136,0	29,02	0,584	4,04
maio	1,69	68,8	144,8	26,87	0,630	1,89
junho	1,59	34,5	144,9	25,60	0,620	0,62

meses	Qafluentes m <sup>3</sup> /s	Precipit. m <sup>3</sup> /s	Evap. m <sup>3</sup> /s	Vreserv. m <sup>3</sup> /s	Vevapor. m <sup>3</sup> /s	Qdescarga m <sup>3</sup> /s	Qt.d'água irrig.(m <sup>3</sup> /s)	Qt.d'água abast.(m <sup>3</sup> /s)	Qvertido m <sup>3</sup> /s	Qterminais m <sup>3</sup> /s
julho	1,11	0,04	0,45	8,22	0,25	0,300	1,740	0,09	0,00	0,300
agosto	0,90	0,01	0,53	6,93	0,27	0,308	1,501	0,09	0,00	0,308
setembro	0,90	0,01	0,58	6,32	0,27	0,300	0,842	0,09	0,00	0,300
outubro	0,90	0,03	0,59	5,92	0,26	0,301	0,648	0,09	0,00	0,301
novembro	0,91	0,12	0,58	5,52	0,23	0,352	0,681	0,09	0,00	0,352
dezembro	0,93	0,05	0,55	5,06	0,19	0,300	0,814	0,09	0,00	0,300
janeiro	1,08	0,11	0,49	4,86	0,15	0,300	0,560	0,09	0,00	0,300
fevereiro	1,59	0,47	0,42	5,88	0,13	0,300	0,073	0,09	0,00	0,300
março	2,72	0,66	0,38	8,19	0,17	0,300	0,000	0,09	0,00	0,300
abril	3,54	0,47	0,36	11,04	0,22	0,347	0,204	0,09	0,00	0,347
maio	1,69	0,18	0,39	10,23	0,24	0,300	1,986	0,09	0,00	0,300
junho	1,59	0,09	0,39	9,74	0,24	0,300	1,498	0,09	0,00	0,300
<b>total</b>	<b>17,86</b>	<b>2,25</b>	<b>5,69</b>	<b>87,92</b>	<b>2,63</b>	<b>3,71</b>	<b>10,55</b>	<b>1,08</b>	<b>0,00</b>	<b>3,71</b>
média	1,49	0,19	0,47	7,33	0,22	0,31	0,88	0,09	0,00	0,31

Piscicultura	
rec. liq. (R\$)	m. de obra (pescad)
35.470,00	20

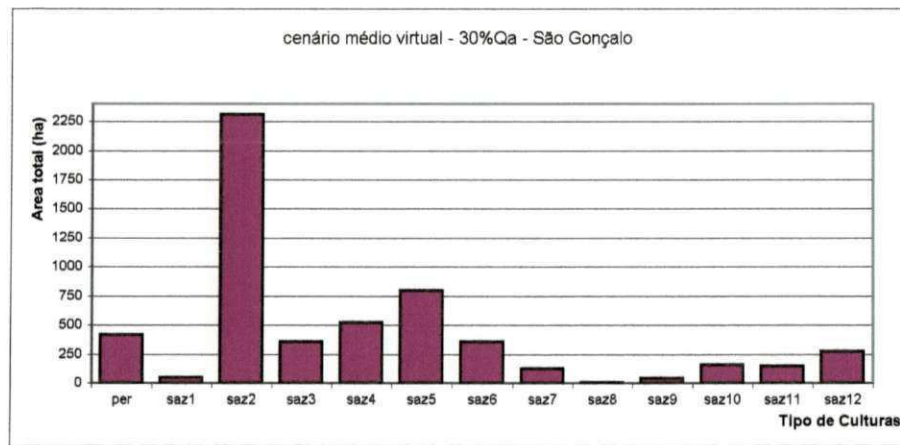


Figura 6.49 - Resultados para o cenário médio virtual com -30% Qafluente

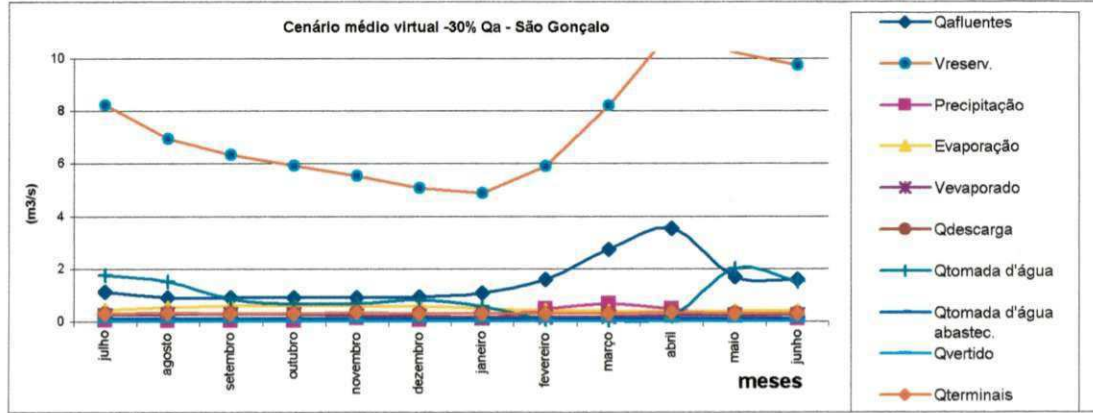


Figura 6.48 - Vazões afluentes ao reservatório

Área irrigada = 5583,07 ha  
 Receita Líquida Total= R\$ 18.679.670,00

Plano Cultural				
Plantio	culturas	m. de obra	receita liq.	
		(diárias)	(mil R\$)	
				Amaz (ha)
jan-abr	per	12797	1913,85	419,56
fev-mai	saz1	3024	162,65	49,58
mar-jun	saz2	140967	7582,85	2310,94
abr-jul	saz3	21954	1172,85	359,89
mai-ago	saz4	32066	1699,38	525,68
jun-set	saz5	48639	2557,61	797,37
jul-out	saz6	21710	1135,44	355,91
ago-nov	saz7	7636	397,61	125,17
set-dez	saz8	327	17,01	5,37
out-jan	saz9	2813	146,27	46,11
nov-fev	saz10	9884	516,37	162,02
dez-mar	saz11	9050	477,40	148,36
	saz12	16904	900,38	277,11
<b>total per</b>			<b>1913,85</b>	<b>419,56</b>
<b>total saz</b>			<b>16765,82</b>	<b>5163,51</b>
<b>soma</b>		<b>327771</b>	<b>18.679,67</b>	<b>5583,07</b>



**Quadro 6.29 - Reservatório São Gonçalo - Cenário Médio Virtual - culturas perenes (CMVP)**

V<sub>max</sub>=capacidade do reservatório=44,6\*10<sup>6</sup>m<sup>3</sup>  
 V<sub>min</sub>=6,7 % de V<sub>max</sub>      V<sub>inicial</sub>= 24,98  
 Abacia hidráulica=700 ha=7\*10<sup>6</sup>m<sup>2</sup>      V<sub>sust</sub>= 24,98  
 a= 7000000      t= 2t 2628000

Dados de entrada e resultados						
meses	Qafluentes m <sup>3</sup> /s	Prec. mm	Evap. mm	Vreserv. hm <sup>3</sup>	Vevapor. hm <sup>3</sup>	Vres-Vini hm <sup>3</sup>
julho	1,16	15,8	168,6	22,267	0,660	-2,71
agosto	1,11	5,6	200,1	18,568	0,690	-6,41
setembro	1,10	4,5	215,9	14,507	0,637	-10,47
outubro	1,11	11,6	223,2	10,423	0,545	-14,56
novembro	1,12	44,6	216,2	6,731	0,422	-18,25
dezembro	1,14	18,5	205,9	3,936	0,310	-21,04
janeiro	1,12	41,1	182,6	2,988	0,219	-21,99
fevereiro	1,94	176,0	157,2	6,906	0,184	-18,07
março	3,88	247,2	141,6	14,377	0,358	-10,60
abril	5,06	175,6	136,0	25,356	0,557	0,38
maio	2,42	68,8	144,8	26,162	0,639	1,18
junho	1,94	34,5	144,9	26,061	0,626	1,08

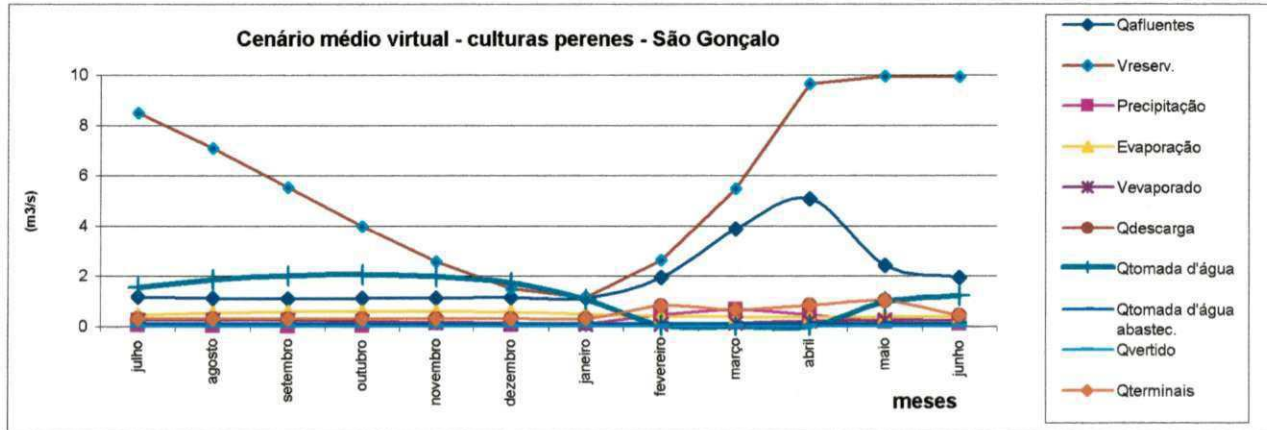


Figura 6.50 - Vazões afluente e defluente ao reservatório

meses	Qafluentes m <sup>3</sup> /s	Precipit. m <sup>3</sup> /s	Evap. m <sup>3</sup> /s	Vreserv. m <sup>3</sup> /s	Vevapor. m <sup>3</sup> /s	Qdescarga m <sup>3</sup> /s	Qt.d'água irrig.(m <sup>3</sup> /s)	Qt.d'água abast.(m <sup>3</sup> /s)	Qvertido m <sup>3</sup> /s	Qterminais m <sup>3</sup> /s
julho	1,16	0,04	0,45	8,47	0,25	0,300	1,563	0,09	0,00	0,300
agosto	1,11	0,01	0,53	7,07	0,26	0,300	1,855	0,09	0,00	0,300
setembro	1,10	0,01	0,58	5,52	0,24	0,300	2,001	0,09	0,00	0,300
outubro	1,11	0,03	0,59	3,97	0,21	0,300	2,069	0,09	0,00	0,300
novembro	1,12	0,12	0,58	2,56	0,16	0,300	1,991	0,09	0,00	0,300
dezembro	1,14	0,05	0,55	1,50	0,12	0,300	1,730	0,09	0,00	0,300
janeiro	1,12	0,11	0,49	1,14	0,08	0,300	1,061	0,09	0,00	0,300
fevereiro	1,94	0,47	0,42	2,63	0,07	0,806	0,045	0,09	0,00	0,806
março	3,88	0,66	0,38	5,47	0,14	0,653	0,000	0,09	0,00	0,653
abril	5,06	0,47	0,36	9,65	0,21	0,830	0,000	0,09	0,00	0,830
maio	2,42	0,18	0,39	9,96	0,24	1,018	0,961	0,09	0,00	1,018
junho	1,94	0,09	0,39	9,92	0,24	0,426	1,213	0,09	0,00	0,426
<b>total</b>	<b>23,10</b>	<b>2,25</b>	<b>5,69</b>	<b>67,84</b>	<b>2,22</b>	<b>5,83</b>	<b>14,49</b>	<b>1,08</b>	<b>0,00</b>	<b>5,83</b>
média	1,93	0,19	0,47	5,65	0,19	0,49	1,21	0,09	0,00	0,49

Área irrigada = 2560,6 ha  
 Receita Líquida Total = R\$ 11.680.290,00

Piscicultura	
rec. liq. (R\$)	m. de obra (pescad)
12.168,00	7

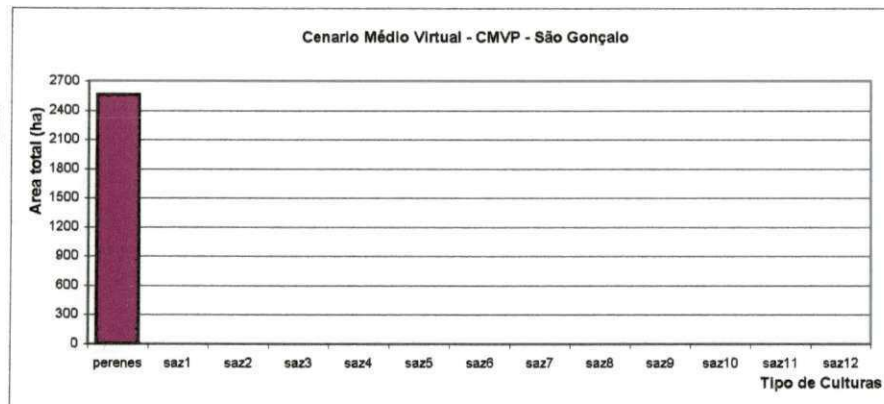


Figura 6.51 - Resultados para o cenário médio virtual só com culturas perenes

Plano Cultural				
culturas	m. de obra (diárias)	receita liq. (mil R\$)		Plantio
			Amaz (ha)	
<b>perenes</b>	<b>78099</b>	<b>11.680,29</b>	<b>2560,61</b>	jan-dez
saz1	0	0,00	0,00	jan-abr
saz2	0	0,00	0,00	fev-mai
saz3	0	0,00	0,00	mar-jun
saz4	0	0,00	0,00	abr-jul
saz5	0	0,00	0,00	mai-ago
saz6	0	0,00	0,00	jun-set
saz7	0	0,00	0,00	jul-out
saz8	0	0,00	0,00	ago-nov
saz9	0	0,00	0,00	set-dez
saz10	0	0,00	0,00	out-jan
saz11	0	0,00	0,00	nov-fev
saz12	0	0,00	0,00	dez-mar
<b>total per</b>		<b>11680,29</b>	<b>2560,61</b>	
<b>soma</b>	<b>78099</b>	<b>11.680,29</b>	<b>2560,61</b>	



**Quadro 6.30 - Reservatório São Gonçalo - Cenário Médio Virtual - irrigação por sulco (CMVS)**

Vmax=capacidade do reservatório=44,6\*10<sup>6</sup>m<sup>3</sup>  
 Vmin=6,7 % do Vmax  
 Abacia hidráulica=700 ha=7\*10<sup>6</sup>m<sup>2</sup>  
 a= 7000000  
 Vinicial= 24,98  
 Vsust= 24,98  
 t= 2t 2628000

Dados de entrada e resultados						
meses	Qafluentes m <sup>3</sup> /s	Prec. mm	Evap. mm	Vreserv. hm <sup>2</sup>	Vevapor. hm <sup>2</sup>	Vres-Vsust hm <sup>2</sup>
julho	1,16	15,8	168,6	24,21	0,670	-0,77
agosto	1,11	5,6	200,1	22,86	0,721	-2,12
setembro	1,10	4,5	215,9	20,79	0,698	-4,19
outubro	1,11	11,6	223,2	17,44	0,606	-7,54
novembro	1,12	44,6	216,2	13,51	0,458	-11,47
dezembro	1,14	18,5	205,9	9,81	0,290	-15,17
janeiro	1,12	41,1	182,6	8,18	0,158	-16,80
fevereiro	1,94	176,0	157,2	11,45	0,157	-13,53
março	3,88	247,2	141,6	20,73	0,355	-4,25
abril	5,06	175,6	136,0	32,71	0,574	7,73
maio	2,42	68,8	144,8	34,62	0,664	9,64
junho	1,94	34,5	144,9	35,11	0,641	10,13

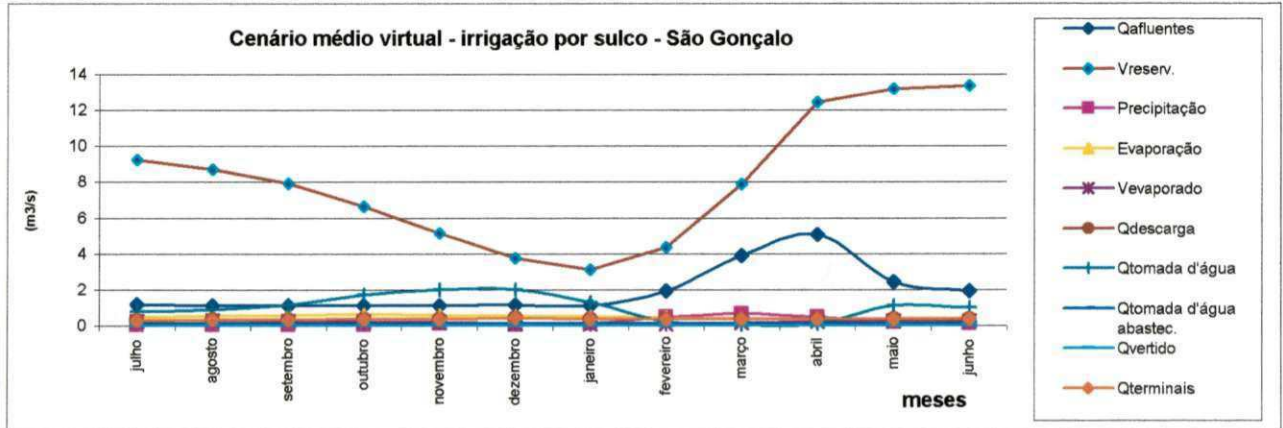


Figura 6.52 - Vazões afluentes e defluentes ao reservatório

meses	Qafluentes m <sup>3</sup> /s	Precipit. m <sup>3</sup> /s	Evap. m <sup>3</sup> /s	Vreserv. m <sup>3</sup> /s	Vevapor. m <sup>3</sup> /s	Qdescarga m <sup>3</sup> /s	Qt.d'água irrig.(m <sup>3</sup> /s)	Qt.d'água abast.(m <sup>3</sup> /s)	Qvertido m <sup>3</sup> /s	Qterminais m <sup>3</sup> /s
julho	1,16	0,04	0,45	9,21	0,25	0,300	0,778	0,09	0,00	0,300
agosto	1,11	0,01	0,53	8,70	0,27	0,317	0,892	0,09	0,00	0,317
setembro	1,10	0,01	0,58	7,91	0,27	0,316	1,152	0,09	0,00	0,316
outubro	1,11	0,03	0,59	6,64	0,23	0,345	1,708	0,09	0,00	0,345
novembro	1,12	0,12	0,58	5,14	0,17	0,345	2,000	0,09	0,00	0,345
dezembro	1,14	0,05	0,55	3,73	0,11	0,440	2,011	0,09	0,00	0,440
janeiro	1,12	0,11	0,49	3,11	0,06	0,343	1,291	0,09	0,00	0,343
fevereiro	1,94	0,47	0,42	4,36	0,06	0,346	0,199	0,09	0,00	0,346
março	3,88	0,66	0,38	7,89	0,14	0,346	0,000	0,09	0,00	0,346
abril	5,06	0,47	0,36	12,45	0,22	0,346	0,102	0,09	0,00	0,346
maio	2,42	0,18	0,39	13,18	0,25	0,346	1,106	0,09	0,00	0,346
junho	1,94	0,09	0,39	13,36	0,24	0,346	0,993	0,09	0,00	0,346
total	23,10	2,25	5,69	95,68	2,28	4,14	12,23	1,08	0,00	4,14
média	1,93	0,19	0,47	7,97	0,19	0,34	1,02	0,09	0,00	0,34

Área Irrigada = 2476,35 ha  
 Receita Líquida Total = R\$ 6.351.480,00

Piscicultura	
rec. liq. (R\$)	m. de obra (pescad)
25.230,00	14

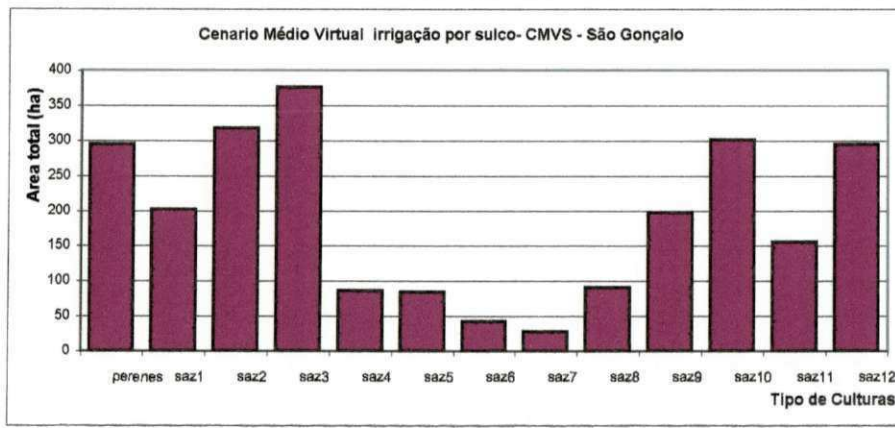


Figura 6.53 - Resultados para o cenário médio virtual com irrigação por sulco

Plano Cultural				
culturas	m. de obra (diárias)	receita liq. (mil R\$)		Plantio
			Amax (ha)	
perenes	9009	1133,04	295,38	jan-dez
saz1	12362	503,44	202,66	jan-abr
saz2	19375	789,55	317,63	fev-mai
saz3	22975	919,63	376,63	mar-jun
saz4	5273	206,78	86,44	abr-jul
saz5	5181	199,08	84,94	mai-ago
saz6	2607	98,75	42,74	jun-set
saz7	1747	65,40	28,63	jul-out
saz8	5552	206,77	91,02	ago-nov
saz9	12082	450,79	198,07	set-dez
saz10	18382	694,37	301,35	out-jan
saz11	9479	367,33	155,40	nov-fev
saz12	18023	716,55	295,46	dez-mar
total per		1133,04	295,38	
total saz		5218,44	2180,97	
soma	142047	6.351,48	2476,35	





**Quadro 6.32 - Reservatório de Eng. Avidos - Cenário Médio Virtual (CMV)**

Vmax=capacidade do reservatório=255\*10<sup>6</sup>m<sup>3</sup>  
 Vmin=11% do Vmax  
 Inicial (hm3)= 114,75  
 Vsust (hm3)= 114,75  
 Abacia hidráulica=2845 ha=28,45\*10<sup>6</sup>m<sup>2</sup>  
 a= 28450000 t= 262800 2628000

meses	Qafluentes m <sup>3</sup> /s	Prec. mm	Evap. mm	Vreserv. hm <sup>3</sup>	Vevapor. hm <sup>3</sup>	Vres - Vini hm <sup>3</sup>
julho	0,36	15,5	206,3	106,33	2,87	-8,42
agosto	0,01	3,0	231,5	95,20	3,016	-19,55
setembro	0,00	4,2	222,1	85,30	2,731	-29,45
outubro	0,01	13,5	237,1	75,57	2,679	-39,18
novembro	0,02	17,2	226,0	66,42	2,309	-48,33
dezembro	0,13	35,1	248,9	58,12	2,264	-56,63
janeiro	0,30	115,1	220,4	51,07	1,859	-63,68
fevereiro	2,27	174,1	170,4	52,76	1,486	-61,99
março	9,82	235,0	185,2	74,66	2,086	-40,10
abril	14,91	168,6	179,8	107,08	2,697	-7,67
maio	7,47	55,8	184,1	116,42	2,948	1,67
junho	2,40	26,9	197,5	114,75	3,137	0,00

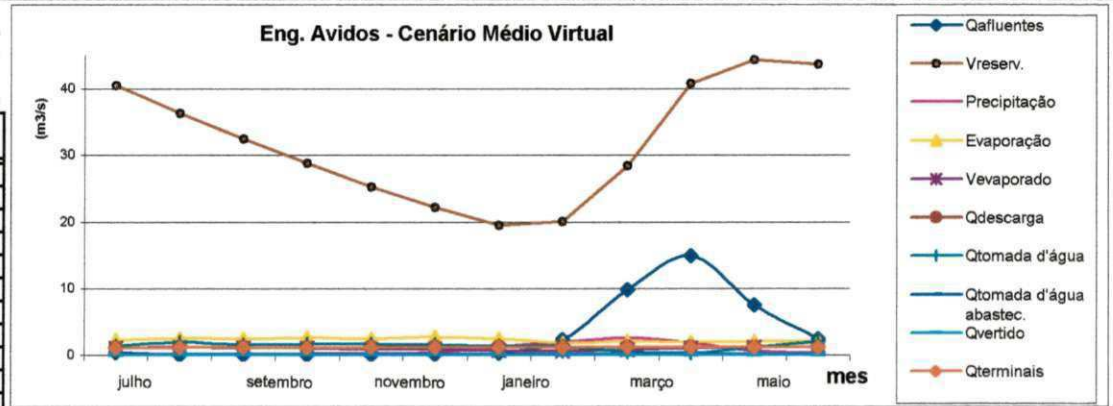


Figura 6.55 - Vazões afluentes e defluentes ao reservatório

meses	Qafluentes m <sup>3</sup> /s	Precipit. m <sup>3</sup> /s	Evap. m <sup>3</sup> /s	Vreserv. m <sup>3</sup> /s	Vevapor. m <sup>3</sup> /s	Qdescarga m <sup>3</sup> /s	Qt.d'água irrig.(m <sup>3</sup> /s)	Qt.d'água abast.(m <sup>3</sup> /s)	Qvertido m <sup>3</sup> /s	Qterminais m <sup>3</sup> /s
julho	0,36	0,168	2,233	40,46	1,092	1,100	1,339	0,09	0,000	1,100
agosto	0,01	0,032	2,506	36,23	1,148	1,108	1,904	0,09	0,000	1,108
setembro	0,00	0,045	2,404	32,46	1,039	1,108	1,518	0,09	0,000	1,108
outubro	0,01	0,146	2,567	28,76	1,019	1,100	1,598	0,09	0,000	1,100
novembro	0,02	0,186	2,447	25,28	0,879	1,115	1,598	0,09	0,000	1,115
dezembro	0,13	0,380	2,695	22,12	0,861	1,115	1,530	0,09	0,000	1,115
janeiro	0,30	1,246	2,386	19,43	0,707	1,117	1,360	0,09	0,000	1,117
fevereiro	2,27	1,885	1,845	20,08	0,565	1,140	1,271	0,09	0,000	1,140
março	9,82	2,544	2,005	28,41	0,794	1,140	0,438	0,09	0,000	1,140
abril	14,91	1,825	1,946	40,74	1,026	1,140	0,286	0,09	0,000	1,140
maio	7,47	0,604	1,993	44,30	1,122	1,130	1,111	0,09	0,000	1,130
junho	2,40	0,291	2,138	43,67	1,194	1,130	1,992	0,09	0,000	1,130
total	37,70	9,35	27,16	381,92	11,45	13,44	15,95	1,08	0,00	13,44
média	3,14	0,779	2,264	31,8270	0,954	1,120	1,329	0,09	0,000	1,120

Piscicultura	
rec. liq. (R\$)	m. de obra (pescad)
104.305,00	59

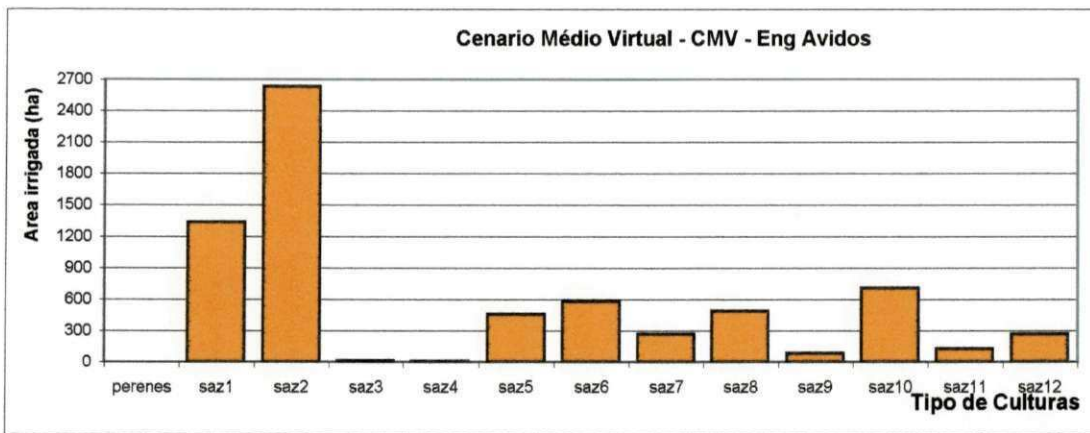


Figura 6.56 - Resultados para o cenário médio virtual

Plano Cultural				
Plantio	culturas	m. de obra (diárias)	receita liq. (mil R\$)	Amax (ha)
jan-dez	perenes	25	3,66	0,81
jan-abr	saz1	81723	4379,31	1339,72
fev-mai	saz2	160650	8594,99	2633,61
mar-jun	saz3	848	44,95	13,90
abr-jul	saz4	294	15,45	4,82
mai-ago	saz5	28024	1461,38	459,41
jun-set	saz6	35556	1848,15	582,89
jul-out	saz7	16356	848,30	268,13
ago-nov	saz8	29983	1553,95	491,52
set-dez	saz9	5384	278,97	88,26
out-jan	saz10	43142	2244,12	707,25
nov-fev	saz11	7936	416,69	130,10
dez-mar	saz12	16278	863,84	266,84
	total per		3,66	0,81
	total saz		22550,10	6986,45
	soma	426199	22.553,76	6987,26



**Quadro 6.33 - Reservatório Eng. Avidos - Cenário Médio Virtual sem irrigação (CMVsi)**

Vmax=capacidade do reservatório=255\*10<sup>6</sup>m<sup>3</sup>  
 Vmin=11% do Vmax  
 Vinicial (hm3)= 114,75  
 Vsust (hm3)= 114,75  
 Abacia hidráulica=2845 ha=28,45\*10<sup>6</sup>m<sup>2</sup>  
 a= 28450000 t= 262800 2628000

meses	Qafuentes m³/s	Prec. mm	Evap. mm	Vreserv. hm³	Vevapor. hm³	Vres - Vini hm³
julho	0,36	15,5	206,3	109,74	2,905	-5,008
agosto	0,01	3,0	231,5	103,40	3,094	-11,347
setembro	0,00	4,2	222,1	97,34	2,816	-17,407
outubro	0,01	13,5	237,1	91,39	2,846	-23,363
novembro	0,02	17,2	226,0	85,79	2,569	-28,965
dezembro	0,13	35,1	248,9	80,54	2,681	-34,206
janeiro	0,30	115,1	220,4	77,04	2,285	-37,71
fevereiro	2,27	174,1	170,4	79,82	1,821	-34,935
março	9,82	235,0	185,2	102,65	2,46	-12,097
abril	14,91	168,6	179,8	138,00	3,097	23,254
maio	7,47	55,8	184,1	152,01	3,453	37,258
junho	2,40	26,9	197,5	151,88	3,702	37,132

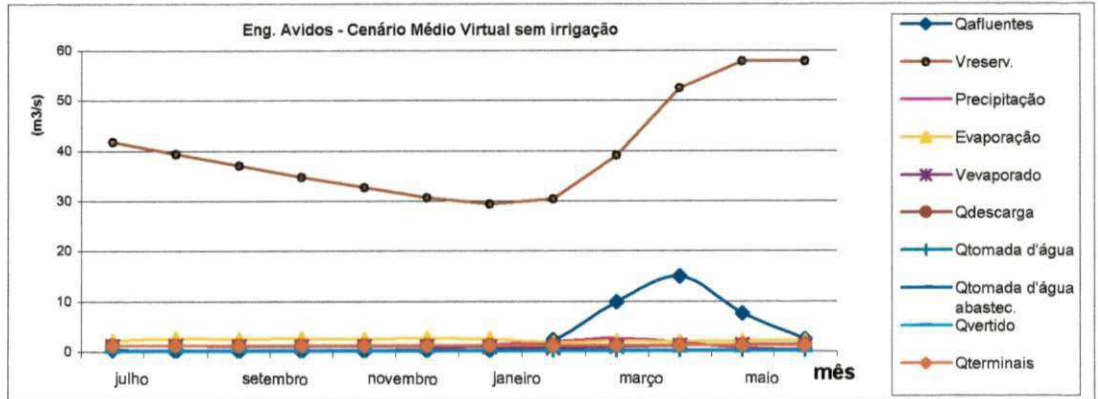


Figura 6.57 - Vazões afluente e defluente ao reservatório

meses	Qafuentes m³/s	Precipit. m³/s	Evap. m³/s	Vreserv. m³/s	Vevapor. m³/s	Qdescarga m³/s	Qt.d'água irrig.(m³/s)	Qt.d'água abast.(m³/s)	Qvertido m³/s	Qterminais m³/s
julho	0,36	0,168	2,233	41,76	1,105	1,124	0,0	0,09	0,000	1,124
agosto	0,01	0,032	2,506	39,35	1,177	1,124	0,0	0,09	0,000	1,124
setembro	0,00	0,045	2,404	37,04	1,072	1,124	0,0	0,09	0,000	1,124
outubro	0,01	0,146	2,567	34,77	1,083	1,124	0,0	0,09	0,000	1,124
novembro	0,02	0,186	2,447	32,64	0,978	1,124	0,0	0,09	0,000	1,124
dezembro	0,13	0,380	2,695	30,65	1,020	1,124	0,0	0,09	0,000	1,124
janeiro	0,30	1,246	2,386	29,32	0,869	1,124	0,0	0,09	0,000	1,124
fevereiro	2,27	1,885	1,845	30,37	0,693	1,124	0,0	0,09	0,000	1,124
março	9,82	2,544	2,005	39,06	0,936	1,124	0,0	0,09	0,000	1,124
abril	14,91	1,825	1,946	52,51	1,178	1,124	0,0	0,09	0,000	1,124
maio	7,47	0,604	1,993	57,84	1,314	1,124	0,0	0,09	0,000	1,124
junho	2,40	0,291	2,138	57,79	1,409	1,124	0,0	0,09	0,000	1,124
<b>total</b>	<b>37,70</b>	<b>9,35</b>	<b>27,165</b>	<b>483,11</b>	<b>12,83</b>	<b>13,49</b>	<b>0,00</b>	<b>1,08</b>	<b>0,00</b>	<b>13,49</b>
média	3,14	0,779	2,264	40,2589	1,070	1,124	0,0	0,09	0,000	1,124

Piscicultura	
rec. liq.	m. de obra
(R\$)	(pesca)
146.210,73	83

**Quadro 6.34 - Reservatório de Eng. Avidos - Cenário Médio Virtual 1 (CMV1)**

Vmax=capacidade do reservatório=255\*10<sup>6</sup>m<sup>3</sup>  
 Vmin=11% do Vmax  
 Abacia hidráulica=2845 ha=28,45\*10<sup>6</sup>m<sup>2</sup>  
 a= 28450000 t= 26280 2628000

Vinicial+ 20%  
 Sustentabilidade= 80%  
 Vinicial (hm3)= 137,70  
 Vsust (hm3)= 110,16

meses	Qafluentes m <sup>3</sup> /s	Prec. mm	Evap. mm	Vreserv. hm <sup>3</sup>	Vevapor. hm <sup>3</sup>	Vres - Vsust hm <sup>3</sup>
outubro	0,01	13,5	237,1	125,35	3,753	15,19
novembro	0,02	17,2	226,0	113,41	3,275	3,25
dezembro	0,13	35,1	248,9	101,23	3,265	-8,93
janeiro	0,30	115,1	220,4	95,78	2,756	-14,38
fevereiro	2,27	174,1	170,4	97,13	2,157	-13,03
março	9,82	235,0	185,2	119,12	2,803	8,96
abril	14,91	168,6	179,8	149,03	3,314	38,87
maio	7,47	55,8	184,1	149,61	3,405	39,45
junho	2,40	26,9	197,5	137,40	3,389	27,24
julho	0,36	15,5	206,3	128,40	3,335	18,24
agosto	0,01	3,0	231,5	119,33	3,509	9,17
setembro	0,02	4,2	222,1	110,22	3,139	0,06

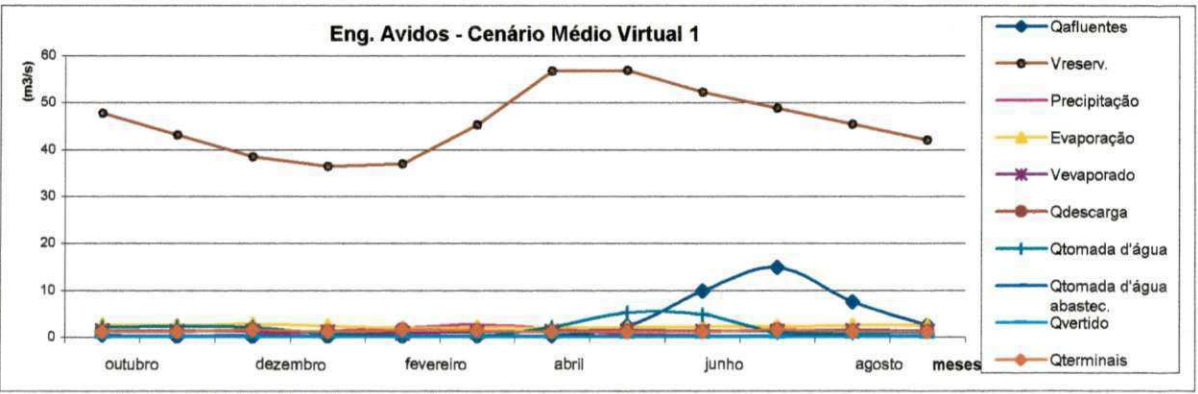


Figura 6.58 - Vazões afluentes e defluentes ao reservatório

meses	Qafluentes m <sup>3</sup> /s	Precipit. m <sup>3</sup> /s	Evap. m <sup>3</sup> /s	Vreserv. m <sup>3</sup> /s	Vevapor. m <sup>3</sup> /s	Qdescarga m <sup>3</sup> /s	Qt.d'água irrig.(m <sup>3</sup> /s)	Qt.d'água abast.(m <sup>3</sup> /s)	Qvertido m <sup>3</sup> /s	Qterminais m <sup>3</sup> /s
outubro	0,36	0,146	2,57	47,70	1,428	1,151	2,052	0,09	0,000	1,151
novembro	0,01	0,186	2,45	43,16	1,246	1,107	2,152	0,09	0,000	1,107
dezembro	0,00	0,380	2,69	38,52	1,242	1,567	1,979	0,09	0,000	1,567
janeiro	0,01	1,246	2,39	36,45	1,049	1,113	0,664	0,09	0,000	1,113
fevereiro	0,02	1,885	1,84	36,96	0,821	1,466	0,211	0,09	0,000	1,466
março	0,13	2,544	2,00	45,33	1,067	1,361	0,130	0,09	0,000	1,361
abril	0,30	1,825	1,95	56,71	1,261	1,129	2,087	0,09	0,000	1,129
maio	2,27	0,604	1,99	56,93	1,296	1,100	5,141	0,09	0,000	1,100
junho	9,82	0,291	2,14	52,28	1,290	1,100	4,707	0,09	0,000	1,100
julho	14,91	0,168	2,23	48,86	1,269	1,541	0,937	0,09	0,000	1,541
agosto	7,47	0,032	2,51	45,41	1,335	1,159	0,834	0,09	0,000	1,159
setembro	2,40	0,045	2,40	41,94	1,194	1,115	1,034	0,09	0,000	1,115
<b>total</b>	<b>37,70</b>	<b>9,35</b>	<b>27,16</b>	<b>550,23</b>	<b>14,50</b>	<b>14,91</b>	<b>21,93</b>	<b>1,08</b>	<b>0,00</b>	<b>14,91</b>
média	3,14	0,779	2,26	45,8525	1,208	1,242	1,827	0,09	0,000	1,242

Área irrigada total = 9246,94 ha  
 Receita Líquida Total = R\$ 29.856.050,00

Piscicultura	
rec. liq. (R\$)	m. de obra (pescad)
176.295,53	100

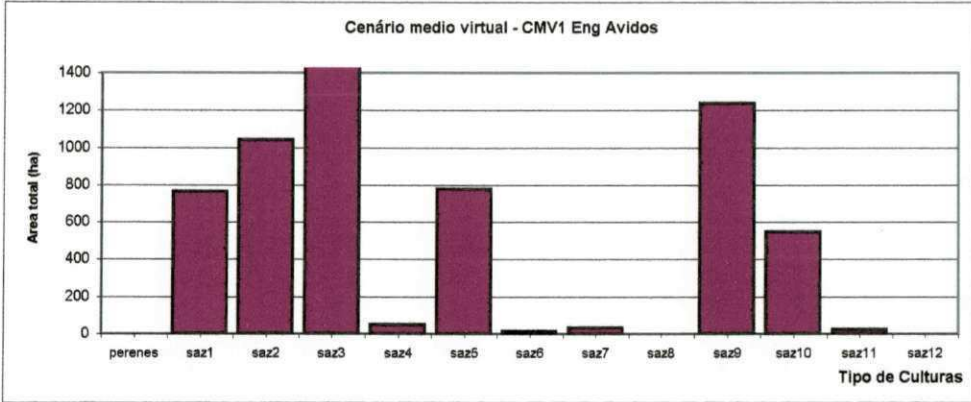


Figura 6.59 - Resultados para o cenário médio virtual 1

Plano Cultural				
Plantio	culturas	m. de obra (diárias)	receita liq. (mil R\$)	Amax (ha)
jan-dez	perenes	0	0,00	0,00
jan-abr	saz1	46766	2506,04	766,65
fev-mai	saz2	63534	3399,17	1041,55
mar-jun	saz3	289621	15352,79	4747,89
abr-jul	saz4	3145	165,43	51,56
mai-ago	saz5	47613	2482,89	780,54
jun-set	saz6	820	42,61	13,44
jul-out	saz7	2093	108,57	34,32
ago-nov	saz8	82	4,24	1,34
set-dez	saz9	75485	3911,28	1237,47
out-jan	saz10	33478	1741,43	548,82
nov-fev	saz11	1425	74,81	23,36
dez-mar	saz12	1259	66,79	20,63
<b>total per</b>			<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
<b>total saz</b>			<b>29.856,05</b>	<b>9246,94</b>
<b>soma</b>		<b>565.321</b>	<b>29.856,05</b>	<b>9246,94</b>



**Quadro 6.35 - Reservatório de Eng. Avidos - Cenário Médio Virtual 2 (CMV2)**

Vmax=capacidade do reservatório=255\*10<sup>6</sup>m<sup>3</sup>  
 Vmin=11% do Vmax  
 Abacia hidráulica=2845 ha=28,45\*10<sup>6</sup>m<sup>2</sup>  
 a= 28450000  
 t= 26280i 2628000

meses	Qafluentes m <sup>3</sup> /s	Prec. mm	Evap. mm	Vreserv. hm <sup>3</sup>	Vevapor. hm <sup>3</sup>	Vres - Vsust hm <sup>3</sup>
março	9,82	235,0	185,2	159,81	3,629	104,73
abril	14,91	168,6	179,8	192,83	4,146	137,75
maio	7,47	55,8	184,1	198,07	4,344	142,99
junho	2,40	26,9	197,5	184,95	4,394	129,87
julho	0,36	15,5	206,3	162,95	4,112	107,87
agosto	0,01	3,0	231,5	139,71	4,031	84,63
setembro	0,00	4,2	222,1	120,18	3,387	65,10
outubro	0,01	13,5	237,1	102,50	3,145	47,42
novembro	0,02	17,2	226,0	85,68	2,566	30,60
dezembro	0,13	35,1	248,9	66,45	2,280	11,37
janeiro	0,30	115,1	220,4	54,48	1,717	-0,60
fevereiro	2,27	174,1	170,4	55,41	1,345	0,33

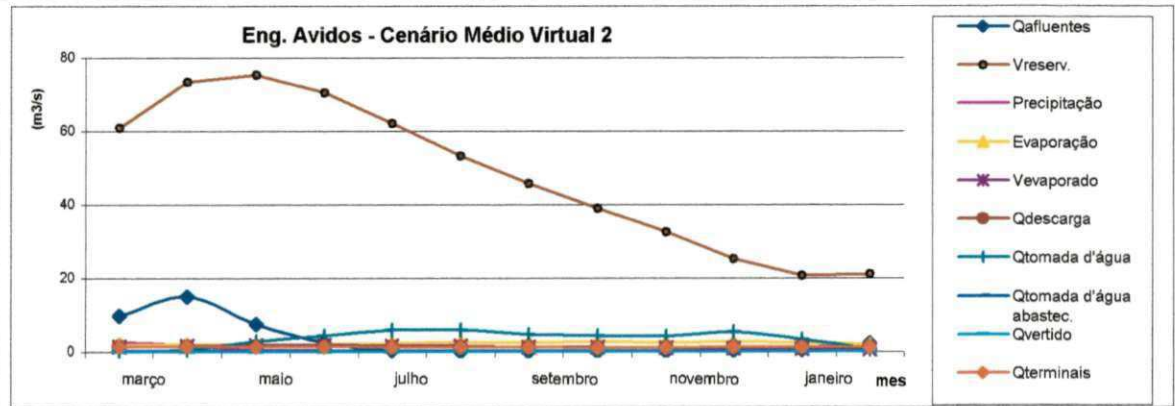


Figura 6.60 - Vazões afluente e defluente ao reservatório

meses	Qafluentes m <sup>3</sup> /s	Precipit. m <sup>3</sup> /s	Evap. m <sup>3</sup> /s	Vreserv. m <sup>3</sup> /s	Vevapor. m <sup>3</sup> /s	Qdescarga m <sup>3</sup> /s	Qt.d'água irrig.(m <sup>3</sup> /s)	Qt.d'água abast.(m <sup>3</sup> /s)	Qvertido m <sup>3</sup> /s	Qterminais m <sup>3</sup> /s
março	9,82	2,544	2,00	60,81	1,38	1,426	0,10	0,09	0,000	1,426
abril	14,91	1,825	1,95	73,38	1,58	1,431	0,57	0,09	0,000	1,431
maio	7,47	0,604	1,99	75,37	1,65	1,461	2,76	0,09	0,000	1,461
junho	2,40	0,291	2,14	70,37	1,67	1,423	4,40	0,09	0,000	1,423
julho	0,36	0,168	2,23	62,01	1,56	1,205	5,91	0,09	0,000	1,205
agosto	0,01	0,032	2,51	53,16	1,53	1,160	5,97	0,09	0,000	1,160
setembro	0,00	0,045	2,40	45,73	1,29	1,216	4,77	0,09	0,000	1,216
outubro	0,01	0,146	2,57	39,00	1,20	1,100	4,32	0,09	0,000	1,100
novembro	0,02	0,186	2,45	32,60	0,98	1,100	4,25	0,09	0,000	1,100
dezembro	0,13	0,380	2,69	25,29	0,87	1,154	5,37	0,09	0,000	1,154
janeiro	0,30	1,246	2,39	20,73	0,65	1,146	3,31	0,09	0,000	1,146
fevereiro	2,27	1,885	1,84	21,08	0,51	1,146	0,69	0,09	0,000	1,146
total	37,70	9,353	27,16	579,54	14,88	14,97	42,41	1,08	0,000	14,968
média	3,14	0,779	2,26	48,2946	1,240	1,247	3,53	0,09	0,000	1,247

Área irrigada total = 12523,93 ha  
 Receita Líquida Total = R\$ 41.243.250,00

Piscicultura	
rec. liq. (R\$)	m. de obra (pescad)
109.814,95	62

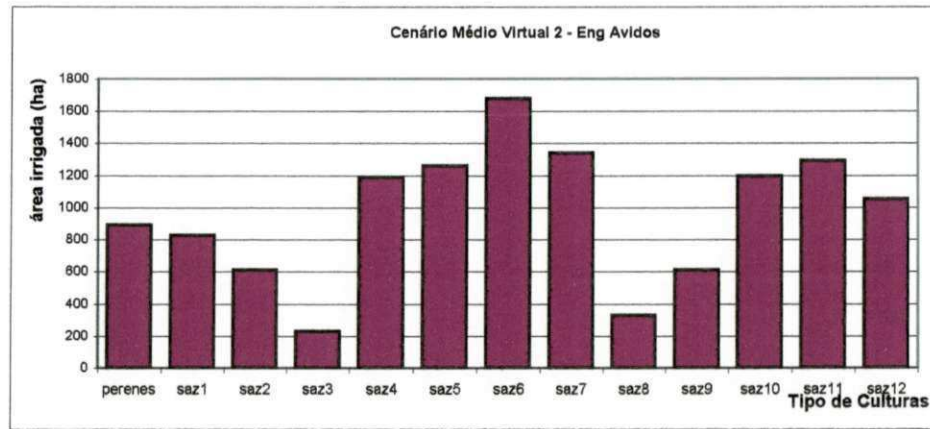


Figura 6.61 - Resultados para o cenário médio virtual 2

Plano Cultural				
Plantio	culturas	m. de obra (diárias)	receita liq. (mil R\$)	Amax (ha)
jan-dez	perenes	27156	4050,19	890,37
jan-abr	saz1	50496	2705,91	827,80
fev-mai	saz2	37410	2001,50	613,29
mar-jun	saz3	14009	742,61	229,65
abr-jul	saz4	72514	3814,24	1188,76
mai-ago	saz5	76951	4012,76	1261,49
jun-set	saz6	102546	5330,14	1681,08
jul-out	saz7	81781	4241,54	1340,67
ago-nov	saz8	20201	1046,97	331,16
set-dez	saz9	37416	1938,72	613,38
out-jan	saz10	73096	3802,20	1198,29
nov-fev	saz11	78953	4145,47	1294,32
dez-mar	saz12	64274	3411,00	1053,67
	total per		4050,19	890,37
	total saz		37193,06	11633,56
	soma	736.803	41.243,25	12523,93



**Quadro 6.36 - Reservatório de Eng. Avidos - Cenário Médio Virtual 3 (CMV3)**

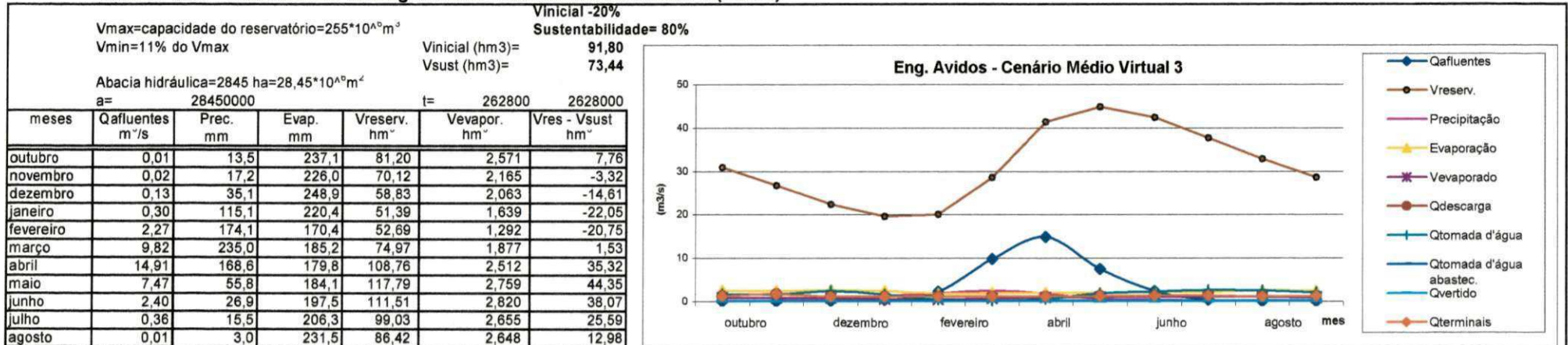


Figura 6.62 - Vazões afluentes e defluentes ao reservatório

meses	Qafluentes m³/s	Precipit. m³/s	Evap. m³/s	Vreserv. m³/s	Vevapor. m³/s	Qdescarga m³/s	Qt.d'água irrig.(m³/s)	Qt.d'água abast.(m³/s)	Qvertido m³/s	Qterminais m³/s
outubro	0,01	0,146	2,57	30,90	0,978	1,244	1,726	0,09	0,000	1,244
novembro	0,02	0,186	2,45	26,68	0,824	1,678	1,652	0,09	0,000	1,678
dezembro	0,13	0,380	2,69	22,39	0,785	1,161	2,444	0,09	0,000	1,161
janeiro	0,30	1,246	2,39	19,56	0,624	1,100	1,644	0,09	0,000	1,100
fevereiro	2,27	1,885	1,84	20,05	0,492	1,209	0,481	0,09	0,000	1,209
março	9,82	2,544	2,00	28,53	0,714	1,176	0,105	0,09	0,000	1,176
abril	14,91	1,825	1,95	41,38	0,956	1,166	0,576	0,09	0,000	1,166
maio	7,47	0,604	1,99	44,82	1,050	1,322	1,879	0,09	0,000	1,322
junho	2,40	0,291	2,14	42,43	1,073	1,439	2,310	0,09	0,000	1,439
julho	0,36	0,168	2,23	37,68	1,010	1,384	2,650	0,09	0,000	1,384
agosto	0,01	0,032	2,51	32,88	1,008	1,100	2,551	0,09	0,000	1,100
setembro	0,00	0,045	2,40	28,56	0,857	1,264	2,066	0,09	0,000	1,264
<b>total</b>	<b>37,70</b>	<b>9,35</b>	<b>27,16</b>	<b>375,86</b>	<b>10,37</b>	<b>15,24</b>	<b>20,08</b>	<b>1,08</b>	<b>0,00</b>	<b>15,24</b>
média	3,14	0,78	2,26	31,32	0,864	1,270	1,674	0,09	0,000	1,270

Área irrigada total = 6869,05 ha  
Receita Líquida Total = R\$ 22.491.100,00

Piscicultura	
rec. liq. (R\$)	m. de obra (pescad)
104.830,56	59

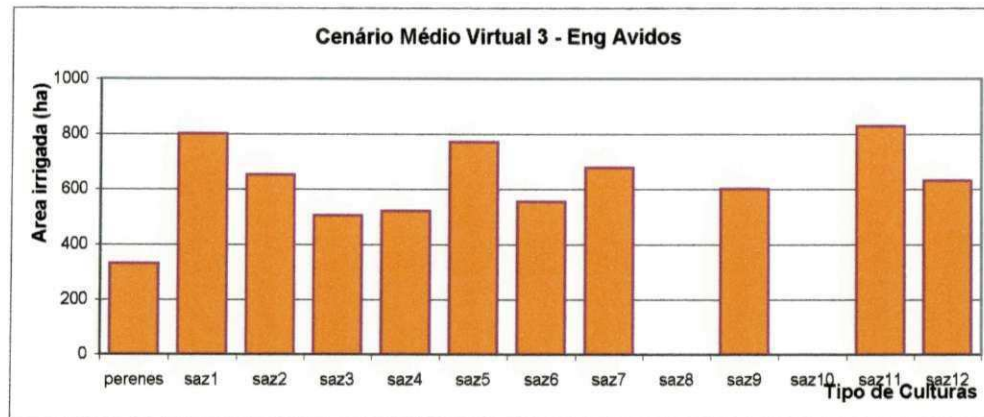


Figura 6.63 - Resultados para o cenário médio virtual 3

Plano Cultural				
Plantio	culturas	m. de obra (diárias)	receita liq. (mil R\$)	Amax (ha)
jan-dez	perenes	10073	1502,26	330,25
jan-abr	saz1	48842	2617,28	800,68
fev-mai	saz2	39788	2128,72	652,27
mar-jun	saz3	30670	1625,83	502,79
abr-jul	saz4	31750	1670,04	520,49
mai-ago	saz5	46926	2447,07	769,28
jun-set	saz6	33849	1759,41	554,90
jul-out	saz7	41375	2145,89	678,27
ago-nov	saz8	43	2,24	0,71
set-dez	saz9	36612	1897,04	600,19
out-jan	saz10	0	0,00	0,00
nov-fev	saz11	50548	2654,04	828,66
dez-mar	saz12	38464	2041,28	630,56
<b>total per</b>			<b>1502,26</b>	<b>330,25</b>
<b>total saz</b>			<b>20988,84</b>	<b>6538,80</b>
<b>soma</b>		<b>408.940</b>	<b>22.491,10</b>	<b>6869,05</b>



**Quadro 6.37 - Reservatório de Eng. Avidos - Cenário Médio Virtual 4 (CMV4)**

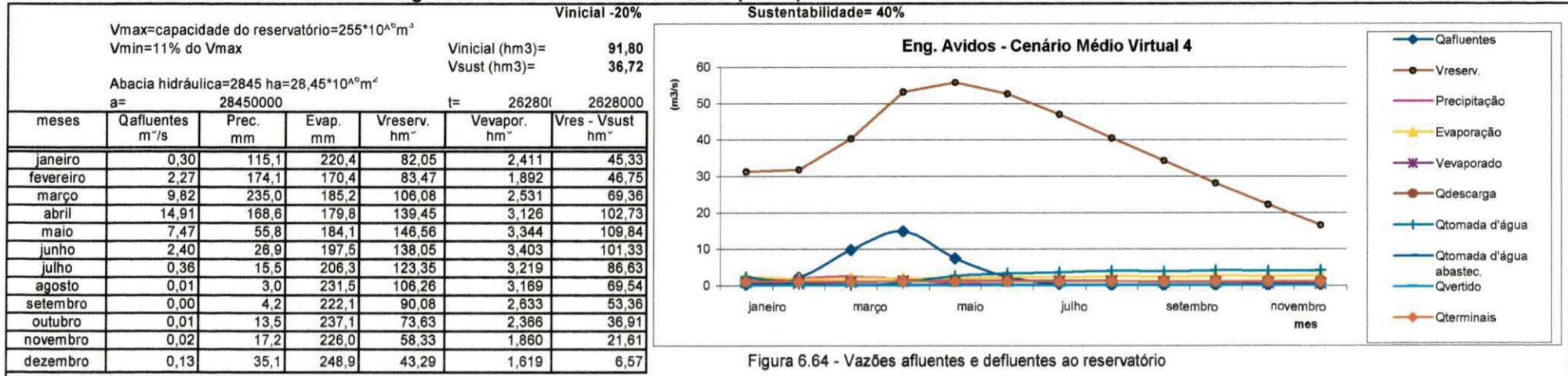


Figura 6.64 - Vazões afluentes e defluentes ao reservatório

meses	Qafluentes m³/s	Precipit. m³/s	Evap. m³/s	Vreserv. m³/s	Vevapor. m³/s	Qdescarga m³/s	Qt.d'água irrig.(m³/s)	Qt.d'água abast.(m³/s)	Qvertido m³/s	Qterminais m³/s
janeiro	0,30	1,246	2,39	31,22	0,92	1,112	2,37	0,09	0,000	1,112
fevereiro	2,27	1,885	1,84	31,76	0,72	1,108	0,54	0,09	0,000	1,108
março	9,82	2,544	2,00	40,36	0,96	1,108	0,11	0,09	0,000	1,108
abril	14,91	1,825	1,95	53,06	1,19	1,108	0,78	0,09	0,000	1,108
maio	7,47	0,604	1,99	55,77	1,27	1,108	2,67	0,09	0,000	1,108
junho	2,40	0,291	2,14	52,53	1,29	1,113	3,28	0,09	0,000	1,113
julho	0,36	0,168	2,23	46,93	1,22	1,117	3,57	0,09	0,000	1,117
agosto	0,01	0,032	2,51	40,44	1,21	1,108	4,03	0,09	0,000	1,108
setembro	0,00	0,045	2,40	34,28	1,00	1,108	3,89	0,09	0,000	1,108
outubro	0,01	0,146	2,57	28,02	0,90	1,113	4,14	0,09	0,000	1,113
novembro	0,02	0,186	2,45	22,20	0,71	1,100	3,93	0,09	0,000	1,100
dezembro	0,13	0,380	2,69	16,47	0,62	1,100	4,06	0,09	0,000	1,100
<b>total</b>	<b>37,70</b>	<b>9,35</b>	<b>27,16</b>	<b>453,05</b>	<b>12,01</b>	<b>13,30</b>	<b>33,36</b>	<b>1,08</b>	<b>0,00</b>	<b>13,30</b>
média	3,14	0,779	2,26	37,75	1,00	1,109	2,78	0,09	0,000	1,109

Área irrigada total = 10199,91 ha  
 Receita Líquida Total = R\$ 33.709.550,00

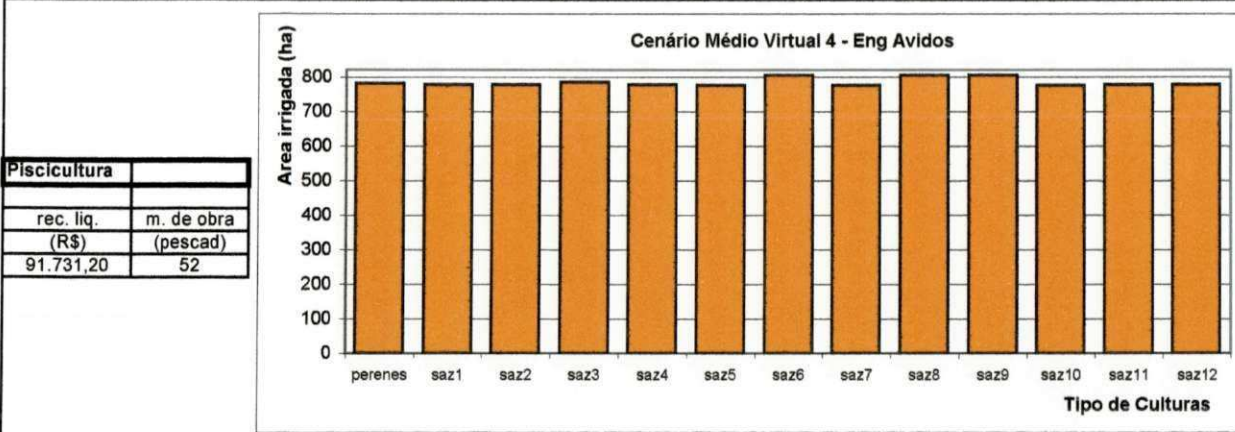


Figura 6.65 - Resultados para o cenário médio virtual 4

**Plano Cultural**

Plantio	culturas	m. de obra (diárias)	receita liq. (mil R\$)	Amaz (ha)
jan-dez	perenes	23802	3549,95	780,40
jan-abr	saz1	47469	2543,74	778,18
fev-mai	saz2	47469	2539,66	778,18
mar-jun	saz3	47873	2537,75	784,80
abr-jul	saz4	47469	2496,87	778,18
mai-ago	saz5	47363	2469,84	776,44
jun-set	saz6	49137	2554,08	805,53
jul-out	saz7	47363	2456,48	776,44
ago-nov	saz8	49141	2546,85	805,59
set-dez	saz9	49141	2546,26	805,59
out-jan	saz10	47363	2463,67	776,44
nov-fev	saz11	47401	2488,83	777,07
dez-mar	saz12	47401	2515,57	777,07
<b>total per</b>			<b>3549,95</b>	<b>780,40</b>
<b>total saz</b>			<b>30159,60</b>	<b>9419,51</b>
<b>soma</b>		<b>598.392</b>	<b>33.709,55</b>	<b>10199,91</b>



**Quadro 6.38 - Reservatório de Eng. Avidos - Cenário Médio Virtual (CMV - 10%Qa)**

Vazão afluente -10%  
Sustentabilidade= 100%

Vmax=capacidade do reservatório=255\*10<sup>6</sup>m<sup>3</sup>  
Vmin=11% do Vmax

Vinicial (hm3)= 114,75  
Vsust (hm3)= 114,75

Abacia hidráulica=2845 ha=28,45\*10<sup>6</sup>m<sup>2</sup>  
a= 2845000

T= ZbZ8U0 ZbZ8U0U

meses	Qafluentes m <sup>3</sup> /s	Prec. mm	Evap. mm	Vreserv. hm <sup>3</sup>	Vevapor. hm <sup>3</sup>	Vres - Vsust hm <sup>3</sup>
julho	0,32	15,5	206,3	108,60	2,878	-6,15
agosto	0,01	3,0	231,5	100,39	3,015	-14,36
setembro	0,00	4,2	222,1	89,89	2,628	-24,86
outubro	0,01	13,5	237,1	81,29	2,574	-33,46
novembro	0,02	17,2	226,0	72,76	2,233	-41,99
dezembro	0,12	35,1	248,9	64,44	2,222	-50,32
janeiro	0,27	115,1	220,4	57,89	1,803	-56,86
fevereiro	2,04	174,1	170,4	58,45	1,405	-56,30
março	8,84	235,0	185,2	77,63	1,933	-37,12
abril	13,42	168,6	179,8	107,50	2,487	-7,25
maio	6,72	55,8	184,1	117,14	2,745	2,39
junho	2,16	26,9	197,5	114,80	2,893	0,05

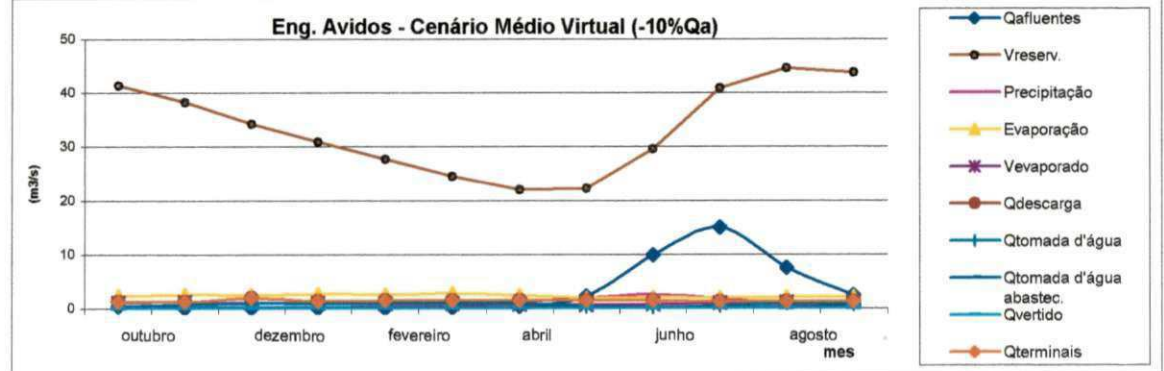


Figura 6.66 - Vazões afluente e defluente ao reservatório

meses	Qafluentes m <sup>3</sup> /s	Precipit. m <sup>3</sup> /s	Evap. m <sup>3</sup> /s	Vreserv. m <sup>3</sup> /s	Vevapor. m <sup>3</sup> /s	Qdescarga m <sup>3</sup> /s	Qt.d'água irrig.(m <sup>3</sup> /s)	Qt.d'água abast.(m <sup>3</sup> /s)	Qvertido m <sup>3</sup> /s	Qterminais m <sup>3</sup> /s
julho	0,36	0,168	2,23	41,33	1,095	1,129	0,395	0,09	0,000	1,129
agosto	0,01	0,032	2,51	38,20	1,147	1,129	0,729	0,09	0,000	1,129
setembro	0,00	0,045	2,40	34,20	1,000	1,950	0,917	0,09	0,000	1,950
outubro	0,01	0,146	2,57	30,93	0,979	1,333	0,884	0,09	0,000	1,333
novembro	0,02	0,186	2,45	27,69	0,850	1,426	0,921	0,09	0,000	1,426
dezembro	0,13	0,380	2,69	24,52	0,846	1,426	1,000	0,09	0,000	1,426
janeiro	0,30	1,246	2,39	22,03	0,686	1,426	0,918	0,09	0,000	1,426
fevereiro	2,27	1,885	1,84	22,24	0,535	1,423	0,322	0,09	0,000	1,423
março	9,82	2,544	2,00	29,54	0,736	1,423	0,086	0,09	0,000	1,423
abril	14,91	1,825	1,95	40,91	0,946	1,244	0,498	0,09	0,000	1,244
maio	7,47	0,604	1,99	44,57	1,045	1,244	1,000	0,09	0,000	1,244
junho	2,40	0,291	2,14	43,68	1,101	1,244	0,750	0,09	0,000	1,244
total	37,70	9,35	27,16	399,84	10,96	16,40	8,42	1,08	0,00	16,40
média	3,14	0,779	2,26	33,3200	0,914	1,366	0,702	0,09	0,000	1,366

Área irrigada total = 3628,29 ha  
Receita Líquida Total = R\$ 11.722.150,00

Piscicultura	
rec. liq. (R\$)	m. de obra (pescad)
115322,87	65

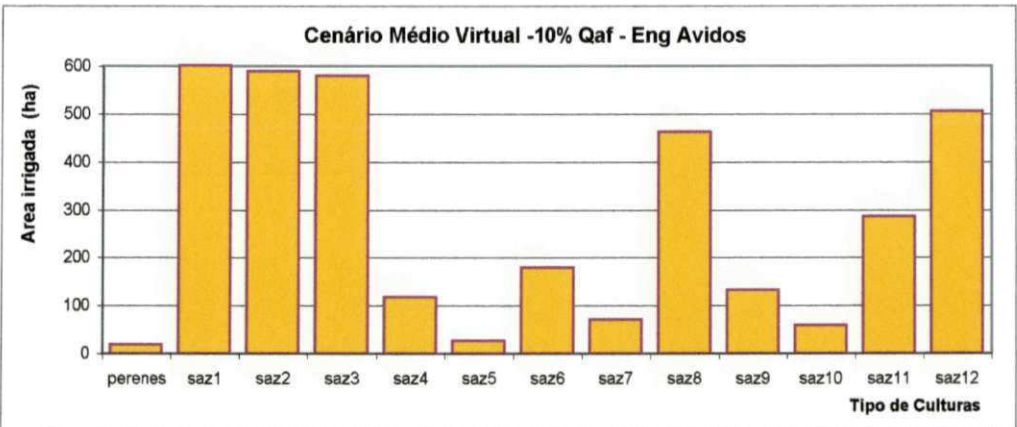


Figura 6.67 - Resultados para o cenário médio virtual (-10% Qafluentes)

Plano Cultural				
Plantio	culturas	m. de obra (diárias)	receita liq. (mil R\$)	Amax (ha)
jan-dez	perenes	580	86,52	19,02
jan-abr	saz1	36673	1965,20	601,20
fev-mai	saz2	35917	1921,58	588,80
mar-jun	saz3	35367	1874,79	579,78
abr-jul	saz4	7169	377,09	117,53
mai-ago	saz5	1620	84,50	26,57
jun-set	saz6	10933	568,29	179,23
jul-out	saz7	4302	223,13	70,53
ago-nov	saz8	28185	1460,78	462,05
set-dez	saz9	8106	420,01	132,88
out-jan	saz10	3613	187,96	59,24
nov-fev	saz11	17435	915,44	285,82
dez-mar	saz12	17435	1636,86	505,64
	total per		86,52	19,02
	total saz		11635,63	3609,27
	soma	207335	11.722,15	3628,29



**Quadro 6.39 - Reservatório Eng. Avidos - Cenário Médio Virtual (CMV - 20% Qa)**

Vmax=capacidade do reservatório=255\*10<sup>6</sup>m<sup>3</sup> (-20% Qafuente)  
 Vmin=11% do Vmax Vinicial (hm3) 114,75  
 Abacia hidráulica=2845 ha=28,45\*10<sup>6</sup>m<sup>2</sup> Vsust (hm3) 114,75  
 a= 28450000 t= 2628 2628000

meses	Qafuentes m <sup>3</sup> /s	Prec. mm	Evap. mm	Vreserv. hm <sup>3</sup>	Vevapor. hm <sup>3</sup>	Vres - Vini hm <sup>3</sup>
julho	0,29	15,5	206,3	107,588	2,855	-7,16
agosto	0,00	3,0	231,5	98,749	2,972	-16,00
setembro	0,00	4,2	222,1	90,588	2,646	-24,16
outubro	0,00	13,5	237,1	82,918	2,618	-31,83
novembro	0,01	17,2	226,0	75,834	2,312	-38,92
dezembro	0,10	35,1	248,9	68,773	2,346	-45,98
janeiro	0,24	115,1	220,4	63,445	1,943	-51,31
fevereiro	1,82	174,1	170,4	64,512	1,523	-50,24
março	7,86	235,0	185,2	82,146	2,028	-32,60
abril	11,93	168,6	179,8	109,209	2,521	-5,54
maio	5,98	55,8	184,1	117,762	2,758	3,01
junho	1,92	26,9	197,5	114,817	2,894	0,07

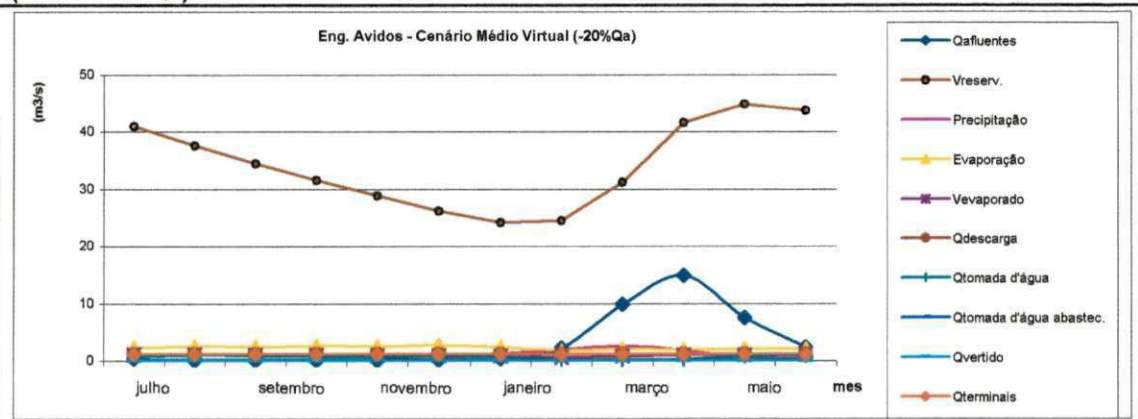


Figura 6.68 - Vazões afluentes e defluentes ao reservatório

meses	Qafuentes m <sup>3</sup> /s	Precipit. m <sup>3</sup> /s	Evap. m <sup>3</sup> /s	Vreserv. m <sup>3</sup> /s	Vevapor. m <sup>3</sup> /s	Qdescarga m <sup>3</sup> /s	Qt.d'água irrig.(m <sup>3</sup> /s)	Qt.d'água abast.(m <sup>3</sup> /s)	Qvertido m <sup>3</sup> /s	Qterminais m <sup>3</sup> /s
julho	0,36	0,168	2,233	40,94	1,086	1,100	0,785	0,09	0,000	1,100
agosto	0,01	0,032	2,506	37,58	1,131	1,101	0,999	0,09	0,000	1,101
setembro	0,00	0,045	2,404	34,47	1,007	1,102	0,877	0,09	0,000	1,102
outubro	0,01	0,146	2,567	31,55	0,996	1,103	0,739	0,09	0,000	1,103
novembro	0,02	0,186	2,447	28,86	0,880	1,104	0,860	0,09	0,000	1,104
dezembro	0,13	0,380	2,695	26,17	0,893	1,105	0,785	0,09	0,000	1,105
janeiro	0,30	1,246	2,386	24,14	0,739	1,100	0,722	0,09	0,000	1,100
fevereiro	2,27	1,885	1,845	24,55	0,580	1,100	0,231	0,09	0,000	1,100
março	9,82	2,544	2,005	31,26	0,772	1,100	0,038	0,09	0,000	1,100
abril	14,91	1,825	1,946	41,56	0,959	1,100	0,252	0,09	0,000	1,100
maio	7,47	0,604	1,993	44,81	1,049	1,100	0,796	0,09	0,000	1,100
junho	2,40	0,291	2,138	43,69	1,101	1,100	0,880	0,09	0,000	1,100
total	37,70	9,35	27,165	409,57	11,19	13,22	7,76	1,08	0,00	13,22
média	3,14	0,779	2,264	34,1305	0,933	1,101	0,647	0,09	0,000	1,101

Área irrigada total = 2915,15 ha  
 Receita Líquida Total = R\$ 9.378.760,00

Piscicultura	
rec. liq. (R\$)	m. de obra (pesca)
124295,13	71

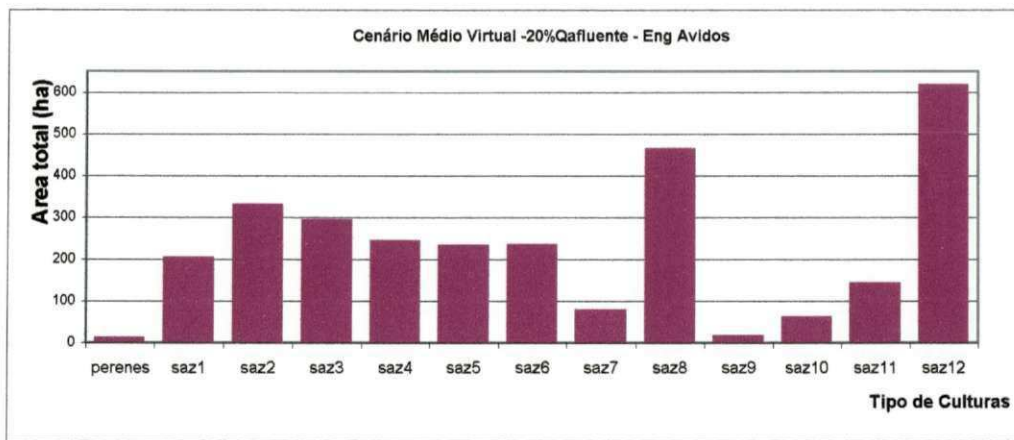


Figura 6.69 - Resultados para o cenário médio virtual (-20% Qafuente)

Plano Cultural				
Plantio	culturas	m. de obra (diárias)	receita liq. (mil R\$)	Amax (ha)
jan-dez	perenes	320	47,74	10,49
jan-abr	saz1	12379	663,38	202,94
fev-mai	saz2	20079	1074,24	329,16
mar-jun	saz3	17895	948,64	293,37
abr-jul	saz4	14812	779,09	242,81
mai-ago	saz5	14084	734,44	230,88
jun-set	saz6	14215	738,86	233,03
jul-out	saz7	4698	243,68	77,02
ago-nov	saz8	28242	1463,72	462,98
set-dez	saz9	961	49,78	15,75
out-jan	saz10	3677	191,26	60,28
nov-fev	saz11	8570	449,95	140,49
dez-mar	saz12	37573	1993,98	615,95
total per			47,74	10,49
total saz			9331,02	2904,66
soma		177505	9.378,76	2915,15



**Quadro 6.40 - Reservatório de Eng. Avidos - Cenário Médio Virtual (CMV - 30% Qa)**

Vmax=capacidade do reservatório=255*10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> (-30% Qafuente)		Vminicial (hm3)= 114,75				
Vmin=11% do Vmax		Vsust (hm3)= 114,75				
Abacia hidráulica=2845 ha=28,45*10 <sup>6</sup> m <sup>2</sup>		t= 262800 2628000				
a= 28450000						
meses	Qafuentes m <sup>3</sup> /s	Prec. mm	Evap. mm	Vreserv. hm <sup>3</sup>	Vevapor. hm <sup>3</sup>	Vres - Vsust hm <sup>3</sup>
julho	0,25	15,5	206,3	108,44	2,875	-6,31
agosto	0,00	3,0	231,5	101,37	3,041	-13,38
setembro	0,00	4,2	222,1	94,94	2,756	-19,81
outubro	0,00	13,5	237,1	88,67	2,773	-26,08
novembro	0,01	17,2	226,0	82,84	2,493	-31,91
dezembro	0,09	35,1	248,9	77,16	2,583	-37,59
janeiro	0,21	115,1	220,4	72,12	2,176	-42,63
fevereiro	1,59	174,1	170,4	73,37	1,696	-41,38
março	6,87	235,0	185,2	88,26	2,157	-26,49
abril	10,44	168,6	179,8	111,30	2,563	-3,45
maio	5,23	55,8	184,1	118,36	2,770	3,61
junho	1,68	26,9	197,5	114,75	2,892	0,00

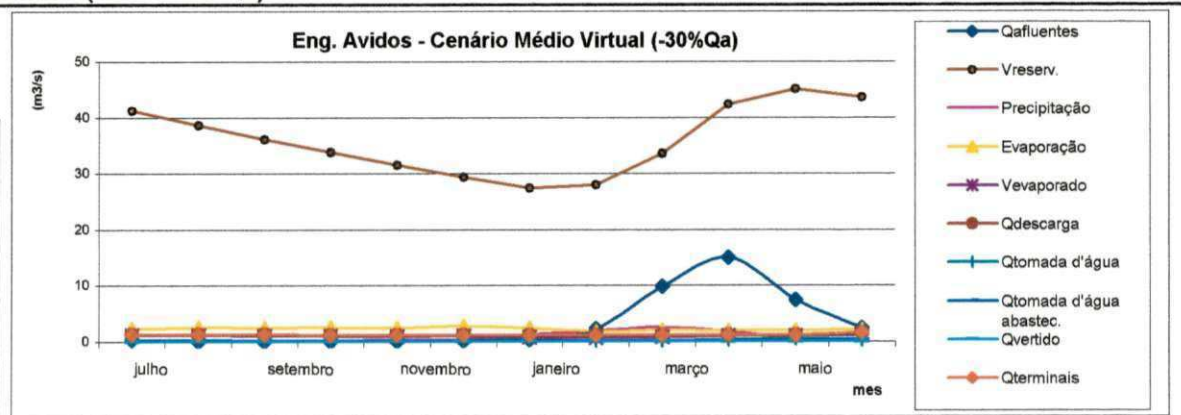


Figura 6.70 - Vazões afluentes e defluentes ao reservatório

meses	Qafuentes m <sup>3</sup> /s	Precipit. m <sup>3</sup> /s	Evap. m <sup>3</sup> /s	Vreserv. m <sup>3</sup> /s	Vevapor. m <sup>3</sup> /s	Qdescarga m <sup>3</sup> /s	Qt.d'água irrig.(m <sup>3</sup> /s)	Qt.d'água abast.(m <sup>3</sup> /s)	Qvertido m <sup>3</sup> /s	Qterminais m <sup>3</sup> /s
julho	0,36	0,168	2,23	41,26	1,094	1,266	0,249	0,09	0,000	1,266
agosto	0,01	0,032	2,51	38,57	1,157	1,235	0,176	0,09	0,000	1,235
setembro	0,00	0,045	2,40	36,13	1,049	1,212	0,073	0,09	0,000	1,212
outubro	0,01	0,146	2,57	33,74	1,055	1,182	0,078	0,09	0,000	1,182
novembro	0,02	0,186	2,45	31,52	0,949	1,148	0,080	0,09	0,000	1,148
dezembro	0,13	0,380	2,69	29,36	0,983	1,120	0,177	0,09	0,000	1,120
janeiro	0,30	1,246	2,39	27,44	0,828	1,108	0,303	0,09	0,000	1,108
fevereiro	2,27	1,885	1,84	27,92	0,645	1,103	0,143	0,09	0,000	1,103
março	9,82	2,544	2,00	33,58	0,821	1,167	0,060	0,09	0,000	1,167
abril	14,91	1,825	1,95	42,35	0,975	1,125	0,286	0,09	0,000	1,125
maio	7,47	0,604	1,99	45,04	1,054	1,100	0,609	0,09	0,000	1,100
junho	2,40	0,291	2,14	43,66	1,100	1,597	0,396	0,09	0,000	1,597
total	37,70	9,35	27,16	430,59	11,71	14,36	2,63	1,08	0,00	14,36
média	3,14	0,779	2,26374889	35,8822	0,976	1,197	0,219	0,09	0,000	1,197

Piscicultura	
rec. liq. (R\$)	m. de obra (pescad)
139184,38	79

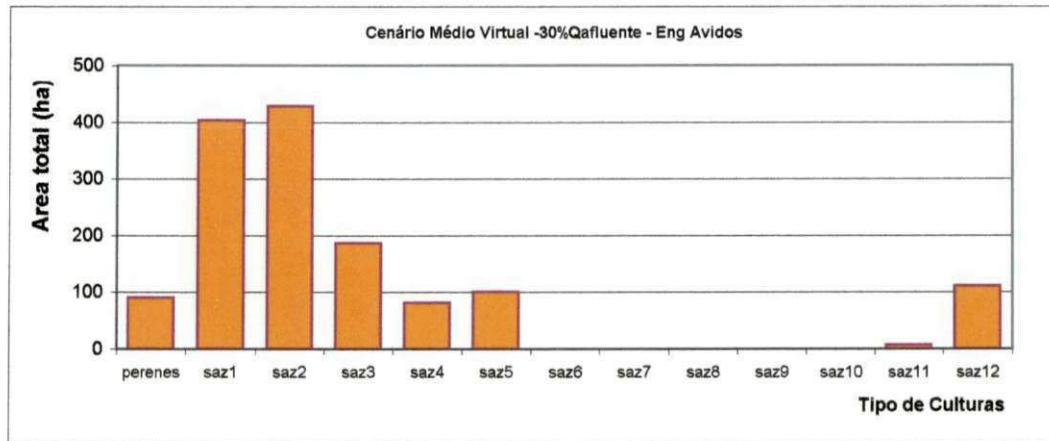


Figura 6.71 - Resultados para o cenário médio virtual (-30% Qafuente)

Área irrigada total = 1406,63 ha  
 Receita Líquida Total = R\$ 4.687.460,00

Plano Cultural				
Plantio	culturas	m. de obra (diárias)	receita liq. (mil R\$)	Amax (ha)
jan-dez	perenes	2763	412,15	90,61
jan-abr	saz1	24581	1317,21	402,96
fev-mai	saz2	26081	1395,36	427,56
mar-jun	saz3	11327	600,44	185,69
abr-jul	saz4	4962	261,01	81,35
mai-ago	saz5	6101	318,13	100,01
jun-set	saz6	0	0,00	0,00
jul-out	saz7	32	1,67	0,53
ago-nov	saz8	0	0,00	0,00
set-dez	saz9	0	0,00	0,00
out-jan	saz10	0	0,00	0,00
nov-fev	saz11	444	23,31	7,28
dez-mar	saz12	6749	358,18	110,64
	total per		412,15	90,61
	total saz		4.275,31	1316,02
	soma	83040	4.687,46	1406,63



**Quadro 6.41 - Reservatório de Eng. Avidos - Cenário Médio Virtual - culturas perenes (CMVP)**

Vmax=capacidade do reservatório=255\*10<sup>6</sup>m<sup>3</sup>  
 Vmin=11% do Vmax  
 Abacia hidráulica=2845 ha=28,45\*10<sup>6</sup>m<sup>2</sup>  
 a= 28450000 t= 2628 2628000

meses	Qafuentes m <sup>3</sup> /s	Prec. mm	Evap. mm	Vreserv. hm <sup>3</sup>	Vevapor. hm <sup>3</sup>	Vres - Vini hm <sup>3</sup>
julho	0,36	15,5	206,3	105,350	2,803	-9,40
agosto	0,01	3,0	231,5	94,189	2,853	-20,56
setembro	0,00	4,2	222,1	83,624	2,470	-31,13
outubro	0,01	13,5	237,1	72,961	2,348	-41,79
novembro	0,02	17,2	226,0	62,990	1,980	-51,76
dezembro	0,13	35,1	248,9	53,310	1,905	-61,44
janeiro	0,30	115,1	220,4	47,341	1,536	-67,41
fevereiro	2,27	174,1	170,4	49,726	1,234	-65,02
março	9,82	235,0	185,2	72,448	1,823	-42,30
abril	14,91	168,8	179,8	107,133	2,479	-7,62
maio	7,47	55,8	184,1	118,331	2,770	3,58
junho	2,40	26,9	197,5	114,810	2,893	0,06

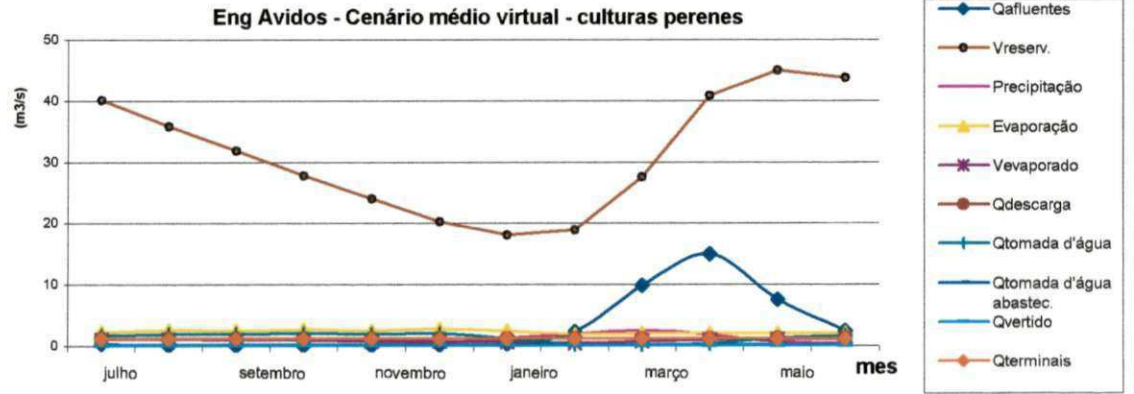


Figura 6.72 - Vazões afluentes e defluentes ao reservatório

meses	Qafuentes m <sup>3</sup> /s	Precipit. m <sup>3</sup> /s	Evap. m <sup>3</sup> /s	Vreserv. m <sup>3</sup> /s	Vevapor. m <sup>3</sup> /s	Qdescarga m <sup>3</sup> /s	Qt.d'água irrig.(m <sup>3</sup> /s)	Qt.d'água abast.(m <sup>3</sup> /s)	Qvertido m <sup>3</sup> /s	Qterminais m <sup>3</sup> /s
julho	0,36	0,168	2,233	40,09	1,067	1,103	1,716	0,09	0,000	1,103
agosto	0,01	0,032	2,506	35,84	1,086	1,103	1,925	0,09	0,000	1,103
setembro	0,00	0,045	2,404	31,82	0,940	1,103	1,847	0,09	0,000	1,103
outubro	0,01	0,146	2,567	27,76	0,893	1,103	1,972	0,09	0,000	1,103
novembro	0,02	0,186	2,447	23,97	0,753	1,103	1,876	0,09	0,000	1,103
dezembro	0,13	0,380	2,695	20,29	0,725	1,103	1,949	0,09	0,000	1,103
janeiro	0,30	1,246	2,386	18,01	0,584	1,103	1,099	0,09	0,000	1,103
fevereiro	2,27	1,885	1,845	18,92	0,470	1,103	0,167	0,09	0,000	1,103
março	9,82	2,544	2,005	27,57	0,694	1,103	0,000	0,09	0,000	1,103
abril	14,91	1,825	1,946	40,77	0,943	1,103	0,293	0,09	0,000	1,103
maio	7,47	0,604	1,993	45,03	1,054	1,103	1,274	0,09	0,000	1,103
junho	2,40	0,291	2,138	43,69	1,101	1,103	1,575	0,09	0,000	1,103
<b>total</b>	<b>37,70</b>	<b>9,35</b>	<b>27,165</b>	<b>373,75</b>	<b>10,31</b>	<b>13,24</b>	<b>15,69</b>	<b>1,08</b>	<b>0,00</b>	<b>13,24</b>
média	3,14	0,779	2,264	31,1458	0,859	1,103	1,308	0,09	0,000	1,103

Área irrigada total = 2297,32 ha  
 Receita Líquida Total = R\$ 10.450.180,00

Piscicultura	
rec. líq. (R\$)	m. de obra (pescad)
98.278,87	56

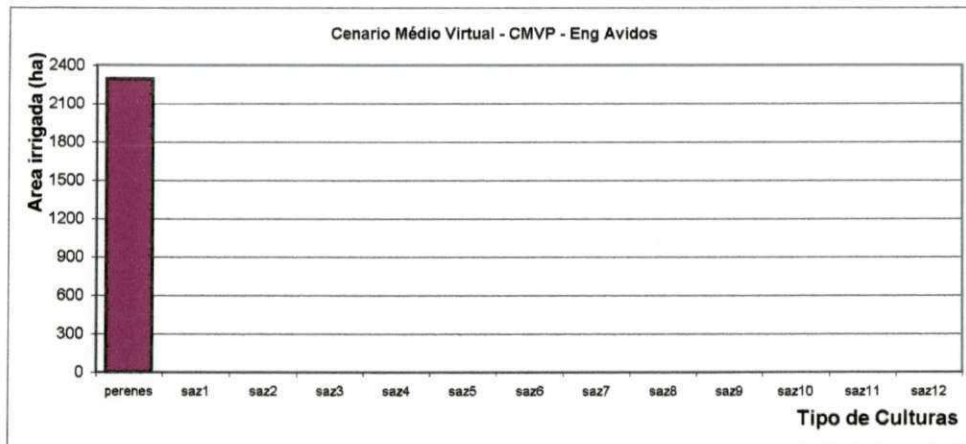


Figura 6.73 - Resultados para o cenário médio virtual (culturas perenes)

Plano Cultural				
Plantio	culturas	m. de obra (diárias)	receita líq. (mil R\$)	Amax (ha)
jan-dez	perenes	70.068	10.450,18	2297,32
jan-abr	sazonais1	0	0,00	0,00
fev-mai	sazonais2	0	0,00	0,00
mar-jun	sazonais3	0	0,00	0,00
abr-jul	sazonais4	0	0,00	0,00
mai-ago	sazonais5	0	0,00	0,00
jun-set	sazonais6	0	0,00	0,00
jul-out	sazonais7	0	0,00	0,00
ago-nov	sazonais8	0	0,00	0,00
set-dez	sazonais9	0	0,00	0,00
out-jan	sazonais10	0	0,00	0,00
nov-fev	sazonais11	0	0,00	0,00
dez-mar	sazonais12	0	0,00	0,00
	<b>total per</b>		<b>10.450,18</b>	<b>2297,32</b>
	<b>total saz</b>		<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
	<b>soma</b>	<b>70.068</b>	<b>10.450,18</b>	<b>2297,32</b>



**Quadro 6.42 - Reservatório de Eng. Avidos - Cenário Médio Virtual - irrigação por sulco (CMVS)**

Vmax=capacidade do reservatório=255\*10<sup>6</sup>m<sup>3</sup>  
 Vmin=11% do Vmax  
 Vinicial= 114,75  
 Vsust= 114,75

Abacia hidráulica=2845 ha=28,45\*10<sup>6</sup>m<sup>2</sup>  
 a= 28450000 t= 2t 2628000

meses	Qafuentes m <sup>3</sup> /s	Prec. mm	Evap. mm	Vreserv. hm <sup>3</sup>	Vevapor. hm <sup>3</sup>	Vres - Vini hm <sup>3</sup>
julho	0,36	15,5	206,3	105,340	2,802	-9,41
agosto	0,01	3,0	231,5	94,399	2,858	-20,35
setembro	0,00	4,2	222,1	84,561	2,494	-30,19
outubro	0,01	13,5	237,1	74,662	2,394	-40,09
novembro	0,02	17,2	226,0	65,968	2,057	-48,78
dezembro	0,13	35,1	248,9	57,542	2,026	-57,21
janeiro	0,30	115,1	220,4	51,400	1,639	-63,35
fevereiro	2,27	174,1	170,4	53,364	1,305	-61,39
março	9,82	235,0	185,2	75,738	1,893	-39,01
abril	14,91	168,6	179,8	109,327	2,523	-5,42
maio	7,47	55,8	184,1	118,680	2,777	3,93
junho	2,40	26,9	197,5	114,750	2,892	0,00

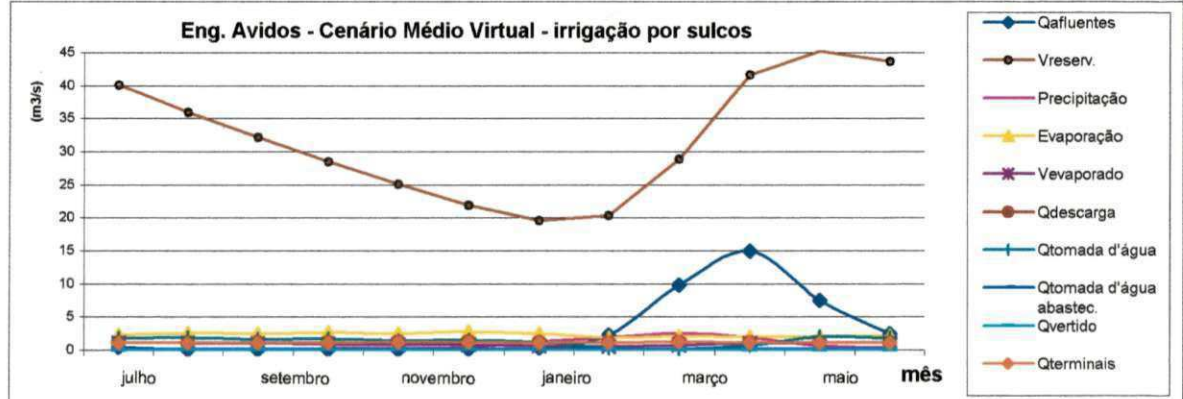


Figura 6.74 - Vazões afluentes e defluentes ao reservatório

meses	Qafuentes m <sup>3</sup> /s	Precipit. m <sup>3</sup> /s	Evap. m <sup>3</sup> /s	Vreserv. m <sup>3</sup> /s	Vevapor. m <sup>3</sup> /s	Qdescarga m <sup>3</sup> /s	Qt.d'água irrig.(m <sup>3</sup> /s)	Qt.d'água abast.(m <sup>3</sup> /s)	Qvertido m <sup>3</sup> /s	Qterminais m <sup>3</sup> /s
julho	0,36	0,168	2,233	40,08	1,07	1,102	1,720	0,09	0,000	1,102
agosto	0,01	0,032	2,506	35,92	1,09	1,101	1,843	0,09	0,000	1,101
setembro	0,00	0,045	2,404	32,18	0,95	1,101	1,567	0,09	0,000	1,101
outubro	0,01	0,146	2,567	28,41	0,91	1,100	1,671	0,09	0,000	1,100
novembro	0,02	0,186	2,447	25,10	0,78	1,116	1,355	0,09	0,000	1,116
dezembro	0,13	0,380	2,695	21,90	0,77	1,115	1,425	0,09	0,000	1,115
janeiro	0,30	1,246	2,386	19,56	0,62	1,100	1,149	0,09	0,000	1,100
fevereiro	2,27	1,885	1,845	20,31	0,50	1,100	0,333	0,09	0,000	1,100
março	9,82	2,544	2,005	28,82	0,72	1,121	0,124	0,09	0,000	1,121
abril	14,91	1,825	1,946	41,60	0,96	1,102	0,715	0,09	0,000	1,102
maio	7,47	0,604	1,993	45,16	1,06	1,102	1,975	0,09	0,000	1,102
junho	2,40	0,291	2,138	43,66	1,10	1,101	1,732	0,09	0,000	1,101
total	37,70	9,35	27,165	382,70	10,53	13,26	15,61	1,08	0,00	13,26
média	3,14	0,779	2,264	31,8915	0,877	1,105	1,301	0,09	0,000	1,105

Área irrigada total = 2803,60 ha  
 Receita Líquida Total = R\$ 6.970.970,00

Piscicultura	
rec. liq. (R\$)	m. de obra (pescad)
104.842,28	59

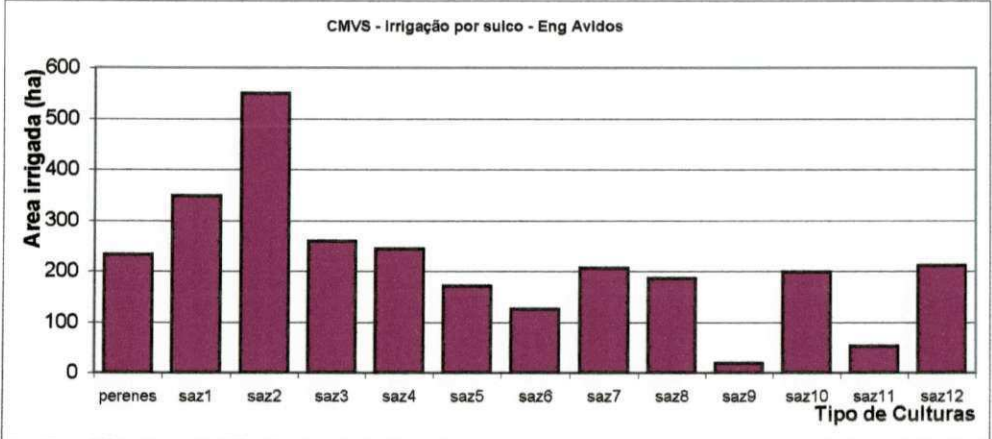


Figura 6.75 - Resultados para o cenário médio virtual (irrigação por sulco)

Plano Cultural				
Plantio	culturas	m. de obra (diárias)	receita liq. (mil R\$)	Amax (ha)
jan-dez	perenes	7101	886,49	232,84
jan-abr	saz1	21233	856,88	348,07
fev-mai	saz2	33505	1.346,61	549,26
mar-jun	saz3	15808	620,41	259,15
abr-jul	saz4	14870	571,83	243,76
mai-ago	saz5	10408	391,18	170,62
jun-set	saz6	7643	284,77	125,29
jul-out	saz7	12619	467,43	206,87
ago-nov	saz8	11328	418,79	185,70
set-dez	saz9	1128	41,68	18,49
out-jan	saz10	12128	452,79	198,82
nov-fev	saz11	3244	124,15	53,17
dez-mar	saz12	12905	507,96	211,56
total per			886,49	232,84
total saz			6.084,48	2670,76
soma		163.920	6.970,97	2803,60



**Quadro 6.43 - Sistema Integrado - Cenário Médio sem transposição - São Gonçalo (CMI st)**

Vmax=capacidade do reservatório=	Vinicial (hm³)=	24,98
Vmin=	Vsust (hm³)=	24,98
Abacia hidráulica=700 ha=7*10 <sup>6</sup> m <sup>2</sup>	t=	26280 2628000
a=		7000000

meses	Qafluentes m³/s	Prec. mm	Evap. mm	Vreserv. hm³	Vevapor. hm³	Vres-Vsust hm³
outubro	0,01	11,6	223,2	20,931	0,662	-4,05
novembro	0,02	44,6	216,2	17,557	0,674	-7,42
dezembro	0,04	18,5	205,9	14,689	0,590	-10,29
janeiro	0,12	41,1	182,6	13,253	0,473	-11,73
fevereiro	0,84	176,0	157,2	14,949	0,350	-10,03
março	3,88	247,2	141,6	24,702	0,239	-0,28
abril	5,06	175,6	136,0	37,139	0,160	12,16
maio	2,42	68,8	144,8	41,134	0,171	16,15
junho	0,84	34,5	144,9	41,567	0,368	16,59
julho	0,16	15,8	168,6	39,700	0,584	14,72
agosto	0,01	5,6	200,1	37,017	0,685	12,04
setembro	0,00	4,5	215,9	34,336	0,680	9,36

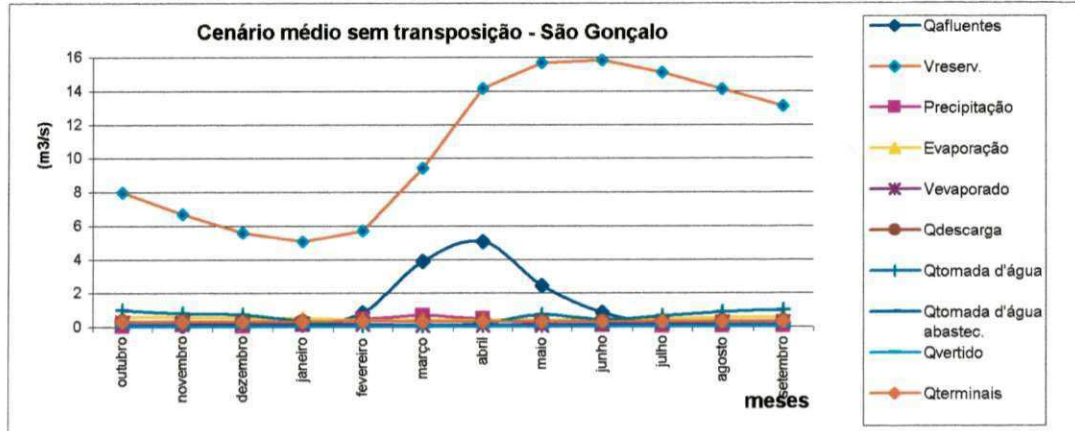


Figura 6.76 - Vazões afluentes e defluentes ao reservatório

meses	Qafluentes m³/s	Precipit. m³/s	Evap. m³/s	Vreserv. m³/s	Vevapor. m³/s	Qdescarga m³/s	Qt.d'água irrig.(m³/s)	Qt.d'água abast.(m³/s)	Qvertido m³/s	Qterminais m³/s
outubro	0,01	0,03	0,59	7,96	0,25	0,300	0,983	0,09	0,00	0,300
novembro	0,02	0,12	0,58	6,68	0,26	0,302	0,802	0,09	0,00	0,302
dezembro	0,04	0,05	0,55	5,59	0,22	0,303	0,705	0,09	0,00	0,303
janeiro	0,12	0,11	0,49	5,04	0,18	0,301	0,359	0,09	0,00	0,301
fevereiro	0,84	0,47	0,42	5,69	0,13	0,338	0,031	0,09	0,00	0,338
março	3,88	0,66	0,38	9,40	0,09	0,303	0,000	0,09	0,00	0,303
abril	5,06	0,47	0,36	14,13	0,06	0,300	0,178	0,09	0,00	0,300
maio	2,42	0,18	0,39	15,65	0,07	0,310	0,722	0,09	0,00	0,310
junho	0,84	0,09	0,39	15,82	0,14	0,300	0,429	0,09	0,00	0,300
julho	0,16	0,04	0,45	15,11	0,22	0,300	0,629	0,09	0,00	0,300
agosto	0,01	0,01	0,53	14,09	0,26	0,300	0,880	0,09	0,00	0,300
setembro	0,00	0,01	0,58	13,07	0,26	0,300	0,999	0,09	0,00	0,300
total	13,40	2,25	5,69	128,22	2,14	3,66	6,72	1,08	0,00	3,66
média	1,12	0,19	0,47	10,69	0,18	0,30	0,56	0,09	0,00	0,30

rec. liq. (R\$)	m. de obra (pesca)
36.494,00	21

culturas	m. de obra (diárias) (1)	receita liq. (mil R\$) (1)	Amax (1)	Plantio
banana	26502	4794,03	473,26	jan-dez
coco	5820	578,16	145,51	jan-dez
melancia	8050	834,76	167,72	ago-out
arroz	21107	188,72	319,80	fev-mai
feijão es	194	0,81	4,05	ago-out
milho	8398	22,39	199,95	fev-mai
goiaba	27439	1101,23	247,20	jan-dez
algodão	0	0,00	0,00	ago-nov
melão	189	19,43	3,94	ago-out
manga	7404	50,01	49,03	jan-dez
total (1)	116.215	7.589,54	1610,46	
média			134,21	

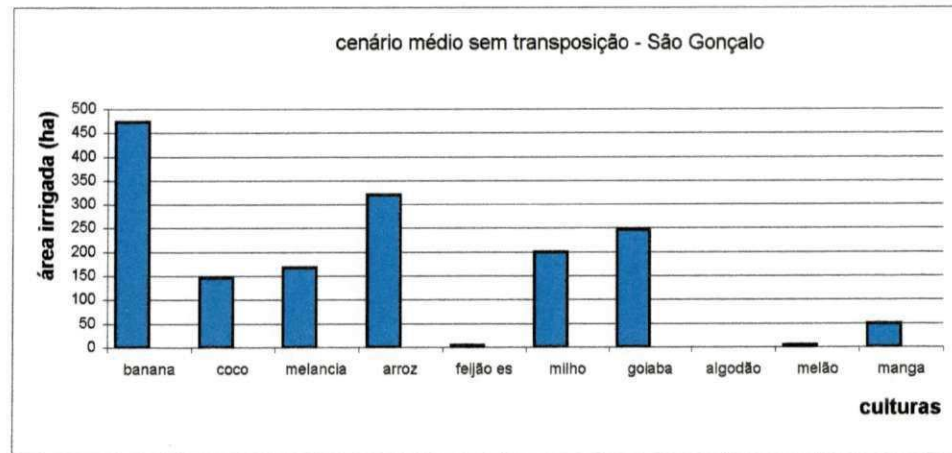


Figura 6.77 - Resultados para o cenário médio (sem transposição)



Vmax=capacidade do reservatório=  
 Vmin= Vinicial= 114,75  
 Vfinal= 114,75  
 Abacia hidráulica=2845 ha=28,45\*10<sup>6</sup>m<sup>2</sup>  
 a= 28450000 t= 262 2628000

Dados de entrada e resultados - Eng Avidos						
meses	Qafuentes m <sup>3</sup> /s	Prec. mm	Evap. mm	Vreserv. hm <sup>3</sup>	Vevapor. hm <sup>3</sup>	Vres-Vini hm <sup>3</sup>
outubro	0,01	13,5	237,1	102,59	2,837	-12,16
novembro	0,02	17,2	226,0	93,92	2,789	-20,83
dezembro	0,13	35,1	248,9	85,46	2,269	-29,29
janeiro	0,30	115,1	220,4	81,69	2,017	-33,06
fevereiro	2,27	174,1	170,4	85,69	1,706	-29,07
março	9,82	235,0	185,2	110,28	1,645	-4,47
abril	14,91	168,6	179,8	145,85	1,377	31,10
maio	7,47	55,8	184,1	157,48	1,163	42,73
junho	2,40	26,9	197,5	155,41	1,795	40,66
julho	0,36	15,5	206,3	146,60	2,457	31,85
agosto	0,01	3,0	231,5	132,86	2,729	18,11
setembro	0,00	4,2	222,1	118,65	2,892	3,90

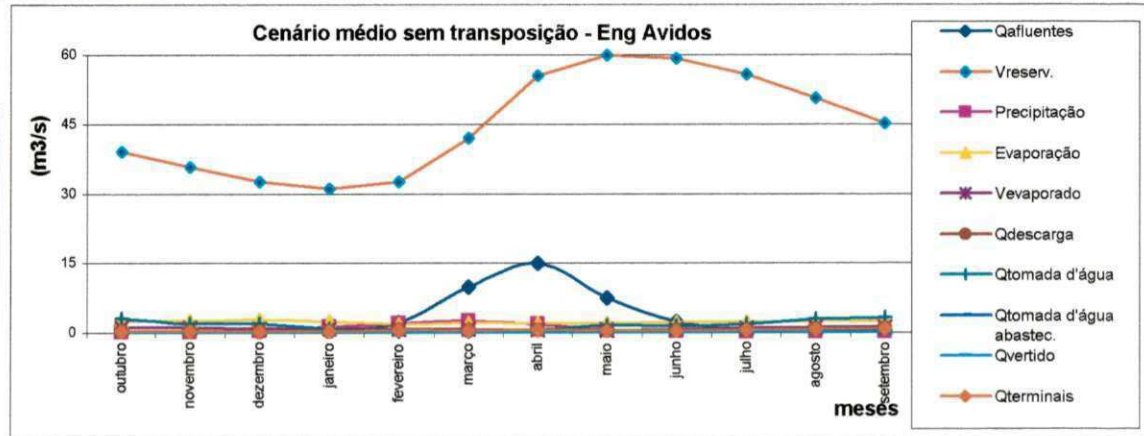


Figura 6.78 - Vazões afluentes e defluentes ao reservatório

meses	Qafuentes m <sup>3</sup> /s	Precipit. m <sup>3</sup> /s	Evap. m <sup>3</sup> /s	Vreserv. m <sup>3</sup> /s	Vevapor. m <sup>3</sup> /s	Qdescarga m <sup>3</sup> /s	Qt.d'água irrig.(m <sup>3</sup> /s)	Qt.d'água abast.(m <sup>3</sup> /s)	Qvertido m <sup>3</sup> /s	Qterminais m <sup>3</sup> /s
outubro	0,01	0,15	2,57	39,04	1,08	0,300	3,047	0,09	0,00	0,300
novembro	0,02	0,19	2,45	35,74	1,06	0,300	1,906	0,09	0,00	0,300
dezembro	0,13	0,38	2,69	32,52	0,86	0,300	1,992	0,09	0,00	0,300
janeiro	0,30	1,25	2,39	31,08	0,77	0,314	0,890	0,09	0,00	0,314
fevereiro	2,27	1,88	1,84	32,60	0,65	0,518	0,135	0,09	0,00	0,518
março	9,82	2,54	2,00	41,96	0,63	0,366	0,092	0,09	0,00	0,366
abril	14,91	1,83	1,95	55,50	0,52	0,511	0,529	0,09	0,00	0,511
maio	7,47	0,60	1,99	59,92	0,44	0,477	1,520	0,09	0,00	0,477
junho	2,40	0,29	2,14	59,14	0,68	0,420	1,412	0,09	0,00	0,420
julho	0,36	0,17	2,23	55,78	0,93	0,521	1,742	0,09	0,00	0,521
agosto	0,01	0,03	2,51	50,55	1,04	0,694	2,925	0,09	0,00	0,694
setembro	0,00	0,05	2,40	45,15	1,10	0,835	3,157	0,09	0,00	0,835
total	37,70	9,35	27,16	538,99	9,77	5,56	19,35	1,08	0,00	5,56
média	3,14	0,78	2,26	44,92	0,81	0,46	1,61	0,09	0,00	0,46

Piscicultura	
rec. liq. (R\$)	m. de obra (pescad)
153.686,00	87

Plano Cultural (Integrado)				
culturas	m. de obra (diárias) (2)	receita liq. (mil R\$) (2)	Amax (2)	Plantio
banana	57982	10475,61	1035,40	jan-dez
coco	10910	1078,72	272,76	jan-dez
melancia	27631	2860,06	575,64	ago-out
arroz	12233	103,12	185,35	fev-mai
feijão es	9104	36,06	189,67	ago-out
milho	13192	27,53	314,10	fev-mai
goiaba	59847	2395,97	539,16	jan-dez
algodão	0	0,00	0,00	ago-nov
melão	14035	1439,30	292,39	ago-out
manga	36104	241,51	239,10	jan-dez
total (2)	419.457	R\$ 18.657,88	3643,57	
média			303,63	

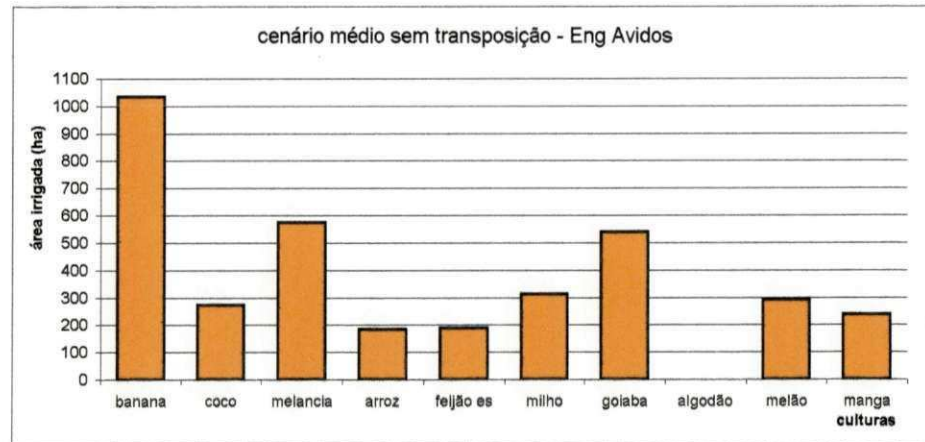


Figura 6.79 - Resultados para o cenário médio (sem transposição)



Vmax=capacidade do reservatório=  
 Vmin=  
 Abacia hidráulica=700 ha=7\*10<sup>6</sup>m<sup>2</sup>  
 a= 7000000  
 Viniçial= 24,98  
 Vsust= 24,98  
 t= 2628 2628000

Dados de entrada e resultados - São Gonçalo						
meses	Qafuentes m <sup>3</sup> /s	Prec. mm	Evap. mm	Vreserv. hm <sup>3</sup>	Vevapor. hm <sup>3</sup>	Vres-Vini hm <sup>3</sup>
julho	0,16	15,8	168,6	21,532	0,640	-3,45
agosto	0,01	5,6	200,1	18,104	0,661	-6,88
setembro	0,00	4,5	215,9	15,276	0,624	-9,70
outubro	0,01	11,6	223,2	13,118	0,573	-11,86
novembro	0,02	44,6	216,2	10,607	0,471	-14,37
dezembro	0,04	18,5	205,9	7,089	0,331	-17,89
janeiro	0,12	41,1	182,6	4,234	0,202	-20,75
fevereiro	0,84	176,0	157,2	4,767	0,189	-20,21
março	3,88	247,2	141,6	13,866	0,380	-11,11
abril	5,06	175,6	136,0	25,788	0,597	0,81
maio	2,42	68,8	144,8	27,775	0,675	2,80
junho	0,84	34,5	144,9	25,178	0,623	0,20

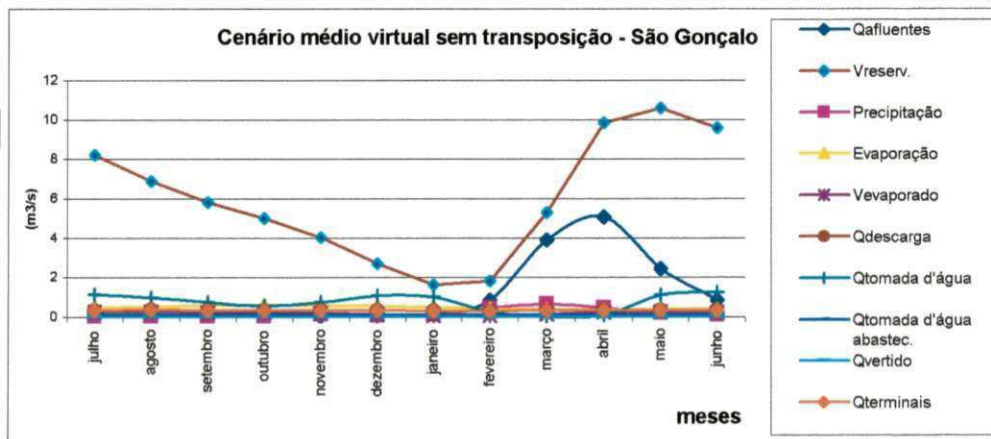


Figura 6.80 - Vazões afluente e defluente ao reservatório

meses	Qafuentes m <sup>3</sup> /s	Precipit. m <sup>3</sup> /s	Evap. m <sup>3</sup> /s	Vreserv. m <sup>3</sup> /s	Vevapor. m <sup>3</sup> /s	Qdescarga m <sup>3</sup> /s	Qt.d'água irrig.(m <sup>3</sup> /s)	Qt.d'água abast.(m <sup>3</sup> /s)	Qvertido m <sup>3</sup> /s	Qterminais m <sup>3</sup> /s
julho	0,16	0,04	0,45	8,19	0,24	0,340	1,142	0,09	0,00	0,340
agosto	0,01	0,01	0,53	6,89	0,25	0,341	0,963	0,09	0,00	0,341
setembro	0,00	0,01	0,58	5,81	0,24	0,340	0,748	0,09	0,00	0,340
outubro	0,01	0,03	0,59	4,99	0,22	0,338	0,547	0,09	0,00	0,338
novembro	0,02	0,12	0,58	4,04	0,18	0,340	0,743	0,09	0,00	0,340
dezembro	0,04	0,05	0,55	2,70	0,13	0,339	1,068	0,09	0,00	0,339
janeiro	0,12	0,11	0,49	1,61	0,08	0,300	1,021	0,09	0,00	0,300
fevereiro	0,84	0,47	0,42	1,81	0,07	0,300	0,253	0,09	0,00	0,300
março	3,88	0,66	0,38	5,28	0,14	0,329	0,000	0,09	0,00	0,329
abril	5,06	0,47	0,36	9,81	0,23	0,329	0,083	0,09	0,00	0,329
maio	2,42	0,18	0,39	10,57	0,26	0,329	1,107	0,09	0,00	0,329
junho	0,84	0,09	0,39	9,58	0,24	0,329	1,225	0,09	0,00	0,329
total	13,40	2,25	5,69	71,28	2,27	3,95	8,90	1,08	0,00	3,95
média	1,12	0,19	0,47	5,94	0,19	0,33	0,74	0,09	0,00	0,33

Área irrigada (1)= 4391,57 ha  
 Receita Líquida(1)= R\$ 14.677,79

Piscicultura	
rec. liq. (R\$)	m. de obra (pescad)
15.562,00	9

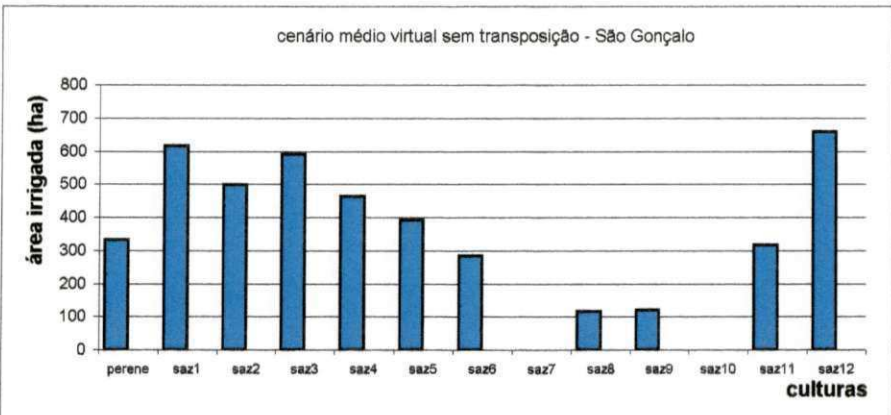


Figura 6.81 - Resultados para o cenário médio virtual (sem transposição)

Plano Cultural (Integrado) - São Gonçalo				
culturas	m. de obra (diárias) (1)	receita liq. (mil R\$) (1)	Amax (1)	Plantio
perene	10157	1519,12	333,03	jan-dez
saz1	37602	2022,13	616,42	jan-abr
saz2	30442	1637,54	499,05	fev-mai
saz3	36112	1928,98	592,00	mar-jun
saz4	28270	1498,19	463,44	abr-jul
saz5	23980	1260,96	393,12	mai-ago
saz6	17349	907,35	284,41	jun-set
saz7	0	0,00	0,00	jul-out
saz8	7116	369,79	116,65	ago-nov
saz9	7251	377,11	118,88	set-dez
saz10	1	0,07	0,02	out-jan
saz11	19309	1018,61	316,54	nov-fev
saz12	40139	2137,95	658,01	dez-mar
total	257.729	14.677,80	4391,57	







**Quadro 6.47 - Sistema Integrado - Cenário Médio com transposição - São Gonçalo (CMI ct)**

Vmax=capacidade do reservatório=  
 Vmin= Vinicial= 24,98  
 Vsust= 24,98  
 Abacia hidráulica=700 ha=7\*10<sup>6</sup>m<sup>4</sup>  
 a= 7000000 t= 2628 2628000

Dados de entrada e resultados - São Gonçalo						
meses	Qafluentes m <sup>3</sup> /s	Prec. mm	Evap. mm	Vreserv. hm <sup>3</sup>	Vevapor. hm <sup>3</sup>	Vres-Vsust hm <sup>3</sup>
julho	3,16	15,8	168,6	23,626	0,689	-1,35
agosto	3,01	5,6	200,1	17,416	0,641	-7,56
setembro	3,00	4,5	215,9	10,165	0,456	-14,82
outubro	3,01	11,6	223,2	6,236	0,326	-18,74
novembro	3,02	44,6	216,2	6,664	0,332	-18,32
dezembro	3,04	18,5	205,9	7,953	0,361	-17,03
janeiro	3,12	41,1	182,6	9,743	0,373	-15,24
fevereiro	3,84	176,0	157,2	17,998	0,517	-6,98
março	3,88	247,2	141,6	27,212	0,649	2,23
abril	5,06	175,6	136,0	32,957	0,728	7,98
maio	5,42	68,8	144,8	39,993	0,910	15,01
junho	3,84	34,5	144,9	44,600	0,997	19,62

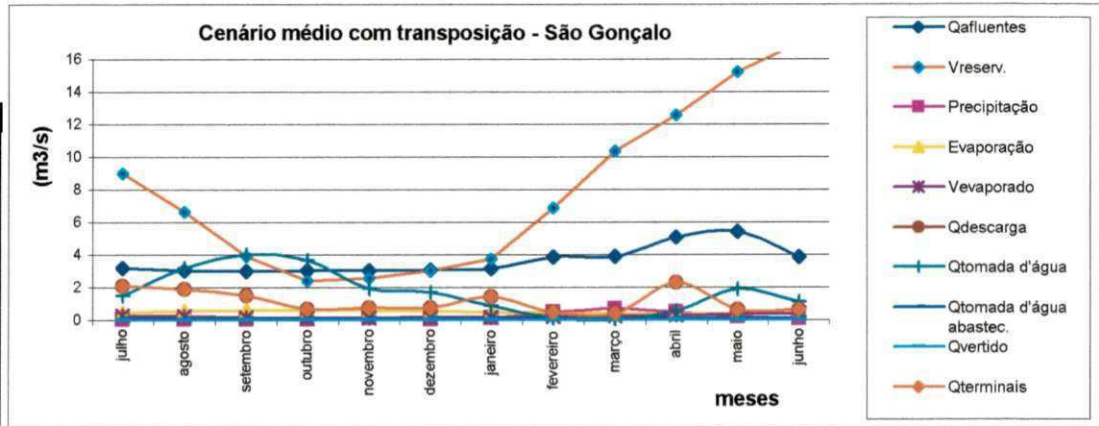


Figura 6.84 - Vazões afluente e defluente ao reservatório

meses	Qafluentes m <sup>3</sup> /s	Precipit. m <sup>3</sup> /s	Evap. m <sup>3</sup> /s	Vreserv. m <sup>3</sup> /s	Vevapor. m <sup>3</sup> /s	Qdescarga m <sup>3</sup> /s	Qt.d'água irrig.(m <sup>3</sup> /s)	Qt.d'água abast.(m <sup>3</sup> /s)	Qvertido m <sup>3</sup> /s	Qterminais m <sup>3</sup> /s
julho	3,16	0,04	0,45	8,99	0,26	2,073	1,502	0,09	0,00	2,073
agosto	3,01	0,01	0,53	6,63	0,24	1,893	3,164	0,09	0,00	1,893
setembro	3,00	0,01	0,58	3,87	0,17	1,474	3,992	0,09	0,00	1,474
outubro	3,01	0,03	0,59	2,37	0,12	0,675	3,630	0,09	0,00	0,675
novembro	3,02	0,12	0,58	2,54	0,13	0,753	1,915	0,09	0,00	0,753
dezembro	3,04	0,05	0,55	3,03	0,14	0,753	1,684	0,09	0,00	0,753
janeiro	3,12	0,11	0,49	3,71	0,14	1,430	0,851	0,09	0,00	1,430
fevereiro	3,84	0,47	0,42	6,85	0,20	0,461	0,134	0,09	0,00	0,461
março	3,88	0,66	0,38	10,35	0,25	0,374	0,000	0,09	0,00	0,374
abril	5,06	0,47	0,36	12,54	0,28	2,289	0,534	0,09	0,00	2,289
maio	5,42	0,18	0,39	15,22	0,35	0,631	1,883	0,09	0,00	0,631
junho	3,84	0,09	0,39	16,97	0,38	0,624	1,092	0,09	0,00	0,624
total	43,40	2,25	5,69	93,06	2,66	13,43	20,38	1,08	0,00	13,43
média	3,62	0,19	0,47	7,76	0,22	1,12	1,70	0,09	0,00	1,12

Área irrigada (1) = 5193,02 ha  
 Receita Líquida (1) = R\$ 18.501.970,00

Piscicultura	
rec. liq. (R\$)	m. de obra (pescad)
20.621,67	12

Plano Cultural (Integrado)				
culturas	m. de obra (diárias)	receita liq. (mil R\$) (1)	Amax (1)	Plantio
banana	36122	6534,18	645,04	jan-dez
coco	26228	2605,30	655,69	jan-dez
melancia	22825	2366,82	475,53	ago-out
arroz	63868	571,05	967,69	fev-mai
feijão es	18832	78,58	392,33	ago-out
milho	16350	43,58	389,28	fev-mai
goiaba	44379	1781,07	399,81	jan-dez
algodão	0	0,00	0,00	ago-nov
melão	39608	4070,09	825,17	ago-out
manga	66814	451,30	442,48	jan-dez
total (1)	335.026	18.501,97	5193,02	
média			432,75	

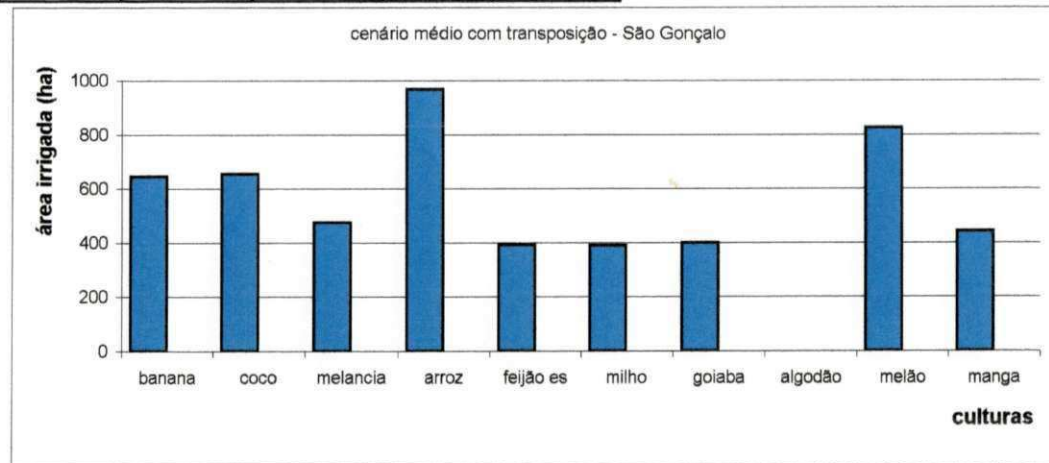


Figura 6.85 - Resultados para o cenário médio (com transposição)



**Quadro 6.48 - Sistema Integrado - Cenário Médio com transposição - Eng Avidos(CMI ct)**

Vmax=capacidade do reservatório=  
 Vmin= 114,75  
 Abacia hidráulica=2845 ha=28,45\*10<sup>6</sup>m<sup>2</sup>  
 a= 28450000 t= 262 2628000

Dados de entrada e resultados - Eng Avidos						
meses	Qafuentes m <sup>3</sup> /s	Prec. mm	Evap. mm	Vreserv. hm <sup>3</sup>	Vevapor. hm <sup>3</sup>	Vres-Vini hm <sup>3</sup>
julho	3,36	15,5	206,3	111,22	2,939	-3,53
agosto	3,01	3,0	231,5	98,25	2,959	-16,50
setembro	3,00	4,2	222,1	83,53	2,467	-31,22
outubro	3,01	13,5	237,1	70,20	2,273	-44,55
novembro	3,02	17,2	226,0	66,36	2,068	-48,39
dezembro	3,13	35,1	248,9	62,23	2,160	-52,52
janeiro	3,30	115,1	220,4	65,27	1,989	-49,48
fevereiro	5,27	174,1	170,4	77,72	1,780	-37,03
março	9,82	235,0	185,2	102,68	2,460	-12,07
abril	14,91	168,6	179,8	136,04	3,059	21,29
maio	7,47	55,8	184,1	142,39	3,260	27,64
junho	5,40	26,9	197,5	145,68	3,568	30,93



Figura 6.86 - Vazões afluentes e defluentes ao reservatório

meses	Qafuentes m <sup>3</sup> /s	Precipit. m <sup>3</sup> /s	Evap. m <sup>3</sup> /s	Vreserv. m <sup>3</sup> /s	Vevapor. m <sup>3</sup> /s	Qdescarga m <sup>3</sup> /s	Qt.d'água irrig.(m <sup>3</sup> /s)	Qt.d'água abast.(m <sup>3</sup> /s)	Qvertido m <sup>3</sup> /s	Qterminais m <sup>3</sup> /s
julho	3,36	0,17	2,23	42,32	1,12	0,236	3,318	0,09	0,00	0,236
agosto	3,01	0,03	2,51	37,39	1,13	0,048	6,620	0,09	0,00	0,048
setembro	3,00	0,05	2,40	31,78	0,94	0,020	7,496	0,09	0,00	0,020
outubro	3,01	0,15	2,57	26,71	0,86	0,042	7,060	0,09	0,00	0,042
novembro	3,02	0,19	2,45	25,25	0,79	0,014	3,629	0,09	0,00	0,014
dezembro	3,13	0,38	2,69	23,68	0,82	0,083	3,793	0,09	0,00	0,083
janeiro	3,30	1,25	2,39	24,84	0,76	0,000	1,685	0,09	0,00	0,000
fevereiro	5,27	1,88	1,84	29,57	0,68	0,015	0,376	0,09	0,00	0,015
março	9,82	2,54	2,00	39,07	0,94	0,000	0,298	0,09	0,00	0,000
abril	14,91	1,83	1,95	51,77	1,16	0,005	1,891	0,09	0,00	0,005
maio	7,47	0,60	1,99	54,18	1,24	0,055	4,032	0,09	0,00	0,055
junho	5,40	0,29	2,14	55,43	1,36	0,012	2,866	0,09	0,00	0,012
<b>total</b>	<b>64,70</b>	<b>9,35</b>	<b>27,16</b>	<b>442,00</b>	<b>11,79</b>	<b>0,53</b>	<b>43,06</b>	<b>1,08</b>	<b>0,00</b>	<b>0,53</b>
média	5,39	0,78	2,26	36,83	0,98	0,04	3,59	0,09	0,00	0,04

Área irrigada (2) = 6169,4 ha  
 Receita Líquida (2) = R\$ 30.705.820,00

Piscicultura	
rec. liq. (R\$)	m. de obra (pescad)
122.340,38	69

Plano Cultural (Integrado)				
culturas	m. de obra		Amaz (2)	Plantio
	(diárias)	receita liq. (mil R\$) (2)		
banana	57580	10402,82	694,03	jan-dez
coco	37540	3711,62	626,97	jan-dez
melancia	50048	5180,53	698,55	ago-out
arroz	65318	550,63	661,07	fev-mai
feijão es	49638	196,58	686,98	ago-out
milho	41625	86,86	673,72	fev-mai
goiaba	111591	4467,52	714,81	jan-dez
algodão	0	0,00	0,00	ago-nov
melão	49614	5087,97	734,70	ago-out
manga	152678	1021,29	678,61	jan-dez
<b>total (2)</b>	<b>615.632</b>	<b>R\$ 30.705,82</b>	<b>6169,44</b>	
média			514,12	

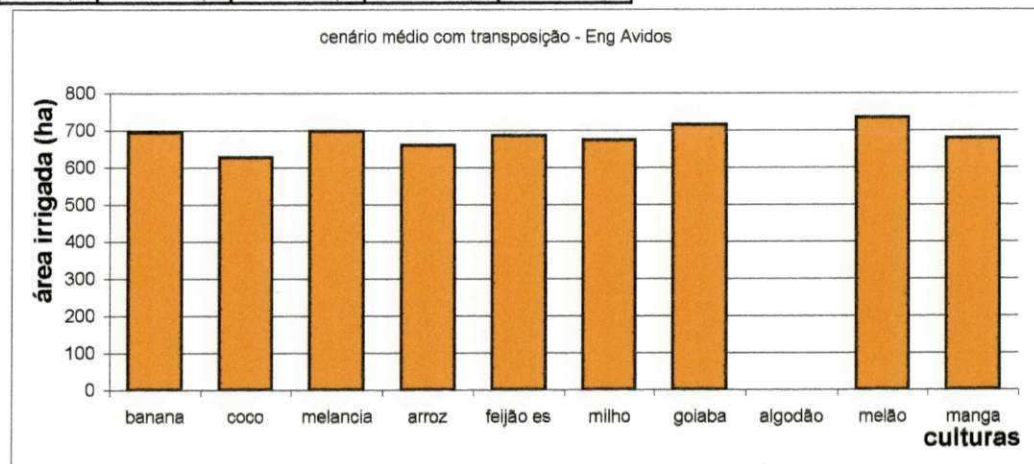


Figura 6.87 - Resultados para o cenário médio (com transposição)



**Quadro 6.49 - Sistema Integrado - Cenário Médio Virtual com transposição - São Gonçalo (CMVI ct)**

Vmax=capacidade do reservatório=  
 Vmin=  
 Abacia hidráulica=700 ha=7\*10<sup>6</sup>m<sup>4</sup>  
 a= 7000000  
 Vinicial= 24,98  
 Vsust= 24,98  
 t= 2628 2628000

Dados de entrada e resultados - São Gonçalo						
meses	Qafluentes m <sup>3</sup> /s	Prec. mm	Evap. mm	Vreserv. hm <sup>3</sup>	Vevapor. hm <sup>3</sup>	Vres-Vini hm <sup>3</sup>
julho	3,16	15,8	168,6	21,73	0,644	-3,25
agosto	3,01	5,6	200,1	17,57	0,646	-7,41
setembro	3,00	4,5	215,9	13,61	0,570	-11,37
outubro	3,01	11,6	223,2	9,92	0,462	-15,06
novembro	3,02	44,6	216,2	6,11	0,311	-18,87
dezembro	3,04	18,5	205,9	3,28	0,190	-21,70
janeiro	3,12	41,1	182,6	3,64	0,181	-21,34
fevereiro	3,84	176,0	157,2	11,06	0,354	-13,92
março	3,88	247,2	141,6	20,10	0,509	-4,88
abril	5,06	175,6	136,0	31,62	0,704	6,64
maio	5,42	68,8	144,8	37,12	0,855	12,14
junho	3,84	34,5	144,9	36,86	0,851	11,88

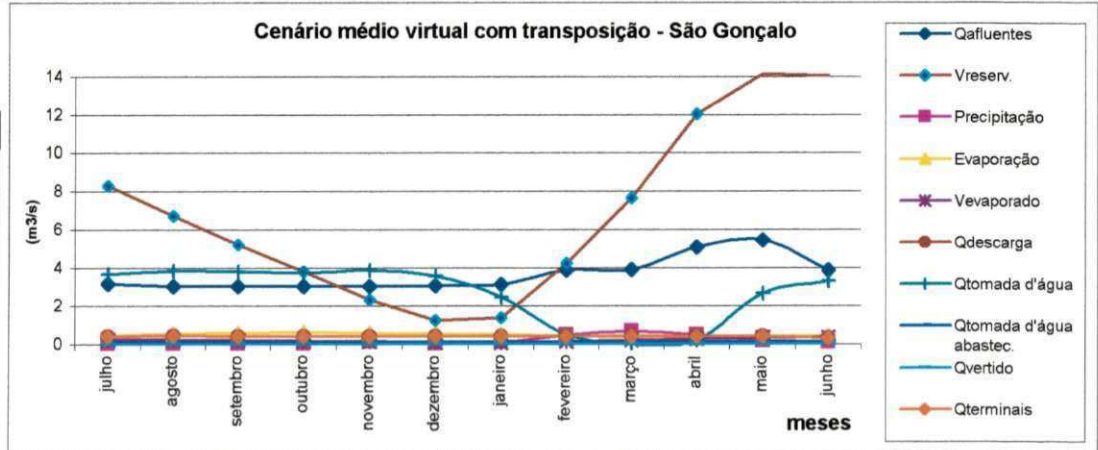


Figura 6.88 - Vazões afluentes e defluentes ao reservatório

meses	Qafluentes m <sup>3</sup> /s	Precipit. m <sup>3</sup> /s	Evap. m <sup>3</sup> /s	Vreserv. m <sup>3</sup> /s	Vevapor. m <sup>3</sup> /s	Qdescarga m <sup>3</sup> /s	Qt.d'água irrig.(m <sup>3</sup> /s)	Qt.d'água abast.(m <sup>3</sup> /s)	Qvertido m <sup>3</sup> /s	Qterminais m <sup>3</sup> /s
julho	3,16	0,04	0,45	8,27	0,25	0,418	3,664	0,09	0,00	0,418
agosto	3,01	0,01	0,53	6,68	0,25	0,419	3,830	0,09	0,00	0,419
setembro	3,00	0,01	0,58	5,18	0,22	0,412	3,771	0,09	0,00	0,412
outubro	3,01	0,03	0,59	3,78	0,18	0,413	3,724	0,09	0,00	0,413
novembro	3,02	0,12	0,58	2,33	0,12	0,413	3,840	0,09	0,00	0,413
dezembro	3,04	0,05	0,55	1,25	0,07	0,413	3,548	0,09	0,00	0,413
janeiro	3,12	0,11	0,49	1,38	0,07	0,417	2,459	0,09	0,00	0,417
fevereiro	3,84	0,47	0,42	4,21	0,13	0,417	0,490	0,09	0,00	0,417
março	3,88	0,66	0,38	7,65	0,19	0,406	0,000	0,09	0,00	0,406
abril	5,06	0,47	0,36	12,03	0,27	0,406	0,185	0,09	0,00	0,406
maio	5,42	0,18	0,39	14,13	0,33	0,406	2,655	0,09	0,00	0,406
junho	3,84	0,09	0,39	14,03	0,32	0,308	3,292	0,09	0,00	0,308
<b>total</b>	<b>43,40</b>	<b>2,25</b>	<b>5,69</b>	<b>80,90</b>	<b>2,39</b>	<b>4,85</b>	<b>31,46</b>	<b>1,08</b>	<b>0,00</b>	<b>4,85</b>
média	3,62	0,19	0,47	6,74	0,20	0,40	2,62	0,09	0,00	0,40

Área irrigada (1) = 13036,15 ha  
 Receita Líquida (1) = R\$ 42.774.150,00

Piscicultura	
rec. liq. (R\$)	m. de obra (pescad)
12.984,88	7

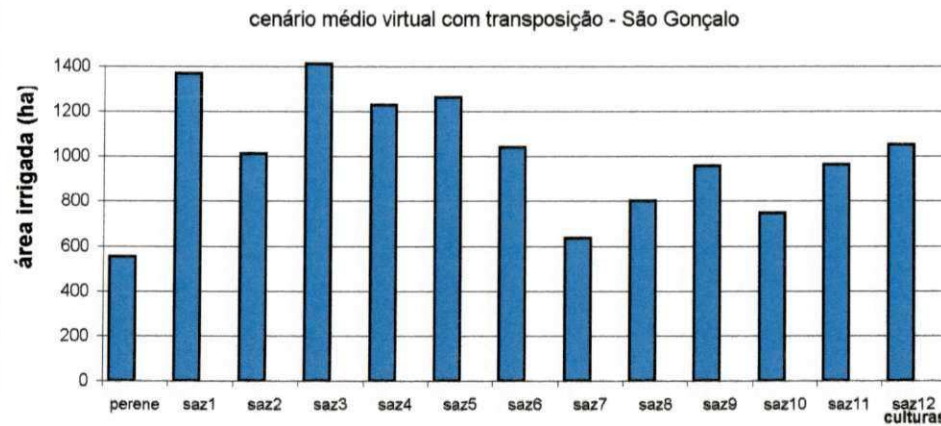


Figura 6.89 - Resultados para o cenário médio virtual (com transposição)

Plano Cultural (Integrado)				
Plantio	culturas	m. de obra (diárias)	receita liq. (mil R\$)	Amaz (1)
jan-dez	perene	16872	2.523,31	553,17
jan-abr	saz1	83486	4.489,70	1368,62
fev-mai	saz2	61738	3.320,98	1012,10
mar-jun	saz3	86098	4.599,04	1411,44
abr-jul	saz4	75044	3.977,04	1230,24
mai-ago	saz5	77127	4.055,57	1264,37
jun-set	saz6	63401	3.315,85	1039,36
jul-out	saz7	38853	2.023,20	636,93
ago-nov	saz8	48849	2.538,57	800,80
set-dez	saz9	58329	3.033,35	956,93
out-jan	saz10	45547	2.379,62	746,68
nov-fev	saz11	58772	3.100,39	963,68
dez-mar	saz12	64162	3.417,52	1051,83
<b>total</b>		<b>257.729</b>	<b>42.774,15</b>	<b>13036,15</b>



**Quadro 6.50 - Sistema Integrado - Cenário Médio Virtual com transposição - Eng. Avidos (CMVI ct)**

Vmax=capacidade do reservatório=  
 Vmin= Vinicial= 114,75  
 Vsust= 114,75  
 Abacia hidráulica=2845 ha=28,45\*10<sup>6</sup>m<sup>2</sup>  
 a= 28450000 t= 262 2628000

Dados de entrada e resultados - Eng Avidos						
meses	Qafluentes m <sup>3</sup> /s	Prec. mm	Evap. mm	Vreserv. hm <sup>3</sup>	Vevapor. hm <sup>3</sup>	Vres-Vini hm <sup>3</sup>
julho	3,36	15,5	206,3	108,30	2,871	-6,45
agosto	3,01	3,0	231,5	99,07	2,981	-15,68
setembro	3,00	4,2	222,1	90,75	2,650	-24,00
outubro	3,01	13,5	237,1	81,70	2,585	-33,05
novembro	3,02	17,2	226,0	73,71	2,258	-41,04
dezembro	3,13	35,1	248,9	65,57	2,255	-49,18
janeiro	3,30	115,1	220,4	64,75	1,976	-50,00
fevereiro	5,27	174,1	170,4	76,34	1,753	-38,42
março	9,82	235,0	185,2	101,66	2,493	-13,09
abril	14,91	168,6	179,8	137,27	3,083	22,52
maio	7,47	55,8	184,1	145,07	3,314	30,32
junho	5,40	26,9	197,5	144,83	3,546	29,88

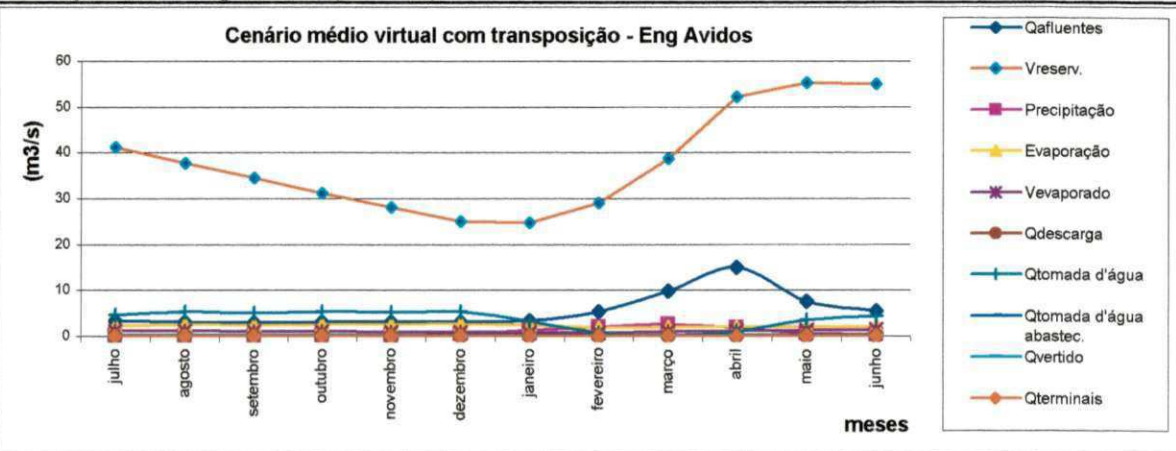


Figura 6.90 - Vazões afluentes e defluentes ao reservatório

meses	Qafluentes m <sup>3</sup> /s	Precipit. m <sup>3</sup> /s	Evap. m <sup>3</sup> /s	Vreserv. m <sup>3</sup> /s	Vevapor. m <sup>3</sup> /s	Qdescarga m <sup>3</sup> /s	Qt.d'água irrig.(m <sup>3</sup> /s)	Qt.d'água abast.(m <sup>3</sup> /s)	Qvertido m <sup>3</sup> /s	Qterminais m <sup>3</sup> /s
julho	3,36	0,17	2,23	41,21	1,09	0,010	4,669	0,09	0,00	0,010
agosto	3,01	0,03	2,51	37,70	1,13	0,010	5,245	0,09	0,00	0,010
setembro	3,00	0,05	2,40	34,53	1,01	0,010	5,029	0,09	0,00	0,010
outubro	3,01	0,15	2,57	31,09	0,98	0,010	5,372	0,09	0,00	0,010
novembro	3,02	0,19	2,45	28,05	0,86	0,010	5,122	0,09	0,00	0,010
dezembro	3,13	0,38	2,69	24,95	0,86	0,010	5,346	0,09	0,00	0,010
janeiro	3,30	1,25	2,39	24,64	0,75	0,016	3,143	0,09	0,00	0,016
fevereiro	5,27	1,88	1,84	29,05	0,67	0,011	0,712	0,09	0,00	0,011
março	9,82	2,54	2,00	38,68	0,95	0,011	0,145	0,09	0,00	0,011
abril	14,91	1,83	1,95	52,23	1,17	0,011	1,016	0,09	0,00	0,011
maio	7,47	0,60	1,99	55,20	1,28	0,005	3,513	0,09	0,00	0,005
junho	5,40	0,29	2,14	55,03	1,35	0,000	4,296	0,09	0,00	0,000
total	64,70	9,35	27,16	452,36	12,09	0,11	43,61	1,08	0,00	0,11
média	5,39	0,78	2,26	37,70	1,01	0,01	3,63	0,09	0,00	0,01

Área irrigada (2) = 13171,57 ha  
 Receita Líquida (2) = R\$ 43.782.870,00

Piscicultura	
rec. liq. (R\$)	m. de obra (pescad)
126.400,24	72

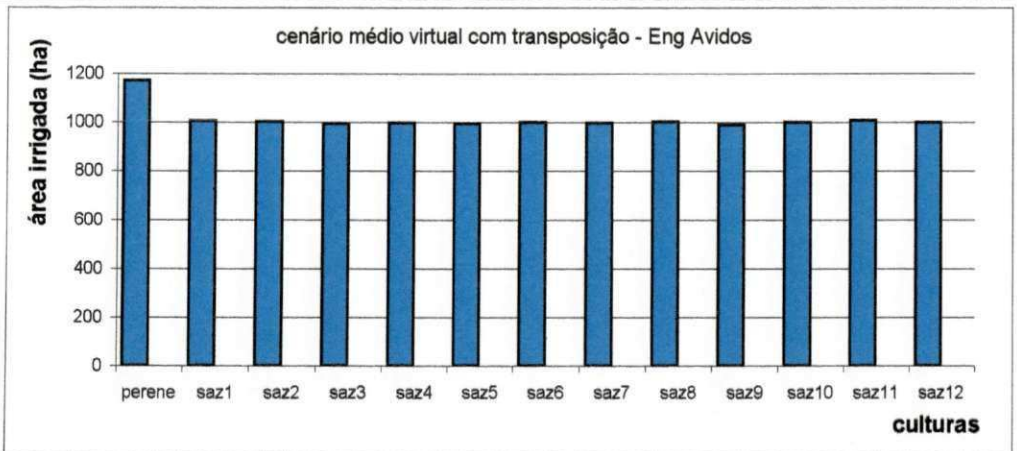


Figura 6.91 - Resultados para o cenário médio virtual (com transposição)

Plano Cultural (Integrado)				
Plantio	culturas	m. de obra (diárias)	receita liq. (mil R\$)	Amax (2)
jan-dez	perene	35708	5325,56	1170,75
jan-abr	saz1	61395	3289,98	1008,48
fev-mai	saz2	61150	3271,59	1002,46
mar-jun	saz3	60763	3221,05	996,12
abr-jul	saz4	60875	3202,04	997,96
mai-ago	saz5	60759	3168,42	996,05
jun-set	saz6	61009	3171,12	1000,14
jul-out	saz7	60933	3160,28	998,90
ago-nov	saz8	61199	3171,78	1003,25
set-dez	saz9	60384	3128,79	989,90
out-jan	saz10	61556	3201,95	1000,12
nov-fev	saz11	61519	3230,10	1008,52
dez-mar	saz12	61056	3240,22	1000,92
total		439.208	43.782,87	13171,57



**Quadro 6.51 - Reservatório de São Gonçalo - Cenário Chuvoso (CC)**

V<sub>max</sub>=capacidade do reservatório=44,6\*10<sup>6</sup>m<sup>3</sup>  
 V<sub>min</sub>=6,7 % do V<sub>max</sub>      V<sub>inicial</sub> (hm<sup>3</sup>)= 24,98  
 Abacia hidráulica=700 ha=7\*10<sup>6</sup> m<sup>2</sup>      V<sub>sust</sub> (hm<sup>3</sup>)= 24,98  
 a= 7000000      t= 262800 2628000

meses	Qafluentes m <sup>3</sup> /s	Prec. mm	Evap. mm	Vreserv. hm <sup>3</sup>	Vevapor. hm <sup>3</sup>	Vres-Vsust hm <sup>3</sup>
agosto	0,11	4,6	200,1	20,29	0,724	-4,69
setembro	0,00	22,6	215,9	14,80	0,609	-10,18
outubro	0,00	0,6	223,2	9,49	0,447	-15,49
novembro	0,00	2,0	216,2	5,68	0,295	-19,30
dezembro	0,04	147,1	205,9	3,96	0,217	-21,02
janeiro	0,63	179,9	144,9	4,90	0,224	-20,09
fevereiro	11,86	315,9	157,2	35,60	0,897	10,62
março	12,95	225,7	141,6	69,41	1,414	44,43
abril	22,59	445,7	136,0	93,39	1,751	68,41
maio	10,50	144,6	144,8	83,26	1,689	58,28
junho	2,49	124,9	144,9	56,70	1,219	31,72
julho	1,33	57,0	168,6	25,08	0,723	0,10

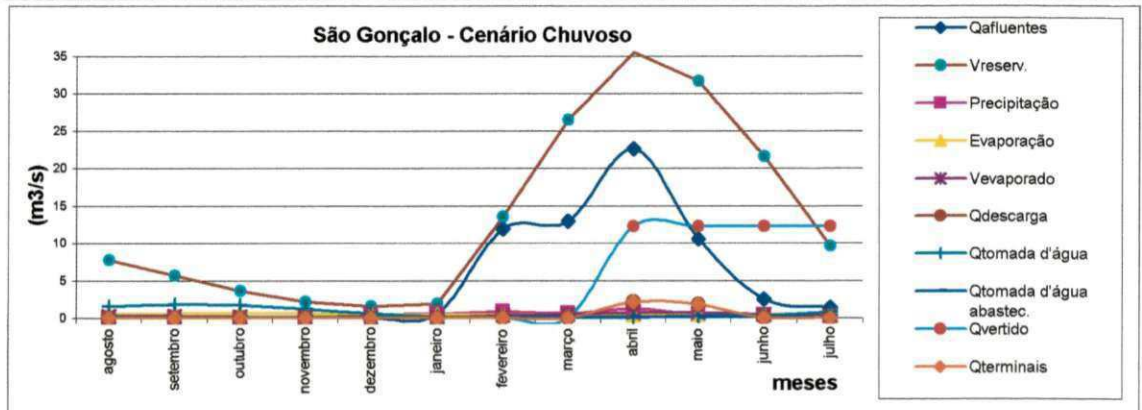


Figura 6.92 - Vazões afluentes e defluentes ao reservatório

meses	Qafluentes m <sup>3</sup> /s	Precipit. m <sup>3</sup> /s	Evap. m <sup>3</sup> /s	Vreserv. m <sup>3</sup> /s	Vevapor. m <sup>3</sup> /s	Qdescarga m <sup>3</sup> /s	Qt.d'água irrig.(m <sup>3</sup> /s)	Qt.d'água abast.(m <sup>3</sup> /s)	Qvertido m <sup>3</sup> /s	Qterminais m <sup>3</sup> /s
agosto	0,11	0,01	0,53	7,72	0,28	0,000	1,505	0,09	0,00	0,000
setembro	0,00	0,06	0,58	5,63	0,23	0,000	1,759	0,09	0,00	0,000
outubro	0,00	0,00	0,59	3,61	0,17	0,000	1,716	0,09	0,00	0,000
novembro	0,00	0,01	0,58	2,16	0,11	0,000	1,216	0,09	0,00	0,000
dezembro	0,04	0,39	0,55	1,51	0,08	0,000	0,581	0,09	0,00	0,000
janeiro	0,63	0,48	0,39	1,86	0,09	0,000	0,179	0,09	0,00	0,000
fevereiro	11,86	0,84	0,42	13,55	0,34	0,000	0,000	0,09	0,00	0,000
março	12,95	0,60	0,38	26,41	0,54	0,000	0,000	0,09	0,00	0,000
abril	22,59	1,19	0,36	35,54	0,67	2,164	0,000	0,09	12,28	2,164
maio	10,50	0,39	0,39	31,68	0,64	1,792	0,244	0,09	12,28	1,792
junho	2,49	0,33	0,39	21,57	0,46	0,000	0,279	0,09	12,28	0,000
julho	1,33	0,15	0,45	9,54	0,28	0,000	0,798	0,09	12,28	0,000
<b>total</b>	<b>62,50</b>	<b>4,45</b>	<b>5,59</b>	<b>160,79</b>	<b>3,88</b>	<b>3,96</b>	<b>8,28</b>	<b>1,08</b>	<b>49,12</b>	<b>3,96</b>
média	5,21	0,37	0,47	13,40	0,32	0,33	0,69	0,09	4,09	0,33

Área irrigada total = 2179,00 ha  
 Receita Líquida Total = R\$ 9.710.820,00

Piscicultura	
rec. liq. (R\$)	m. de obra (pescad)
14.843,40	8

Plano Cultural				
culturas	m. de obra (diárias)	receita liq. (mil R\$)	Amax (ha)	Plantio
banana	28000	5072,52	500,00	jan-dez
coco	20000	1995,86	500,00	jan-dez
melancia	7824	811,42	163,00	ago-out
arroz	13200	124,99	200,00	fev-mai
feijão es	6960	29,17	145,00	ago-out
milho	8400	25,43	200,00	fev-mai
goiaba	17094	688,38	154,00	jan-dez
algodão	0	0,00	0,00	ago-nov
melão	7824	804,13	163,00	ago-out
manga	2325	158,92	154,00	jan-dez
<b>total</b>	<b>111.627</b>	<b>9.710,82</b>	<b>2179,00</b>	
média		809,24	181,58	

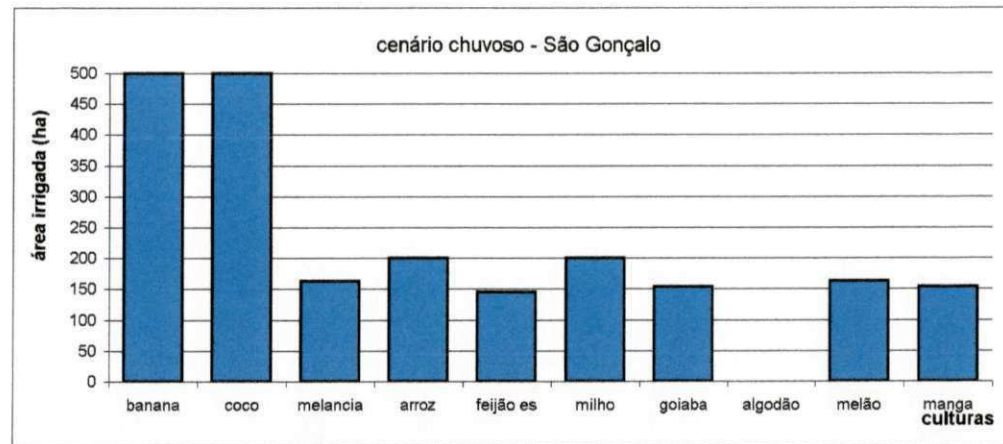


Figura 6.93 - Resultados para o cenário chuvoso



**Quadro 6.52 - Reservatório Engenheiro Avidos - Cenário Chuvoso (CC)**

Vmax=capacidade do reservatório=255\*10<sup>6</sup>m<sup>3</sup>  
 Vmin=11% do Vmax  
 Abacia hidráulica=2845 ha=28,45\*10<sup>6</sup>m<sup>2</sup>  
 a= 28450000 t= 26280 2628000

Vinicial (hm3)= 114,75  
 Vsust (hm3)= 114,75

meses	Qafluentes m <sup>3</sup> /s	Prec. mm	Evap. mm	Vreserv. hm <sup>3</sup>	Vevapor. hm <sup>3</sup>	Vres - Vsust hm <sup>3</sup>
outubro	0,00	0,00	237,10	68,25	2,221	-46,50
novembro	0,00	0,00	226,00	42,36	1,446	-72,39
dezembro	1,37	124,50	248,90	28,30	1,189	-86,45
janeiro	1,93	386,00	220,40	33,48	1,185	-81,28
fevereiro	42,03	294,90	170,40	142,44	3,018	27,69
março	25,64	400,70	185,20	212,07	4,630	97,32
abril	52,44	508,40	179,80	355,59	6,682	240,84
maio	22,17	202,70	184,10	320,10	6,363	205,35
junho	5,83	67,10	197,50	224,18	5,172	109,43
julho	1,48	85,30	206,30	208,42	5,083	93,67
agosto	0,00	3,50	231,50	163,40	4,626	48,65
setembro	0,00	12,50	222,10	114,50	3,246	-0,25

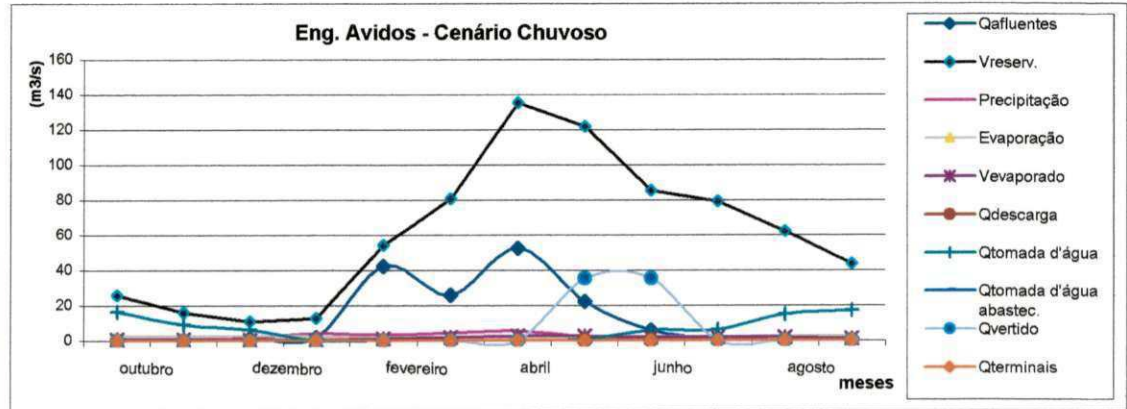


Figura 6.94 - Vazões afluentes e defluentes ao reservatório

meses	Qafluentes m <sup>3</sup> /s	Precipit. m <sup>3</sup> /s	Evap. m <sup>3</sup> /s	Vreserv. m <sup>3</sup> /s	Vevapor. m <sup>3</sup> /s	Qdescarga m <sup>3</sup> /s	Qt.d'água irrig.(m <sup>3</sup> /s)	Qt.d'água abast.(m <sup>3</sup> /s)	Qvertido m <sup>3</sup> /s	Qterminais m <sup>3</sup> /s
outubro	0,00	0,00	2,57	25,97	0,85	0,162	16,35	0,09	0,00	0,162
novembro	0,00	0,00	2,45	16,12	0,55	0,162	8,92	0,09	0,00	0,162
dezembro	1,37	1,35	2,69	10,77	0,45	0,148	6,25	0,09	0,00	0,148
janeiro	1,93	4,18	2,39	12,74	0,45	0,148	0,00	0,09	0,00	0,148
fevereiro	42,03	3,19	1,84	54,20	1,15	0,160	0,00	0,09	0,00	0,160
março	25,64	4,34	2,00	80,69	1,76	0,160	0,00	0,09	0,00	0,160
abril	52,44	5,50	1,95	135,31	2,54	0,148	0,00	0,09	0,00	0,148
maio	22,17	2,19	1,99	121,80	2,42	0,000	0,90	0,09	35,14	0,000
junho	5,83	0,73	2,14	85,30	1,97	0,000	5,87	0,09	35,14	0,000
julho	1,48	0,92	2,23	79,31	1,93	0,140	6,06	0,09	0,00	0,140
agosto	0,00	0,04	2,51	62,18	1,76	0,140	14,97	0,09	0,00	0,140
setembro	0,00	0,14	2,40	43,57	1,24	0,140	17,02	0,09	0,00	0,140
total	152,89	22,58	27,16	727,95	17,07	1,508	76,35	1,08	70,27	1,508
média	12,74	1,88	2,26	60,66	1,42	0,13	6,36	0,09	5,86	0,13

Área irrigada total = 20189,11 ha  
 Receita Líquida Total = R\$ 69.209.760,00

Piscicultura	
rec. liq. (R\$)	m. de obra (pescad)
67.362,19	38

Plano Cultural			
culturas	m. de obra (diárias)	receita liq. (mil R\$)	Amax (ha)
banana	141072	25531,98	2519,15
coco	87497	8712,44	2187,44
melancia	0	0,00	0,09
arroz	132000	1258,98	2000,00
feijão es	179510	710,91	3739,79
milho	84000	258,24	2000,00
goiaba	500684	20124,71	4510,67
algodão	0	0,00	0,00
melão	114568	11749,20	2386,84
manga	127614	863,30	845,13
total	1.366.945	69.209,76	20189,11
média		5.767,48	1682,43

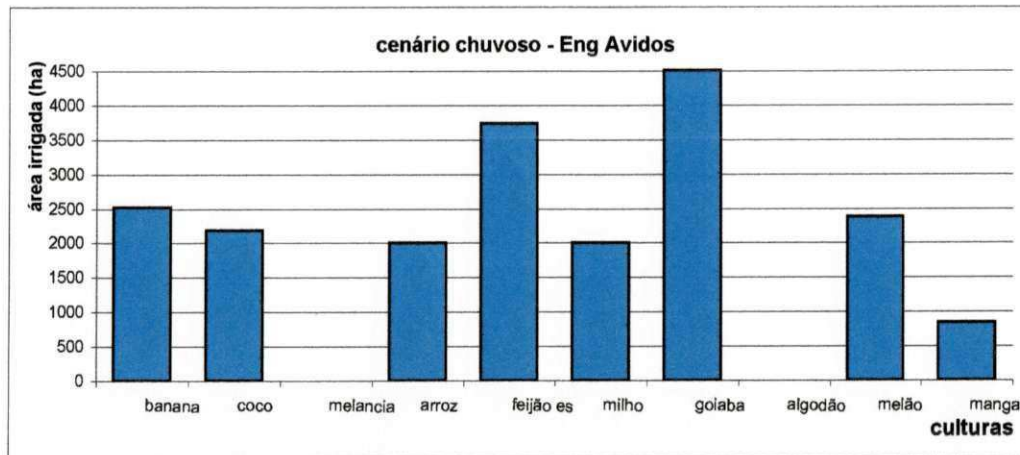


Figura 6.95 - Resultados para o cenário chuvoso

**Quadro 6.53 - Sistema Integrado - Cenário Seco Virtual - sem transposição - sem irrigação (CSVI st\_si)**

Vmax= 44,6 hm3  
 Vmin=  
 Abacia hidráulica=700 ha=7\*10<sup>6</sup>m<sup>2</sup>  
 a= 7000000  
 Vinicial (hm3)= 24,98  
 Vsust (hm3)= 14,99  
 t= 262800i 2628000

**Dados de entrada e resultados - São Gonçalo**

meses	Qafluentes m <sup>3</sup> /s	Prec. mm	Evap. mm	Vreserv. hm <sup>3</sup>	Vevapor. hm <sup>3</sup>	Vres-Vsust hm <sup>3</sup>
julho	0,00	10,3	168,6	23,87	0,695	8,88
agosto	0,00	0,0	200,1	22,52	0,787	7,53
setembro	0,00	0,0	215,9	21,16	0,808	6,17
outubro	0,04	9,7	223,2	20,01	0,799	5,02
novembro	0,00	0,0	216,2	18,78	0,736	3,79
dezembro	0,11	25,2	205,9	18,07	0,680	3,08
janeiro	0,09	102,8	182,6	17,27	0,581	2,28
fevereiro	0,05	93,3	157,2	16,22	0,476	1,23
março	0,01	83,6	141,6	15,63	0,417	0,64
abril	0,21	317,3	136,0	15,77	0,403	0,78
maio	0,49	42,4	144,8	15,77	0,429	0,78
junho	0,00	41,9	144,9	14,99	0,413	0,00

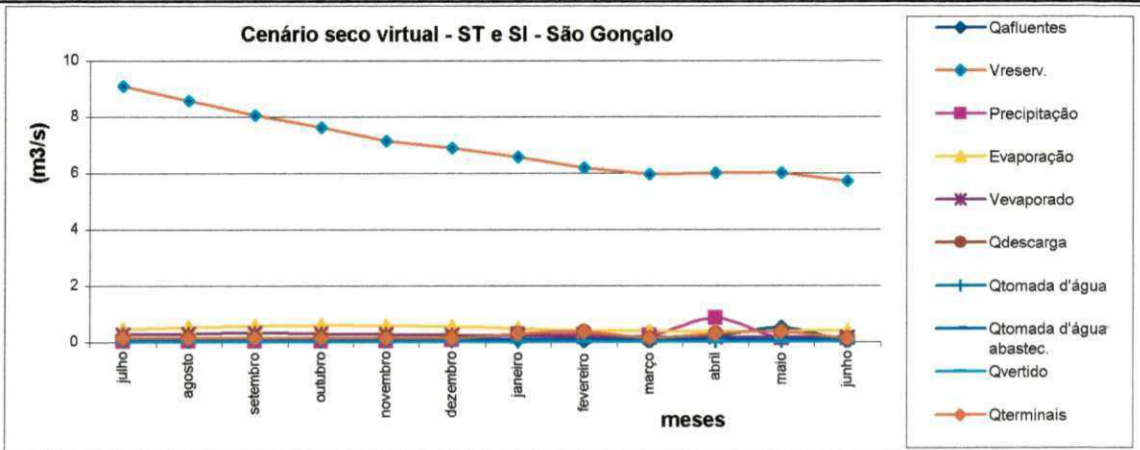


Figura A.1 - vazões afluentes e defluentes ao reservatório

meses	Qafluentes m <sup>3</sup> /s	Precipit. m <sup>3</sup> /s	Evap. m <sup>3</sup> /s	Vreserv. m <sup>3</sup> /s	Vevapor. m <sup>3</sup> /s	Qdescarga m <sup>3</sup> /s	Qt.d'água irrig.(m <sup>3</sup> /s)	Qt.d'água abast.(m <sup>3</sup> /s)	Qvertido m <sup>3</sup> /s	Qterminais m <sup>3</sup> /s
julho	0,00	0,03	0,45	9,08	0,26	0,142	0,000	0,09	0,00	0,142
agosto	0,00	0,00	0,53	8,57	0,30	0,142	0,000	0,09	0,00	0,142
setembro	0,00	0,00	0,58	8,05	0,31	0,142	0,000	0,09	0,00	0,142
outubro	0,04	0,03	0,59	7,61	0,30	0,142	0,000	0,09	0,00	0,142
novembro	0,00	0,00	0,58	7,15	0,28	0,142	0,000	0,09	0,00	0,142
dezembro	0,11	0,07	0,55	6,88	0,26	0,129	0,000	0,09	0,00	0,129
janeiro	0,09	0,27	0,49	6,57	0,22	0,300	0,000	0,09	0,00	0,300
fevereiro	0,05	0,25	0,42	6,17	0,18	0,360	0,000	0,09	0,00	0,360
março	0,01	0,22	0,38	5,95	0,16	0,129	0,000	0,09	0,00	0,129
abril	0,21	0,85	0,36	6,00	0,15	0,302	0,000	0,09	0,00	0,302
maio	0,49	0,11	0,39	6,00	0,16	0,360	0,000	0,09	0,00	0,360
junho	0,00	0,11	0,39	5,70	0,16	0,116	0,000	0,09	0,00	0,116
total	1,00	1,94	5,69	83,73	2,75	2,41	0,000	1,08	0,00	2,41
média	0,08	0,16	0,47	6,98	0,23	0,20	0,000	0,09	0,00	0,20

Piscicultura	
rec. liq.	m. de obra
(R\$)	(pescad)
40.164,56	23



**Quadro 6.54 - Sistema Integrado - Cenário Seco Virtual - sem transposição - sem irrigação (CSVI st\_si)**

Vmax= 255,00 hm<sup>3</sup>  
 Vmin=  
 Vinicial (hm<sup>3</sup>) = 114,75  
 Vsust (hm<sup>3</sup>)= 68,85  
 Abacia hidráulica=2845 ha=28,45\*10<sup>6</sup>m<sup>2</sup>  
 a= 28450000 t= 26280 2628000

Dados de entrada e resultados - Eng Avidos						
meses	Qafluentes m <sup>3</sup> /s	Prec. mm	Evap. mm	Vreserv. hm <sup>3</sup>	Vevapor. hm <sup>3</sup>	Vres-Vsust hm <sup>3</sup>
julho	0,00	0,0	206,3	111,33	2,942	42,48
agosto	0,00	0,0	231,5	107,72	3,207	38,87
setembro	0,00	0,0	222,1	104,31	2,991	35,46
outubro	0,50	133,0	237,1	103,83	3,180	34,98
novembro	0,01	0,0	226,0	100,44	2,945	31,59
dezembro	0,13	99,1	248,9	98,41	3,186	29,56
janeiro	0,00	0,0	220,4	95,12	2,739	26,27
fevereiro	0,09	73,0	170,4	93,72	2,091	24,87
março	0,12	37,9	185,2	91,86	2,233	23,01
abril	0,12	132,8	179,8	91,29	2,156	22,44
maio	0,00	15,4	184,1	88,83	2,156	19,98
junho	0,00	0,0	197,5	86,23	2,255	17,38

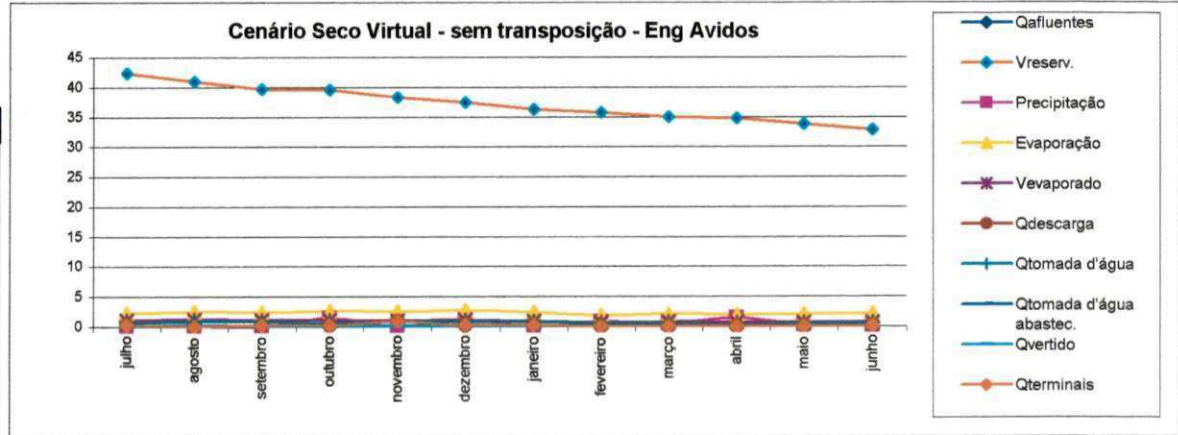


Figura A.2 - Vazões afluentes e defluentes ao reservatório

meses	Qafluentes m <sup>3</sup> /s	Precipit. m <sup>3</sup> /s	Evap. m <sup>3</sup> /s	Vreserv. m <sup>3</sup> /s	Vevapor. m <sup>3</sup> /s	Qdescarga m <sup>3</sup> /s	Qt.d'água irrig.(m <sup>3</sup> /s)	Qt.d'água abast.(m <sup>3</sup> /s)	Qvertido m <sup>3</sup> /s	Qterminais m <sup>3</sup> /s
julho	0,00	0,00	2,23	42,36	1,12	0,066	0,000	0,09	0,00	0,066
agosto	0,00	0,00	2,51	40,99	1,22	0,029	0,000	0,09	0,00	0,029
setembro	0,00	0,00	2,40	39,69	1,14	0,036	0,000	0,09	0,00	0,036
outubro	0,50	1,44	2,57	39,51	1,21	0,056	0,000	0,09	0,00	0,056
novembro	0,01	0,00	2,45	38,22	1,12	0,058	0,000	0,09	0,00	0,058
dezembro	0,13	1,07	2,69	37,45	1,21	0,072	0,000	0,09	0,00	0,072
janeiro	0,00	0,00	2,39	36,19	1,04	0,092	0,000	0,09	0,00	0,092
fevereiro	0,09	0,79	1,84	35,66	0,80	0,073	0,000	0,09	0,00	0,073
março	0,12	0,41	2,00	34,96	0,85	0,048	0,000	0,09	0,00	0,048
abril	0,12	1,44	1,95	34,74	0,82	0,033	0,000	0,09	0,00	0,033
maio	0,00	0,17	1,99	33,80	0,82	0,076	0,000	0,09	0,00	0,076
junho	0,00	0,00	2,14	32,81	0,86	0,020	0,000	0,09	0,00	0,020
total	0,97	5,32	27,16	446,38	12,21	0,66	0,00	1,08	0,00	0,66
média	0,08	0,44	2,26	37,20	1,02	0,05	0,00	0,09	0,00	0,05

Piscicultura	
rec. liq. (R\$)	m. de obra (pescad)
160.991,80	91

Vmax=capacidade do reservatório=  
 Vmin= Vinicial= 24,98  
 Vsust= 24,98  
 Abacia hidráulica=700 ha=7\*10<sup>6</sup>m<sup>2</sup>  
 a= 7000000 t= 2628 2628000

Dados de entrada e resultados - São Gonçalo						
meses	Qafluentes m <sup>3</sup> /s	Prec. mm	Evap. mm	Vreserv. hm <sup>3</sup>	Vevapor. hm <sup>3</sup>	Vres-Vini hm <sup>3</sup>
julho	0,16	15,8	168,6	23,727	0,692	-1,25
agosto	0,01	5,6	200,1	21,944	0,771	-3,04
setembro	0,00	4,5	215,9	20,118	0,776	-4,86
outubro	0,01	11,6	223,2	18,373	0,746	-6,61
novembro	0,02	44,6	216,2	16,753	0,672	-8,23
dezembro	0,04	18,5	205,9	15,333	0,597	-9,65
janeiro	0,12	41,1	182,6	14,382	0,504	-10,60
fevereiro	0,84	176,0	157,2	15,600	0,462	-9,38
março	3,88	247,2	141,6	24,957	0,605	-0,02
abril	5,06	175,6	136,0	37,095	0,803	12,12
maio	2,42	68,8	144,8	41,772	0,943	16,79
junho	0,84	34,5	144,9	42,219	0,952	17,24

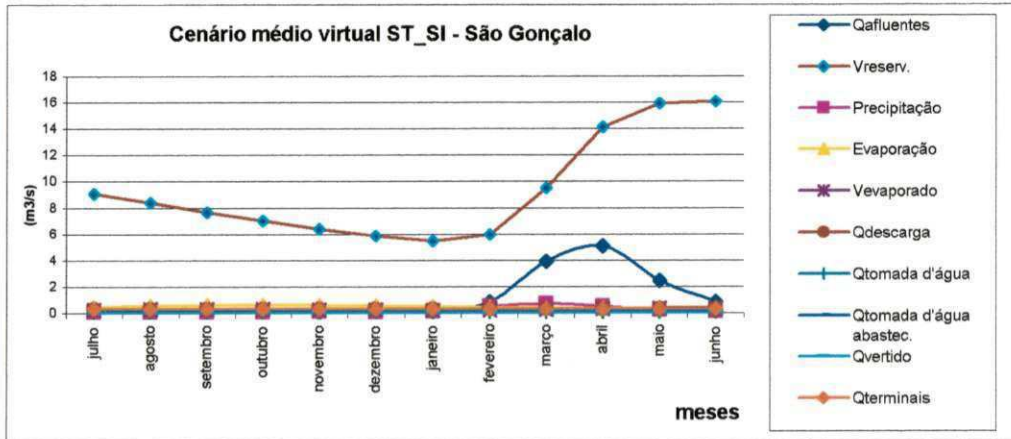


Figura A.3 - Vazões afluente e defluente ao reservatório

meses	Qafluentes m <sup>3</sup> /s	Precipit. m <sup>3</sup> /s	Evap. m <sup>3</sup> /s	Vreserv. m <sup>3</sup> /s	Vevapor. m <sup>3</sup> /s	Qdescarga m <sup>3</sup> /s	Qt.d'água irrig.(m <sup>3</sup> /s)	Qt.d'água abast.(m <sup>3</sup> /s)	Qvertido m <sup>3</sup> /s	Qterminais m <sup>3</sup> /s
julho	0,16	0,04	0,45	9,03	0,26	0,300	0,000	0,09	0,00	0,300
agosto	0,01	0,01	0,53	8,35	0,29	0,300	0,000	0,09	0,00	0,300
setembro	0,00	0,01	0,58	7,66	0,30	0,300	0,000	0,09	0,00	0,300
outubro	0,01	0,03	0,59	6,99	0,28	0,300	0,000	0,09	0,00	0,300
novembro	0,02	0,12	0,58	6,37	0,26	0,300	0,000	0,09	0,00	0,300
dezembro	0,04	0,05	0,55	5,83	0,23	0,300	0,000	0,09	0,00	0,300
janeiro	0,12	0,11	0,49	5,47	0,19	0,300	0,000	0,09	0,00	0,300
fevereiro	0,84	0,47	0,42	5,94	0,18	0,300	0,000	0,09	0,00	0,300
março	3,88	0,66	0,38	9,50	0,23	0,300	0,000	0,09	0,00	0,300
abril	5,06	0,47	0,36	14,12	0,31	0,300	0,000	0,09	0,00	0,300
maio	2,42	0,18	0,39	15,89	0,36	0,300	0,000	0,09	0,00	0,300
junho	0,84	0,09	0,39	16,07	0,36	0,300	0,000	0,09	0,00	0,300
total	13,40	2,25	5,69	111,21	3,24	3,60	0,00	1,08	0,00	3,60
média	1,12	0,19	0,47	9,27	0,27	0,30	0,00	0,09	0,00	0,30

Piscicultura	
rec. liq.	m. de obra
(R\$)	(pesca)
38.894,28	22



Vmax=capacidade do reservatório=  
 Vmin= Vinicial= 114,75  
 Abacia hidráulica=2845 ha=28,45\*10<sup>6</sup>m<sup>2</sup>  
 a= 28450000 t= 262 2628000

Dados de entrada e resultados - Eng Avidos						
meses	Qafluentes m <sup>3</sup> /s	Prec. mm	Evap. mm	Vreserv. hm <sup>3</sup>	Vevapor. hm <sup>3</sup>	Vres-Vini hm <sup>3</sup>
julho	0,36	15,5	206,3	112,66	2,972	-2,09
agosto	0,01	3,0	231,5	109,16	3,244	-5,59
setembro	0,00	4,2	222,1	105,87	3,030	-8,88
outubro	0,01	13,5	237,1	102,61	3,148	-12,14
novembro	0,02	17,2	226,0	99,66	2,925	-15,09
dezembro	0,13	35,1	248,9	96,99	3,146	-17,76
janeiro	0,30	115,1	220,4	96,21	2,766	-18,54
fevereiro	2,27	174,1	170,4	101,90	2,249	-12,85
março	9,82	235,0	185,2	127,78	2,981	13,03
abril	14,91	168,6	179,8	166,02	3,643	51,27
maio	7,47	55,8	184,1	182,55	4,050	67,80
junho	2,40	26,9	197,5	184,78	4,391	70,03

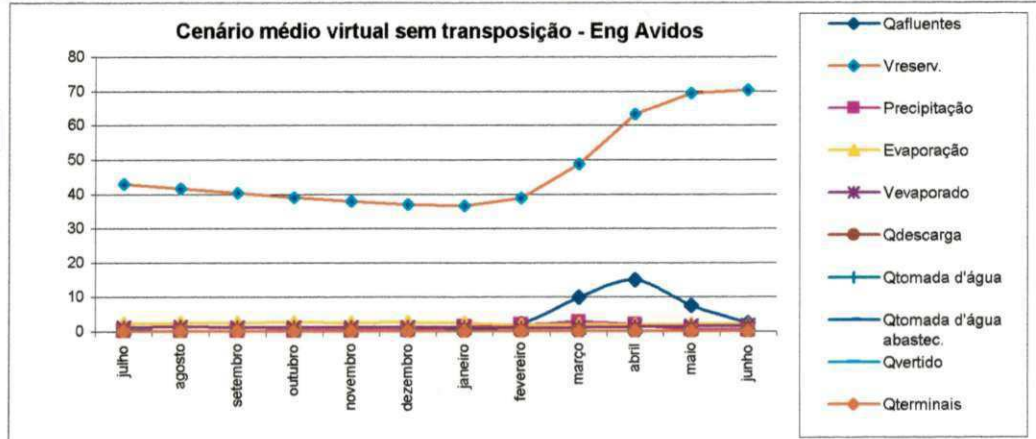


Figura A.4 - Vazões afluentes e defluentes ao reservatório

meses	Qafluentes m <sup>3</sup> /s	Precipit. m <sup>3</sup> /s	Evap. m <sup>3</sup> /s	Vreserv. m <sup>3</sup> /s	Vevapor. m <sup>3</sup> /s	Qdescarga m <sup>3</sup> /s	Qt.d'água irrig.(m <sup>3</sup> /s)	Qt.d'água abast.(m <sup>3</sup> /s)	Qvertido m <sup>3</sup> /s	Qterminais m <sup>3</sup> /s
julho	0,36	0,17	2,23	42,87	1,13	0,000	0,000	0,09	0,00	0,000
agosto	0,01	0,03	2,51	41,54	1,23	0,000	0,000	0,09	0,00	0,000
setembro	0,00	0,05	2,40	40,29	1,15	0,000	0,000	0,09	0,00	0,000
outubro	0,01	0,15	2,57	39,05	1,20	0,000	0,000	0,09	0,00	0,000
novembro	0,02	0,19	2,45	37,92	1,11	0,000	0,000	0,09	0,00	0,000
dezembro	0,13	0,38	2,69	36,91	1,20	0,000	0,000	0,09	0,00	0,000
janeiro	0,30	1,25	2,39	36,61	1,05	0,000	0,000	0,09	0,00	0,000
fevereiro	2,27	1,88	1,84	38,78	0,86	0,000	0,000	0,09	0,00	0,000
março	9,82	2,54	2,00	48,62	1,13	0,000	0,000	0,09	0,00	0,000
abril	14,91	1,83	1,95	63,17	1,39	0,000	0,000	0,09	0,00	0,000
maio	7,47	0,60	1,99	69,46	1,54	0,000	0,000	0,09	0,00	0,000
junho	2,40	0,29	2,14	70,31	1,67	0,000	0,000	0,09	0,00	0,000
<b>total</b>	<b>37,70</b>	<b>9,35</b>	<b>27,16</b>	<b>565,52</b>	<b>14,67</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>1,08</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
<b>média</b>	<b>3,14</b>	<b>0,78</b>	<b>2,26</b>	<b>47,13</b>	<b>1,22</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,09</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>

Piscicultura	
rec. líq.	m. de obra
(R\$)	(pescad)
176.972,95	100

## CAPITULO VII

# CONCLUSÕES

### 7.1. CONCLUSÕES

De acordo com os objetivos da pesquisa, as seguintes conclusões foram estabelecidas:

Operando de forma integrada os reservatórios Engenheiro Avidos e São Gonçalo, conseguem um desempenho superior ao sistema individualizado, proporcionando um maior potencial hídrico. Para todas as situações climáticas analisadas: seca, média e chuvosa, o uso múltiplo e integrado sempre demonstrou um maior potencial do que o sistema atualmente existente. Nesse contexto, a operação integrada do sistema estudado produziria uma maior eficiência global, com um gerenciamento adequado e com regras operacionais que resultem em uma distribuição racional da água.

No sistema integrado também foi analisada a influência da transposição das águas do rio São Francisco no seu desempenho, com um acréscimo de 3 m<sup>3</sup>/s às vazões afluentes. Para um ano médio a transposição das águas apresentou um aumento de 82% nas áreas irrigadas totais e na receita líquida. Para um ano seco o efeito foi ainda mais significativo, chegando a um aumento de sete vezes nas áreas irrigadas. A transposição das águas do rio São Francisco resultaria, para o sistema em questão, grandes benefícios econômicos e sociais, reduzindo consideravelmente os problemas gerados pela seca, comuns na região semi-árida do Nordeste brasileiro.

A definição, e implantação, de áreas máximas com culturas perenes, cuja lucratividade advem de um período de vários anos, requer uma maior segurança com respeito a sua sobrevivência durante períodos longos de estiagem, que é característico da região semi-árida. A área máxima definida para culturas perenes em um cenário médio, no reservatório São Gonçalo foi de 2560,6 ha; em um ano seco a área máxima foi de 1003,2 ha. Para o reservatório Engenheiro Avidos a área máxima foi de 2297,32 ha no ano médio; em um ano seco a área máxima foi de 586,18 ha.

A utilização de sistemas de irrigação mais eficientes, tais como: aspersão, microaspersão e gotejamento, produziram um aumento nas áreas irrigadas de 60 % em São Gonçalo e de 60 % em Eng. Avidos, comparando com o sistema por sulco. Os custos destes investimentos seriam compensados com uma maior área irrigada, uso racional da água e redução nas perdas de água com evaporação.

Para os cenários seco e médio, foram avaliadas as perdas de água com evaporação, chegando a conclusão de que o uso da água para irrigação se faz necessário, pois com a agricultura irrigada ocorreu uma redução de até 31 % nas perdas evaporativas, que são irreversíveis ao sistema.

De acordo com os resultados obtidos (ver páginas 63 e 66), pode-se concluir que, aparentemente, a condição de sustentabilidade hídrica exerce maior efeito na variação de área irrigada e receita líquida do que as condições de volume inicial. No entanto, mais testes são necessários para verificação destas condições, para se chegar a uma conclusão definitiva.

A capacidade de acumulação (relação entre: vazão afluente total / capacidade do reservatório) para o reservatório São Gonçalo, em um cenário médio, foi de 77,9 % ( $34,73 \text{ hm}^3 / 44,6 \text{ hm}^3$ ), este resultado caracteriza o açude como possuindo uma boa capacidade de acumulação, sendo bem dimensionado. Para o reservatório Engenheiro Avidos, no cenário médio, este percentual foi de 38,3 % ( $97,72 \text{ hm}^3 / 255,0 \text{ hm}^3$ ), ou seja, seu volume máximo é superior à real capacidade de acumulação.

A influência de captações à montante na resposta do sistema foi maior para o açude Engenheiro Avidos, chegando a uma redução de até 80% nas áreas irrigadas, caso ocorra uma redução de 30% nas vazões afluentes. Para o açude São Gonçalo uma redução de 30% nas vazões afluentes resultou em uma redução de 8% nas áreas irrigadas. A grande diferença de percentual entre os dois reservatórios deve-se a sua capacidade de armazenamento. Neste aspecto faz-se necessário um maior controle com as retiradas

indiscriminadas de água à montante destes açudes, devido aos efeitos negativos na produtividade agrícola.

A piscicultura extensiva mostrou-se ser uma atividade econômica que deve ser incentivada e desenvolvida no sistema estudado, os resultados encontrados mostraram que os benefícios financeiros e sociais são bastante significativos. Operando de forma integrada, e em um cenário médio a receita líquida anual foi de R\$ 190 mil reais, em um cenário seco a piscicultura gerou uma receita líquida anual de R\$ 149 mil reais.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADELOYE, A. J. e MONTESARI, M., "*Quantifying the water resources benefits of integrated reservoir planning*", Integrated Water Resources Management, IAHS no. 272, pp. 229-235, 2001.

ALBUQUERQUE, J. do P., Inventário hidrogeológico básico do Nordeste, folha 15, Jaguaribe-SE, SUDENE – serie hidrogeologia 32, 187 p., Recife, 1971.

ALBUQUERQUE, A. S. O., Operação ótima e integrada do sistema hídrico composto pelos reservatórios do Alto Capibaribe. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Campina Grande, 2003.

ANDRADE, P. R. G. S., Operação integrada ótima do sistema hídrico Jucazinho-Carpina, para múltiplos usos – Rio Capibaribe-PE. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal da Paraíba, Campina Grande, 2000.

BANCO DO NORDESTE S.A., Manual de Orçamentos Agropecuários – CENOP –CDE- Campina Grande, 2003.

BARBOSA, P. S. F., Modelos de programação linear em recursos hídricos. *In: Técnicas quantitativas para o gerenciamento de recursos hídricos/ organizado por Ruben La Laina Porto [et al.]*, Porto Alegre, Editora Universidade, UFRGS, ABRH, 1997.

**BARCELLOS, L. O., CORDEIRO NETTO, O. M. e CAMPANA, N. A.,** Definição de regras operativas de reservatórios com usos múltiplos: O caso da barragem do Bico da Pedra, XV Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, disponível em CD-ROM, Curitiba, 2003.

**BARROS, M. T. L.,** A programação dinâmica aplicada à engenharia de recursos hídricos. *In: Técnicas quantitativas para o gerenciamento de recursos hídricos.* Organizado por Ruben La Laina Porto [et al.], Porto Alegre, Editora Universidade, UFRGS, ABRH, 1997.

**BARTH, F. T.,** Fundamentos para a gestão dos recursos hídricos. *In: Modelos para o gerenciamento de recursos hídricos.* Editora Nobel ABRH, V.1 pp. 1-91, São Paulo, 1987.

**BELAINEH, G., PERALTA, R. C. e HUGHES, T. C.,** "Simulation/optimization modeling for water resources management ". *Journal of Water Resources Planning and Management.* V.125 (3), pp. 154-161, 1999.

**BRAGA Jr., B. P. F.,** Técnicas de otimização e simulação aplicadas em sistemas de recursos hídricos. *In: Modelos para o gerenciamento de recursos hídricos.* Editora Nobel ABRH, V.1, pp. 427-518, São Paulo, 1987.

**CAMPOS, J. N. B.,** "Vulnerabilidades hidrológicas do semi-árido às secas", *Planejamento e Políticas Públicas*, pp. 261-294, Brasília, 1997.

**CARVALLO, H. O., HOLZAPFEL, E. A., LOPEZ, M. A. & MARIÑO, M. A.,** "Irrigated cropping optimization", *Journal of Irrigation and Drainage Engineering*, vol. 124, n. 2, pp. 67-71, 1998.

**CIRILO, J. A.** Programação não linear aplicada a recursos hídricos. *In: Técnicas quantitativas para gerenciamento de recursos hídricos.* Organizado por Rubem La Laina Porto, pp. 305-359, Editora Universidade, UFRGS, ABRH, 1997, Porto Alegre.

**RELATÓRIO DA COMISSÃO ESPECIAL SUPRAPARTIDÁRIA – Relatório Final –** Assembléia Legislativa do Estado da Paraíba - agosto de 1999.

**CUNHA, L. V.**, *"Perspectivas da gestão da água para o século XXI: Desafios e Oportunidades"*, Revista Brasileira de Recursos Hídricos, v.7, n.4, pp.65-73, 2002.

**CURI, W. F. e CURI, R. C.**, Otimização integrada do reservatório Engenheiro Arcoverde e do perímetro irrigado da cidade de Condado. In: IV Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste; Recursos Hídricos, Meio Ambiente e Desenvolvimento: Um desafio para o Nordeste, disponível em CD-ROM, Campina Grande, 1998.

**CURI, W. F. e CURI, R. C.**, Modelo de otimização para operação de reservatórios (ORNAP). Universidade Federal de Campina Grande, 15 pp., 1999.

**CURI, W. F. e CURI, R. C.**, ORNAP: Optimal Reservoir Network Analysis Program. In: XIV Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos e V Simpósio de Hidráulica e Recursos Hídricos dos Países de Língua Portuguesa. Livro de resumos, Sociedade Brasileira de Recursos Hídricos, Aracaju, pp.138, 2001.

**DANDY, G. e CRAWLEY, P.**, *"Optimum operation of a multiple reservoir system including salinity effects"*. Water Resource Research, v. 28 (4), pp. 979-990, 1992.

**FAO**, *Irrigation Water Needs*. Irrigation Water Management Training, Manual 3, Rome, 1988.

**FREITAS, K. G.**, Agricultura irrigada e (des) construção de territórios – O caso de São Gonçalo, Sousa (PB). Dissertação de Mestrado. Departamento de Economia. Universidade Federal de Campina Grande, 1999.

**GOMES, H. P.**, Engenharia de Irrigação: Hidráulica dos Sistemas Pressurizados, Aspersão e Gotejamento, Editora Universitária da Universidade Federal da Paraíba, Campina Grande, 3ª.Edição, 1999.

**GRIGG, N.**, Water Resources Management: principles, regulations and cases. New York, McGraw Hill, 540 pp., 1996.

**HYDROLOGIC ENGINEERING CENTER**, "*Optimization of multi-purpose reservoir system operations: A review of modeling and analysis approaches*", Res. Doc. no. 34, U.S. Army Corps of Engineers, 1991.

**IRIS**: An interactive river system simulation program. User's manual. Resources Planning Association, Inc., Ithaca, New York, 1990.

**JAIN, S. K., GOEL, M. K. e AGARWAL, P. K.**, "*Reservoir operation studies of Sabarmati System, India*". Journal of Water Resources Planning and Management, ASCE, v.124, nº 1, pp. 31-38, 1998.

**LANNA, A. E. e MARWELL, P.**, Mohtsar - Modelo Hidrológico para o Trópico Semi-Árido, IPH, 1986.

**LANNA, A. E.**, Gestão de Recursos Hídricos. *in*: Hidrologia: Ciência e Aplicação, organizado por Carlos Tucci, Editora da Universidade, UFRGS, 2001.

**LMRS**. Laboratório de Meteorologia e Sensoriamento Remoto. Banco de Dados. Campina Grande, 1998.

**LOUCKS, D. P., STDEDINGER, J. R. e HAITH, D. A.**, Water Resources Systems Planning and Analysis, Ed. Prentice Hall, New Jersey, 559 p., 1981.

**MAIA, A. G. e VILLELA, S. M.**, Aplicação do modelo de operação de reservatórios OperRes à bacia do Rio Paraguaçu na Bahia. XV Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, Disponível em CD-ROM, Curitiba, 2003.

**MATEUS, G. R. e LUNA, H. P. L.**, Programação Não Linear, UFMG, Belo Horizonte, 1986.



**MATSUKAWA, J. FINNEY, A. B. e WILLIS, R.**, "*Conjunctive use planning in Mad River basin, California*". Journal of Water Resources Planning and Management, v.118 (2), pp. 115-131, 1992.

**MOLLE, F. e CADIER, E.**, Manual do pequeno açude. SUDENE – DPG – PRN – DPP – APR. Convênio: SUDENE/ORSTOM; SUDENE/TAPI, 524 p. Recife, 1992.

**NANDALAL, K. D. W. e SAKTHIVADIVEL, R.**, "*Planning and management of a complex water resource system: case of Samanalawewa and Udawalave reservoir in the Walawe river, Sri Lanka*". Agricultural Water Management, nº.57, pp. 207-221, 2002.

**OLIVEIRA, J. A. e LANNA, A. E. L.**, "*Otimização de um sistema de múltiplos reservatórios atendendo a múltiplos usos no Nordeste brasileiro*". Revista Brasileira de Recursos Hídricos, v. 2, nº 2, pp. 123-141, 1997.

**PDRH-PB** Plano Diretor de Recursos Hídricos do Estado da Paraíba: Diagnostico do Estado – estudo de base das bacias do rio Piancó e Alto Piranhas, disponível em CD-ROM, Scientec, João Pessoa, 1997.

**QUINTELA, A. C.**, Hidráulica, Fundação Calouste Gulbenkian, p. 310-313, Lisboa, 1981.

**RIBEIRO, M. M. R.**, Operação de um sistema de reservatórios para usos de conservação. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal da Paraíba, Campina Grande. 1990.

**SIGVALDASON, O. T.**, "*A simulation model for operating a multipurpose multireservoir system*", Water Resources Research, 12 (2), pp. 263-278, 1976.

**SILANS, A. M. B. P.; LIMA, C. A. G. e SILVA, T. C.**, "*Relações Potencialidades x Disponibilidades x Demandas para a bacia do Alto Piranhas*". Simpósio Internacional sobre Gestão de Recursos Hídricos, Gramado, 1998.

**SIMONOVIC, S. P.**, "*Reservoir systems analysis: closing gap between theory and practice*" Journal of Water Resources Planning and Management, ASCE, v.118, nº 3, pp.262-280, 1992.

**SINHA, A. K., RAO, B. V. e LALL, U.**, "*Yield model for screening multipurpose reservoir system*" *Journal of Water Resources Planning and Management*, ASCE, v.125, no. 6, pp. 325-332, 1999.

**SUDENE** – Dados Pluviométricos Mensais do Nordeste, Recife-Pernambuco, 1990.

**TEEGAVARAPU, R. S. V. e SIMONOVIC, S. P.**, "*Optimal operation of water resources systems: trade-offs between modeling and practical solutions*", *Integrated Water Resources Management*, IAHS no. 272, pp. 257-262, 2001.

**TEICH, D. H.**, "*Vai valer mais que petróleo*", artigo publicado na revista *Veja* no. 37, pp. 74-75, 2002.

**UNCED**, *Agenda 21: Programa de ação para o desenvolvimento sustentável*. Conferencia das Nações Unidas para o meio ambiente e desenvolvimento, Rio de Janeiro, 3-14 junho, 1992.

**VIANNA Jr., W. P. e LANNA, A. E. L.**, "*Simulação e otimização da operação de um sistema de reservatórios: Bacia do rio Curu*", *RBRH- Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, v.7, n.3, pp. 63-83, 2002.

**VIEIRA, V. P. P. B.**, "*Sustentabilidade do semi-árido Brasileiro: Desafios e Perspectivas*". *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, v.7, n.4, pp.105-112, 2002.

**VIEIRA, V. P. P. B.**, "*Recursos hídricos e o desenvolvimento sustentável do semi-árido Nordeste*". *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, v.1, n.1, pp. 89-107, 1996.

**WURBS, R. A.**, "*Reservoir system simulation and optimization models*". *Journal of Water Resources Planning and Management*, ASCE, v.119, nº 4, pp. 455-472, 1993.

**YEH, W. W-G.**, "*Reservoir Management and Operation Models: A State-of-the-Art Review*". *Water Resources Research*, v.21, no. 12, pp.1797-1818, 1985.

# **ANEXOS**

**Anexo 1- Dados de Cota x Área x Volume dos reservatórios Eng. Avidos e São Gonçalo**

<b>Engenheiro Avidos</b>			<b>São Gonçalo</b>		
Cota (m)	Área (m <sup>2</sup> )	Volume (m <sup>3</sup> )	Cota (m)	Área (m <sup>2</sup> )	Volume (m <sup>3</sup> )
290	560.192	160.100	226	10.000	-
291	812.942	852.800	227	40.000	22.000
292	1.092.616	1.891.800	228	86.000	96.000
294	1.733.742	4.983.500	229	160.000	250.000
296	2.491.712	9.460.700	230	260.000	442.000
298	3.384.483	15.469.400	231	420.000	780.000
299	3.889.712	19.126.400	232	646.000	1.348.000
300	4.439.822	23.275.200	233	800.000	2.050.000
301	5.039.816	27.968.100	234	988.000	2.982.000
302	5.695.312	33.264.000	235	1.150.000	4.050.000
303	6.412.542	39.231.600	236	1.356.000	5.326.000
305	8.060.192	53.483.300	237	1.600.000	6.900.000
306	9.006.142	61.939.700	238	1.922.000	8.604.000
308	11.185.712	81.999.000	239	2.240.000	10.700.000
310	13.813.897	106.988.700	240	2.626.000	13.152.000
311	15.322.912	121.636.500	241	3.000.000	15.900.000
312	16.977.341	137.896.400	242	3.444.080	19.222.000
313	18.789.549	155.911.000	243	4.000.000	23.200.000
314	20.772.512	175.829.600	244	4.716.000	27.382.000
315	22.939.821	197.809.700	245	5.200.000	32.500.000
316	25.305.683	222.016.100	246	6.158.000	38.256.000
317	27.884.911	248.628.000	247	7.000.000	44.600.000
318	30.692.941	277.803.800	248	7.890.000	52.304.000
320	37.060.192	344.661.000	250	9.896.000	70.090.000

Fonte: (PDRH-PB, 1997)



## Anexo 2 – Dados de vazão gerados pelo modelo MODHAC - 1933 à 1989.

## SUB-BACIA DO AÇUDE PÚBLICO ENGENHEIRO AVIDOS

ANO	VAZÕES MÉDIAS MENSAIS (m3/s)											
	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
1933	0,69	1,59	0,84	7,00	7,85	1,90	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08	0,06
1934	0,11	1,24	15,61	13,62	9,54	6,11	0,87	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04
1935	0,06	4,65	47,50	32,34	12,53	5,73	0,97	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
1936	0,04	1,18	4,75	3,38	0,78	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1937	0,01	1,55	6,92	9,74	7,41	2,40	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1938	0,08	0,02	4,07	15,19	7,97	2,71	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1939	0,04	1,72	8,75	9,87	4,38	0,34	0,00	0,00	0,00	0,02	0,01	0,02
1940	1,39	2,13	11,52	22,85	12,55	5,57	0,66	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1941	0,00	1,14	10,22	8,13	3,91	0,36	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00
1942	0,00	0,09	0,12	0,12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,50	0,01	0,13
1943	0,04	0,17	1,61	6,70	2,69	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,04
1944	0,00	0,00	1,93	6,30	5,39	0,89	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,54
1945	1,48	1,17	1,16	1,96	4,37	2,54	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1946	0,30	0,54	0,20	0,49	1,16	0,09	0,01	0,00	0,00	0,00	0,08	0,05
1947	0,17	2,73	20,31	38,14	6,80	1,18	0,00	0,00	0,00	0,00	0,19	0,19
1948	0,06	0,00	5,01	11,65	7,48	1,85	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,19
1949	0,00	0,41	0,18	4,86	5,02	4,28	0,28	0,00	0,00	0,00	0,31	1,30
1950	0,37	0,03	1,96	10,73	7,89	1,77	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,09
1951	0,23	0,03	0,00	0,61	0,95	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08
1952	0,02	1,12	2,78	6,73	4,97	1,58	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,35
1953	0,00	0,08	2,92	1,13	0,09	0,66	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00
1954	0,37	2,54	5,00	7,68	7,24	4,65	0,56	0,00	0,00	0,00	0,03	0,16
1955	0,39	2,63	10,64	14,90	5,28	0,59	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,20
1956	0,00	3,43	6,86	10,52	7,53	1,76	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03
1957	0,12	0,00	4,28	21,18	6,28	0,87	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06
1958	0,02	0,19	0,37	2,44	0,11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04
1959	0,19	1,57	6,99	5,80	1,36	0,03	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
1960	0,04	0,02	14,23	13,10	4,70	0,54	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1961	0,52	3,48	9,06	15,72	6,48	1,24	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1962	0,07	1,76	3,99	8,25	4,88	2,12	0,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,09
1963	0,11	2,00	68,85	9,37	5,17	0,57	0,02	0,00	0,00	0,00	0,01	0,13
1964	0,23	1,99	7,16	41,46	11,37	6,53	1,44	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00
1965	0,07	0,00	0,86	11,86	9,56	5,15	1,41	0,02	0,00	0,04	0,00	0,00
1966	0,02	3,24	2,34	1,10	0,87	0,13	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,06
1967	0,09	3,01	6,30	49,03	33,60	5,30	0,44	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02
1968	0,23	0,78	5,08	9,14	6,21	1,87	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,02
1969	0,06	0,83	3,03	8,52	6,13	3,46	0,62	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1970	0,37	0,11	5,17	4,06	2,82	0,01	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,01
1971	0,25	3,05	8,98	38,15	11,58	6,33	1,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1972	0,90	3,61	7,24	9,14	6,40	1,91	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,85
1973	2,10	0,18	4,20	40,68	14,85	5,24	1,23	0,08	0,00	0,00	0,00	0,02
1974	1,09	7,66	61,42	57,92	10,63	3,57	0,20	0,00	0,00	0,01	0,01	0,03
1975	0,59	4,18	29,35	25,98	15,93	5,07	2,24	0,14	0,00	0,00	0,00	0,01
1976	0,01	4,72	11,99	9,05	3,82	0,15	0,00	0,00	0,02	0,00	0,01	0,00
1977	0,08	0,36	6,28	20,99	26,49	6,71	2,85	0,03	0,00	0,00	0,00	0,49
1978	0,09	1,28	7,30	5,04	5,40	2,70	0,16	0,13	0,00	0,00	0,00	0,00



1959	0,28	0,77	2,71	2,80	1,15	0,18	0,02	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00
1960	0,08	0,01	13,65	3,19	1,35	0,23	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1961	0,24	1,53	1,20	6,75	2,44	0,57	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1962	0,01	0,23	1,33	4,84	2,04	0,66	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05
1963	0,05	0,35	18,93	3,13	2,15	0,38	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,02
1964	0,03	0,50	0,73	1,49	2,02	1,47	0,16	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
1965	0,12	0,18	0,63	15,01	4,38	1,51	0,63	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00
1966	0,00	0,68	0,56	0,03	0,08	0,23	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1967	0,08	1,35	4,33	12,65	9,35	1,75	0,16	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
1968	0,03	0,04	11,53	3,00	1,83	0,34	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
1969	0,20	0,76	1,95	5,80	2,22	0,98	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1970	0,21	0,16	2,25	2,32	1,24	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00
1971	0,18	3,41	9,87	8,68	3,18	2,47	1,20	0,03	0,00	0,01	0,00	0,00
1972	0,21	0,61	1,97	1,87	1,36	0,33	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,27
1973	0,29	0,02	0,85	16,21	4,01	1,21	0,17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1974	0,09	0,95	5,46	17,44	3,56	1,27	0,09	0,00	0,00	0,00	0,09	0,00
1975	0,36	1,11	3,29	8,30	4,14	1,35	0,34	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1976	0,00	0,47	0,98	1,17	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00
1977	0,08	0,26	19,40	7,61	4,28	1,47	0,15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,13
1978	0,19	0,94	2,37	0,84	0,73	0,07	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1979	0,04	0,57	1,28	2,49	1,91	0,47	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1980	0,12	0,65	15,56	1,66	0,27	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1981	0,06	0,20	11,63	4,89	0,92	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,11	0,02
1982	0,02	0,02	1,24	0,87	2,35	0,75	0,00	0,00	0,00	0,02	0,11	0,00
1983	0,01	0,86	0,54	0,24	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1984	0,01	0,00	1,52	6,75	3,81	2,16	0,32	0,00	0,00	0,00	0,02	0,04
1985	0,63	11,86	12,95	22,59	10,50	2,49	1,33	0,11	0,00	0,00	0,00	0,04
1986	0,06	0,62	2,08	8,20	4,82	1,47	0,19	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00
1987	0,02	0,19	0,82	0,42	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
1988	0,02	0,05	0,67	2,34	4,07	1,30	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,07
1989	0,40	0,00	0,23	7,51	5,09	2,04	0,58	0,00	0,09	0,01	0,00	0,22

**Parâmetros  
Estatísticos**

<b>Med</b>	0,12	0,84	3,88	5,06	2,42	0,84	0,16	0,01	0,00	0,01	0,02	0,04
<b>S</b>	0,17	1,79	4,97	4,92	2,05	0,82	0,32	0,02	0,01	0,06	0,04	0,08
<b>CV</b>	1,441	2,128	1,281	0,972	0,844	0,984	2,076	3,598	6,084	5,808	2,233	1,875

Med = média    S = desvio padrão    CV = coeficiente de variação  
Fonte: (PDRH-PB, 1997)