



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA

CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA

CURSO DE PÓS GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

CAMPUS II - CAMPINA GRANDE

**ESTUDO DA OTIMIZAÇÃO DO USO DOS RECURSOS HÍDRICOS
DOS AÇUDES SANTA INÊS, CONDADO, SERRA VERMELHA I,
PIRANHAS, VIDEO, VAZANTE E POÇO REDONDO
NA BACIA DO RIO PIANCÓ-PB.**

CARLOS ANDRÉ BARBOSA DA SILVA

CAMPINA GRANDE

ABRIL - 2004

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

**ESTUDO DA OTIMIZAÇÃO DO USO DOS RECURSOS HÍDRICOS DOS AÇUDES
SANTA INÊS, CONDADO, SERRA VERMELHA I, PIRANHAS, VIDEO, VAZANTE
E POÇO REDONDO NA BACIA DO RIO PIANCÓ - PB.**

CARLOS ANDRÉ BARBOSA DA SILVA

CAMPINA GRANDE-PB
ABRIL DE 2004

CARLOS ANDRÉ BARBOSA DA SILVA

**ESTUDO DA OTIMIZAÇÃO DO USO DOS RECURSOS HÍDRICOS DOS AÇUDES
SANTA INÊS, CONDADO, SERRA VERMELHA I, PIRANHAS, VIDEO, VAZANTE E
POÇO REDONDO NA BACIA DO RIO PIANCÓ - PB.**

Dissertação apresentada ao curso de pós-graduação
em Engenharia Civil, 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
ABRIL DE 2004**



S586e Silva, Carlos André Barbosa da
2004 Estudo da otimização do uso dos recursos hídricos dos açudes Santa Inês, Condado, Serra Vermelha I, Piranhas, Vídeio, Vazante e Poço Redondo na Bacia do Rio Piancó – PB / Carlos André Barbosa da Silva. – Campina Grande: UFCG, 2004.

182p. il.

Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental)
UFCG/CCT/DEC.

Inclui bibliografia.

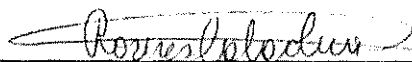
1. Recursos hídricos 2. Reservatório 3. Otimização I. Título

CDU:556.5

CARLOS ANDRÉ BARBOSA DA SILVA

**ESTUDO DA OTIMIZAÇÃO DO USO DOS RECURSOS HÍDRICOS DOS AÇUDES
SANTA INÊS, CONDADO, SERRA VERMELHA I, PIRANHAS, VIDEO, VAZANTE E
POÇO REDONDO NA BACIA DO RIO PIANCÓ.**

APROVADA EM 26 / 04 / 2004



ROSIRES CATÃO CURI (DEC/UFCG)

ORIENTADORA



WILSON FADLO CURI (DF/UFCG)

ORIENTADOR



FREDERICO FÁBIO MAUAD (SHS/USP)

EXAMINADOR EXTERNO



MÔNICA DE AMORIM COURA (DEC/UFCG)

EXAMINADOR INTERNO

CAMPINA GRANDE-PB

ABRIL DE 2004

DEDICATÓRIA

A minha mãe Eronilda Barbosa da Silva, meus irmãos Patrício Alexandre Barbosa da Silva e Cláudia Cristina Barbosa da Silva, a minha namorada Suênia Oliveira Vasconcelos e a todos de minha Família, DEDICO.

AGRADECIMENTOS

Antes de tudo e de todos, a DEUS em sua Trindade Santa, pois: “Tudo é do Pai, toda honra e toda Glória, é Dele a vitória alcançada em minha vida...”.

A minha mãe, meus irmãos e familiares pelo constante apoio e incentivo. Ao grande amigo Osvalcêlio Mercês Furtunato, do qual considero-o um irmão, por todas as vezes que, infalivelmente, esteve pronto a servir e pelo apoio financeiro, dado a mim no início do curso.

A minha namorada Suênia Oliveira Vasconcelos, pessoa que vive em meu coração e grande companheira nessa caminhada.

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

Aos professores da AERH e AESA, pelos ensinamentos e convívio durante todo curso. A todos os funcionários da AERH: Vera Lúcia, Ismael, Dona Alzira, Aurezinha, Raul, Ronaldo, Valdomiro, Leidimar e Aroldo, pela disposição dos serviços e o tão harmonioso convívio.

Aos colegas: Alcídiney, Cícero Lima, Elton Cruz, Hugo, Walszon Lopes, Aldo Sidney, Kennedy Flávio, Leonardo Neves, Herbete Hálam, Paulo Serrano, Araújo, Djalena Marques, Sérgio, Rosinete, Tatiana e todos que direta ou indiretamente contribuíram e incentivaram o desenvolvimento deste trabalho.

A Coordenação do Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Beatriz Ceballos (ex-coordenadora) e Rosires Catão Curi, atual coordenadora, e a secretária da coordenação Josete, pela resolução ágil dos termos burocráticos do curso.

Ao Conselho de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo financiamento deste projeto através do CT-HIDRO.

Ao Laboratório de Meteorologia e Sensoriamento Remoto da Paraíba (LMRS) na pessoa de Carlos Lamarque e Carmem pelos dados disponibilizados.

Aos professores Wilton e Cleide M. D. P. S e Silva, do Departamento de Física da UFCG, pela disponibilidade do *software* LabFit. E ao professor Lívio José da Silva do DEM, pela sua preciosa contribuição.

Aos componentes da banca examinadora pelas contribuições para melhoria deste trabalho.

Enfim, a todos que direta ou indiretamente contribuíram para esta realização.

SUMÁRIO

DEDICATÓRIAS.....	i
AGRADECIMENTOS.....	ii
LISTA DE FIGURAS.....	vi
LISTA DE TABELAS.....	vii
LISTA DE SÍMBOLOS.....	xiii
RESUMO.....	xvi
ABSTRACT.....	xvii

CAPÍTULO I

1.1 INTRODUÇÃO.....	1
1.2 OBJETIVOS.....	3
1.2.1 Objetivos Específicos.....	3
1.3 O PLANEJAMENTO E GERENCIAMENTO NO SISTEMAS DE RECURSOS HÍDRICOS.....	4
1.4 OS MODELOS DE ANÁLISE DE SISTEMA DE RECURSOS HÍDRICOS.....	5
1.4.1 Modelos.....	5
1.4.2 Simulação.....	6
1.4.3 Programação Linear (PL).....	6
1.4.4 Programação Dinâmica (PD).....	7
1.4.5 Programação Não-Linear (PNL).....	7
1.5 ESTADO DA ARTE DE ANÁLISE DE SISTEMAS DE RESERVATÓRIO.....	8
1.6 ORGANIZAÇÃO.....	10

CAPÍTULO II

2 DESCRIÇÃO DA REGIÃO.....	11
2.1 Aspectos Fisiográficos.....	11
2.1.1 Localização.....	11
2.1.2 Solos.....	12
2.1.3 Vegetação.....	15
2.2 Aspectos Climáticos.....	15
2.3 Aspectos Hidrológicos.....	17
2.3.1 O Rio Principal.....	17
2.3.2 A Bacia.....	17

CAPÍTULO III

3 O MODELO DE OTIMIZAÇÃO.....	18
3.1 Generalidades.....	18
3.2 Aspectos Matemáticos do Modelo.....	19
3.2.1 Da Agricultura Irrigada.....	19
3.2.2 Dos Reservatórios e Seus Componentes.....	24
3.2.3 Outros Componentes do Sistema.....	27
3.2.4 Análise de Convergência da Otimização.....	28
3.3 Fluxograma do modelo.....	29

CAPÍTULO IV

4 DESCRIÇÃO E DADOS DO SISTEMA EM ESTUDO.....	32
4.1 Descrição do Sistema.....	32
4.2 Dados do Sistema em Estudo.....	34
4.2.1 Precipitação.....	34
4.2.2 Vazões Afluentes aos Reservatórios.....	35
4.2.3 Evaporação nos Reservatórios.....	35
4.2.4 Abastecimento Urbano.....	35
4.2.5 Irrigação.....	36
4.2.6 Dados do Sistema de Irrigação.....	36
4.2.7 Piscicultura.....	39
4.2.8 Dados dos Reservatórios.....	39
4.2.8.1 Relações cota x área x volume.....	40
4.2.8.2 Volumes Máximos e Mínimos nos Reservatórios.....	41
4.2.8.3 Vazões Máximos e Mínimos Permitidas.....	41
4.2.8.4 Descarregador e Vertedouros.....	42

CAPÍTULO V

5 DEFINIÇÕES DOS CENÁRIOS.....	44
---------------------------------------	-----------

CAPÍTULO VI

6 ANÁLISES E DISCUSSÕES DOS RESULTADOS.....	50
6.1 Açude SANTA INÊS.....	51
6.1.1 Cenário Padrão.....	51

6.1.2 Cenário Normal.....	52
6.1.3 Cenário Chuvoso.....	53
6.1.4 Cenário Seco.....	54
6.2 Açude CONDADO.....	54
6.2.1 Cenário Padrão.....	54
6.2.2 Cenário Normal.....	55
6.2.3 Cenário Chuvoso.....	56
6.2.4 Cenário Seco.....	57
6.3 Açude POÇO REDONDO.....	57
6.3.1 Cenário Padrão.....	57
6.3.2 Cenário Normal.....	58
6.3.3 Cenário Chuvoso.....	59
6.3.4 Cenário Seco.....	59
6.4 Açude PIRANHAS.....	60
6.4.1 Cenário Padrão.....	60
6.4.2 Cenário Normal.....	61
6.4.3 Cenário Chuvoso.....	61
6.4.4 Cenário Seco.....	62
6.5 Açude SERRA VERMELHA I.....	63
6.5.1 Cenário Padrão.....	63
6.5.2 Cenário Normal.....	64
6.5.3 Cenário Chuvoso.....	64
6.5.4 Cenário Seco.....	65
6.6 Açude VIDÉO.....	66
6.6.1 Cenário Padrão.....	66
6.6.2 Cenário Normal.....	66
6.6.3 Cenário Chuvoso.....	67
6.6.4 Cenário Seco.....	68
6.7 Açude VAZANTE.....	68
6.7.1 Cenário Padrão.....	69
6.7.2 Cenário Normal.....	69
6.7.3 Cenário Chuvoso.....	70
6.7.4 Cenário Seco.....	70

CAPÍTULO VII

7 CONCLUSÕES	128
---------------------------	------------

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	132
--	------------

ANEXOS.....	138
--------------------	------------

LISTA DE FIGURAS

<i>Figura 2.1 – Localização da Bacia do Rio Piancó no Estado da Paraíba.....</i>	12
<i>Figura 2.2 – Bacia do Rio Piancó e os reservatórios envolvidos.....</i>	13
<i>Figura 3.1 – Fluxograma para o modelo.....</i>	31
<i>Figura 4.1 – Configuração do Sistema Hidrico em Estudo.....</i>	33
<i>Figura 6.1.1 - Comportamento do reservatório Santa Inês no cenário padrão.....</i>	72
<i>Figura 6.1.2 - Alocação da área irrigada para cada cultura em Santa Inês no cenário padrão.....</i>	73
<i>Figura 6.1.3 - Comportamento do reservatório de Santa Inês no cenário normal.....</i>	74
<i>Figura 6.1.4 - Alocação da área irrigada para cada cultura Santa Inês no cenário normal.....</i>	75
<i>Figura 6.1.5 - Comportamento do reservatório de Santa Inês no cenário chuvoso.....</i>	76
<i>Figura 6.1.6 - Alocação da área irrigada para cada cultura em Santa Inês no cenário chuvoso.....</i>	77
<i>Figura 6.1.7 - Comportamento do reservatório de Santa Inês no cenário seco.....</i>	78
<i>Figura 6.1.8 - Alocação da área irrigada para cada cultura em Santa Inês no cenário seco.....</i>	79
<i>Figura 6.2.1 - Comportamento do reservatório de Condado no cenário padrão.....</i>	80
<i>Figura 6.2.2 - Alocação da área irrigada para cada cultura em Condado no cenário padrão.....</i>	81
<i>Figura 6.2.3 - Comportamento do reservatório de Condado no cenário normal.....</i>	82
<i>Figura 6.2.4 - Alocação da área irrigada para cada cultura em Condado no cenário normal.....</i>	83
<i>Figura 6.2.5 - Comportamento do reservatório de Condado no cenário padrão.....</i>	84
<i>Figura 6.2.6 - Alocação da área irrigada para cada cultura em Condado no cenário padrão.....</i>	85
<i>Figura 6.2.7 - Comportamento do reservatório de Condado no cenário padrão.....</i>	86
<i>Figura 6.2.8 - Alocação da área irrigada para cada cultura em Condado no cenário padrão.....</i>	87
<i>Figura 6.3.1 - Comportamento de reservatório de Poço Redondo no cenário padrão.....</i>	88
<i>Figura 6.3.2 - Alocação da área irrigada para cada cultura em Poço Redondo no cenário padrão.....</i>	89
<i>Figura 6.3.3 - Comportamento do reservatório de Poço Redondo no cenário normal.....</i>	90
<i>Figura 6.3.4 - Alocação da área irrigada para cada cultura em Poço Redondo no cenário normal.....</i>	91
<i>Figura 6.3.5 - Comportamento do reservatório de Poço Redondo no cenário chuvoso.....</i>	92
<i>Figura 6.3.6 - Alocação da área irrigada para cada cultura em Poço Redondo no cenário chuvoso.....</i>	93
<i>Figura 6.3.7 - Comportamento do reservatório de Poço Redondo no cenário seco.....</i>	94
<i>Figura 6.3.8 - Alocação da área irrigada para cada cultura em Poço Redondo no cenário seco.....</i>	95
<i>Figura 6.4.1 - Comportamento do reservatório Piranhas no cenário padrão.....</i>	96
<i>Figura 6.4.2 - Alocação da área irrigada para cada cultura em Piranhas no cenário padrão.....</i>	97
<i>Figura 6.4.3 - Comportamento do reservatório Piranhas no cenário normal.....</i>	98
<i>Figura 6.4.4 - Alocação da área irrigada para cada cultura em Piranhas no cenário normal.....</i>	99

<i>Figura 6.4.5 - Comportamento do reservatório Piranhas no cenário chuvoso.....</i>	<i>100</i>
<i>Figura 6.4.6 - Alocação da área irrigada para cada cultura em Piranhas no cenário chuvoso.....</i>	<i>101</i>
<i>Figura 6.4.7 - Comportamento do reservatório Piranhas no cenário seco.....</i>	<i>102</i>
<i>Figura 6.4.8 - Alocação da área irrigada para cada cultura em Piranhas no cenário seco.....</i>	<i>103</i>
<i>Figura 6.5.1 - Comportamento do reservatório de Serra Vermelha I no cenário padrão.....</i>	<i>104</i>
<i>Figura 6.5.2 - Alocação da área irrigada para cada cultura em Serra Vermelha I no cenário padrão.....</i>	<i>105</i>
<i>Figura 6.5.3 - Comportamento do reservatório de Serra Vermelha I no cenário normal.....</i>	<i>106</i>
<i>Figura 6.5.4 - Alocação da área irrigada para cada cultura em Serra Vermelha I no cenário normal.....</i>	<i>107</i>
<i>Figura 6.5.5 - Comportamento do reservatório de Serra Vermelha I no cenário chuvoso.....</i>	<i>108</i>
<i>Figura 6.5.6 - Alocação da área irrigada para cada cultura em Serra Vermelha I no cenário chuvoso.....</i>	<i>109</i>
<i>Figura 6.5.7 - Comportamento do reservatório de Serra Vermelha I no cenário seco.....</i>	<i>110</i>
<i>Figura 6.5.8 - Alocação da área irrigada para cada cultura em Serra Vermelha I no cenário seco.....</i>	<i>111</i>
<i>Figura 6.6.1 - Comportamento do reservatório de Video no cenário padrão.....</i>	<i>112</i>
<i>Figura 6.6.2 - Alocação da área irrigada para cada cultura em Video no cenário padrão.....</i>	<i>113</i>
<i>Figura 6.6.3 - Comportamento do reservatório de Video no cenário padrão.....</i>	<i>114</i>
<i>Figura 6.6.4 - Alocação da área irrigada para cada cultura em Video no cenário padrão.....</i>	<i>115</i>
<i>Figura 6.6.5 - Comportamento do reservatório de Video no cenário chuvoso.....</i>	<i>116</i>
<i>Figura 6.6.6 - Alocação da área irrigada para cada cultura em Video no cenário chuvoso.....</i>	<i>117</i>
<i>Figura 6.6.7 - Comportamento do reservatório de Video no cenário seco.....</i>	<i>118</i>
<i>Figura 6.6.8 - Alocação da área irrigada para cada cultura em Video no cenário seco.....</i>	<i>119</i>
<i>Figura 6.7.1 - Comportamento do reservatório de Vazante no cenário padrão.....</i>	<i>120</i>
<i>Figura 6.7.2 - Alocação da área irrigada para cada cultura em Vazante no cenário padrão.....</i>	<i>121</i>
<i>Figura 6.7.3 - Comportamento do reservatório de Vazante no cenário normal.....</i>	<i>122</i>
<i>Figura 6.7.4 - Alocação da área irrigada para cada cultura em Vazante no cenário normal.....</i>	<i>123</i>
<i>Figura 6.7.5 - Comportamento do reservatório de Vazante no cenário chuvoso.....</i>	<i>124</i>
<i>Figura 6.7.6 - Alocação da área irrigada para cada cultura em Vazante no cenário chuvoso.....</i>	<i>125</i>
<i>Figura 6.7.7 - Comportamento do reservatório de Vazante no cenário seco.....</i>	<i>126</i>
<i>Figura 6.7.8 - Alocação da área irrigada para cada cultura em Vazante no cenário seco.....</i>	<i>127</i>

LISTA DE TABELAS

<i>Tabela 2.1 – Temperatura média mensal (°C), Número Mensal Médio de Horas Diárias de Insolação, Médias Mensais da Umidade Relativa do Ar (%), Velocidade Média Mensal do Vento (m/s).....</i>	16
<i>Tabela 2.2 – Dados de evaporação média mensal do Tanque Classe A, Precipitação média mensal obtida através do método de Thiessen para a bacia do rio Piancó (mm).....</i>	16
<i>Tabela 3.1 – Elementos de entrada para o modelo.....</i>	30
<i>Tabela 4.1 – Dados de evaporação média mensal do Tanque Classe A.....</i>	35
<i>Tabela 4.2 – Dados das características culturais.....</i>	37
<i>Tabela 4.3 – Distribuição dos coeficientes de cultivo (Kc's) das culturas no ano hidrológico.....</i>	37
<i>Tabela 4.4 – Dados do sistema de irrigação aplicado as culturas.....</i>	38
<i>Tabela 4.5 – Plano cultural para a irrigação.....</i>	38
<i>Tabela 4.6 – Cota do nível de água a partir do volume do reservatório.....</i>	40
<i>Tabela 4.7 – Área da bacia hidráulica a partir da cota do reservatório.....</i>	40
<i>Tabela 4.8 – Volume do reservatório a partir da cota do reservatório.....</i>	41
<i>Tabela 4.9 – Dados de volumes máximos e mínimos dos reservatórios.....</i>	41
<i>Tabela 4.10 – Dados das tomadas d'água usados para obtenção das vazões mensais a serem liberados pelos reservatórios.....</i>	42
<i>Tabela 4.11 – Parâmetro adotados para estimativa das vazões vertentes máximas.....</i>	43
<i>Tabela 5.1 – Dados de vazão afluente ao reservatório de Santa Inês.....</i>	46
<i>Tabela 5.2 – Dados de precipitação sobre a bacia hidráulica do reservatório de Santa Inês.....</i>	46
<i>Tabela 5.3 – Dados de vazão afluente ao reservatório de Condado.....</i>	46
<i>Tabela 5.4 – Dados de precipitação sobre a bacia hidráulica do reservatório de Condado.....</i>	46
<i>Tabela 5.5 – Dados de vazão afluente ao reservatório de Poço Redondo.....</i>	46
<i>Tabela 5.6 – Dados de precipitação sobre a bacia hidráulica do reservatório de Poço Redondo.....</i>	46
<i>Tabela 5.7 – Dados de vazão afluente ao reservatório de Piranhas.....</i>	47
<i>Tabela 5.8 – Dados de precipitação sobre a bacia hidráulica do reservatório de Piranhas.....</i>	47
<i>Tabela 5.9 – Dados de vazão afluente ao reservatório de Serra Vermelha I.....</i>	47
<i>Tabela 5.10 – Dados de precipitação sobre a bacia hidráulica do reservatório de Serra Vermelha I.....</i>	47
<i>Tabela 5.11 – Dados de vazão afluente ao reservatório de Video.....</i>	47
<i>Tabela 5.12 – Dados de precipitação sobre a bacia hidráulica do reservatório de Video.....</i>	47
<i>Tabela 5.13 – Dados de vazão afluente ao reservatório de Vazante.....</i>	48
<i>Tabela 5.14 – Dados de precipitação sobre a bacia hidráulica do reservatório de Vazante.....</i>	48
<i>Tabela 5.15 – Média das características das culturas com receita líquida positiva.....</i>	49
<i>Tabela 5.16 – Distribuição dos coeficientes de cultivos médios (Kc's) com receita líquida positiva.....</i>	49
<i>Tabela 6.1 – Potencial econômico do uso da água para piscicultura ao invés de irrigação no cenário padrão.....</i>	71
<i>Tabela 6.1.1 – Dados hidrológicos e resultados (Santa Inês cenário padrão).....</i>	72

<i>Tabela 6.1.2 - Dados hidrológicos e resultados em m³/s (Santa Inês cenário padrão)</i>	72
<i>Tabela 6.1.3 - Resultados referentes as culturas irrigadas (Santa Inês cenário padrão).....</i>	73
<i>Tabela 6.1.4 - Resultados referentes a piscicultura (Santa Inês cenário padrão).....</i>	73
<i>Tabela 6.1.5 - Dados hidrológicos e resultados (Santa Inês cenário normal).....</i>	74
<i>Tabela 6.1.6 - Dados hidrológicos e resultados em m³/s (Santa Inês cenário normal)</i>	74
<i>Tabela 6.7 - Resultados referentes as culturas irrigadas (Santa Inês cenário normal)</i>	75
<i>Tabela 6.8 - Resultado referentes a piscicultura (Santa Inês cenário normal).....</i>	75
<i>Tabela 6.1.9 - Dados hidrológicos e resultados (Santa Inês cenário chuvoso).....</i>	76
<i>Tabela 6.1.10 - Dados hidrológicos e resultados em m³/s (Santa Inês cenário chuvoso).....</i>	76
<i>Tabela 6.1.11 - Resultados referentes as culturas irrigadas (Santa Inês cenário chuvoso).....</i>	77
<i>Tabela 6.1.12 - Resultado referente a piscicultura (Santa Inês cenário chuvoso).....</i>	77
<i>Tabela 6.1.13 - Dados hidrológicos e resultados (Santa Inês cenário seco).....</i>	78
<i>Tabela 6.1.14 - Dados hidrológicos e resultados em m³/s (Santa Inês cenário seco)..</i>	78
<i>Tabela 6.1.15 - Resultados referentes as culturas irrigadas (Santa Inês cenário seco).....</i>	79
<i>Tabela 6.1.16 - Resultados referentes a piscicultura (Santa Inês cenário seco).....</i>	79
<i>Tabela 6.2.1 - Dados hidrológicos e resultados (Condado cenário padrão).....</i>	80
<i>Tabela 6.2.2 - Dados hidrológicos e resultados em m³/s (Condado cenário padrão)..</i>	80
<i>Tabela 6.2.3 - Resultados referentes as culturas irrigadas (Condado cenário padrão)</i>	81
<i>Tabela 6.2.4 - Resultado referentes a piscicultura (Condado cenário padrão).....</i>	81
<i>Tabela 6.2.5 - Dados hidrológicos e resultados (Condado cenário normal).....</i>	82
<i>Tabela 6.2.6 - Dados hidrológicos e resultados em m³/s (Condado cenário normal)..</i>	82
<i>Tabela 6.2.7 - Resultados referentes as culturas irrigadas (Condado cenário normal)</i>	83
<i>Tabela 6.2.8 - Resultado referentes a piscicultura (Condado cenário normal).....</i>	83
<i>Tabela 6.2.9 - Dados hidrológicos e resultados (Condado cenário chuvoso).....</i>	84
<i>Tabela 6.2.10 - Dados hidrológicos e resultados em m³/s (Condado cenário chuvoso).....</i>	84
<i>Tabela 6.2.11 - Resultados referentes as culturas irrigadas (Condado cenário chuvoso).....</i>	85
<i>Tabela 6.2.12 - Resultado referentes a piscicultura (Condado cenário chuvoso).....</i>	85
<i>Tabela 6.2.13 - Dados hidrológicos e resultados (Condado cenário seco).....</i>	86
<i>Tabela 6.2.14 - Dados hidrológicos e resultados em m³/s (Condado cenário seco)....</i>	86
<i>Tabela 6.2.15 - Resultados referentes as culturas irrigadas (Condado cenário seco)..</i>	87
<i>Tabela 6.2.16 - Resultado referentes a piscicultura (Condado cenário seco).....</i>	87
<i>Tabela 6.3.1 - Dados hidrológicos e resultados (Poço Redondo cenário padrão).....</i>	88
<i>Tabela 6.3.2 - Dados hidrológicos e resultados em m³/s (Santa Inês cenário padrão)</i>	88
<i>Tabela 6.3.3 - Resultados referentes as culturas irrigadas (Poço Redondo cenário padrão).....</i>	89
<i>Tabela 6.3.4 - Resultado referente a piscicultura (Poço Redondo cenário padrão)....</i>	89
<i>Tabela 6.3.5 - Dados hidrológicos e resultados (Poço Redondo cenário normal).....</i>	90
<i>Tabela 6.3.6 - Dados hidrológicos e resultados em m³/s (Poço Redondo cenário normal).....</i>	90
<i>Tabela 6.3.7 - Resultados referentes as culturas irrigadas (Poço Redondo cenário normal).....</i>	91
<i>Tabela 6.3.8 - Resultado referente a piscicultura (Poço Redondo cenário normal)....</i>	91
<i>Tabela 6.3.9 - Dados hidrológicos e resultados (Poço Redondo cenário chuvoso).....</i>	92

<i>Tabela 6.3.10 - Dados hidrológicos e resultados em m3/s (Poço Redondo cenário chuvoso).....</i>	<i>92</i>
<i>Tabela 6.3.11 - Resultados referentes as culturas irrigadas (Poço Redondo cenário chuvoso).....</i>	<i>93</i>
<i>Tabela 6.3.12 - Resultado referentes a piscicultura (Poço Redondo cenário chuvoso)</i>	<i>93</i>
<i>Tabela 6.3.13 - Dados hidrológicos e resultados (Poço Redondo cenário seco).....</i>	<i>94</i>
<i>Tabela 6.3.14 - Dados hidrológicos e resultados em m3/s (Poço Redondo cenário seco).....</i>	<i>94</i>
<i>Tabela 6.3.15 - Resultados referentes as culturas irrigadas (Poço Redondo cenário seco).....</i>	<i>95</i>
<i>Tabela 6.3.16 - Resultado referente a piscicultura (Poço Redondo cenário seco).....</i>	<i>95</i>
<i>Tabela 6.4.1 - Dados hidrológicos e resultados (Piranhas cenário padrão).....</i>	<i>96</i>
<i>Tabela 6.4.2 - Dados hidrológicos e resultados em m3/s (Piranhas cenário padrão)..</i>	<i>96</i>
<i>Tabela 6.4.3 - Resultados referentes as culturas irrigadas (Piranhas cenário padrão)</i>	<i>97</i>
<i>Tabela 6.4.4 - Resultados referentes a piscicultura (Piranhas cenário padrão).....</i>	<i>97</i>
<i>Tabela 6.4.5 - Dados hidrológicos e resultados (Piranhas cenário normal).....</i>	<i>98</i>
<i>Tabela 6.4.6 - Dados hidrológicos e resultados em m3/s (Piranhas cenário normal)..</i>	<i>98</i>
<i>Tabela 6.4.7 - Resultados referentes as culturas irrigadas (Piranhas cenário normal)</i>	<i>99</i>
<i>Tabela 6.4.8 - Resultados referentes a piscicultura (Piranhas cenário normal).....</i>	<i>99</i>
<i>Tabela 6.4.9 - Dados hidrológicos e resultados (Piranhas cenário chuvoso).....</i>	<i>100</i>
<i>Tabela 6.4.10 - Dados hidrológicos e resultados em m3/s (Piranhas cenário chuvoso).....</i>	<i>100</i>
<i>Tabela 6.4.11 - Resultados referentes as culturas irrigadas (Piranhas cenário chuvoso).....</i>	<i>101</i>
<i>Tabela 6.4.12 - Resultados referentes a piscicultura (Piranhas cenário chuvoso).....</i>	<i>101</i>
<i>Tabela 6.4.13 - Dados hidrológicos e resultados (Piranhas cenário seco).....</i>	<i>102</i>
<i>Tabela 6.4.14 - Dados hidrológicos e resultados em m3/s (Piranhas cenário seco)....</i>	<i>102</i>
<i>Tabela 6.4.15 - Resultados referentes as culturas irrigadas (Piranhas cenário seco)..</i>	<i>103</i>
<i>Tabela 6.4.16 - Resultados referentes a piscicultura (Piranhas cenário seco).....</i>	<i>103</i>
<i>Tabela 6.5.1 - Dados hidrológicos e resultados (Serra Vermelha I cenário padrão)....</i>	<i>104</i>
<i>Tabela 6.5.2 - Dados hidrológicos e resultados em m3/s (Serra Vermelha I cenário padrão).....</i>	<i>104</i>
<i>Tabela 6.5.3 - Resultados referentes as culturas irrigadas (Serra Vermelha I cenário padrão).....</i>	<i>105</i>
<i>Tabela 6.5.4 - Resultado referentes a piscicultura (Serra Vermelha I cenário padrão)</i>	<i>105</i>
<i>Tabela 6.5.5 - Dados hidrológicos e resultados (Serra Vermelha I cenário normal)....</i>	<i>106</i>
<i>Tabela 6.5.6 - Dados hidrológicos e resultados em m3/s (Serra Vermelha I cenário normal).....</i>	<i>106</i>
<i>Tabela 6.5.7 - Resultados referentes as culturas irrigadas (Serra Vermelha I cenário normal).....</i>	<i>107</i>
<i>Tabela 6.5.8 - Resultados referentes a piscicultura (Serra Vermelha I cenário normal).....</i>	<i>107</i>
<i>Tabela 6.5.9 - Dados hidrológico e resultados (Serra Vermelha I cenário chuvoso)....</i>	<i>108</i>
<i>Tabela 6.5.10 - Dados hidrológicos e resultados em m3/s (Serra Vermelha I cenário chuvoso).....</i>	<i>108</i>
<i>Tabela 6.5.11 - Resultados referentes as culturas irrigadas (Serra Vermelha I cenário chuvoso).....</i>	<i>109</i>
<i>Tabela 6.5.12 - Resultado referente a piscicultura (Serra Vermelha I cenário chuvoso).....</i>	<i>109</i>

<i>Tabela 6.5.13 - Dados hidrológicos e resultados (Serra Vermelha I cenário seco).....</i>	110
<i>Tabela 6.5.14 - Dados hidrológicos e resultados em m³/s (Serra Vermelha I cenário seco).....</i>	110
<i>Tabela 6.5.15 - Resultados referentes as culturas irrigadas (Serra Vermelha I cenário seco).....</i>	111
<i>Tabela 6.5.16 - Resultado referentes a piscicultura (Serra Vermelha I cenário seco).....</i>	111
<i>Tabela 6.6.1 - Dados hidrológicos e resultados (Video cenário padrão).....</i>	112
<i>Tabela 6.6.2 - Dados hidrológicos e resultados em m³/s (Video cenário padrão).....</i>	112
<i>Tabela 6.6.3 - Resultados referentes as culturas irrigadas (Video cenário padrão).....</i>	113
<i>Tabela 6.6.4 - Resultado referentes a piscicultura (Video cenário padrão).....</i>	113
<i>Tabela 6.6.5 - Dados hidrológicos e resultados (Video cenário normal).....</i>	114
<i>Tabela 6.6.6 - Dados hidrológicos e resultados em m³/s (Video cenário normal).....</i>	114
<i>Tabela 6.6.7 - Resultados referentes as culturas irrigadas (Video cenário normal).....</i>	115
<i>Tabela 6.6.8 - Resultado referentes a piscicultura (Video cenário normal).....</i>	115
<i>Tabela 6.6.9 - Dados hidrológicos e resultados (Video cenário chuvoso).....</i>	116
<i>Tabela 6.6.10 - Dados hidrológicos e resultados em m³/s (Video cenário chuvoso)....</i>	116
<i>Tabela 6.6.11 - Resultados referentes as culturas irrigadas (Video cenário chuvoso).....</i>	117
<i>Tabela 6.6.12 - Resultado referentes a piscicultura (Video cenário chuvoso).....</i>	117
<i>Tabela 6.6.13 - Dados hidrológicos e resultados (Video cenário seco).....</i>	118
<i>Tabela 6.6.14 - Dados hidrológicos e resultados em m³/s (Video cenário seco).....</i>	118
<i>Tabela 6.6.15 - Resultados referentes as culturas irrigadas (Video cenário seco).....</i>	119
<i>Tabela 6.6.16 - Resultado referentes a piscicultura (Video cenário seco).....</i>	119
<i>Tabela 6.7.1 - Dados hidrológicos e resultados (Vazante cenário padrão).....</i>	120
<i>Tabela 6.7.2 - Dados hidrológicos e resultados em m³/s (Vazante cenário padrão)....</i>	120
<i>Tabela 6.7.3 - Resultados referentes as culturas irrigadas (Vazante cenário padrão).....</i>	121
<i>Tabela 6.7.4 - Resultado referentes a piscicultura (Vazante cenário padrão).....</i>	121
<i>Tabela 6.7.5 - Dados hidrológicos e resultados (Vazante cenário normal).....</i>	122
<i>Tabela 6.7.6 - Dados hidrológicos e resultados em m³/s (Vazante cenário normal)....</i>	122
<i>Tabela 6.7.7 - Resultados referentes as culturas irrigadas (Vazante cenário normal).....</i>	123
<i>Tabela 6.7.8 - Resultado referentes a piscicultura (Vazante cenário normal).....</i>	123
<i>Tabela 6.7.9 - Dados hidrológicos e resultados (Vazante cenário chuvoso).....</i>	124
<i>Tabela 6.7.10 - Dados hidrológicos e resultados em m³/s (Vazante cenário chuvoso).....</i>	124
<i>Tabela 6.7.11 - Resultados referentes as culturas irrigadas (Vazante cenário chuvoso).....</i>	125
<i>Tabela 6.7.12 - Resultado referentes a piscicultura (Vazante cenário chuvoso).....</i>	125
<i>Tabela 6.7.13 - Dados hidrológicos e resultados (Vazante cenário seco).....</i>	126
<i>Tabela 6.7.14 - Dados hidrológicos e resultados em m³/s (Vazante cenário seco).....</i>	126
<i>Tabela 6.7.15 - Resultados referentes as culturas irrigadas (Vazante cenário seco)....</i>	127
<i>Tabela 6.7.16 - Resultado referentes a piscicultura (Vazante cenário seco).....</i>	127

LISTA DE SÍMBOLOS

$\alpha(l)$	Índice que representa a α -ézima vazão afluyente do reservatório
$V(l)$	Índice que representa o v-ézimo vertedor do reservatório
α_{jki}	Coefficiente que indica se uma cultura é plantada ou não
$A_{\text{bacia, hidráulica}}$	Área da bacia hidráulica do reservatório (m^2)
A_c	Área plantada por cultura e perímetro
$A_{c\max}$	Área máxima plantada de cada cultura por perímetro
$A_{c\min}$	Área mínima plantada de cada cultura por perímetro
A_f	Área da seção do descarregador de fundo do reservatório
$A_{\max \text{ irrig.}}$	Área máxima plantada de cada cultura (ha) e área total mensal a ser plantada (ha) em cada mês
$A_{p\max}$	Limite máximo de área total que pode ser plantada por perímetro
A_{r_t}	Área da bacia hidráulica do reservatório no mês t
B_v	Largura da base do vertedor
c	Índice que indica a calha do rio
Ca	Custo da água anual
Cal	Custo de alevinagem por unidade de área
C_{bomb}	Custo anual de bombeamento por hectare
C_f	Coefficiente de vazão do descarregador de fundo do reservatório
C_{man}	Custo anual de manutenção do sistema de irrigação por hectare
C_p	Custo de produção anual da cultura
$C_{p\max}$	Capacidade máxima permitida no reservatório
C_{prod}	Custo médio de produção anual da cultura
C_{trab}	Custo anual do trabalho para cada tipo de cultura
C_v	Coefficiente de descarga dependente da forma do vertedor do reservatório
dc	Fator de atualização monetária referente a expectativa de crescimento ou decréscimo nos preços
dl	Fator de atualização monetária referente a taxa de inflação da moeda
E_{apl}	Eficiência da aplicação da irrigação
E_{irr}	Eficiência do sistema de irrigação
E_p	Evaporação no perímetro
E_r	Evaporação no reservatório
Erro_{fm}	Erro relativo na função mista
Erro_{fo}	Erro relativo na função objetivo
Erro_{fp}	Erro relativo na função penalidade
E_{sis}	Eficiência do sistema de distribuição de água
E_{to}	Taxa de evapotranspiração de referência
E_{tp}	Taxa de evapotranspiração potencial mensal da cultura
E_v	Taxa de evaporação média mensal
Evapor	Evaporação média mensal em (mm) e (m^3/s)
E_{vr}	Taxa de evaporação sobre o reservatório
$f(l)$	Índice que representa o f-ézimo descarregador de fundo do reservatório
f_m	Função mista
f_o	Função objetivo
f_p	Função penalidade

G	<i>Dotação de água à zona radicular da cultura por capilaridade</i>
g	<i>Aceleração da gravidade</i>
Hdc	<i>Trabalho requerido médio por cultura em cada ano</i>
Hf	<i>Cota de jusante da geratriz inferior do descarregador de fundo do reservatório</i>
H _{ri}	<i>Cota do nível d'água do reservatório no mês i</i>
Ht	<i>Cota da tomada d'água no reservatório</i>
Hvert	<i>Cota da soleira do vertedor do reservatório</i>
Hvmax	<i>Cota do nível d'água do reservatório que gera a lâmina vertente máxima projetada para o vertedor</i>
j	<i>Índice do tipo de cultura</i>
k	<i>Índice do perímetro irrigado</i>
Kc	<i>Coeficiente de cultivo por cultura</i>
K _{TK}	<i>Coeficiente do tanque evaporimétrico</i>
L	<i>Índice que indica a calha</i>
LR	<i>Necessidade de lixiviação dos sais que acumulam no solo cultivado</i>
min _i A _{ri}	<i>Área da superfície líquida mínima entre os meses de despesca no reservatório</i>
MO	<i>Mão de obra necessária para a irrigação</i>
na	<i>Número de anos em estudo</i>
nc	<i>Número de culturas em estudo</i>
ni	<i>Número de perímetros irrigados em estudo</i>
NI	<i>Necessidade de irrigação líquida da cultura</i>
nm	<i>Número de meses em estudo</i>
$\bar{P}$	<i>Precipitação média mensal</i>
Pc	<i>Taxa de precipitação no mês</i>
Pce	<i>Taxa de precipitação efetiva no mês</i>
Pdp	<i>Produtividade média do pescado por unidade de área</i>
Pirr	<i>Custo de investimento de implantação do sistema</i>
Pp	<i>Precipitação no perímetro</i>
Pr	<i>Precipitação direta no reservatório</i>
Pra	<i>Preço da água por unidade de volume</i>
Prc	<i>Preço médio unitário da cultura</i>
Precipit.	<i>Valores de precipitação mensal (mm) correspondente a cada cenário</i>
Prmp	<i>Preço médio do pescado na região do reservatório</i>
Prod	<i>Produtividade anual da cultura</i>
$\bar{Q}$	<i>Vazão média mensal</i>
Qa	<i>Vazão afluente ao reservatório</i>
Qd	<i>Vazão fixa para abastecimento</i>
Qentra	<i>Vazão de entrada no nó</i>
Qf	<i>Vazão de descarga de fundo no reservatório</i>
Qi	<i>Vazão para irrigação</i>
Qirr	<i>Lâmina mensal de água para irrigação</i>
Qjus	<i>Vazão afluente a jusante da estação fluviométrica</i>
Qsai	<i>Vazão de saída no nó</i>
Qsb	<i>Vazão da sub-bacia</i>

Q_t	<i>Vazão de tomada d'água no reservatório</i>
Q_{tmax}	<i>Vazão máxima de adução na tomada d'água do reservatório</i>
Q_{tmin}	<i>Vazão mínima de adução na tomada d'água do reservatório</i>
Q_v	<i>Vazão extravasada do vertedor</i>
R_b	<i>Receita bruta anual</i>
R_l	<i>Receita líquida da piscicultura</i>
R_L	<i>Receita líquida total</i>
S	<i>Desvio padrão</i>
$Sust.$	<i>Percentual do volume inicial do reservatório desejado no último mês</i>
t	<i>Indica o mês ou o ano em estudo</i>
$t(I)$	<i>Índice que representa a t-ésima tomada de água do reservatório</i>
Tam	<i>Taxa anual de amortização do investimento</i>
Tol	<i>Tolerância requerida para a convergência</i>
V_{max}	<i>Volume máximo do reservatório no mês</i>
V_{min}	<i>Volume mínimo do reservatório no mês</i>
V_o e V_{ro}	<i>Volume do reservatório no mês inicial em (m^3/s) e (hm^3)</i>
V_{r_t}	<i>Volume do reservatório no mês t</i>
V_{rmax}	<i>Volume máximo admitido para o reservatório</i>
V_{rmin}	<i>Volume mínimo admitido para o reservatório</i>
$V_{r_{morto}(I)}$	<i>Volume morto do reservatório</i>
V_{util}	<i>Vida útil do sistema de irrigação</i>
W	<i>Reserva de água no solo</i>

RESUMO

O planejamento e a gestão dos recursos hídricos no semi-árido torna-se cada vez mais importantes frente ao aumento da população e das atividades econômicas dependentes da água no contexto atual do desenvolvimento sustentável. Com o objetivo de compatibilizar a oferta e a demanda hídrica e utilizar racionalmente a água, estar-se desenvolvendo este trabalho, o qual utiliza-se de um modelo de otimização, desenvolvido por Curi e Curi 2003, para estudar a utilização ótima dos recursos hídricos, objetivando principalmente a maximização das receitas líquidas advindas da agricultura irrigada nos perímetros e da piscicultura extensiva nos reservatórios SANTA INÊS, CONDADO, SERRA VERMELHA I, PIRANHAS, VÍDEO, VAZANTE E POÇO REDONDO localizados na bacia hidrográfica do rio Piancó, realizada para quatro cenários hidroclimáticos diferentes, no período de um ano. Foi considerado um cenário inicial com vinte e três culturas, e a partir da otimização com essas culturas, determinou-se duas novas culturas: uma representativas das perenes, formadas pela média das características das culturas perenes com receita líquida positiva, e outra representativa das sazonais, formadas com a média das características das culturas sazonais com receita líquida positiva. Apesar de sensíveis variações das situações climáticas, os resultados demonstraram que existe água em todos os reservatórios estudados, capaz de suprir as demandas de forma sustentável.

ABSTRACT

The planning and the management of the resorts hidricos in him are-dry becomes-itself more and more important things facing the increase from the population and of the dependent economic activities from the water in the present context of the development sustentável. With the objective of compatibilizar supply and demand hidrica and utilize rational the water, be developing this work, which utilizes-itself of a model of otimização, developed by Curi and Curi 2003, to study the great utilization of the resorts hidricos, objetivando pricipalmente to maximização of the resulting liquid prescriptions from the agriculture irrigated us perimeters and from the extensive fish farming in the reservoirs SANTA INÊS, CONDADO, SERRA VERMELHA I, PIRANHAS, VÍDEO, VAZANTE and POÇO REDONDO located in the basin hidrográfica of him I laugh Piancó, carried out for four settings hidroclimáticos peculiar, in the period of a year. It was considerado an intial setting with twenty-three cultures, and from the otimização with those cultures, determined himself two news cultures: a representative of the perennial, formed by on average of the characteristics of the perennial cultures with positive liquid prescription, and another one representative of the seasonal, formed with on average of the characteristics of the seasonal cultures with positive liquid prescription. Despite of sensible variations of the climatic situations, the results showed that water in all of the reservoirs exists studied, capable of supply the demands of form sustentável.

1.1 - INTRODUÇÃO

A alocação e gerenciamento dos recursos hídricos para usos múltiplos freqüentemente envolvem disputa entre diversos interesses. Atualmente, em várias partes da terra, enfrentam-se crises relacionadas com a questão dos recursos hídricos. Isto pode estar acontecendo devido não somente à distribuição irregular espaço-temporal das precipitações, mas também, a uma falta de gerenciamento adequado, principalmente nas regiões com escassez desses recursos. O aumento populacional e a ocupação das bacias hidrográficas de modo não planejado, sem a preocupação com o meio ambiente, causaram a degradação da água. Segundo Evaluación (1997), todos esses fatores estão debilitando uma das principais bases de recursos sobre a qual se edifica a sociedade humana.

Atualmente, em escala mundial, o consumo de água tem crescido mais que o dobro do aumento populacional e, em algumas regiões, já é notória a escassez crônica de recursos hídricos, estimando-se que cerca de 25.000 pessoas morrem por dia devido à escassez, à contaminação ou manejo incorreto das águas (Andrade, 2000).

A diversificação do uso da água e o conseqüente aumento da demanda fizeram surgir o problema de demandas conflitantes. Segundo Lanna (1997), estes conflitos podem ser: conflitos de destinação de uso, conflitos de disponibilidades quantitativas c/ou qualitativas. Um processo privilegiado para dirimir esses conflitos é a negociação. Entretanto, para aplicar esse processo é preciso o conhecimento do impacto causado pelas diversas alternativas e os benefícios associados às mesmas. As decisões políticas governamentais que conduzem este processo devem articular as diversas políticas públicas, em seus programas e projetos para a satisfação da vontade hegemônica, em um ambiente de informação e de ferramentas prospectivas dos produtos dessas ações.

A sustentabilidade, o planejamento e a gestão integrada de recursos hídricos devem ser discutidos e analisados dentro de um contexto em que o desenvolvimento deva ser um processo de mudança harmônico e que proporcione o aumento do potencial para

atender as necessidades e aspirações da população atual, sem comprometer a capacidade das futuras gerações de atender suas próprias necessidades.

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

A prática mais utilizada nessa região para atenuar os problemas de escassez de água é a construção de açudes, entretanto verifica-se, na prática, que essa política não soluciona os problemas. Grandes investimentos para implantação de novas obras, altos custos com desapropriações e relocação de população são os principais fatores negativos dessa prática. Ademais, algumas bacias hidrográficas já estão no limite de disponibilidade hídrica superficial. Algumas regiões do Estado da Paraíba, por exemplo, foram prejudicadas com construção de obras de oferta hídrica à montante dessas regiões, por propiciarem uma redução de vazão a alguns mananciais importantes à jusante. Diante desses fatos, o Planejamento dos Recursos Hídricos ganha importância fundamental, pois, através dele, pode-se estabelecer diretrizes que proporcionem um melhor aproveitamento, controle e conservação dos recursos hídricos.

Na bacia hidrográfica do Rio Piancó, que está situada no Sertão paraibano, região semi-árida da Paraíba, se encontra inserida a maior reserva hídrica do Estado, o sistema Coremas - Mãe d'água, formada por dois reservatórios interligados com capacidade de acumulação de 1,37 bilhões de metros cúbicos. Diversos usos são supridos por este sistema como geração de energia, perenização do Rio Piancó, abastecimento do perímetro irrigado das Várzeas de Sousa, o sistema adutor de Coremas/Sabugi, alguns perímetros irrigados e ainda algumas demandas proveniente do Estado do Rio Grande do Norte.

O Rio Piancó é de domínio estadual, já que se encontra totalmente dentro do território paraibano, enquanto que o sistema Coremas - Mãe d'água, construído pelo DNOCS, está sobre o domínio Federal, cabendo, portanto, ao Governo Federal legislar sobre o uso das águas do sistema. Este fato faz com que haja conflitos de uso entre a Paraíba e o Rio Grande do Norte.

A cada dia o comprometimento desta reserva hídrica vem aumentando, além do fato de que as intervenções, como barramentos e perímetros irrigados, a montante desse sistema, em sua bacia de contribuição estão cada vez mais freqüentes, havendo, portanto, a necessidade de um estudo de otimização, que leve em conta as intervenções de montante, o

abastecimento humano e o atendimento das demandas dos perímetros irrigados dos reservatórios a montante do sistema.

1.2 - OBJETIVOS

Este trabalho tem por objetivo estudar a operação individual ótima de sete reservatórios, a saber: SANTA INÊS, CONDADO, SERRA VERMELHA I, PIRANHAS, VIDEO, VAZANTE e POÇO REDONDO, os quais fazem parte do sistema hídrico a montante dos reservatórios Coremas-Mãe D'Água, na bacia do rio Piancó, levando em consideração os diversos usos na sua bacia de contribuição e as demandas existentes. Para tal objetivo, serão empregadas técnicas de programação não linear pela aplicação de um modelo de otimização, buscando-se a maximização de benefícios financeiros líquidos da agricultura irrigada.

1.2.1 - Objetivos Específicos

Em termos de objetivos específicos, com relação aos reservatórios SANTA INÊS, CONDADO, SERRA VERMELHA I, PIRANHAS, VIDEO, VAZANTE E POÇO REDONDO, pode-se citar:

- Verificar quais reservatórios poderiam ter disponibilidade de água para irrigação e quais seriam as culturas e respectivas áreas ótimas cultivadas;
- Verificar o potencial econômico do uso da água para piscicultura ao invés de irrigação;
- Verificar em qual reservatório seria mais adequada à aplicação de técnicas que conduzissem a uma redução da evaporação, possibilitando um maior aproveitamento econômico da água;
- Verificar o potencial econômico do uso da água excedente para irrigação;
- Verificar o desempenho do sistema com respeito a todos os itens acima para várias condições climáticas, caracterizadas como anos: médio (padrão), normal, chuvoso e seco;
- Avaliar como o sistema se comporta, em termos de operação ótima, com relação aos benefícios sociais, tais como a geração de emprego.

1.3 - O PLANEJAMENTO E GERENCIAMENTO NOS SISTEMAS DE RECURSOS HÍDRICOS.

O aumento das demandas de água, ocasiona uma crescente disputa e conflitos por este recurso, ocorrendo com isso uma tendência dos sistemas de recursos hídricos tornarem-se maiores e mais complexos. O aumento da demanda, acompanhado pelo declínio na qualidade das águas, pode levar, segundo estudiosos mais enfáticos, a uma nova guerra mundial.

Segundo Porto et al (1997), a construção e gerenciamento destes sistemas estão associados geralmente a investimentos de grande porte, prazos longos e políticas adequadas de operação e manutenção. Tais características impõem a necessidade de planejamentos estratégicos que conciliem eficiência econômica, sustentabilidade, flexibilidade e equidade.

Grigg (1996) diz que gerenciamento de recursos hídricos é 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 ações estruturais são aquelas que requerem a construção de estruturas, para que se obtenham controles no escoamento e na qualidade das águas, como a construção de barragens e adutoras, a construção de estações de tratamento de água, etc. As ações não-estruturais são programas ou atividades que não requerem a construção de estruturas, como zoneamento de ocupação de solos, regulamentos contra desperdícios de água, etc.

Segundo Dror (1968), planejamento é o processo que consiste em preparar um conjunto de decisões tendo em vista agir, posteriormente, para atingir determinados objetivos. Em recursos hídricos, o planejamento pode ser definido como um conjunto de procedimentos organizados que visam ao atendimento das demandas de água, considerada a disponibilidade restrita deste recurso.

O Brasil vem apresentando notáveis avanços nas áreas gerenciais e institucionais, no que se refere ao aproveitamento integrado dos nossos recursos hídricos. Um exemplo disso foi a instituição do Sistema Nacional de Recursos Hídricos representada pela Lei Federal 9433 de 8 de janeiro de 1997.

1.4 - OS MODELOS DE ANÁLISE DE SISTEMA DE RECURSOS HÍDRICOS

Segundo Porto et al (1997), sistema é definido como um conjunto de objetos, físicos ou abstratos, funcionalmente interligados para servir a um ou mais propósitos. Assim, por exemplo, o objetivo de um reservatório de abastecimento não é simplesmente armazenar água, mas sim prover água na quantidade necessária, de qualidade compatível com seu uso, dentro de certo grau de confiabilidade.

No início da década de 60 começaram a ser lançadas as bases da metodologia moderna para projeto e operação de sistemas de recursos hídricos, hoje consagrada sob o nome de Análise de Sistemas de Recursos Hídricos. Nas décadas seguintes a produção científica no campo das técnicas de otimização foi impressionantemente impulsionada pelo desenvolvimento vertiginoso dos computadores digitais, das ciências de computação e de outras disciplinas correlatas.

1.4.1 - Modelos

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 o ótimo, da função objetivo.

Porto et. al. (1997) define modelo como sendo uma representação simplificada do sistema real que se deseja analisar. As situações reais são em geral demasiadamente complexas para serem representadas na sua íntegra e em geral grande parte desta complexidade é irrelevante para o problema que se quer resolver. Por esta razão procura-se conceber um modelo da realidade que considera apenas a essência do sistema, ou seja apenas os aspectos relevantes para a solução do problema.

Basicamente têm-se duas classes de modelos: simulação e otimização. No primeiro, não existe a preocupação de determinar o conjunto de elementos ou regra operativa ótima e sim analisar cenários alternativos e medir o comportamento do sistema. No segundo, o objetivo do projeto é representado analiticamente através de uma função objetivo (geralmente econômica) que será maximizada ou minimizada dependendo do

caso. Estes estão classificados basicamente como programação linear, programação não-linear e programação dinâmica. A otimização nada mais é do que um procedimento eficiente de utilizações sucessivas da simulação para determinar a melhor alternativa.

1.4.2 - Simulação

Segundo Braga et. al. (1998), os modelos de simulação são um conjunto de expressões matemáticas estruturadas em sequência lógica, que descrevem a operação do sistema no espaço e no tempo. Seu objetivo é representar e operar o sistema de forma mais detalhada possível e fornecer informações para avaliar o comportamento do sistema real. Ao contrário dos modelos otimizantes, os modelos de simulação não determinam a política ótima de operação. A solução ótima é encontrada iterativamente, processando-se diversas simulações alternativas e comparando seus desempenhos.

1.4.3 - Programação Linear (PL)

A programação linear (PL) tem sido uma das técnicas mais aplicadas no gerenciamento de recursos hídricos, apesar de ser limitada para resolver um tipo especial de problema: todas as relações entre as variáveis são lineares, tanto na função objetivo como nas funções de restrição.

O método mais utilizado para a solução dos modelos de programação linear é o método simplex e suas variações. Na maioria das vezes, a PL aplicada a recursos hídricos apresenta o número de restrições bem maior que o número de variáveis de restrição.

Apartir da década de 60 a PL vem sendo aplicada pioneiramente na área de Recursos Hídricos, no âmbito dos trabalhos do "Harvard Water Resources Group", onde se fez uma aplicação da PL a um problema de gerenciamento de água subterrânea.

A grande utilização da PL em Recursos Hídricos se deve ao fato de apresentar flexibilidade para adaptação a uma grande variedade de problemas, maior facilidade de entendimento, comparada a outras técnicas de otimização, capacidade de tratar de problemas de grande porte, comuns em Recursos Hídricos e disponibilidade de pacotes computacionais, em nível comercial, para pronta utilização. Contudo, é registrada uma limitação quanto à exigência da linearidade das funções, não encontrada em muitas aplicações a problemas de Recursos Hídricos.

1.4.4 - Programação Dinâmica (PD)

A otimização de processo de decisão em vários estágios é o que chamamos de PD, muito usada na otimização de sistemas de recursos hídricos (Yeh, 1985). Segundo Barros (1997), a PD é um método ideal para solucionar problemas que podem ser vistos como processos de decisão sequencial em vários estágios, não significando que “estágio” seja necessariamente um intervalo de tempo, mas pode representar atividades, localidades, etc., sendo melhor entendido como ponto do processo no qual uma decisão deve ser feita.

Na PD as funções objetivo e as restrições podem ser não-lineares e até mesmo descontínuas. Essa propriedade é muito atraente do ponto de vista matemático, uma vez que a PD pode ser empregada em problemas complexos, difíceis de serem tratados através de outras técnicas de otimização (Barros, 1997).

Outra vantagem da PD é que ela pode ser utilizada num grande número de problemas de programação discreta, não necessitando de muita precisão numérica. Este aspecto é interessante para área de recursos hídricos, visto que inúmeros problemas são tratados com este tipo de variável (Barros, 1997).

Uma grande desvantagem de PD é a chamada *praga da dimensionalidade* que aparece quando há discretização elevada das variáveis de estado (o chamado problema multi-estágio), quando a busca do ótimo em cada estágio exige enormes requerimentos de memória e de tempo de processamento (Bellman, citado por Barros, 1997)

A alocação de água em sistemas de múltiplos usuários, a operação de sistemas de reservatórios e a expansão de capacidade de sistemas de recursos hídricos são as principais aplicações da PD.

1.4.5 - Programação Não-Linear (PNL)

Uma característica comum nos processos da busca da solução ótima em projetos de engenharia é a não linearidade observada nos modelos matemáticos que representam os processos físicos envolvidos. Para resolver problemas dessa natureza e buscar a solução ótima, não apenas na engenharia mas em diversas linhas do conhecimento humano, tem-se consolidado, particularmente nas últimas três décadas, a PNL.

A Programação Não Linear é um método de otimização empregado quando o problema inclui ao menos uma função e/ou restrição de natureza não linear. Característica esta que levou a técnica a ser escolhida para o desenvolvimento do presente trabalho.

A literatura classifica a PNL associada diretamente às técnicas utilizadas para sua solução, que podem ser as técnicas analíticas, as quais procuram determinar soluções ótimas resolvendo sistemas de equações com o apoio de derivadas e as técnicas de busca numéricas que usam informações passadas, em um processo iterativo, para gerar melhores soluções no processo de otimização.

Segundo Cirilo (1997), os maiores problemas da PNL relacionam-se à incerteza, em muitos casos, de que a solução ótima obtida é realmente a melhor entre todas as soluções, o que não se deve à PNL, mas sim à própria natureza de não linearidade do problema. A abrangência da PNL é tida como a grande vantagem, já que elaborado o modelo matemático que descreva o sistema a otimizar, normalmente nenhuma simplificação é necessária em termos de formulação, o que aumenta a precisão nos resultados a serem obtidos.

1.5 - ESTADO DA ARTE DE ANÁLISE DE SISTEMAS DE RESERVATÓRIO

Piccardi e Soncini-Sessa (1991), utilizaram a programação dinâmica estocástica para controle ótimo de reservatório com discretização densa e pretensão de correlação de afluições possivelmente feita por computação paralela.

Archibald et al. (1997), desenvolveram um método de programação dinâmica estocástica agregando um sistema de 3 a 17 reservatórios e concluiu que a operação determinada é muito fechada para a solução ótima. Oliveira e Lanna (1997), apresentaram um desenvolvimento de regras de operação para um sistema composto por cinco reservatórios para abastecimento urbano e de irrigação na bacia do rio Acaraú, no estado do Ceará, objetivando a maximização do valor presente dos benefícios líquidos da operação, sujeita à restrição de balanço hídrico nos reservatórios e de umidade do solo na área cultivada. Carvalho et al. (1997), desenvolveram um modelo baseado em programação não linear para a determinação de um padrão de cultivo ótimo na agricultura irrigada.

Ravikumar e Venugopal (1998), desenvolveram um método de programação dinâmica para operação ótima de um sistema de irrigação no sul da Índia, este modelo de

simulação é usado para estudar o nível de escassez associado com adoção da operação ótima para diferentes níveis do reservatório no início da safra. Nishikawa (1998), desenvolveu um modelo de programação linear para o gerenciamento ótimo dos recursos hídricos da cidade de Santa Bárbara para o período de estiagem.

Mello Jr. e Mattos (1999), Propuseram um modelo de programação dinâmica estocástica para otimizar o uso da água de um reservatório para fins de regularização, considerando o influxo e a demanda de irrigação como variáveis aleatórias arranjadas em um processo Markoviano de primeira ordem. Pilar e Lanna (1999), analisaram vários modelos para o planejamento do uso dos recursos hídricos de bacias hidrográficas cujos rios não são regularizados por reservatórios, utilizando técnicas simples de otimização linear. Sinha et al. (1999), fizeram a aplicação de um modelo de otimização não-linear para sistemas de reservatórios com múltiplas finalidades, buscando selecionar e calcular o potencial hídrico do reservatório e geração de energia elétrica através dos reservatórios que se encontram na bacia em que o rio está localizado.

Carvalho et al. (2000), selecionaram culturas e os meses de plantio que proporcionassem a maximização da renda do agricultor e da utilização de recursos hídricos do perímetro irrigado do Gorutuba, utilizando-se um modelo de programação linear cuja função-objetivo visou maximizar as receitas líquidas mensais em função da área cultivada com as culturas normalmente utilizadas na região.

Righetto e Filho (2003), apresentaram um estudo preliminar da simulação operacional dos reservatórios Cruzeta e Armando Ribeiro Gonçalves, RN no sentido de verificar a magnitude de oferta hídrica destes reservatórios quando se dispõe de vazão firme proveniente de fonte exógeno. Sheng-Feng Kuo et al. (2003), fizeram um estudo de comparação de três técnicas de otimização para o planejamento de um projeto de irrigação. Essas três técnicas são aplicadas para o planejamento de um projeto de irrigação de 394,6 ha na cidade de Delta, Utah, para otimização de benefícios econômicos, simulação da demanda de água, e estimação da porcentagem da área irrigada.

Curi e Curi desenvolveram vários estudos usando otimização para operação de reservatórios para usos e objetivos múltiplos: Curi et al (1997) fizeram a alocação ótima de água do reservatório Engenheiro Arcoverde para irrigação via programação linear, determinando os valores máximos das áreas para irrigar com cada cultura. Andrade e Curi (2000), usaram a programação não linear para estudar a otimização do complexo sistema de reservatórios em série, Jucazinho e Carpina, sujeitos a usos complementares e

conflitantes, e três perímetros irrigados na região. Albuquerque e Curi (2003), realizaram um estudo sobre o planejamento ótimo e integrado de cinco reservatórios inseridos na parte alta da bacia hidrográfica do rio Capibaribe do Estado de Pernambuco, utilizando-se da programação linear e não linear, ensejando a maximização da receita líquida advinda da agricultura irrigada e da piscicultura extensiva

1.6 – ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

Este trabalho será desenvolvido em sete capítulos, a saber:

CAPÍTULO I: Introdução, Objetivo, Análise dos Sistemas de Recursos Hídricos e Organização do Trabalho.

CAPÍTULO II: A Região em Estudo

CAPÍTULO III: O Modelo de Otimização

CAPÍTULO IV: Descrição do Sistema em Estudo

CAPÍTULO V: Cenários

CAPÍTULO VI: Análise e Discussões de Resultados

CAPÍTULO VII: Conclusões

2 - DESCRIÇÃO DA REGIÃO

Neste capítulo serão apresentadas as características fisiográficas, climáticas e hidrológicas da bacia do rio Piancó.

2.1 - Aspectos Fisiográficos

2.1.1 - Localização

A região em estudo, bacia do rio Piancó, corresponde a uma das sub-bacias do rio Piranhas também denominado Piranhas-Açu. No extremo sudoeste do estado da Paraíba, na região Nordeste do Brasil, ela está inserida numa área denominada semi-árido. Localiza-se entre as latitudes $6^{\circ}43'51''$ e $7^{\circ}58'15''$ Sul e entre as longitudes $37^{\circ}27'41''$ e $38^{\circ}42'49''$ Oeste no sertão paraibano e limita-se a Oeste com o Estado do Ceará, ao Sul com o Estado de Pernambuco, ao Norte com o Alto e Médio Piranhas e a Leste com a bacia do rio Espinharas. (Figura 2.1)

O rio Piancó nasce na Serra do Umbuzeiro no município de Santa Inês e deságua no rio Piranhas no município de Pombal, recebendo significativas contribuições dos cursos d'água em suas margens esquerda e direita dos riachos: Humaitá, Coelho, Ortis, da Cachoeira, Capim Verde, Aguiar, do Meio, do Açude Serra Vermelha, das Canas, da Fartura, Santana, Saco, Bruscas, da Cachoeira Grande, da Vaca Morta, dos Pilões, Passagem de Pedra, do Catolé, da Goiabeira, Madrugá, Miguel e Várzea de Boi.

A bacia em estudo ocupa uma área de aproximadamente 9228 Km^2 , atingindo partes de três microrregiões paraibanas: Sertão de Cajazeiras, Depressão do Alto Piranhas e Serra do Texeira. Nela estão inseridos dois reservatórios (sistema Coremas-Mãe D'água), com a maior reserva hídrica do Estado, acumulando cerca de 1,37 bilhões de m^3 d'água. Os

BACIA DO RIO PIANCÓ

Infraestrutura Hídrica Atual Capacidade de Açudes, Potencialidade e Disponibilidade

Escala - 1:400.000

Fonte - SCLN/EC - 1997

Convenções:

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

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

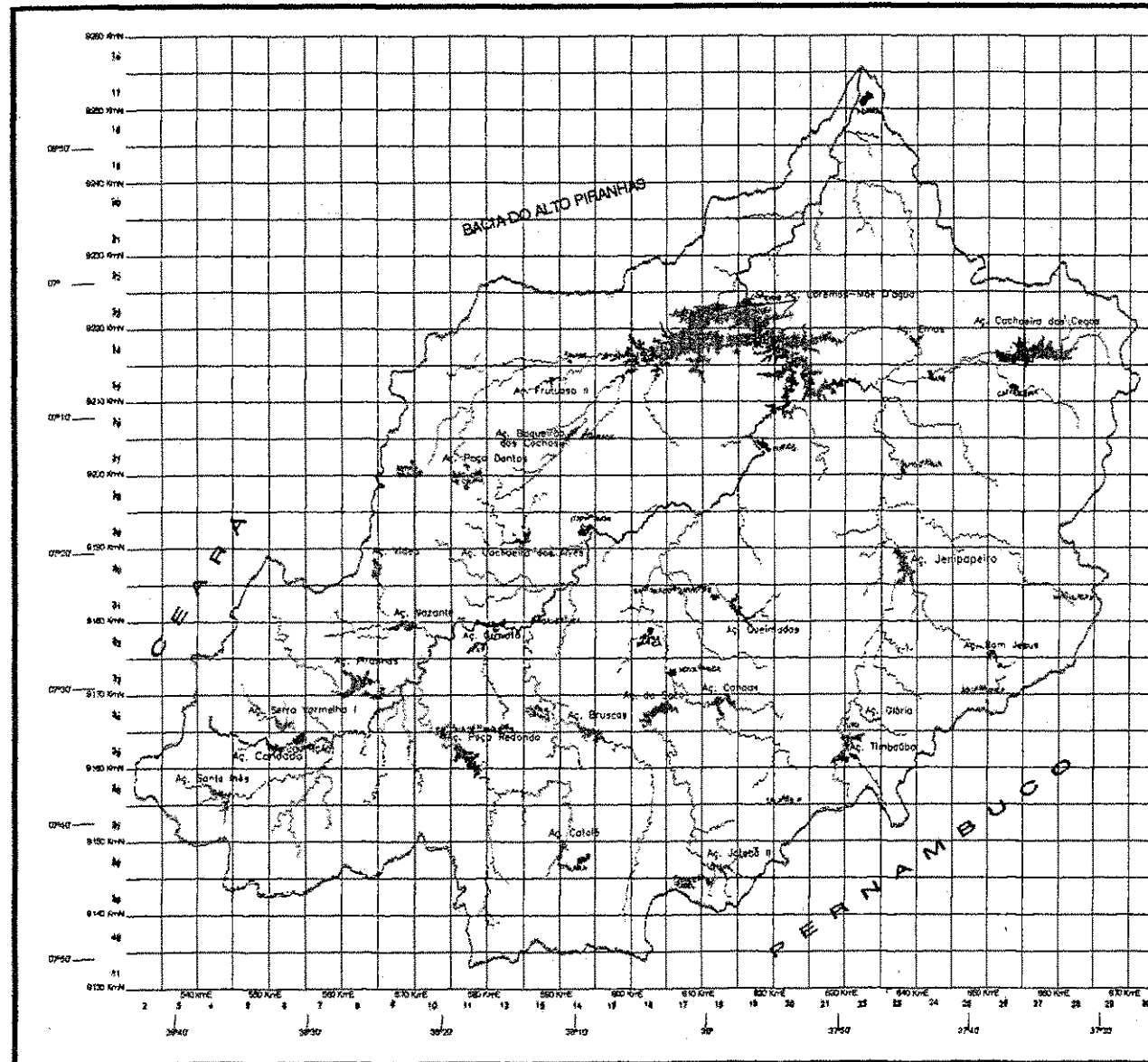
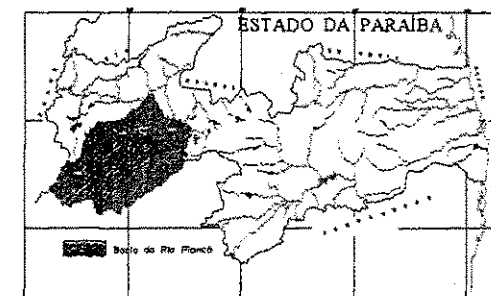


Figura 2.2 – Bacia do Rio Piancó e os reservatórios envolvidos

2.1.3 - Vegetação

Na bacia do Piancó a vegetação natural ou nativa é do tipo xerófita, pertencente ao bioma caatinga. É uma vegetação de aspecto homogêneo, geralmente de porte arbóreo e arbustivo, fechadas ou abertas, compreendendo formações lenhosas, geralmente com espinhos, juntamente com plantas suculentas, com estratos herbáceos normalmente no período de inverno.

A vegetação da caatinga é muito vulnerável a partir do momento em que não é explorada racionalmente, aspecto esse que predomina na bacia em estudo. O assoreamento dos rios e reservatórios é uma consequência do uso desordenado e predatório da vegetação.

A cobertura vegetal da bacia se dá de forma predominante a Leste/Sudeste e é mais rarefeita ao Centro-Oeste/Nordeste, normalmente seguindo a ocorrência dos solos de menor potencial ou com limitações de ordem física e química, neste caso, os Litossolos.

2.2 - Aspectos Climáticos

Grande parte do curso do Rio Piancó atravessa uma região classificada, segundo a classificação climática de Koppen (1948), como tropical chuvoso com estação pluviosa concentrada no verão e no outono, enquanto que seu baixo curso e pequena parte dos seus afluentes da margem direita atravessam regiões classificadas como seca de tipo estepe com estação seca no inverno.

Os dados climáticos, a não ser os de precipitações, são muito escassos. Os dados climatológicos foram registrados nas estações de Coremas e São Gonçalo, onde apenas a estação de Coremas esta situada no interior da bacia do Rio Piancó, enquanto que a de São Gonçalo situa-se na bacia do Alto Piranhas.

A temperatura média anual é superior a 24°C e amplitude térmica anual menor que 4°C. As temperaturas mais elevadas ocorrem nos meses mais secos, ou seja, outubro – janeiro e as menos elevadas entre abril e julho. A insolação diária durante o ano alcança uma média de 7,3 horas nos circunvizinhanças da serra de Triunfo e 8,7 horas no restante da bacia. A umidade relativa do ar média anual é de 64% na foz da bacia, enquanto nas cabeceiras chega a 72%. Observa-se que os meses mais úmidos são março, abril e maio quando a umidade atinge 74% em São Gonçalo e 81% em Triunfo. Os meses mais secos são outubro e novembro, onde chega a atingir 56% e 60% em São Gonçalo e Triunfo,

respectivamente. Com relação à velocidade média do vento na bacia, os valores médios são da ordem de 2,8 m/s.

A Tabela 2.1 mostra os valores da temperatura média mensal, a média de horas diárias mensal de insolação, a média mensal da umidade relativa do ar em porcentagem e a velocidade média mensal do vento em metros por segundo, respectivamente. Apenas os dados de temperatura média mensal foram obtidos nas estações de Coremas e São Gonçalo, os outros foram medidos na estação climática de São Gonçalo, o único representativo e disponível para a bacia em estudo.

Tabela 2.1 – Temperatura média mensal (°C), Número Mensal Médio de Horas Diárias de Insolação, Médias Mensais da Umidade Relativa do Ar (%), Velocidade Média Mensal do Vento (m/s).

Variáveis	Posto	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	Média anual
Temperatura média (°C)	S. Gonçalo	27,3	26,5	26,1	25,9	23,4	25,1	26,2	26,3	25,6	28,8	27,8	27,9	26,4
	Coremas	28,6	27,0	27,2	26,8	26,6	25,4	25,5	26,3	27,6	28,3	28,8	28,7	27,6
Horas diárias de insolação	S. Gonçalo	8,7	8,1	7,6	7,9	8,4	8,4	8,8	9,5	9,4	9,7	9,0	9,1	8,7
Umidade relativa do ar (%)	S. Gonçalo	62	69	74	74	72	68	62	59	57	56	57	58	64
Velocidade do vento (m/s)	S. Gonçalo	2,6	2,3	2,0	2,0	2,5	2,7	3,0	2,8	3,3	3,3	3,2	3,3	2,75

FONTE: Diagnóstico do PDRH das bacias do Piancó/Piranhas. 1996.

A evapotranspiração potencial é calculada a partir dos dados climáticos ou a partir dos valores medidos em tanques evaporimétricos, adotando para isto um coeficiente de tanque que depende das características de instalação da estação (geralmente na ordem de 0,7 a 0,8). Na região de estudo, dispõe-se dos dados de evaporímetro do tipo tanque classe A. Na Tabela 2.2 são mostrados os valores médios mensais em milímetros.

Portanto o total anual é de 2993,4 mm. Os meses que apresentam maiores taxas são os de setembro a dezembro com uma média em torno de 315,52 mm.

A região do semi-árido Nordeste caracteriza-se por uma concentração do seu período chuvoso em alguns meses do ano. Os meses de maior precipitação são os compreendidos entre janeiro a maio, como podemos observar na Tabela 2.2.

Tabela 2.2 - Dados de evaporação média mensal do Tanque Classe A, Precipitação média mensal obtida através do método de Thiessen para a bacia do rio Piancó (mm)

Variáveis	Posto	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez
Evaporação (mm)	Coremas	272,3	215,4	204,1	182,4	183,1	182,2	219,9	271,9	299,5	332,9	319,0	310,6
Precipitação (mm)	Coremas	83,07	134,34	219,72	175,62	67,55	31,10	17,58	5,78	5,28	9,12	21,38	39,43

FONTE: Diagnóstico do PDRH das bacias do Piancó/Piranhas. 1996.

2.3 - Aspectos Hidrológicos

2.3.1 - O Rio Principal

Com o comprimento de 208 km no curso d'água principal, o Rio Piancó nasce na Serra do Umbuzeiro, no município de Santa Inês, cortando municípios como Diamante, Boaventura, Itaporanga e Piancó até chegar no exutório da bacia, no município de Pombal.

O Rio Piancó, de acordo com a classificação de ordem de cursos d'água feito por Strahler (citado por Villela, 1975), classifica-se como de ordem 7, recebendo significativas contribuições de 20 cursos d'água na sua margem esquerda e direita.

2.3.2 - A Bacia

A bacia do Rio Piancó é relativamente compacta e regular já que apresenta um coeficiente de compacidade (K_c) igual a 1,59 e um fator de forma (F) igual a 0,21, estando pouco sujeita a enchentes se for desconsiderado a influência de outros fatores. A bacia apresenta uma densidade de drenagem (D_d) de 1,52 Km/Km² tendo, com isso, uma drenagem de razoável a média.

Os pequenos açudes por serem distribuídos principalmente nos riachos ou cursos d'água efêmeros, de ordem 1 e 2 na classificação de Strahler (citado por Villela, 1975) interceptam significativamente os escoamentos superficiais oriundos das primeiras chuvas. A partir de certo volume precipitado em quantidade suficiente para extravasar os pequenos açudes, estes passam a contribuir quase simultaneamente para os cursos d'água mais a jusante, de ordens mais elevadas. Neste momento as contribuições passam a ser efetivas para os armazenamentos em açudes de maior porte.

3 - O MODELO DE OTIMIZAÇÃO

3.1 – GENERALIDADES

Para otimização da operação do sistema hídrico composto pelos sete reservatórios da Bacia do Rio Piancó, utilizou-se um modelo de base mensal. 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. Onde a receita líquida é 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 fixas 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, efluências 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.

O modelo foi desenvolvido no ambiente **MATLAB** (*Matrix Laboratory*), versão 5.3, que é um ambiente computacional técnico de alto desempenho em cálculo e visualização numérica. O **MATLAB**, em sua versão atualizada, integra análise numérica, cálculo matricial, processamento de sinais e gráficos, em um ambiente de uso simples, onde problemas são expressos da mesma forma como são escritos matematicamente. O **MATLAB** é um sistema interativo no qual o dado elementar é uma matriz, permitindo

resolução de problemas numéricos em um menor período de tempo, em relação aos escritos em linguagens mais tradicionais como **FORTRAN**, **C** ou **BASIC**.

3.2 – ASPECTOS MATEMÁTICOS DO MODELO

As variáveis trabalhadas 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 3.1.

O modelo opera a nível mensal, permitindo inferir sobre o comportamento do sistema para situações climáticas padrão, normal, chuvosa e seca, admitindo criar cenários para variados volumes de acumulação, de controle de cheia e de sustentabilidade hídrica para os reservatórios, e de áreas totais, máximas e mínimas, a serem plantadas em cada perímetro, por tipo de cultura. O conjunto de equações é apresentado, matematicamente, na seqüência.

3.2.1 - 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 anual, o custo da água de irrigação e a atualização monetária. A renda bruta anual Rb_{jt} , em R\$/ano/cultura, pode ser dada por:

$$Rb_{jt} = \sum_{k=1}^{n_i} \text{Prod}_{jt} * \text{Prc}_j * \text{Ac}_{jk} \quad (3.1)$$

onde:

- j** – indica o tipo de cultura, $j=1, \dots, n_c$;
- t** – indica o ano, $t=1, \dots, n_a$;
- k** – indica o perímetro irrigado, $k=1, \dots, n_i$;

n_i – número de perímetros irrigados;

n_c – número de culturas;

n_a – 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:

$$Cp_{jt} = \sum_{k=1}^{n_i} Cprod_{jt} * Ac_{jk} \quad (3.2)$$

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_{tjk} 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):

$$Eto_{kt} = K_{Tk} * Ev_{kt} \quad (3.3)$$

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:

$$Etp_{jkt} = Kc_{jt} * Eto_{kt} \quad (3.4)$$

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%):

$$Pce_{kt} = 0,8 * Pc_{kt} - 25 \text{ se } Pc_{kt} \geq 75 \text{ mm} \quad (3.5)$$

ou

$$Pce_{kt} = 0,6 * Pc_{kt} - 10 \text{ se } Pc_{kt} < 75 \text{ mm} \quad (3.6)$$

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):

$$Nl_{jkt} = Etp_{jkt} - Pce_{kt} - G_{jkt} - W_{kt} \quad (3.7)$$

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 aquífero 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:

$$Eirr_{jk} = Eapl_j * Esis_{jk} \quad (3.8)$$

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 dispondo 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 , $Qirr_{jkt}$, que é naturalmente transformada em vazão por unidade de área, a ser fornecida pelo sistema será obtida por:

$$Qirr_{jkt} = \frac{NI_{jkt}}{(1 - LR_{jkt}) * Eirr_{jk}} \quad (3.9)$$

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

$$Ca_{jt} = \sum_{k=1}^{ni} \sum_{i=12*(t-1)+1}^{12*(t-1)+12 \leq nm} Pra_k * Qirr_{ijk} * Ac_{jk} \quad (3.10)$$

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:

$$RL = \sum_{t=1}^{na} \prod_{l=1}^t (1 + d_l) \sum_{j=1}^{nc} \left[\prod_{m=1}^t (1 + dc_{jl}) * Rb_{jt} - Cp_{jt} - Ca_{jt} \right] \quad (3.11)$$

em que:

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

$$\sum_{j=1}^{nc} Q_{irr_{jk}} * A_{cjk} \leq Q_{tmax_k} \quad (3.12)$$

onde:

Q_{tmax_k} – capacidade máxima mensal de vazão da adutora ou canal 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:

$$\sum_{j=1}^{nc} \alpha_{jkt} * A_{cjk} \leq A_{pmax_{kt}} \quad (3.13)$$

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 agronômicos 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:

$$A_{cmin_{jk}} \leq A_{cjk} \leq A_{cmax_{jk}} \quad (3.14)$$

onde;

$A_{cmin_{jk}}$ – área mínima plantada com a cultura j no perímetro k

$A_{cmax_{jk}}$ – área máxima plantada com a cultura j no perímetro k .

3.2.2 – 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:

$$V_{r_{l,t+1}} = V_{r_{l,t}} + \sum_{\alpha(l)} Q_{a_{\alpha(l),t}} - \sum_{f(l)} Q_{f_{f(l),t}} - \sum_{t(l)} Q_{t_{t(l),t}} + (Pr_{l,t} - Evr_{l,t}) * Ar_{l,t} - \sum_{v(l)} Q_{v_{v(l),t}} \quad (3.15)$$

onde;

- $\alpha(l)$ - índice que representa a α -ézima vazão afluyente 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;
- Vr_{lt} - volume do reservatório l no mês t;
- $Vr_{l,t+1}$ - volume do reservatório l no mês t+1;
- $Qa_{\alpha(l),t}$ - α -ézima vazão afluyente ao reservatório l no mês t;
- $Qf_{f(l),t}$ - f-ézima vazão de descarga de fundo do reservatório l no mês t;
- $Qt_{t(l),t}$ - t-ézima vazão de tomada d'água do reservatório l no mês t;
- Pr_{lt} - precipitação direta no reservatório l no mês t;
- Evr_{lt} - taxa de evaporação sobre o reservatório l no mês t;
- Ar_{lt} - área média do espelho d'água do reservatório l no mês t e
- $Qv_{v(l),t}$ - 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:

$$0 \leq Qt_{t(l),t} \leq Qt_{max_{t(l)}}; \quad (3.16)$$

$$Qt_{t(l),t} \geq 0 \text{ se } Hr_{lt} \geq Ht_{t(l)} \quad (3.17)$$

onde:

- $Qt_{max_{t(l)}}$ - vazão máxima de adução pela t-ézima tomada d'água do reservatório l;
- Hr_{lt} - cota do nível d'água do reservatório l no mês t;
- $Ht_{t(l)}$ - 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):

$$0 \leq Q_{f(l),t} \leq C_{f(l)} * A_{f(l)} * (2 * g * (H_{rl} - H_{f(l)}))^{0.5} \quad (3.18)$$

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):

$$Q_{v(l),t} = C_{v(l)} * B_{v(l)} * (H_{rl} - H_{vert_{v(l)}})^{1.5} \quad (3.19)$$

onde:

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

$B_{v(l)}$ - 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:

$$H_{vert_{v(l)}} \leq H_{rl} \leq H_{vmax_{v(l)}} \quad (3.20)$$

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:

$$V_{r_{moro(l)}} \leq V_{rl} \leq V_{rmax_{v(l)}} \quad (3.21)$$

onde:

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

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

$$V_{r_{\text{min}}l} \leq V_{rl} \leq V_{r_{\text{max}}l} \quad (3.22)$$

onde:

$V_{r_{\text{max}}l}$ – volume máximo admitido para o reservatório l no mês t, e

$V_{r_{\text{min}}l}$ – volume mínimo admitido para o reservatório l no mês t.

3.2.3 – OUTROS COMPONENTES DO SISTEMA

Dentre os componentes do sistema hídrico, para o modelo, estão as calhas dos rios 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:

$$Q_{c_{\text{min}}ct} \leq Q_{cct} \leq Q_{c_{\text{max}}ct} \quad (3.23)$$

onde:

c – índice que indica a calha (trecho) de rio;

$Q_{c_{\text{min}}ct}$ – vazão mínima na c-ézima calha de rio no mês t,

Q_{cct} – vazão na c-ézima calha do rio no mês t, e

$Q_{c_{\text{max}}ct}$ – vazão máxima na c-ézima calha de rio no mês t.

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

$$\sum_i Q_{entra_{in,t}} = \sum_j Q_{sai_{jn,t}} \quad (3.24)$$

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.

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

$$RI = (Prmp_l * Pdp_l - Cal) * (\min_t Ar_{lt}) \quad (3.25)$$

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.

3.2.4 – 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 agrônômicas e econômicas da irrigação, a nível mensal, e o *penal*, com as funções de penalidade aplicáveis à minimização da função objetivo, observadas as restrições impostas. O 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 (fo), dado por: $erro_{fo} = |(fo_t - fo_{t-1}) / fo_t|$;
- o erro relativo na função de penalidade (fp), dado por: $erro_{fp} = |(fp_t - fp_{t-1}) / fp_t|$ e
- o erro relativo na função mista (fm), dado por: $erro_{fm} = |(fp_t - fo_t) / fo_t|$,

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.

3.3 – FLUXOGRAMA DO MODELO

O fluxograma geral do modelo está apresentado na Figura 3.1. 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 alocadas 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.

Tabela 3.1 - Elementos de entrada para o modelo

Item e sub-itens dos dados de entrada	
1. RESERVATÓRIOS	4. PERÍMETROS IRRIGADOS
1.1 Hidrometeorológico - Vazão afluente - Precipitação efetiva - Evaporação - Coef. de evap. Do Tanque	4.1 Culturas - Definição das culturas - Plano de cultura (safra e entressafra) - Requerimentos hídricos - Produtividade - Custo de produção (mão de obra, energia, custo da água, outros insumos) - Requerimentos financeiros (inflação, outras taxas) - Preço de venda
1.2 Estruturais - Relação cota x área x volume - Vertedores (equação de descarga: coeficiente de descarga, largura, cota da soleira, lâmina vertente máxima) - Descarga de fundo (equação de descarga: coeficiente de descarga, área da seção, cota de jusante) - Tomadas d'água (vazão máxima, cota mínima operacional)	4.2 Terrenos - Aptidão agrícola - Área total disponível para o plantio - Área máxima para o plantio por cultura - Área mínima para o plantio por cultura - Capacidade máxima de adução de água para os perímetros irrigados
1.3 Operacionais - Volumes máximos e mínimos de armazenamento - Volumes de alerta - Volumes de sustentabilidade hídrica	4.3 Sistema de irrigação - Tipo de sistema por cultura (gotejamento, sulco, aspersão, outros) - Eficiência de aplicação por cultura - Eficiência do sistema de distribuição (canal, tubulação) por cultura - Custo de manutenção - Custo de implantação - Vida útil do sistema - Taxa anual de amortização do investimento
1.4 Piscicultura - Produtividade - Custo de alevinos - Preço de venda - Produção por pescador	
2. DEMANDAS HÍDRICAS 2.1 Abastecimento público 2.2 Irrigação 2.3 Piscicultura 2.4 Perenização do rio	4.4 Dados meteorológicos - Precipitação na área irrigada - Precipitação efetiva - Evaporação / evapotranspiração - Coefficiente de evaporação
3. CALHAS DE RIO/ TERMINAIS 3.1 Capacidade máxima 3.2 Vazão de perenização	

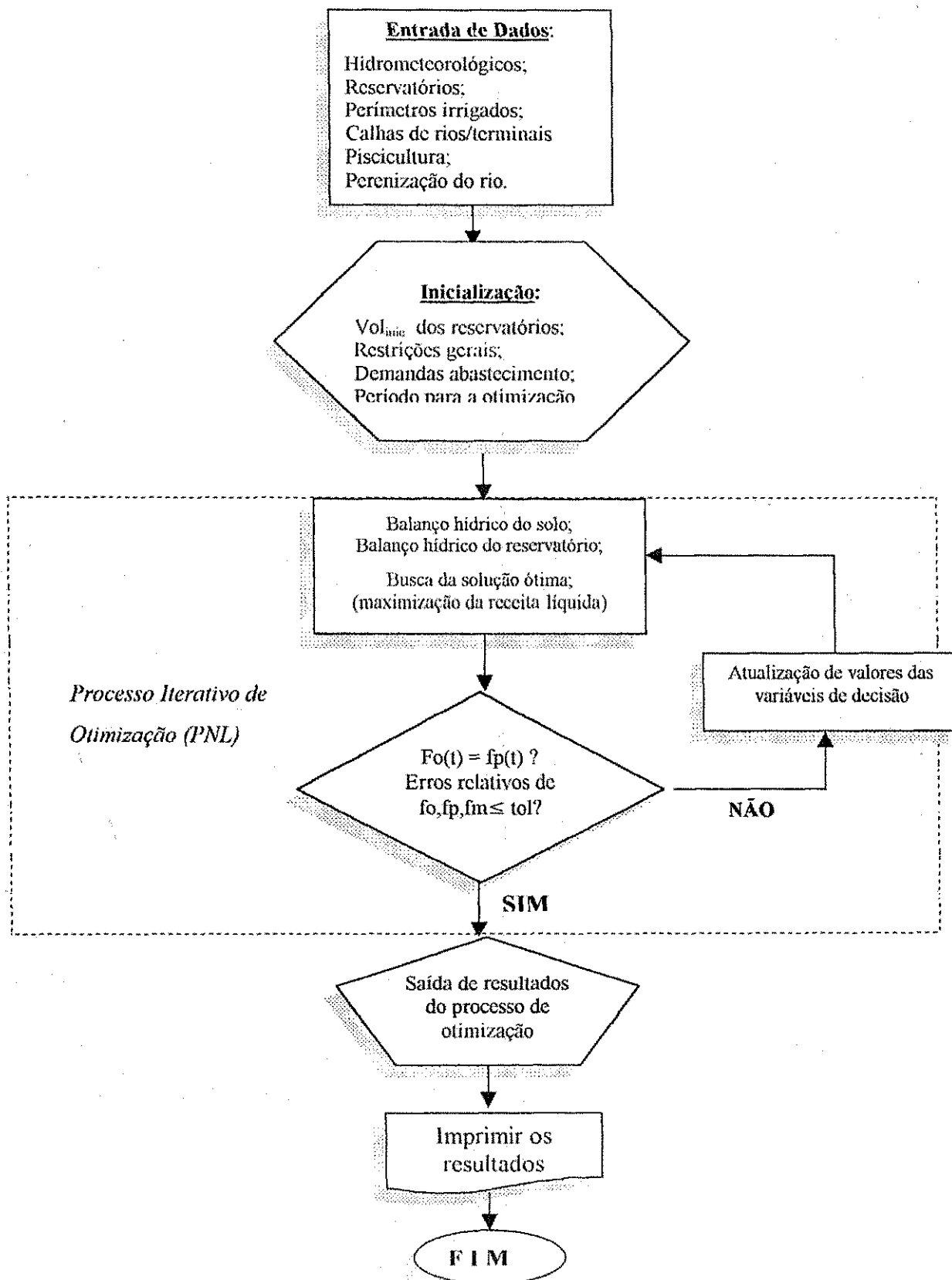


Figura 3.1 – Fluxograma para o modelo

4 – DESCRIÇÃO E DADOS DO SISTEMA EM ESTUDO

4.1 – Descrição do Sistema

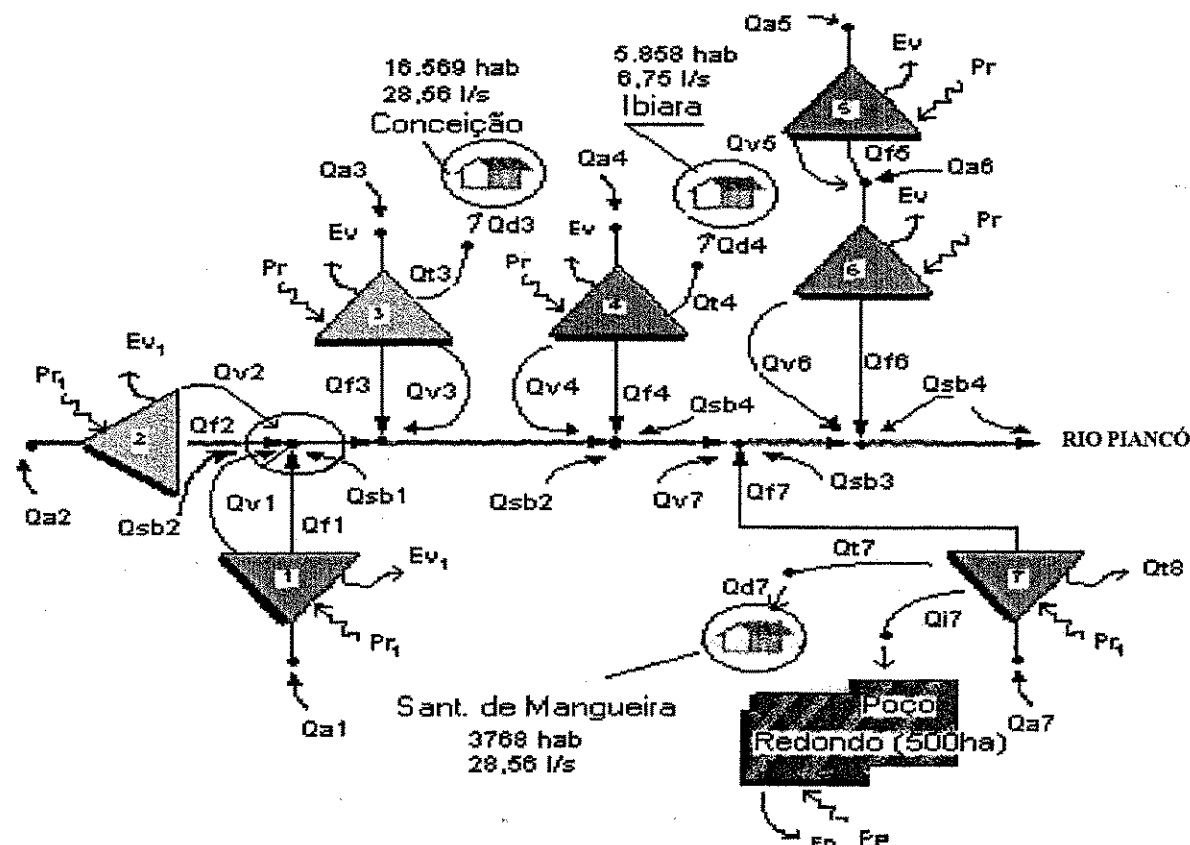
O subsistema hídrico a ser otimizado é composto por sete reservatórios, são eles: SANTA INÊS, CONDADO, SERRA VERMELHA I, PIRANHAS, VIDEO, VAZANTE e POÇO REDONDO, tendo uma capacidade máxima de armazenamento de 176,5 milhões de metros cúbicos. Esse subsistema pode ser visto na Figura 4.1, nela é possível observar as partes integrantes do sistema, como precipitação, evaporação, vazões regularizadas, as áreas utilizadas para a agricultura, os pontos de confluência entre os rios, e as tomadas d'água retiradas diretamente dos reservatórios para abastecimento urbano.

O reservatório de Santa Inês tem uma capacidade máxima de 26 milhões de metros cúbicos e está localizado a uma latitude de 7°42'33" Sul e a uma longitude de 38°36'21" Oeste. O açude tem por finalidade a piscicultura extensiva, o fornecimento de vazão regularizada para irrigação e o abastecimento d'água à localidade de Santa Inês.

O reservatório Condado, localizado a uma latitude de 7°46'20" Sul e a uma longitude de 38°33'30" Oeste, tem uma capacidade máxima de 35 milhões de metros cúbicos. Foi construído com a finalidade de fornecimento de vazão regularizada para irrigação e abastecimento d'água.

O reservatório de Serra Vermelha I, que está localizado a uma Latitude de 7°47'25" Sul e uma Longitude de 38°31'29" Oeste, tem um volume máximo de 11,8 milhões de metros cúbicos. O açude abastece a cidade de Conceição que, segundo o Plano Diretor de Recursos Hídricos da Paraíba (PDRH-PB, 1997), possui uma população estimada em 16.569 habitantes, requerendo uma demanda de 28,56 l/s o que corresponde a 0,029 m³/s.

Piranhas é um reservatório localizado na Latitude 7°30'48" Sul e Longitude 38°26'20" Oeste e possui uma capacidade máxima de armazenamento de 25,6 milhões de metros cúbicos, com uma demanda de 0,0067 m³/s, abastece a cidade de Ibiara que possui



LEGENDA

● - nó do sistema	Qt - tomada d'água
Qa - vazão afluyente ao reserv.	Qsb - vazão de sub-bacia
Qf - descarga de fundo	Pr, Pp - precipitação (reserv./perimetro)
Qd - demanda p/ abastecimento	Er, Ep - evaporação (reserv./perimetro)
Qv - vazão de vertimento	o - poço amazonas
Qi - demanda de irrigação	Qip - vazão de poço p/ irrigação

RESERVATÓRIOS

- 1 - Santa Ines = 26.115.250 m³
- 2 - Condado = 35.016.302 m³
- 3 - Serra Vermelha = 11.801.173 m³
- 4 - Piranhas = 25.696.200 m³
- 5 - Video = 6.040.263 m³
- 6 - Vazante = 9.091.200 m³
- 7 - Poço Redondo = 62.761.154 m³

Figura 4.1 – Configuração do Sistema Hídrico em Estudo

uma estimada em 5.858 hab.

O menor entre os sete reservatório, Vidéo está localizado a uma Latitude de 7°22'03" Sul e Longitude de 38°25'55" Oeste. Com a capacidade máxima de 6 milhões de metros cúbicos, o açude não abastece a nenhum núcleo urbano, apesar de ter sido construído com essa finalidade, além da piscicultura e fornecimento de vazão para irrigação.

O açude Vazante tem uma capacidade de 9 milhões de metros cúbicos e está localizado a uma Latitude de 7°35'24" Sul e a uma Longitude de 38°22'33" Oeste. Apesar do açude não ter sido projetado para usos específicos pode ser usado para piscicultura extensiva, e fornecimento de vazão para irrigação.

Com uma capacidade de armazenamento de 62,7 milhões de metros cúbicos, o açude Poço Redondo é o maior entre os sete e localiza-se a uma Latitude de 7°34'55" Sul e uma Longitude de 38°18'16" Oeste. Além de atender a uma demanda 0,0052 m³/s para o abastecimento da cidade de Santana de Mangueira, com população estimada de 3.768 habitantes (PDRH, 1997), o reservatório também atende a uma demanda do perímetro irrigado de Poço Redondo.

A quase totalidade dos reservatórios apresentados tem, também, a finalidade, de perenizar o Rio Piancó, pois no percurso de todo rio até chegar em Coremas – Mãe D'água, são feitas várias captações para pequenas irrigações, abastecimento de pequenas comunidades e até mesmo de municípios.

O sistema de reservatórios Coremas – Mãe D'água atende a diversos usos, dentre eles: geração de energia, perenização do Rio Piancó para atender algumas demandas no estado do Rio Grande do Norte, abastecimento de 4 m³/s para o perímetro irrigado das Várzeas de Sousa, através do Canal da Redenção, o sistema adutor de Coremas/Sabugi, que atenderá o abastecimento de 17 municípios e alguns perímetros de irrigação à jusante. Dada a grande importância do sistema para a região, é preciso que os sub-sistemas a montante deste, sejam gerenciados de forma ótima para que o mesmo não entre em estresse hídrico, caso não seja realimentado com as vazões afluentes.

4.2 – Dados do Sistema em Estudo

4.2.1 – Precipitação

A precipitação para cada reservatório foi obtida dos Dados Pluviométricos Mensais do Nordeste (SUDENE, 1990). Foram escolhidos os posto pluviométricos mais próximos possível dos reservatórios, são eles: Manaira no município de Manaira, Conceição no município de Conceição, Bom Jesus no município de Conceição e Ibiara no município de Ibiara. Estes dados podem ser vistos nos Anexos 8 a 11.

4.2.2 – Vazões Afluentes aos Reservatórios

Os dados fluviométricos foram obtidos do Plano Diretor de Recursos Hídricos do Estado da Paraíba (PDRH-PB, 1997). No PDRH-PB, foram utilizados dados fluviométricos obtidos no modelo denominado MODHAC – Modelo Hidrológico Auto Calibrável. Considerando a relativa disponibilidade de dados pluviométricos na área em estudo que possibilitou o estabelecimento de uma série média diária de 57 anos, o Plano Diretor optou por uma abordagem determinística conceitual através da utilização do referido modelo. Nos Anexos 12 a 18, podem ser observados os valores das vazões afluentes geradas para cada reservatório.

4.2.3 – Evaporação nos Reservatórios

Os dados de evaporação media mensal para os doze reservatórios estudados, foram obtidos do posto Climatológico de Coremas, conforme mostrados na Tabela 4.1. Estes dados também foram considerados para cada sub-sistema de reservatório.

Tabela 4.1 - Dados de evaporação média mensal do Tanque Classe A

Posto	Evaporação média mensal (mm)											
	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez
Climatológico												
Coremas	272,3	215,4	204,1	182,4	183,1	182,2	219,9	271,9	299,6	332,9	319	310,6

FONTE: Diagnóstico do PDRH das bacias do Piancó/Piranhas, 1996.

4.2.4 – Abastecimento Urbano

Dos sete reservatórios estudados, três estão comprometidos com o abastecimento urbano: Serra Vermelha I que abastece a cidade de Conceição com 16.569 hab; Piranhas que abastece o município de Ibiara com 5.858 hab e Poço Redondo que abastece a cidade de Santana de Mangueira com 3.768 hab, as demandas são de 0,029; 0,007 e 0,005 m³/s,

respectivamente. Estas demandas para o abastecimento urbano a serem atendidas pelos respectivos reservatórios foram obtidas com base no Estudo do Plano Diretor da Bacia (PDRH-PB, 1996), para o horizonte de 2013.

4.2.5 – Irrigação

Neste sistema só existe um projeto de 500 ha para irrigação, que é o perímetro irrigado de Poço Redondo e que será atendido pelo reservatório de mesmo nome, com um consumo previsto de $9,72 \times 10^6 \text{ m}^3$. No entanto, foi considerada uma área para irrigação maior que 500 ha, para cada reservatório, prevendo que os perímetros Piancó I, II e III, com 2.285 ha e localizados a jusante dos sete reservatórios, poderiam ser irrigados com a água dos reservatórios em estudo.

As culturas selecionadas foram obtidas a partir do Manual de Orçamentos Agropecuários do Banco do Nordeste S/A, 2003, levando em consideração dois pontos importantes na análise do comportamento hídrico do sistema: A aptidão agrícola, segundo os estudos de viabilidade dos projetos e também dos sistemas de irrigação implantados. Nas Tabela 4.2 e 4.3 estão apresentados os dados relativos a produtividade das culturas, preço médio de venda, custo médio de produção, trabalho médio requerido por cultura por ano, custo de trabalho e distribuição dos coeficientes de cultivos (Kc's) das culturas no ano hidrológico considerado para o sistema.

4.2.6 – Dados do Sistema de Irrigação

Os sistemas por aspersão convencional e micro-aspersão são os mais aplicados na região.

Será considerado na otimização os sistemas de irrigação empregados no perímetro de Poço Redondo, que é por aspersão convencional e irrigação localizada (micro-aspersão). Os dados dos sistemas de irrigação podem ser observados na Tabela 4.4. Na Tabela 4.5 apresenta-se o plano cultural anual.

Tabela 4.2 - Dados das características culturais

Cultura	Produtividade (kg/ha/ano)	Preço médio (R\$/kg)	Custo médio de produção (R\$/ha/ano)	Trabalho Requerido (dia/ha/ano)	Custo do trabalho (R\$/homem dia /cultura)
Algodão (s)	3000	0,70	972,00	104	5,00
Algodão (es)	3000	1,20	1268,00	119	5,00
Feijão (s)	1200	0,67	513,00	31	8,00
Feijão (es)	1200	1,00	908,00	56	8,00
Milho (s)	8000	0,37	543,00	55	8,00
Milho (es)	8000	0,42	1017,40	62	8,00
Arroz (s)	1500	0,40	763,00	66	8,00
Melancia (s)	25000	0,15	1435,00	90	8,00
Melancia (es)	25000	0,26	1814,00	115	8,00
Cebola (s)	15000	0,22	2273,00	100	8,00
Cebola (es)	15000	0,36	3113,00	141	8,00
Melão (s)	15000	0,30	2046,00	112	8,00
Melão (es)	15000	0,50	2422,00	137	8,00
Tomate (s)	40000	0,34	2860,00	90	8,00
Tomate (es)	40000	0,57	3596,00	115	8,00
Banana	40000	0,40	3185,00	198	8,00
Manga	8000	0,18	2131,00	103	8,00
Coco	40000	0,37	1317,00	105	8,00
Maracujá	10000	0,63	3730,00	189	8,00
Graviola	7000	1,50	2060,00	113	8,00
Mamão	18500	0,45	2718,00	163	8,00
Pinha	6500	0,87	2060,00	113	8,00
Goiaba	16000	0,36	2359,00	120	8,00

Fonte: Manual de Orçamento do Banco do Nordeste S/A, 2003 e EMPASA-Empresa Paraibana de Abastecimento e Serviços Agrícolas, 2003

Tabela 4.3 - Distribuição dos coeficientes de cultivo (Kc's) das culturas no ano hidrológico

Culturas	Meses do ano hidrológico											
	ago	set	out	nov	dez	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul
Algodão (s)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,45	0,75	1,15	0,75	0,00	0,00
Algodão (es)	0,45	0,75	1,15	0,75	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Feijão (s)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,75	1,15	0,80	0,00	0,00	0,00
Feijão (es)	0,75	1,15	0,80	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Milho (s)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,75	1,07	1,00	0,70	0,00	0,00
Milho (es)	0,75	1,07	1,00	0,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Arroz (s)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,10	1,10	1,10	1,10	0,00	0,00
Melancia (s)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,67	0,91	0,98	0,82
Melancia (es)	0,00	0,67	0,91	0,98	0,82	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Cebola (s)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,72	0,95	0,98	0,87
Cebola (es)	0,75	1,07	1,00	0,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Melão (s)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,45	0,75	1,00	0,75
Melão (es)	0,00	0,45	0,75	1,00	0,75	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Tomate (s)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,45	0,75	1,15	0,80
Tomate (es)	0,00	0,45	0,75	1,15	0,80	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Banana	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10
Manga	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
Coco	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75
Maracujá	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75
Graviola	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65
Mamão	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
Pinha	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65
Goiaba	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70

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

Tabela 4.4 - Dados do sistema de irrigação aplicado as culturas

Culturas	Sistema de irrigação	Esis (%)	Eapl (%)	Pirr (R\$/ha)	Vutil (anos)	Amort. (%/ano)	Cbomb (R\$/ano)
Algodão (s)	aspersão	90	70	2000,00	10	8	201,10
Algodão (es)	aspersão	90	70	2000,00	10	8	201,10
Feijão (s)	aspersão	90	70	2000,00	10	8	134,10
Feijão (es)	aspersão	90	70	2000,00	10	8	134,10
Milho (s)	aspersão	90	70	2000,00	10	8	188,40
Milho (es)	aspersão	90	70	2000,00	10	8	188,40
Arroz (s)	aspersão	90	70	2000,00	10	8	314,00
Melancia (s)	microaspersão	90	90	3500,00	10	8	178,80
Melancia (es)	microaspersão	90	90	3500,00	10	8	178,80
Cebola (s)	microaspersão	90	90	3500,00	10	8	520,00
Cebola (es)	microaspersão	90	90	3500,00	10	8	520,00
Melão (s)	microaspersão	90	90	3500,00	10	8	176,00
Melão (es)	microaspersão	90	90	3500,00	10	8	176,00
Tomate (s)	microaspersão	90	90	3500,00	10	8	279,30
Tomate (es)	microaspersão	90	90	3500,00	10	8	279,30
Banana	microaspersão	90	90	3500,00	10	8	670,40
Manga	microaspersão	90	90	3500,00	10	8	586,60
Coco	microaspersão	90	90	3500,00	10	8	607,50
Maracujá	microaspersão	90	90	3500,00	10	8	544,70
Graviola	microaspersão	90	90	3500,00	10	8	502,80
Mamão	microaspersão	90	90	3500,00	10	8	544,70
Pinha	microaspersão	90	90	3500,00	10	8	502,80
Goiaba	microaspersão	90	90	3500,00	10	8	580,00

Fonte: COIPI - Cooperativa Agropecuária dos Irrigantes do Projeto Pianco, 2003

Onde: Esis - Valor percentual da eficiência do sistema de distribuição para irrigação por cultura; Eapl - Valor percentual da eficiência da aplicação da irrigação por ha; Pirr - Custo do investimento de implementação do sistema; Vutil - Vida útil do siste

Tabela 4.5 - Plano cultural para a irrigação

Culturas	Meses do ano hidrológico											
	ago	set	out	nov	dez	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul
Algodão (s)												
Algodão (es)												
Feijão (s)												
Feijão (es)												
Milho (s)												
Milho (es)												
Arroz (s)												
Melancia (s)												
Melancia (es)												
Cebola (s)												
Cebola (es)												
Melão (s)												
Melão (es)												
Tomate (s)												
Tomate (es)												
Banana												
Manga												
Coco												
Maracujá												
Graviola												
Mamão												
Pinha												
Goiaba												

4.2.7 - Piscicultura

No Nordeste do Brasil a atividade da piscicultura é bastante comum, sendo baseada na criação de organismos aquáticos em condições controladas. De acordo com Molle e Cadier (1992) esta prática é atrativa nesta região por diversos fatores, dentre eles:

- baixos investimentos iniciais quando da 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 a agricultura
- não requer nenhuma fonte de energia artificial;
- importante fonte alimentar, visto que, o teor de proteína da carne de peixe de água doce é superior ao valor encontrado nas carnes bovinas e de aves.

Todos os reservatórios serão utilizados para a prática da piscicultura com caráter comercial, sendo realizada de forma extensiva, onde os peixes existentes ou colocados num manancial hídrico, não serão alimentados pelo piscicultor, ficando essa tarefa a cargo do que é naturalmente encontrado na água. A desvantagem desse sistema é a baixa produtividade, que não ultrapassa em média 120 kg/ha/ano. Segundo Barbosa (2001) e com base em informações do DNOCS, os dados para prática de piscicultura de forma extensiva são os seguintes:

Custo de alevinagem (Cal) = R\$3,00/ha/ano;

Produtividade média de pescado (Pdp) = 120 Kg/ha/ano;

Preço médio de venda do pescado = R\$1,2/kg;

Despesca média anual por pescador = 1500 kg/ano/pescador.

4.2.8 – Dados dos Reservatórios

Os dados apresentados neste item são de natureza estrutural (relação cota x área x volume, dados intrínsecos dos vertedores como coeficiente de descarga, largura, cota da soleira, dados de descarga de fundo para cada reservatório, vazões máximas e cotas mínimas operacionais das tomadas d'água) e operacionais (volumes máximos e mínimos de armazenamento e volumes de sustentabilidade hídrica) referentes aos sete reservatórios da região em estudo.

4.2.8.1 – Relações cota x área x volume

A relação entre cota, área e volume é muito importante, uma vez que, quando há uma diminuição na cota de um reservatório, ocorre, conseqüentemente a diminuição tanto do espelho d'água como do seu volume e com isso o volume evaporado diminuirá. Isso terá uma influência no processo de otimização.

Para estabelecimento das relações, usou-se o *software* LabFit (Silva e Silva, 2002), entrando com dados de cota x área x volume no programa, obteve-se as funções matemáticas que melhor representavam estes dados, (Tabelas 4.6 a 4.8), através de uma análise de regressão. As curvas *Cota x Área x Volume* para os sete reservatórios encontram-se em Anexo.

Tabela 4.6 – Cota do nível de água a partir do volume do reservatório

Reservatório	Curvas Ajustadas
Açude Condado	$C_j = 48,387 * V_j^{0,4269 * 10^{-3} * V_j^{0,2428}}$
Açude Piranhas	$C_j = 1 / (0,1049 - 0,4901 * 10^{-2} * \log(V_j)) + 55,832$
Açude Poço Redondo	$C_j = 1 / (0,163 - 0,777 * 10^{-2} * \log(V_j)) + 64,29$
Açude Santa Inês	$C_j = -0,4628 * 10^5 / -630,25 + V_j^{0,2999}$
Açude Serra Vermelha I	$C_j = 0,0737 * V_j^{0,3491} + 71,197$
Açude Video	$C_j = 1 / 0,1636 * 10^{-2} - 0,5961 * 10^{-6} * V_j^{0,2779}$
Açude Vazante	$C_j = (0,5993 * 10^9 + 0,5356 * 10^4 * V_j)^{0,1527}$

Onde: C_j – Cota do espelho d'água do reservatório (m)

V_j – Volume do reservatório (m³)

Tabela 4.7 – Área da bacia hidráulica a partir da cota do reservatório

Reservatório	Curvas Ajustadas
Açude Condado	$A_j = 0,5789 * 10^9 / C_j + 0,5041 * 10^8 * \exp(-110,25 / C_j) - 0,1712 * 10^8$
Açude Piranhas	$A_j = 0,2841 * 10^8 - 0,4195 * 10^{10} / C_j + 0,1548 * 10^{12} / C_j^2$
Açude Poço Redondo	$A_j = 0,6062 * 10^8 - 0,9117 * 10^{10} / C_j + 0,3426 * 10^{12} / C_j^2$
Açude Santa Inês	$A_j = -0,24 * 10^8 + 0,2256 * 10^6 * C_j + 0,3980 * 10^{11}$
Açude Serra Vermelha I	$A_j = 0,1793 * 10^{11} * C_j^{-187,59 / C_j} - 3955 * C_j$
Açude Video	$A_j = 0,1584 * 10^{10} - 0,1941 * 10^{13} / C_j + 0,5943 * 10^{15} / C_j^2$
Açude Vazante	$A_j = 0,1470 * 10^8 * \exp(-17,96 * \exp(-0,0457 * C_j))$

Onde: C_j – Cota do espelho d'água do reservatório (m)

A_j – Área da bacia hidráulica do reservatório (m²)

Tabela 4.8 – Volume do reservatório a partir da cota do reservatório

Reservatório	Curvas Ajustadas
Açude Condado	$V_j = 0,1723 * 10^5 * C_j^{2,171} - 0,8428 * 10^9 * \exp(-115,43 / C_j)$
Açude Piranhas	$V_j = 0,9705 * 10^8 * \exp(-662,53 * \exp(-0,0602 * C_j))$
Açude Poço Redondo	$V_j = 0,5374 * 10^9 - 0,1349 * 10^8 * C_j + 0,8466 * 10^5 * C_j^2$
Açude Santa Inês	$V_j = 0,2816 * 10^7 * C_j - 73449 * C_j^2 + 478,94 * C_j^3$
Açude Serra Vermelha I	$V_j = 1 / (-0,1313 + 0,2538 * C_j^2)^{-0,2402}$
Açude Video	$V_j = 0,1248 * 10^8 * \exp(((\log(C_j) - 6,457)^2) / -0,2448 * 10^{-3})$
Açude Vazante	$V_j = (-16,65 + 1,273 * C_j)^{4,401}$

Onde: C_j – Cota do espelho d'água do reservatório (m)

V_j – Volume do reservatório (m³)

4.2.8.2 – Volumes Máximos e Mínimos nos Reservatórios

De acordo com o DNOCS os volumes máximos nos reservatórios são os apresentados na Tabela 4.9. Por falta de informações sobre os volumes mínimos, considerou-se o valor deste volume como sendo 10% do volume máximo.

Tabela 4.9 – Dados de volumes máximos e mínimos dos reservatórios

Reservatório	Volume Máximo (m ³)	Volume Mínimo (m ³)
Condado	35.016.302,00	3.501.630,20
Piranhas	25.696.200,00	2.569.620,00
Poço Redondo	62.751.154,00	6.275.115,40
Santa Inês	26.115.250,00	2.611.525,00
Serra Vermelha I	11.801.173,00	1.180.117,30
Video	6.040.263,00	604.026,30
Vazante	9.091.200,00	909.120,00

4.2.8.3 – Vazões Máximas e Mínimas Permitidas

Não foi considerado neste estudo, limitações de vazões mínimas, para os trechos dos rios à jusante dos reservatórios. As vazões a serem liberadas pelos reservatórios para

abastecimento da demanda para irrigação serão variáveis de acordo com a variação mensal das necessidades das culturas, podendo, em determinados meses, ser zero.

Foi considerada uma vazão máxima permitida de tomada d'água para irrigação, em cada reservatório, de 4 m³/s.

4.2.8.4 – Descarregador e Vertedouros

Os dados necessários para a determinação de vazões descarregadas e vertidas, conforme equações (4.1) e (4.2) são mostrados na Tabela 4.10.

$$Q_{f_t} = C_f * A_f * (2g * (H_{r_t} - H_f))^{0,5} \quad (4.1)$$

Onde:

Q_{f_t} – vazão aduzida pelo descarregador do reservatório no mês t;

C_f – coeficiente de vazão do descarregador;

A_f – área da seção transversal do descarregador em m²;

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

H_f – cota de jusante da geratriz inferior do descarregador em m.

Tabela 4.10 – Dados das tomadas d'água usados para obtenção das vazões mensais a serem liberados pelos reservatórios.

Reservatório	Coeficiente de Vazão (C_f)	Diâmetro do tubo (mm)	Área da seção transversal (m ²)	Cota da tomada d'água (m)
Condado	0,80	500	0,196	62,00
Piranhas	0,80	500	0,196	86,00
Poço Redondo	0,80	500	0,196	88,00
Santa Inês	0,80	500	0,196	84,00
Serra Vermelha I	0,80	400	0,126	82,00
Vídeo	0,80	200	0,031	622,00
Vazante	0,80	150	0,018	32,00

As vazões mensais extravasadas pelos vertedores foram determinadas pela Equação (4.2).

$$Q_{vt} = C_v * B_v * (H_{rt} - H_{vert})^{1,5} \quad (4.2)$$

Onde,

Q_{vt} – Vazão de vertimento;

C_v – Coeficiente de descarga do vertedor;

B_v – Largura de base do Vertedor;

H_{rt} – 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 $H_{vert} \leq H_{rt}$, $\geq H_{vmax}$, onde H_{vmax} é a cota do nível do reservatório que causaria a lâmina vertente máxima projetada para o sangrador. Na Tabela 4.11 estão mostrados os valores dos parâmetros usados para estimativa das vazões mensais extravasadas para os sete reservatórios estudados.

Tabela 4.11 – Parâmetro adotados para estimativa das vazões vertentes máximas.

Reservatório	Coef. de descarga do Vertedor (C_v)	Largura do Vertedor (B_v) (m)	Cota da soleira do Vertedor – H_{vert} (m)
Condado	0,492	100,00	80,00
Piranhas	0,492	96,00	103,00
Poço Redondo	0,492	150,00	107,00
Santa Inês	0,492	50,00	100,00
Serra Vermelha I	0,492	45,00	93,00
Vídeo	0,492	53,00	629,00
Vazante	0,492	72,20	43,00

5 – DEFINIÇÕES DOS CENÁRIOS

Para permitir uma boa compreensão e avaliação mensal do comportamento do sistema, quando submetido a um conjunto de condições variáveis no tempo, foram estabelecidos cenários que, a partir de determinadas situações climáticas, estão centrados em aspectos operacionais dos reservatórios Santa Inês, Condado, Poço Redondo, Piranhas, Serra Vermelha I, Video e Vazante.

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

- a) dados médios mensais da série histórica total de fluviometria e pluviometria;
- b) dados da série histórica de fluviometria e pluviometria que mais se aproximam da média;
- c) Os menores valores mensais da série histórica de fluviometria e pluviometria correspondente aos anos secos;
- d) Os menores valores mensais da série histórica de fluviometria e pluviometria correspondente aos anos chuvosos.

Serão considerados 4 cenários climáticos, estes cenários hidroclimáticos foram estabelecidos a partir das séries fluviométricas e pluviométricas compreendidas entre os anos de 1933 a 1989 dos postos próximos aos reservatórios. Estas séries foram obtidas do Plano Diretor de Recursos Hídricos da Paraíba (PDRH/PB, 2003) e dos dados pluviométricos mensais do Nordeste (SUDENE, 1990), os mesmos podem ser vistos nos anexos 8 a 18. Os cenários são os seguintes:

- 1) Cenário Médio (Padrão): caracterizado com um ano cujos deflúvios mensais são dados pela média mensal, ou seja:

$$Q = \bar{X} \quad (5.1)$$

2) Cenário Normal: define-se como cenário normal um ano cuja vazão anual esteja dentro do intervalo de:

$$\bar{X} - \frac{s}{2} \leq Q \leq \bar{X} + \frac{s}{2} \quad (5.2)$$

e escolhe-se um ano dentro deste intervalo cujo deflúvio anual seja o mais próximo possível do deflúvio médio anual $\bar{X}$.

3) Cenário Chuvoso: é considerado o ano que esteja no limite do seguinte intervalo:

$$Q \geq \bar{X} + \frac{s}{2} \quad (5.3)$$

4) Cenário Seco: o cenário climático seco será considera como o ano mais seco, ou seja, o de menor vazão afluente do intervalo:

$$Q \leq \bar{X} - \frac{s}{2} \quad (5.4)$$

Onde,

Q - é a vazão total anual;

$\bar{X}$ - representa a média; e

s - representa o desvio padrão.

Para os cenários serão considerados:

- o volume do reservatório, após o período de estudo de otimização, deve ter o volume final maior ou igual ao volume inicial, garantindo assim a sustentabilidade hídrica. Na situação climática seca, a sustentabilidade hídrica foi reduzida, devido a reduzida vazão afluente e a impossibilidade de atendimento de 100% da sustentabilidade, por falta de região viável para a solução do problema;

- o volume mínimo para todos os cenários, foi considerado como 10% da capacidade máxima dos reservatórios;

- foi considerado o volume no início da otimização como sendo 40% do volume máximo, pois, este seria o volume pelo qual, após o período chuvoso, o reservatório atingiria com facilidade;

- foi considerado como período inicial para otimização dos reservatórios o mês de agosto, pois, espera-se que neste período, tenha uma alta probabilidade de ter um volume superior a 40% de sua capacidade e, além disso, flexibiliza o uso de água com relação aos requerimentos de sustentabilidade (apesar de, em alguns casos, penalizar por começar com pouca água, mas com aumento da confiabilidade na operação do sistema).

Estes dados podem ser vistos nas Tabelas 5.1 a 5.14.

Tabela 5.1 - Dados de vazão afluente ao reservatório de Santa Inês

Posto	Cenários	Ano	Vazões em m ³ /s												Total
			jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	
	Padrão	-	0,04	0,23	0,62	0,98	0,59	0,17	0,03	0	0	0	0,01	0,02	2,69
Conceição (3852197)	Normal	1963	0	0,2	1,36	0,83	0,41	0,02	0	0	0	0	0	0,06	2,88
	Chuvoso	1975	0,02	0,14	1,42	1,13	0,99	0,31	0,16	0	0,05	0,02	0	0	4,24
	Seco	1942	0	0,04	0	0,03	0	0	0	0	0	0	0	0,01	0,08

Tabela 5.2 - Dados de precipitação sobre a bacia hidráulica do reservatório de Santa Inês

Posto	Cenários	Ano	Precipitações em mm												Total
			jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	
	Padrão	-	103,1	152,3	207,6	140,9	55,6	30,1	12,5	8,9	10,4	7,0	27,3	47,9	803,6
Conceição (3852197)	Normal	1963	64,0	290,0	142,0	78,0	33,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	198,0	805,0
	Chuvoso	1975	72,0	175,2	330,0	131,0	43,0	69,4	72,0	0,0	150,0	0,0	0,0	113,0	1155,6
	Seco	1942	0,3	12,8	1,5	4,0	2,0	0,0	0,0	0,2	0,0	7,2	10,0	82,0	121,4

Tabela 5.3 - Dados de vazão afluente ao reservatório de Condado

Posto	Cenários	Ano	Vazões em m ³ /s												Total
			jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	
	Padrão	-	0,05	0,26	0,75	1,27	0,8	0,24	0,04	0	0	0	0,01	0,02	3,44
Conceição (3852197)	Normal	1963	0,01	0,21	1,3	1,1	0,63	0,07	0	0	0	0	0	0,08	3,4
	Chuvoso	1975	0,03	0,19	1,88	1,37	1,22	0,43	0,24	0,01	0,06	0,02	0	0	5,45
	Seco	1942	0	0,05	0,01	0,04	0	0	0	0	0	0	0	0,01	0,11

Tabela 5.4 - Dados de precipitação sobre a bacia hidráulica do reservatório de Condado

Posto	Cenários	Ano	Precipitações em mm												Total
			jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	
	Padrão	-	103,1	152,3	207,6	140,9	55,6	30,1	12,5	8,9	10,4	7,0	27,3	47,9	803,6
Conceição (3852197)	Normal	1963	64,0	290,0	142,0	78,0	33,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	198,0	805,0
	Chuvoso	1975	72,0	175,2	330,0	131,0	43,0	69,4	72,0	0,0	150,0	0,0	0,0	113,0	1155,6
	Seco	1942	0,3	12,8	1,5	4,6	2,0	0,8	0,0	0,2	0,0	7,2	10,0	82,0	121,4

Tabela 5.5 - Dados de vazão afluente ao reservatório de Poço Redondo

Posto	Cenários	Ano	Vazões em m ³ /s												Total
			jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	
	Padrão	-	0,15	0,82	3,02	4,68	2,56	1,19	0,36	0,02	0	0	0,03	0,06	12,89
Manaira (3853467)	Normal	1979	0,11	0,32	1,56	4,11	5,14	2,15	0,21	0	0	0	0	0	13,6
	Chuvoso	1975	0,11	0,25	8,49	5,02	5,39	2,81	1,53	0,28	0	0	0	0	23,88
	Seco	1958	0,02	0,04	0,06	0,35	0,01	0	0	0	0	0	0	0,05	0,53

Tabela 5.6 - Dados de precipitação sobre a bacia hidráulica do reservatório de Poço Redondo

Posto	Cenários	Ano	Precipitações em mm												Total
			jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	
	Padrão	-	80,6	123,9	197,3	124,2	37,0	19,1	10,5	1,9	2,9	5,7	22,5	52,1	677,7
Manaira (3853467)	Normal	1979	129,6	67,0	201,2	319,0	94,4	8,6	1,3	3,4	0,0	0,0	0,0	0,0	824,5
	Chuvoso	1975	114,1	274,3	189,2	188,5	38,2	20,8	73,4	0,0	0,0	0,0	64,0	102,5	1065,0
	Seco	1958	0,0	63,5	105,9	0,0	27,5	7,0	20,7	0,0	0,0	0,0	0,0	122,8	347,4

Tabela 5.7 - Dados de vazão afluente ao reservatório de Piranhas

Posto	Cenários	Ano	Vazões em m ³ /s												Total
			jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	
	Padrão	-	0,08	0,6	2,2	3,74	1,74	0,64	0,19	0,01	0	0	0,01	0,01	9,22
Ibiara	Normal	1963	0,06	0,25	3,99	2,48	1,44	0,29	0	0	0	0	0	0,04	8,55
(3843919)	Chuvoso	1979	0,23	0,77	5,73	3,83	2,3	0,76	0,03	0	0,01	0	0	0	13,66
	Seco	1982	0	0,01	0,22	0,28	0,31	0	0	0	0	0,01	0	0	0,83

Tabela 5.8 - Dados de precipitação sobre a bacia hidráulica do reservatório de Piranhas

Posto	Cenários	Ano	Precipitações em mm												Total
			jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	
	Padrão	-	131,0	204,6	246,8	222,5	85,4	49,0	26,1	5,4	13,8	11,2	15,1	58,3	1069,2
Ibiara	Normal	1963	131,7	192,1	243,6	197,9	50,9	32,1	0,0	0,0	0,0	57,9	36,5	173,1	1115,8
(3843919)	Chuvoso	1979	130,9	261,2	351,0	159,5	68,8	13,4	0,0	4,3	18,4	3,2	8,3	45,7	1064,7
	Seco	1982	16,7	32,6	84,9	96,8	29,8	0,0	0,0	0,0	8,4	0,0	0,0	49,1	318,3

Tabela 5.9 - Dados de vazão afluente ao reservatório de Serra Vermelha I

Posto	Cenários	Ano	Vazões em m ³ /s												Total
			jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	
	Padrão	-	0,02	0,12	0,36	0,53	0,33	0,1	0,02	0	0	0	0	0,01	1,49
Conceição	Normal	1956	0	0,06	0,21	0,57	0,49	0,19	0	0	0	0	0,03	0	1,55
(3852197)	Chuvoso	1984	0,01	0,03	0,15	1,41	0,65	0,25	0,01	0	0	0	0	0	2,51
	Seco	1942	0	0,02	0	0,02	0	0	0	0	0	0	0	0	0,04

Tabela 5.10 - Dados de precipitação sobre a bacia hidráulica do reservatório de Serra Vermelha I

Posto	Cenários	Ano	Precipitações em mm												Total
			jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	
	Padrão	-	103,1	152,3	207,6	140,9	55,6	30,1	12,5	8,9	10,4	7,0	27,3	47,9	803,6
Conceição	Normal	1956	0,0	215,5	217,0	115,0	91,0	5,0	0,0	0,0	0,0	22,0	94,5	8,0	768,0
(3852197)	Chuvoso	1984	80,0	107,8	197,2	382,0	58,4	3,4	2,8	4,6	5,2	17,0	19,8	5,2	883,4
	Seco	1942	0,3	12,8	1,5	4,6	2,0	0,8	0,0	0,2	0,0	7,2	10,0	82,0	121,4

Tabela 5.11 - Dados de vazão afluente ao reservatório de Video

Posto	Cenários	Ano	Vazões em m ³ /s												Total
			jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	
	Padrão	-	0,01	0,05	0,21	0,32	0,16	0,06	0,02	0	0	0	0	0	0,83
Bom	Normal	1950	0,01	0	0,05	0,44	0,21	0,06	0	0	0	0,02	0	0	0,79
Jesus	Chuvoso	1934	0,01	0,04	0,46	0,61	0,19	0,13	0,02	0	0	0	0	0	1,46
(3843727)	Seco	1958	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabela 5.12 - Dados de precipitação sobre a bacia hidráulica do reservatório de Video

Posto	Cenários	Ano	Precipitações em mm												Total
			jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	
	Padrão	-	93,3	136,6	209,5	184,9	76,0	45,2	19,9	4,9	7,2	8,6	29,5	40,8	856,4
Bom	Normal	1950	191,6	29,1	232,9	303,5	25,8	22,5	0,0	15,3	15,8	104,7	0,0	115,3	1056,5
Jesus	Chuvoso	1934	140,0	300,7	374,6	213,3	146,1	14,7	0,0	0,0	0,0	0,0	70,4	85,7	1345,5
(3843727)	Seco	1958	0,0	52,6	21,3	17,5	41,5	9,5	15,3	0,0	0,0	0,0	0,0	24,1	181,8

Tabela 5.13 - Dados de vazão afluente ao reservatório de Vazante

Posto	Cenários	Ano	Vazões em m³/s												Total
			jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	
Bom Jesus (3843727)	Padrão	-	0,07	0,34	1,4	2,14	1,08	0,43	0,15	0,02	0	0,01	0	0,02	5,66
	Normal	1950	0,05	0	0,35	2,91	1,4	0,42	0	0	0	0,13	0	0,01	5,27
	Chuvoso	1934	0,04	0,25	3,08	4,03	1,29	0,85	0,11	0	0	0	0,02	0,01	9,68
	Seco	1958	0	0,01	0	0	0,01	0	0	0	0	0	0	0	0,02

Tabela 5.14 - Dados de precipitação sobre a bacia hidráulica do reservatório de Vazante

Posto	Cenários	Ano	Precipitações em mm												Total
			jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	
Bom Jesus (3843727)	Padrão	-	93,3	136,6	209,5	184,9	76,0	45,2	19,9	4,9	7,2	8,6	29,5	40,8	856,4
	Normal	1950	191,6	29,1	232,9	303,5	25,8	22,5	0,0	15,3	15,8	104,7	0,0	115,3	1056,5
	Chuvoso	1934	140,5	300,7	374,6	213,3	146,1	14,7	0,0	0,0	0,0	0,0	70,4	85,7	1346,0
	Seco	1958	0,0	52,6	21,3	17,5	41,5	9,5	15,3	0,0	0,0	0,0	0,0	24,1	181,8

Foi considerado um cenário inicial, utilizando os dados descritos no Capítulo IV, como também os dados médios (padrão) de fluviometria e pluviometria, descritos neste Capítulo. O resultado desta otimização pode ser visto nos Anexos 23 a 36.

Com os resultados deste cenário inicial, selecionou-se apenas as culturas perenes e sazonais com receita líquida positiva e determinou-se duas novas culturas: uma representativa das perenes, formada pela média das características das culturas perenes com receita líquida positiva, e outra representativa das sazonais, formadas com a média das características das culturas sazonais com receita líquida positiva. Esta sazonal foi subdividida em doze culturas, cuja diferença entre elas é apenas o mês de início no plano cultural. Por exemplo, a cultura sazonal 1 com início de plantio no mês 1, a cultura sazonal 2 com início de plantio no mês 2, e assim sucessivamente.

As culturas cujas receitas líquidas foram positivas são: banana, coco, maracujá, graviola, mamão, pinha, goiaba, algodão (es), milho (es), melancia (es), cebola (es), tomate (s) e tomate (es), onde as sete primeiras são perenes e as seis últimas são sazonais. Nas Tabelas 5.15 e 5.16 pode-se observar as médias das características usadas para o novo cenário, como: produtividade (Prod) em kg/ha/cultura; preço médio (Prc) em R\$/ha/cultura; custo médio de produção (Cprod) em R\$/ha/cultura; trabalho requerido (Hdc) em homens dia/ano/cultura/ha; custo do trabalho (Ctrab.) em R\$/homem dia/cultura; valor percentual da eficiência do sistema de distribuição para irrigação (Esis); valor percentual da aplicação da irrigação (Eapl); custo anual de manutenção do sistema de irrigação (Cman) em R\$/ano/ha; custo de investimento de implantação do sistema (Pirr) em R\$/ha; vida útil do sistema de

irrigação (Vútil) em anos; taxa anual de amortização (Amort.) em %/ano e custo anual de bombeamento (Cbomb.) em R\$/ano.

Tabela 5.15 - Média das características das culturas com receita líquida positiva

Cultura	Prod	Prc	Cprod.	Hdc	Ctrab.	Esis	Eapl	Cman	Pirr	Vútil	Amort.	Cbomb.
Perene	17389	0,65	2490	143	8	90	90	54	3500	10	8	564,7
Sazonal	19167	0,53	2278	107	7,5	90	83	50	3000	10	8	274,48

Tabela 5.16 - Distribuição dos coeficientes de cultivos médios (Kc's) com receita líquida positiva

Culturas	Meses do ano hidrológico											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Perene	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92
Sazonal 1	0,6	0,91	1,08	0,72								
Sazonal 2		0,6	0,91	1,08	0,72							
Sazonal 3			0,6	0,91	1,08	0,72						
Sazonal 4				0,6	0,91	1,08	0,72					
Sazonal 5					0,6	0,91	1,08	0,72				
Sazonal 6						0,6	0,91	1,08	0,72			
Sazonal 7							0,6	0,91	1,08	0,72		
Sazonal 8								0,6	0,91	1,08	0,72	
Sazonal 9									0,6	0,91	1,08	0,72
Sazonal 10	0,72									0,6	0,91	1,08
Sazonal 11	1,08	0,72									0,6	0,91
Sazonal 12	0,91	1,08	0,72									0,6

Nestas condições será possível verificar todo o potencial de uso de água dos reservatórios.

6 - ANÁLISES E DISCUSSÕES DOS RESULTADOS

Neste capítulo serão analisados e discutidos os resultados obtidos através do processo da otimização, por meio da aplicação do modelo de otimização a nível mensal. Resultados estes, fruto de um estudo feito para cada reservatório de forma separada, em um período de doze meses, e referentes ao comportamento de cada reservatório com relação à agricultura irrigada, piscicultura e atendimento das diversas restrições do sistema.

Os dados serão analisados a partir das Tabelas 6.1.1 a 6.7.16 e também através das Figuras 6.1.1 a 6.7.8, onde:

minc – mês inicial para começar a pesquisa de otimização;

V_{máx} (m³) – volume máximo do reservatório;

V_{min} (m³) – volume mínimo do reservatório;

V_o (m³) – volume do reservatório no mês inicial;

Sust. – percentual do volume inicial do reservatório desejado no último mês;

A_{máx. perim. irrig.} – área total mensal a ser plantada (ha) em cada mês;

Ac_{max} – área máxima plantada de cada cultura (ha);

Ac_{min} – área mínima plantada de cada cultura (ha);

A_{bac. hid} (m²) – área da bacia hidráulica do reservatório;

Vazões afluentes (m³/s) – valores de vazões afluentes mensais correspondentes a cada cenário;

Precipit. (mm) – valores de precipitação mensal correspondente a cada cenário;

Evapor – evaporação média mensal em (mm) e (m³/s);

Volume reservat. – volume do reservatório a cada mês otimizado em (hm³) e (m³/s);

Volume evapor. – volume evaporado do reservatório a cada mês otimizado em (hm³) e (m³/s);

Diferença entre vol. do reserv. e V_o (hm³) – diferença entre o volume do reservatório a cada mês e o volume do reservatório no mês inicial;

Vazão de descarga (m³/s) – vazões mensais de descarga dos reservatórios;

Vazão de tomada d'água abast. (m^3/s) – vazões mensais de tomadas de água dos reservatórios para abastecimento público;

Vazão de tomada d'água irrig. (m^3/s) – vazões mensais de tomada d'água para irrigação;

Vazão vertida (m^3/s) – vazões mensais vertidas;

Vazão terminal (m^3/s) – vazões mensais terminais de calhas dos rios.

6.1 - Açude SANTA INÊS

6.1.1 - Cenário Padrão

Os resultados obtidos através do processo de otimização do açude de Santa Inês, podem ser observados nas Tabelas 6.1.1 a 6.1.4 como também nas Figuras 6.1.1 e 6.1.2. Com volume inicial de 48% do volume máximo (V_{max}), pode-se observar que o modelo respeita a condição de 100% de sustentabilidade hídrica do reservatório, já que, o volume ao final do mês de julho foi igual ao volume inicial em agosto, evidenciando a plena utilização da água disponível para atender as respectivas demandas.

É notório que o período de depleção do reservatório ocorre entre os meses de junho até o mês de janeiro, coincidindo com o período de menores vazões afluentes registrados, mas não atinge o volume mínimo. A recuperação do reservatório está compreendida entre os meses de fevereiro a maio, o que mostra que o reservatório tem apenas quatro meses de ganho hídrico, através da vazão afluente, em detrimento de oito meses de pleno uso da água armazenada.

Na coluna 5 da Tabela 6.1.2 verifica-se que o volume evaporado calculado pelo modelo, quando sujeito ao processo de otimização, é bem inferior (aproximadamente 39%) da evaporação dada na coluna 3 da mesma tabela, quando o reservatório estaria totalmente cheio e sem ser utilizado.

Não houve perda de água com vertimento, descarga ou vazões terminais o que, com o volume final igual ao inicial, mostra que foi usado toda a água possível, isto é, não houve sobra de água acima do critério de sustentabilidade hídrica.

Como não existe demanda para abastecimento, toda água possível de utilização foi alocada para irrigação e perdida por evaporação. Dentre as culturas irrigadas a de maior área alocada foi a sazonal 1 com 258,82 ha e receita líquida correspondente de R\$1.669.950,00. A área irrigada total foi de 1370,47 ha, dos quais só 0,5 ha foi com a

cultura perene. Observa-se que para reduzir as perdas por evaporação aproveitando-se o máximo a água disponível, foram alocadas áreas maiores e em ordem decrescente, para as culturas sazonais com início de plantio de agosto a janeiro. As culturas sazonais 8 e 9 tiveram a mesma área alocada, para que o reservatório pudesse recuperar-se hidricamente a fim de atender a sustentabilidade hídrica. Praticamente não é alocada área para a cultura perene, apesar desta apresentar receita líquida de R\$6.692,91/ha contra R\$6.453,03/ha para as culturas sazonais, o que pode ser explicado em razão da necessidade de água o ano inteiro para a cultura perene enquanto para as sazonais apenas em um período de 4 meses.

A receita líquida total com agricultura irrigada foi de R\$8.842.680,00 e com piscicultura foi de R\$18.553,16. Com relação a geração de emprego, observa-se o grande volume de diárias necessárias para ativar a economia agrícola. A irrigação de 1370,47 ha de terras gerariam 146.657 diárias que poderiam empregar permanentemente 60 trabalhadores durante o ano. A atividade piscícola seria capaz de gerar renda para 11 pescadores, sem comprometer a água para irrigação.

O único mês em que não foi necessário captar água do açude para irrigação foi o de março, cuja pluviometria foi de 207,6 mm. Apenas meses com pluviometria em torno dos 200 mm ou superiores a ela é que não necessitaram de suplemento com irrigação, o que ocorre em geral apenas em um mês no ano.

6.1.2 – Cenário Normal

De acordo com os resultados das Tabelas 6.1.5 a 6.1.8 e das Figuras 6.1.3 e 6.1.4, observa-se que o reservatório, apesar de ter iniciado com o volume em 40% de V_{max} , teve um comportamento semelhante ao cenário anterior, com o volume do açude no final da otimização igual ao volume inicial, garantindo a sustentabilidade hídrica.

A queda de volume se dá nos meses de junho à janeiro, não chegando a atingir o volume mínimo, se recuperando nos meses de fevereiro a maio. O menor volume apresentado no reservatório para este cenário foi menor que o do cenário padrão o que implica em menor produção piscícola.

Dentre as culturas irrigadas a de maior área alocada foi a sazonal 1 com 463,02 ha e receita líquida correspondente R\$2.987.490,00. Já para a piscicultura a receita líquida foi de R\$16.890,92 empregando 10 pescadores e produzindo 15,79 t de peixe, com um espelho d'água mínimo de 1,198 km².

Não houve perda de água com vertimentos, descarga ou vazões terminais, sendo assim usado toda a água possível, já que o volume final foi igual ao inicial. Com isso a área total irrigada foi de 1438,99 ha, dos quais 1.0 ha para a cultura perene e 1437,99 para as culturas sazonais.

Comparando os cenários padrão e normal, apesar da pouca variação entre os volumes iniciais e de terem vazões afluentes médias e precipitações médias praticamente semelhantes, houve uma alocação de área irrigada 4,76% maior no cenário normal. No entanto, o cenário padrão apresentou uma melhor distribuição das áreas durante todo o período de otimização, mostrando com isso que, a forma com que as vazões e precipitações mensais se distribuem durante o ano modifica sensivelmente as áreas ótimas alocada.

O único mês em que não foi necessário captar água do açude para irrigação foi o de fevereiro, cuja pluviometria foi de 290 mm.

6.1.3 – Cenário Chuvoso

Mesmo com o volume inicial em 42% de V_{max} o comportamento do reservatório neste cenário foi idêntico aos cenários padrão e normal, não houve sobra de água ao final da otimização atendendo ao critério de sustentabilidade de 100% do volume inicial. O período de depleção e recuperação do reservatório foi o mesmo observado nos cenários anteriores, porém, o volume em janeiro se aproximou bem mais do volume mínimo em comparação com os cenários padrão e normal.

A maior área irrigada para este cenário foi a destinada a cultura sazonal 5 com 412,27 ha correspondendo a uma receita líquida de R\$2.660.030,00, seguido da sazonal 1 com 326,46 ha e receita líquida igual a R\$2.106.370,00, ocorrendo com isso uma melhor distribuição das áreas alocadas para cada cultura.

Para piscicultura o modelo alocou uma área mínima de espelho d'água de 0,763 km², com uma produção de 9,16 t e empregando 6 pescadores e com isso resultando numa receita líquida de R\$10.761,05, bem inferior aos cenários anteriores, em função do volume do reservatório chegar perto do volume mínimo, isto acontecendo em razão da maior área irrigada, devido as altas afluições. Como a produção piscícola é calculada com base no menor espelho d'água do reservatório e, portanto, do menor volume, o cenário chuvoso forneceu a menor produção piscícola.

Não foram observados vertimentos nem descargas, com isso a área total irrigada foi de 2.307,92 ha, dos quais 1,07 ha para a cultura perene e 2.306,85 ha para as culturas sazonais.

Comparando o cenário chuvoso com o padrão e o normal, no final do processo obteve-se uma área irrigada 40,6% maior que a área do cenário padrão e 37,6% maior que no normal.

6.1.4 – Cenário Seco

Para este cenário o modelo não encontrou região viável que atendesse aos 100% de sustentabilidade, por esse motivo houve a necessidade de reduzi-lo para 50% do volume inicial. Este volume inicial foi considerado 50% de V_{max} do reservatório para que o modelo encontrasse região viável.

Percebe-se na Figura 6.1.7 que em nenhum momento o reservatório dá sinais de recuperação no seu volume, pois a vazão afluente é de apenas 0,08 m³/s contra um volume evaporado de 1,251 m³/s, uma vazão média para irrigação de 0,112 m³/s e ainda uma vazão de descarga de 0,014 m³/s, perfazendo um total de 2,606 m³/s de saída hídrica, com isso a área irrigada foi de apenas 511,55 ha, que corresponde a 37,33% da área irrigada no cenário padrão, percebe-se pela Tabela 6.1.15 que este reservatório não seria adequado para o provimento hídrico de culturas perenes, já que não foi alocada nenhuma área para a mesma. Observa-se também uma uniformidade nos valores das áreas alocadas para as culturas sazonais tendo em média uma área de 42,63 ha para cada uma delas, indicando, provavelmente, um ótimo local.

A área mínima de espelho d'água foi de 1,113 km² com uma produção 13,35 ton de pescada empregando 9 pescadores, proporcionando uma receita líquida de R\$15.688,96, 31,4% maior que no cenário chuvoso.

6.2 – Açude CONDADO

6.2.1 – Cenário Padrão

Os resultados obtidos através do processo de otimização do açude Condado, podem ser observados nas Tabelas 6.2.1 a 6.2.2 como também nas Figuras 6.2.1 a 6.2.2.

Com volume inicial em 40% de V_{max} , por razões já explicadas anteriormente, observa-se nos resultados otimizados, que não houve sobra de água, atendendo, com isso, o critério de sustentabilidade.

O volume do reservatório começa a cair no período entre os meses de junho a janeiro, o que coincide com o período de menores vazões afluentes registrados, não atingindo, porém, o volume mínimo. A recuperação do reservatório acontece entre os meses de janeiro a junho.

O volume evaporado, observado na 5ª coluna da Tabela 6.2.2, a qual foi calculada pelo modelo, foi 62% inferior ao volume evaporado, observado na coluna 3 da mesma Tabela, quando o reservatório estaria totalmente cheio e sem ser utilizado.

Não houve perda de água com vertimentos, descarga ou vazões terminais, verificando-se que toda água disponível foi utilizada, já que, não houve sobra no volume, como já foi visto anteriormente.

Não existe demanda para abastecimento, todo volume foi alocado para irrigação. Dentre as culturas irrigadas a de maior área alocada foi a sazonal 2 com 876,52 ha e receita líquida correspondente de R\$5655,46. A área irrigada total foi de 1.927,94 ha, dos quais só 5,08 ha foi com culturas perenes. A maior área alocada foi verificada nos meses entre janeiro e junho.

A receita líquida total com agricultura irrigada foi de R\$11.052.010,00 e com piscicultura foi de R\$17.273,16. Com relação à geração de emprego, irrigando 1.712,45 ha, o modelo gerou 183.676 diárias podendo empregar aproximadamente 642 trabalhadores. A atividade piscícola seria capaz de gerar renda para 10 pescadores, não comprometendo a irrigação.

O mês em que não houve necessidade de captação de água para irrigação foi o de março, onde a pluviometria foi de 207,6 mm, a maior dentre as maiores precipitações observadas.

6.2.2 – Cenário Normal

Igualmente ao cenário padrão, o volume inicial foi em 40% de V_{max} , observando-se que o modelo obedece ao critério de sustentabilidade, já que, o volume final foi igual ao volume inicial.

Percebe-se pela Figura 6.2.3 que o volume do reservatório, diferentemente do cenário padrão, começa a cair no período entre os meses de maio e janeiro, não chegando a

atingir o volume mínimo, tendo uma recuperação entre os meses de janeiro a maio. O menor volume apresentado no reservatório para este cenário foi maior que o do cenário padrão o que implica em maior produção piscícola.

Dentre as culturas irrigadas a de maior área alocada foi a sazonal 2 com 293,46 ha e receita líquida correspondente R\$1.893.490,00.

Não houve perda de água com vertimentos e a vazão de descarga verificada na coluna 6 da Tabela 6.2.6 pode ser considerada despressível em comparação com a vazão de tomada d'água para irrigação na coluna 8 da mesma tabela, sendo possível assim concluir que toda a água possível foi usada, já que o volume final foi igual ao inicial. Com isso a área total irrigada foi de 1.632,35 ha, das quais 2,13 ha foram alocadas para a cultura perene enquanto 1.630,22 ha foram para as culturas sazonais.

Para a piscicultura a receita líquida foi de R\$1.9071,64 empregando 11 pescadores e produzindo 16,23 t de peixe, com um espelho d'água mínimo de 1,353 Km².

Em comparação com o cenário padrão, no cenário normal a área irrigada foi 4,68% menor que no padrão, porém, no cenário normal as áreas irrigadas foram melhor distribuídas.

O único mês em que não foi necessário captar água do açude para irrigação foi o de fevereiro, cuja pluviometria foi de 290mm.

6.2.3 – Cenário Chuvoso

O critério de sustentabilidade hídrica de 100% foi atendido, pois, o volume de água no final do processo é igual ao volume no início. O período de depleção ocorreu entre os meses de maio e janeiro, coincidindo com os meses de menores vazões afluentes registrados, não chegando, portanto, a atingir o volume mínimo do reservatório. A recuperação do reservatório está compreendida entre os meses de janeiro e maio.

O volume evaporado calculado pelo modelo, quando sujeito a um processo de otimização, representa apenas 36,39% da evaporação, quando o reservatório estaria totalmente cheio e sem demandas, valores verificados nas colunas 3 e 5 da Tabela 6.2.10.

A maior área irrigada para este cenário foi a destinada a cultura sazonal 1 com 682,21 ha correspondendo uma receita líquida de R\$4.401.740,00, seguido da sazonal 12 com 480,46 ha e receita líquida correspondente de R\$3.100.040,00. Comparando as Figuras 6.2.2; 6.2.4 e 6.2.6, pode-se observar que no cenário chuvoso houve uma melhor distribuição das áreas irrigadas em comparação com os cenários anteriores.

Para piscicultura foi alocada uma área de 1,045 Km², com uma produção de 12,54 t e empregando 8 pescadores e com isso resultando numa receita líquida de R\$14.735,45, portanto, inferior aos outros cenários, já que, o espelho d'água foi menor e com isso o volume também foi menor acarretando menor produção piscícola.

Como não houve vertimentos e a vazão de descarga foi desprezível, pode-se dizer que toda água foi alocada para os 3.695,41 ha de irrigação, dos quais 1,11 ha para a cultura perene e 3.694,30 ha para as sazonais.

Em comparação com os cenários padrão e normal, o chuvoso, no final do processo, obteve uma área irrigada 57,7% maior que a área do cenário padrão e 55,8% maior que no normal.

6.2.4 – Cenário Seco

O modelo não encontrou região viável que atendesse aos 100% de sustentabilidade, sendo preciso reduzi-lo a 50% do volume inicial. O volume mínimo foi considerado 52% de Vmax do reservatório para que o modelo encontrasse região viável.

Em nenhum momento o reservatório deu sinais de recuperação do seu volume, pois neste cenário a vazão afluyente não passa dos 0,009 m³/s enquanto que só o volume evaporado é de, em média, 0,127 m³/s somados com 0,163 m³/s da vazão para irrigação e a descarga com 0,012 m³/s, portanto perfazendo um total de demanda de 0,302 m³/s de demanda média, com isso a área irrigada foi de apenas 869,49 ha, que corresponde a 45% da área irrigada no cenário padrão. Pode-se perceber que o reservatório de Condado não seria adequado ao provimento hídrico de culturas perenes, já que, a área alocada para a mesma foi nula.

A área mínima de espelho d'água foi de 1,309 Km² com uma produção 15,71 t de pescado e empregando 10 pescadores, proporcionando uma receita líquida de R\$18.454,70.

6.3 – Açude POÇO REDONDO

6.3.1 – Cenário Padrão

Nas Tabelas 6.3.1 a 6.3.4 e nas Figuras 6.3.1 a 6.3.2, podem ser observados os resultados obtidos através do processo de otimização. Esse processo foi iniciado com o

volume inicial igual a 40% de V_{max} do reservatório. O critério de sustentabilidade foi atendido, havendo, portanto, uma pequena sobra de 157.593,60 m³, como pode ser visto na coluna 7 da Tabela 6.3.1.

A partir do mês de junho até o mês de janeiro, o volume do reservatório começa a cair, tendo uma recuperação entre os meses de fevereiro a junho, onde são observadas as maiores afluições.

Se for comparado o volume evaporado otimizado com a evaporação do reservatório mantido cheio, colunas 5 e 3, respectivamente, da Tabela 6.3.2, observa-se que o volume evaporado do reservatório quando submetido à otimização representa apenas 34,7% do volume evaporado quando o reservatório estaria totalmente cheio e sem ser utilizado.

Dentre as culturas irrigadas a de maior área alocada foi a sazonal 12 com 1.046,44 ha e receita líquida correspondente de R\$6.751.820,00. A área total irrigada foi de 4.649,57 ha, dos quais apenas 49,99 ha foi para a cultura perene. O volume mínimo foi praticamente alcançado no mês de janeiro.

A receita líquida total com agricultura irrigada foi de R\$30.012.170,00 e com piscicultura foi de R\$19.303,42. A irrigação dos 4.649,57 ha de terra geraria 499.302 diárias, o que empregaria 1.746 trabalhadores. A atividade piscícola seria capaz de gerar renda para 11 pescadores, com uma produção de 16,43 t de pescado, o que ocuparia no reservatório uma área mínima de espelho d'água de 1,369 km².

O mês de menor vazão de tomada d'água para irrigação foi o mês de março, com 0,016 m³/s. Percebe-se que este valor não chega a zerar, como no cenário padrão dos reservatórios anteriores, pois a precipitação observada não ultrapassa os 200 mm.

6.3.2 – Cenário Normal

Para que o modelo atendesse ao critério de sustentabilidade hídrica, foi necessário mudar o volume inicial para 60% do volume máximo. Mesmo assim, houve uma sobra de 26.265,60 m³.

Nestas condições, entre junho e fevereiro, o volume do reservatório cai gradativamente mas não atinge o volume mínimo. Já nos meses entre fevereiro e junho o volume começa a subir até o valor de 40.459.530,24 m³, ou seja, 64,48% de V_{max} .

Dentre as culturas irrigadas a de maior área alocada foi a sazonal 6 com 616,66 ha e uma receita líquida correspondente de R\$3.978.800,00. Percebe-se um pleno uso de

água para irrigação nos meses de junho a dezembro e nos outros meses o modelo aproveita o período chuvoso para fazer com que o reservatório se recupere, para o próximo período de estiagem.

A área total irrigada foi de 3.702,65 ha, dos quais 33,49 ha para cultura perene e 3.669,16 ha para as culturas sazonais. A receita líquida correspondente foi de R\$23.898.540,00. Para a piscicultura a receita líquida foi de R\$27.095,40 empregando 15 pescadores e produzindo 23,06 t de peixe, com um espelho d'água mínimo de 1,922 km².

Comparando com o cenário padrão, percebe-se que a área irrigada no cenário normal foi 20,4% menor que a área irrigada neste cenário. Como houve vazão de descarga significa que provavelmente só foi atingido um ótimo local.

6.3.3 – Cenário Chuvoso

De acordo com os resultados das 6.3.9 a 6.3.12 e das figuras 6.3.5 e 6.3.6, observa-se que o modelo não conseguiu convergir para um resultado ótimo. Havendo uma considerável sobra de água no final do processo de otimização.

O reservatório perde volume entre os meses de junho a janeiro, aproximando-se do volume mínimo do reservatório, recuperando-se nos meses de janeiro a julho.

A maior área irrigada para este cenário foi a destinada a cultura sazonal 1 com 1.208,35 ha irrigados, correspondendo a uma receita líquida de R\$7.796.500,00, seguido da sazonal 5 com 856,37 ha e receita líquida igual a R\$5.525.490,00. A área total irrigada foi de 5.655,30 ha, correspondendo a uma receita líquida de R\$36.500.080,00, gerando 606.716 diárias o que empregaria 2.121 trabalhadores.

Para piscicultura o modelo alocou uma área de 1,393 km², com uma produção de 16,71 t e empregando 11 pescadores e com isso resultando numa receita líquida de R\$19.638,66, próximo do cenário padrão e bem inferior aos outros cenários.

Comparando o cenário chuvoso com o padrão e o normal, no final do processo obteve-se uma área irrigada 17,8% maior que a área do cenário padrão e 34,5% maior que a do cenário normal.

6.3.4 – Cenário Seco

Para este cenário o modelo não encontrou região viável que atendesse aos 100% de sustentabilidade, por esse motivo houve a necessidade de reduzi-lo para 45% do volume

inicial. Este volume inicial foi considerado como 50% de V_{max} do reservatório para que o modelo encontrasse região viável.

Percebe-se na Figura 6.3.7 que em nenhum momento o reservatório dá sinais de recuperação no seu volume, pois a vazão afluente é de apenas $0,044 \text{ m}^3/\text{s}$, contra uma perda de $0,212 \text{ m}^3/\text{s}$ de evaporação, demandas de $0,005 \text{ m}^3/\text{s}$ de abastecimento e $0,40 \text{ m}^3/\text{s}$ de irrigação, perfazendo um total de $0,617 \text{ m}^3/\text{s}$. Portanto, a área irrigada foi de 2.096,18 ha, dos quais apenas 1 ha foi alocado para a cultura perene.

A área mínima de espelho d'água foi de $2,178 \text{ km}^2$ com uma produção de 26,14 t de pescado e empregando 17 pescadores, proporcionando uma receita líquida de R\$30.712,04, 36% maior que no cenário chuvoso.

6.4 – Açude PIRANHAS

Para que fosse atendido o critério de sustentabilidade hídrica, sem considerável excesso de água ao final do período estudado, foi necessário que os volumes iniciais e o início do processo de otimização, fossem gradativamente alterados, até que a sustentabilidade viesse a ser atendida. No cenário padrão o início do processo foi considerado o mês de maio, no normal e chuvoso o mês de junho. Enquanto que o volume inicial foi 68% de V_{max} para o cenário padrão e 76% para os cenários normal e chuvoso.

6.4.1 – Cenário Padrão

Pela Tabela 6.4.2, coluna 4, pode-se observar que o volume no final do processo é igual ao volume inicial, o que mostra que o critério de sustentabilidade foi atendido e não houve sobra de água.

O período de depleção do reservatório está compreendido nos meses de maio a janeiro, tendo os meses de fevereiro, março e abril, para que o reservatório volte ao volume inicial. Apesar de nove meses de queda o nível do reservatório não atinge o volume mínimo.

O volume evaporado calculado pelo modelo foi 53,6% menor que a evaporação medida quando o reservatório estaria totalmente cheio e sem ser utilizado.

Além dos 0,007 m³/s para abastecimento, e perda de 0,103 m³/s para evaporação o modelo disponibilizou 0,690 m³/s para irrigação, o que soma 0,8 m³/s em média por mês. Só a demanda para irrigação representa 27,8% deste valor total.

Dentre as culturas irrigadas a de maior área alocada foi a sazonal 1 com 1.844,71 ha e receita líquida correspondente R\$11.902.430,00. A área irrigada total foi de 4.231,85 ha para as sazonais. A maior concentração de área irrigada se encontra nos meses de maio a outubro, logo após o período de maiores precipitações registradas, como pode ser observado na coluna 3 da Tabela 6.4.1.

A receita líquida total com irrigação foi de R\$27.307.080,00 gerando 453.135 diárias o que corresponde a empregar aproximadamente 1.584 trabalhadores por ano. A piscicultura, com uma produção de 8,06 t de peixe obteve uma receita líquida de R\$9.472,17, o que geraria renda para 5 pescadores.

6.4.2 – Cenário Normal

Apesar de ter iniciado o processo com o volume em 76% de Vmax e mês inicial em junho, o cenário normal teve um comportamento parecido com o do cenário anterior, com o volume do açude no final da otimização igual ao volume inicial, garantindo a sustentabilidade hídrica.

A queda de volume se dá nos meses de junho a janeiro, chegando bem próximo, mas não atingindo o volume mínimo do reservatório. Nos meses de fevereiro a maio o reservatório tem uma acentuada recuperação do seu volume até atingir o volume inicial.

Dentre as culturas irrigadas a de maior área alocada foi a sazonal 2 com 1012,32 ha plantados o que corresponde a uma receita líquida de R\$6.531.670,00. A área total irrigada foi de 4.000,47 ha, dos quais apenas 5 ha foram destinados a cultura perene, enquanto, 3.995,47 ha foram destinados as culturas sazonais.

A receita líquida correspondente a irrigação foi de R\$25.813.080,00, gerando 428.231 diárias o que empregaria 1.497 trabalhadores por ano. A piscicultura, que teve uma produção de 7,78 t de peixe, ocupando uma área mínima de 0,648 km² de espelho d'água, teve uma receita líquida de R\$9.138,30 e gerou emprego para 5 pescadores.

6.4.3 – Cenário Chuvoso

Idêntico ao cenário normal, este cenário também iniciou o processo de otimização no mês de junho e com o volume inicial em 76% de V_{max} , o que fez com que fosse atendido a condição de sustentabilidade hídrica.

O reservatório perde volume a partir do mês de abril até o mês de janeiro quando atinge o volume mínimo, recuperando-se nos meses de fevereiro a abril onde atinge o volume inicial. Isso mostra que todo o volume disponível foi utilizado pelo modelo de acordo com os critérios estabelecidos. Mesmo assim, a exemplo do cenário padrão, não houve uma distribuição uniforme das áreas destinadas a irrigação, concentrando uma área de 2.389,31 ha para a cultura sazonal 1, seguida da sazonal 3 com 1.013,33 ha. Essas duas áreas foram alocadas nos meses de junho a dezembro, justamente onde o reservatório perdeu mais água como pode ser observado na Figura 6.4.5.

A área total irrigada foi de 4.440,70 ha, dos quais para a cultura perene foi alocada a área mínima de 5 ha e o restante 4.435,70 foi destinada às culturas sazonais. Para essa área total foi calculada uma receita líquida de R\$28.653.500,00, gerando 475.333 diárias suficientes para empregar 1.662 trabalhadores durante o ano. Para a piscicultura o modelo alocou uma área de 0,6 km², com uma produção de 7,21 t e empregando 5 pescadores, resultando numa receita líquida de R\$8.466,70.

Comparando o cenário chuvoso com o padrão e o normal, percebe-se que no final do processo estes cenários obtiveram áreas irrigadas praticamente idênticas, sendo a área irrigada do cenário chuvoso 4,7% maior que a área do cenário padrão e 9,91% maior que o normal.

6.4.4 – Cenário Seco

Para este cenário o modelo não encontrou região viável que atendesse aos 100% de sustentabilidade, por esse motivo houve a necessidade de reduzi-la para 50% do volume inicial, enquanto que o volume inicial foi considerado 60% de V_{max} do reservatório.

Percebe-se na Figura 6.4.7 que o reservatório apresentou uma pequena recuperação nos meses de março, abril e maio, em virtude de nesse período ter tido um aumento nas precipitações e vazões afluentes, como pode ser observado nas colunas 2 e 3 da Tabela 6.4.13, apesar de se ter uma vazão afluente de apenas 0,069 m³/s contra um volume evaporado de 0,103 m³/s, uma vazão para irrigação de 0,215 m³/s e uma vazão para abastecimento de 0,007 m³/s, perfazendo um total médio de 0,325 m³/s de demanda,

com isso a área irrigada foi de apenas 577,31 ha, que corresponde a uma diferença de 79%, 72% e 87%, com relação aos cenários padrão, normal e chuvoso, respectivamente.

Através do gráfico da Figura 6.4.8, percebe-se que apesar da pequena área alocada para irrigação, houve uma uniformidade, fazendo com que todas as culturas sazonais permanecessem com 44,28 ha. A cultura perene fugiu um pouco desta regra tendo uma área alocada de 45,97 ha.

A área mínima do espelho d'água foi de 1,156 km² com uma produção de 13,87 t de pescado e empregando 9 pescadores proporcionando uma receita líquida de R\$16.292,86, 48% maior que no cenário chuvoso.

6.5 – Açude SERRA VERMELHA I

6.5.1 – Cenário Padrão

Com volume inicial de 40% do volume máximo do reservatório, pode-se observar que o modelo respeita a condição de 100% de sustentabilidade hídrica do reservatório, já que, o volume ao final do processo foi igual ao volume no início, evidenciando a plena utilização da água disponível para atender às respectivas demandas.

O período de depleção do reservatório ocorre entre os meses de maio até janeiro, coincidindo com o período de menores vazões afluentes registradas, não atingindo, contudo, o volume mínimo. A recuperação do reservatório está compreendida entre os meses de fevereiro a maio, até se igualar com o volume inicial.

Na coluna 5 da Tabela 6.5.1 verifica-se que o volume evaporado calculado pelo modelo, quando sujeito ao processo de otimização, representa apenas 40,8% da evaporação dada na coluna 3 da mesma Tabela, quando o reservatório estaria totalmente cheio e sem ser utilizado.

Não houve perda de água por vertimento, descarga ou vazões terminais, portanto, juntamente com as vazões médias de abastecimento de 0,029 m³/s, evaporação de 0,059 m³/s e 0,054 m³/s para irrigação, as demandas somam 0,142 m³/s. Verifica-se que a evaporação responde por 38% desta demanda total.

Dentre as culturas irrigadas a de maior área alocada foi a sazonal 4 com 382,45 ha e receita líquida correspondente de R\$2.467.660,00. O que se percebe que não houve uma distribuição homogênea das áreas alocadas, de forma que a cultura sazonal 4

corresponde a 91% da área total irrigada que foi de 420,77 ha. A receita líquida correspondente à área total irrigada foi de R\$2.682.720,00. Com essa irrigação foram geradas 44.504 diárias com possibilidade de emprego para 155 trabalhadores por ano.

Com relação à piscicultura, sua receita líquida foi de R\$9.413,69, ocupando 0,668 km² de área mínima de espelho d'água, produzindo 8,01 t de pescado, o que seria capaz de empregar 5 pescadores.

6.5.2 – Cenário Normal

De acordo com os resultados das Tabelas 6.5.5 a 6.5.8 e das Figuras 6.5.3 e 6.5.4, observa-se que o reservatório, neste cenário, teve um comportamento semelhante ao cenário anterior, com o volume do açude no final da otimização igual ao volume inicial, garantindo a sustentabilidade hídrica.

A queda de volume se dá nos meses de junho a janeiro, não chegando a atingir o volume mínimo, se recuperando nos meses de fevereiro a junho. O menor volume apresentado no reservatório para este cenário foi menor que o do cenário padrão o que implica em menor produção piscícola.

Dentre as culturas irrigadas a de maior área foi a sazonal 1 com 158,55 ha e receita líquida correspondente de R\$1.022.970,00. A área total foi de 594,01 ha com R\$3.833.460,00, gerando 63.588 diárias, empregando 222 trabalhadores.

Para a piscicultura, o modelo alocou 0,519 km² de área mínima, tendo uma produção 6,22 t de pescado correspondendo a uma receita líquida de R\$7.313,33, o que empregaria 4 trabalhadores.

A demanda média total foi de 0,174 m³/s, dos quais 0,085 m³/s corresponde ao volume evaporado, 0,029 m³/s ao abastecimento urbano e 0,06 m³/s à irrigação. Percebe-se que 48,8% desta demanda média total, ou seja, quase metade, foi evaporada. A irrigação responde por 34,5% do total.

Comparando o cenário padrão com o normal, a área irrigada no normal foi apenas 29% maior que no padrão, diferenciando apenas na distribuição das mesmas.

6.5.3 – Cenário Chuvoso

Neste cenário foi preciso que se alterasse o volume inicial para 35% do volume máximo. Mesmo assim houve uma pequena sobra de água no final do processo.

O período de depleção está compreendido entre os meses de maio a fevereiro, atingindo o volume mínimo do reservatório, nos meses de fevereiro a maio, o reservatório tem uma recuperação do seu volume entre os meses de fevereiro e maio.

A maior área irrigada para este cenário foi a destinada a cultura sazonal 3 com 241,6 ha correspondendo a uma receita líquida de R\$1.558.870,00, seguido da cultura sazonal 4 com 240,82 ha e receita líquida igual a R\$1.553.840,00, ocorrendo com isso uma distribuição mais homogênea das áreas alocadas com relação aos cenários anteriores.

A área irrigada total foi de 1.287,31 ha, o que levaria a uma receita líquida de R\$7.396.200,00, gerando 137.821 diárias, empregando com isso 481 trabalhadores. Esses 1.287,31 ha irrigados foram 67% e 54% maiores que nos cenários padrão e normal, respectivamente.

Para piscicultura o modelo alocou uma área mínima de 0,357 km² de espelho d'água, com uma produção de 4,28 t de pescado e empregando 3 trabalhadores e com isso resultando numa receita líquida de R\$5.030,70, bem inferior aos demais cenários, em função do volume do reservatório atingir o volume mínimo.

6.5.4 – Cenário Seco

Para este cenário o modelo não encontrou região viável que atendesse aos 100% de sustentabilidade, por esse motivo houve a necessidade de reduzi-lo para 50% do volume inicial. Este volume inicial foi considerado como 60% de V_{max} do reservatório para que o modelo encontrasse região viável.

Percebe-se na Figura 6.5.7 que em nenhum momento o reservatório dá sinais de recuperação no seu volume, pois a vazão afluente é de apenas 0,003 m³/s em média, contra um volume evaporado de 0,066 m³/s, uma vazão para irrigação de 0,022 m³/s e ainda uma vazão para abastecimento de 0,029 m³/s, perfazendo um total demandado de 0,117 m³/s, com isso a área irrigada foi de apenas 97,2 ha. Percebe-se pela Tabela 6.5.15, que este reservatório não seria adequado para o provimento hídrico de culturas perenes, já que não foi alocada nenhuma área para a mesma.

A área mínima de espelho d'água foi de 0,694 km² com uma produção de 8,33 t de pescado e empregando 6 pescadores, proporcionando uma receita líquida de R\$9.789,95, 48,6% maior que no cenário chuvoso.

6.6 - Açude VÍDEO

Para que fosse atendido o critério de sustentabilidade hídrica sem sobra excessiva de água no final do processo foi necessário que os volumes iniciais fossem gradativamente alterados. No cenário padrão o volume inicial foi considerado 35% de V_{max} , enquanto nos cenários normal, chuvoso e seco, o volume inicial foi de 60%, 40% e 60% de V_{max} , respectivamente. Portanto, este reservatório apresentou problema de convergência, talvez em razão da sua pequena capacidade associado a um padrão de afluxos em que nos 5 meses iniciais não há nenhuma vazão afluyente ao reservatório.

6.6.1 – Cenário Padrão

Pela Tabela 6.6.2, coluna 4, pode-se observar que o volume no final do processo foi igual ao volume inicial, o que mostra que o critério de sustentabilidade foi atendido.

O período de depleção do reservatório está compreendido nos meses de junho a fevereiro quando é atingindo o volume mínimo do reservatório. Nos meses entre março e junho o reservatório recupera o volume até atingir o volume inicial.

O volume evaporado calculado pelo modelo foi 64% menor que a evaporação medida quando o reservatório estaria totalmente cheio e sem ser utilizado.

Não houve perda de água com vertimento, descarga ou vazões terminais, nem vazão para abastecimento, o que mostra que do total demandado, $0,043 \text{ m}^3/\text{s}$ foi destinado à irrigação e $0,037 \text{ m}^3/\text{s}$ para evaporação, perfazendo um total de $0,08 \text{ m}^3/\text{s}$ contra uma aflluência de $0,0692 \text{ m}^3/\text{s}$.

Dentre as culturas irrigadas a de maior área alocada foi a sazonal 1 com 571,22 ha e receita líquida correspondente a R\$3.685.650,00. A área total irrigada foi de 701,47 ha, dos quais 1,13 ha foi destinada à cultura perene e 700,34 ha para as sazonais. O que se percebe que só a cultura sazonal 1 ocupa 82% de toda área alocada pelo modelo, o que resulta em uma distribuição concentrada. A receita líquida total foi de R\$4.526.440,00, gerando 75.099 diárias, o que empregaria 262 trabalhadores por ano.

Para piscicultura o modelo alocou uma área mínima de $0,255 \text{ km}^2$, produzindo 3,06 t, o que daria uma receita líquida de R\$3.595,95 empregando 2 pescadores por ano.

6.6.2 – Cenário Normal

Apesar de ter iniciado com o volume 60% de V_{max} , o cenário normal teve um comportamento parecido com o do cenário anterior, com o volume do açude no final da otimização igual ao volume inicial, garantindo a sustentabilidade hídrica.

A queda de volume se dá nos meses de junho a fevereiro, não sendo atingido, entretanto, o volume mínimo do reservatório. Entre os meses de fevereiro a junho o reservatório recupera seu volume até atingir o volume inicial.

Dentre as culturas irrigadas a de maior área foi a sazonal 1 com 330,80 ha e receita líquida correspondente de R\$2.134.410,00. A área total foi de 373,70 ha, dos quais apenas 1 ha foi com a cultura perene e 372,70 ha para as sazonais. A exemplo do cenário anterior, só a cultura sazonal 1 ocupa 88,5% de toda área alocada pelo modelo, o que resulta, também, em uma distribuição concentrada. A receita líquida total foi de R\$2.411.570,00, gerando 40.063 diárias, o que empregaria 140 trabalhadores por ano.

Para a piscicultura, o modelo alocou 0,526 km² de área mínima, tendo uma produção de 6,32 t de pescado correspondendo a uma receita líquida de R\$7.423,22, o que empregaria 4 trabalhadores.

A demanda média total foi de 0,084 m³/s, dos quais 0,052 m³/s corresponde ao volume evaporado, 0,025 m³/s a irrigação e 0,007 m³/s restantes a vazão de descarga. Percebe-se que 61,9% desta demanda média total, ou seja, mais da metade foi evaporada. A irrigação responde por 29,7% do total.

Comparando os cenários padrão e normal, a área irrigada no normal foi 47% menor que no padrão.

6.6.3 – Cenário Chuvoso

Percebe-se pela coluna 7 da Tabela 6.6.9, que o volume no final da otimização é igual ao volume inicial, o que leva a concluir que o critério de sustentabilidade foi atendido sem haver sobra de água, ou seja, toda a água disponível foi utilizada. O período de depleção está compreendido entre os meses de junho a fevereiro, aproximando-se o volume mínimo do reservatório, nos meses de fevereiro a maio, o reservatório tem uma recuperação do seu volume.

A maior área irrigada para este cenário foi a destinada a cultura sazonal 5 com 369,71 ha irrigados, resultando em uma receita líquida de R\$2.385.420,00, ocorrendo uma melhor distribuição das áreas alocadas com relação aos cenários anteriores.

A área irrigada total foi de 1.272,75 ha, o que levaria a uma receita líquida de R\$8.213.270,00, gerando 136.365 diárias, empregando com isso 476 trabalhadores por ano. Essa área irrigada foi 44,9% e 70,6% maiores que nos cenários padrão e normal, respectivamente.

Para piscicultura o modelo alocou uma área mínima de 0,265 km² de espelho d'água, com uma produção de 3,18 t de pescado e empregando 2 trabalhadores e com isso resultando numa receita líquida de R\$3.736,27, bem inferior ao cenário normal em virtude de uma maior aproximação do volume mínimo, no entanto, superior ao cenário padrão, por este se aproximar mais do volume mínimo.

6.6.4 – Cenário Seco

Para este cenário o modelo não encontrou região viável que atendesse aos 100% de sustentabilidade, por esse motivo houve a necessidade de reduzi-lo para 50% do volume inicial. Este volume inicial foi considerado como 60% de Vmax do reservatório para que o modelo encontrasse região viável.

Percebe-se na Figura 6.6.7 que em nenhum momento o reservatório dá sinais de recuperação no seu volume, pois a vazão afluente é nula, contra um volume evaporado de 0,048 m³/s e uma vazão para irrigação de 0,010 m³/s, perfazendo um total demandado de 0,058 m³/s, nessas condições, a área irrigada foi apenas 42,47 ha e a receita líquida R\$274.010,00. Percebe-se pela Tabela 6.6.15, que este reservatório não seria adequado para o provimento hídrico de culturas perenes, já que não foi alocada nenhuma área para a mesma.

A área mínima de espelho d'água foi de 0,519 km² com uma produção de 6,23 t de pescado e empregando 4 pescadores, proporcionando uma receita líquida de R\$7.324,91, 42% maior que no cenário chuvoso.

6.7 – Açude VAZANTE

Para que fosse atendido o critério de sustentabilidade hídrica foi necessário que os volumes iniciais e o início do processo de otimização, fossem gradativamente alterados, até que a sustentabilidade viesse a ser atendida sem excedente de água, com relação ao volume inicial, no final do processo. No cenário padrão e normal o início do processo foi

considerado o mês de abril, no chuvoso o mês de outubro e no seco o mês de agosto. Enquanto que o volume inicial foi 35% de V_{max} para os cenários padrão e normal, 40% de V_{max} para os cenários chuvoso e seco. Portanto, para este reservatório foi difícil encontrar condições iniciais que possibilitassem a convergência da solução. Isto pode ter acontecido em razão da pequena capacidade da mesma.

6.7.1 – Cenário Padrão

Apesar das várias mudanças feitas nos meses e volumes iniciais, percebe-se que ainda há uma sobra de 391.351,44 m³ de água. O período de depleção do reservatório está compreendido entre os meses de junho a fevereiro, se aproximando do volume mínimo. Entre os meses de fevereiro e junho, período de maiores afluências, o reservatório recupera o volume.

O volume evaporado calculado pelo modelo foi 58% menor que a evaporação medida quando o reservatório estaria totalmente cheio e sem ser utilizado.

Além dos 0,190 m³/s descarregado, 0,053m³/s evaporado, o modelo disponibilizou 0,227 m³/s para irrigação, o que soma uma vazão demanda média de 0,470 m³/s. Só a demanda para irrigação corresponde a 48% do total.

Dentre as culturas irrigadas a de maior área alocada foi a sazonal 5 com 334,02 ha e receita líquida correspondente de R\$215.516,00. A área irrigada total foi de 1.737,70 ha, dos quais 47,87 ha foi com culturas perenes e 1.689,83 ha para as sazonais. A receita líquida total com irrigação foi de R\$11.223.670,00, gerando 187.658 diárias, suficientes para empregar 656 trabalhadores.

A piscicultura, com uma produção de 2,18 t de pescado obteve uma receita líquida de R\$2.560,71, o que geraria renda para 8 pescadores.

6.7.2 – Cenário Normal

Com o início da otimização em abril e volume inicial igual a 35% de V_{max} , percebe-se, pela coluna 7 da Tabela 6.7.5, que o volume no final do processo é igual ao volume no início, levando a concluir que o critério da sustentabilidade hídrica foi obedecido.

A queda de volume se dá nos meses de abril a fevereiro, não atingindo o volume mínimo do reservatório. Nos meses de março e abril se verifica uma recuperação do seu volume até atingir o volume inicial.

Dentre as culturas irrigadas a de maior área alocada foi a sazonal 2 com 256,66 ha plantados o que corresponde a uma receita líquida de R\$1.655.990,00. A área total irrigada foi de 1.695,96 ha, das quais 94,25 ha para a cultura perene e 1.601,71 ha para as culturas sazonais. Em comparação com o cenário padrão, no normal a alocação da área para irrigação foi apenas 2,4% menor.

A receita líquida correspondente a irrigação foi de R\$10.965.710,00, gerando 184.861 diárias o que empregaria 646 trabalhadores por ano. A piscicultura, que teve uma produção de 4,71 t de peixe, ocupando uma área mínima de 0,392 km² de espelho d'água, teve uma receita líquida de R\$5.530,84, gerando emprego para 3 pescadores.

6.7.3 – Cenário Chuvoso

A exemplo do cenário padrão, as várias mudanças feitas nos meses e volumes iniciais houve sobra de 1.174.072,32 m³ de água no reservatório. O período de depleção está compreendido entre os meses de abril a dezembro, nos quais é atingido o volume mínimo. Nos meses de janeiro a março ocorre o período de aumento de volume.

A maior área irrigada para este cenário foi a destinada a cultura sazonal 4 com 1.222,4 ha e receita líquida igual a R\$7.887.160,00. A área total irrigada foi de 2.971,19 ha, dos quais apenas 64,24 ha foi alocada para cultura perene, havendo, como pode ser percebido através da Figura 6.7.6, uma má distribuição das áreas irrigadas. A receita líquida foi de R\$19.183.440,00.

Para piscicultura o modelo alocou uma área mínima de 0,185 km², com uma produção de 2,23 t e empregando apenas 1 pescador e com isso resultando numa receita líquida de R\$2.614,97.

6.7.4 – Cenário Seco

Para este cenário o modelo não encontrou região viável que atendesse aos 100% de sustentabilidade, por esse motivo houve a necessidade de reduzi-lo para 56% do volume inicial. Este volume inicial foi considerado como 40% de Vmax do reservatório para que o modelo encontrasse região viável.

Percebe-se na Figura 6.7.7 que em nenhum momento o reservatório dá sinais de recuperação no seu volume, pois a vazão afluyente é de apenas 0,0017 m³/s, contra uma demanda de 0,035 m³/s de evaporação, 0,001 m³/s de vazão de descarga e 0,018 m³/s para irrigação, perfazendo um total de 0,054 m³/s, com isso a área irrigada foi 95,29 ha, dos quais apenas 0,5 ha foi alocado para a cultura perene.

A área mínima de espelho d'água foi de 0,356 km² com uma produção de 26,14 t de pescado e empregando 17 pescadores, proporcionando uma receita líquida de R\$5.015,95, 50% maior que no cenário chuvoso.

Para o cenário padrão foi verificado, o potencial econômico do uso da água para piscicultura ao invés de irrigação, em todos os sete reservatórios (Anexos 38, 39, 40, 41, 42, 43 e 44). Observou-se que a receita líquida para piscicultura (Tabela 6.1) aumentou consideravelmente, chegando a 71,8% da receita líquida quando considerado o uso para irrigação no reservatório de Vazante.

Tabela 6.1 – Potencial econômico do uso da água para piscicultura ao invés de irrigação no cenário padrão

Reservatórios	Área Mínima (km ²)	Produção Firme (t)	Mão de Obra (pescadores)	Receita Líquida (R\$)
Condado	1,554	18,65	12	21.909,27
Piranhas	1,275	15,30	10	17.974,38
Poço Redondo	2,603	31,23	21	36.696,94
Santa Inês	1,489	17,87	12	20.997,42
Serra Vermelha I	0,676	8,12	5	9.538,32
Vazante	0,904	10,85	7	12.750,43
Video	0,455	5,46	4	6.412,53

As perdas evaporativas neste caso sofreram um aumento de 9,71%, 17,16%, 36,17%, 9,17%, 3,52%, 17,08% e 49,13%, para os reservatórios de Santa Inês, Condado, Poço Redondo, Piranhas, Serra Vermelha I, Video e Vazante, respectivamente.

Tabela 6.1.1 - Dados hidrológicos e resultados (Santa Inês cenário padrão)

Meses	vazões afluentes (m³/s)	Precipit. (mm)	Evapor. (mm)	Volume reservat. (hm³)	Volume evapor. (hm³)	diferença entre Vol. do reserv. e Vo (hm³)
agosto	0	8,9	272,3	11,718	0,341	-0,817
setembro	0	10,4	215,4	11,09	0,364	-1,445
outubro	0	7	204,1	10,57	0,393	-1,965
novembro	0,01	27,3	182,4	10,043	0,365	-2,492
dezembro	0,02	47,9	183,1	9,322	0,34	-3,213
janeiro	0,04	103,1	182,2	8,709	0,287	-3,826
fevereiro	0,23	152,3	219,9	9,059	0,232	-3,476
março	0,62	207,6	271,9	10,726	0,243	-1,809
abril	0,98	140,9	299,6	13,093	0,244	0,558
maio	0,59	55,6	332,9	13,759	0,253	1,224
junho	0,17	30,1	319	13,341	0,247	0,806
julho	0,03	12,5	310,6	12,535	0,287	0,000
total	2,69	803,6	2993,4	133,97	3,596	
média	0,2242	66,967	249,450	11,164	0,300	

minc	=	8
$V_{\max}$ (m³)	=	26115250
$V_{\min}$ (m³)	=	2611525
V_o (0,48V _{max}) (m³)	=	12535320
sust.	=	100
A _{máx.} Perím. Irrig.	=	1000 ha
Acmax	=	1000 ha
Acmin	=	0,5 ha
A _{bac. Hid.} (m²)	=	2590000
t (s)	=	2626560

Tabela 6.1.2 - Dados hidrológicos e resultados em m³/s (Santa Inês cenário padrão)

Meses	vazões afluentes (m³/s)	Evapor. (m³/s)	Volume reservat. (m³/s)	Volume evapor. (m³/s)	Vazão de descarga (m³/s)	Vazão de tomada d'água abast. (m³/s)	Vazão de tomada d'água irrig. (m³/s)	Vazão Vertida (m³/s)	Vazão terminal (m³/s)
Vro			4,773						
agosto	0	0,269	4,461	0,130	0	0	0,184	0	0
setembro	0	0,212	4,222	0,139	0	0	0,104	0	0
outubro	0	0,201	4,024	0,150	0	0	0,049	0	0
novembro	0,01	0,180	3,824	0,139	0	0	0,074	0	0
dezembro	0,02	0,181	3,549	0,129	0	0	0,187	0	0
janeiro	0,04	0,180	3,316	0,109	0	0	0,216	0	0
fevereiro	0,23	0,217	3,449	0,088	0	0	0,085	0	0
março	0,62	0,268	4,084	0,093	0	0	0	0	0
abril	0,98	0,295	4,985	0,093	0	0	0,064	0	0
maio	0,59	0,328	5,238	0,096	0	0	0,275	0	0
junho	0,17	0,315	5,079	0,094	0	0	0,254	0	0
julho	0,03	0,306	4,772	0,109	0	0	0,234	0	0
total	2,69	2,952	51,004	1,369	0	0,000	1,726	0,000	0,000
média	0,2242	0,2460	4,250	0,114	0,000	0,000	0,144	0,0000	0,000

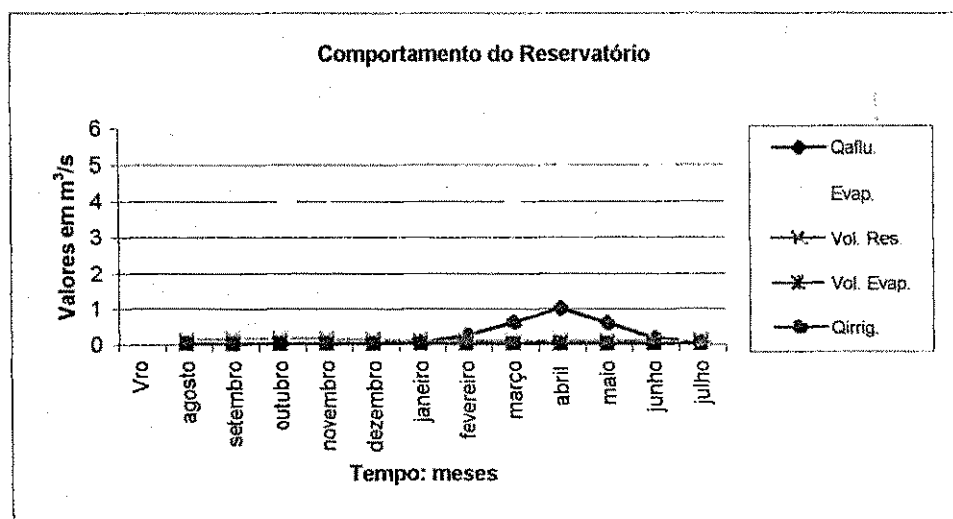


Figura 6.1.1 - Comportamento do reservatório Santa Inês no cenário padrão

Tabela 6.1.3 - Resultados referentes as culturas irrigadas (Santa Inês cenário padrão)

Culturas	Mão de obra (diárias)	Rec. Líquida (em mil R\$)	Área Irrig. (em ha)	Período de cultivo
Perene	72	3,35	0,50	Todo o ano
sazonal 1	27694	1669,95	258,82	ago. a nov.
sazonal 2	24577	1482,05	229,70	set. a dez.
sazonal 3	22234	1340,75	207,80	out. a jan.
sazonal 4	15296	922,37	142,95	nov. a fev.
sazonal 5	11941	720,05	111,60	dez. a mar.
sazonal 6	8543	515,16	79,84	jan. a abr.
sazonal 7	3765	227,05	35,19	fev. a mai.
sazonal 8	65	3,89	0,60	mar. a jun.
sazonal 9	587	35,41	5,49	abr. a jul.
sazonal 10	2029	122,38	18,97	mai. a ago.
sazonal 11	9309	561,36	87,00	jun. a set.
sazonal 12	20545	1238,91	192,01	jul. a out.
totais	146657	8842,68	1370,47	

Tabela 6.1.4 - Resultados referentes a piscicultura (Santa Inês cenário padrão)

Variáveis do modelo	Resultado
Área mínima (Km ²)	1,316
Produção Firme (t)	15,79
Mão de Obra (Pescadores)	11
Rec. Líquida (em R\$)	18.553,16

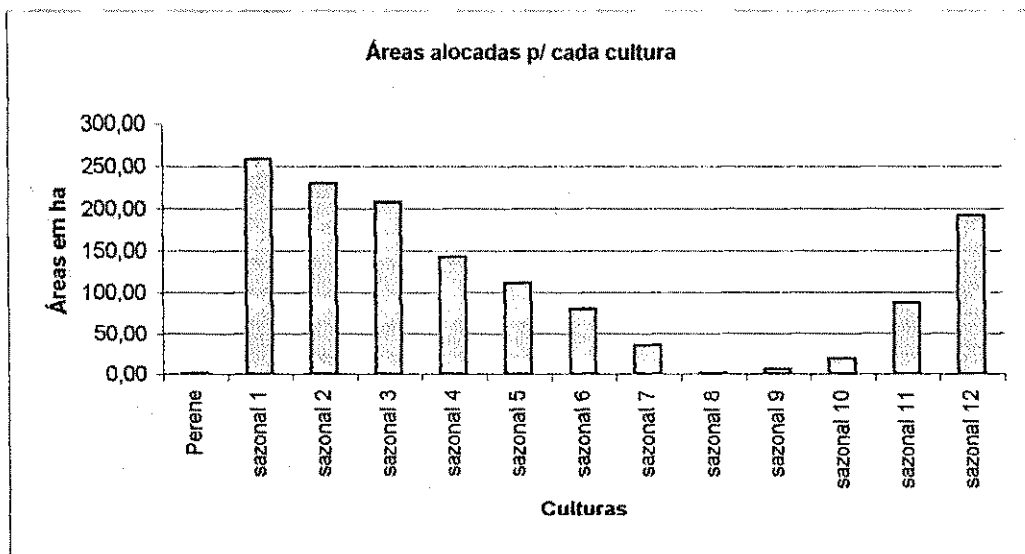


Figura 6.1.2 - Alocação da área irrigada para cada cultura

Tabela 6.1.5 - Dados hidrológicos e resultados (Santa Inês cenário normal)

Meses	vazões afluentes (m³/s)	Precipit. (mm)	Evapor. (mm)	Volume reservat. (hm³)	Volume evapor. (hm³)	diferença entre Vol. do reserv. e Vo (hm³)
agosto	0	0	272,3	9,561	0,302	-0,885
setembro	0	0	215,4	9,119	0,324	-1,327
outubro	0	0	204,1	8,666	0,349	-1,780
novembro	0	0	182,4	8,316	0,327	-2,130
dezembro	0,06	198	183,1	8,404	0,32	-2,042
janeiro	0	64	182,2	7,415	0,261	-3,031
fevereiro	0,2	290	219,9	8,074	0,217	-2,372
março	1,36	142	271,9	11,172	0,249	0,726
abril	0,83	78	299,6	12,529	0,238	2,083
maio	0,41	33	332,9	12,608	0,24	2,162
junho	0,02	0	319	11,579	0,227	1,133
julho	0	0	310,6	10,446	0,258	0,000
total	2,88	805	2993,4	117,89	3,312	
média	0,2400	67,083	249,450	9,824	0,276	

minc	=	8
$V_{\max}$ (m³)	=	26115250
$V_{\min}$ (m³)	=	2611525
V_0 (0,40V _{max}) (m³)	=	10446100
sust.	=	100
$A_{\max}$ Perim. Irig.	=	1000 ha
Acmax	=	1000 ha
Acmin	=	1 ha
$A_{\text{bac. Hid.}}$ (m²)	=	2590000
t (s)	=	2626560

Tabela 6.1.6 - Dados hidrológicos e resultados em m³/s (Santa Inês cenário normal)

Meses	vazões afluentes (m³/s)	Evapor. (m³/s)	Volume reservat. (m³/s)	Volume evapor. (m³/s)	Vazão de descarga (m³/s)	Vazão de tomada d'água abast. (m³/s)	Vazão de tomada d'água irrig. (m³/s)	Vazão Vertida (m³/s)	Vazão terminal (m³/s)
Vro			3,977						
agosto	0	0,269	3,640	0,115	0	0	0,219	0	0
setembro	0	0,212	3,472	0,123	0	0	0,042	0	0
outubro	0	0,201	3,299	0,133	0	0	0,036	0	0
novembro	0	0,180	3,166	0,124	0	0	0,006	0	0
dezembro	0,06	0,181	3,200	0,122	0	0	0,001	0	0
janeiro	0	0,180	2,823	0,099	0	0	0,305	0	0
fevereiro	0,2	0,217	3,074	0,083	0	0	0	0	0
março	1,36	0,268	4,253	0,095	0	0	0,155	0	0
abril	0,83	0,295	4,770	0,091	0	0	0,266	0	0
maio	0,41	0,328	4,800	0,091	0	0	0,308	0	0
junho	0,02	0,315	4,408	0,086	0	0	0,325	0	0
julho	0	0,306	3,977	0,098	0	0	0,332	0	0
total	2,88	2,952	44,883	1,261	0	0,000	1,995	0,000	0,000
média	0,2400	0,2460	3,740	0,105	0,000	0,000	0,166	0,0000	0,000

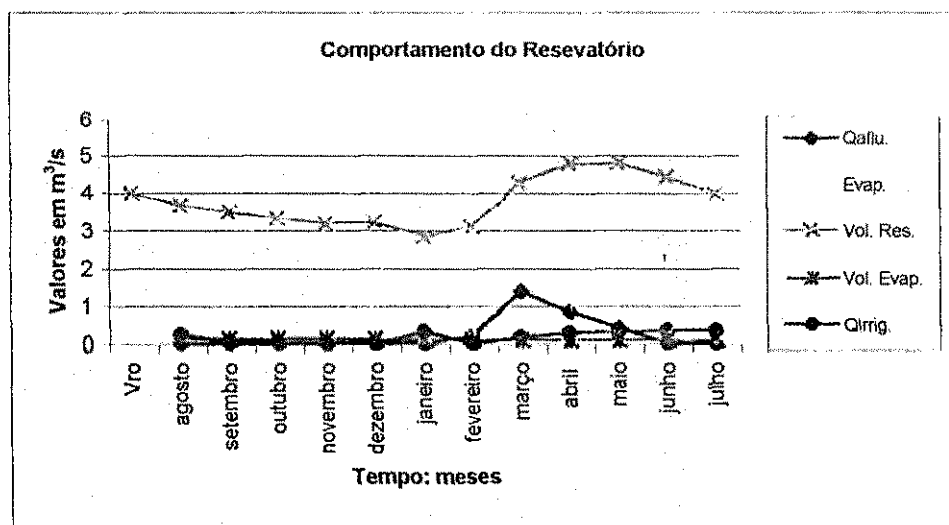


Figura 6.1.3 - Comportamento do reservatório de Santa Inês no cenário normal

Tabela 6.7 - Resultados referentes as culturas irrigadas (Santa Inês cenário normal)

Culturas	Mão de obra (diárias)	Rec. Líquida (em mil R\$)	Área Irrig. (em ha)	Período de cultivo
Perene	143	6,7	1,00	Todo o ano
sazonal 1	49543	2987,49	463,02	ago. a nov.
sazonal 2	14510	874,99	135,61	set. a dez.
sazonal 3	14533	876,34	135,82	out. a jan.
sazonal 4	20282	1223,02	189,55	nov. a fev.
sazonal 5	28366	1710,49	265,10	dez. a mar.
sazonal 6	147	8,84	1,37	jan. a abr.
sazonal 7	3850	232,16	35,98	fev. a mai.
sazonal 8	147	8,85	1,37	mar. a jun.
sazonal 9	190	11,48	1,78	abr. a jul.
sazonal 10	107	6,46	1,00	mai. a ago.
sazonal 11	165	9,94	1,54	jun. a set.
sazonal 12	22026	1328,19	205,85	jul. a out.
totais	154009	9284,95	1438,99	

Tabela 6.8 - Resultado referentes a piscicultura (Santa Inês cenário normal)

Variáveis do modelo	Resultado
Área mínima (Km ²)	1,198
Produção Firme (t)	14,38
Mão de Obra (Pescadores)	10
Rec. Líquida (em R\$)	16890,92

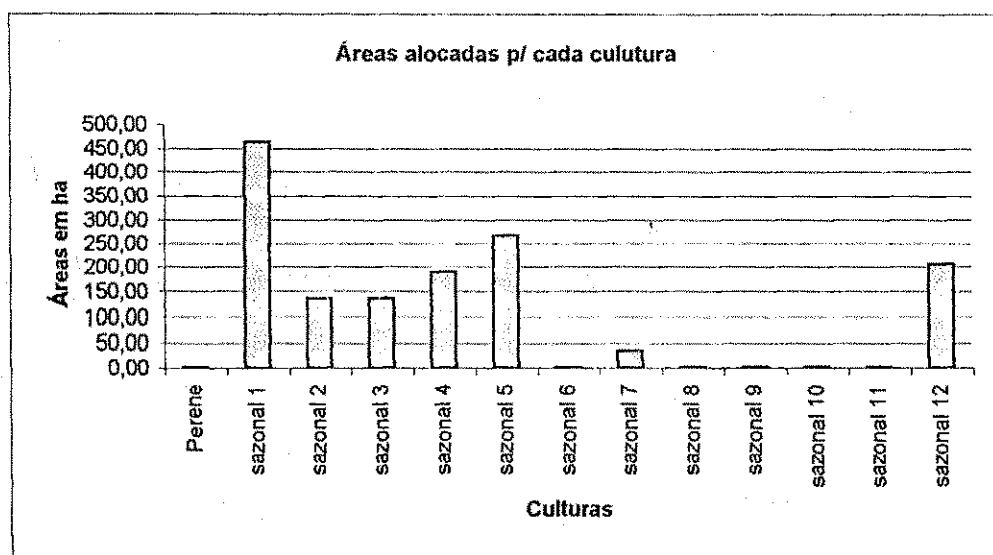


Figura 6.1.4 - Alocação da área irrigada para cada cultura

Tabela 6.1.9 - Dados hidrológicos e resultados (Santa Inês cenário chuvoso)

Meses	vazões afluentas (m³/s)	Precipit. (mm)	Evapor. (mm)	Volume reservat. (hm³)	Volume evapor. (hm³)	diferença entre Vol. do reserv. e Vo (hm³)
agosto	0	0	272,3	8,904	0,29	-2,064
setembro	0,05	150	215,4	8,381	0,308	-2,587
outubro	0,02	0	204,1	6,945	0,307	-4,023
novembro	0	0	182,4	5,577	0,259	-5,391
dezembro	0	113	183,1	4,614	0,226	-6,354
janeiro	0,02	72	182,2	3,376	0,166	-7,592
fevereiro	0,14	175,2	219,9	3,623	0,137	-7,345
março	1,42	330	271,9	7,436	0,196	-3,532
abril	1,13	131	299,6	10,091	0,209	-0,877
maio	0,99	43	332,9	11,702	0,229	0,734
junho	0,31	69,4	319	11,763	0,229	0,795
julho	0,16	72	310,6	10,968	0,265	0,000
total	4,24	1155,6	2993,4	93,38	2,821	
média	0,3533	96,300	249,450	7,782	0,235	

minc	=	8
$V_{\max}$ (m³)	=	26115250
$V_{\min}$ (m³)	=	2611525
$V_o(0,42V_{\max})$ (m³)	=	10968405
sust.	=	100
$A_{\max}$ Perím. Irrig.	=	1000 ha
$A_{\max}$	=	1000 ha
$A_{\min}$	=	0,5 ha
$A_{\text{bac. Híd.}}$ (m²)	=	2590000
t (s)	=	2626560

Tabela 6.1.10 - Dados hidrológicos e resultados em m³/s (Santa Inês cenário chuvoso)

Meses	vazões afluentas (m³/s)	Evapor. (m³/s)	Volume reservat. (m³/s)	Volume evapor. (m³/s)	Vazão de descarga (m³/s)	Vazão de tomada d'água abast. (m³/s)	Vazão de tomada d'água irrig. (m³/s)	Vazão Vertida (m³/s)	Vazão terminal (m³/s)
Vro			4,176						
agosto	0	0,269	3,390	0,110	0	0	0,67	0	0
setembro	0,05	0,212	3,191	0,117	0	0	0,206	0	0
outubro	0,02	0,201	2,644	0,117	0	0	0,442	0	0
novembro	0	0,180	2,123	0,099	0	0	0,414	0	0
dezembro	0	0,181	1,757	0,086	0	0	0,318	0	0
janeiro	0,02	0,180	1,285	0,063	0	0	0,446	0	0
fevereiro	0,14	0,217	1,379	0,052	0	0	0,046	0	0
março	1,42	0,268	2,831	0,075	0	0	0	0	0
abril	1,13	0,295	3,842	0,080	0	0	0,099	0	0
maio	0,99	0,328	4,455	0,087	0	0	0,311	0	0
junho	0,31	0,315	4,478	0,087	0	0	0,241	0	0
julho	0,16	0,306	4,176	0,101	0	0	0,403	0	0
total	4,24	2,952	35,552	1,074	0	0,000	3,596	0,000	0,000
média	0,3533	0,2460	2,963	0,090	0,000	0,000	0,300	0,0000	0,000

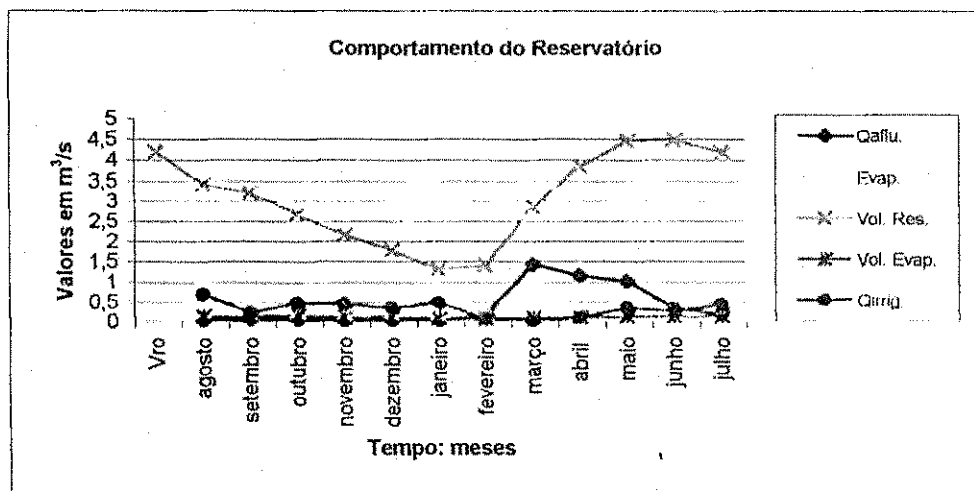


Figura 6.1.5 - Comportamento do reservatório de Santa Inês no cenário chuvoso

Tabela 6.1.11 - Resultados referentes as culturas irrigadas (Santa Inês cenário chuvoso)

Culturas	Mão de obra (diárias)	Rec. Líquida (em mil R\$)	Área Irrig. (em ha)	Período de cultivo
Perene	153	7,18	1,07	Todo o ano
sazonal 1	34931	2106,37	326,46	ago. a nov.
sazonal 2	27531	1660,13	257,30	set. a dez.
sazonal 3	17988	1084,67	168,11	out. a jan.
sazonal 4	572	34,5	5,35	nov. a fev.
sazonal 5	44113	2660,03	412,27	dez. a mar.
sazonal 6	22526	1358,36	210,53	jan. a abr.
sazonal 7	23737	1431,37	221,84	fev. a mai.
sazonal 8	520	31,36	4,86	mar. a jun.
sazonal 9	20963	1264,11	195,92	abr. a jul.
sazonal 10	9527	574,5	89,04	mai. a ago.
sazonal 11	18835	1135,75	176,02	jun. a set.
sazonal 12	25589	1543,04	239,15	jul. a out.
totais	246985	14891,37	2307,92	

Tabela 6.1.12 - Resultado referente a piscicultura (Santa Inês cenário chuvoso)

Variáveis do modelo	Resultado
Área mínima (Km ²)	0,763
Produção Firme (t)	9,16
Mão de Obra (Pescadores)	6
Rec. Líquida (em R\$)	10761,05

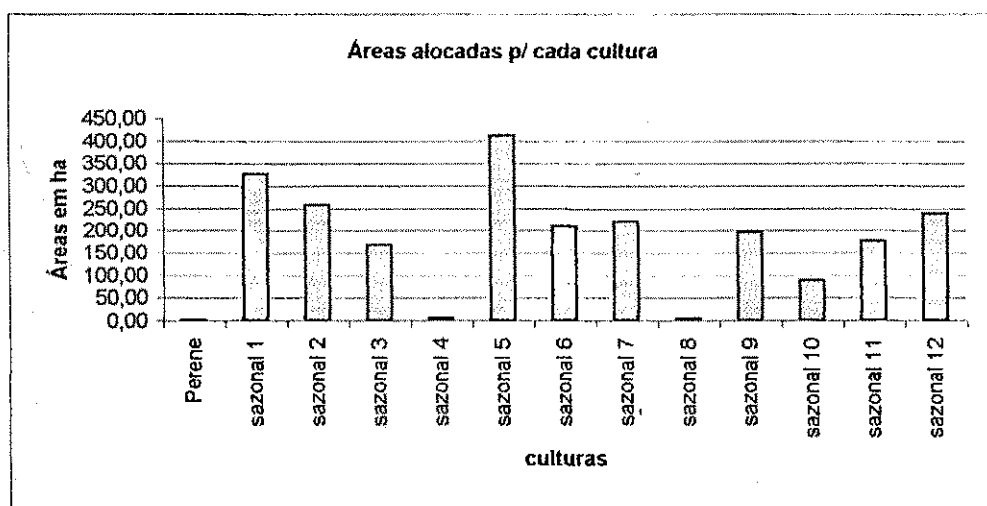


Figura 6.1.6 - Alocação da área irrigada para cada cultura

Tabela 6.1.13 - Dados hidrológicos e resultados (Santa Inês cenário seco)

Meses	vazões afluentes (m³/s)	Precipit. (mm)	Evapor. (mm)	Volume reservat. (hm³)	Volume evapor. (hm³)	diferença entre Vol. do reserv. e Vro (hm³)
agosto	0	0,2	272,3	12,37	0,352	-0,688
setembro	0	0	215,4	11,609	0,374	-1,449
outubro	0	7,2	204,1	10,83	0,398	-2,228
novembro	0	10	182,4	10,109	0,367	-2,949
dezembro	0,01	82	183,1	9,635	0,347	-3,423
janeiro	0	0,3	182,2	9,023	0,293	-4,035
fevereiro	0,04	12,8	219,9	8,649	0,226	-4,409
março	0	1,5	271,9	8,178	0,207	-4,880
abril	0,03	4,6	299,6	7,835	0,181	-5,223
maio	0	2	332,9	7,415	0,175	-5,643
junho	0	0,8	319	7,006	0,169	-6,052
julho	0	0	310,6	6,529	0,196	-6,529
total	0,08	121,4	2993,4	109,19	3,285	
média	0,0067	10,117	249,450	9,099	0,274	

minc	=	8
V _{máx} (m³)	=	26115250
V _{mín} (m³)	=	2611525
V _{o (0,5V_{máx})} (m³)	=	13057625
sust.	=	50
A _{máx. Perim. Irig.}	=	1000 ha
Acmax	=	1000 ha
Acmin	=	0 ha
A _{bac. Hid.} (m²)	=	2590000
t (s)	=	2626560

Tabela 6.1.14 - Dados hidrológicos e resultados em m³/s (Santa Inês cenário seco)

Meses	vazões afluentes (m³/s)	Evapor. (m³/s)	Volume reservat. (m³/s)	Volume evapor. (m³/s)	Vazão de descarga (m³/s)	Vazão de tomada d'água abast. (m³/s)	Vazão de tomada d'água irrig. (m³/s)	Vazão Vertida (m³/s)	Vazão terminal (m³/s)
Vro			4,971						
agosto	0	0,269	4,710	0,134	0	0	0,125	0	0
setembro	0	0,212	4,420	0,142	0,01	0	0,134	0	0,01
outubro	0	0,201	4,123	0,152	0	0	0,145	0	0
novembro	0	0,180	3,849	0,140	0	0	0,137	0	0
dezembro	0,01	0,181	3,668	0,132	0	0	0,1	0	0
janeiro	0	0,180	3,435	0,112	0	0	0,119	0	0
fevereiro	0,04	0,217	3,293	0,086	0,002	0	0,1	0	0,002
março	0	0,268	3,114	0,079	0	0	0,1	0	0
abril	0,03	0,295	2,983	0,069	0	0	0,093	0	0
maio	0	0,328	2,823	0,067	0,001	0	0,093	0	0,001
junho	0	0,315	2,667	0,064	0,001	0	0,09	0	0,001
julho	0	0,306	2,486	0,075	0	0	0,105	0	0
total	0,08	2,952	41,571	1,251	0,014	0,000	1,341	0,000	0,014
média	0,0067	0,2460	3,464	0,104	0,001	0,000	0,112	0,0000	0,001

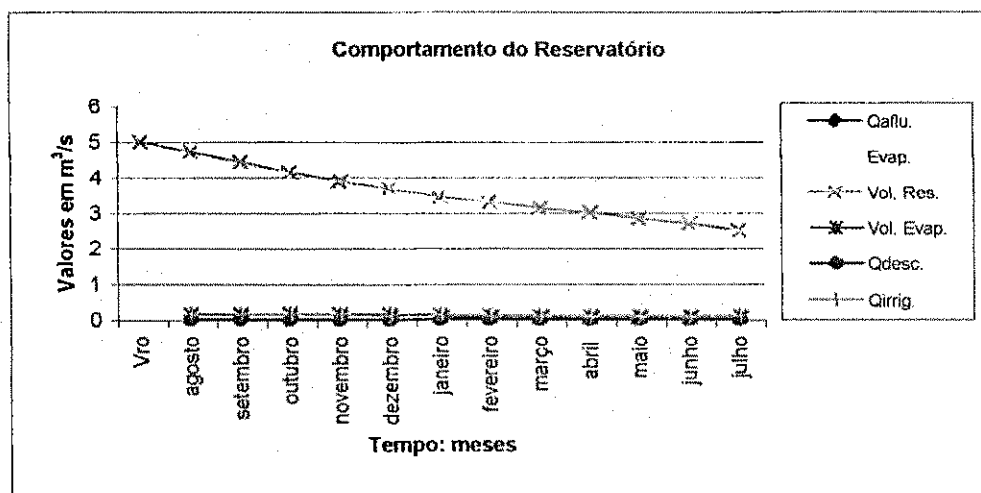


Figura 6.1.7 - Comportamento do reservatório de Santa Inês no cenário seco

Tabela 6.1.15 - Resultados referentes as culturas irrigadas (Santa Inês cenário seco)

Culturas	Mão de obra (diárias)	Rec. Líquida (em mil R\$)	Área Irrig. (em ha)	Período de cultivo
Perene	0	0	0,00	Todo o ano
sazonal 1	4789	288,8	44,76	ago. a nov.
sazonal 2	5173	311,96	48,35	set. a dez.
sazonal 3	4978	300,16	46,52	out. a jan.
sazonal 4	4968	299,55	46,43	nov. a fev.
sazonal 5	4660	280,98	43,55	dez. a mar.
sazonal 6	4723	284,79	44,14	jan. a abr.
sazonal 7	4363	263,1	40,78	fev. a mai.
sazonal 8	4168	251,33	38,95	mar. a jun.
sazonal 9	4301	259,36	40,20	abr. a jul.
sazonal 10	4235	255,37	39,58	mai. a ago.
sazonal 11	4025	242,72	37,62	jun. a set.
sazonal 12	4352	262,41	40,67	jul. a out.
totais	54735	3300,53	511,55	

Tabela 6.1.16 - Resultados referentes a piscicultura (Santa Inês cenário seco)

Variáveis do modelo	Resultado
Área mínima (Km ²)	1,113
Produção Firme (t)	13,35
Mão de Obra (Pescadores)	9
Rec. Líquida (em R\$)	15688,96

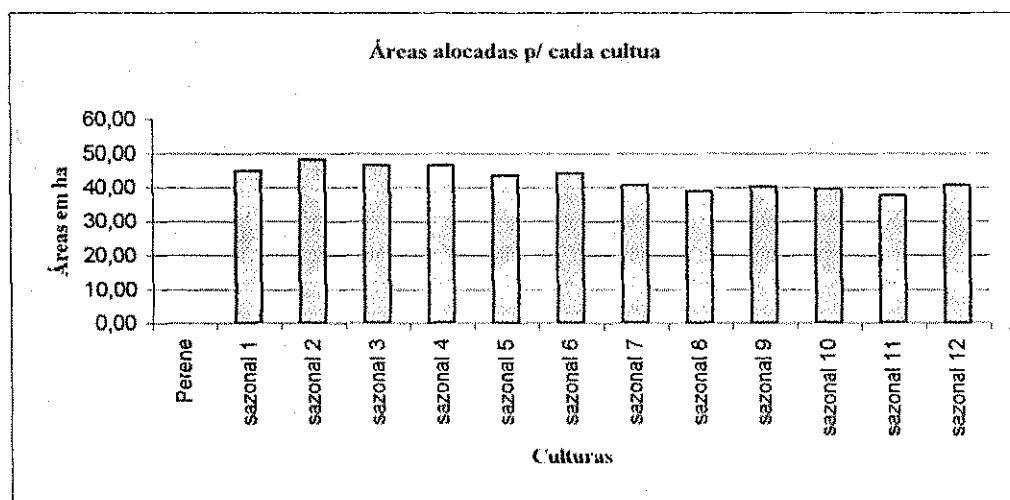


Figura 6.1. 8 - Alocação da área irrigada para cada cultura em Santa Inês no cenário seco

Tabela 6.2.1 - Dados hidrológicos e resultados (Condado cenário padrão)

Meses	vazões afluentes (m³/s)	Precipit. (mm)	Evapor. (mm)	Volume reservat. (hm³)	Volume evapor. (hm³)	diferença entre Vol. do reserv. e Vo (hm³)
agosto	0	8,9	271,9	13,212	0,354	-0,795
setembro	0	10,4	299,6	12,076	0,37	-1,931
outubro	0	7	332,9	10,693	0,383	-3,314
novembro	0,01	27,3	319	9,42	0,341	-4,587
dezembro	0,02	47,9	310,6	8,422	0,311	-5,585
janeiro	0,05	103,1	272,3	8,141	0,267	-5,866
fevereiro	0,26	152,3	215,4	8,702	0,22	-5,305
março	0,75	207,6	204,1	10,703	0,235	-3,304
abril	1,27	140,9	182,4	13,538	0,241	-0,469
maio	0,8	55,6	183,1	14,447	0,251	0,440
junho	0,24	30,1	182,2	14,578	0,251	0,571
julho	0,04	12,5	219,9	14,007	0,296	0,000
total	3,44	803,6	2993,4	137,94	3,52	
média	0,287	66,967	249,450	11,495	0,293	

minc	=	8
$V_{m\acute{a}x}$ (m³)	=	35016302
$V_{m\acute{i}n}$ (m³)	=	2611525
V_o (0,4V _{res}) (m³)	=	14006521
sust.	=	100
$A_{m\acute{a}x}$ Perím. Irrig.	=	3000 ha
Acmax	=	3000 ha
Acmin	=	5 ha
A_{bac} Hkd. (m²)	=	3100000
t (s)	=	2626560

Tabela 6.2.2 - Dados hidrológicos e resultados em m³/s (Condado cenário padrão)

Meses	vazões afluentes (m³/s)	Evapor. (m³/s)	Volume reservat. (m³/s)	Volume evapor. (m³/s)	Vazão de descarga (m³/s)	Vazão de tomada d'água abast. (m³/s)	Vazão de tomada d'água Irrig. (m³/s)	Vazão Vertida (m³/s)	Vazão terminal (m³/s)
Vro			5,333						
agosto	0	0,321	5,030	0,135	0	0	0,163	0	0
setembro	0	0,354	4,598	0,141	0	0	0,295	0	0
outubro	0	0,393	4,071	0,146	0	0	0,379	0	0
novembro	0,01	0,377	3,586	0,130	0	0	0,375	0	0
dezembro	0,02	0,367	3,206	0,118	0	0	0,301	0	0
janeiro	0,05	0,321	3,099	0,102	0	0	0,103	0	0
fevereiro	0,26	0,254	3,313	0,084	0	0	0,034	0	0
março	0,75	0,241	4,075	0,089	0	0	0	0	0
abril	1,27	0,215	5,154	0,092	0	0	0,173	0	0
maio	0,8	0,216	5,500	0,096	0	0	0,391	0	0
junho	0,24	0,215	5,550	0,096	0	0	0,113	0	0
julho	0,04	0,260	5,333	0,113	0	0	0,152	0	0
total	3,44	3,533	52,517	1,340	0	0,000	2,479	0,000	0,000
média	0,2867	0,2944	4,376	0,112	0,000	0,000	0,207	0,0000	0,000

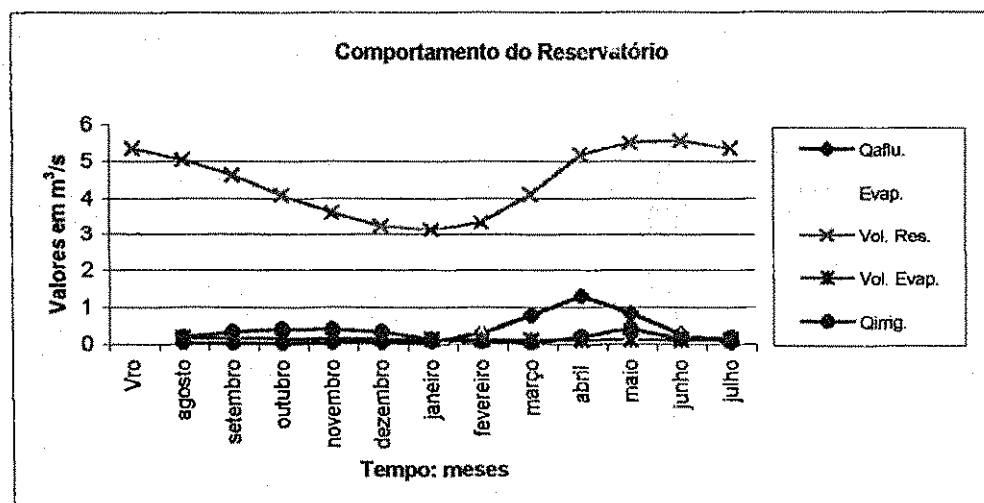


Figura 6.2.1 - Comportamento do reservatório de Condado no cenário padrão

Tabela 6.2.3 - Resultados referentes as culturas irrigadas (Condado cenário padrão)

Culturas	Mão de obra (diárias)	Rec. Líquida (em mil R\$)	Área Irrig. (em ha)	Período de cultivo
Perene	1770	82,89	12,38	Todo o ano
sazonal 1	6163	371,64	57,60	ago. a nov.
sazonal 2	93787	5655,46	876,52	set. a dez.
sazonal 3	6189	373,21	57,84	out. a jan.
sazonal 4	6901	416,15	64,50	nov. a fev.
sazonal 5	8468	510,61	79,14	dez. a mar.
sazonal 6	2358	142,19	22,04	jan. a abr.
sazonal 7	8515	513,45	79,58	fev. a mai.
sazonal 8	3479	209,81	32,52	mar. a jun.
sazonal 9	29292	1766,31	273,75	abr. a jul.
sazonal 10	589	35,52	5,51	mai. a ago.
sazonal 11	6610	398,57	61,77	jun. a set.
sazonal 12	9555	576,2	89,30	jul. a out.
totais	183676	11052,01	1712,45	

Tabela 6.2.4 - Resultado referentes a piscicultura (Condado cenário padrão)

Variáveis do modelo	Resultado
Área mínima (Km ²)	1,225
Produção Firme (t)	14,7
Mão de Obra (Pescadores)	10
Rec. Líquida (em R\$)	17273,16

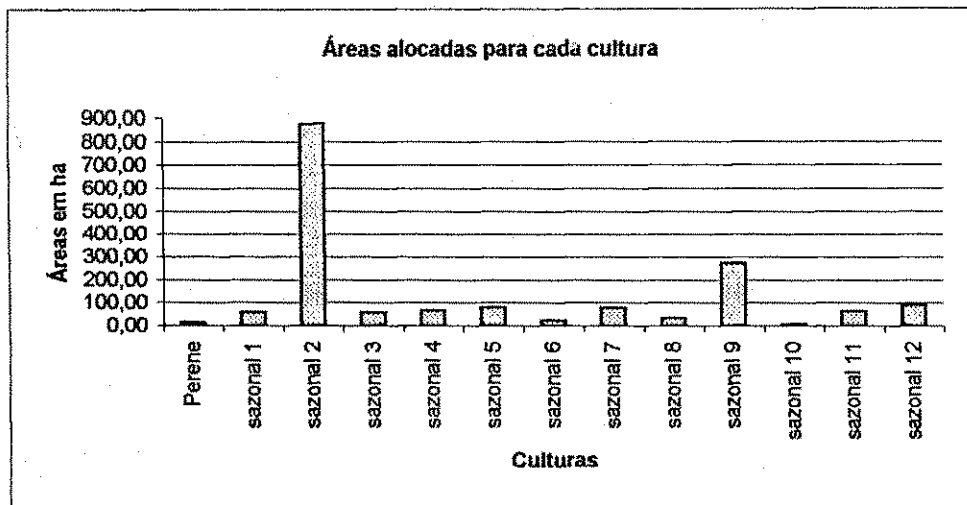


Figura 6.2.2 - Alocação da área irrigada para cada cultura em Condado no cenário padrão

Tabela 6.2.5 - Dados hidrológicos e resultados (Condado cenário normal)

Meses	vazões afluentes (m³/s)	Precipit. (mm)	Evapor. (mm)	Volume reservat. (hm³)	Volume evapor. (hm³)	diferença entre Vol. do reserv. e Vo (hm³)
agosto	0	0	271,9	13,126	0,353	-0,881
setembro	0	0	299,6	12,564	0,379	-1,443
outubro	0	0	332,9	11,941	0,409	-2,066
novembro	0	0	319	11,028	0,374	-2,979
dezembro	0,08	198	310,6	10,973	0,363	-3,034
janeiro	0,01	64	272,3	9,626	0,295	-4,381
fevereiro	0,21	290	215,4	10,33	0,243	-3,677
março	1,3	142	204,1	13,371	0,268	-0,636
abril	1,1	78	182,4	15,324	0,259	1,317
maio	0,63	33	183,1	15,811	0,264	1,804
junho	0,07	0	182,2	14,965	0,255	0,958
julho	0	0	219,9	14,012	0,296	0,005
total	3,4	805	2993,4	153,07	3,758	
média	0,283	67,083	249,450	12,756	0,313	

minc	=	8
V _{máx} (m³)	=	35016302
V _{min} (m³)	=	2611525
V _{u(0,4V_{máx})} (m³)	=	14006521
sust.	=	100
A _{máx. Perim. Irrig.}	=	3000 ha
Acmax	=	3000 ha
Acmin	=	5 ha
A _{bac. Híd.} (m²)	=	3100000
t (s)	=	2626560

Tabela 6.2.6 - Dados hidrológicos e resultados em m³/s (Condado cenário normal)

Meses	vazões afluentes (m³/s)	Evapor. (m³/s)	Volume reservat. (m³/s)	Volume evapor. (m³/s)	Vazão de descarga (m³/s)	Vazão de tomada d'água abast. (m³/s)	Vazão de tomada d'água irrig. (m³/s)	Vazão Vertida (m³/s)	Vazão terminal (m³/s)
Vro			5,333						
agosto	0	0,321	4,997	0,134	0,001	0	0,197	0	0,001
setembro	0	0,354	4,783	0,144	0	0	0,067	0	0
outubro	0	0,393	4,546	0,156	0	0	0,078	0	0
novembro	0	0,377	4,199	0,142	0,006	0	0,196	0	0,006
dezembro	0,08	0,367	4,178	0,138	0	0	0,073	0	0
janeiro	0,01	0,321	3,665	0,112	0,005	0	0,438	0	0,005
fevereiro	0,21	0,254	3,933	0,093	0	0	0	0	0
março	1,3	0,241	5,091	0,102	0	0	0,115	0	0
abril	1,1	0,215	5,834	0,099	0,016	0	0,287	0	0,016
maio	0,63	0,216	6,020	0,101	0	0	0,364	0	0
junho	0,07	0,215	5,698	0,097	0,002	0	0,293	0	0,002
julho	0	0,260	5,335	0,113	0	0	0,249	0	0
total	3,4	3,533	58,278	1,431	0,03	0,000	2,357	0,000	0,030
média	0,2833	0,2944	4,857	0,119	0,003	0,000	0,196	0,0000	0,003

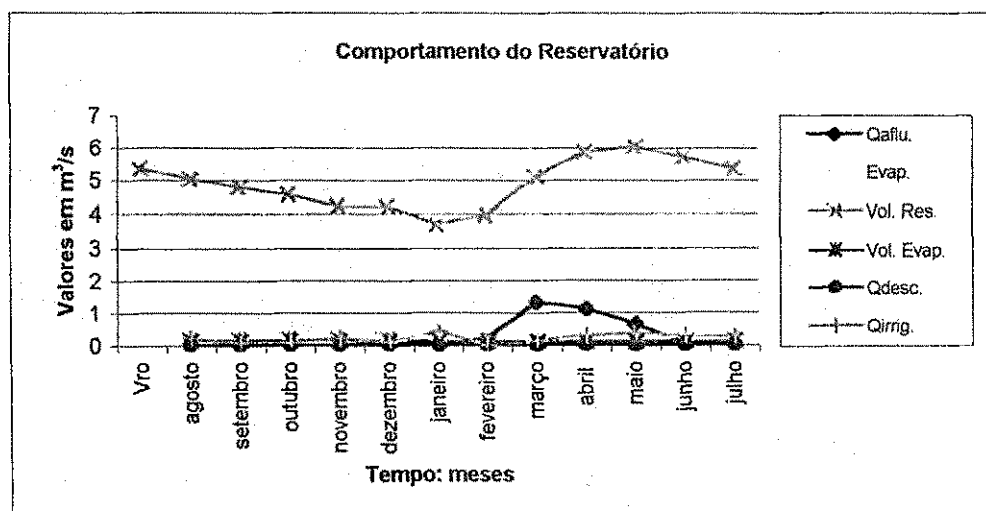


Figura 6.2.3 - Comportamento do reservatório de Condado no cenário normal

Tabela 6.2.7 - Resultados referentes as culturas irrigadas (Condado cenário normal)

Culturas	Mão de obra (diárias)	Rec. Líquida (em mil R\$)	Área Irrig. (em ha)	Período de cultivo
Perene	305	14,27	2,13	Todo o ano
sazonal 1	24380	1470,14	227,85	ago. a nov.
sazonal 2	31401	1893,49	293,46	set. a dez.
sazonal 3	23464	1414,89	219,29	out. a jan.
sazonal 4	12459	751,3	116,44	nov. a fev.
sazonal 5	18724	1129,1	175,00	dez. a mar.
sazonal 6	6781	408,91	63,37	jan. a abr.
sazonal 7	1415	85,32	13,22	fev. a mai.
sazonal 8	161	9,7	1,50	mar. a jun.
sazonal 9	107	6,45	1,00	abr. a jul.
sazonal 10	10409	627,7	97,28	mai. a ago.
sazonal 11	18100	1091,45	169,16	jun. a set.
sazonal 12	27034	1630,16	252,65	jul. a out.
totais	174740	10532,88	1632,35	

Tabela 6.2.8 - Resultado referentes a piscicultura (Condado cenário normal)

Variáveis do modelo	Resultado
Área mínima (Km ²)	1,353
Produção Firme (t)	16,23
Mão de Obra (Pescadores)	11
Rec. Líquida (em R\$)	19071,64

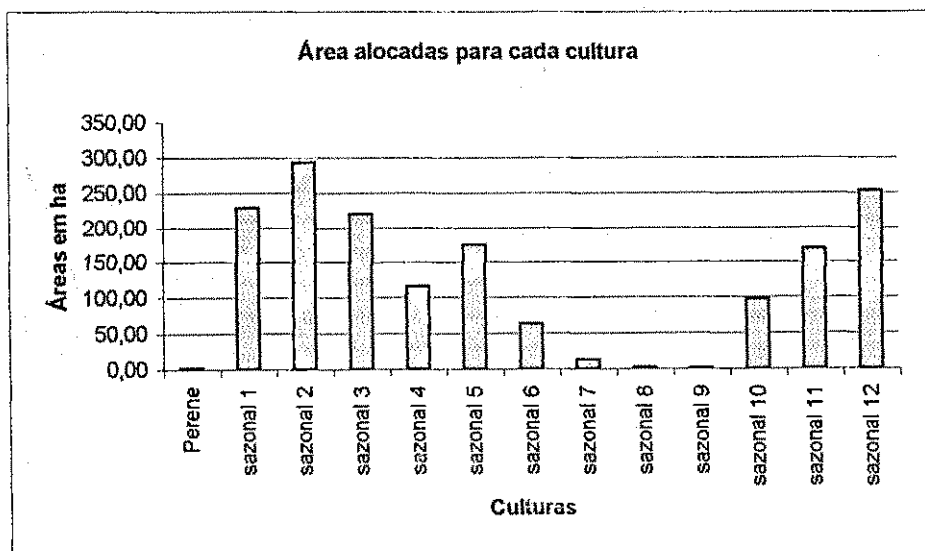


Figura 6.2.4 - Alocação da área irrigada para cada cultura em Condado no cenário normal

Tabela 6.2.9 - Dados hidrológicos e resultados (Condado cenário chuvoso)

Meses	vazões afluentes (m³/s)	Precipit. (mm)	Evapor. (mm)	Volume reservat. (hm³)	Volume evapor. (hm³)	diferença entre Vol. do reserv. e Vo (hm³)
agosto	0,01	0	271,9	11,27	0,323	-2,737
setembro	0,06	150	299,6	10,505	0,341	-3,502
outubro	0,02	0	332,9	9,238	0,352	-4,769
novembro	0	0	319	8,544	0,322	-5,403
dezembro	0	113	310,6	7,892	0,299	-6,115
janeiro	0,03	72	272,3	6,238	0,228	-7,769
fevereiro	0,19	175,2	215,4	6,488	0,184	-7,519
março	1,88	330	204,1	11,539	0,246	-2,468
abril	1,37	131	182,4	14,573	0,251	0,566
maio	1,22	43	183,1	15,76	0,264	1,753
junho	0,43	69,4	182,2	15,327	0,259	1,320
julho	0,24	72	219,9	14,007	0,296	0,000
total	5,45	1155,6	2993,4	131,38	3,365	
média	0,454	96,300	249,450	10,948	0,280	

minc	=	8
V _{máx} (m³)	=	35016302
V _{mín} (m³)	=	2611525
V ₀ (0,4V _{máx}) (m³)	=	14006521
sust.	=	100
A _{máx} Porim. Irig.	=	3000 ha
Acmax	=	3000 ha
Acmin	=	1 ha
A _{hac} Hid. (m²)	=	3100000
A _{hac} Hid. (m²)	=	2626560

Tabela 6.2.10 - Dados hidrológicos e resultados em m³/s (Condado cenário chuvoso)

Meses	vazões afluentes (m³/s)	Evapor. (m³/s)	Volume reservat. (m³/s)	Volume evapor. (m³/s)	Vazão de descarga (m³/s)	Vazão de tomada d'água abast. (m³/s)	Vazão de tomada d'água irrig. (m³/s)	Vazão Vertida (m³/s)	Vazão terminal (m³/s)
Vro			5,333						
agosto	0,01	0,321	4,291	0,123	0,002	0	0,923	0	0,002
setembro	0,06	0,354	4,000	0,130	0,002	0	0,303	0	0,002
outubro	0,02	0,393	3,517	0,134	0	0	0,362	0	0
novembro	0	0,377	3,253	0,123	0	0	0,138	0	0
dezembro	0	0,367	3,005	0,114	0,001	0	0,184	0	0,001
janeiro	0,03	0,321	2,375	0,087	0	0	0,601	0	0
fevereiro	0,19	0,254	2,470	0,070	0,003	0	0,092	0	0,003
março	1,88	0,241	4,393	0,094	0	0	0	0	0
abril	1,37	0,215	5,548	0,096	0	0	0,191	0	0
maio	1,22	0,216	6,000	0,101	0	0	0,693	0	0
junho	0,43	0,215	5,835	0,099	0,001	0	0,543	0	0,001
julho	0,24	0,260	5,333	0,113	0	0	0,678	0	0
total	5,45	3,533	50,020	1,281	0,009	0,000	4,708	0,000	0,009
média	0,4542	0,2944	4,168	0,107	0,001	0,000	0,392	0,0000	0,001

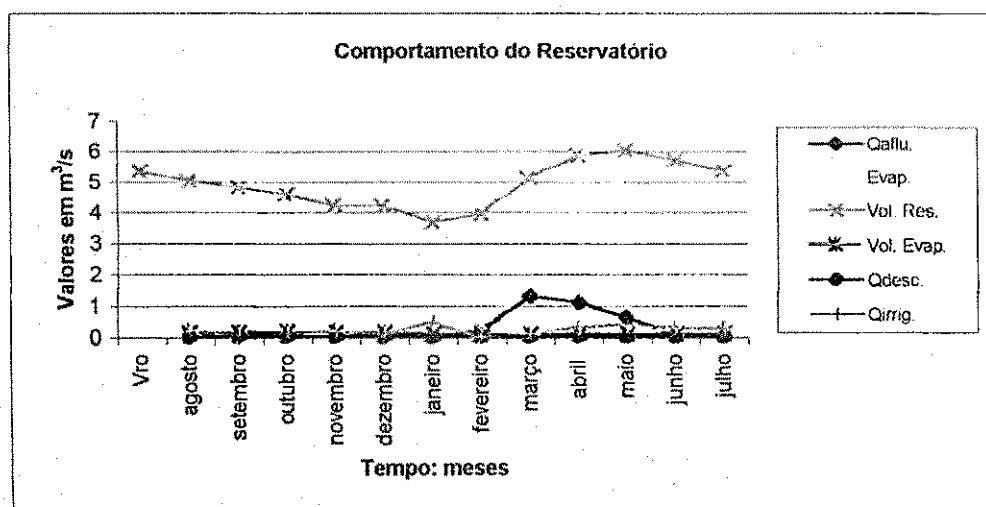


Figura 6.2.5 - Comportamento do reservatório de Condado no cenário padrão

Tabela 6.2.11 - Resultados referentes as culturas irrigadas (Condado cenário chuvoso)

Culturas	Mão de obra (diárias)	Rec. Líquida (em mil R\$)	Área Irrig. (em ha)	Período de cultivo
Perene	159	7,46	1,11	Todo o ano
sazonal 1	72996	4401,74	682,21	ago. a nov.
sazonal 2	50964	3073,2	476,30	set. a dez.
sazonal 3	36440	2197,38	340,56	out. a jan.
sazonal 4	48613	2931,44	454,33	nov. a fev.
sazonal 5	44427	2679,02	415,21	dez. a mar.
sazonal 6	40528	2443,86	378,76	jan. a abr.
sazonal 7	30557	1842,65	285,58	fev. a mai.
sazonal 8	8661	522,26	80,94	mar. a jun.
sazonal 9	121	7,32	1,13	abr. a jul.
sazonal 10	2828	170,53	26,43	mai. a ago.
sazonal 11	7746	467,07	72,39	jun. a set.
sazonal 12	51409	3100,04	480,46	jul. a out.
totais	395449	23843,97	3695,41	

Tabela 6.2.12 - Resultado referentes a piscicultura (Condado cenário chuvoso)

Variáveis do modelo	Resultado
Área mínima (Km ²)	1,045
Produção Firme (t)	12,54
Mão de Obra (Pescadores)	8
Rec. Líquida (em mil R\$)	14735,45

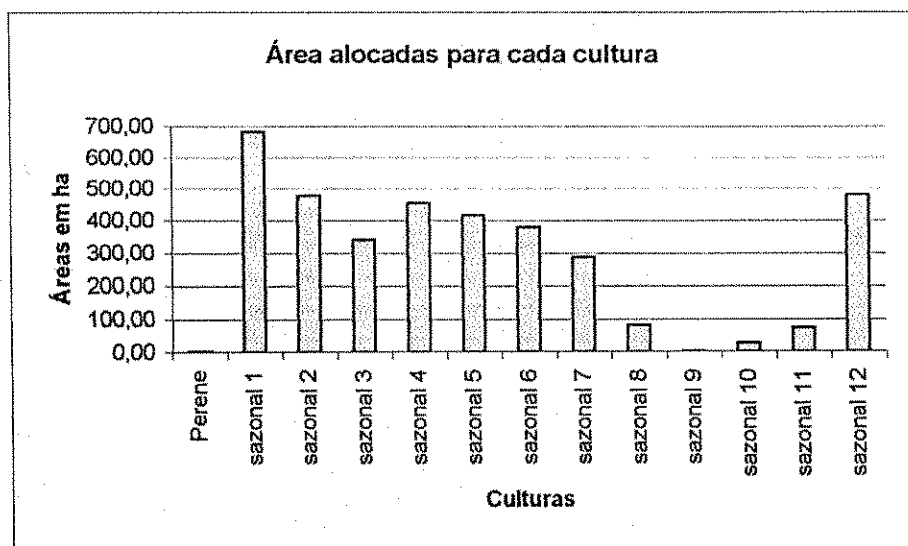


Figura 6.2.6 - Alocação da área irrigada para cada cultura em Condado no cenário padrão

Tabela 6.2.13 - Dados hidrológicos e resultados (Condado cenário seco)

Meses	vazões afluentes (m³/s)	Precipit. (mm)	Evapor. (mm)	Volume reservat. (hm³)	Volume evapor. (hm³)	diferença entre Vol. do reserv. e Vo (hm³)
agosto	0	0,2	271,9	17,713	0,419	-0,495
setembro	0	0	299,6	17,096	0,453	-1,112
outubro	0	7,2	332,9	16,381	0,491	-1,827
novembro	0	10	319	15,701	0,459	-2,507
dezembro	0,01	82	310,6	15,231	0,439	-2,977
janeiro	0	0,3	272,3	14,667	0,377	-3,541
fevereiro	0,05	12,8	215,4	13,704	0,286	-4,504
março	0,01	1,5	204,1	12,337	0,255	-5,871
abril	0,04	4,6	182,4	10,967	0,213	-7,241
maio	0	2	183,1	9,77	0,2	-8,438
junho	0	0,8	182,2	9,565	0,196	-8,643
julho	0	0	219,9	9,104	0,23	-9,104
total	0,11	121,4	2993,4	162,24	4,018	
média	0,009	10,117	249,450	13,520	0,335	

minc	=	8
V _{máx} (m³)	=	35016302
V _{min} (m³)	=	3501630,2
V _{o(0,52V_{máx})} (m³)	=	18208477
sust.	=	50
A _{máx. Perim. Irrig.}	=	3000 há
Acmax	=	3000 há
Acmin	=	0 ha
A _{bac. Hid.} (m²)	=	3100000
t (s)	=	2626560

Tabela 6.2.14 - Dados hidrológicos e resultados em m³/s (Condado cenário seco)

Meses	vazões afluentes (m³/s)	Evapor. (m³/s)	Volume reservat. (m³/s)	Volume evapor. (m³/s)	Vazão de descarga (m³/s)	Vazão de tomada d'água abast. (m³/s)	Vazão de tomada d'água irrig. (m³/s)	Vazão Vertida (m³/s)	Vazão terminal (m³/s)
Vro			6,932						
agosto	0	0,321	6,744	0,160	0,006	0	0,02	0	0,006
setembro	0	0,354	6,509	0,172	0,021	0	0,039	0	0,021
outubro	0	0,393	6,237	0,187	0	0	0,087	0	0
novembro	0	0,377	5,978	0,175	0	0	0,088	0	0
dezembro	0,01	0,367	5,799	0,167	0	0	0,076	0	0
janeiro	0	0,321	5,584	0,144	0,018	0	0,051	0	0,018
fevereiro	0,05	0,254	5,217	0,109	0,006	0	0,306	0	0,006
março	0,01	0,241	4,697	0,097	0	0	0,434	0	0
abril	0,04	0,215	4,175	0,081	0	0	0,483	0	0
maio	0	0,216	3,720	0,076	0,021	0	0,359	0	0,021
junho	0	0,215	3,642	0,075	0	0	0,003	0	0
julho	0	0,260	3,466	0,088	0,073	0	0,014	0	0,073
total	0,11	3,533	61,767	1,530	0,145	0,000	1,960	0,000	0,145
média	0,0092	0,2944	5,147	0,127	0,012	0,000	0,163	0,0000	0,012

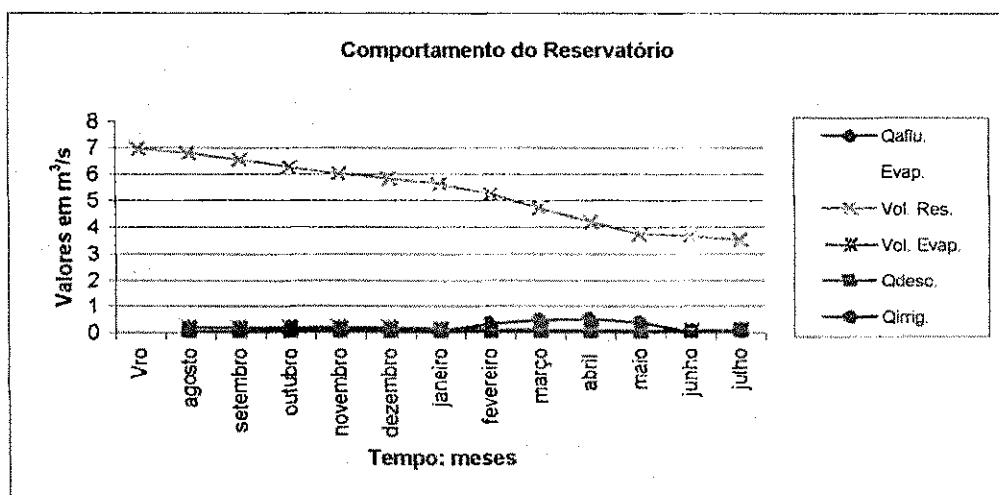


Figura 6.2.7 - Comportamento do reservatório de Condado no cenário padrão

Tabela 6.2.15 - Resultados referentes as culturas irrigadas (Condado cenário seco)

Culturas	Mão de obra (diárias)	Rec. Líquida (em mil R\$)	Área Irrig. (em ha)	Período de cultivo
Perene	0	0	0,00	Todo o ano
sazonal 1	2	0,09	0,01	ago. a nov.
sazonal 2	799947	4820,88	747,17	set. a dez.
sazonal 3	1	0,04	0,01	out. a jan.
sazonal 4	410	24,72	3,83	nov. a fev.
sazonal 5	38	2,31	0,36	dez. a mar.
sazonal 6	53	3,21	0,50	jan. a abr.
sazonal 7	2722	164,12	25,44	fev. a mai.
sazonal 8	0	0	0,00	mar. a jun.
sazonal 9	2157	130,07	20,16	abr. a jul.
sazonal 10	7674	462,77	71,72	mai. a ago.
sazonal 11	24	1,43	0,22	jun. a set.
sazonal 12	8	0,48	0,07	jul. a out.
totais	813036	5610,12	869,49	

Tabela 6.2.16 - Resultado referentes a piscicultura (Condado cenário seco)

Variáveis do modelo	Resultado
Área mínima (Km ²)	1,309
Produção Firme (t)	15,71
Mão de Obra (Pescadores)	10
Rec. Líquida (em R\$)	18454,7

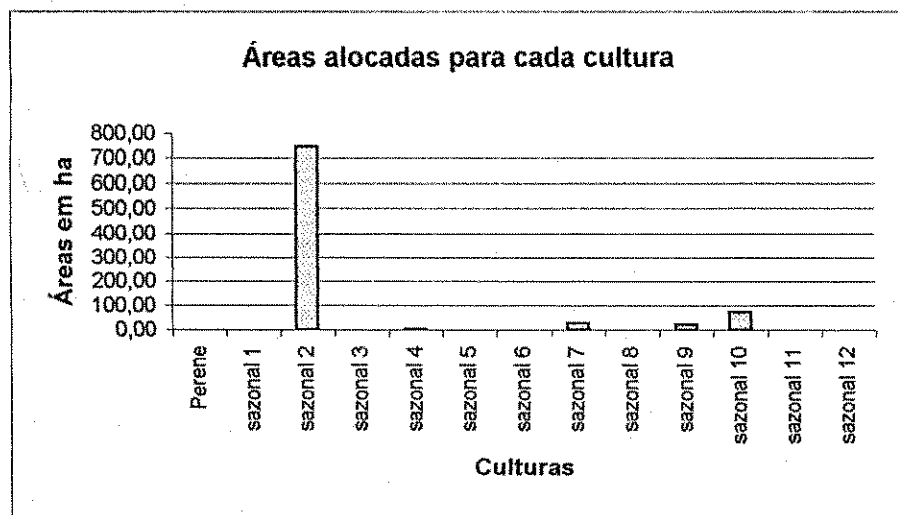


Figura 6.2.8 - Alocação da área irrigada para cada cultura em Condado no cenário padrão

Tabela 6.3.1 - Dados hidrológicos e resultados (Poço Redondo cenário padrão)

Meses	vazões afluentes (m³/s)	Precipit. (mm)	Evapor. (mm)	Volume reservat. (hm³)	Volume evapor. (hm³)	diferença entre Vol. do reserv. e Vo (hm³)
agosto	0,02	1,9	272,3	22,136	0,617	-2,964
setembro	0	2,9	215,4	18,859	0,619	-6,241
outubro	0	5,7	204,1	15,736	0,618	-9,364
novembro	0,03	22,5	182,4	12,33	0,514	-12,770
dezembro	0,06	52,1	183,1	9,251	0,423	-15,849
janeiro	0,15	80,6	182,2	6,376	0,298	-18,724
fevereiro	0,82	123,9	219,9	6,956	0,248	-18,144
março	3,02	197,3	271,9	14,778	0,365	-10,322
abril	4,68	124,2	299,6	24,651	0,441	-0,449
maio	2,56	37	332,9	27,233	0,47	2,133
junho	1,19	19,1	319	27,521	0,47	2,421
julho	1,19	10,5	310,6	25,257	0,539	0,157
total	13,72	677,7	2993,4	132,772	2,831	
média	1,1433	56,4750	249,4500	11,0643	0,2359	

minc	=	8
V _{máx} (m³)	=	62751154
V _{mín} (m³)	=	6.275.115,40
V _{0(0,4V_{máx})} (m³)	=	25100461,6
sust.	=	100
A _{máx. Perim. Irrig.}	=	10000 ha
Ac _{máx}	=	10000 ha
Ac _{mín}	=	5 ha
A _{bac. Hid.} (m²)	=	5400000
t (s)	=	2626560

Tabela 6.3.2 - Dados hidrológicos e resultados em m³/s (Santa Inês cenário padrão)

Meses	vazões afluentes (m³/s)	Evapor. (m³/s)	Volume reservat. (m³/s)	Volume evapor. (m³/s)	Vazão de descarga (m³/s)	Vazão de tomada d'água abast. (m³/s)	Vazão de tomada d'água irrig. (m³/s)	Vazão Vertida (m³/s)	Vazão terminal (m³/s)
Vro			9,556						
agosto	0,02	0,560	8,428	0,235	0	0,005	0,904	0	0
setembro	0	0,443	7,180	0,236	0	0,005	1	0	0
outubro	0	0,420	5,991	0,235	0,001	0,005	0,94	0	0,001
novembro	0,03	0,375	4,694	0,196	0,34	0,005	0,79	0	0,34
dezembro	0,06	0,376	3,522	0,161	0,171	0,005	0,92	0	0,171
janeiro	0,15	0,375	2,428	0,113	0,191	0,005	0,973	0	0,191
fevereiro	0,82	0,452	2,648	0,094	0	0,005	0,565	0	0
março	3,02	0,559	5,626	0,139	0	0,005	0,016	0	0
abril	4,68	0,616	9,385	0,168	0,681	0,005	0,166	0	0,681
maio	2,56	0,684	10,368	0,179	0,692	0,005	0,739	0	0,692
junho	1,19	0,656	10,478	0,179	0,041	0,005	0,876	0	0,041
julho	1,19	0,639	9,616	0,205	0,042	0,005	0,98	0	0,042
total	13,72	6,154	80,365	2,140	2,159	0,060	8,869	0,000	2,159
média	1,1433	0,5128	6,697	0,178	0,180	0,005	0,739	0,0000	0,180

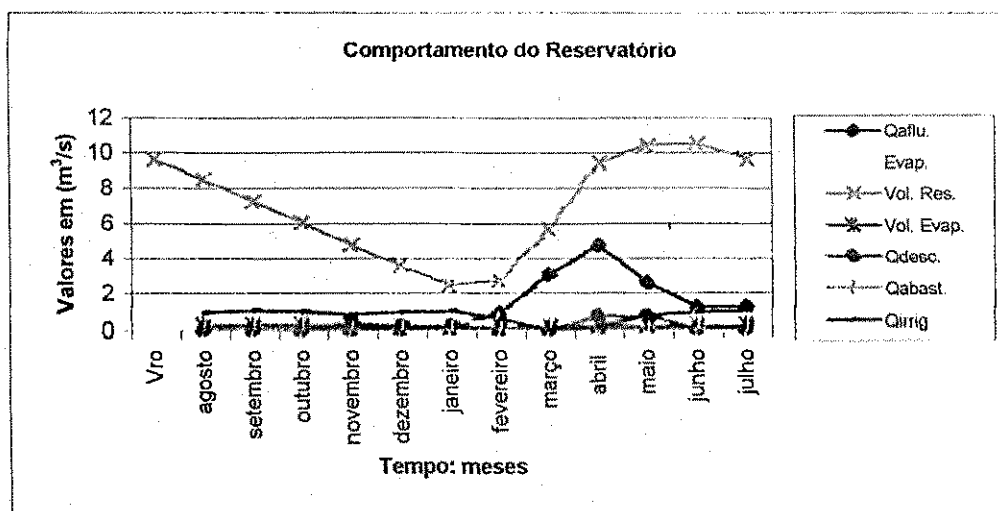


Figura 6.3.1 - Comportamento de reservatório de Poço Redondo no cenário padrão

Tabela 6.3.3 - Resultados referentes as culturas irrigadas (Poço Redondo cenário padrão)

Culturas	Mão de obra (diárias)	Rec. Líquida (em mil R\$)	Área Irrig. (em ha)	Período de cultivo
Perene	7149	334,77	49,99	Todo o ano
sazonal 1	47586	2869,51	444,73	ago. a nov.
sazonal 2	37756	2276,73	352,86	set. a dez.
sazonal 3	24316	1466,31	227,26	out. a jan.
sazonal 4	85922	5181,17	803,01	nov. a fev.
sazonal 5	28053	1691,62	262,18	dez. a mar.
sazonal 6	32808	1978,38	306,62	jan. a abr.
sazonal 7	25294	1525,27	236,4	fev. a mai.
sazonal 8	43303	2611,21	404,7	mar. a jun.
sazonal 9	24693	1489	230,77	abr. a jul.
sazonal 10	535	32,27	5	mai. a ago.
sazonal 11	29918	1804,11	279,61	jun. a set.
sazonal 12	111969	6751,82	1046,44	jul. a out.
totais	499302	30012,17	4649,57	

Tabela 6.3.4 - Resultado referente a piscicultura (Poço Redondo cenário padrão)

Variáveis do modelo	Resultado
Área mínima (Km ²)	1,369
Produção Firme (t)	16,43
Mão de Obra (Pescadores)	11
Rec. Líquida (em R\$)	19303,42

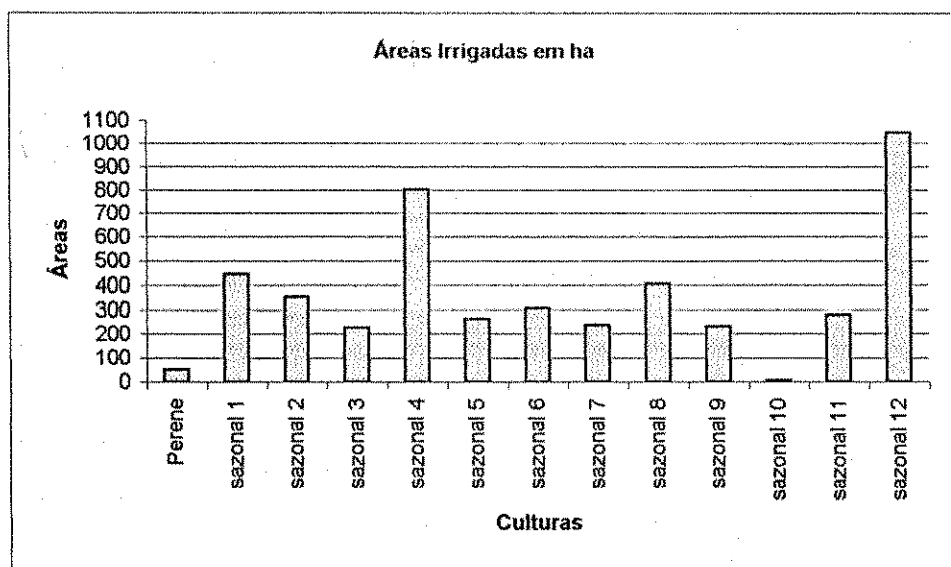


Figura 6.3.2 - Alocação da área irrigada para cada cultura em Poço Redondo no cenário padrão

Tabela 6.3.5 - Dados hidrológicos e resultados (Poço Redondo cenário normal)

Meses	vazões afluentes (m³/s)	Precipit. (mm)	Evapor. (mm)	Volume reservat. (hm³)	Volume evapor. (hm³)	diferença entre Vol. do reserv. e Vro (hm³)
agosto	0	3,4	272,3	28,651	0,71	-9,000
setembro	0	0	215,4	21,224	0,73	-16,427
outubro	0	0	204,1	18,298	0,756	-19,353
novembro	0	0	182,4	14,959	0,682	-22,692
dezembro	0	0	183,1	12,05	0,607	-25,601
janeiro	0,11	129,6	182,2	11,51	0,51	-26,141
fevereiro	0,32	67	219,9	11,392	0,379	-26,259
março	1,56	201,2	271,9	15,44	0,416	-22,211
abril	4,11	319	299,6	25,911	0,491	-11,740
maio	5,14	94,4	332,9	37,966	0,604	0,315
junho	2,15	8,6	319	40,459	0,624	2,808
julho	0,21	1,3	310,6	37,677	0,725	0,026
total	13,6	824,5	2993,4	275,537	7,234	
média	1,1333	68,708	249,450	22,961	0,603	

minc	=	8
$V_{\max}$ (m³)	=	62751154
$V_{\min}$ (m³)	=	6.275.115,40
$V_{0,0,6V_{\min}}$ (m³)	=	37650692
sust.	=	100
$A_{\max}$ Parâm. Irrig.	=	5000 ha
$A_{\max}$	=	5000 ha
$A_{\min}$	=	3 ha
$A_{\text{bac. Hdt.}}$ (m²)	=	5400000
t (s)	=	2626560

Tabela 6.3.6 - Dados hidrológicos e resultados em m³/s (Poço Redondo cenário normal)

Meses	vazões afluentes (m³/s)	Evapor. (m³/s)	Volume reservat. (m³/s)	Volume evapor. (m³/s)	Vazão de descarga (m³/s)	Vazão de tomada d'água abast. (m³/s)	Vazão de tomada d'água irrig. (m³/s)	Vazão Vertida (m³/s)	Vazão terminal (m³/s)
Vro			14,335						
agosto	0	0,560	10,908	0,270	2,183	0,005	0,996	0	2,183
setembro	0	0,443	8,081	0,278	1,708	0,005	0,878	0	1,708
outubro	0	0,420	6,967	0,288	0,01	0,005	0,754	0	0,01
novembro	0	0,375	5,695	0,260	0,046	0,005	0,56	0	0,046
dezembro	0	0,376	4,588	0,231	0,008	0,005	0,836	0	0,008
janeiro	0,11	0,375	4,382	0,194	0,047	0,005	0,48	0	0,047
fevereiro	0,32	0,452	4,337	0,144	0	0,005	0,85	0	0
março	1,56	0,559	5,878	0,158	0,015	0,005	0,011	0	0,015
abril	4,11	0,616	9,865	0,187	0,218	0,005	0	0	0,218
maio	5,14	0,684	14,455	0,230	0	0,005	0,501	0	0
junho	2,15	0,656	15,404	0,238	0	0,005	0,901	0	0
julho	0,21	0,639	14,345	0,276	0,05	0,005	0,956	0	0,05
total	13,6	6,154	104,904	2,754	4,285	0,060	7,723	0,000	4,285
média	1,1333	0,5128	8,742	0,230	0,357	0,005	0,644	0,0000	0,357

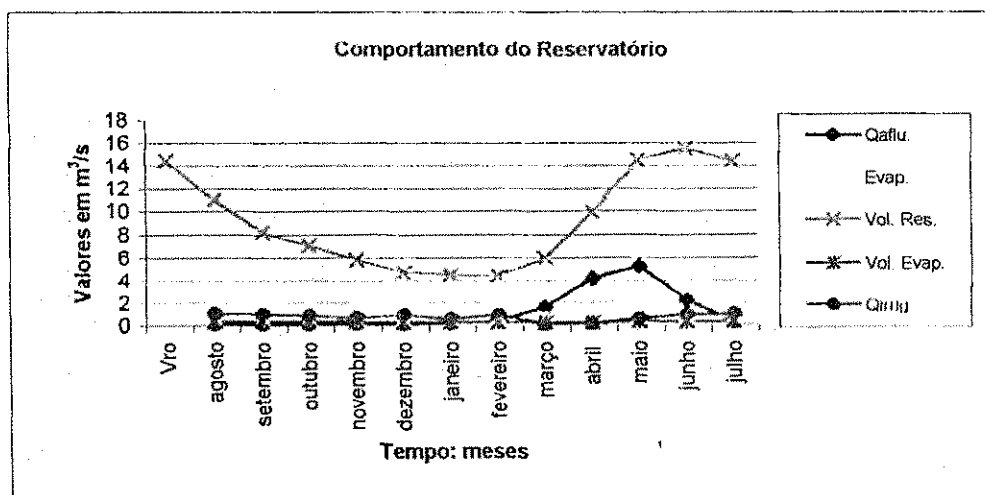


Figura 6.3.3 - Comportamento do reservatório de Poço Redondo no cenário normal

Tabela 6.3.7 - Resultados referentes as culturas irrigadas (Poço Redondo cenário normal)

Culturas	Mão de obra (diárias)	Rec. Líquida (em mil R\$)	Área Irrig. (em ha)	Período de cultivo
Perene	4790	224,3	33,49	Todo o ano
sazonal 1	34487	2079,63	322,31	ago. a nov.
sazonal 2	34700	2092,47	324,30	set. a dez.
sazonal 3	51707	3117,95	483,24	out. a jan.
sazonal 4	49983	3014,04	467,13	nov. a fev.
sazonal 5	44736	2697,66	418,10	dez. a mar.
sazonal 6	65982	3978,8	616,66	jan. a abr.
sazonal 7	1171	70,62	10,94	fev. a mai.
sazonal 8	9142	551,29	85,44	mar. a jun.
sazonal 9	48015	2895,33	448,73	abr. a jul.
sazonal 10	45430	2739,45	424,58	mai. a ago.
sazonal 11	215	12,95	2,01	jun. a set.
sazonal 12	7032	424,05	65,72	jul. a out.
totais	397390	23898,54	3702,65	

Tabela 6.3.8 - Resultado referente a piscicultura (Poço Redondo cenário normal)

Variáveis do modelo	Resultado
Área mínima (Km ²)	1,922
Produção Firme (t)	23,06
Mão de Obra (Pescadores)	15
Rec. Líquida (em R\$)	27095,4

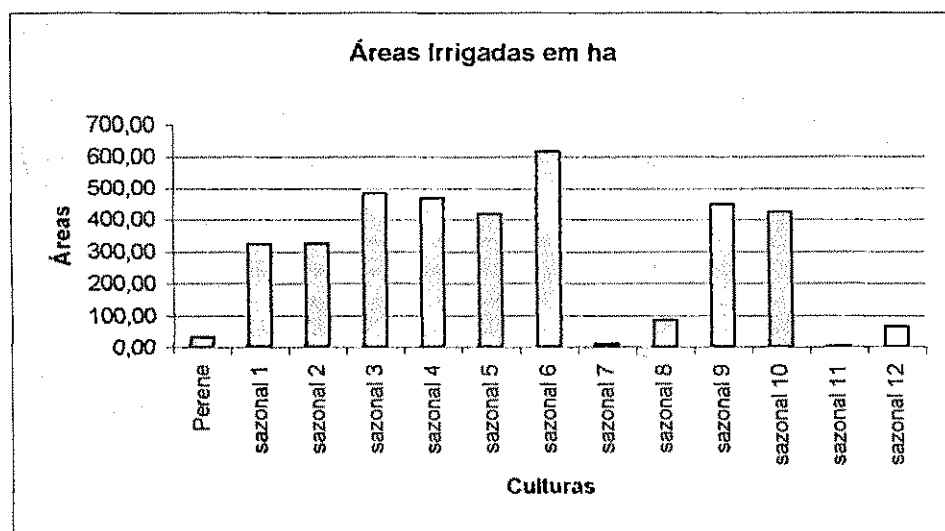


Figura 6.3.4 - Alocação da área irrigada para cada cultura em Poço Redondo no cenário normal

Tabela 6.3.9 - Dados hidrológicos e resultados (Poço Redondo cenário chuvoso)

Meses	vazões afluentes (m³/s)	Precipit. (mm)	Evapor. (mm)	Volume reservat. (hm³)	Volume evapor. (hm³)	diferença entre Vol. do reserv. e Vo (hm³)
setembro	0	0	215,4	22,114	0,617	-2,986
outubro	0	0	204,1	19,052	0,622	-6,048
novembro	0	64	182,4	15,882	0,621	-9,218
dezembro	0	102,5	183,1	12,293	0,513	-12,807
janeiro	0,11	114,1	182,2	9,647	0,433	-15,453
fevereiro	0,25	274,3	219,9	7,245	0,321	-17,855
março	8,49	189,2	271,9	7,858	0,267	-17,242
abril	5,02	188,5	299,6	27,314	0,525	2,214
maio	5,39	38,2	332,9	40,395	0,593	15,295
junho	2,81	20,8	319	51,489	0,691	26,389
julho	1,53	73,4	310,6	55,664	0,721	30,564
agosto	0,28	0	272,3	57,217	0,886	32,117
total	23,6	1065	2721,1	326,17	6,81	
média	1,967	88,750	226,758	27,181	0,568	

minc	=	9
V _{máx} (m³)	=	62751154
V _{min} (m³)	=	6.275.115,40
V _{o(0,4V_{max})} (m³)	=	25100461,6
sust.	=	100
A _{máx. Perim. Irrig.}	=	10000 ha
Acmax	=	10000 ha
Acmin	=	5 ha
A _{bac. Hld.} (m²)	=	5400000
t (s)	=	2626560

Tabela 6.3.10 - Dados hidrológicos e resultados em m³/s (Poço Redondo cenário chuvoso)

Meses	vazões afluentes (m³/s)	Evapor. (m³/s)	Volume reservat. (m³/s)	Volume evapor. (m³/s)	Vazão de descarga (m³/s)	Vazão de tomada d'água abast. (m³/s)	Vazão de tomada d'água irrig. (m³/s)	Vazão Vertida (m³/s)	Vazão terminal (m³/s)
Vro			9,556						
setembro	0	0,443	8,419	0,235	0,171	0,005	1	0	0,171
outubro	0	0,420	7,254	0,237	0,022	0,005	0,892	0	0,022
novembro	0	0,375	6,047	0,236	0	0,005	0,951	0	0
dezembro	0	0,376	4,680	0,195	0,303	0,005	0,904	0	0,303
janeiro	0,11	0,375	3,673	0,165	0,067	0,005	0,835	0	0,067
fevereiro	0,25	0,452	2,758	0,122	0,272	0,005	0,69	0	0,272
março	8,49	0,559	2,992	0,102	0,066	0,005	0	0	0,066
abril	5,02	0,616	10,399	0,200	0,96	0,005	0,033	0	0,96
maio	5,39	0,684	15,379	0,226	0,021	0,005	0	0	0,021
junho	2,81	0,656	19,603	0,263	0,021	0,005	0,914	0	0,021
julho	1,53	0,639	21,193	0,275	0	0,005	0,966	0	0
agosto	0,28	0,560	21,784	0,337	0	0,005	0,73	0	0
total	23,6	6,154	124,181	2,593	1,903	0,060	7,915	0,000	1,903
média	1,9667	0,5128	10,348	0,216	0,159	0,005	0,660	0,0000	0,159

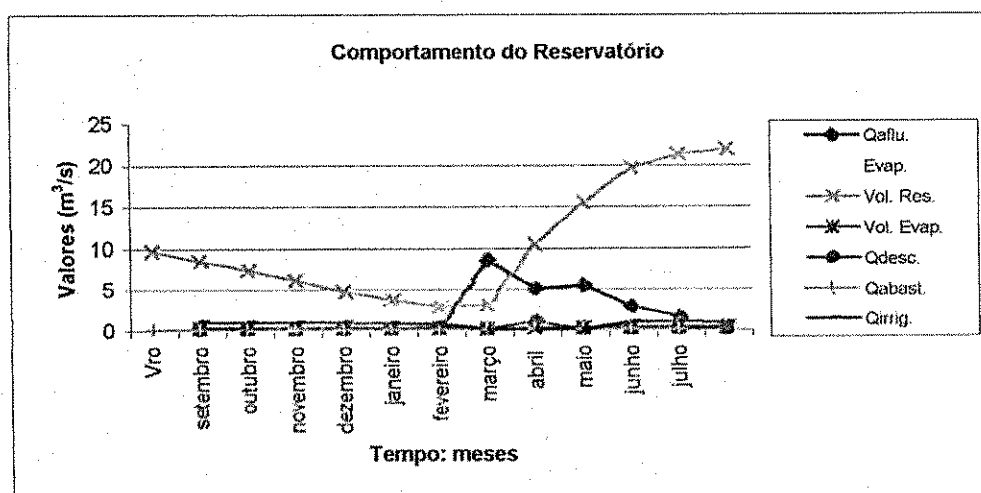


Figura 6.3.5 - Comportamento do reservatório de Poço Redondo no cenário chuvoso

Tabela 6.3.11 - Resultados referentes as culturas irrigadas (Poço Redondo cenário chuvoso)

Culturas	Mão de obra (diárias)	Rec. Líquida (em mil R\$)	Área Irrig. (em ha)	Período de cultivo
Perene	34573	1619,03	241,77	Todo o ano
sazonal 1	51282	3092,37	479,27	ago. a nov.
sazonal 2	52898	3189,78	494,37	set. a dez.
sazonal 3	52529	3167,57	490,93	out. a jan.
sazonal 4	52529	3107,50	490,93	nov. a fev.
sazonal 5	45767	2759,82	427,73	dez. a mar.
sazonal 6	38349	2312,51	358,41	jan. a abr.
sazonal 7	17435	1051,35	162,94	fev. a mai.
sazonal 8	17115	1032,05	159,95	mar. a jun.
sazonal 9	27143	1636,72	253,67	abr. a jul.
sazonal 10	34654	2089,67	323,87	mai. a ago.
sazonal 11	37936	2287,61	354,55	jun. a set.
sazonal 12	49156	2964,16	459,4	jul. a out.
totais	511366	30370,22	4697,79	

Tabela 6.3.12 - Resultado referentes a piscicultura (Poço Redondo cenário chuvoso)

Variáveis do modelo	Resultado
Área mínima (Km ²)	1,475
Produção Firme (t)	17,71
Mão de Obra (Pescadores)	12
Rec. Líquida (em R\$)	20803,49

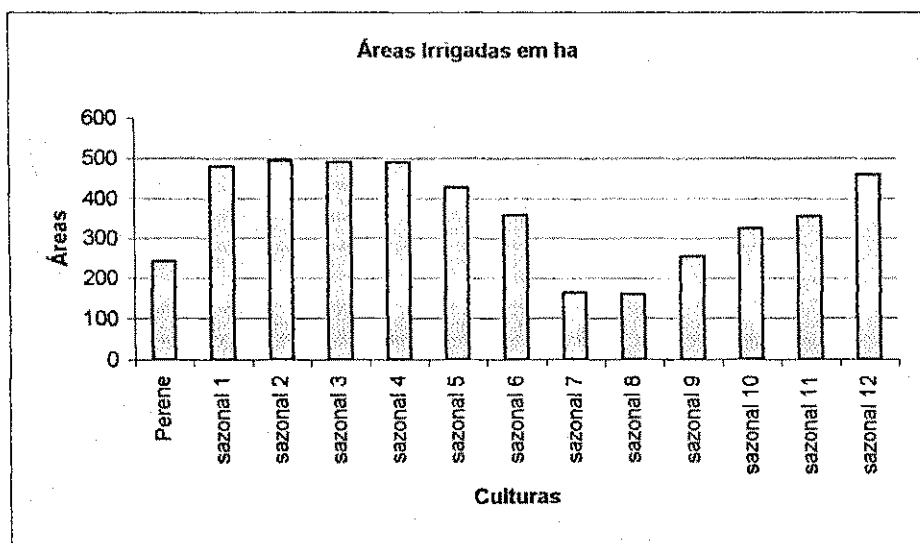


Figura 6.3.6 - Alocação da área irrigada para cada cultura em Poço Redondo no cenário chuvoso

Tabela 6.3.13 - Dados hidrológicos e resultados (Poço Redondo cenário seco)

Meses	vazões afluentes (m³/s)	Precipit. (mm)	Evapor. (mm)	Volume reservat. (hm³)	Volume evapor. (hm³)	diferença entre Vol. do reserv. e Vo (hm³)
agosto	0	0	272,3	29,989	0,739	-1,387
setembro	0	0	215,4	28,392	0,788	-2,984
outubro	0	0	204,1	26,264	0,836	-5,112
novembro	0	0	182,4	23,778	0,755	-7,598
dezembro	0,05	122,8	183,1	22,392	0,71	-8,984
janeiro	0,02	0	182,2	20,016	0,582	-11,360
fevereiro	0,04	63,5	219,9	18,745	0,443	-12,631
março	0,06	105,9	271,9	18,023	0,41	-13,353
abril	0,35	0	299,6	17,318	0,358	-14,058
maio	0,01	27,5	332,9	16,215	0,346	-15,161
junho	0	7	319	15,161	0,331	-16,215
julho	0	20,7	310,6	14,119	0,383	-17,257
total	0,53	347,4	2993,4	250,412	6,681	
média	0,044	28,950	249,450	20,868	0,557	

minc	=	8
V _{máx} (m³)	=	62751154
V _{mín} (m³)	=	6.275.115,40
V _{0(0,5V_{máx})} (m³)	=	31375577,0
sust.	=	45
A _{máx. Perím. Irig.}	=	5000 ha
Acmax	=	5000 ha
Acmin	=	1 ha
A _{bac. Hid.} (m²)	=	5400000
t (s)	=	2626560

Tabela 6.3.14 - Dados hidrológicos e resultados em m³/s (Poço Redondo cenário seco)

Meses	vazões afluentes (m³/s)	Evapor. (m³/s)	Volume reservat. (m³/s)	Volume evapor. (m³/s)	Vazão de descarga (m³/s)	Vazão de tomada d'água abast. (m³/s)	Vazão de tomada d'água irrig. (m³/s)	Vazão Vertida (m³/s)	Vazão terminal (m³/s)
Vro			11,946						
agosto	0	0,560	11,418	0,281	0	0,005	0,237	0	0
setembro	0	0,443	10,810	0,300	0	0,005	0,297	0	0
outubro	0	0,420	9,999	0,318	0	0,005	0,478	0	0
novembro	0	0,375	9,053	0,287	0	0,005	0,645	0	0
dezembro	0,05	0,376	8,525	0,270	0	0,005	0,436	0	0
janeiro	0,02	0,375	7,621	0,222	0	0,005	0,691	0	0
fevereiro	0,04	0,452	7,137	0,169	0	0,005	0,413	0	0
março	0,06	0,559	6,862	0,156	0	0,005	0,276	0	0
abril	0,35	0,616	6,593	0,136	0	0,005	0,475	0	0
maio	0,01	0,684	6,173	0,132	0	0,005	0,318	0	0
junho	0	0,656	5,772	0,126	0	0,005	0,275	0	0
julho	0	0,639	5,375	0,146	0	0,005	0,261	0	0
total	0,53	6,154	95,338	2,544	0	0,060	4,802	0,000	0,000
média	0,0442	0,5128	7,945	0,212	0,000	0,005	0,400	0,0000	0,000

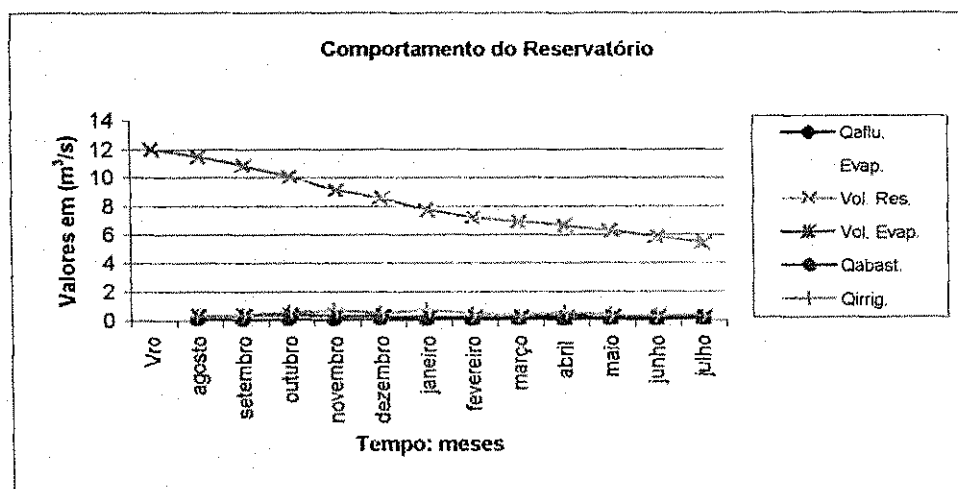


Figura 6.3.7 - Comportamento do reservatório de Poço Redondo no cenário seco

Tabela 6.3.15 - Resultados referentes as culturas irrigadas (Poço Redondo cenário seco)

Culturas	Mão de obra (diárias)	Rec. Líquida (em mil R\$)	Área Irrig. (em ha)	Período de cultivo
Perene	143	6,7	1	Todo o ano
sazonal 1	40951	2469,38	382,72	ago. a nov.
sazonal 2	25102	1513,67	234,6	set. a dez.
sazonal 3	18913	1140,5	176,76	out. a jan.
sazonal 4	15137	912,76	141,46	nov. a fev.
sazonal 5	12074	728,09	112,84	dez. a mar.
sazonal 6	12444	750,41	116,3	jan. a abr.
sazonal 7	6062	365,54	56,65	fev. a mai.
sazonal 8	108	6,54	1,01	mar. a jun.
sazonal 9	26858	1619,55	251,01	abr. a jul.
sazonal 10	31704	1911,77	296,3	mai. a ago.
sazonal 11	15977	963,42	149,32	jun. a set.
sazonal 12	18855	1136,96	176,21	jul. a out.
totais	224328	13525,29	2096,18	

Tabela 6.3.16 - Resultado referente a piscicultura (Poço Redondo cenário seco)

Variáveis do modelo	Resultado
Área mínima (Km ²)	2,178
Produção Firme (t)	26,14
Mão de Obra (Pescadores)	17
Rec. Líquida (em R\$)	30712,04

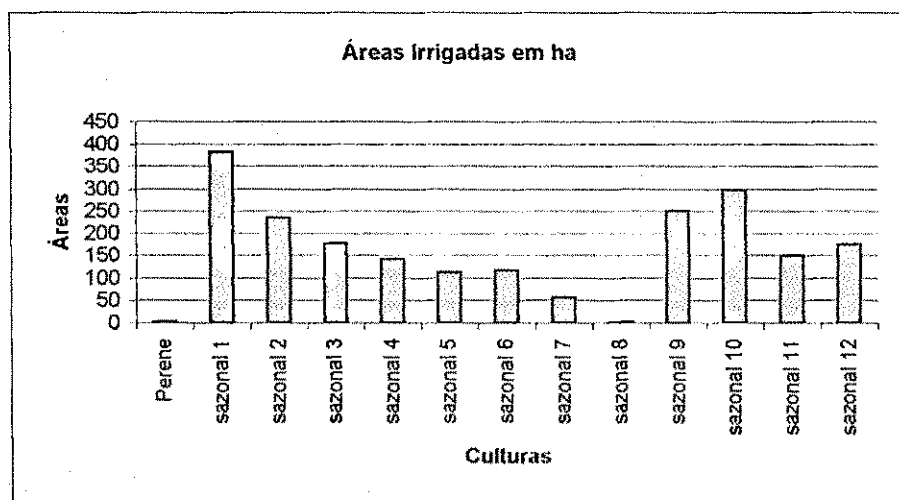


Figura 6.3.8 - Alocação da área irrigada para cada cultura em Poço Redondo no cenário seco

Tabela 6.4.1 - Dados hidrológicos e resultados (Piranhas cenário padrão)

Meses	vazões afluentes (m³/s)	Precipit. (mm)	Evapor. (mm)	Volume reservat. (hm³)	Volume evapor. (hm³)	diferença entre Vol. do reserv. e Vo (hm³)
maio	1,74	85,4	183,1	19,508	0,283	2,060
junho	0,64	49	182,2	18,807	0,276	1,359
julho	0,19	26,1	219,9	16,89	0,314	-0,558
agosto	0,01	5,4	271,9	14,382	0,356	-3,066
setembro	0	13,8	299,6	12,983	0,371	-4,465
outubro	0	11,2	332,9	10,633	0,369	-6,815
novembro	0,01	15,1	319	7,832	0,298	-9,616
dezembro	0,01	58,3	310,6	5,547	0,238	-11,901
janeiro	0,08	131	272,3	3,076	0,146	-14,372
fevereiro	0,6	204,6	215,4	3,441	0,124	-14,007
março	2,2	246,8	204,1	8,03	0,193	-9,418
abril	3,74	222,5	182,4	17,486	0,266	0,038
total	9,22	1069,20	2993,4	138,615	3,234	
média	0,7683	89,100	249,450	11,551	0,270	

minc	=	5
V _{máx} (m³)	=	25696200
V _{mín} (m³)	=	2569620
V _{o(0,68Vmax)} (m³)	=	17448238
sust.	=	100
A _{máx. Perim. Irig.}	=	5000 ha
Acmax	=	5000 ha
Acmin	=	5 ha
A _{bac. Hid.} (m²)	=	2342000
t (s)	=	2626560

Tabela 6.4.2 - Dados hidrológicos e resultados em m³/s (Piranhas cenário padrão)

Meses	vazões afluentes (m³/s)	Evapor. (m³/s)	Volume reservat. (m³/s)	Volume evapor. (m³/s)	Vazão de descarga (m³/s)	Vazão de tomada d'água abast. (m³/s)	Vazão de tomada d'água irrig. (m³/s)	Vazão Vertida (m³/s)	Vazão terminal (m³/s)
Vro			6,643						
maio	1,74	0,163	7,427	0,108	0	0,007	0,905	0	0
junho	0,64	0,162	7,160	0,105	0	0,007	0,831	0	0
julho	0,19	0,196	6,430	0,120	0	0,007	0,813	0	0
agosto	0,01	0,242	5,476	0,136	0	0,007	0,824	0	0
setembro	0	0,267	4,943	0,141	0	0,007	0,39	0	0
outubro	0	0,297	4,048	0,140	0	0,007	0,747	0	0
novembro	0,01	0,284	2,982	0,113	0	0,007	0,955	0	0
dezembro	0,01	0,277	2,112	0,091	0	0,007	0,799	0	0
janeiro	0,08	0,243	1,171	0,056	0	0,007	0,995	0	0
fevereiro	0,6	0,192	1,310	0,047	0	0,007	0,46	0	0
março	2,2	0,182	3,057	0,073	0	0,007	0,446	0	0
abril	3,74	0,163	6,657	0,101	0	0,007	0,12	0	0
total	9,22	2,669	52,774	1,231	0	0,084	8,285	0,000	0,000
média	0,7683	0,2224	4,398	0,103	0,000	0,007	0,690	0,0000	0,000

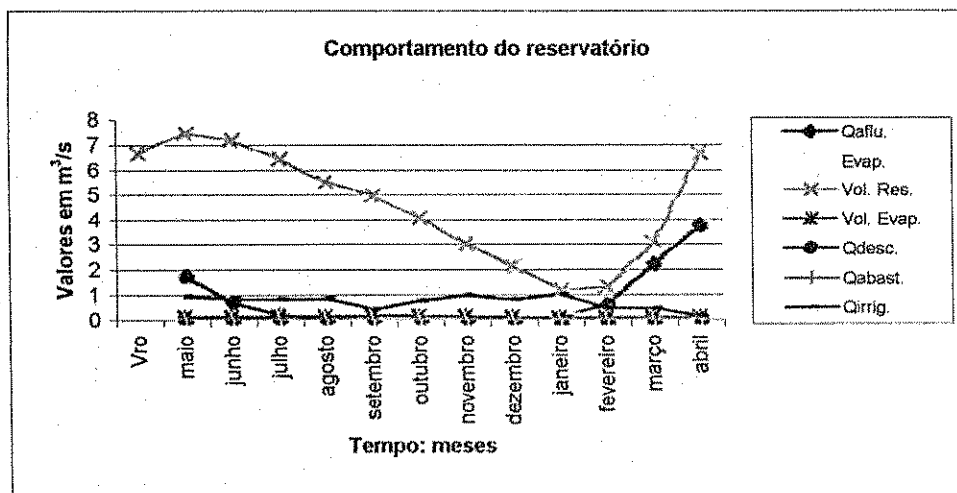


Figura 6.4.1 - Comportamento do reservatório Piranhas no cenário padrão

Tabela 6.4.3 - Resultados referentes as culturas irrigadas (Piranhas cenário padrão)

Culturas	Mão de obra (diárias)	Rec. Líquida (em mil R\$)	Área Irrig. (em ha)	Período de cultivo
Perene	1290	60,41	9,02	Todo o ano
sazonal 1	197384	11902,43	1844,71	mai. a ago.
sazonal 2	53550	3229,1	500,46	jun. a set.
sazonal 3	58621	3534,9	547,86	jul. a out.
sazonal 4	535	32,26	5	ago. a nov.
sazonal 5	67544	4072,99	631,25	set. a dez.
sazonal 6	5256	316,94	49,12	out. a jan.
sazonal 7	1213	73,13	11,33	nov. a fev.
sazonal 8	3712	223,86	34,69	dez. a mar.
sazonal 9	30559	1842,72	285,59	jan. a abr.
sazonal 10	25300	1525,62	236,45	fev. a mai.
sazonal 11	6919	417,24	64,67	mar. a jun.
sazonal 12	1252	75,48	11,7	abr. a jul.
totais	453135	27307,08	4231,85	

Tabela 6.4.4 - Resultados referentes a piscicultura (Piranhas cenário padrão)

Variáveis do modelo	Resultado
Área mínima (Km ²)	0,672
Produção Firme (t)	8,06
Mão de Obra (Pescadores)	5
Rec. Líquida (em R\$)	9472,17

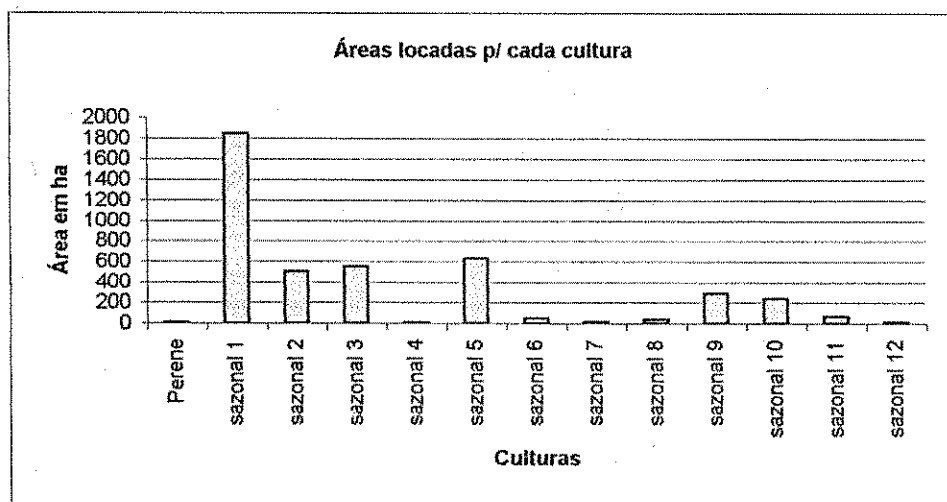


Figura 6.4.2 - Alocação da área irrigada para cada cultura em Piranhas no cenário padrão

Tabela 6.4.5 - Dados hidrológicos e resultados (Piranhas cenário normal)

Meses	vazões afluentes (m³/s)	Precipit. (mm)	Evapor. (mm)	Volume reservat. (hm³)	Volume evapor. (hm³)	diferença entre Vol. do reserv. e Vo (hm³)
junho	0,29	32,1	182,2	18,843	0,276	-0,672
julho	0	0	219,9	17,646	0,322	-1,869
agosto	0	0	271,9	15,335	0,369	-4,180
setembro	0	0	299,6	12,404	0,361	-7,111
outubro	0	57,9	332,9	9,668	0,35	-9,847
novembro	0	36,5	319	8,129	0,304	-11,386
dezembro	0,04	173,1	310,6	6,374	0,258	-13,141
janeiro	0,06	131,7	272,3	3,83	0,167	-15,685
fevereiro	0,25	192,1	215,4	2,903	0,112	-16,612
março	3,99	243,6	204,1	12,678	0,249	-6,837
abril	2,48	197,9	182,4	18,568	0,274	-0,947
maio	1,44	50,9	183,1	19,53	0,283	0,015
total	8,55	1115,80	2993,4	145,908	3,325	
média	0,7125	92,983	249,450	12,159	0,277	

minc	=	6
V _{máx} (m³)	=	25696200
V _{min} (m³)	=	2569620
V _o (0,76V _{máx}) (m³)	=	19515341
sust.	=	100
A _{máx} Perím. brlg.	=	5000 ha
Acmax	=	5000 ha
Acmin	=	5 ha
A _{bac} Hld. (m²)	=	2342000
t (s)	=	2626560

Tabela 6.4.6 - Dados hidrológicos e resultados em m³/s (Piranhas cenário normal)

Meses	vazões afluentes (m³/s)	Evapor. (m³/s)	Volume reservat. (m³/s)	Volume evapor. (m³/s)	Vazão de descarga (m³/s)	Vazão de tomada d'água abast. (m³/s)	Vazão de tomada d'água irrig. (m³/s)	Vazão Vertida (m³/s)	Vazão terminal (m³/s)
Vro			7,430						
junho	0,29	0,162	7,174	0,105	0	0,007	0,462	0	0
julho	0	0,196	6,718	0,123	0,01	0,007	0,325	0	0,01
agosto	0	0,242	5,838	0,140	0	0,007	0,731	0	0
setembro	0	0,267	4,723	0,137	0,002	0,007	0,965	0	0,002
outubro	0	0,297	3,681	0,133	0,004	0,007	0,923	0	0,004
novembro	0	0,284	3,095	0,116	0,002	0,007	0,474	0	0,002
dezembro	0,04	0,277	2,427	0,098	0	0,007	0,675	0	0
janeiro	0,06	0,243	1,458	0,064	0	0,007	1	0	0
fevereiro	0,25	0,192	1,105	0,043	0,023	0,007	0,584	0	0,023
março	3,99	0,182	4,827	0,095	0	0,007	0,231	0	0
abril	2,48	0,163	7,069	0,104	0	0,007	0,231	0	0
maio	1,44	0,163	7,436	0,108	0	0,007	0,992	0	0
total	8,55	2,669	55,551	1,266	0,041	0,084	7,593	0,000	0,041
média	0,713	0,222	4,629	0,105	0,003	0,007	0,633	0,0000	0,003

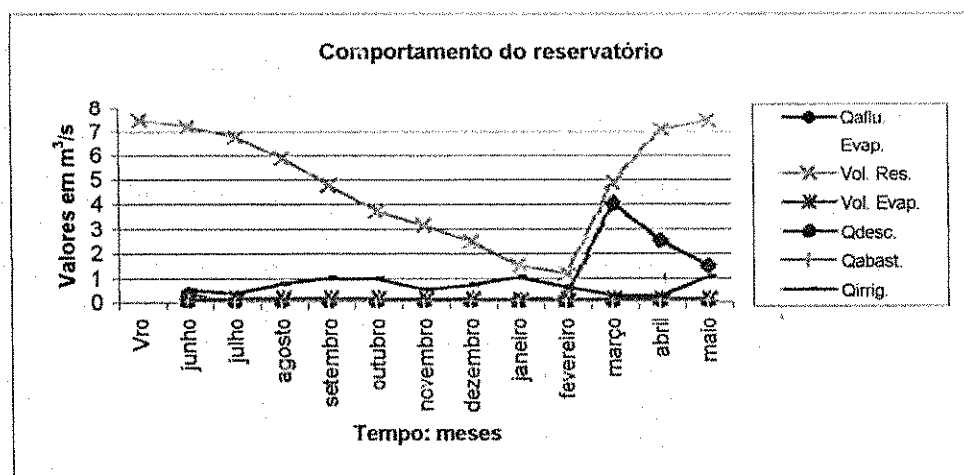


Figura 6.4.3 - Comportamento do reservatório Piranhas no cenário normal

Tabela 6.4.7 - Resultados referentes as culturas irrigadas (Piranhas cenário normal)

Culturas	Mão de obra (diárias)	Rec. Líquida (em mil R\$)	Área Irrig. (em ha)	Período de cultivo
Perene	715	33,48	5	Todo o ano
sazonal 1	97054	5852,43	907,04	jun. a set.
sazonal 2	108318	6531,67	1012,32	jul. a out.
sazonal 3	57683	3478,36	539,1	ago. a nov.
sazonal 4	5729	345,49	53,55	set. a dez.
sazonal 5	1295	78,09	12,1	out. a jan.
sazonal 6	13440	810,44	125,61	nov. a fev.
sazonal 7	24136	1455,42	225,57	dez. a mar.
sazonal 8	33048	1992,83	308,86	jan. a abr.
sazonal 9	2576	155,32	24,07	fev. a mai.
sazonal 10	793	47,83	7,41	mar. a jun.
sazonal 11	1561	94,1	14,58	abr. a jul.
sazonal 12	81883	4937,62	765,26	mai. a ago.
totais	428231	25813,08	4000,47	

Tabela 6.4.8 - Resultados referentes a piscicultura (Piranhas cenário normal)

Variáveis do modelo	Resultado
Área mínima (Km ²)	0,648
Produção Firme (t)	7,78
Mão de Obra (Pescadores)	5
Rec. Líquida (em R\$)	9138,3

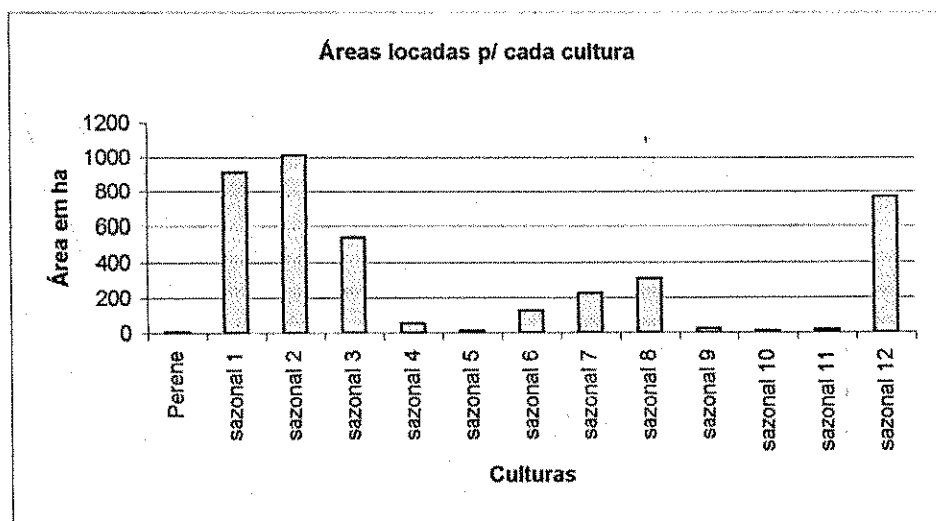


Figura 6.4.4 - Alocação da área irrigada para cada cultura em Piranhas no cenário normal

Tabela 6.4.9 - Dados hidrológicos e resultados (Piranhas cenário chuvoso)

Meses	vazões afluentes (m³/s)	Precipit. (mm)	Evapor. (mm)	Volume reservat. (hm³)	Volume evapor. (hm³)	diferença entre Vol. do reserv. e Vo (hm³)
junho	0,76	13,4	182,2	18,3	0,272	-1,215
julho	0,03	0	219,9	16,681	0,312	-2,834
agosto	0	4,3	271,9	14,791	0,361	-4,724
setembro	0,01	18,4	299,6	11,886	0,353	-7,629
outubro	0	3,2	332,9	8,802	0,332	-10,713
novembro	0	8,3	319	6,383	0,265	-13,132
dezembro	0	45,7	310,6	4,704	0,216	-14,811
janeiro	0,23	130,9	272,3	2,57	0,131	-16,945
fevereiro	0,77	261,2	215,4	4,553	0,147	-14,962
março	5,73	351	204,1	15,946	0,283	-3,569
abril	3,83	159,5	182,4	20,156	0,287	0,641
maio	2,3	68,8	183,1	19,551	0,283	0,036
total	13,66	1064,70	2993,4	144,323	3,242	
média	1,1383	88,725	249,450	12,027	0,270	

minc	=	6
$V_{\max}$ (m³)	=	25696200
$V_{\min}$ (m³)	=	2569620
V_0 (0,78 $V_{\max}$) (m³)	=	19515341
sust.	=	100
$A_{\max}$ Perim. Irig.	=	5000 ha
$A_{\max}$	=	5000 ha
$A_{\min}$	=	5 ha
$A_{\text{bac. Hid.}}$ (m²)	=	2342000
t (s)	=	2626560

Tabela 6.4.10 - Dados hidrológicos e resultados em m³/s (Piranhas cenário chuvoso)

Meses	vazões afluentes (m³/s)	Evapor. (m³/s)	Volume reservat. (m³/s)	Volume evapor. (m³/s)	Vazão de descarga (m³/s)	Vazão de tomada d'água abast. (m³/s)	Vazão de tomada d'água irrig. (m³/s)	Vazão Vertida (m³/s)	Vazão terminal (m³/s)
Vro			7,430						
junho	0,76	0,162	6,967	0,104	0,165	0,007	0,958	0	0,165
julho	0,03	0,196	6,351	0,119	0,091	0,007	0,43	0	0,091
agosto	0	0,242	5,631	0,137	0,022	0,007	0,554	0	0,022
setembro	0,01	0,267	4,525	0,134	0,027	0,007	0,955	0	0,027
outubro	0	0,297	3,351	0,126	0,036	0,007	0,998	0	0,036
novembro	0	0,284	2,430	0,101	0,003	0,007	0,805	0	0,003
dezembro	0	0,277	1,791	0,082	0	0,007	0,56	0	0
janeiro	0,23	0,243	0,978	0,050	0,017	0,007	1	0	0,017
fevereiro	0,77	0,192	1,733	0,056	0	0,007	0,018	0	0
março	5,73	0,182	6,071	0,108	1,389	0,007	0	0	1,389
abril	3,83	0,163	7,674	0,109	1,387	0,007	0,821	0	1,387
maio	2,3	0,163	7,444	0,108	1,498	0,007	0,969	0	1,498
total	13,66	2,669	54,948	1,234	4,635	0,084	8,068	0,000	4,635
média	1,138	0,222	4,579	0,103	0,386	0,007	0,672	0,0000	0,386

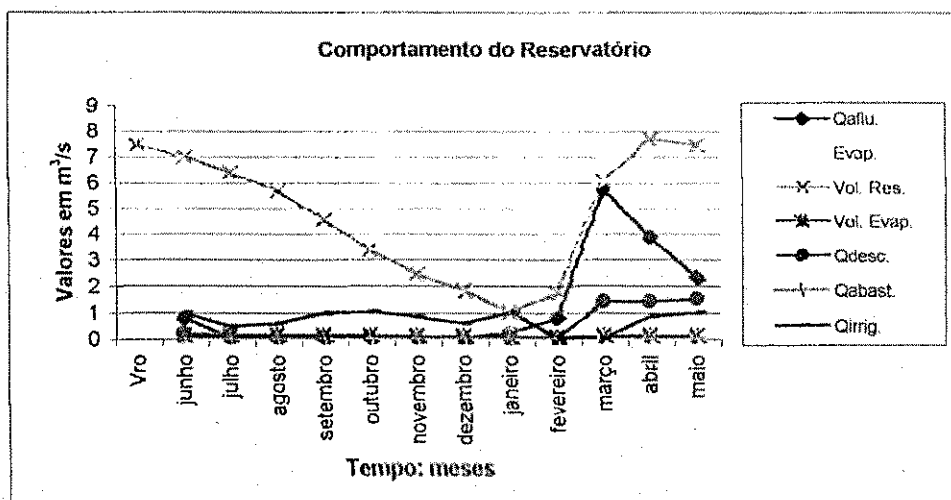


Figura 6.4.5 - Comportamento do reservatório Piranhas no cenário chuvoso

Tabela 6.4.11 - Resultados referentes as culturas irrigadas (Piranhas cenário chuvoso)

Culturas	Mão de obra (diárias)	Rec. Líquida (em mil R\$)	Área Irrig. (em ha)	Período de cultivo
Perene	715	33,48	5	Todo o ano
sazonal 1	255656	15416,32	2389,31	jun. a set.
sazonal 2	5177	312,17	48,38	jul. a out.
sazonal 3	108426	6538,21	1013,33	ago. a nov.
sazonal 4	9623	580,26	89,93	set. a dez.
sazonal 5	5022	302,86	46,94	out. a jan.
sazonal 6	14317	863,34	133,81	nov. a fev.
sazonal 7	25672	1548,06	239,93	dez. a mar.
sazonal 8	917	55,31	8,57	jan. a abr.
sazonal 9	45548	2746,62	425,69	fev. a mai.
sazonal 10	2261	136,32	21,13	mar. a jun.
sazonal 11	887	53,48	8,29	abr. a jul.
sazonal 12	1112	67,07	10,39	mai. a ago.
totais	475333	28653,5	4440,7	

Tabela 6.4.12 - Resultados referentes a piscicultura (Piranhas cenário chuvoso)

Variáveis do modelo	Resultado
Área mínima (Km ²)	0,6
Produção Firme (t)	7,21
Mão de Obra (Pescadores)	5
Rec. Líquida (em R\$)	8466,7

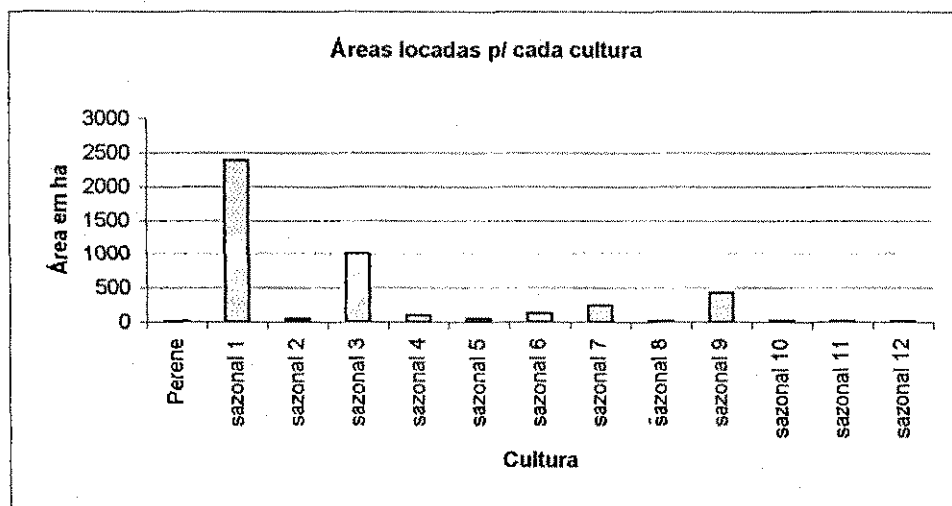


Figura 6.4.6 - Alocação da área irrigada para cada cultura em Piranhas no cenário chuvoso

Tabela 6.4.13 - Dados hidrológicos e resultados (Piranhas cenário seco)

Meses	vazões afluentes (m³/s)	Precipit. (mm)	Evapor. (mm)	Volume reservat. (hm³)	Volume evapor. (hm³)	diferença entre Vol. do reserv. e Vo (hm³)
agosto	0	0	272,3	14,389	0,356	-1,029
setembro	0	8,4	215,4	13,285	0,375	-2,133
outubro	0,01	0	204,1	12,091	0,396	-3,327
novembro	0	0	182,4	10,941	0,359	-4,477
dezembro	0	49,1	183,1	9,967	0,332	-5,451
janeiro	0	16,7	182,2	9,038	0,275	-6,380
fevereiro	0,01	32,6	219,9	8,389	0,209	-7,029
março	0,22	84,9	271,9	8,491	0,199	-6,927
abril	0,28	96,8	299,6	8,862	0,182	-6,556
maio	0,31	29,8	332,9	9,093	0,186	-6,325
junho	0	0	319	8,46	0,178	-6,958
julho	0	0	310,6	7,709	0,203	-7,709
total	0,83	318,30	2993,4	120,715	3,25	
média	0,069	26,525	249,450	10,060	0,271	

minc	=	8
V _{máx} (m³)	=	25696200
V _{mín} (m³)	=	2569620
V _{o(0,6Vmax)} (m³)	=	15417720
sust.	=	50
A _{máx. Perim. Irrig.}	=	50000 ha
Acmax	=	50000 ha
Acmin	=	0 ha
A _{bac. Hid.} (m²)	=	2342000
t (s)	=	2626560

Tabela 6.4.14 - Dados hidrológicos e resultados em m³/s (Piranhas cenário seco)

Meses	vazões afluentes (m³/s)	Evapor. (m³/s)	Volume reservat. (m³/s)	Volume evapor. (m³/s)	Vazão de descarga (m³/s)	Vazão de tomada d'água abast. (m³/s)	Vazão de tomada d'água irrig. (m³/s)	Vazão Vertida (m³/s)	Vazão terminal (m³/s)
Vro			5,870						
agosto	0	0,243	5,478	0,136	0	0,007	0,247	0	0
setembro	0	0,192	5,058	0,143	0	0,007	0,273	0	0
outubro	0,01	0,182	4,603	0,151	0	0,007	0,303	0	0
novembro	0	0,163	4,166	0,137	0	0,007	0,29	0	0
dezembro	0	0,163	3,795	0,126	0	0,007	0,261	0	0
janeiro	0	0,162	3,441	0,105	0	0,007	0,248	0	0
fevereiro	0,01	0,196	3,194	0,080	0	0,007	0,185	0	0
março	0,22	0,242	3,233	0,076	0	0,007	0,137	0	0
abril	0,28	0,267	3,374	0,069	0	0,007	0,107	0	0
maio	0,31	0,297	3,462	0,071	0	0,007	0,158	0	0
junho	0	0,284	3,221	0,068	0	0,007	0,166	0	0
julho	0	0,277	2,935	0,077	0	0,007	0,2	0	0
total	0,83	2,669	45,959	1,237	0	0,084	2,575	0,000	0,000
média	0,0692	0,2224	3,830	0,103	0,000	0,007	0,215	0,0000	0,000

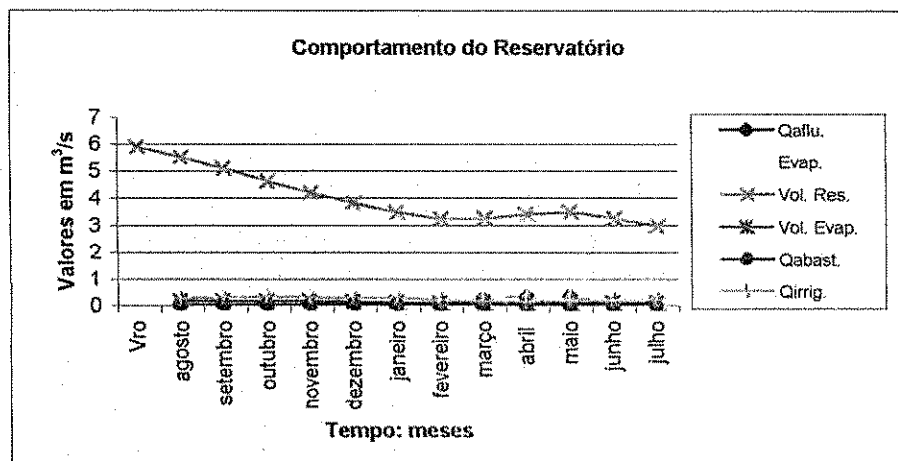


Figura 6.4.7 - Comportamento do reservatório Piranhas no cenário seco

Tabela 6.4.15 - Resultados referentes as culturas irrigadas (Piranhas cenário seco)

Culturas	Mão de obra (diárias)	Rec. Líquida (em mil R\$)	Área Irrig. (em ha)	Período de cultivo
Perene	6573	307,82	45,97	Todo o ano
sazonal 1	4738	285,7	44,28	ago. a nov.
sazonal 2	4738	285,71	44,28	set. a dez.
sazonal 3	4738	285,7	44,28	out. a jan.
sazonal 4	4738	285,7	44,28	nov. a fev.
sazonal 5	4738	285,69	44,28	dez. a mar.
sazonal 6	4738	285,69	44,28	jan. a abr.
sazonal 7	4738	285,68	44,28	fev. a mai.
sazonal 8	4737	285,67	44,27	mar. a jun.
sazonal 9	4737	285,66	44,27	abr. a jul.
sazonal 10	4737	285,67	44,28	mai. a ago.
sazonal 11	4738	285,68	44,28	jun. a set.
sazonal 12	4738	285,69	44,28	jul. a out.
totais	63426	3736	577,31	

Tabela 6.4.16 - Resultados referentes a piscicultura (Piranhas cenário seco)

Variáveis do modelo	Resultado
Área mínima (Km ²)	1,156
Produção Firme (t)	13,87
Mão de Obra (Pescadores)	9
Rec. Líquida (em R\$)	16292,86

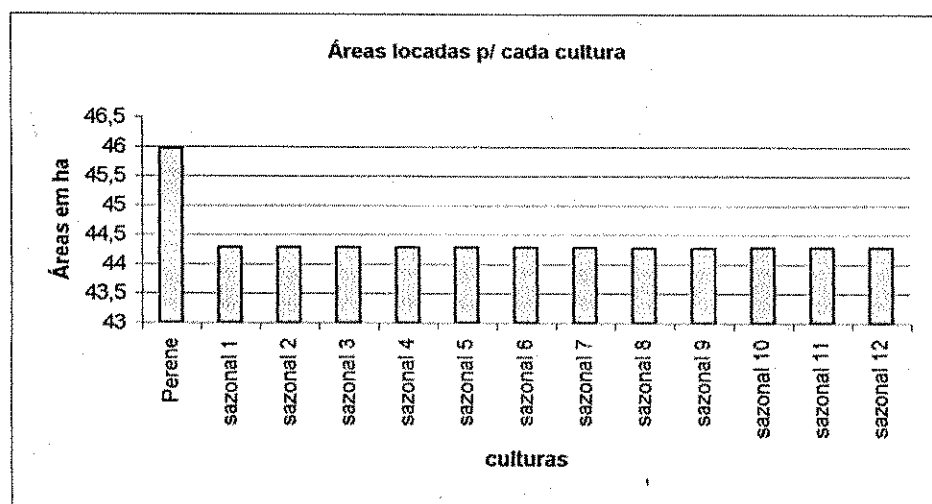


Figura 6.4.8 - Alocação da área irrigada para cada cultura em Piranhas no cenário seco

Tabela 6.5.1 - Dados hidrológicos e resultados (Serra Vermelha I cenário padrão)

Meses	vazões afluentes (m³/s)	Precipit. (mm)	Evapor. (mm)	Volume reservat. (hm³)	Volume evapor. (hm³)	diferença entre Vol. do reserv. e Vo (hm³)	minc = 8
agosto	0	8,9	271,9	4,46	0,175	-0,260	$V_{m\acute{a}x} (m^3) = 11801173$
setembro	0	10,4	299,6	4,19	0,185	-0,530	$V_{m\acute{i}n} (m^3) = 1180117,3$
outubro	0	7	332,9	3,907	0,195	-0,813	$V_o (0,4V_{m\acute{a}x}) (m^3) = 4720469$
novembro	0	27,3	319	3,653	0,181	-1,067	sust. = 100
dezembro	0,01	47,9	310,6	3,445	0,17	-1,275	$A_{m\acute{a}x. Perim. Irig.} = 5000 \text{ ha}$
janeiro	0,02	103,1	272,3	3,326	0,145	-1,394	$A_{cmax} = 5000 \text{ ha}$
fevereiro	0,12	152,3	215,4	3,542	0,12	-1,178	$A_{cmin} = 0,5 \text{ ha}$
março	0,36	207,6	204,1	4,431	0,131	-0,289	$A_{bac. Hid.} (m^2) = 1522100$
abril	0,53	140,9	182,4	5,721	0,138	1,001	$t (s) = 2626560$
maio	0,33	55,6	183,1	6,005	0,143	1,285	
junho	0,1	30,1	182,2	5,47	0,134	0,750	
julho	0,02	12,5	219,9	4,72	0,147	0,000	
total	1,49	803,60	2993,4	52,87	1,864		
média	0,1242	66,967	249,450	4,406	0,155		

Tabela 6.5.2 - Dados hidrológicos e resultados em m³/s (Serra Vermelha I cenário padrão)

Meses	vazões afluentes (m³/s)	Evapor. (m³/s)	Volume reservat. (m³/s)	Volume evapor. (m³/s)	Vazão de descarga (m³/s)	Vazão de tomada d'água abast. (m³/s)	Vazão de tomada d'água irrig. (m³/s)	Vazão Vertida (m³/s)	Vazão terminal (m³/s)
Vro			1,797						
agosto	0	0,158	1,698	0,067	0	0,029	0,004	0	0
setembro	0	0,174	1,595	0,070	0	0,029	0,004	0	0
outubro	0	0,193	1,487	0,074	0	0,029	0,003	0	0
novembro	0	0,185	1,391	0,069	0	0,029	0,004	0	0
dezembro	0,01	0,180	1,312	0,065	0	0,029	0,007	0	0
janeiro	0,02	0,158	1,266	0,055	0	0,029	0,007	0	0
fevereiro	0,12	0,125	1,349	0,046	0	0,029	0,002	0	0
março	0,36	0,118	1,687	0,050	0	0,029	0	0	0
abril	0,53	0,106	2,178	0,053	0	0,029	0,002	0	0
maio	0,33	0,106	2,286	0,054	0	0,029	0,158	0	0
junho	0,1	0,106	2,083	0,051	0	0,029	0,234	0	0
julho	0,02	0,127	1,797	0,056	0	0,029	0,222	0	0
total	1,49	1,735	20,129	0,710	0	0,348	0,647	0,000	0,000
média	0,1242	0,1446	1,677	0,059	0,000	0,029	0,054	0,0000	0,000

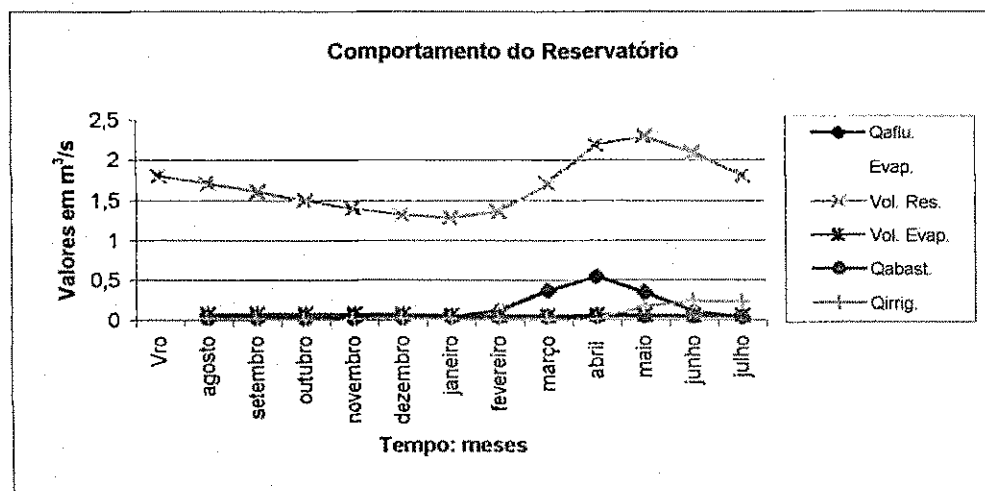


Figura 6.5.1 - Comportamento do reservatório de Serra Vermelha I no cenário padrão

Tabela 6.5.3 - Resultados referentes as culturas irrigadas (Serra Vermelha I cenário padrão)

Culturas	Mão de obra (diárias)	Rec. Líquida (em mil R\$)	Área Irrig. (em ha)	Período de cultivo
Perene	72	3,35	0,5	Todo o ano
sazonal 1	704	42,47	6,58	ago. a nov.
sazonal 2	662	39,92	6,19	set. a dez.
sazonal 3	585	35,3	5,47	out. a jan.
sazonal 4	40922	2467,66	382,45	nov. a fev.
sazonal 5	54	3,27	2,68	dez. a mar.
sazonal 6	287	17,28	0,75	jan. a abr.
sazonal 7	80	4,83	0,76	fev. a mai.
sazonal 8	82	4,92	0,5	mar. a jun.
sazonal 9	54	3,23	0,93	abr. a jul.
sazonal 10	99	5,99	2,94	mai. a ago.
sazonal 11	314	18,96	5,51	jun. a set.
sazonal 12	589	35,54	5,51	jul. a out.
totais	44504	2682,72	420,77	

Tabela 6.5.4 - Resultado referentes a piscicultura (Serra Vermelha I cenário padrão)

Variáveis do modelo	Resultado
Área mínima (Km ²)	0,668
Produção Firme (t)	8,01
Mão de Obra (Pescadores)	5
Rec. Líquida (em R\$)	9413,69

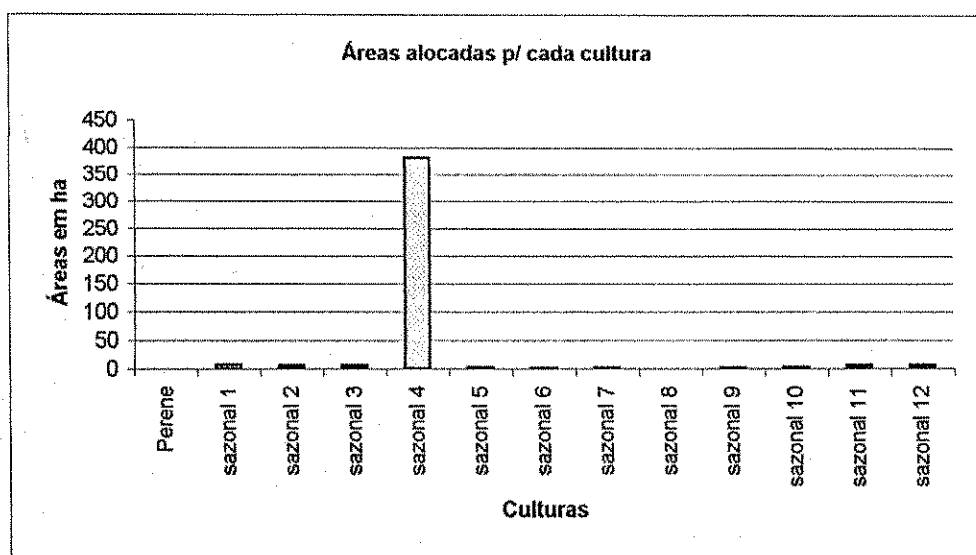


Figura 6.5.2 - Alocação da área irrigada para cada cultura em Serra Vermelha I no cenário padrão

Tabela 6.5.5 - Dados hidrológicos e resultados (Serra Vermelha I cenário normal)

Meses	vazões afluentes (m³/s)	Precipit. (mm)	Evapor. (mm)	Volume reservat. (hm³)	Volume evapor. (hm³)	diferença entre Vol. do reserv. e Vro (hm³)
agosto	0	0	271,9	4,405	0,173	-0,315
setembro	0	0	299,6	4,039	1,181	-0,681
outubro	0	22	332,9	3,598	0,187	-1,122
novembro	0,03	94,5	319	3,338	0,171	-1,382
dezembro	0	8	310,6	2,86	0,151	-1,860
janeiro	0	0	272,3	2,208	0,113	-2,512
fevereiro	0,06	215,5	215,4	2,31	0,092	-2,410
março	0,21	217	204,1	2,808	0,098	-1,912
abril	0,57	115	182,4	3,988	0,109	-0,732
maio	0,49	91	183,1	4,916	0,125	0,196
junho	0,19	5	182,2	5,003	0,126	0,283
julho	0	0	219,9	4,72	0,147	0,000
total	1,55	768,00	2993,4	44,193	2,673	
média	0,1292	64,000	249,450	3,683	0,223	

minc	=	8
$V_{m\acute{a}x}$ (m³)	=	11801173
$V_{m\acute{i}n}$ (m³)	=	1180117,3
$V_{0, (0,4V_{m\acute{a}x})}$ (m³)	=	4720469
sust.	=	100
$A_{m\acute{a}x}$, Perim. Irrig.	=	5000 ha
Acmax	=	1000 ha
Acmin	=	0,5 ha
$A_{pac. Hid.}$ (m²)	=	1522100
t (s)	=	2626560

Tabela 6.5.6 - Dados hidrológicos e resultados em m³/s (Serra Vermelha I cenário normal)

Meses	vazões afluentes (m³/s)	Evapor. (m³/s)	Volume reservat. (m³/s)	Volume evapor. (m³/s)	Vazão de descarga (m³/s)	Vazão de tomada d'água abast. (m³/s)	Vazão de tomada d'água irrig. (m³/s)	Vazão Vertida (m³/s)	Vazão terminal (m³/s)
Vro			1,797						
agosto	0	0,158	1,677	0,066	0	0,029	0,023	0	0
setembro	0	0,174	1,538	0,450	0	0,029	0,039	0	0
outubro	0	0,193	1,370	0,071	0	0,029	0,07	0	0
novembro	0,03	0,185	1,271	0,065	0	0,029	0,058	0	0
dezembro	0	0,180	1,089	0,057	0	0,029	0,094	0	0
janeiro	0	0,158	0,841	0,043	0	0,029	0,171	0	0
fevereiro	0,06	0,125	0,879	0,035	0	0,029	0	0	0
março	0,21	0,118	1,069	0,037	0	0,029	0	0	0
abril	0,57	0,106	1,518	0,041	0	0,029	0,079	0	0
maio	0,49	0,106	1,872	0,048	0	0,029	0,087	0	0
junho	0,19	0,106	1,905	0,048	0	0,029	0,081	0	0
julho	0	0,127	1,797	0,056	0	0,029	0,021	0	0
total	1,55	1,735	16,825	1,018	0	0,348	0,723	0,000	0,000
média	0,1292	0,1446	1,402	0,085	0,000	0,029	0,060	0,0000	0,000

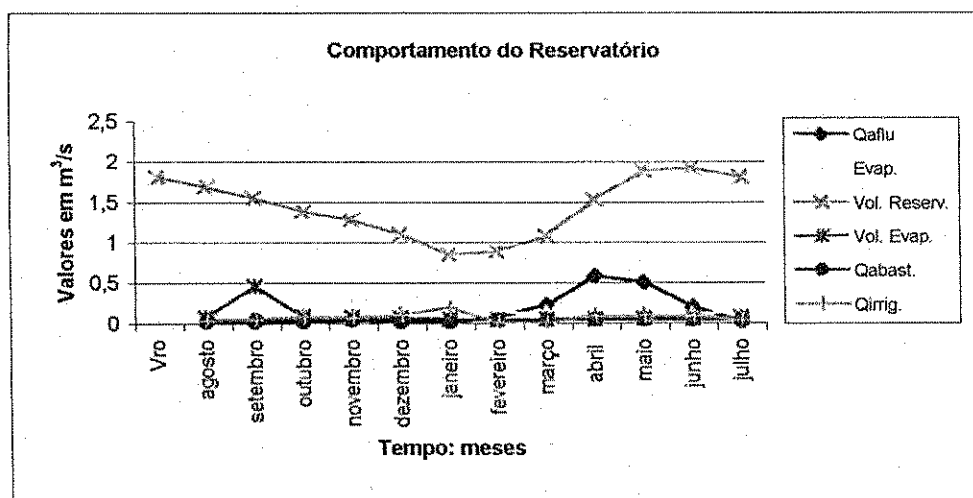


Figura 6.5.3 - Comportamento do reservatório de Serra Vermelha I no cenário normal

Tabela 6.5.7 - Resultados referentes as culturas irrigadas (Serra Vermelha I cenário normal)

Culturas	Mão de obra (diárias)	Rec. Líquida (em mil R\$)	Área Irrig. (em ha)	Período de cultivo
Perene	72	3,36	0,5	Todo o ano
sazonal 1	16964	1022,97	158,55	ago. a nov.
sazonal 2	13184	794,99	123,21	set. a dez.
sazonal 3	13089	789,29	122,23	out. a jan.
sazonal 4	3652	220,23	34,13	nov. a fev.
sazonal 5	54	3,23	0,5	dez. a mar.
sazonal 6	61	3,66	0,57	jan. a abr.
sazonal 7	158	9,54	1,48	fev. a mai.
sazonal 8	4171	251,53	38,98	mar. a jun.
sazonal 9	565	34,08	5,28	abr. a jul.
sazonal 10	3154	190,21	29,48	mai. a ago.
sazonal 11	3521	212,3	32,9	jun. a set.
sazonal 12	4943	298,07	46,2	jul. a out.
totais	63588	3833,46	594,01	

Tabela 6.5.8 - Resultados referentes a piscicultura (Serra Vermelha I cenário normal)

Variáveis do modelo	Resultado
Área mínima (Km ²)	0,519
Produção Firme (t)	6,22
Mão de Obra (Pescadores)	4
Rec. Líquida (em mil R\$)	7313,33

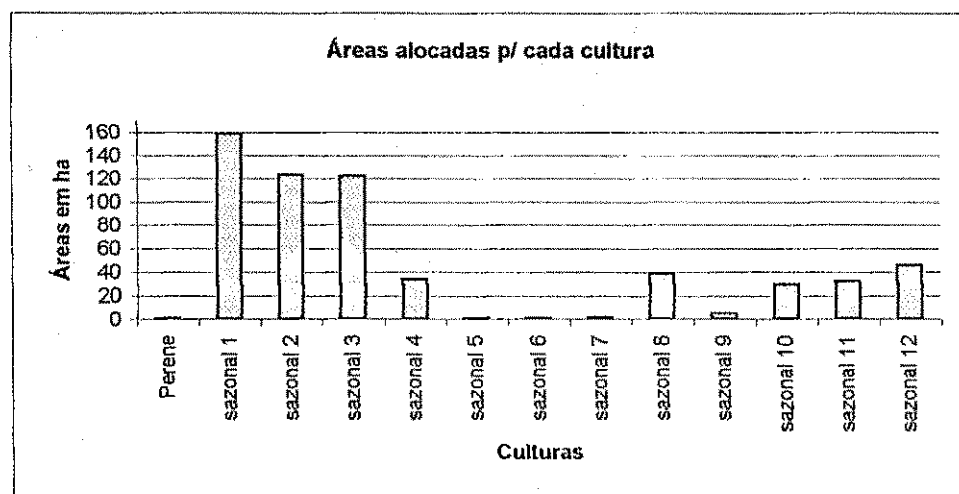


Figura 6.5.4 - Alocação da área irrigada para cada cultura em Serra Vermelha I no cenário normal

Tabela 6.5.9 - Dados hidrológico e resultados (Serra Vermelha I cenário chuvoso)

Meses	vazões afluentes (m³/s)	Precipit. (mm)	Evapor. (mm)	Volume reservat. (hm³)	Volume evapor. (hm³)	diferença entre Vol. do reserv. e Vo (hm³)
agosto	0	4,6	271,9	3,296	0,144	-0,834
setembro	0	5,2	299,6	2,824	0,145	-1,306
outubro	0	17	332,9	2,528	0,15	-1,602
novembro	0	19,8	319	2,28	0,135	-1,850
dezembro	0	5,2	310,6	1,913	0,118	-2,217
janeiro	0,01	80	272,3	1,504	0,09	-2,626
fevereiro	0,03	107,8	215,4	1,18	0,061	-2,950
março	0,15	197,2	204,1	1,489	0,067	-2,641
abril	1,41	382	182,4	5,165	0,129	1,035
maio	0,65	58,4	183,1	5,812	0,14	1,682
junho	0,25	3,4	182,2	5,223	0,13	1,093
julho	0,01	2,8	219,9	4,13	0,135	0,000
total	2,51	883,40	2993,4	37,344	1,444	
média	0,2092	73,617	249,450	3,112	0,120	

minc	=	8
V _{máx} (m³)	=	11801173
V _{mín} (m³)	=	1180117,3
V _{o (0,4V_{máx})} (m³)	=	4130411
sust.	=	100
A _{máx. Perím. Irig.}	=	5000 ha
Acmax	=	1000 ha
Acmin	=	0,5 ha
A _{bac. Hid.} (m²)	=	1522100
t (s)	=	2626560

Tabela 6.5.10 - Dados hidrológicos e resultados em m³/s (Serra Vermelha I cenário chuvoso)

Meses	vazões afluentes (m³/s)	Evapor. (m³/s)	Volume reservat. (m³/s)	Volume evapor. (m³/s)	Vazão de descarga (m³/s)	Vazão de tomada d'água abast. (m³/s)	Vazão de tomada d'água irrig. (m³/s)	Vazão Vertida (m³/s)	Vazão terminal (m³/s)
Vro			1,573						
agosto	0	0,158	1,255	0,055	0	0,029	0,23	0	0
setembro	0	0,174	1,075	0,055	0	0,029	0,093	0	0
outubro	0	0,193	0,962	0,057	0	0,029	0,027	0	0
novembro	0	0,185	0,868	0,051	0	0,029	0,015	0	0
dezembro	0	0,180	0,728	0,045	0	0,029	0,063	0	0
janeiro	0,01	0,158	0,573	0,034	0	0,029	0,114	0	0
fevereiro	0,03	0,125	0,449	0,023	0	0,029	0,116	0	0
março	0,15	0,118	0,567	0,026	0	0,029	0,007	0	0
abril	1,41	0,106	1,966	0,049	0	0,029	0	0	0
maio	0,65	0,106	2,213	0,053	0	0,029	0,341	0	0
junho	0,25	0,106	1,989	0,049	0	0,029	0,396	0	0
julho	0,01	0,127	1,572	0,051	0	0,029	0,343	0	0
total	2,51	1,735	14,218	0,550	0	0,348	1,745	0,000	0,000
média	0,2092	0,1446	1,185	0,046	0,000	0,029	0,145	0,0000	0,000

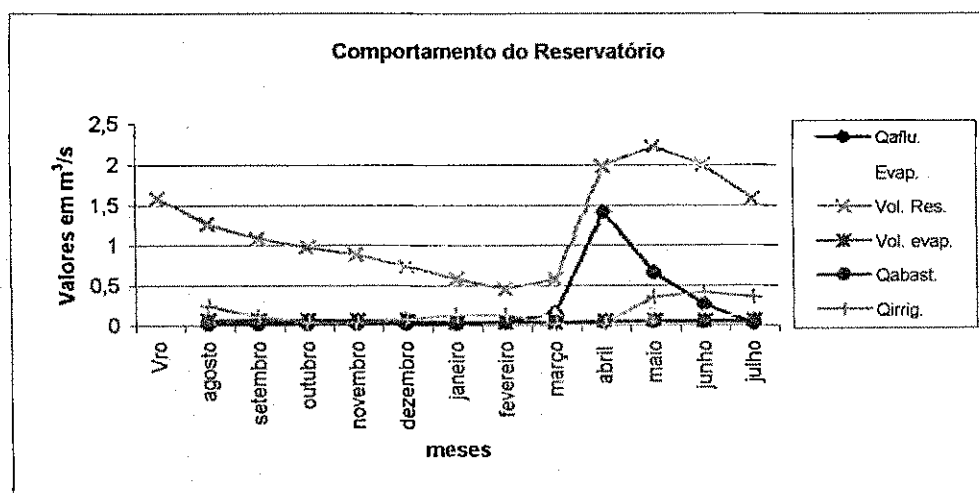


Figura 6.5.5 - Comportamento do reservatório de Serra Vermelha I no cenário chuvoso

Tabela 6.5.11 - Resultados referentes as culturas irrigadas (Serra Vermelha I cenário chuvoso)

Culturas	Mão de obra (diárias)	Rec. Líquida (em mil R\$)	Área Irrig. (em ha)	Período de cultivo
Perene	318	14,91	2,23	Todo ano
sazonal 1	19765	1191,84	184,72	ago. a nov.
sazonal 2	24725	1490,92	231,07	set. a dez.
sazonal 3	25851	1558,87	241,6	out. a jan.
sazonal 4	25768	1553,84	240,82	nov. a fev.
sazonal 5	19518	1176,98	182,42	dez. a mar.
sazonal 6	9382	565,75	87,68	jan. a abr.
sazonal 7	1770	106,73	16,54	fev. a mai.
sazonal 8	447	26,96	4,18	mar. a jun.
sazonal 9	349	21,03	3,26	abr. a jul.
sazonal 10	558	33,65	5,22	mai. a ago.
sazonal 11	352	21,24	3,29	jun. a set.
sazonal 12	9018	543,78	84,28	jul. a out.
totais	137821	8306,50	1287,31	

Tabela 6.5.12 - Resultado referente a piscicultura (Serra Vermelha I cenário chuvoso)

Variáveis do modelo	Resultado
Área mínima (Km ²)	0,357
Produção Firme (t)	4,28
Mão de Obra (Pescadores)	3
Rec. Líquida (em R\$)	5030,70

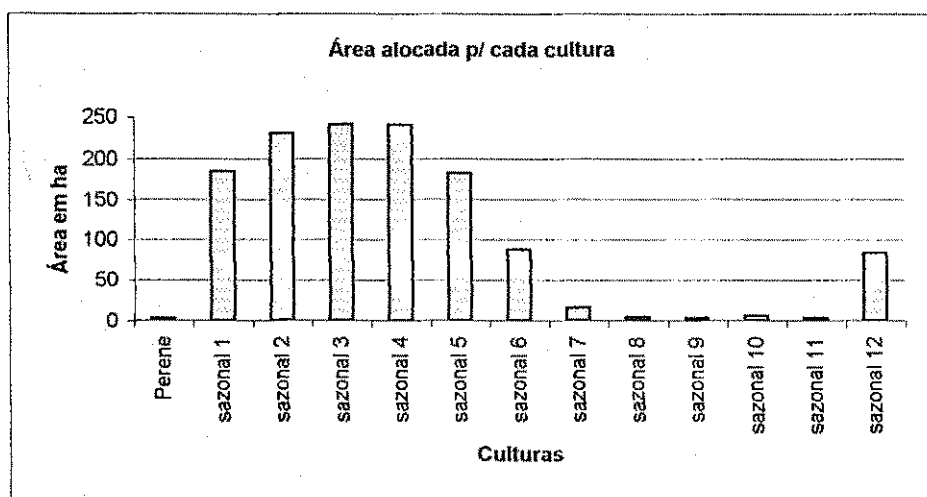


Figura 6.5.6 - Alocação da área irrigada para cada cultura em Serra Vermelha I no cenário chuvoso

Tabela 6.5.13 - Dados hidrológicos e resultados (Serra Vermelha I cenário seco)

Meses	vazões afluentes (m³/s)	Precipit. (mm)	Evapor. (mm)	Volume reservat. (hm³)	Volume evapor. (hm³)	diferença entre Vol. do reserv. e Vo (hm³)
agosto	0	0,2	271,9	6,641	0,227	-0,440
setembro	0	0	299,6	6,141	0,237	-0,940
outubro	0	7,2	332,9	5,666	0,25	-1,415
novembro	0	10	319	5,36	0,231	-1,721
dezembro	0	82	310,6	5,135	0,219	-1,946
janeiro	0	0,3	272,3	4,868	0,185	-2,213
fevereiro	0,02	12,8	215,4	4,709	0,143	-2,372
março	0	1,5	204,1	4,465	0,131	-2,616
abril	0,02	4,6	182,4	4,283	0,114	-2,798
maio	0	2	183,1	4,039	0,111	-3,042
junho	0	0,8	182,2	3,814	0,106	-3,267
julho	0	0	219,9	3,541	0,122	-3,540
total	0,04	121,40	2993,4	58,662	2,076	
média	0,0033	10,117	249,450	4,889	0,173	

minc	=	8
$V_{m\max}$ (m³)	=	11801173
$V_{m\min}$ (m³)	=	1180117,3
$V_{0, (0,4V_{m\max})}$ (m³)	=	7080704
sust.	=	50
$A_{m\max}$, Perím. Irrig.	=	5000 ha
Acmax	=	1000 ha
Acmin	=	0 ha
$A_{hac, Hld.}$ (m²)	=	1522100
t (s)	=	2626560

Tabela 6.5.14 - Dados hidrológicos e resultados em m³/s (Serra Vermelha I cenário seco)

Meses	vazões afluentes (m³/s)	Evapor. (m³/s)	Volume reservat. (m³/s)	Volume evapor. (m³/s)	Vazão de descarga (m³/s)	Vazão de tomada d'água abast. (m³/s)	Vazão de tomada d'água irrig. (m³/s)	Vazão Vertida (m³/s)	Vazão terminal (m³/s)
Vro			2,696						
agosto	0	0,158	2,528	0,086	0	0,029	0,049	0	0
setembro	0	0,174	2,338	0,090	0	0,029	0,068	0	0
outubro	0	0,193	2,157	0,095	0	0,029	0,055	0	0
novembro	0	0,185	2,041	0,088	0	0,029	0	0	0
dezembro	0	0,180	1,955	0,083	0	0,029	0	0	0
janeiro	0	0,158	1,853	0,070	0	0,029	0	0	0
fevereiro	0,02	0,125	1,793	0,054	0	0,029	0	0	0
março	0	0,118	1,700	0,050	0	0,029	0,013	0	0
abril	0,02	0,106	1,631	0,043	0	0,029	0,017	0	0
maio	0	0,106	1,538	0,042	0	0,029	0,021	0	0
junho	0	0,106	1,452	0,040	0	0,029	0,016	0	0
julho	0	0,127	1,348	0,046	0	0,029	0,027	0	0
total	0,04	1,735	22,334	0,790	0	0,348	0,266	0,000	0,000
média	0,0033	0,1446	1,861	0,066	0,000	0,029	0,022	0,0000	0,000

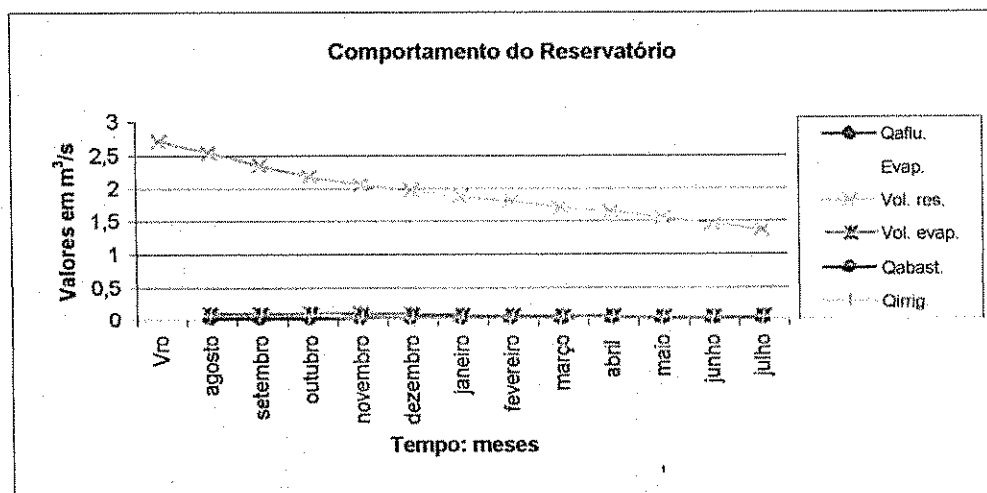


Figura 6.5.7 - Comportamento do reservatório de Serra Vermelha I no cenário seco

Tabela 6.5.15 - Resultados referentes as culturas irrigadas (Serra Vermelha I cenário seco)

Culturas	Mão de obra (diárias)	Rec. Líquida (em mil R\$)	Área Irrig. (em ha)	Período de cultivo
Perene	0	0	0	Todo o ano
sazonal 1	7	0,41	0,06	ago. a nov.
sazonal 2	17	1,04	0,16	set. a dez.
sazonal 3	3536	213,24	33,05	out. a jan.
sazonal 4	0	0	0	nov. a fev.
sazonal 5	0	0	0	dez. a mar.
sazonal 6	16	0,95	0,15	jan. a abr.
sazonal 7	6825	411,53	63,78	fev. a mai.
sazonal 8	0	0	0	mar. a jun.
sazonal 9	0	0	0	abr. a jul.
sazonal 10	0	0	0	mai. a ago.
sazonal 11	0	0	0	jun. a set.
sazonal 12	0	0	0	jul. a out.
totais	10401	627,17	97,2	

Tabela 6.5.16 - Resultado referentes a piscicultura (Serra Vermelha I cenário seco)

Variáveis do modelo	Resultado
Área mínima (Km ²)	0,694
Produção Firme (t)	8,33
Mão de Obra (Pescadores)	6
Rec. Líquida (em R\$)	9789,95

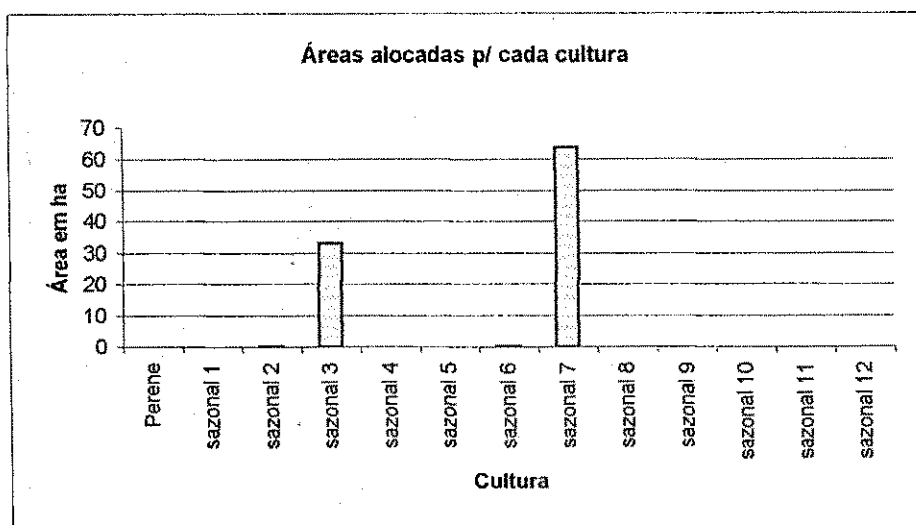


Figura 6.5.8 - Alocação da área irrigada para cada cultura em Serra Vermelha I no cenário seco

Tabela 6.6.1 - Dados hidrológicos e resultados (Video cenário padrão)

Meses	vazões afluentes (m³/s)	Precipit. (mm)	Evapor. (mm)	Volume reservat. (hm³)	Volume evapor. (hm³)	diferença entre Vol. do reserv. e Vo (hm³)
agosto	0	4,9	271,9	1,951	0,117	-0,163
setembro	0	7,2	299,6	1,814	0,123	-0,300
outubro	0	8,6	332,9	1,672	0,13	-0,442
novembro	0	29,5	319	1,544	0,119	-0,570
dezembro	0	40,8	310,6	1,43	0,11	-0,684
janeiro	0,01	93,3	272,3	1,397	0,095	-0,717
fevereiro	0,05	136,6	215,4	0,604	0,044	-1,510
março	0,21	209,5	204,1	1,16	0,063	-0,954
abril	0,32	184,9	182,4	2,005	0,08	-0,109
maio	0,16	76	183,1	2,242	0,086	0,128
junho	0,06	45,2	182,2	2,235	0,085	0,121
julho	0,02	19,9	219,9	2,114	0,1	0,000
total	0,83	856,40	2993,4	20,168	1,152	
média	0,0692	71,367	249,450	1,681	0,096	

minc	=	8
V _{máx} (m³)	=	6040263
V _{mín} (m³)	=	604026,3
V _{0,35%V_{mín}} (m³)	=	2114092
sust.	=	100
A _{máx. Perím. Irig.}	=	5000 ha
Acmax	=	5000 ha
Acmin	=	0,5 ha
A _{bac. Híd.} (m²)	=	1085000
t (s)	=	2626560

Tabela 6.6.2 - Dados hidrológicos e resultados em m³/s (Video cenário padrão)

Meses	vazões afluentes (m³/s)	Evapor. (m³/s)	Volume reservat. (m³/s)	Volume evapor. (m³/s)	Vazão de descarga (m³/s)	Vazão de tomada d'água abast. (m³/s)	Vazão de tomada d'água irrig. (m³/s)	Vazão Vertida (m³/s)	Vazão terminal (m³/s)
Vro			0,805						
agosto	0	0,112	0,743	0,045	0	0	0,016	0	0
setembro	0	0,124	0,691	0,047	0	0	0,004	0	0
outubro	0	0,138	0,637	0,049	0	0	0,004	0	0
novembro	0	0,132	0,588	0,045	0	0	0,007	0	0
dezembro	0	0,128	0,544	0,042	0	0	0,007	0	0
janeiro	0,01	0,112	0,532	0,036	0	0	0,002	0	0
fevereiro	0,05	0,089	0,230	0,017	0	0	0,35	0	0
março	0,21	0,084	0,442	0,024	0	0	0	0	0
abril	0,32	0,075	0,763	0,030	0	0	0	0	0
maio	0,16	0,076	0,854	0,033	0	0	0,053	0	0
junho	0,06	0,075	0,851	0,032	0	0	0,04	0	0
julho	0,02	0,091	0,805	0,038	0	0	0,031	0	0
total	0,83	1,237	7,678	0,439	0	0,000	0,514	0,000	0,000
média	0,0692	0,1030	0,640	0,037	0,000	0,000	0,043	0,0000	0,000

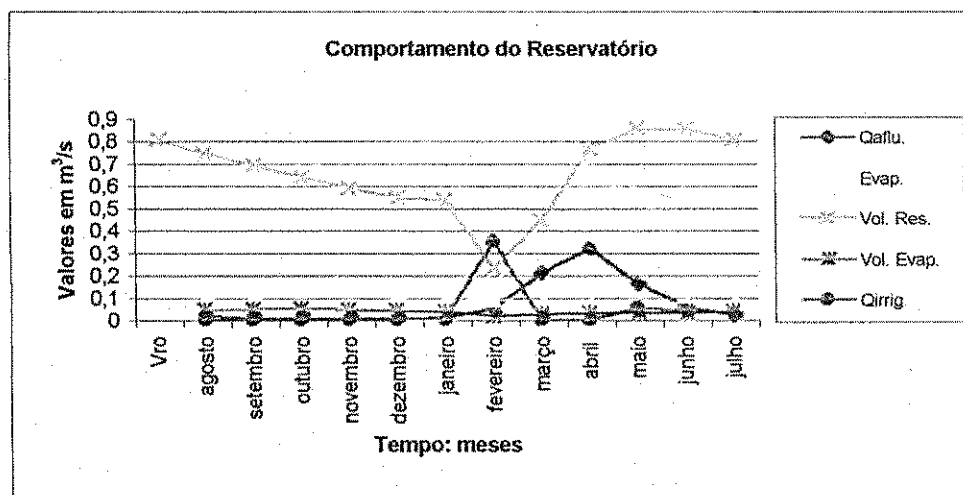


Figura 6.6.1 - Comportamento do reservatório de Video no cenário padrão

Tabela 6.6.3 - Resultados referentes as culturas irrigadas (Video cenário padrão)

Culturas	Mão de obra (diárias)	Rec. Líquida (em mil R\$)	Área Irrig. (em ha)	Período de cultivo
Perene	162	7,59	1,13	Todo o ano
sazonal 1	61121	3685,65	571,22	ago. a nov.
sazonal 2	3770	227,34	35,23	set. a dez.
sazonal 3	3154	190,21	29,48	out. a jan.
sazonal 4	2835	170,97	26,5	nov. a fev.
sazonal 5	1954	117,84	18,26	dez. a mar.
sazonal 6	159	9,57	1,48	jan. a abr.
sazonal 7	107	6,45	1	fev. a mai.
sazonal 8	108	6,54	1,01	mar. a jun.
sazonal 9	115	6,96	1,08	abr. a jul.
sazonal 10	361	21,75	3,37	mai. a ago.
sazonal 11	109	6,59	1,02	jun. a set.
sazonal 12	1144	68,98	10,69	jul. a out.
totais	75099	4526,44	701,47	

Tabela 6.6.4 - Resultado referentes a piscicultura (Video cenário padrão)

Variáveis do modelo	Resultado
Área mínima (Km ²)	0,255
Produção Firme (t)	3,06
Mão de Obra (Pescadores)	2
Rec. Líquida (em R\$)	3595,95

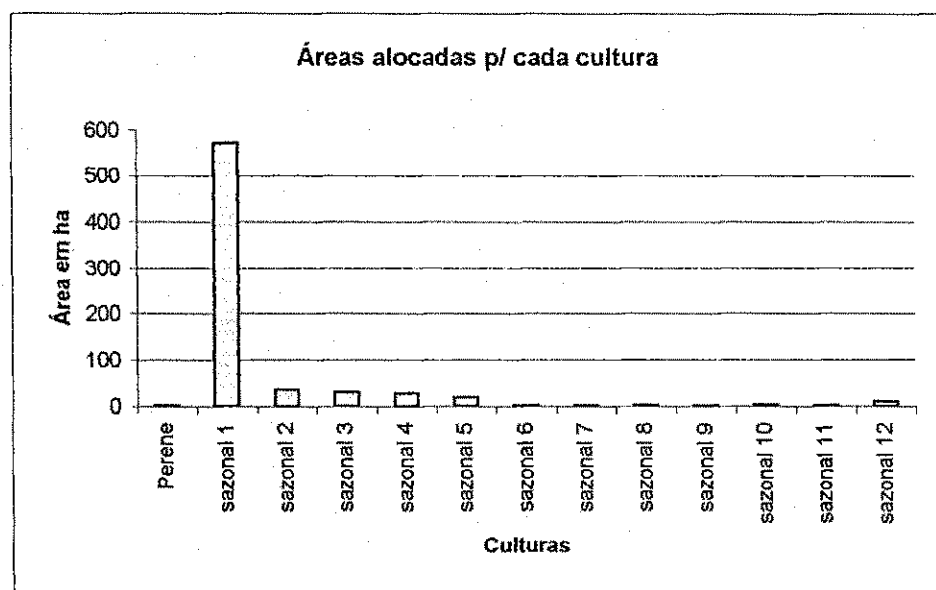


Figura 6.6.2 - Alocação da área irrigada para cada cultura em Video no cenário padrão

Tabela 6.6.5 - Dados hidrológicos e resultados (Video cenário normal)

Meses	vazões afluentes (m³/s)	Precipit. (mm)	Evapor. (mm)	Volume reservat. (hm³)	Volume evapor. (hm³)	diferença entre Vol. do reserv. e Vo (hm³)
agosto	0	15,3	271,9	3,45	0,166	-0,174
setembro	0	15,8	299,6	3,223	0,176	-0,401
outubro	0,02	104,7	332,9	3,097	0,191	-0,527
novembro	0	0	319	2,683	0,167	-0,941
dezembro	0	115,3	310,6	2,458	0,154	-1,166
janeiro	0,01	191,6	272,3	2,467	0,136	-1,157
fevereiro	0	29,1	215,4	1,88	0,091	-1,744
março	0,05	232,9	204,1	2,046	0,091	-1,578
abril	0,44	303,5	182,4	3,274	0,108	-0,350
maio	0,21	25,8	183,1	3,723	0,117	0,099
junho	0,06	22,5	182,2	3,774	0,118	0,150
julho	0	0	219,9	3,624	0,139	0,000
total	0,79	1056,50	2993,4	35,699	1,654	
média	0,0658	88,042	249,450	2,975	0,138	

minc	=	8
V _{máx} (m³)	=	6040263
V _{min} (m³)	=	604026,3
V _o (0,6V _{max}) (m³)	=	3624158
sust.	=	100
A _{máx} Perím. Irrig.	=	5000 ha
Acmax	=	5000 ha
Acmin	=	1 ha
A _{bac. Hid.} (m²)	=	1085000
t (s)	=	2626560

Tabela 6.6.6 - Dados hidrológicos e resultados em m³/s (Video cenário normal)

Meses	vazões afluentes (m³/s)	Evapor. (m³/s)	Volume reservat. (m³/s)	Volume evapor. (m³/s)	Vazão de descarga (m³/s)	Vazão de tomada d'água abast. (m³/s)	Vazão de tomada d'água irrig. (m³/s)	Vazão Vertida (m³/s)	Vazão terminal (m³/s)
Vro			1,380						
agosto	0	0,112	1,314	0,063	0,002	0	0,004	0	0,002
setembro	0	0,124	1,227	0,067	0	0	0,022	0	0
outubro	0,02	0,138	1,179	0,073	0	0	0,023	0	0
novembro	0	0,132	1,021	0,064	0,05	0	0,039	0	0,05
dezembro	0	0,128	0,936	0,059	0,036	0	0,017	0	0,036
janeiro	0,01	0,112	0,939	0,052	0	0	0	0	0
fevereiro	0	0,089	0,716	0,035	0	0	0,192	0	0
março	0,05	0,084	0,779	0,035	0	0	0	0	0
abril	0,44	0,075	1,246	0,041	0	0	0	0	0
maio	0,21	0,076	1,417	0,045	0	0	0,002	0	0
junho	0,06	0,075	1,437	0,045	0	0	0,002	0	0
julho	0	0,091	1,380	0,053	0	0	0,003	0	0
total	0,79	1,237	13,592	0,630	0,088	0,000	0,304	0,000	0,088
média	0,0658	0,1030	1,133	0,052	0,007	0,000	0,025	0,0000	0,007

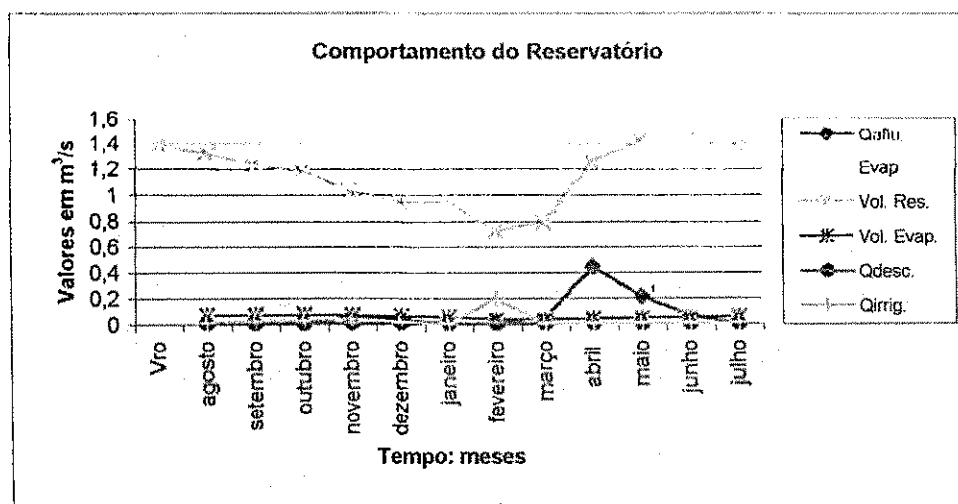


Figura 6.6.3 - Comportamento do reservatório de Video no cenário padrão

Tabela 6.6.7 - Resultados referentes as culturas irrigadas (Video cenário normal)

Culturas	Mão de obra (diárias)	Rec. Líquida (em mil R\$)	Área Irrig. (em ha)	Período de cultivo
Perene	143	6,7	1	Todo o ano
sazonal 1	35396	2134,41	330,8	ago. a nov.
sazonal 2	108	6,53	1,01	set. a dez.
sazonal 3	107	6,46	1	out. a jan.
sazonal 4	107	6,45	1	nov. a fev.
sazonal 5	107	6,47	1	dez. a mar.
sazonal 6	107	6,47	1	jan. a abr.
sazonal 7	107	6,45	1	fev. a mai.
sazonal 8	107	6,45	1	mar. a jun.
sazonal 9	3412	205,72	31,88	abr. a jul.
sazonal 10	107	6,46	1	mai. a ago.
sazonal 11	107	6,46	1	jun. a set.
sazonal 12	108	6,54	1,01	jul. a out.
totais	40023	2411,57	373,7	

Tabela 6.6.8 - Resultado referentes a piscicultura (Video cenário normal)

Variáveis do modelo	Resultado
Área mínima (Km ²)	0,526
Produção Firme (t)	6,32
Mão de Obra (Pescadores)	4
Rec. Líquida (em R\$)	7423,22

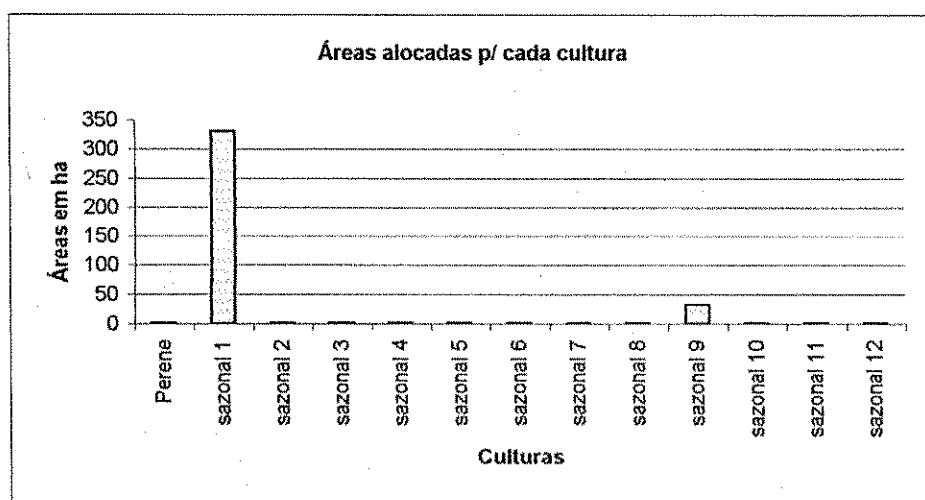


Figura 6.6.4 - Alocação da área irrigada para cada cultura em Video no cenário padrão

Tabela 6.6.9 - Dados hidrológicos e resultados (Video cenário chuvoso)

Meses	vazões afluentes (m³/s)	Precipit. (mm)	Evapor. (mm)	Volume reservat. (hm³)	Volume evapor. (hm³)	diferença entre Vol. do reserv. e Vo (hm³)
agosto	0	0	271,9	1,498	0,099	-0,918
setembro	0	0	299,6	1,271	0,099	-1,145
outubro	0	0	332,9	1,071	0,098	-1,345
novembro	0	70,4	319	0,9	0,084	-1,516
dezembro	0	85,7	310,6	0,738	0,072	-1,678
janeiro	0,01	140,5	272,3	0,64	0,058	-1,776
fevereiro	0,04	300,7	215,4	0,778	0,052	-1,638
março	0,46	374,6	204,1	2,034	0,09	-0,382
abril	0,61	213,3	182,4	3,652	0,116	1,236
maio	0,19	146,1	183,1	4,053	0,124	1,637
junho	0,13	14,7	182,2	3,411	0,111	0,995
julho	0,02	0	219,9	2,416	0,108	0,000
total	1,46	1346,00	2993,4	22,462	1,111	
média	0,1217	112,167	249,450	1,872	0,093	

minc	=	8
$V_{m\acute{a}x}$ (m³)	=	6040263
$V_{m\acute{i}n}$ (m³)	=	604026,3
V_o (0,4 $V_{m\acute{a}x}$) (m³)	=	2416105
sust.	=	100
$A_{m\acute{a}x}$, Porím. Irig.	=	5000 ha
A_{cmax}	=	5000 ha
A_{cmin}	=	5 ha
A_{bac} , Hid. (m²)	=	1085000
t (s)	=	2626560

Tabela 6.6.10 - Dados hidrológicos e resultados em m³/s (Video cenário chuvoso)

Meses	vazões afluentes (m³/s)	Evapor. (m³/s)	Volume reservat. (m³/s)	Volume evapor. (m³/s)	Vazão de descarga (m³/s)	Vazão de tomada d'água abast. (m³/s)	Vazão de tomada d'água irrig. (m³/s)	Vazão Vertida (m³/s)	Vazão terminal (m³/s)
Vro			0,920						
agosto	0	0,112	0,570	0,038	0	0	0,302	0	0
setembro	0	0,124	0,484	0,038	0	0	0,045	0	0
outubro	0	0,138	0,408	0,037	0	0	0,035	0	0
novembro	0	0,132	0,343	0,032	0	0	0,04	0	0
dezembro	0	0,128	0,281	0,027	0	0	0,042	0	0
janeiro	0,01	0,112	0,244	0,022	0	0	0,039	0	0
fevereiro	0,04	0,089	0,296	0,020	0	0	0	0	0
março	0,46	0,084	0,774	0,034	0	0	0	0	0
abril	0,61	0,075	1,390	0,044	0	0	0	0	0
maio	0,19	0,076	1,543	0,047	0	0	0,035	0	0
junho	0,13	0,075	1,299	0,042	0	0	0,335	0	0
julho	0,02	0,091	0,920	0,041	0	0	0,352	0	0
total	1,46	1,237	8,552	0,423	0	0,000	1,225	0,000	0,000
média	0,1217	0,1030	0,713	0,035	0,000	0,000	0,102	0,0000	0,000

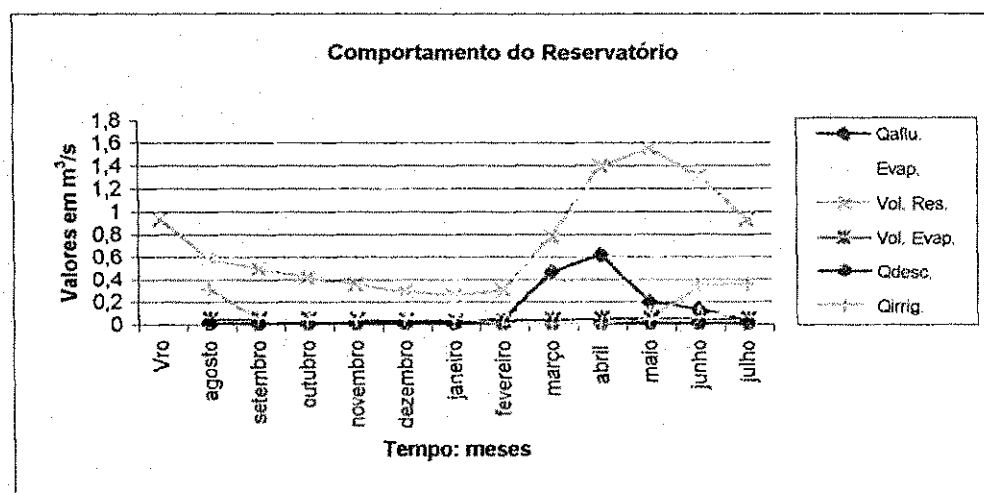


Figura 6.6.5 - Comportamento do reservatório de Video no cenário chuvoso

Tabela 6.6.11 - Resultados referentes as culturas irrigadas (Video cenário chuvoso)

Culturas	Mão de obra (diárias)	Rec. Líquida (em mil R\$)	Área Irrig. (em ha)	Período de cultivo
Perene	716	33,54	5,01	Todo o ano
sazonal 1	28047	1691,26	262,12	ago. a nov.
sazonal 2	30314	1827,96	283,31	set. a dez.
sazonal 3	19118	1152,81	178,67	out. a jan.
sazonal 4	7595	457,97	70,98	nov. a fev.
sazonal 5	39558	2385,42	369,71	dez. a mar.
sazonal 6	3333	201,01	31,15	jan. a abr.
sazonal 7	540	32,58	5,05	fev. a mai.
sazonal 8	545	32,87	5,09	mar. a jun.
sazonal 9	1499	90,37	14,01	abr. a jul.
sazonal 10	1224	73,8	11,44	mai. a ago.
sazonal 11	2815	169,72	26,3	jun. a set.
sazonal 12	1061	63,96	9,91	jul. a out.
totais	136365	8213,27	1272,75	

Tabela 6.6.12 - Resultado referentes a piscicultura (Video cenário chuvoso)

Variáveis do modelo	Resultado
Área mínima (Km ²)	0,265
Produção Firme (t)	3,18
Mão de Obra (Pescadores)	2
Rec. Líquida (em R\$)	3736,27

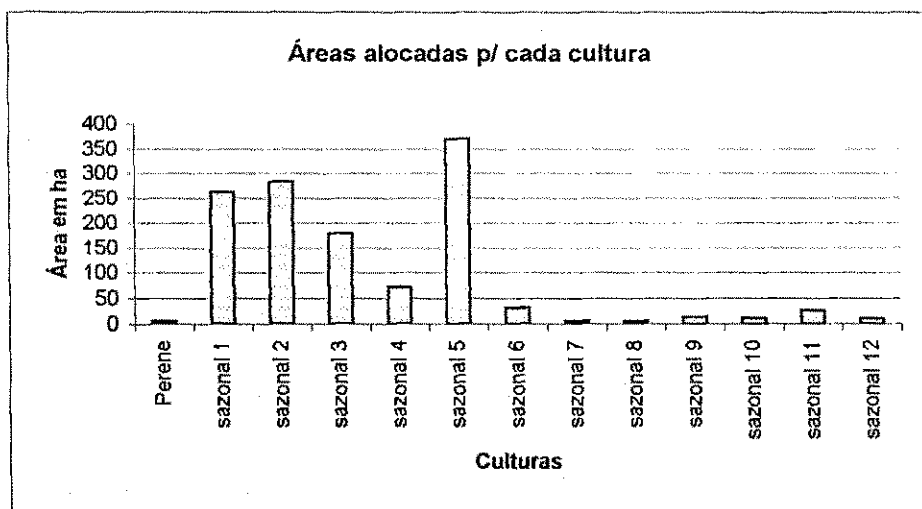


Figura 6.6.6 - Alocação da área irrigada para cada cultura em Video no cenário chuvoso

Tabela 6.6.13 - Dados hidrológicos e resultados (Video cenário seco)

Meses	vazões afuentes (m³/s)	Precipit. (mm)	Evapor. (mm)	Volume reservat. (hm³)	Volume evapor. (hm³)	diferença entre Vol. do reserv. e Vo (hm³)
agosto	0	0	271,9	3,437	0,166	-0,187
setembro	0	0	299,6	3,222	0,176	-0,402
outubro	0	0	332,9	2,991	0,187	-0,633
novembro	0	0	319	2,771	0,171	-0,853
dezembro	0	24,1	310,6	2,564	0,159	-1,060
janeiro	0	0	272,3	2,386	0,133	-1,238
fevereiro	0	52,6	215,4	2,28	0,102	-1,344
março	0	21,3	204,1	2,17	0,094	-1,454
abril	0	17,5	182,4	2,089	0,082	-1,535
maio	0	41,5	183,1	2,027	0,081	-1,597
junho	0	9,5	182,2	1,941	0,078	-1,683
julho	0	15,3	219,9	1,84	0,091	-1,784
total	0,00	181,80	2993,4	29,718	1,52	
média	0,0000	15,150	249,450	2,477	0,127	

minc	=	8
V _{máx} (m³)	=	6040263
V _{mín} (m³)	=	604026,3
V _{o (0,6V_{máx})} (m³)	=	3624158
sust.	=	50
A _{máx. Perím. Irig.}	=	5000 ha
Acmax	=	5000 ha
Acmin	=	0 ha
A _{bac. Hid.} (m²)	=	1085000
t (s)	=	2626560

Tabela 6.6.14 - Dados hidrológicos e resultados em m³/s (Video cenário seco)

Meses	vazões afuentes (m³/s)	Evapor. (m³/s)	Volume reservat. (m³/s)	Volume evapor. (m³/s)	Vazão de descarga (m³/s)	Vazão de tomada d'água abast. (m³/s)	Vazão de tomada d'água irrig. (m³/s)	Vazão Vertida (m³/s)	Vazão terminal (m³/s)
Vro			1,380						
agosto	0	0,112	1,309	0,063	0	0	0,006	0	0
setembro	0	0,124	1,227	0,067	0	0	0,012	0	0
outubro	0	0,138	1,139	0,071	0	0	0,014	0	0
novembro	0	0,132	1,055	0,065	0	0	0,016	0	0
dezembro	0	0,128	0,976	0,061	0	0	0,022	0	0
janeiro	0	0,112	0,908	0,051	0	0	0,015	0	0
fevereiro	0	0,089	0,868	0,039	0	0	0,013	0	0
março	0	0,084	0,826	0,036	0	0	0,01	0	0
abril	0	0,075	0,795	0,031	0	0	0,001	0	0
maio	0	0,076	0,772	0,031	0	0	0,001	0	0
junho	0	0,075	0,739	0,030	0	0	0,004	0	0
julho	0	0,091	0,701	0,035	0	0	0,006	0	0
total	0	1,237	11,314	0,579	0	0,000	0,120	0,000	0,000
média	0,0000	0,1030	0,943	0,048	0,000	0,000	0,010	0,0000	0,000

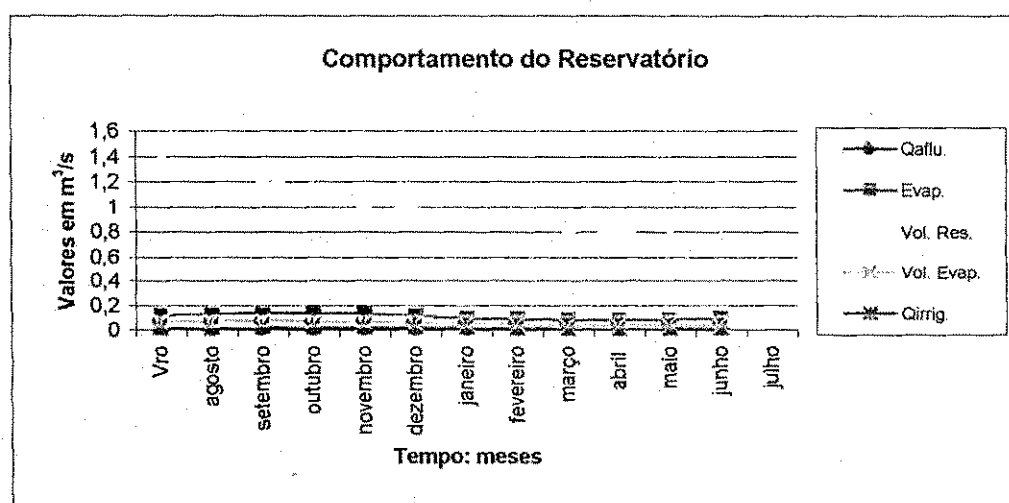


Figura 6.6.7 - Comportamento do reservatório de Video no cenário seco

Tabela 6.6.15 - Resultados referentes as culturas irrigadas (Video cenário seco)

Culturas	Mão de obra (diárias)	Rec. Líquida (em mil R\$)	Área Irrig. (em ha)	Período de cultivo
Perene	0	0	0	Todo o ano
sazonal 1	0	0	0	ago. a nov.
sazonal 2	0	0	0	set. a dez.
sazonal 3	0	0	0	out. a jan.
sazonal 4	260	15,67	2,43	nov. a fev.
sazonal 5	129	7,81	1,21	dez. a mar.
sazonal 6	552	33,27	5,16	jan. a abr.
sazonal 7	40	2,41	0,37	fev. a mai.
sazonal 8	0	0	0	mar. a jun.
sazonal 9	1499	90,41	14,01	abr. a jul.
sazonal 10	0	0	0	mai. a ago.
sazonal 11	0	0	0	jun. a set.
sazonal 12	2064	124,44	19,29	jul. a out.
totais	4544	274,01	42,47	

Tabela 6.6.16 - Resultado referentes a piscicultura (Video cenário seco)

Variáveis do modelo	Resultado
Área mínima (Km ²)	0,519
Produção Firme (ton)	6,23
Mão de Obra (Pescadores)	4
Rec. Líquida (em R\$)	7324,91

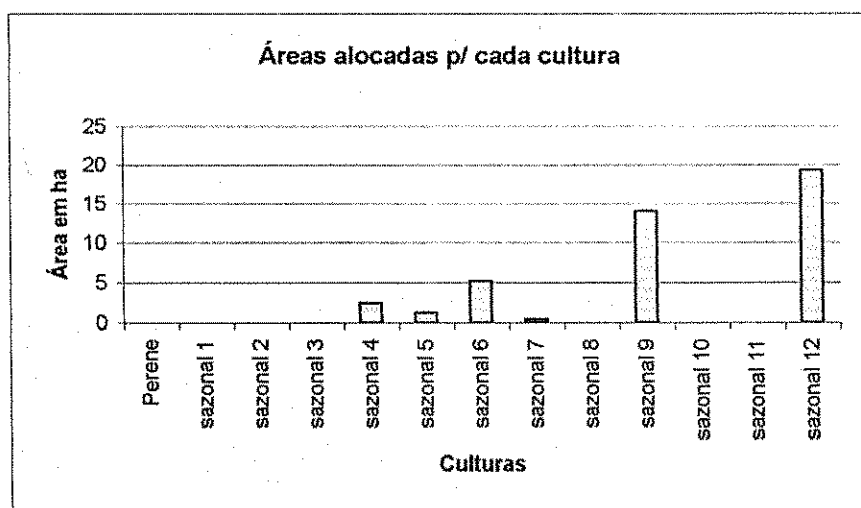


Figura 6.6.8 - Alocação da área irrigada para cada cultura em Video no cenário seco

Tabela 6.7.1 - Dados hidrológicos e resultados (Vazante cenário padrão)

Meses	vazões afluentes (m³/s)	Precipit. (mm)	Evapor. (mm)	Volume reservat. (hm³)	Volume evapor. (hm³)	diferença entre Vol. do reserv. e Vo (hm³)
abril	2,14	184,9	219,9	8,081	0,159	4,861
maio	1,08	76	271,9	8,887	0,171	5,667
junho	0,43	45,2	299,6	8,869	0,17	5,649
julho	0,15	19,9	332,9	7,633	0,183	4,413
agosto	0,02	4,9	319	6,54	0,201	3,320
setembro	0	7,2	310,6	5,78	0,201	2,560
outubro	0,01	8,6	272,3	3,698	0,156	0,478
novembro	0	29,5	215,4	2,994	0,126	-0,226
dezembro	0,02	40,8	204,1	2,27	0,097	-0,950
janeiro	0,07	93,3	182,4	1,786	0,069	-1,434
fevereiro	0,34	136,6	183,1	0,924	0,031	-2,296
março	1,4	209,5	182,2	3,612	0,094	0,392
total	5,66	530,40	1239,5	61,074	1,658	
média	0,4717	44,200	103,292	5,090	0,138	

minc	=	4
$V_{\max}$ (m³)	=	9091200
$V_{\min}$ (m³)	=	909120
$V_{0(0,35V_{\max})}$ (m³)	=	3220163
sust.	=	100
$A_{\max}$, Perim. Irrig.	=	5000 ha
$A_{\max}$	=	900 ha
$A_{\min}$	=	1 ha
$A_{\text{bac. Hid.}}$ (m²)	=	1337600
t (s)	=	2626560

Tabela 6.7.2 - Dados hidrológicos e resultados em m³/s (Vazante cenário padrão)

Meses	vazões afluentes (m³/s)	Evapor. (m³/s)	Volume reservat. (m³/s)	Volume evapor. (m³/s)	Vazão de descarga (m³/s)	Vazão de tomada d'água abast. (m³/s)	Vazão de tomada d'água irrig. (m³/s)	Vazão Vertida (m³/s)	Vazão terminal (m³/s)
Vro			1,226						
abril	2,14	0,112	3,077	0,061	0,271	0	0,002	0	0,271
maio	1,08	0,138	3,384	0,065	0,426	0	0,314	0	0,426
junho	0,43	0,153	3,377	0,065	0	0	0,392	0	0
julho	0,15	0,170	2,906	0,070	0,092	0	0,464	0	0,092
agosto	0,02	0,162	2,490	0,077	0,003	0	0,353	0	0,003
setembro	0	0,158	2,201	0,077	0,03	0	0,18	0	0,03
outubro	0,01	0,139	1,408	0,059	0,518	0	0,212	0	0,518
novembro	0	0,110	1,140	0,048	0,012	0	0,209	0	0,012
dezembro	0,02	0,104	0,864	0,037	0	0	0,26	0	0
janeiro	0,07	0,093	0,680	0,026	0	0	0,237	0	0
fevereiro	0,34	0,093	0,352	0,012	0,566	0	0,103	0	0,566
março	1,4	0,093	1,375	0,036	0,366	0	0	0	0,366
total	5,66	1,524	23,252	0,631	2,284	0,000	2,726	0,000	2,284
média	0,4717	0,1270	1,938	0,053	0,190	0,000	0,227	0,0000	0,190

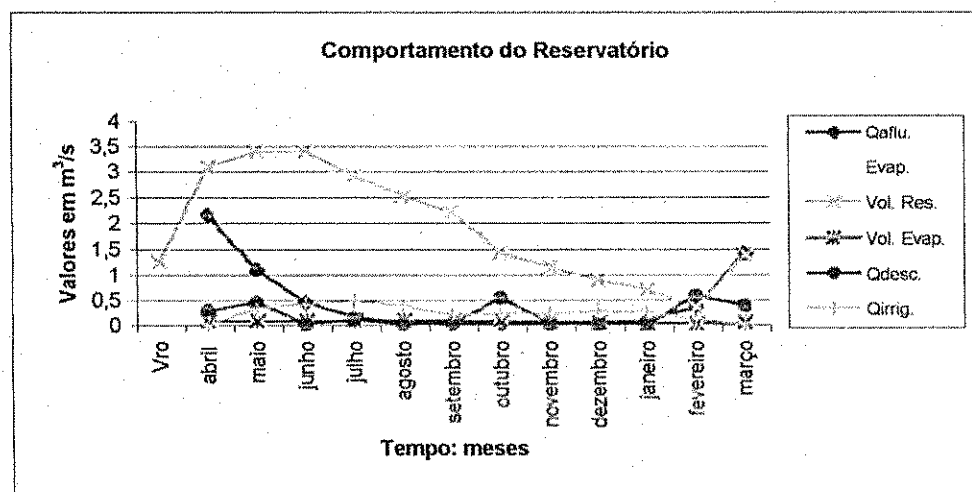


Figura 6.7.1 - Comportamento do reservatório de Vazante no cenário padrão

Tabela 6.7.3 - Resultados referentes as culturas irrigadas (Vazante cenário padrão)

Culturas	Mão de obra (diárias)	Rec. Líquida (em mil R\$)	Área Irrig. (em ha)	Período de cultivo
Perene	6846	320,59	47,87	Todo o ano
sazonal 1	22569	1360,96	210,93	abr. a jul.
sazonal 2	22227	1340,31	207,73	mai. a ago.
sazonal 3	22589	1362,16	211,12	jun. a set.
sazonal 4	28351	1709,59	264,96	jul. a out.
sazonal 5	35740	2155,16	334,02	ago. a nov.
sazonal 6	1649	99,41	15,41	set. a dez.
sazonal 7	6936	418,22	64,82	out. a jan.
sazonal 8	4761	287,09	44,49	nov. a fev.
sazonal 9	5576	336,21	52,11	dez. a mar.
sazonal 10	3315	199,87	30,98	jan. a abr.
sazonal 11	10928	658,96	102,13	fev. a mai.
sazonal 12	16171	975,14	151,13	mar. a jun.
totais	187658	11223,67	1737,7	

Tabela 6.7.4 - Resultado referentes a piscicultura (Vazante cenário padrão)

Variáveis do modelo	Resultado
Área mínima (Km ²)	0,182
Produção Firme (t)	2,18
Mão de Obra (Pescadores)	1
Rec. Líquida (em R\$)	2560,71

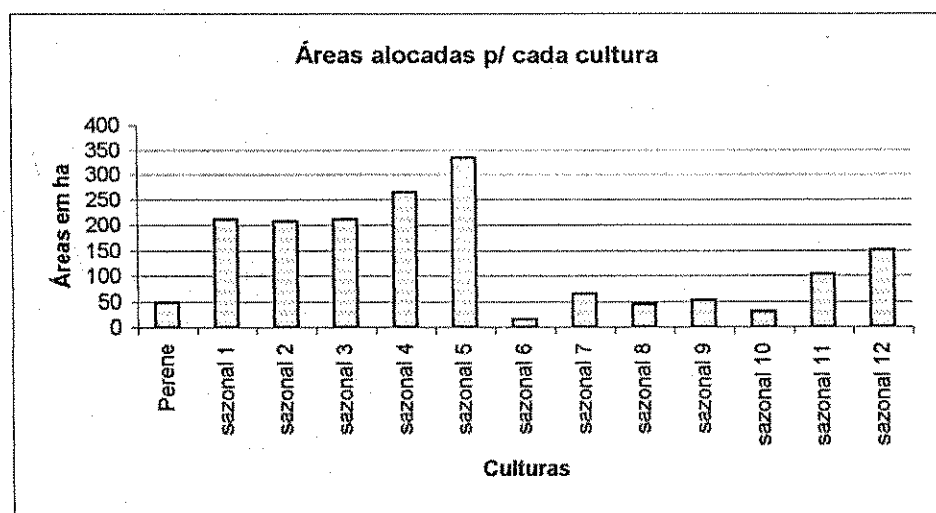


Figura 6.7.2 - Alocação da área irrigada para cada cultura em Vazante no cenário padrão

Tabela 6.7.5 - Dados hidrológicos e resultados (Vazante cenário normal)

Meses	vazões afluentes (m³/s)	Precipit. (mm)	Evapor. (mm)	Volume reservat. (hm³)	Volume evapor. (hm³)	diferença entre Vol. do reserv. e Vo (hm³)
abril	2,91	303,5	219,9	9,091	0,173	5,871
maio	1,4	25,8	271,9	8,556	0,166	5,336
junho	0,42	22,5	299,6	8,43	0,164	5,210
julho	0	0	332,9	7,201	0,175	3,981
agosto	0	15,3	319	6,137	0,191	2,917
setembro	0	15,8	310,6	5,163	0,184	1,943
outubro	0,13	104,7	272,3	4,817	0,193	1,597
novembro	0	0	215,4	3,837	0,154	0,617
dezembro	0,01	115,3	204,1	3,267	0,131	0,047
janeiro	0,05	191,6	182,4	3,271	0,115	0,051
fevereiro	0	29,1	183,1	2,286	0,068	-0,934
março	0,35	232,9	182,2	3,22	0,085	0,000
total	5,27	1056,50	2993,4	65,276	1,799	
média	0,4392	88,042	249,450	5,440	0,150	

minc	=	4
$V_{m\max}$ (m³)	=	9091200
V_{min} (m³)	=	909120
$V_{0(0,35V_{m\max})}$ (m³)	=	3220163
sust.	=	100
$A_{m\max}$, Perim. Irrig.	=	5000 ha
Acmax	=	900 ha
Acmin	=	1 ha
A_{bac} Hid. (m²)	=	1337600
t (s)	=	2626560

Tabela 6.7.6 - Dados hidrológicos e resultados em m³/s (Vazante cenário normal)

Meses	vazões afluentes (m³/s)	Evapor. (m³/s)	Volume reservat. (m³/s)	Volume evapor. (m³/s)	Vazão de descarga (m³/s)	Vazão de tomada d'água abast. (m³/s)	Vazão de tomada d'água irrig. (m³/s)	Vazão Vertida (m³/s)	Vazão terminal (m³/s)
Vro			1,226						
abril	2,91	0,112	3,461	0,066	0,677	0	0	0	0,677
maio	1,4	0,138	3,257	0,063	1,072	0	0,48	0	1,072
junho	0,42	0,153	3,210	0,062	0,002	0	0,413	0	0,002
julho	0	0,170	2,742	0,067	0	0	0,398	0	0
agosto	0	0,162	2,337	0,073	0,003	0	0,329	0	0,003
setembro	0	0,158	1,966	0,070	0,041	0	0,259	0	0,041
outubro	0,13	0,139	1,834	0,073	0,027	0	0,188	0	0,027
novembro	0	0,110	1,461	0,059	0,007	0	0,3	0	0,007
dezembro	0,01	0,104	1,244	0,050	0	0	0,199	0	0
janeiro	0,05	0,093	1,245	0,044	0	0	0,043	0	0
fevereiro	0	0,093	0,870	0,026	0,001	0	0,35	0	0,001
março	0,35	0,093	1,226	0,032	0	0	0	0	0
total	5,27	1,524	24,852	0,685	1,83	0,000	2,959	0,000	1,830
média	0,4392	0,1270	2,071	0,057	0,153	0,000	0,247	0,0000	0,153

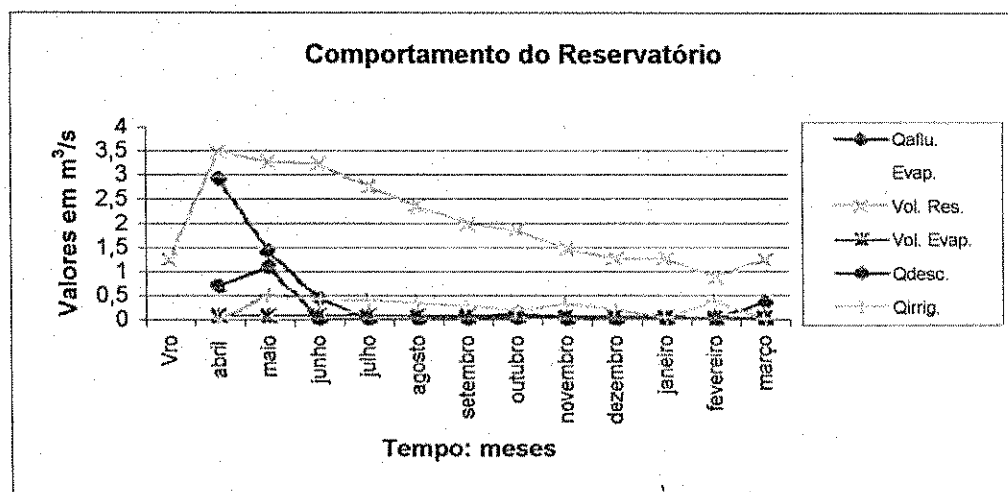


Figura 6.7.3 - Comportamento do reservatório de Vazante no cenário normal

Tabela 6.7.7 - Resultados referentes as culturas irrigadas (Vazante cenário normal)

Culturas	Mão de obra (diárias)	Rec. Líquida (em mil R\$)	Área Irrig. (em ha)	Período de cultivo
Perene	13478	631,15	94,25	Todo o ano
sazonal 1	15648	943,56	146,24	abr. a jul.
sazonal 2	27462	1655,99	256,66	mai. a ago.
sazonal 3	25881	1560,68	241,88	jun. a set.
sazonal 4	26004	1568,05	243,03	jul. a out.
sazonal 5	19827	1195,59	185,3	ago. a nov.
sazonal 6	6956	419,46	65,01	set. a dez.
sazonal 7	7349	443,17	68,69	out. a jan.
sazonal 8	5437	327,84	50,81	nov. a fev.
sazonal 9	5710	344,3	53,36	dez. a mar.
sazonal 10	9386	566	87,72	jan. a abr.
sazonal 11	9167	552,79	85,67	fev. a mai.
sazonal 12	12556	757,13	117,34	mar. a jun.
totais	184861	10965,71	1695,96	

Tabela 6.7.8 - Resultado referentes a piscicultura (Vazante cenário normal)

Variáveis do modelo	Resultado
Área mínima (Km ²)	0,392
Produção Firme (t)	4,71
Mão de Obra (Pescadores)	3
Rec. Líquida (em R\$)	5530,84

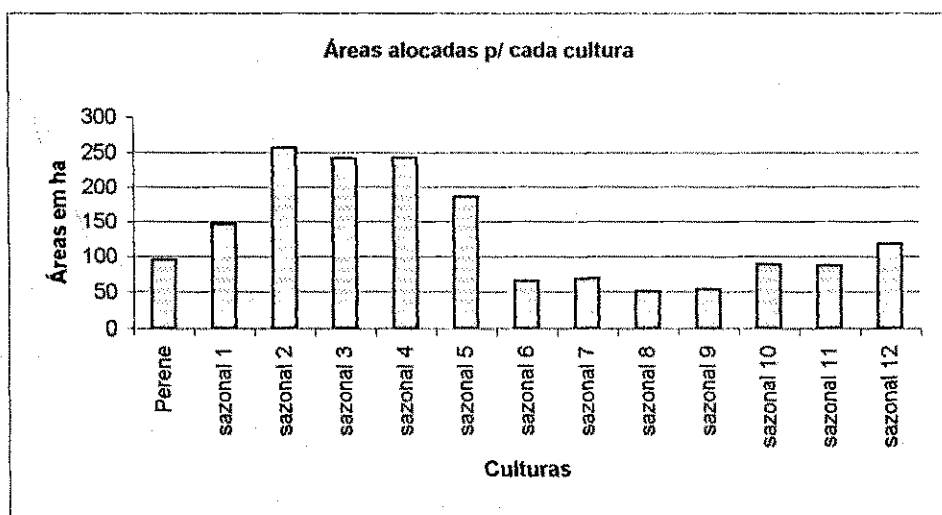


Figura 6.7.4 - Alocação da área irrigada para cada cultura em Vazante no cenário normal

Tabela 6.7.9 - Dados hidrológicos e resultados (Vazante cenário chuvoso)

Meses	vazões afuentes (m³/s)	Precipit. (mm)	Evapor. (mm)	Volume reservat. (hm³)	Volume evapor. (hm³)	diferença entre Vol. do reserv. e Vo (hm³)
agosto	0	0	271,9	2,735	0,121	-0,901
setembro	0	0	299,6	2,152	0,095	-1,484
outubro	0	0	332,9	1,678	0,075	-1,958
novembro	0,02	70,4	319	0,983	0,042	-2,653
dezembro	0,01	85,7	310,6	0,947	0,032	-2,689
janeiro	0,04	140,5	272,3	3,92	0,1	0,284
fevereiro	0,25	300,7	215,4	8,703	0,168	5,067
março	3,08	374,6	204,1	9,091	0,174	5,455
abril	4,03	213,3	182,4	8,822	0,169	5,186
maio	1,29	146,1	183,1	6,608	0,164	2,972
junho	0,85	14,7	182,2	5,733	0,181	2,097
julho	0,11	0	219,9	4,813	0,174	1,177
total	9,68	1346,00	2993,4	56,185	1,495	
média	0,807	112,167	249,450	4,682	0,125	

minc	=	8
$V_{m\acute{a}x}$ (m³)	=	9091200
$V_{m\acute{i}n}$ (m³)	=	909120
$V_{o(0,4V_{m\acute{a}x})}$ (m³)	=	3636480
sust.	=	100
$A_{m\acute{a}x}$ Perim. Irrig.	=	5000 ha
Acmax	=	900 ha
Acmin	=	1 ha
$A_{bac. Hid.}$ (m²)	=	1337600
t (s)	=	2626560

Tabela 6.7.10 - Dados hidrológicos e resultados em m³/s (Vazante cenário chuvoso)

Meses	vazões afuentes (m³/s)	Evapor. (m³/s)	Volume reservat. (m³/s)	Volume evapor. (m³/s)	Vazão de descarga (m³/s)	Vazão de tomada d'água abast. (m³/s)	Vazão de tomada d'água irrig. (m³/s)	Vazão Vertida (m³/s)	Vazão terminal (m³/s)
Vro			1,386						
agosto	0	0,138	1,041	0,046	0,003	0	0,285	0	0,003
setembro	0	0,153	0,819	0,036	0,047	0	0,166	0	0,047
outubro	0	0,170	0,639	0,029	0,004	0	0,165	0	0,004
novembro	0,02	0,162	0,374	0,016	0,143	0	0,156	0	0,143
dezembro	0,01	0,158	0,361	0,012	0,274	0	0	0	0,274
janeiro	0,04	0,139	1,492	0,038	1,948	0	0	0	1,948
fevereiro	0,25	0,110	3,313	0,064	2,201	0	0	0	2,201
março	3,08	0,104	3,461	0,066	1,069	0	0,071	0	1,069
abril	4,03	0,093	3,359	0,064	0	0	0,894	0	0
maio	1,29	0,093	2,516	0,062	0,019	0	0,866	0	0,019
junho	0,85	0,093	2,183	0,069	0	0	0,259	0	0
julho	0,11	0,112	1,832	0,066	0,001	0	0,277	0	0,001
total	9,68	1,524	21,391	0,569	5,709	0,000	3,139	0,000	5,709
média	0,8067	0,1270	1,783	0,047	0,476	0,000	0,262	0,0000	0,476

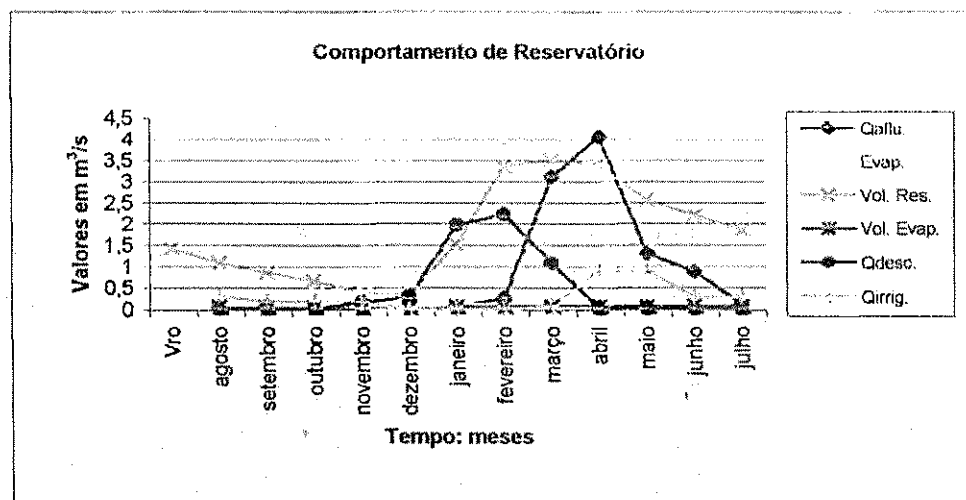


Figura 6.7.5 - Comportamento do reservatório de Vazante no cenário chuvoso

Tabela 6.7.11 - Resultados referentes as culturas irrigadas (Vazante cenário chuvoso)

Culturas	Mão de obra (diárias)	Rec. Líquida (em mil R\$)	Área Irrig. (em ha)	Período de cultivo
Perene	9186	430,19	64,24	Todo o ano
sazonal 1	98364	5931,44	919,29	ago. a nov.
sazonal 2	20406	1230,5	190,71	set. a dez.
sazonal 3	8697	524,44	81,28	out. a jan.
sazonal 4	130796	7887,16	1222,4	nov. a fev.
sazonal 5	6783	406	63,39	dez. a mar.
sazonal 6	2797	168,65	26,14	jan. a abr.
sazonal 7	17318	1044,3	161,85	fev. a mai.
sazonal 8	5333	321,58	49,84	mar. a jun.
sazonal 9	251	15,16	2,35	abr. a jul.
sazonal 10	6262	377,61	58,52	mai. a ago.
sazonal 11	12632	761,73	118,06	jun. a set.
sazonal 12	1404	84,68	13,12	jul. a out.
totais	320229	19183,44	2971,19	

Tabela 6.7.12 - Resultado referentes a piscicultura (Vazante cenário chuvoso)

Variáveis do modelo	Resultado
Área mínima (Km ²)	0,185
Produção Firme (ton)	2,23
Mão de Obra (Pescadores)	1
Rec. Líquida (em R\$)	2614,97

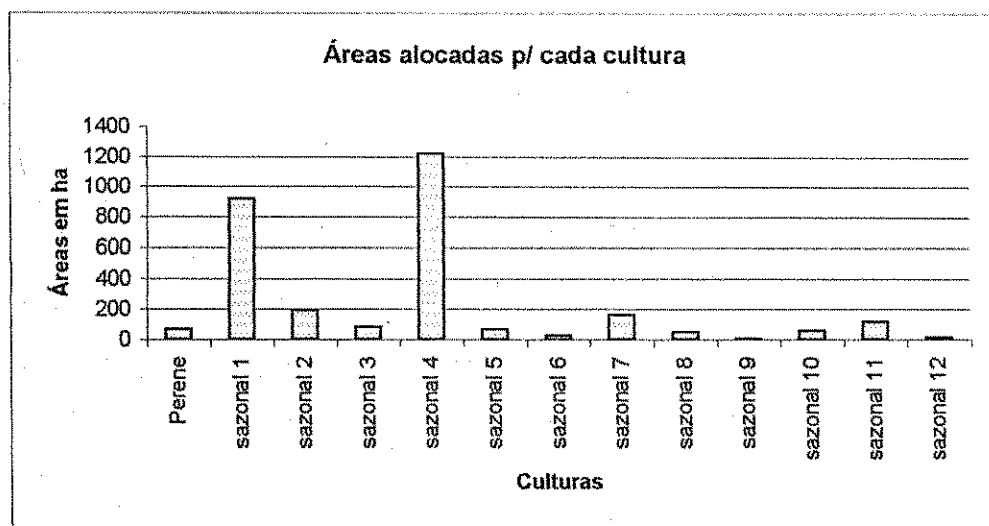


Figura 6.7.6 - Alocação da área irrigada para cada cultura em Vazante no cenário chuvoso

Tabela 6.7.13 - Dados hidrológicos e resultados (Vazante cenário seco)

Meses	vazões afluentas (m³/s)	Precipit. (mm)	Evapor. (mm)	Volume reservat. (hm³)	Volume evapor. (hm³)	diferença entre Vol. do reserv. e Vo (hm³)
agosto	0	0	272,3	3,382	0,118	-0,254
setembro	0	0	215,4	3,246	0,126	-0,390
outubro	0	0	204,1	3,1	0,135	-0,536
novembro	0	0	182,4	2,963	0,124	-0,673
dezembro	0	24,1	183,1	2,848	0,117	-0,788
janeiro	0	0	182,2	2,725	0,099	-0,911
fevereiro	0,01	52,6	219,9	2,671	0,077	-0,965
março	0	21,3	271,9	2,569	0,071	-1,067
abril	0	17,5	299,6	2,506	0,062	-1,130
maio	0,01	41,5	332,9	2,401	0,06	-1,235
junho	0	9,5	319	2,238	0,056	-1,398
julho	0	15,3	310,6	2,036	0,063	-1,600
total	0,02	181,80	2993,4	32,685	1,108	
média	0,002	15,150	249,450	2,724	0,092	

minc	=	8
$V_{\max}$ (m³)	=	9091200
$V_{\min}$ (m³)	=	909120
V_o (0,4V _{mb}) (m³)	=	3636480
sust.	=	56
A _{máx. Perím. Irrig.}	=	500 ha
A _{cmax}	=	500 ha
A _{cmin}	=	0,5 ha
A _{bac. Hid.} (m²)	=	1337600
t (s)	=	2626560

Tabela 6.7.14 - Dados hidrológicos e resultados em m³/s (Vazante cenário seco)

Meses	vazões afluentas (m³/s)	Evapor. (m³/s)	Volume reservat. (m³/s)	Volume evapor. (m³/s)	Vazão de descarga (m³/s)	Vazão de tomada d'água abast. (m³/s)	Vazão de tomada d'água irrig. (m³/s)	Vazão Vertida (m³/s)	Vazão terminal (m³/s)
Vro			1,385						
agosto	0	0,139	1,288	0,045	0	0	0,05	0	0
setembro	0	0,110	1,236	0,048	0	0	0,002	0	0
outubro	0	0,104	1,180	0,051	0	0	0,002	0	0
novembro	0	0,093	1,128	0,047	0,001	0	0,002	0	0,001
dezembro	0	0,093	1,084	0,045	0	0	0,002	0	0
janeiro	0	0,093	1,037	0,038	0	0	0,008	0	0
fevereiro	0,01	0,112	1,017	0,029	0	0	0,01	0	0
março	0	0,138	0,978	0,027	0	0	0,015	0	0
abril	0	0,153	0,954	0,024	0	0	0,013	0	0
maio	0,01	0,170	0,914	0,023	0	0	0,023	0	0
junho	0	0,162	0,852	0,021	0,005	0	0,036	0	0,005
julho	0	0,158	0,775	0,024	0	0	0,054	0	0
total	0,02	1,524	12,444	0,422	0,006	0,000	0,217	0,000	0,006
média	0,0017	0,1270	1,037	0,035	0,001	0,000	0,018	0,0000	0,001

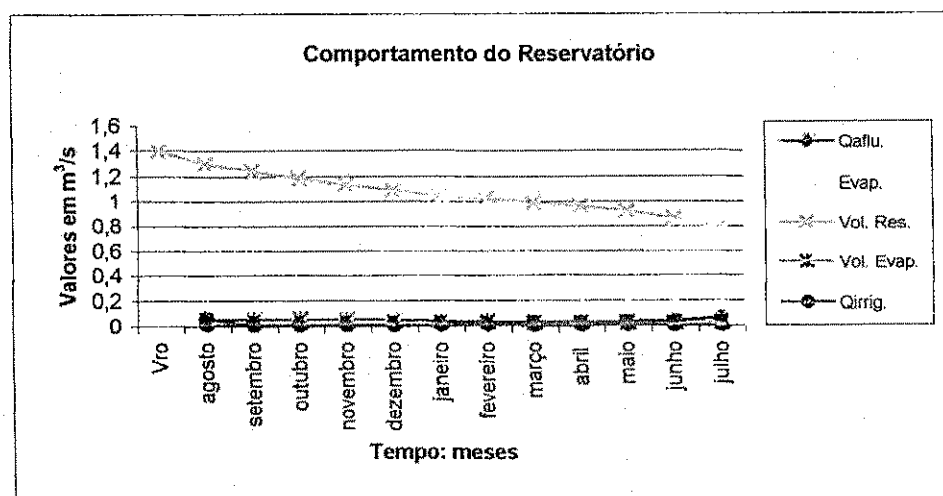


Figura 6.7.7 - Comportamento do reservatório de Vazante no cenário seco

Tabela 6.7.15 - Resultados referentes as culturas irrigadas (Vazante cenário seco)

Culturas	Mão de obra (diárias)	Rec. Líquida (em mil R\$)	Área Irrig. (em ha)	Período de cultivo
Perene	72	3,35	0,5	Todo o ano
sazonal 1	1285	77,46	12,01	ago. a nov.
sazonal 2	1087	65,54	10,16	set. a dez.
sazonal 3	54	3,23	0,5	out. a jan.
sazonal 4	61	3,68	0,57	nov. a fev.
sazonal 5	7281	439,06	68,05	dez. a mar.
sazonal 6	54	3,23	0,5	jan. a abr.
sazonal 7	54	3,23	0,5	fev. a mai.
sazonal 8	54	3,23	0,5	mar. a jun.
sazonal 9	54	3,23	0,5	abr. a jul.
sazonal 10	54	3,23	0,5	mai. a ago.
sazonal 11	54	3,23	0,5	jun. a set.
sazonal 12	54	3,23	0,5	jul. a out.
totais	10218	614,93	95,29	

Tabela 6.7.16 - Resultado referentes a piscicultura (Vazante cenário seco)

Variáveis do modelo	Resultado
Área mínima (Km ²)	0,356
Produção Firme (t)	4,27
Mão de Obra (Pescadores)	3
Rec. Líquida (em R\$)	5015,95

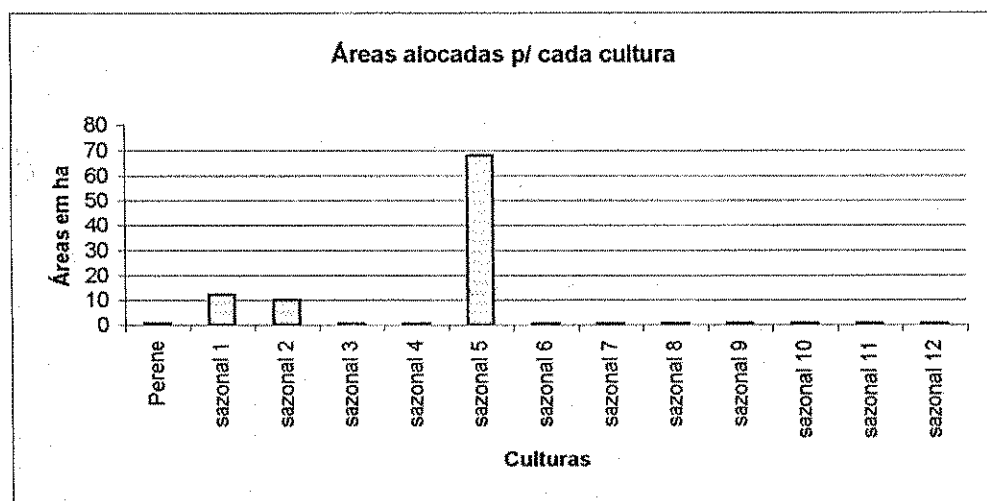


Figura 6.7.8 - Alocação da área irrigada para cada cultura em Vazante no cenário seco

7 – CONCLUSÕES

Na presente pesquisa foi aplicado um modelo de otimização, com o objetivo de estudar a operação ótima do sistema hídrico formado pelos reservatórios, SANTA INÊS, CONDADO, SERRA VERMELHA I, PIRANHAS, VÍDEO, VAZANTE E POÇO REDONDO, considerando quatro cenários climáticos (médio ou padrão, normal, chuvoso e seco) e várias condições iniciais, buscando maximizar o retorno financeiro com agricultura irrigada e piscicultura extensiva. O modelo utilizado é não linear, e otimizou a alocação de água dos reservatórios para os vários usos considerados e, ao mesmo tempo, atendendo ao critério de sustentabilidade hídrica em cada reservatório.

Foram analisados, inicialmente, 23 culturas das quais, 8 perenes (banana, manga, coco, maracujá, graviola, mamão, pinha e goiaba) e 15 sazonais (algodão safra (s) e entressafra (es), algodão (s) e (es), feijão (s) e (es), milho (s) e (es), cebola (s) e (es), melão (s) e (es) e tomate (s) e (es)). Ao rodar o modelo com estas culturas e diferentes sistemas de irrigação, verificou-se que algumas culturas apresentavam receita líquida negativa, ou seja, não era viável irrigar estas culturas. Como o interesse da pesquisa era averiguar o potencial hídrico do reservatório para atender ao uso da irrigação, ressaltados os usos prioritários de abastecimento humano e animal, determinou-se duas novas culturas a partir destas culturas: uma representativa das perenes, formadas pela média das características das culturas perenes com receita líquida positiva, e outra representativa das sazonais, formadas com a média das características das culturas sazonais com receita líquida positiva. Considerando estas duas culturas representativas e os objetivos da pesquisa, tem-se as seguintes conclusões:

Para o reservatório de Santa Inês, em todos os cenários exceto o cenário seco, o modelo utilizou toda a água disponível. A maior Receita Líquida otimizada foi de R\$14.891.370,00, referente ao cenário padrão, cujo volume inicial de operação do reservatório foi definido para 10.968.405 m³ (42%V_{max}), a área ocupada potencialmente para irrigação foi de 2.307,92 ha, respeitando as restrições impostas, principalmente a

sustentabilidade hídrica do reservatório. Para piscicultura, o modelo indicou o cenário padrão o melhor entre os quatro para a execução desta atividade, com uma receita líquida de R\$18.553,16, sendo o cenário normal, o que mais se aproximou deste resultado.

Para o reservatório de Condado, o modelo utilizou todo potencial hídrico do açude, respeitando todas as restrições impostas ao modelo, principalmente, o critério de sustentabilidade hídrica. A maior receita líquida calculada foi a do cenário chuvoso com R\$23.843.970,00, com o volume inicial de operação do reservatório definido para 14.006.521 m³ (40% de Vmax), a área ocupada potencialmente para irrigação foi de 3.695,41 ha. Para os cenários padrão e normal, o reservatório teve um comportamento praticamente idêntico no que diz respeito à área irrigada e respectivas receitas líquidas, diferenciando na distribuição das áreas irrigadas, onde no cenário normal foi mais homogênea. Com relação à piscicultura o cenário de maior receita líquida foi o normal com R\$19.071,64 e a menor foi para o chuvoso com R\$14.735,45.

Para o açude de Poço Redondo, houve dificuldade para atingir-se convergência para um volume inicial de 40% de Vmax. Neste caso os resultados podem ser de um ótimo local. Houve sobra de água nos cenários padrão, normal e chuvoso, sendo essa sobra mais acentuada no cenário chuvoso, ou seja, não foi utilizada toda a água disponível. Contudo, o modelo atendeu as demandas sem violar as restrições, principalmente a de sustentabilidade. A maior receita líquida calculada foi a do cenário chuvoso com R\$30.370.220,00 bem próximo dos cenários padrão e normal. A área correspondente alocada para irrigação foi de 4.697,79 ha. Mesmo com maior sobra de água, o cenário padrão se mostrou como o cenário mais rentável em termos de receita líquida, em comparação com o cenário normal. Já com relação à piscicultura é mais vantajoso esse tipo de atividade no cenário normal onde a receita líquida foi de R\$27.095,40 o que empregaria 15 trabalhadores por ano.

O modelo encontrou dificuldades para atingir convergência, atendendo as restrições impostas, para o reservatório de Piranhas, havendo a necessidade de alterar os volumes iniciais para 68% de Vmax no cenário padrão e 76% de Vmax para os cenários normal e chuvoso. A maior receita líquida otimizada foi de R\$28.653.500,00, referente ao cenário chuvoso. A área irrigada foi de 4.440,70 ha. Para piscicultura, o modelo indicou o cenário seco o melhor entre os quatro para a execução desta atividade, com uma receita líquida de R\$16.292,86, sendo o cenário normal o que mais se aproximou deste resultado.

Para o reservatório Serra Vermelha I, o modelo rodou sem nenhuma dificuldade em obter o ótimo, obedecendo todas as restrições para os cenários padrão, normal e chuvoso. A maior receita líquida otimizada foi de R\$8.306.500,00, referente ao cenário chuvoso, cujo volume inicial de operação do reservatório foi de 4.720.469 m³ (40% de Vmax), a área ocupada potencialmente para irrigação foi de 1.287,31 ha. Para piscicultura, o modelo indicou o cenário seco como o melhor entre os quatro para essa atividade, com uma receita líquida de R\$9.789,95, sendo o cenário padrão o que mais se aproximou deste resultado.

O reservatório de Vídeo apresentou problemas de convergência, quando colocado um volume inicial de 40% de Vmax, tendo este que ser mudado para 35% e 60% de Vmax, nos cenários padrão e normal, o que pode ter ocorrido talvez em razão da sua pequena capacidade associada a um padrão de afluxos em que nos cinco meses iniciais não há nenhuma vazão afluente ao reservatório. A maior receita líquida otimizada foi de R\$8.213.270,00 referente ao cenário chuvoso, cujo volume inicial de operação do reservatório foi de 2.416.105 m³ (40% de Vmax), a área ocupada potencialmente para irrigação foi de 1.272,75 ha. O cenário normal foi o que apresentou maior receita líquida (R\$7.423,22) para piscicultura, o que seria suficiente para empregar 4 pescadores por ano.

Para o reservatório de Vazante, foi difícil encontrar condições iniciais que possibilitassem a convergência da solução, o que pode ter ocorrido em razão da pequena capacidade deste açude. Com o início do processo, no cenário padrão e normal, no mês de abril e no chuvoso o mês de agosto, o modelo apresentou maior receita líquida para o cenário chuvoso (R\$19.183.440,00), cujo volume inicial de operação do reservatório foi de 3.636.480 m³ (40% de Vmax) com uma área irrigada potencialmente de 2.971,19 ha. Para piscicultura, o modelo indicou o cenário normal como o melhor entre os quatro para a execução desta atividade, com receita líquida de R\$5.530,84, sendo o cenário seco o que mais se aproximou deste resultado.

Portanto, nos cenários padrão, normal e chuvoso o modelo utilizou todo o potencial hídrico dos reservatórios, respeitando todas as restrições impostas ao mesmo, principalmente o de sustentabilidade hídrica.

Os reservatórios trabalham em condições bastante precárias, para anos considerados secos, não sendo possível irrigar nada com o critério de sustentabilidade, ou seja, o volume final maior ou igual ao volume inicial, e irrigando muito pouco, mesmo

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, P. R. G. S. DE. (2000). *Operação Integrada Ótima do Sistema Hídrico Jucazinho-Carpina, para Múltiplos Usos - Rio Capibaribe/PE*. 226p. Dissertação (Mestrado). Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil, área de concentração: Recursos Hídricos. Universidade Federal da Paraíba, Campina Grande – PB.

ALBUQUERQUE, A. S. O. (2003). *Operação Ótima e Integrada do Sistema Hídrico Composto pelos Reservatórios do Alto Capibaribe*. 176p. Dissertação (Mestrado). Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil, área de concentração: Recursos Hídricos. Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande – PB.

ALBUQUERQUE, A. S. O., ANDRADE, P. R. G. S, CURI, R. C. e CURI, R. F. (2003). Uma Análise da Operação de um Sistema de Cinco Reservatório do Alto Capibaribe, Pernambuco. *Anais XV Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos*.(CD). Curitiba. PR.

ALMEIDA, M. A. (2001). *Estimativa da Receita Líquida e Empregos com Uso da Água Otimizado de um Reservatório no Semi-Árido Paraibano*. 117p. Dissertação (Mestrado). Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil, área de concentração: Recursos Hídricos. Universidade Federal da Paraíba, Campina Grande – PB.

ARCHIBALD, T. W., MCKINNON, K. I. M. e THOMAS, L. C. (1997). An Aggregate Stochastic Dynamic Programming Model of Multireservoir Systems. *Water Resources Research*, vol. 33, nº2.

BARBOSA, P. S. F. (1997). Modelos de Programação Linear em Recursos Hídricos. In *Técnicas Quantitativas para Gerenciamento de Recursos Hídricos*. Porto Alegre: Editora Universidade/UFGRS-ABRH. Brasil. p. 97-163.

BARROS, M.T.L de. (1997). Programação dinâmica aplicada à engenharia de recursos hídricos. In: *Técnicas Quantitativas para o Gerenciamento de Recursos Hídricos*. Porto Alegre: Editora Universidade/UFGRS-ABRH. Brasil. p.239-272.

BARTH, F. T. (1987). Fundamentos para Gestão dos Recursos Hídricos. In: *Modelos para Gerenciamento de Recursos Hídricos*. São Paulo: NOBEL/ABRH. (Coleção ABRH de Recursos Hídricos, 1). Brasil. p. 1-91.

BRAGA, B. S. F E NAKAYAMA, P. T. (1998). Sistema de suporte à decisão em recursos hídricos. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos (ABRH)*, vol. 3, nº 3: 73-95.

CÂMARA, E. P. (2000). *Otimização da Água do Reservatório Coremas/Mãe D'água para Múltiplos Usos*. Dissertação (Mestrado). Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil, área de concentração: Recursos Hídricos. Universidade Federal da Paraíba, Campina Grande – PB.

CAMPOS, N. (2001). Gestão de águas: novas visões e paradigmas. In: *Gestão de Águas*. Porto Alegre: ABRH. Brasil. p.17-23.

CARVALHO, D. F. C., SOARES, A. A., RIBEIRO, C. A. A. S., SEDIYAMA, G. C. e PRUSKI, F. F. (2000). Otimização do Uso da Água no Perímetro Irrigado do Gorutuba, Utilizando-se a Técnica da Programação Linear. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos (ABRH)*, vol. 4, nº2: 203-209.

CARVALHO, H. O., HOLZAPFEL, E. A., LOPEZ, M. A. e MARINO, M. A. (1998). Irrigated Cropping Optimization. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering*, vol. 124, nº2.

CIRILO, J. A. (1997). Programação não linear aplicada a recursos hídricos, in: *Técnicas Quantitativas para o Gerenciamento de Recursos Hídricos*. Porto Alegre: Editora Universidade/UFGRS-ABRH. Brasil. p.305-356.

CRAWLEY, P. D; DANDY, G. C. (1992). Optimal operation of multiple-reservoir system. *Journal of Water Resources Planning and Management*, vol. 119, nº1.

CURI, R. C., CURI, W. F. e CELESTE, A. B. (1997). Alocação ótima de água do reservatório engenheiro Arco Verde para irrigação via programação não linear. *Anais XII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos (CD)*. Vitória. ES.

CURI, R. C., CURI, W. F. e CELESTE, A. B. (1999). Método de Otimização para Operação de Reservatórios (ORNAP). Universidade Federal da Paraíba, Campina Grande – PB.

CURI, W.F. E CURI, R.C. (2001). "ORNAP - Optimal Reservoir Network Analysis Program ", *Anais V Simpósio de Hidráulica e Recursos Hídricos dos Países de Língua Oficial Portuguesa*.(CD). Aracajú. SE.

EVALUACIÓN GLOBAL DE LOS RECURSOS MUNDIALES DE ÁGUA DOCE: Artículo Especial. *Waterway*, Boletim IHP, n.11, jul/set. 1997. [Comunicação via internet: http://www.unesco.org.uy/phi/wateresp/wa11_astept].

FONTANE, D. G., GATES, T. K. e MONCADA, E. (1997). Planning Reservoir Operations With Imprecise Objectives. *Jornal of Water Resources Planning and Management*, vol. 123, nº3.

GOMES, H. P. (1999). *Engenharia de irrigação hidráulica dos sistemas pressurizados, aspersão e gotejamento*. Editora Universitária – UFPB, Campina Grande-PB, 3ª Edição. 412p.

GOVERNO DO ESTADO DA PARAÍBA. (1996). *Diagnóstico do plano diretor das bacias hidrográficas do Piancó/Piranhas*. SCIENTEC, João Pessoa.

HALL, W. B.; DRACUP, J. (1970). *Water resources system engineering*. New York. Mc Graw-Hill. 372p.

KELMAN, J.; DAMAZIO, J. M.; MARIËN, J. L. e COSTA, J. P. (1989). The determination of flood control volumes in a multireservoir system. *Water Resources Research*, vol. 25, nº3: 337-334.

KUO, S. F., LIU, C. W. e CHEN, S. K. (2003). Comparative Study of Optimization Techniques for Irrigation Project Planning. *Jornal of the American Water Resources Association (JAWRA)*, vol. 39, nº1.

LANNA, A. E. (1997). Análise de sistemas e engenharia de recursos hídricos. In: *Técnicas Quantitativas para o Gerenciamento de Recursos Hídricos*. Organizador: Rubem La Laina Porto. Porto Alegre: Editora Universidade/UFRGS/ABRH, RS. p.15-41.

- LANNA, A. E. (1993). Gestão de Recursos Hídricos. In: *Hidrologia: Ciência e Aplicação*, Porto Alegre: Editora da Universidade/UFRGS – ABRH. p.727-768.
- LARAQUE, A. (1989). *Estudo e Previsão da Qualidade da Água de Açudes do Nordeste Semi-Árido Brasileiro*. SUDENE/DPG/PRN (Hidrologia, 26), Recife. p.29.
- LIMA, C. A. G. (2003). Otimização do sistema hídrico para usos múltiplos da bacia hidrográfica do Rio Piancó. Projeto de pesquisa de doutorado. UFCG, Campina Grande, PB.
- LOUCKS, D.P., STEDINGER, J.R. E HAITH, D.A., (1981). *"Water resources system planning and analysis"*. Prentice Hall, Englewood Cliffs, N.J.
- MARTIN, Q. W. (1983). *"Optimal operation of surface water system"*, J. Water Resour. Planning and Mgmt., ASCE, 113(4), p 453-470.
- MÉLLO Jr., A. V., MATOS, L. N. (1999). Otimização da Operação de Reservatório pela Programação Dinâmica em um Processo de Decisão Markoviano. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos (ABRH)*, vol. 4, nº3: 5-15.
- MOLLE, F. e CADIER, E. (1992). *Manual do Pequeno Açude*. SUDENE, Pernambuco, Brasil. p 149-185.
- NISHIKAWA, T. (1998). Water-Resources Optimization Model for Santa Barbara, California. *Jornal of Water Resources Planning and Management*, vol. 124, nº5.
- OLIVEIRA, E. F. C. C. (2000). *Simulação da operação e estimativa dos benefícios sócio-econômicos do reservatório Coremas/ Mãe D'água sujeito a múltiplos usos*. 207p. Dissertação (Mestrado). Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil, área de concentração: Recursos Hídricos. Universidade Federal da Paraíba, Campina Grande – PB.
- OLIVEIRA, J. A., LANNA, A. E. L. (1997). Otimização de um Sistema de Múltiplos Reservatórios Atendendo a Múltiplos Usos no Nordeste Brasileiro. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos (ABRH)*, vol. 2, nº2: 123-141.
- OVERTON, D. E. e MEADOWS, M. E. (1976). Introduction and Modeling Concepts. In: *Stormwater Modeling*. New York: Academic Press, Inc. 355p.

- PICCARDI, C., SESSA, R. S. (1991). Stochastic Dynamic Programming for Reservoir Optimal Control: Dense Discretization and Inflow Correlation Assumption Made Possible by Parallel Computing. *Water Resources Research*, vol. 27, nº5.
- PILAR, J. V., LANNA, A. E. (1999). Planejamento por Otimização Linear de um Sistema de Recursos Hídricos sem Regularização: Bacia do Rio Paracatu. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos (ABRH)*, vol. 4, nº2: 61-72.
- PORTO, R. L. L. e AZEVEDO, L. G. T. (1997). Sistemas de suporte a decisões aplicadas a problemas de recursos hídricos. In: *Técnicas Quantitativas para o Gerenciamento de Recursos Hídricos*. Porto Alegre: Editora da Universidade/ UFRGS – ABRH. Brasil. p.43-95.
- RAVIKUMAR, V., VENUGOPAL, K. (1998). Optimal Operation of South Indian Irrigation Systems. *Jornal of Water Resources Planning and Management*, vol. 124, nº5.
- RIGHETTO, A. M., FILHO, J. A. G. (2003). Utilização Ótima dos Recursos Hídricos Superficiais do Estado do Rio Grande do Norte. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos (ABRH)*, vol. 8, nº2: 19-29.
- SCIENTEC. Associação para Desenvolvimento da Ciência e Tecnologia. (1997). *Plano Diretor de Recursos Hídricos da Paraíba: Bacias do Rio Piancó e do Alto Piranhas*. SEPLAN. Paraíba. Brasil.
- SILVA, W. P. e SILVA, C. M. D. P. S. (2003). *LAB fit – Tratamento de dados experimentais*. DF/CCT/UFPB – Campina Grande, PB. Brasil.
- SIMONOVIC, S. P., (1992). "Reservoir system analysis: closing gap between theory and practice", *J. Water Resour. Plng. and Mgmt.*, ASCE, 118(3), p.262-280.
- SINHA, A. K., RAO, B. V. e BISCHOF, C. H. (1999). Nonlinear Optimization Model for Screening Multipurpose Reservoir Systems. *Jornal of Water Resources Planning and Management*, vol. 125, nº4.
- SUDENE. (1990). *Dados Pluviométricos Mensais do Nordeste – Estado da Paraíba*. Série pluviométrica 5. Recife – PE. Brasil.

TUCCI, C. E. M. (1998). *Modelos Hidrológicos*. Editora Universidade/UFRGS/ ABRH, Porto Alegre, RS.

VIEIRA, V. P. P. B. (1996). Recursos hídricos e o desenvolvimento sustentável do semi-árido nordestino. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos* (ABRH), vol. 1, nº1.

VILLELA, S. M e MATTOS, A. (1975). *Hidrologia Aplicada*. McGraw – Hill do Brasil, São Paulo, SP.

WURBS, R. A. (1993). Reservoir-system simulation and optimization models. *Journal of Water Resources Planning and Management*, vol. 119, nº4.

WURBS, R. A., TIBBETS, M.N., CABEZAS, L.M. e EROY, L.C. (1985). "State-of-the-art review and annotated bibliography of systems analysis techniques applied to reservoir operation", Tech. Rep. 136, Texas Water Resources Institute, College Station, Tex.

YEH, W., W-G, (1985). "Reservoir management and operation models: a state-of-the-art review", *Water Resour. Res.*, 21(12), p.1797-1818.

ANEXOS

Anexo 1 - Dados técnicos do açude SANTA INÊS

Bacia hidrográfica	Rio Piancó	Cota(m)	Área (m ²)	Volume (m ³)
Curso barrado	Santa Inês	73,00	0	0
Município	Conceição	74,00	2.500	1.250
Origem da Ficha	DNOCS	75,00	7.500	6.250
Latitude		76,00	16.500	18.250
Longitude		77,00	52.500	52.750
Latitude (UTM - Km)	9.156,70	78,00	110.000	134.000
Longitude (UTM - Km)	544,60	79,00	206.250	292.125
Volume máximo (m ³)	26.115.250,00	80,00	295.500	543.000
Volume morto (m ³)	864.625,00	81,00	347.750	864.625
Barragem		82,00	406.500	1.241.750
Altura (m)	28,10	83,00	464.000	1.677.000
Comprimento (m)	412,00	84,00	556.250	2.187.125
Material	Terra	85,00	726.750	2.828.625
Vertedor		86,00	781.250	3.582.625
Largura (m)	50,00	87,00	885.000	4.415.750
Material		88,00	975.000	5.345.750
Tipo	Creager	89,00	1.066.250	6.366.375
Cota da soleira (m)	100,00	90,00	1.267.750	7.533.375
Cota mínima (m)	73,00	91,00	1.387.500	8.861.000
Cota do Porão (m)	81,00	92,00	1.482.500	10.296.000
Outras Informações		93,00	1.584.000	11.829.250
Início de construção	1982	94,00	1.675.000	13.458.750
Conclusão de construção	1985	95,00	1.853.250	15.222.875
Finalidade	Irrigação, abastecimento	96,00	2.035.000	17.167.000
	piscicultura e perenização	97,00	2.112.500	19.240.750
Área bac.hidráulica (ha)	259,00	98,00	2.198.750	21.396.375
Área bac.hidrográfica (km ²)	104,80	99,00	2.324.500	23.658.000
Classif. água para abastec.		100,00	2.590.000	26.115.250
Classif. água para irrigação				
Existe curva cota/área/vol.	Sim			
K				
Alfa				

Executor DNOCS

Proprietário DNOCS

Observação: existe duas barragens auxiliar, sendo uma de terra.

Anexo 2 - Dados técnicos do açude CONDADO

Bacia hidrográfica	Piancó	Cota(m)	Área (m ²)	Volume (m ³)
Curso barrado	Rio Piancó	49	1564	782
Município	Conceição	50	7250	5189
Origem da Ficha	SUPLAN	51	36425	27026,5
Latitude		52	65600	78039
Longitude		53	94775	158226,5
Latitude (UTM - Km)		54	123960	267589
Longitude (UTM - Km)		55	153125	406126,5
Volume máximo (m ³)	35.016.302,00	56	229250	597314,5
Volume morto (m ³)		57	305375	964826,5
Barragem		58	381500	1208084
Altura (m)	35,06	59	457625	1627626,5
Comprimento (m)		60	533750	2123314
Material	Terra	61	634250	2707314
Vertedor		62	734750	3391814
Largura (m)	100,00	63	835250	4176814
Material		64	935750	5062314
Tipo		65	1036250	6048314
Cota da soleira (m)		66	1142375	7137626,5
Cota mínima (m)		67	1248500	8333064
Cota do Porão (m)		68	1354625	9634626,5
Outras Informações		69	1460750	11042314
Início de construção		70	1566675	12556127
Conclusão de construção		71	1684939	14182033,5
Finalidade	Abastecimento e irrigação	72	1803001	15926003
Área bac.hidráulica (ha)	310,00	73	1921064	17788035,5
Área bac.hidrográfica (km ²)	132,00	74	2039127	19769131
Classif. água para abastec.		75	2157190	21866289,5
Classif. água para irrigação		76	2346315	24118042
Existe curva cota/área/vol.	Sim	77	2535440	26558919,5
K		78	2724565	29188922
Alfa		79	2913729	32008049,5
		80	3102815	35016302

Executor SUPLAN
Proprietário SUPLAN

Anexo 3 - Dados técnicos do açude SERRA VERMELHA I

Bacia hidrográfica	Piancó	Cota (m)	Área (m ²)	Volume (m ³)
Curso barrado	Rio Serra Vermelha	71,00	0	-
Município	Conceição	72,00	5.000	2.500
Origem da Ficha	CAGEPA/SUPLAN	73,00	11.562	10.781
Latitude		74,00	23.128	28.125
Longitude		75,00	46.000	62.689
Latitude (UTM - Km)	9.166,20	76,00	95.400	133.384
Longitude (UTM - Km)	553,10	77,00	144.800	253.489
Volume máximo (m ³)	11.801.173,00	78,00	194.200	422.989
Volume morto (m ³)	28.125,00	79,00	243.600	641.889
Barragem		80,00	293.000	910.189
Altura (m)		81,00	376.150	1.244.764
Comprimento (m)	169,00	82,00	426.550	1.646.114
Material	Terra	83,00	498.327	2.108.552
Vertedor		84,00	570.104	2.642.767
Largura (m)	45,00	85,00	641.880	3.248.756
Material		86,00	744.479	3.941.938
Tipo	Alvenaria de Pedra	87,00	847.078	4.737.716
Cota da soleira (m)	93,00	88,00	949.677	5.636.093
Cota mínima (m)	71,00	89,00	1.052.276	6.637.069
Cota do Porão (m)	73,60	90,00	1.154.873	7.740.643
Outras Informações		91,00	1.287.298	8.961.728
Início de construção	Projeto Canaã	92,00	1.419.723	10.315.238
Conclusão de construção	Projeto Canaã	93,00	1.552.145	11.801.173
Finalidade	Abastecimento, Irrigação e Pscicultura	94,00	1.684.573	13.419.533
		95,00	1.816.998	15.170.318
Área bac.hidráulica (ha)	152,21	96,00	2.008.628	17.083.131
Área bac.hidrográfica (km ²)	59,00	97,00	2.200.274	19.187.582
Classif. água para abastec.		98,00	2.391.912	21.483.675
Classif. água para irrigação		99,00	2.583.550	23.971.406
Existe curva cota/área/vol.	Sim	100,00	2.775.188	26.650.775
K				
Alfa				

Executor 1o. BEC
 Proprietário CAGEPA
 Observação: Abastece Conceição.

Anexo 4 - Dados técnicos do açude PIRANHAS

Bacia hidrográfica	Piancó	Cota(m)	Área (m ²)	Volume (m ³)
Curso barrado	Rio Piancó	70,00	800	-
Município	Ibiara	71,00	4.480	2.640
Origem da Ficha	SUPLAN	72,00	8.160	8.960
Latitude		73,00	11.840	18.960
Longitude		74,00	15.520	32.640
Latitude (UTM - Km)	9.172,00	75,00	19.200	50.000
Longitude (UTM - Km)	564,00	76,00	36.640	77.920
Volume máximo (m ³)	25.696.200,00	77,00	54.080	123.280
Volume morto (m ³)		78,00	71.520	186.080
Barragem		79,00	88.960	266.320
Altura (m)	38,00	80,00	106.400	364.000
Comprimento (m)	514,00	81,00	178.000	506.200
Material	Terra	82,00	249.600	720.000
Vertedor		83,00	321.200	1.005.400
Largura (m)	96,00	84,00	392.800	1.362.400
Material	Concreto	85,00	464.400	1.791.000
Tipo		86,00	559.760	2.303.080
Cota da soleira (m)	103,00	87,00	655.120	2.910.520
Cota mínima (m)	70,00	88,00	750.480	3.613.320
Cota do Porão (m)		89,00	845.840	4.411.480
Outras Informações		90,00	941.200	5.305.000
Início de construção	Projeto Canaã	91,00	1.032.640	6.291.920
Conclusão de construção	dez-83	92,00	1.124.080	7.370.280
Finalidade	Abastecimento, Irrigação e	93,00	1.215.520	8.540.080
	Piscicultura	94,00	1.306.960	9.801.320
Área bac.hidráulica (ha)	234,20	95,00	1.398.400	11.154.000
Área bac.hidrográfica (km ²)	198,30	96,00	1.501.040	12.603.720
Classif. água para abastec.		97,00	1.603.680	14.156.080
Classif. água para irrigação		98,00	1.706.320	15.811.080
Existe curva cota/área/vol.	Sim	99,00	1.808.960	17.568.720
K		100,00	1.911.600	19.429.000
Alfa		101,00	2.005.600	21.387.600
		102,00	2.134.800	23.457.800
		103,00	2.342.000	25.696.200

Excutor SUPLAN

Proprietário SUPLAN

Observação: O sangradouro está bastante erodido e foi dado um reforço de concreto para conter a erosão.

Anexo 6 - Dados técnicos do açude VAZANTE (COURO DE VACA)

Bacia hidrográfica	Piancó	Cota (m)	Área (m ²)	Volume (m ³)
Curso barrado	Riacho-afluente do rio Piancó	20,00		
Município	Diamante	21,00	1.200	-
Origem da Ficha	SUPLAN	22,00	18.900	10.050
Latitude		23,00	36.600	37.800
Longitude		24,00	54.300	83.250
Latitude (UTM - Km)	9.180,00	25,00	72.000	146.400
Longitude (UTM - Km)	570,50	26,00	91.920	228.360
Volume máximo (m ³)	9.091.200,00	27,00	111.840	330.240
Volume morto (m ³)		28,00	131.760	452.040
Barragem		29,00	151.680	593.760
Altura (m)	26,00	30,00	171.600	755.400
Comprimento (m)	228,00	31,00	226.000	954.200
Material	terra	32,00	280.400	1.207.400
Vertedor		33,00	334.800	1.515.000
Largura (m)	72,20	34,00	389.200	1.877.000
Material	Alvenaria de pedra	35,00	443.600	2.293.400
Tipo		36,00	539.000	2.784.700
Cota da soleira (m)	43,00	37,00	634.400	3.371.400
Cota mínima (m)	20,00	38,00	729.800	4.053.500
Cota do Porão (m)		39,00	825.200	4.831.000
Outras Informações		40,00	920.600	5.703.900
Início de construção	Projeto Canaã	41,00	1.059.600	6.694.000
Conclusão de construção	Projeto Canaã	42,00	1.198.600	7.823.100
Finalidade		43,00	1.337.600	9.091.200
Área bac.hidráulica (ha)	133,76	44,00	1.476.600	10.498.300
Área bac.hidrográfica (km ²)	140,00	45,00	1.615.600	12.044.400
Classif. água para abastec.				
Classif. água para irrigação				
Existe curva cota/área/vol.	Sim			
K				
Alfa				

Executor SUPLAN
 Proprietário SUPLAN
 Observação:

Anexo 7 - Dados técnicos do açude POÇO REDONDO

Bacia hidrográfica	Piancó	Cota(m)	Área (m2)	Volume (m3)
Curso barrado	Riacho Poço Redondo	74,00	-	-
Município	Santana de Mangueira	75,00	5.520	-
Origem da Ficha	SUPLAN	76,00	30.648	18.084
Latitude	7°34'55"	77,00	55.776	61.296
Longitude	38°18'16"	78,00	80.904	129.636
Latitude (UTM - Km)		79,00	106.032	223.104
Longitude (UTM - Km)		80,00	131.160	341.700
Volume máximo (m3)	62.751.154,00	81,00	251.008	532.784
Volume morto (m3)		82,00	370.856	843.716
Barragem		83,00	490.704	1.274.496
Altura (m)	36,50	84,00	610.552	1.825.124
Comprimento (m)	672,00	85,00	730.400	2.495.600
Material	Terra	86,00	934.016	3.327.808
Vertedor		87,00	1.137.632	4.363.632
Largura (m)	150,00	88,00	1.341.248	5.603.072
Material		89,00	1.544.864	7.046.128
Tipo	Corte em rocha	90,00	1.748.480	8.692.800
Cota da soleira (m)	107,00	91,00	1.921.368	10.527.724
Cota mínima (m)	74,00	92,00	2.094.256	12.535.536
Cota do Porão (m)		93,00	2.267.144	14.716.236
Outras Informações		94,00	2.440.032	17.069.824
Início de construção		95,00	2.612.920	19.596.300
Conclusão de construção		96,00	2.810.872	22.308.196
Finalidade	Apenas irrigação	97,00	3.008.824	25.218.084
Área bac.hidráulica (ha)	540,00	98,00	3.206.776	28.325.844
Área bac.hidrográfica (kr)	452,50	99,00	3.404.728	31.631.596
Classif. água para abastec.		100,00	3.602.680	35.135.300
Classif. água para irrigação		101,00	3.902.249	38.500.740
Existe curva cota/área/vo	Sim	102,00	4.100.181	41.875.217
K		103,00	4.401.635	45.321.348
Alfa		104,00	4.599.569	49.275.120
		105,00	4.902.543	55.020.408
		106,00	5.111.049	58.552.215
		107,000	5.414.021	62.751.154
		108,000	5.716.996	68.316.663

Executor SUPLAN

Proprietário SUPLAN

Observação: Abastecimento da cidade de Santana de Mangueira, por via indireta, ou seja através de poço amazonas localizado no rio. Conluído apenas 50 %, sangra pelo vertedor de emergência.

Projeto de Irrigação instalado 300 ha, funcionando 20 ha. Área de atuação 20 km ao longo do rio.

Anexo 8 - Dados de Pluvimetria

Posto - Bom Jesus
Número - 3843727
Cód. Nac. - 00738023

Estado - Paraíba
Município - Conceição
Instalado em 1933 p/ DNOCS

Latitude 07-21
Longitude 38-22
Altitude 470 m

Ano	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	Total
1933	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	79,9	11,7	-
1934	140,5	300,7	374,6	213,3	146,1	14,7	0,0	0,0	0,0	0,0D	70,4	85,7	1346,0
1935	301,8*	753,1*	806,2*	5,4*	700,8*	130,5	62,1	36,8	0,0	0,0	0,0	0,0	1200,0E
1936	57,9D	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	540,0E
1937	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10,6	4,6	18,1D	850,0E
1938	72,4D	72,2D	226,0	171,8	84,0	14,8	1,1	0,0	0,0D	0,0	13,6	16,4	672,3
1939	70,6	245,7	245,3	51,2	46,8	0,0	14,4	17,3	0,0	39,1	44,7	56,6	831,7
1940	224,2	237,5	381,5	221,6	118,9	23,0	8,9	0,0	11,8	0,0	29,4	13,0	1270,0
1941	15,9	130,3	245,3	63,4	40,6	10,4	28,0	0,8	0,0	9,4	51,2	2,7	598,0
1942	12,9	86,2	65,7	49,4	26,8	20,6	3,4	5,8	22,4	110,5	33,0	54,5	491,2
1943	68,4	60,8	277,5	21,3	14,7	12,9	4,8	13,8	0,0	0,0	18,1	93,8	586,1
1944	36,8	4,0	140,3	231,9	46,1	42,8	15,4	8,5	5,0	0,0	0,0	160,0	690,8
1945	23,2	125	119,8	65,6	116,3	51,3	30,0	0,0	0,0	27,4	0,0	87,8	646,4
1946	116,0	136,1	82,0	123,4	62,5	75,2	23,6	9,4	0,0	0,0	55,0	151,4	884,6
1947	73,7	231,7	419,0	206,2	19,8	0,0	24,1	0,0	0,0	0,0	186,5	82,6	1243,6
1948	18,6	96,2	283,8	195,0	54,3	29,3	22,4	0,0	0,0	0,0	0,0	42,4	742,0
1949	0,0	64,9	60,3	193,3	163,6	34,4	0,0	20,8	8,4	0,0	189,4	0,0	735,1
1950	191,6	29,1	232,9	303,5	25,8	22,5*	0,0	15,3*	15,8	104,7*	0,0	115,3	700,0E
1951	23,9	39,3	87,6	239,8	68,2	85,5	15,6	0,0	0,0	0,0	0,0	15,3	575,2
1952	106,8	80,1	146,3	227,3	18,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	128,1	706,9
1953	34,8	126,1	42,1	197,9	19,0	53,8	24,0	0,0	8,3	0,0	46,6	0,0	552,6
1954	70,1	148,6	347,8	179,1	243,8	103,6	23,8	0,0	0,0	0,0	43,8	8,2	1168,8
1955	44,0	124,1	149,1	110,9	47,4	0,0	0,0	0,0	0,0	14,4	0,0	46,8D	536,8
1956	10,0	295,9	152,3	103,2	37,0	17,7	59,5	0,0	0,0	0,0	15,3	33,8	724,7
1957	85,4	12,8	408,5	187,1	9,5	15,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	15,8	734,9
1958	0,0*	52,6	21,3	17,5	41,5	9,5	15,3	0,0	0,0	0,0	0,0	24,1	400,0E
1959	45,8	247,1	113,5	18,3	33,7	59,6	0,0	0,0	0,0	0,0	12,5	0,0	530,5
1960	0,0	82,5	862,1*	246,8*	35,8	24,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	64,1	720,0E
1961	158,5	144,4	183,9	114,1	71,1	60,2	24,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	756,2
1962	107,7D	224,7D	316,7*	259,1D	149,3*	45,5D	0,0	0,0	0,0	3,4	10,6	3,7	600,0E
1963	80,7	31,1	473,2	113,0	93,0	71,7	0,0	0,0	0,0	0,0	27,0	126,0	1015,7
1964	167,0	332,8	161,0	429,9	100,0G	84,5	56,0	0,0	81,1	45,3	28,4	0,0	1486,0
1965	82,9	26,1	177,5	352,4	96,2	123,4	20,7	0,0G	30,8	22,9	0,0	21,3	954,2
1966	106,2D	174,1	47,2	119,4	57,1	94,2	98,1	0,0	34,3	0,0	45,6	111,9	888,1
1967	66,2	386,3	358,7	379,1	291,4	0,0	2,2	0,0	0,0	0,0	0,0	31,7	1515,6
1968	124,0	0,0	315,2	40,5	86,0	34,5	0,0	0,0	0,0	0,0	55,1	1,5	656,8
1969	171,4	130,6	240,5	76,2	166,6	81,5	75,6	0,0	0,0	0,0	0,0	8,3	950,7
1970	48,8	22,3	120,5	106,8	4,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	44,4	0,0	346,8
1971	370,9	161,4	253,9	390,9	200,8	39,3	11,4	0,0	0,0	52,5	26,4	9,1	1516,6
1972	168,0	85,7	144,6	168,1	41,5	31,7	0,0	36,5	0,0	0,0	0,0	55,6	731,7
1973	68,0	113,6	114,6	365,9	71,6	158,2	74,4	66,0	0,0	0,0	0,0	23,1	1055,4
1974	213,3	235,2	337,8	458,8	115,2	55,5	0,0	0,0	0,0	0,0	16,2	56,8	1488,8
1975	80,8	179,6	330,5	165,2	81,7	54,7	95,8	28,4	16,2	0,0	0,0	44,4	1077,3
1976	70,3	176,2	185,6	207,8	0,0	53,5	0,0	0,0	63,9	39,3	99,9	0,0	896,5
1977	55,7	101,7	-	248,0	300,9	144,4	35,6	0,0	-	0,0	-	64,7	1300,0E
1978	0,0	242,0	95,3	229,2	56,0	14,0	78,7	0,0	48,8	50,1	22,4	0,0	836,5
1979	109,0	185,4	372,6	203,1	59,2	37,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	966,7
1980	95,0	144,9	153,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,5	182,5	50,7	634,0
1981	0,0	63,3	298,1	59,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	59,8	480,5
1982	45,4	47,6	39,6	275,1	80,9	18,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	43,2	550,7
1983	44,1	134,3	39,7	53,8	25,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-	0,0	-
1984	79,2	64,0	228,4	416,6	51,6	0,0	0,0	0,0	-	8,3	0,0	0,0	-
1985	499,0	257,0	345,2	251,7	81,0	184,6	50,8	0,0	0,0	0,0	27,3	86,7	1750,3
Média	93,3	136,6	209,5	184,9	76	45,2	19,9	4,9	7,2	8,6	29,5	40,8	862,6
Máxima	466,0	386,3	473,2	458,8	300,9	184,6	978,1	66,0	81,1	110,5	189,4	160,0	1750,3
Mínima	0,0	0,0	21,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	346,8

D - Total mensal somente

E,F,G - Valor estimado

H - Valor homogeneizado

* - Valor duvidoso

Origem dos dados - Arquivo de microfichas da SUDENE.

Anexo 9 - Dados de Pluvimetria

Posto - Conceição
Número - 3852197
Cód. Nac. - 00738020

Estado - Paraíba
Município - Conceição
Instalado em 1910 p/ DNOCS

Latitude 07-33
Longitude 38-31
Altitude 370 m

Ano	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	Total
1933	158,9	118,3	141,9	170,5	2,1	7,3	3,2	2,1	0,2	5,1	74,4	26,6	710,6
1934	69,3	232,2	371,2	86,7	14,7	51,8	0,1	0,3	7,2	7,1D	7,3D	9,5D	857,4
1935	165,7	339,6	226,7*	389,0*	247,5*	54,1	9,5	7,3	0,0	8,3	4,0	41,2	1020,0E
1936	90,3	249,2	3,0	137,4	0,0	44,2	0,0	44,2	0,0	0,0	0,0	7,0	575,3
1937	156,3	364	6,2	270,2	52,6	4,4	2,1	3,5	0,0	0,6	0,2	77,5	937,6
1938	77,5	80,4	240,6	99,4	20,6	0,1	0,0	0,3	0,2	0,5	56,3	0,0	575,9
1939	108,0	221,4	290,2	151,0	31,8	0,0	51,0	0,2	1,0	0,8	40,4	6,8	902,6
1940	322,1	191,0	685,9*	336,0*	288,4*	51,0	0,1	17,5	0,7	0,6	15,3	18,1	1080,0E
1941	3,0	119,5	293,0	72,0	13,0	2,0	13,0	0,0	0,0	3,0	15,0	18,5	552,0
1942	0,3	12,8*	1,5*	4,6*	2,0*	0,8*	0,0	0,2	0,0	7,2	10,0	82,0	440,0E
1943	62,0	35,0	237,5	49,0	40,0	3,0	0,0	0,0	0,0	13,5	51,0	13,0	504,0
1944	54,0	25,0	261,0	133,0	17,0	14,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	70,0	574,0
1945	70,0	39,0	133,0	153,0	217,0	43,0	0,0	0,0	0,0	26,0	0,0	39,0	720,0
1946	128,5	76,0	112,0	221,0	5,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	69,0	73,4	684,9
1947	45,4	114,3	273,6	176,5	18,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	159,7	25,5	813,0
1948	55,4	17,0	309,0	29,1	37,3	41,8	22,5	0,0	0,0	17,0	0,0	54,0	583,1
1949	3,0	75,0	179,0	231,0	95,3	0,0	0,0	5,0	0,0	0,0	253,5	0,0	841,8
1950	152,5	42,5	125,5	185,5	5,5	0,0	0,0	0,0	0,0	21,0	0,0	55,0	587,5
1951	26,0	15,6	122,0	87,5	35,5	30,5	24,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,3	349,4
1952	28,3	148,3	236,8	113,5	53,0	0,0	0,0	0,0	0,0	35,5	8,0	29,0	652,4
1953	0,0	158,0	65,5	80,0	0,0	50,0	0,0	13,0	60,0	0,0	75,0	0,0	501,5
1954	44,5	114,2	123,3	180,2	156,9	62,0	6,0	0,0	0,0	0,0	21,0	0,0	708,1
1955	132,5	65,0	123,5	83,5	105,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	35,0	62,0	606,5
1956	0,0	215,5	217,0	115,0	91,0	5,0	0,0	0,0	0,0	22,0	94,5	8,0	768,0
1957	97,0	0,0	308,0	169,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	18,0	592,0
1958	0,0	48,0	128,0	0,0	82,5	0,0	15,0	0,0	0,0	0,0	0,0	104,0	377,5
1959	36,0	102,0	123,0	7,0	0,0	10,0	0,0	41,0	20,0	0,0	40,0	20,0	399,0
1960	88,0	68,0	344,0	91,0	45,0	38,0	0,0	10,0	15,0	0,0	0,0	20,0	719,0
1961	83,5	186,0	187,0	56,0	0,0	0,0	60,0	0,0	0,0	0,0	0,0	81,0	653,5
1962	308,0	105,0	136,0	160,0	88,0	32,0	0,0	0,0	0,0	0,0	47,0	46,4	922,4
1963	64,0	290,0	142,0	78,0	33,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	198,0	805,0
1964	211,4	225,2	162,0	308,6	106,2	82,6	0,0	0,0	84,8	0,0	0,0	33,4	1214,2
1965	234,9	36,4	87,6	165,2	14,4	314,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	852,5
1966	83,4	150,9	130,0	114,3	0,0	44,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	39,6	562,5
1967	29,6	132,4	235,2	307,1	159,3	2,3	0,0	0,0	24,2	0,0	0,0	42,9	933,0
1968	150,0G	0,0	445,5	71,6	83,7	14,6	23,2	0,0	0,0	0,0	28,4	45,8	862,8
1969	80,6	70,8	166,9	134,8	60,4	30,0	19,2	0,0	0,0	0,0	0,0G	28,3	591,0
1970	151,6	138,3	207,0	43,9	0,0	0,0G	35,4	0,0	0,0	3,2	0,0	0,0	579,4
1971	168,9	322,7	258,6	234,2	37,6	35,0	29,8	0,0	0,0	13,0	0,0	17,4	1117,2
1972	144,3	159,8	109,2	89,3	79,7	42,4	17,2	30,4	0,0	0,0	0,0	119,6	791,9
1973	80,0	125,1	85,2	152,9	92,1	48,0	8,0	14,0	11,0	14,4	0,0	23,0	653,7
1974	27,9	393,0	207,0	203,4	74,0	35,0	34,0	0,0	25,0	0,0	37,0	46,0	1082,3
1975	72,0	175,2	330,0	131,0	43,0	69,4	72,0	0,0	150,0	0,0	0,0	113,0	1155,6
1976	33,2	183,8	260,0	87,4	1,1	0,0	0,0	0,0	42,0	15,0	87,9	16,4	726,8
1977	149,0	333,0	210,5	136,0	107,0	56,0	73,0	0,0	0,6	0,0	22,0	6,7	1093,8
1978	11,6	15,9	29,0	125,0	12,1	2,6	6,1	0,0	27,0	0,0	7,8	22,0	259,1
1979	109,0	163,0	318,0	124,0	87,0	8,0	0,0	8,0	0,0	4,0	69,0	32,0	922,0
1980	108,1	395,3	179,9	23,0	1,5	14,2	2,3	0,0	8,2	36,4	86,4	58,8	914,1
1981	20,8	95,7	367,1	75,2	0,0	1,5	0,0	0,0	0,0	0,0	2,5	107,4	670,2
1982	15,9	71,0	77,7	93,8	21,0	39,6	0,0	0,0	25,5	14,4	3,4	42,6	404,9
1983	46,2	266,0	241,3	123,2	14,2	9,4	18,8	3,4	0,0	0,0	0,0	15,0	737,5
1984	80,0	107,8	197,2	382,0	58,4	3,4	2,3	4,6	5,2	17,0	19,8	5,2	883,4
1985	389,3	276,8	389,4	345,8	121,6	71,4	12,4	8,0	0,0	12,8	10,6	147,4	1785,5
Média	103,1	152,3	207,6	140,9	55,6	30,1	12,5	8,9	10,4	7,0	27,3	47,9	868,7
Máxima	466,2	426,6	493,4	382,0	259,0	314,0	78,5	248,4	150,0	36,4	253,5	479,5	2108,0
Mínima	0,0	0,0	3,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	44,0

D - Total mensal somente

E,F,G - Valor estimado

H - Valor homogeneizado

* - Valor duvidoso

Origem dos dados - Arquivo de microfichas da SUDENE.

Anexo 10 - Dados de Pluvimetria

Posto - Manaira
Número - 3853467
Cód. Nac. - 00738015

Estado - Paraíba
Município - Manaira
Instalado em 1933 p/ DNOCS

Latitude 07-42
Longitude 38-10
Altitude 605 m

Ano	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	Total
1933	-	-	-	-	-	-	-	-	1,6D	16,0	105,6	24,1	-
1934	66,2	163,1	232,7	164,2	23,7	42,5	0,0	0,0D	0,0	0,0	24,3	24,0D	740,7
1935	158,0D	254,0D	283,8D	65,5D	95,0D	30,0D	6,0D	0,0D	0,0D	0,0D	0,0D	21,0D	913,3D
1936	20,0D	48,0D	28,2D	59,0D	13,0D	30,0D	0,0D	0,0D	0,0D	0,0D	0,0D	32,0D	230,2D
1937	15,5*	23,1*	11,4*	18,8*	9,7*	3,0*	0,6*	0,0	0,0	0,7	0,0	1,4*	780,0E
1938	36,8	62,3	392,0	116,6	16,9	7,1	0,0	0,0	0,0	0,0	15,0	70,2	716,9
1939	9,4*	18,2*	22,1*	14,5*	0,0*	13,6*	0,0*	0,0	0,0*	14,6*	65,2	0,0*	440,0E
1940	203,7	104,4	281,0	184,5	45,9	33,0	0,1	0,0	0,0	0,0	20,0	20,4	893,0
1941	2,3	129,4	204,7	78,3	20,0	13,0	20,6	2,0	0,0	6,0	62,0	110,0	648,3
1942	30,8	47,6	63,0	99,6	6,0	0,0	0,0	18,0	9,0	40,9	47,0	119,6	481,5
1943	49,0	97,0	143,6	146,0	17,0	25,5	6,4	9,0	0,0	0,0	36,0	28,0	557,5
1944	21,5	67,6	381,1	221,5	28,0	15,0	6,0	5,0	0,0	0,0	3,0	147,8	896,5
1945	77,9	110,0	208,8	115,0	132,0	21,0	12,0	0,0	0,0	43,7	0,0	220,0	940,4
1946	131,0	140,5	119,4	108,0	21,0	6,0	0,0	0,0	0,0	0,0	46,0	67,4	639,3
1947	36,9	151,9	510,6	173,4	7,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	55,0	35,0	969,8
1948	35,0	0,0	186,9	145,0	33,0	30,0	7,0	0,0	0,0	0,0	0,0	19,0	455,9
1949	0,0	91,6	81,3	172,4	56,0	0,0	8,0	0,0	0,0	0,0	90,7	0,0	500,0
1950	140,0	40,0	160,2	81,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	43,0	464,7
1951	0,0	24,0	84,5	151,0	60,0*	0,0*	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	440,0E
1952	18,0	221,0	236,0	196,0	20,0	0,0	0,0	0,0	0,0	27,0	0,0	136,0	854,0
1953	26,0	188,0	117,0	61,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	103,0	0,0	495,0
1954	12,0	121,0	239,1	46,0	40,0	12,0	15,0	0,0	0,0	0,0	45,0	0,0	530,1
1955	199,6	176,5	117,5	82,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	10,0	0,0	35,0	621,2
1956	0,0	269,9	156,1	47,0	71,0	0,0	24,4	0,0	0,0	0,0	50,0	0,0	618,4
1957	32,0	48,6	350,8	95,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	22,7	549,6
1958	0,0	63,5	105,9	0,0	27,5	7,0	20,7	0,0	0,0	0,0	0,0	122,8	347,4
1959	53,0	154,5	159,0	46,2	5,0G	24,0	0,0	0,0	0,0	0,0	23,4	0,0	465,1
1960	18,6	52,3	524,0	142,0	16,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	753,6
1961	53,3	92,6	195,8	48,0	0,0	0,0	36,4	0,0	0,0	0,0	0,0	16,5	442,6
1962	-	-	-	-	-	-	15,7	12,0	0,0	0,0	52,0	40,5	680,0E
1963	9,0	124,2	173,1	92,9	0,0	16,3	0,0	0,0	0,0	14,0	0,0	88,0	657,2H
1964	267,0	90,2	92,5	135,0	28,6	45,5	0,0	0,0	61,0	0,0	0,0	0,0	914,3H
1965	132,0	19,1	85,6	177,3	14,0	103,0	0,0	0,0	7,0	0,0	0,0	24,0	713,8H
1966	22,4	74,9	25,2	126,7	21,6	28,5	33,0	0,0	0,0	0,0	59,1	80,4	599,1H
1967	34,8	219,6	267,0	156,9	93,8	0,0	5,4	0,0	0,0	0,0	5,8	8,8	1002,1H
1968	136,7	56,0	395,0	60,2	44,2	1,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	52,0	745,2
1969	112,2	57,3	90,2	159,3	67,1	38,8	19,2	6,2	0,0	2,0	0,0	74,0	626,3
1970	127,2	84,0	69,1	63,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0*	0,0*	0,0*	440,0E
1971	152,4	374,3	221,7	213,7	28,7	28,6	30,0	0,0	1,8	0,0	0,0	13,0	1064,2
1972	105,4	94,9	191,8	114,0	61,0	25,5	28,0	18,2	0,0	0,0	0,0	164,6	830,4
1973	123,1	3,6*	15,8	47,2*	44,0	82,7	27,0	0,0	14,0	54,0	4,6	92,7	950,0E
1974	234,3	307,5	345,9	150,4	59,8	0,0	9,0	0,0	0,0	0,0	74,0	35,6	1216,5
1975	114,1	274,3	189,2	188,5	38,2	20,8	73,4	0,0	0,0	0,0	64,0	102,5	1065,0
1976	39,0	190,3	210,4	80,0	7,0	0,0	0,0	0,0	25,0	31,3	17,9	36,0	636,9
1977	59,4	80,5	227,7	206,8	79,6	45,1	25,5	0,0	0,0	5,0	0,0	89,2	818,8
1978	51,0	94,4	157,4	154,2	135,3	12,0	16,0	0,0	6,0	17,2	0,0	53,2	696,7
1979	129,6	67,0	201,3	319,0	94,4	8,6	1,3	3,4	0,0	0,0	0,0	0,0	824,5
1980	147,6	164,2	124,0	0,0	0,0	18,0	27,0	0,0	6,0	22,0	68,0	55,0	631,8
1981	113,7	78,3	268,6	32,0	0,0	0,0	9,0	2,0	0,0	0,0	5,0	67,3	575,9
1982	18,0	35,0	161,3	82,6	25,0	4,2	23,8	3,0	5,3	1,4	10,0	50,1	419,7
1983	83,0	123,0	103,0	80,3	41,2	9,0	8,0	0,0	0,0	0,0	6,0	9,5	463,0
1984	62,1	59,6	237,7	-	59,5	0,0	4,3	23,3	0,0	0,0	11,0	0,0	-
1985	257,1	360,8	255,2	399,3	142,6	107,2	10,8	0,0	15,0	3,4	5,7	158,1	1715,2
Média	80,6	123,9	197,3	124,2	37,0	19,1	10,5	1,9	2,9	5,7	22,5	52,1	699,4
Máxima	267,0	374,3	524,0	399,3	142,6	107,2	73,4	23,3	61,0	54,0	105,6	220,0	1715,2
Minima	0,0	0,0	15,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	230,2

D - Total mensal somente

E,F,G - Valor estimado

H - Valor homogeneizado

* - Valor duvidoso

Origem dos dados - Arquivo de microfichas da SUDENE.

Anexo 11 - Dados de Pluvimetria

Posto - Ibiara
Número - 3843919
Cód. Nac. - 00738018

Estado - Paraíba
Município - Ibiara
Instalado em 1962 p/ DNOCS

Latitude 07-29
Longitude 38-25
Altitude 330 m

Ano	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	Total
1962	-	-	-	-	-	-	0,0	0,0	0,0	6,3	94,9	30,7	-
1963	131,7	192,1	243,6	197,9	50,9	32,1	0,0	0,0	0,0	57,9	36,5	173,1	1115,8
1964	241,3	373,4	428,2	517,4	181,9	118,8	4,1	36,2	118,1	0,0	16,2	17,6	2053,2
1965	293,5	150,6	222,9	428,2	81,0	186,8	0,0	6,1	0,0	21,3	0,0	102,6	1493,0
1966	96,9	333,0	63,3	115,0	78,1	164,7	86,2	0,0	26,1	0,0	12,2	164,4	1139,9
1967	116,8	409,1	461,2	770,4	259,1	31,0	14,2	12,6	0,0	0,0	0,0	189,2	2263,6
1968	250,0	171,2	863,9	203,2	248,5	20,9	2,2	0,0	0,0	0,0	15,7	44,0	1819,6
1969	79,0	125,9	209,4	140,6	83,3	29,1	41,4	0,0	0,0	0,0	6,4	18,6	733,7
1970	120,4	124,9	179,4	107,5	7,2	4,2	8,2	0,0	0,0	5,0	0,0	3,2	560,0
1971	184,2	368,2	220,2	334,2	53,6	80,8	49,8	0,0	0,0	2,8	23,0	5,8	1322,6
1972	114,6	77,1	162,9	53,4	44,6	33,7	31,6	32,3	0,0	4,5	0,0	67,6	622,3
1973	100,0	171,6	106,5	177,7	109,5	73,2	35,3	12,2	24,7	8,8	0,0	34,7	854,2
1974	276,5	268,0	275,8	325,7	143,1	38,4	17,6	2,3	4,3	7,1	38,2	12,8	1409,8
1975	73,3	207,5	402,7	195,4	134,9	59,3	75,0	5,5	18,3	0,0	0,0	22,4	1194,3
1976	8,4	182,6	82,6	108,8	7,1	0,0	31,2	0,0	66,2	91,6	12,8	44,7	636,3
1977	143,7	123,8	139,6	186,4	103,0	68,9	66,8	3,2	7,5	6,4	3,1	55,6	908,0
1978	113,7	159,6	139,5	149,2	101,3	35,6	86,2	7,1	13,5	3,4	48,4	31,3	888,8
1979	130,9	261,2	351,0	159,5	68,8	13,4	0,0	4,3	18,4	3,2	8,3	45,7	1064,7
1980	126,6	272,6	230,5	11,2	10,1	20,3	0,0	-	13,1	27,3	126,1	43,7	-
1981	31,1	52,9	269,5	81,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	46,3	481,2
1982	16,7	32,6	84,9	96,8	29,8	0,0	0,0	0,0	8,4	0,0	0,0	49,1	318,3
1983	65,8	312,8	127,2	100,4	33,2	9,6	15,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	664,6
1984	42,2	89,2	221,0	267,4	38,6	0,0	0,0	0,0	-	18,0	0,0	0,0	-
1985	256,2	247,0	191,4	391,2	97,2	108,0	35,8	3,5	0,0	0,0	0,0	168,6	1498,9
Média	131,0	204,6	246,8	222,5	85,4	49,0	26,1	5,4	13,8	11,2	15,1	58,3	1069,2
Máxima	293,5	409,1	863,9	770,4	259,1	186,8	86,2	36,2	118,1	91,6	126,1	189,2	2263,6
Mínima	8,4	32,6	63,3	11,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	318,3

D - Total mensal somente

E,F,G - Valor estimado

H - Valor homogeneizado

* - Valor duvidoso

Origem dos dados - Arquivo de microfichas da SUDENE.

Anexo 12 – Dados de vazões médias Mensais (m³/s) em Condado

SUB-BACIA DO AÇUDE CONDADO

(Área de drenagem 132,00 Km²)

ANO	VAZÕES MÉDIAS MENSAIS (m3/s)												Q
	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	
1933	0,05	0,57	0,36	0,81	0,58	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	2,44
1934	0,01	0,02	0,97	1,99	0,73	0,17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	3,90
1935	0,14	0,52	2,08	2,63	4,53	0,87	0,26	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	11,03
1936	0,06	0,26	0,52	0,29	0,08	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	1,22
1937	0,04	0,24	0,42	0,19	0,17	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	1,12
1938	0,04	0,07	0,28	1,03	0,50	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	1,96
1939	0,00	0,40	1,18	1,90	0,76	0,11	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	4,39
1940	0,03	0,13	3,78	2,60	2,55	0,89	0,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10,29
1941	0,00	0,15	0,10	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,29
1942	0,00	0,05	0,01	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,10
1943	0,00	0,02	0,31	0,75	0,27	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	1,37
1944	0,01	0,01	0,30	1,27	0,78	0,11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,48
1945	0,02	0,00	0,10	0,48	1,05	0,93	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	2,84
1946	0,02	0,29	0,26	0,28	0,72	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	1,66
1947	0,00	0,02	2,31	3,76	0,98	0,16	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,04	7,31
1948	0,00	0,00	0,48	1,08	0,40	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	2,04
1949	0,00	0,03	0,15	1,91	0,97	0,46	0,01	0,00	0,00	0,00	0,16	0,66	4,35
1950	0,25	0,10	0,25	0,66	0,99	0,17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	2,44
1951	0,00	0,00	0,00	0,47	0,21	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,69
1952	0,00	0,24	0,53	1,22	0,68	0,18	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	2,85
1953	0,00	0,02	0,67	0,35	0,09	0,05	0,00	0,00	0,00	0,03	0,02	0,03	1,28
1954	0,01	0,09	0,04	0,52	0,69	0,88	0,19	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,44
1955	0,07	0,24	0,15	0,05	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,59
1956	0,00	0,15	0,49	1,31	1,13	0,44	0,01	0,00	0,00	0,00	0,08	0,00	3,61
1957	0,06	0,00	0,05	0,28	0,13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,53
1958	0,00	0,03	0,05	0,15	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10	0,39
1959	0,00	0,02	0,03	0,15	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,22
1960	0,01	0,17	0,42	2,22	0,78	0,26	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,86
1961	0,04	0,29	0,58	0,72	0,21	0,00	0,06	0,01	0,00	0,00	0,00	0,03	1,94
1962	0,08	0,13	0,55	0,77	0,73	0,28	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	2,57
1963	0,01	0,21	1,30	1,10	0,63	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08	3,40
1964	0,57	0,93	1,58	3,95	1,35	0,92	0,43	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	9,78
1965	0,00	0,01	0,02	0,15	0,18	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,39
1966	0,00	0,08	0,00	0,08	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,18
1967	0,01	0,07	0,58	5,65	2,08	0,81	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	9,30
1968	0,03	0,04	1,88	1,22	0,92	0,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	4,46
1969	0,04	0,03	0,14	0,70	0,38	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,34
1970	0,06	0,10	1,29	0,91	0,28	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,65
1971	0,09	0,62	1,63	1,08	1,50	0,56	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,55
1972	0,15	0,35	0,43	0,23	0,08	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	1,32
1973	0,01	0,05	0,55	0,47	0,49	0,11	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,70
1974	0,01	0,57	3,70	1,56	0,84	0,25	0,02	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	6,94
1975	0,03	0,19	1,88	1,37	1,22	0,43	0,24	0,01	0,06	0,02	0,00	0,00	5,44
1976	0,00	0,26	0,60	1,20	0,49	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	2,58
1977	0,06	0,25	0,41	0,67	0,46	0,19	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,06
1978	0,00	0,12	0,73	0,51	0,66	0,13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,15
1979	0,10	0,26	0,67	1,60	1,80	0,45	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	4,90
1980	0,03	0,26	0,85	0,16	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,03	0,02	1,35
1981	0,00	0,10	1,34	2,42	0,44	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	4,32
1982	0,01	0,00	0,11	0,21	0,44	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,81
1983	0,01	0,16	0,05	0,60	0,17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,99
1984	0,01	0,07	0,35	2,07	1,45	0,54	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,52
1985	0,37	5,49	3,12	7,27	2,97	0,83	0,23	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	20,28
Parâmetros Estatísticos													178,58
Med	0,05	0,27	0,77	1,23	0,75	0,22	0,04	0,00	0,00	0,00	0,01	0,02	
S =	3,56												
Med =	3,37												
Med = média	S = desvio padrão												
					Med-S/2 =	1,59				Med+S/2 =	5,15		

Anexo 13 - Dados de vazões médias Mensais (m³/s) em Poço Redondo

SUB-BACIA DO AÇUDE POÇO REDONDO

(Área de drenagem 469,53 Km²)

ANO	VAZÕES MÉDIAS MENSAIS (m³/s)												Q
	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	
1933	0,10	0,53	0,23	1,27	1,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,34	0,03	3,54
1934	0,03	0,11	8,60	5,46	3,96	2,73	0,55	0,00	0,00	0,00	0,01	0,03	21,47
1935	0,07	1,09	13,11	7,30	7,67	3,38	1,39	0,02	0,00	0,00	0,00	0,04	34,06
1936	0,01	0,59	0,98	0,10	0,00	0,09	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,77
1937	0,01	0,56	1,24	2,74	2,67	1,14	0,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	8,50
1938	0,02	0,04	1,15	3,91	3,90	1,53	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	10,61
1939	0,00	0,47	1,74	3,75	1,96	0,33	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	8,28
1940	1,55	2,04	8,06	9,88	5,82	4,06	1,62	0,01	0,00	0,00	0,13	0,00	33,17
1941	0,01	0,49	1,94	1,78	0,28	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,51
1942	0,00	0,03	0,08	0,35	0,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,08	0,63
1943	0,03	0,34	0,43	2,04	1,37	0,08	0,01	0,00	0,00	0,00	0,02	0,02	4,34
1944	0,00	0,00	0,92	3,78	3,13	1,17	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	9,07
1945	0,02	0,05	0,65	2,28	2,39	2,44	0,77	0,00	0,00	0,00	0,00	0,22	8,82
1946	0,02	0,55	0,86	0,26	0,52	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,37	0,11	2,70
1947	0,05	0,36	12,27	18,60	4,41	1,23	0,02	0,00	0,00	0,00	0,07	0,41	37,41
1948	0,00	0,00	2,54	4,36	2,38	1,01	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10,34
1949	0,00	0,10	0,11	1,59	1,39	0,85	0,00	0,01	0,00	0,00	0,19	0,61	4,84
1950	0,28	0,03	1,39	10,37	4,55	1,81	0,12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	18,55
1951	0,00	0,00	0,16	1,35	2,49	1,03	0,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,10
1952	0,00	0,80	2,34	3,74	2,50	0,64	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08	10,08
1953	0,00	0,03	0,51	0,37	0,26	0,33	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08	0,30	1,89
1954	0,00	0,60	0,28	1,53	1,27	0,81	0,01	0,00	0,00	0,00	0,02	0,03	4,55
1955	0,33	1,25	1,00	0,58	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	3,42
1956	0,00	0,53	0,83	3,58	2,36	0,63	0,02	0,01	0,00	0,00	0,03	0,00	7,98
1957	0,29	0,00	1,31	2,62	0,96	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	5,20
1958	0,02	0,04	0,06	0,35	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,54
1959	0,02	0,04	0,46	0,49	0,00	0,05	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	1,08
1960	0,00	0,01	2,74	10,95	3,66	1,54	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	19,00
1961	0,29	0,82	1,62	2,14	0,56	0,00	0,16	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	5,60
1962	0,01	0,16	0,95	0,61	0,21	0,04	0,18	0,00	0,00	0,01	0,04	0,03	2,23
1963	0,04	0,30	2,82	4,47	3,06	0,71	0,06	0,00	0,00	0,00	0,02	0,47	11,94
1964	1,27	1,57	5,77	5,84	4,80	3,99	2,05	0,24	0,02	0,00	0,00	0,00	25,56
1965	0,46	0,29	0,24	2,60	3,36	2,53	1,45	0,01	0,00	0,00	0,00	0,05	10,99
1966	0,01	1,06	0,92	0,41	0,13	0,62	0,39	0,00	0,00	0,00	0,00	0,11	3,64
1967	0,04	0,74	21,32	37,56	13,88	3,67	1,13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	78,35
1968	0,24	0,12	1,71	1,63	1,66	0,99	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	6,37
1969	0,09	0,25	0,57	1,38	0,81	0,56	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,70
1970	0,17	0,22	2,19	1,39	0,47	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,44
1971	0,09	0,13	2,25	5,93	5,14	2,87	1,20	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	17,63
1972	0,23	0,53	0,90	0,47	0,22	0,13	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,04	2,54
1973	0,06	0,10	0,90	2,14	2,05	1,46	0,40	0,00	0,00	0,03	0,00	0,01	8,02
1974	0,80	10,11	22,99	7,69	4,95	3,02	0,80	0,00	0,00	0,00	0,05	0,03	50,44
1975	0,11	0,25	8,49	5,02	5,39	2,81	1,53	0,28	0,00	0,00	0,00	0,00	23,87
1976	0,00	0,84	1,38	1,76	0,32	0,00	0,00	0,00	0,04	0,10	0,00	0,00	4,45
1977	0,04	0,36	0,33	0,97	1,87	2,21	0,79	0,01	0,00	0,00	0,00	0,03	6,61
1978	0,07	0,14	1,60	1,87	2,23	0,66	0,08	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	6,68
1979	0,11	0,32	1,56	4,11	5,14	2,15	0,21	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	13,60
1980	0,11	0,64	3,10	1,30	0,02	0,03	0,01	0,00	0,00	0,01	0,12	0,07	5,43
1981	0,00	0,08	1,74	7,10	1,65	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	10,61
1982	0,01	0,00	0,23	0,28	0,57	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	1,11
1983	0,02	1,13	0,70	2,09	0,47	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,41
1984	0,00	0,03	1,46	20,39	5,00	3,08	0,65	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	30,61
1985	0,78	12,51	8,49	23,46	9,61	4,48	2,81	0,52	0,00	0,00	0,00	0,18	62,84
Parâmetros Estatísticos													683,13
Med	0,15	0,82	3,02	4,63	2,56	1,19	0,36	0,02	0,00	0,00	0,03	0,06	
S =	15,75												
Med =	12,89												
Med = média S = desvio padrão									Med-S/2 =	5,01	Med+S/2 =	20,76	

Anexo 14 - Dados de vazões médias Mensais (m³/s) em Serra Vermelha I

SUB-BACIA DO AÇUDE SERRA VERMELHA
(Área de drenagem 57,74 Km²)

ANO	VAZÕES MÉDIAS MENSAIS (m3/s)												Q
	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	
1933	0,02	0,25	0,16	0,35	0,25	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	1,06
1934	0,01	0,01	0,40	0,87	0,32	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	1,69
1935	0,06	0,23	0,91	1,15	1,98	0,38	0,11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,82
1936	0,02	0,11	0,23	0,12	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,53
1937	0,02	0,10	0,18	0,08	0,07	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,48
1938	0,02	0,03	0,12	0,45	0,22	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,85
1939	0,00	0,18	0,52	0,83	0,33	0,05	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,92
1940	0,01	0,06	1,63	1,13	1,11	0,39	0,13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,47
1941	0,00	0,06	0,04	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,13
1942	0,00	0,02	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04
1943	0,00	0,01	0,13	0,33	0,12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,59
1944	0,01	0,00	0,13	0,55	0,34	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,09
1945	0,01	0,00	0,04	0,21	0,46	0,41	0,11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,24
1946	0,01	0,13	0,11	0,12	0,31	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,72
1947	0,00	0,01	0,99	1,64	0,43	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,02	3,17
1948	0,00	0,00	0,21	0,47	0,17	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,88
1949	0,00	0,01	0,07	0,84	0,43	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,07	0,29	1,90
1950	0,11	0,04	0,11	0,29	0,43	0,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,07
1951	0,00	0,00	0,00	0,20	0,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,30
1952	0,00	0,10	0,23	0,53	0,30	0,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,25
1953	0,00	0,01	0,29	0,15	0,04	0,02	0,00	0,00	0,00	0,02	0,01	0,01	0,56
1954	0,00	0,04	0,02	0,23	0,30	0,38	0,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,06
1955	0,03	0,11	0,07	0,02	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,26
1956	0,00	0,06	0,21	0,57	0,49	0,19	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	1,58
1957	0,03	0,00	0,02	0,12	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,23
1958	0,00	0,01	0,02	0,06	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,17
1959	0,00	0,01	0,01	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10
1960	0,00	0,07	0,19	0,97	0,34	0,11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,69
1961	0,02	0,13	0,25	0,31	0,09	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,84
1962	0,06	0,09	0,23	0,32	0,34	0,15	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,19
1963	0,00	0,11	0,91	0,44	0,24	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	1,75
1964	0,28	0,46	0,64	1,93	0,58	0,39	0,18	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	4,48
1965	0,00	0,00	0,01	0,08	0,12	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,22
1966	0,00	0,02	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,07
1967	0,00	0,02	0,15	1,64	0,82	0,35	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,01
1968	0,02	0,03	1,41	0,53	0,40	0,14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,54
1969	0,02	0,01	0,06	0,34	0,18	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,64
1970	0,03	0,05	0,62	0,40	0,12	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,22
1971	0,04	0,28	0,56	0,39	0,55	0,24	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,09
1972	0,08	0,20	0,24	0,14	0,05	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,76
1973	0,01	0,02	0,22	0,17	0,20	0,04	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,67
1974	0,00	0,28	1,74	0,65	0,34	0,08	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,10
1975	0,02	0,10	1,01	0,63	0,50	0,15	0,10	0,01	0,04	0,02	0,00	0,00	2,58
1976	0,00	0,12	0,29	0,71	0,25	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	1,40
1977	0,03	0,12	0,21	0,38	0,29	0,17	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,24
1978	0,00	0,06	0,35	0,24	0,30	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,01
1979	0,04	0,10	0,25	0,70	0,88	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,20
1980	0,01	0,11	0,35	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,55
1981	0,00	0,05	0,55	1,06	0,19	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,85
1982	0,01	0,00	0,07	0,10	0,23	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,44
1983	0,00	0,06	0,02	0,28	0,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,46
1984	0,01	0,03	0,15	1,41	0,65	0,25	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,50
1985	0,17	2,43	1,61	2,80	1,39	0,36	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	8,87
Parâmetros Estatísticos													79,52
Med	0,02	0,12	0,36	0,53	0,33	0,10	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	
S	1,54												
Med	1,50												

Anexo 15 - Dados de vazões médias Mensais (m³/s) em Santa Inês

SUB-BACIA DO AÇUDE SANTA INÊS

(Área de drenagem 104,80 Km²)

ANO	VAZÕES MÉDIAS MENSAIS (m³/s)												Q	
	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ		
1933	0,04	0,47	0,29	0,66	0,47	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	1,98	
1934	0,01	0,01	0,70	1,01	0,59	0,14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	3,10	
1935	0,11	0,42	1,68	2,13	3,66	0,70	0,21	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	8,93	
1936	0,05	0,21	0,42	0,23	0,06	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,98	
1937	0,04	0,19	0,33	0,15	0,13	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,89	
1938	0,03	0,06	0,23	0,83	0,40	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	1,58	
1939	0,00	0,33	0,96	1,54	0,61	0,09	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	3,56	
1940	0,02	0,11	3,02	2,10	2,07	0,72	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	8,29	
1941	0,00	0,12	0,08	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,24	
1942	0,00	0,04	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,08	
1943	0,00	0,02	0,25	0,61	0,22	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	1,11	
1944	0,01	0,01	0,24	1,03	0,63	0,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,01	
1945	0,02	0,00	0,08	0,39	0,85	0,75	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,30	
1946	0,02	0,24	0,21	0,23	0,58	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	1,34	
1947	0,00	0,02	1,84	3,05	0,80	0,13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,03	5,88	
1948	0,00	0,00	0,39	0,87	0,32	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	1,65	
1949	0,00	0,02	0,12	1,55	0,79	0,37	0,00	0,00	0,00	0,00	0,13	0,53	3,52	
1950	0,20	0,08	0,20	0,53	0,81	0,14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	1,98	
1951	0,00	0,00	0,00	0,38	0,17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,56	
1952	0,00	0,19	0,43	0,99	0,55	0,15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	2,31	
1953	0,00	0,02	0,55	0,28	0,07	0,04	0,00	0,00	0,00	0,03	0,02	0,03	1,03	
1954	0,01	0,08	0,04	0,42	0,56	0,72	0,16	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,98	
1955	0,06	0,19	0,12	0,04	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,48	
1956	0,00	0,12	0,40	1,06	0,91	0,36	0,01	0,00	0,00	0,00	0,07	0,00	2,92	
1957	0,05	0,00	0,04	0,23	0,11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,43	
1958	0,00	0,02	0,04	0,12	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08	0,31	
1959	0,00	0,01	0,02	0,12	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,18	
1960	0,00	0,14	0,34	1,80	0,63	0,21	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,13	
1961	0,04	0,24	0,47	0,58	0,17	0,00	0,05	0,01	0,00	0,00	0,00	0,02	1,58	
1962	0,08	0,18	0,46	0,62	0,56	0,17	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	2,08	
1963	0,00	0,20	1,36	0,83	0,41	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06	2,89	
1964	0,44	0,72	1,03	3,49	1,08	0,65	0,23	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	7,67	
1965	0,00	0,01	0,01	0,18	0,28	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,50	
1966	0,00	0,05	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,16	
1967	0,00	0,04	0,38	3,57	1,38	0,62	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6,05	
1968	0,03	0,05	2,25	1,15	0,72	0,21	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,42	
1969	0,04	0,02	0,12	0,54	0,26	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,99	
1970	0,05	0,10	0,88	0,73	0,20	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,96	
1971	0,07	0,47	1,40	0,87	1,03	0,44	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,31	
1972	0,12	0,28	0,37	0,23	0,08	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	1,14	
1973	0,01	0,03	0,43	0,43	0,40	0,07	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,39	
1974	0,00	0,48	3,12	1,26	0,66	0,15	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	5,69	
1975	0,02	0,14	1,42	1,13	0,99	0,31	0,16	0,00	0,05	0,02	0,00	0,00	4,25	
1976	0,00	0,19	0,46	0,96	0,39	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	2,03	
1977	0,05	0,19	0,30	0,61	0,48	0,21	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,85	
1978	0,00	0,15	0,67	0,50	0,61	0,13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,07	
1979	0,06	0,10	0,37	1,04	1,14	0,38	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	3,10	
1980	0,02	0,19	0,66	0,13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,02	1,03	
1981	0,00	0,09	0,68	1,94	0,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	3,08	
1982	0,01	0,00	0,09	0,17	0,36	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,65	
1983	0,00	0,10	0,02	0,41	0,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,62	
1984	0,01	0,05	0,27	1,63	1,15	0,41	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,55	
1985	0,33	4,97	2,57	5,66	2,38	0,65	0,16	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	16,73	
Parâmetros Estatísticos													142,61	
Med	0,04	0,23	0,62	0,98	0,59	0,17	0,03	0,00	0,00	0,00	0,01	0,02		
S	2,85													
Med	2,69													
Med = média S = desvio padrão														
Med+S/2 =									4,12	Med-S/2 =				1,26

Anexo 16 - Dados de vazões médias Mensais (m³/s) em Vazante

SUB-BACIA DO AÇUDE VAZANTE (Área de drenagem 139 Km²)

ANO	VAZÕES MÉDIAS MENSAIS (m³/s)												Q
	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	
1933	0,03	0,40	0,31	1,31	1,21	0,29	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,00	3,60
1934	0,04	0,25	3,08	4,03	1,29	0,85	0,11	0,00	0,00	0,00	0,02	0,01	9,69
1935	0,04	0,25	7,30	4,73	4,27	0,94	0,34	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	17,87
1936	0,01	0,17	0,73	0,49	0,13	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,55
1937	0,01	0,26	0,75	0,85	0,75	0,44	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,14
1938	0,01	0,01	0,25	0,94	1,19	0,42	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,82
1939	0,03	0,29	1,45	1,22	0,37	0,03	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	3,42
1940	0,10	0,62	6,85	2,04	1,13	0,63	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	11,44
1941	0,00	0,12	0,87	0,81	0,38	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	2,20
1942	0,00	0,02	0,05	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,11	0,02	0,00	0,24
1943	0,01	0,06	0,24	0,89	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	1,44
1944	0,00	0,00	0,19	0,68	0,84	0,27	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10	2,08
1945	0,07	0,14	0,26	0,19	0,52	0,58	0,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	1,88
1946	0,04	0,19	0,17	0,04	0,24	0,10	0,01	0,00	0,00	0,00	0,02	0,01	0,81
1947	0,01	0,52	4,64	5,39	1,04	0,17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,07	0,18	12,03
1948	0,00	0,13	0,04	0,36	0,45	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,02
1949	0,00	0,02	0,01	0,48	0,80	0,56	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,92
1950	0,05	0,00	0,35	2,91	1,40	0,42	0,00	0,00	0,00	0,13	0,00	0,01	5,28
1951	0,02	0,00	0,00	0,54	1,06	0,70	0,21	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,53
1952	0,12	0,02	0,14	0,58	0,83	0,11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,13	1,92
1953	0,03	0,00	0,28	0,24	0,35	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,94
1954	0,01	0,33	0,30	1,32	1,22	0,89	0,63	0,04	0,00	0,00	0,00	0,01	4,75
1955	0,08	0,56	1,09	1,14	0,70	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,66
1956	0,00	0,46	0,78	1,21	0,74	0,11	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	3,36
1957	0,02	0,00	2,31	3,62	0,94	0,16	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	7,06
1958	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02
1959	0,00	0,25	0,94	0,55	0,04	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,80
1960	0,00	0,00	5,26	2,14	1,07	0,28	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	8,76
1961	0,09	0,67	0,84	1,01	0,70	0,20	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,52
1962	0,01	0,08	0,36	0,69	0,33	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,52
1963	0,02	0,00	3,28	1,45	1,17	0,56	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,07	6,75
1964	0,09	1,63	1,52	8,06	1,87	0,93	0,69	0,06	0,03	0,00	0,00	0,00	14,89
1965	0,02	0,00	0,21	4,12	2,02	1,10	0,60	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	8,10
1966	0,00	0,38	0,21	0,09	0,13	0,04	0,09	0,04	0,01	0,00	0,00	0,04	1,03
1967	0,04	0,57	6,77	10,64	4,33	1,00	0,15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	23,49
1968	0,06	0,00	0,74	1,07	0,67	0,23	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,78
1969	0,28	0,24	0,52	1,09	0,84	0,88	0,55	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	4,46
1970	0,19	0,09	1,14	0,69	0,51	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	2,64
1971	0,04	0,25	1,62	7,98	3,96	1,00	0,27	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	15,12
1972	0,04	0,17	0,17	0,50	0,69	0,19	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	1,79
1973	0,01	0,03	0,48	3,20	1,37	1,13	0,98	0,47	0,02	0,00	0,00	0,00	7,68
1974	0,17	0,87	6,37	14,21	2,21	0,95	0,23	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	25,01
1975	0,01	0,09	1,83	1,29	1,68	0,86	0,59	0,14	0,00	0,00	0,00	0,01	6,50
1976	0,00	0,52	1,11	2,46	0,73	0,14	0,00	0,00	0,03	0,00	0,02	0,00	5,01
1977	0,01	0,02	0,48	0,93	4,21	2,61	1,12	0,20	0,00	0,00	0,00	0,02	9,61
1978	0,00	0,15	1,06	0,90	1,41	0,62	0,06	0,02	0,00	0,01	0,00	0,00	4,25
1979	0,10	0,20	0,89	1,14	1,21	0,39	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,96
1980	0,01	0,09	0,17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,28
1981	0,06	0,03	0,50	1,93	0,38	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	2,93
1982	0,00	0,00	0,01	0,15	0,15	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,34
1983	0,00	0,18	0,02	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,26
1984	0,02	0,01	0,44	5,63	1,36	0,50	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	7,95
1985	1,50	6,70	4,70	5,17	1,97	1,04	0,98	0,15	0,00	0,00	0,00	0,07	22,29
Parâmetros Estatísticos													299,36
Med	0,07	0,34	1,40	2,14	1,08	0,43	0,15	0,02	0,00	0,01	0,00	0,02	
S =	6,03												
Med =	5,65												
Med = média S = desvio padrão													
Med+S/2 =							8,66		Med-S/2 =				2,64

Anexo 17 - Dados de vazões médias Mensais (m³/s) em Video

SUB-BACIA DO AÇUDE VIDEO
(Área de drenagem 20,92 Km²)

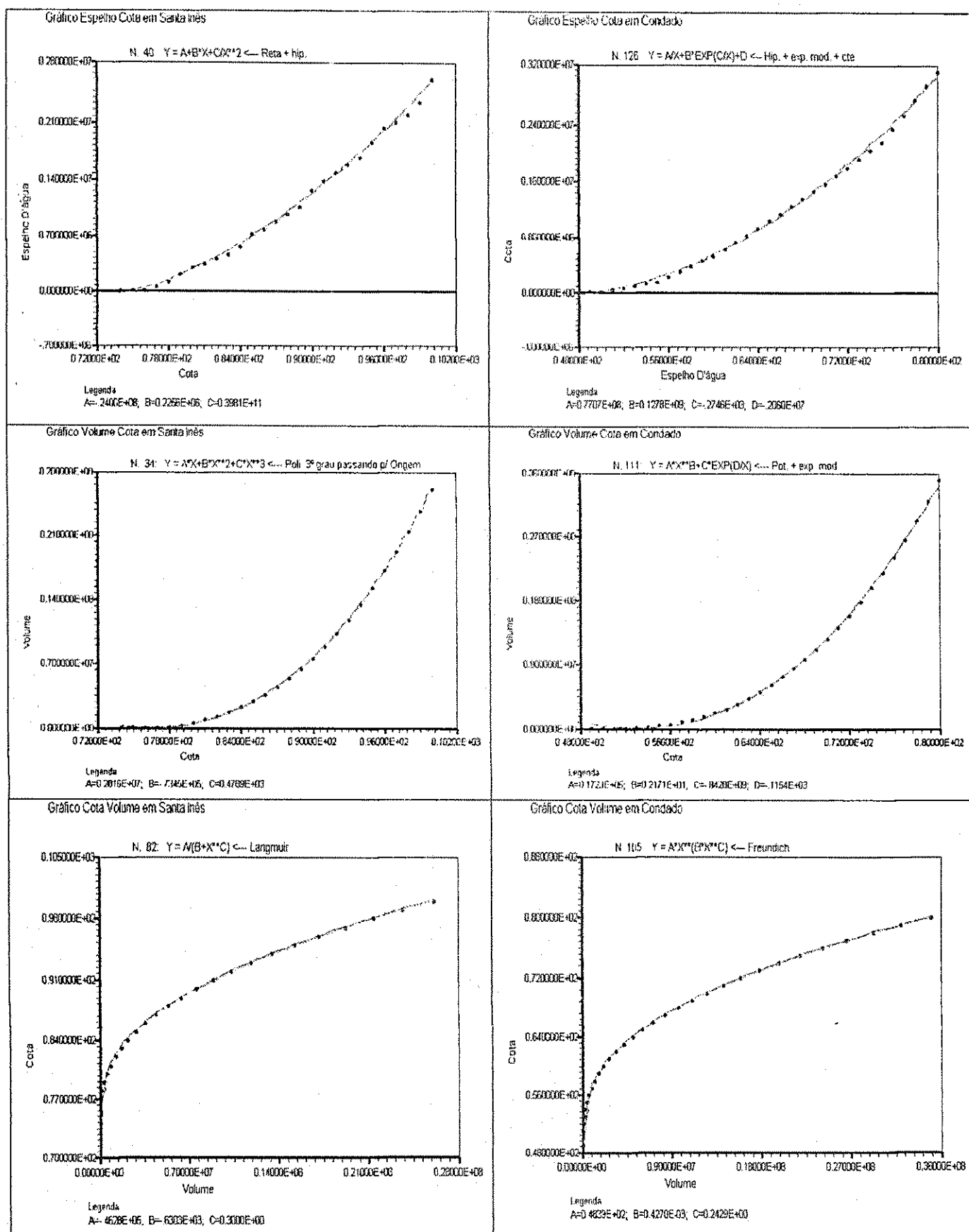
ANO	VAZÕES MÉDIAS MENSAIS (m³/s)												Q
	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	
1933	0,01	0,06	0,05	0,20	0,18	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,54
1934	0,01	0,04	0,46	0,61	0,19	0,13	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,46
1935	0,01	0,04	1,10	0,71	0,64	0,14	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,69
1936	0,00	0,03	0,11	0,07	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,23
1937	0,00	0,04	0,11	0,13	0,11	0,07	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,47
1938	0,00	0,00	0,04	0,14	0,18	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,42
1939	0,00	0,04	0,22	0,18	0,06	0,00	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,51
1940	0,02	0,09	1,03	0,31	0,17	0,09	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,72
1941	0,00	0,02	0,13	0,12	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33
1942	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,04
1943	0,00	0,01	0,04	0,13	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,22
1944	0,00	0,00	0,03	0,10	0,13	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,31
1945	0,01	0,02	0,04	0,03	0,08	0,09	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,28
1946	0,01	0,03	0,03	0,01	0,04	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,12
1947	0,00	0,08	0,70	0,81	0,16	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,03	1,81
1948	0,00	0,02	0,01	0,05	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,15
1949	0,00	0,00	0,00	0,07	0,12	0,08	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,29
1950	0,01	0,00	0,05	0,44	0,21	0,06	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,80
1951	0,00	0,00	0,00	0,08	0,16	0,11	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,38
1952	0,02	0,00	0,02	0,09	0,12	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,29
1953	0,00	0,00	0,04	0,04	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,14
1954	0,00	0,05	0,04	0,20	0,18	0,13	0,10	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,71
1955	0,01	0,08	0,16	0,17	0,11	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,55
1956	0,00	0,07	0,12	0,18	0,11	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,51
1957	0,00	0,00	0,35	0,54	0,14	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,06
1958	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1959	0,00	0,04	0,14	0,08	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,27
1960	0,00	0,00	0,79	0,32	0,16	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,32
1961	0,01	0,10	0,13	0,15	0,10	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,53
1962	0,00	0,01	0,05	0,10	0,05	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,23
1963	0,00	0,00	0,49	0,22	0,18	0,08	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	1,02
1964	0,01	0,24	0,23	1,21	0,28	0,14	0,10	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	2,24
1965	0,00	0,00	0,03	0,62	0,30	0,17	0,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,22
1966	0,00	0,06	0,03	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,16
1967	0,01	0,09	1,02	1,60	0,65	0,15	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,54
1968	0,01	0,00	0,11	0,16	0,10	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,42
1969	0,04	0,04	0,08	0,16	0,13	0,13	0,08	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,67
1970	0,03	0,01	0,17	0,10	0,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,40
1971	0,01	0,04	0,24	1,20	0,60	0,15	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,28
1972	0,01	0,03	0,03	0,08	0,10	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,27
1973	0,00	0,00	0,07	0,48	0,21	0,17	0,15	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	1,16
1974	0,03	0,13	0,96	2,14	0,33	0,14	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,76
1975	0,00	0,01	0,28	0,19	0,25	0,13	0,09	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,98
1976	0,00	0,08	0,17	0,37	0,11	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,75
1977	0,00	0,00	0,07	0,14	0,63	0,39	0,17	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	1,45
1978	0,00	0,02	0,16	0,14	0,21	0,09	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,64
1979	0,01	0,03	0,13	0,17	0,18	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,60
1980	0,00	0,01	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04
1981	0,01	0,01	0,08	0,29	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,44
1982	0,00	0,00	0,00	0,02	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05
1983	0,00	0,03	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04
1984	0,00	0,00	0,07	0,85	0,20	0,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,20
1985	0,23	1,01	0,71	0,78	0,30	0,16	0,15	0,02	0,00	0,00	0,00	0,01	3,36
1986	0,00	0,01	0,10	0,15	0,07	0,02	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,38
1987	0,00	0,00	0,03	0,11	0,11	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,27
1988	0,00	0,02	0,09	0,39	0,28	0,08	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,87
1989	0,00	0,02	0,04	0,13	0,22	0,20	0,16	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,83

Parâmetros Estatísticos
Med 0,01 0,05 0,20 0,31 0,16 0,07 0,02 0,00 0,00 0,00 0,00 0,00 47,41
S = 0,88
Med = 0,83 Med+S/2 = 1,27 Med-S/2 = 0,39
Med = média S = desvio padrão

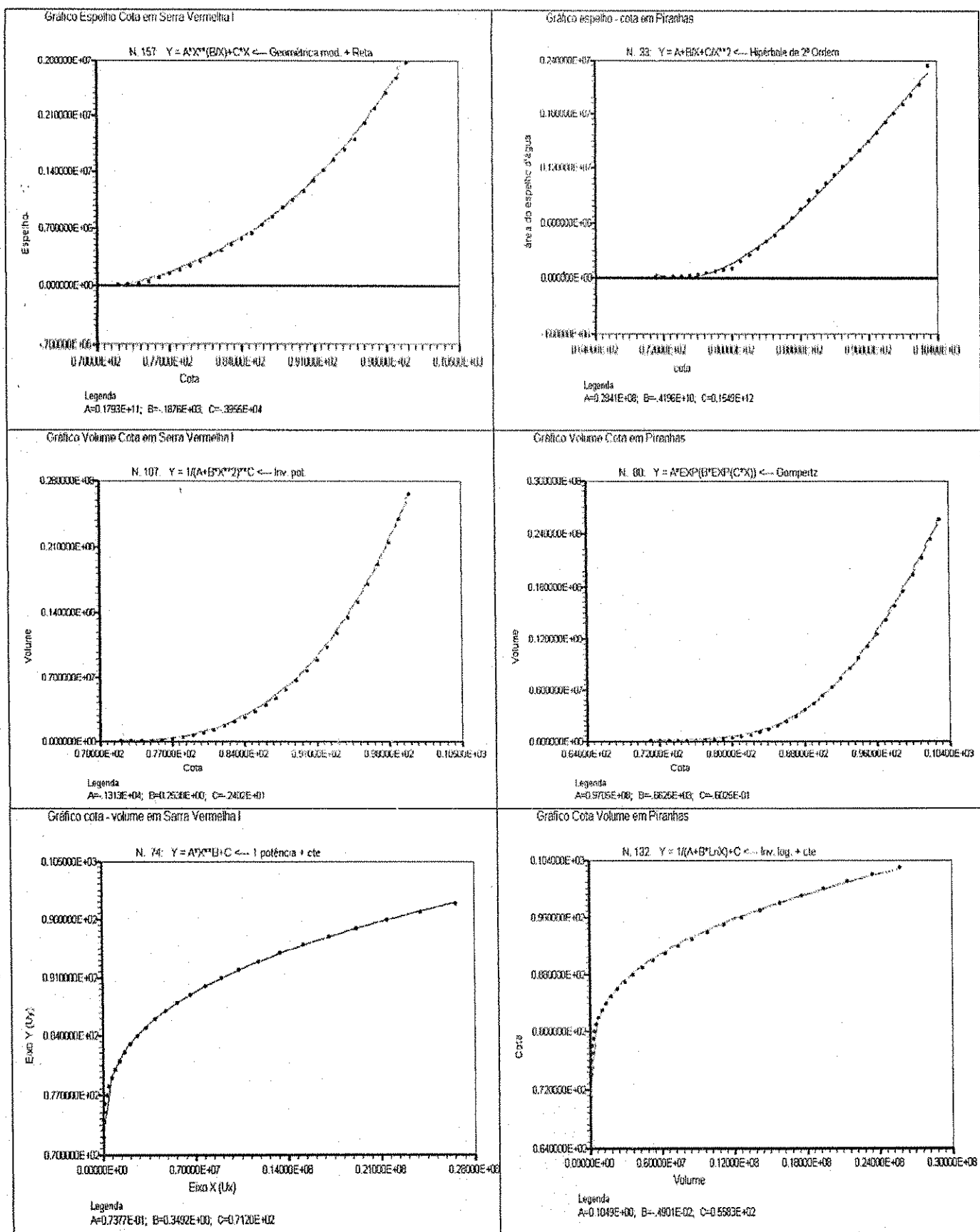
Anexo 18 - Dados de vazões médias Mensais (m³/s) em Piranhas

SUB-BACIA DO AÇUDE PIRANHAS (Área de drenagem 198,3 Km ²)														
ANO	VAZÕES MÉDIAS MENSALIS (m ³ /s)												Q	
	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ		
1933	0,09	0,52	0,22	1,33	1,10	0,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06	0,00	3,42	
1934	0,01	0,15	1,35	2,43	1,33	0,56	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,84	
1935	0,04	0,52	1,70	4,49	5,48	1,08	0,22	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	13,53	
1936	0,01	0,28	0,88	0,52	0,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,80	
1937	0,02	0,28	0,84	0,80	0,35	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	2,32	
1938	0,01	0,06	0,43	1,63	1,30	0,29	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,72	
1939	0,04	0,41	1,38	2,26	0,94	0,08	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,13	
1940	0,03	0,14	8,07	4,13	3,11	1,19	0,23	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	16,90	
1941	0,00	0,15	0,67	0,35	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,22	
1942	0,00	0,03	0,01	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06	0,00	0,00	0,14	
1943	0,00	0,02	0,30	1,00	0,26	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	1,59	
1944	0,01	0,00	0,43	1,67	1,16	0,17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	3,46	
1945	0,01	0,02	0,05	0,25	0,82	0,60	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,77	
1946	0,02	0,22	0,13	0,20	0,62	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	1,23	
1947	0,01	0,03	7,03	5,76	1,46	0,26	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,06	14,64	
1948	0,02	0,02	0,93	1,92	0,95	0,12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	3,96	
1949	0,00	0,02	0,12	1,56	1,31	0,75	0,02	0,00	0,00	0,00	0,15	0,63	4,56	
1950	0,31	0,09	0,35	1,06	1,30	0,18	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,03	3,33	
1951	0,01	0,00	0,00	0,34	0,19	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,55	
1952	0,00	0,33	0,69	1,46	0,95	0,18	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	3,64	
1953	0,00	0,02	0,66	0,21	0,02	0,08	0,00	0,00	0,00	0,01	0,02	0,02	1,03	
1954	0,00	0,18	0,15	0,60	0,71	0,92	0,18	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,75	
1955	0,09	0,42	0,68	0,68	0,31	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	2,23	
1956	0,00	0,31	0,77	1,68	1,27	0,34	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,01	4,40	
1957	0,03	0,00	0,42	0,72	0,37	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	1,55	
1958	0,00	0,01	0,05	0,24	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,35	
1959	0,01	0,15	0,40	0,23	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,80	
1960	0,00	0,02	0,71	1,86	1,06	0,21	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,86	
1961	0,10	0,47	0,86	1,53	0,72	0,02	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,73	
1962	0,00	0,05	0,92	1,30	0,78	0,25	0,04	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	3,37	
1963	0,06	0,25	3,99	2,48	1,44	0,29	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	8,55	
1964	0,10	0,63	4,01	6,65	2,64	1,57	0,67	0,01	0,04	0,00	0,00	0,00	16,31	
1965	0,12	0,12	0,10	0,98	1,25	0,90	0,29	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	3,77	
1966	0,00	0,49	0,15	0,17	0,03	0,05	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,94	
1967	0,05	0,37	6,15	14,43	5,65	1,36	0,31	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	28,32	
1968	0,04	0,11	1,26	1,60	1,28	0,80	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,13	
1969	0,00	0,11	0,44	1,37	0,84	0,36	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,12	
1970	0,02	0,00	1,36	1,15	0,57	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,11	
1971	0,10	0,67	1,99	8,32	2,76	1,21	0,34	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	15,40	
1972	0,18	0,42	0,55	0,58	0,38	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,12	2,26	
1973	0,17	0,08	1,21	3,63	3,12	1,16	0,55	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	9,97	
1974	0,28	1,10	5,77	7,79	2,20	0,98	0,27	0,00	0,00	0,00	0,02	0,01	18,41	
1975	0,06	0,38	6,73	4,02	4,53	1,24	0,77	0,13	0,00	0,00	0,00	0,00	17,87	
1976	0,00	0,82	1,80	3,06	0,98	0,07	0,00	0,00	0,02	0,03	0,01	0,00	6,79	
1977	0,07	0,41	0,70	1,07	1,22	0,93	0,33	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	4,74	
1978	0,02	0,15	1,72	1,55	1,68	0,89	0,21	0,04	0,00	0,00	0,00	0,01	6,28	
1979	0,23	0,77	5,73	3,83	2,30	0,76	0,03	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	13,65	
1980	0,09	0,45	1,58	0,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,11	0,03	2,68	
1981	0,01	0,07	0,57	2,29	0,66	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,60	
1982	0,00	0,01	0,22	0,28	0,31	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,83	
1983	0,02	0,51	0,16	0,82	0,21	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,73	
1984	0,00	0,04	0,88	2,87	1,86	0,69	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6,36	
1985	0,29	5,93	3,52	16,67	4,21	1,36	0,52	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	32,54	
1986	0,02	0,52	3,04	4,36	2,21	0,90	0,14	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	11,20	
1987	0,06	0,22	0,72	1,96	1,14	0,21	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,33	
1988	0,05	0,23	0,59	3,33	2,41	0,55	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	7,18	
1989	0,03	0,01	0,23	5,17	3,77	1,43	0,35	0,00	0,00	0,03	0,00	0,05	11,05	
Parâmetros estatísticos														362,94
Med	0,05	0,35	1,52	2,51	1,36	0,44	0,10	0,00	0,00	0,00	0,01	0,02		
S =	6,76													
Med =	6,37													
Med+S/2 =							9,75	Med-S/2 =						2,99
Med = média S = desvio padrão														

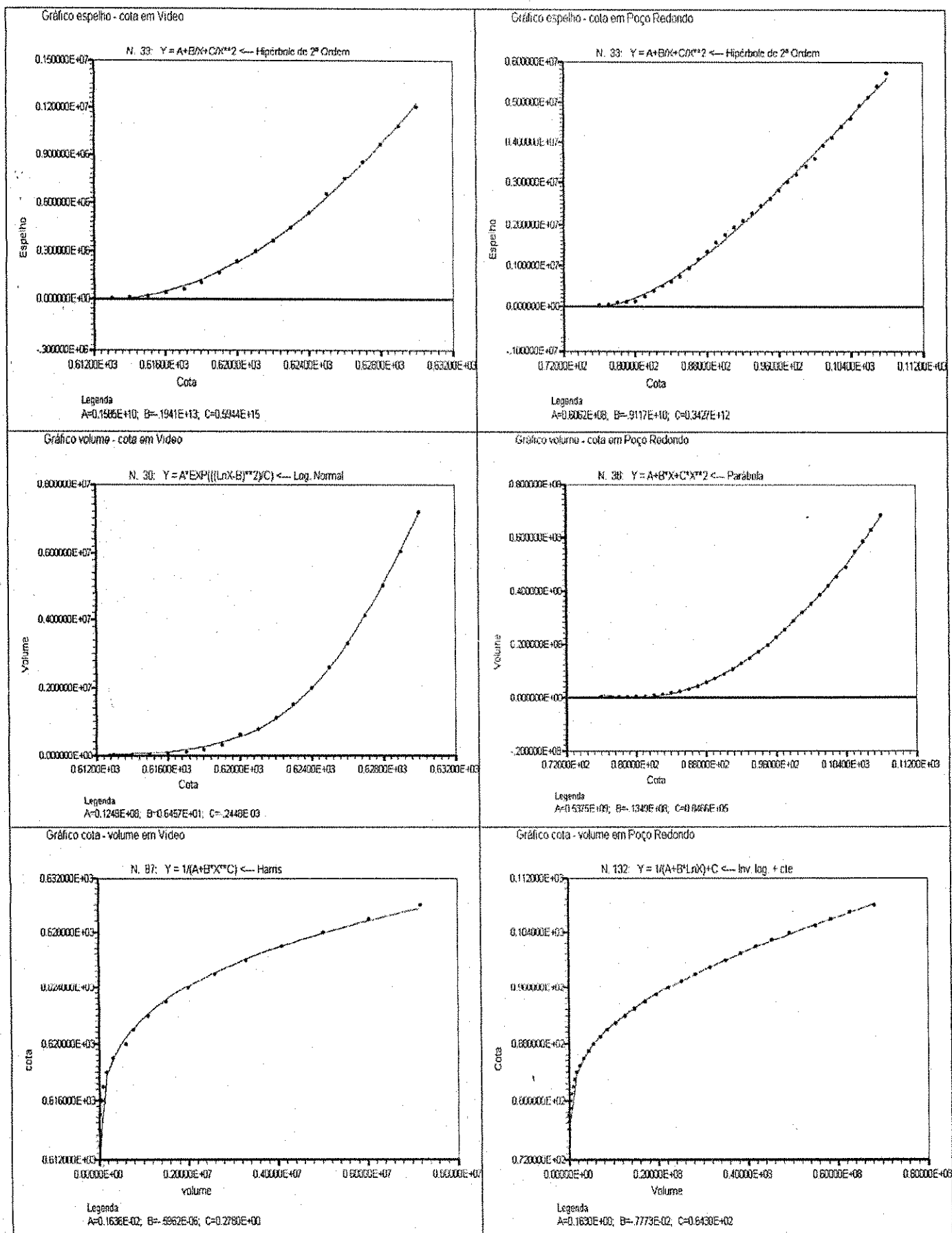
Anexo 19 - Curvas Cota x Área x Volume em Santa Inês e Condado.



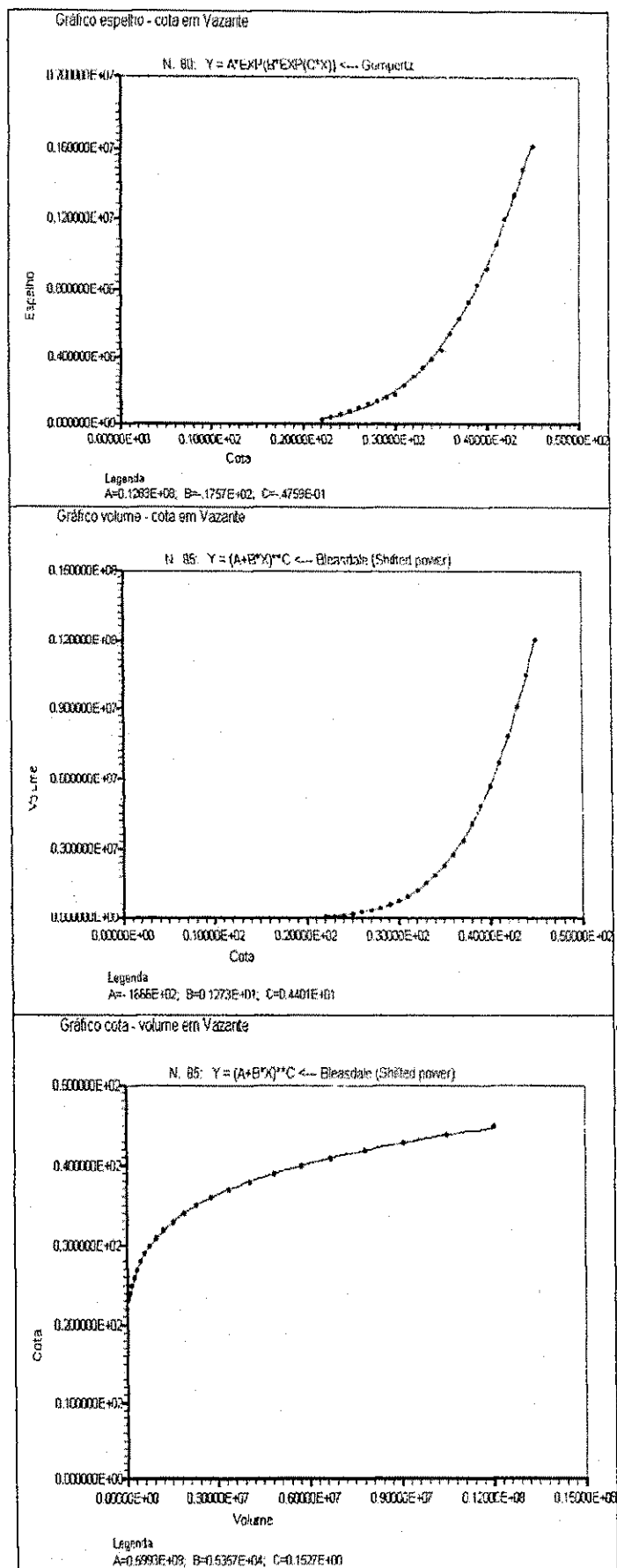
Anexo 20 - Curvas Cota x Área x Volume em Serra Vermelha I e Piranhas.



Anexo 21 - Curvas Cota x Área x Volume em Vídeo e Poço Redondo.



Anexo 22 - Curvas Cota x Área x Volume em Vazante.



Anexo 23 - Dados hidrológicos e resultados para o cenário inicial em Santa Inês

Tabela 1 - Dados hidrológicos e resultados

Meses	vazões afluentes (m³/s)	Precipit. (mm)	Evapor. (mm)	Volume reservat. (hm³)	Volume evapor. (hm³)	diferença entre Vol. do reserv. e Vo (hm³)
agosto	0	8,9	271,9	10,022	0,311	-0,424
setembro	0	10,4	299,6	9,175	0,325	-1,271
outubro	0	7	332,9	7,99	0,333	-2,456
novembro	0,01	27,3	319	6,628	0,286	-3,818
dezembro	0,02	47,9	310,6	5,77	0,257	-4,676
janeiro	0,04	103,1	272,3	5,708	0,224	-4,738
fevereiro	0,23	152,3	215,4	6,269	0,187	-4,177
março	0,62	207,6	204,1	7,923	0,203	-2,523
abril	0,98	140,9	182,4	9,915	0,207	-0,531
maio	0,59	55,6	183,1	10,463	0,215	0,017
junho	0,17	30,1	182,2	10,696	0,216	0,250
julho	0,03	12,5	219,9	10,446	0,258	0,000
total	2,69	803,6	2993,4	101,005	3,022	
média	0,224	66,967	249,450	8,417	0,252	

$m_{inc} = 8$
 $V_{máx} (m^3) = 26115250$
 $V_{mín} (m^3) = 2611525$
 $V_{o(0.4V_{máx})} (m^3) = 10446100,0$
 $sust. = 100$
 $A_{máx. Porim. Irrig.} = 5000 \text{ ha}$
 $A_{cmax} = 5000 \text{ ha}$
 $A_{cmin} = 5 \text{ ha}$
 $A_{bac. Hid.} (m^2) = 2590000$
 $t (s) = 2626560$

Tabela 2 - Dados hidrológicos e resultados em m³/s

Meses	vazões afluentes (m³/s)	Evapor. (m³/s)	Volume reservat. (m³/s)	Volume evapor. (m³/s)	Vazão de descarga (m³/s)	Vazão de tomada d'água abast. (m³/s)	Vazão de tomada d'água irrig. (m³/s)	Vazão Vertida (m³/s)	Vazão terminal (m³/s)
Vro			3,977						
agosto	0	0,268	3,816	0,118	0	0	0,158	0	0,015
setembro	0	0,295	3,493	0,124	0	0	0,184	0	0,013
outubro	0	0,328	3,042	0,127	0	0	0,181	0	0,023
novembro	0,01	0,315	2,523	0,109	0	0	0,146	0	0
dezembro	0,02	0,306	2,197	0,098	0,02	0	0,128	0	0,017
janeiro	0,04	0,269	2,173	0,085	0,04	0	0,111	0	0
fevereiro	0,23	0,212	2,387	0,071	0,23	0	0,064	0	0,15
março	0,62	0,201	3,016	0,077	0,62	0	0,007	0	0,473
abril	0,98	0,180	3,775	0,079	0,98	0	0,145	0	0,672
maio	0,59	0,181	3,984	0,082	0,59	0	0,922	0	0,333
junho	0,17	0,180	4,072	0,082	0,17	0	0,054	0	0
julho	0,03	0,217	3,977	0,098	0,03	0	0,113	0	0,002
total	2,69	2,952	38,455	1,151	2,68	0,000	2,213	0,000	1,698
média	0,2242	0,2460	3,205	0,096	0,223	0,000	0,184	0,0000	0,142

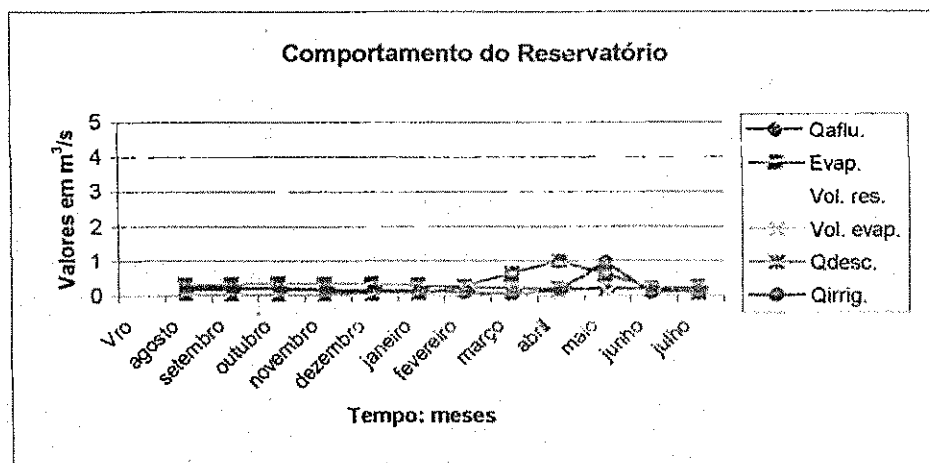


Figura 1 - Comportamento do reservatório Santa Inês no cenário inicial

Anexo 24 - Resultados referentes as culturas irrigadas e piscicultura para o cenário inicial em Santa Inês

Tabela 1 - Resultados referentes as culturas irrigadas

Culturas	Mão de obra (diárias)	Rec. Líquida (em mil R\$)	Área Irrig. (em ha)	Período de cultivo
algodão (s)	522	-4,44	5,02	fev. a mai.
algodão (es)	595	6,47	5	ago. a nov.
feijão (s)	155	-3,01	5	fev. a abr.
feijão (es)	280	-1,16	5	set. a nov.
milho (s)	280	-4,37	5,09	fev. a mai.
milho (es)	310	7,08	5	ago. a nov.
arroz (s)	330	-6,30	5	fev. a mai.
melancia (s)	452	-2,45	5,02	fev. a mai.
melancia (es)	575	15,91	5	set. a dez.
cebola (s)	500	-10,09	5	abr. a jul.
cebola (es)	705	1,17	5	ago. a dez.
melão (s)	560	-15,37	5	abr. a jul.
melão (es)	685	-16,75	5	set. a dez.
tomate (s)	30971	1340,41	344,12	abr. a jul.
tomate (es)	106950	16367,22	930	set. a dez.
banana	990	24,18	5	todo o ano
manga	515	-12,99	5	todo o ano
coco	525	44,27	5	todo o ano
maracujá	945	3,69	5	todo o ano
graviola	565	29,39	5	todo o ano
mamão	815	16,76	5	todo o ano
pinha	565	8,91	5	todo o ano
goiaba	600	14,48	5	todo o ano
total	149390	17803,01	1379,25	

Tabela 2 - Resultado referente a piscicultura

Variáveis do modelo	Resultado
Área mínima (Km ²)	1,03
Produção Firme (t)	12,36
Mão de obra (pescadores)	8
Rec. Líquida (em R\$)	14518,28

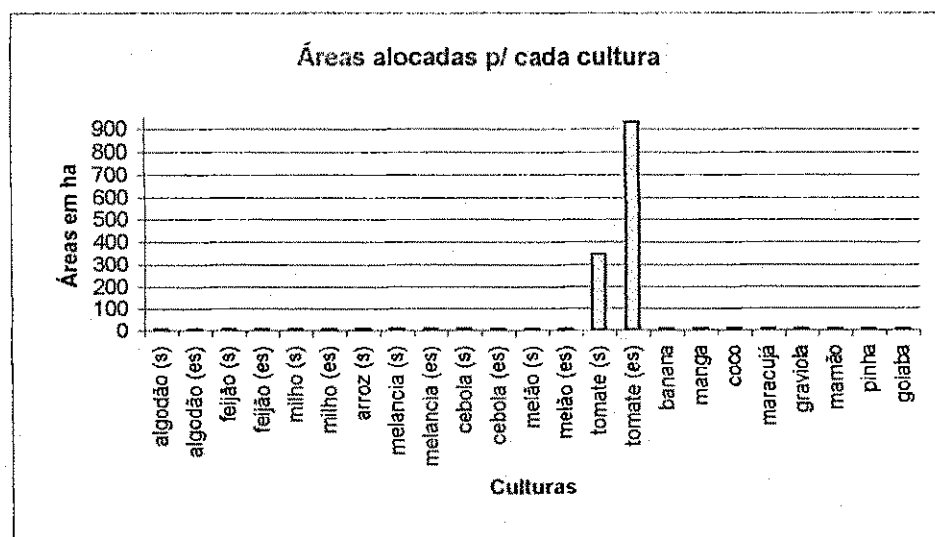


Figura 1 - Alocação da área irrigada para cada cultura em Santa Inês no cenário inicial

Anexo 25 - Dados hidrológicos e resultados para o cenário inicial em Condado

Tabela 1 - Dados hidrológicos e resultados

Meses	vazões afluentes (m³/s)	Precipit. (mm)	Evapor. (mm)	Volume reservat. (hm³)	Volume evapor. (hm³)	diferença entre Vol. do reserv. e Vo (hm³)
agosto	0	8,9	271,9	13,034	0,351	-0,973
setembro	0	10,4	299,6	12,039	0,37	-1,968
outubro	0	7	332,9	10,854	0,387	-3,153
novembro	0,01	27,3	319	9,738	0,348	-4,269
dezembro	0,02	47,9	310,6	8,953	0,322	-5,054
janeiro	0,05	103,1	272,3	8,552	0,275	-5,455
fevereiro	0,26	152,3	215,4	8,737	0,22	-5,270
março	0,75	207,6	204,1	10,712	0,235	-3,295
abril	1,27	140,9	182,4	13,385	0,239	-0,622
maio	0,8	55,6	183,1	14,282	0,249	0,275
junho	0,24	30,1	182,2	14,494	0,25	0,487
julho	0,04	12,5	219,9	14,008	0,296	0,001
total	3,44	803,6	2993,4	138,788	3,542	
média	0,287	66,967	249,450	11,566	0,295	

minc	=	8
$V_{máx}$ (m³)	=	35016302
V_{min} (m³)	=	3501630,2
$V_{at(0.4V_{máx})}$ (m³)	=	14006520,8
sust.	=	100
$A_{máx}$, Porim. Irrig.	=	5000 ha
Acmax	=	5000 ha
Acmin	=	5 ha
A_{bac} , Hnd. (m²)	=	3100000
t (s)	=	2626560

Tabela 2 - Dados hidrológicos e resultados em m³/s

Meses	vazões afluentes (m³/s)	Evapor. (m³/s)	Volume reservat. (m³/s)	Volume evapor. (m³/s)	Vazão de descarga (m³/s)	Vazão de tomada d'água abast. (m³/s)	Vazão de tomada d'água irrig. (m³/s)	Vazão Vertida (m³/s)	Vazão terminal (m³/s)
Vro			5,333						
agosto	0	0,321	4,962	0,134	0,087	0	0,153	0	0,087
setembro	0	0,354	4,584	0,141	0	0	0,241	0	0
outubro	0	0,393	4,132	0,147	0	0	0,303	0	0
novembro	0,01	0,377	3,708	0,132	0	0	0,313	0	0
dezembro	0,02	0,367	3,409	0,123	0	0	0,217	0	0
janeiro	0,05	0,321	3,256	0,105	0	0	0,148	0	0
fevereiro	0,26	0,254	3,326	0,084	0,086	0	0,093	0	0,086
março	0,75	0,241	4,078	0,089	0	0	0,01	0	0
abril	1,27	0,215	5,096	0,091	0	0	0,236	0	0
maio	0,8	0,216	5,438	0,095	0	0	0,396	0	0
junho	0,24	0,215	5,518	0,095	0	0	0,082	0	0
julho	0,04	0,260	5,333	0,113	0,01	0	0,118	0	0,01
total	3,44	3,533	52,840	1,349	0,183	0,000	2,310	0,000	0,183
média	0,2867	0,2944	4,403	0,112	0,015	0,000	0,193	0,0000	0,015

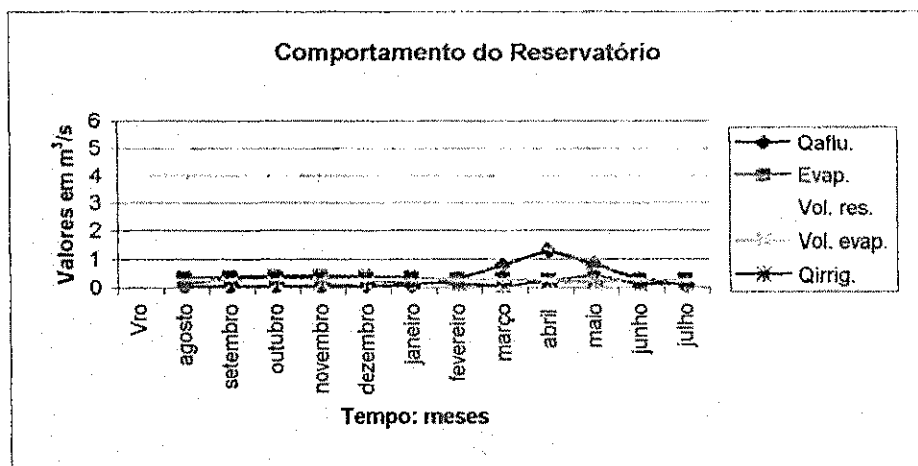


Figura 1 - Comportamento do reservatório Condado no cenário inicial

Anexo 26 - Resultados referentes as culturas irrigadas e piscicultura para o cenário inicial em Condado

Tabela 1 - Resultados referentes as culturas irrigadas

Culturas	Mão de obra (diárias)	Rec. Líquida (em mil R\$)	Area Irrig. (em ha)	Período de cultivo
algodão (s)	1008	-8,58	9,7	fev. a mai.
algodão (es)	10606	115,33	89,12	ago. a nov.
feijão (s)	155	-3,00	5	fev. a abr.
feijão (es)	2166	-8,97	38,68	set. a nov.
milho (s)	275	-4,29	5	fev. a mai.
milho (es)	4123	94,19	66,5	ago. a nov.
arroz (s)	441	-8,42	6,68	fev. a mai.
melancia (s)	906	-4,92	10,06	fev. a mai.
melancia (es)	19480	538,94	169,39	set. a dez.
cebola (s)	1179	-23,79	11,79	abr. a jul.
cebola (es)	1354	2,24	9,6	ago. a dez.
melão (s)	1152	-31,60	10,28	abr. a jul.
melão (es)	6433	-157,29	46,96	set. a dez.
tomate (s)	11467	496,30	127,41	abr. a jul.
tomate (es)	71382	10924,10	620,72	set. a dez.
banana	990	24,18	5	todo o ano
manga	515	-12,99	5	todo o ano
coco	4877	411,26	46,44	todo o ano
maracujá	973	3,80	5,15	todo o ano
graviola	565	29,39	5	todo o ano
mamão	37896	779,49	232,49	todo o ano
pinha	572	9,02	5,06	todo o ano
goiaba	652	15,72	5,43	todo o ano
total	179167	13180,11	1536,46	

Tabela 2 - Resultado referente a piscicultura

Variáveis do modelo	Resultado
Área mínima (Km ²)	1,261
Produção Firme (t)	15,14
Mão de obra (pescadores)	10
Rec. Líquida (em R\$)	17784,13

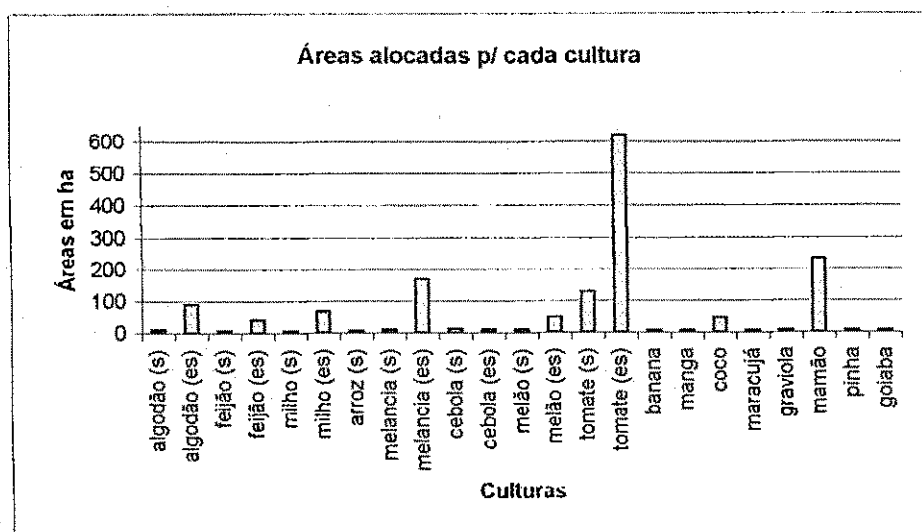


Figura 1 - Alocação da área irrigada para cada cultura em Condado no cenário inicial

Anexo 27 - Dados hidrológicos e resultados para o cenário inicial em Poço Redondo

Tabela 1 - Dados hidrológicos e resultados

Meses	Vazões afluentes (m³/s)	Precipit. (mm)	Evapor. (mm)	Volume reservat. (hm³)	Volume evapor. (hm³)	Diferença entre Vol. do reserv. e Vo (hm³)
agosto	0,02	1,9	271,9	22,792	0,628	-2,308
setembro	0	2,9	299,6	19,821	0,637	-5,279
outubro	0	5,7	332,9	16,54	0,636	-8,560
novembro	0,03	22,5	319	13,719	0,547	-11,381
dezembro	0,06	52,1	310,6	11,601	0,483	-13,499
janeiro	0,15	80,6	272,3	10,173	0,392	-14,927
fevereiro	0,82	123,9	215,4	11,386	0,331	-13,714
março	3,02	197,3	204,1	19,256	0,427	-5,844
abril	4,68	124,2	182,4	30,001	0,496	4,901
maio	2,56	37	183,1	33,658	0,533	8,558
junho	1,19	19,1	182,2	35,319	0,546	10,219
julho	1,19	10,5	219,9	34,322	0,648	9,222
total	13,72	677,7	2993,4	258,588	6,304	
média	1,1433	56,4750	249,4500	21,5490	0,5253	

$V_{máx}$ (m³)	=	62751154
$V_{mín}$ (m³)	=	6275115,40
$V_{Q(0,4V_{máx})}$ (m³)	=	25100461,6
sust.	=	100
$A_{máx}$ Porim. Irrig. m	=	5000 ha
Acmax	=	5000 ha
Acmin	=	5 ha
A_{bac} Hid. (m²)	=	5400000
t (s)	=	2626560

Tabela 2 - Dados hidrológicos e resultados em m³/s

Meses	vazões afluentes (m³/s)	Evapor. (m³/s)	Volume reservat. (m³/s)	Volume evapor. (m³/s)	Vazão de descarga (m³/s)	Vazão de tomada d'água abast. (m³/s)	Vazão de tomada d'água irrig. (m³/s)	Vazão Vertida (m³/s)	Vazão terminal (m³/s)
Vro			9,556						
agosto	0,02	0,559	8,678	0,239	0	0,005	0,651	0	0
setembro	0	0,616	7,546	0,243	0	0,005	0,877	0	0
outubro	0	0,684	6,297	0,242	0	0,005	0,993	0	0
novembro	0,03	0,656	5,223	0,208	0	0,005	0,897	0	0
dezembro	0,06	0,639	4,417	0,184	0	0,005	0,708	0	0
janeiro	0,15	0,560	3,873	0,149	0	0,005	0,582	0	0
fevereiro	0,82	0,443	4,335	0,126	0	0,005	0,313	0	0
março	3,02	0,420	7,331	0,163	0	0,005	0,002	0	0
abril	4,68	0,375	11,422	0,189	0	0,005	0,509	0	0
maio	2,56	0,376	12,814	0,203	0	0,005	1	0	0
junho	1,19	0,375	13,447	0,208	0	0,005	0,366	0	0
julho	1,19	0,452	13,067	0,247	0	0,005	0,5	0	0
total	13,72	6,154	98,451	2,400	0	0,060	7,398	0,000	0,000
média	1,1433	0,5128	8,204	0,200	0,000	0,005	0,617	0,0000	0,000

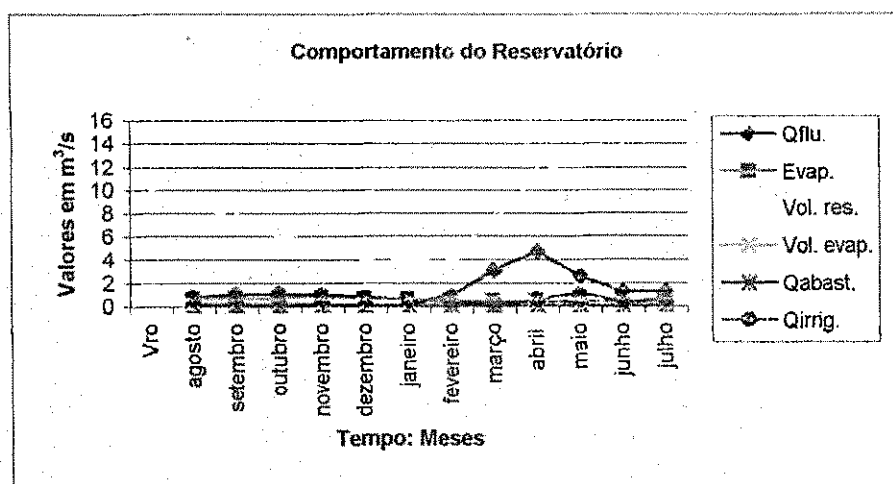


Figura 1 - Comportamento do reservatório

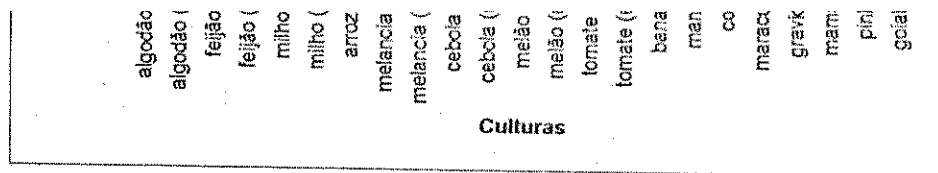


Figura 1 - Alocação da área irrigada para cada cultura em Serra Vermelha I no cenário inicial

Anexo 33 - Dados hidrológicos e resultados para o cenário inicial em Vídeo

Tabela 1 - Dados hidrológicos e resultados

Meses	vazões afluentes (m³/s)	Precipit. (mm)	Evapor. (mm)	Volume reservat. (hm³)	Volume evapor. (hm³)	diferença entre Vol. do reserv. e Vo (hm³)
agosto	0	4,9	271,9	2,129	0,124	-0,287
setembro	0	7,2	299,6	1,782	0,122	-0,634
outubro	0	8,6	332,9	1,417	0,117	-0,999
novembro	0	29,5	319	1,13	0,098	-1,286
dezembro	0	40,8	310,6	0,895	0,082	-1,521
janeiro	0,01	93,3	272,3	0,808	0,067	-1,608
fevereiro	0,05	136,6	215,4	0,893	0,057	-1,523
março	0,21	209,5	204,1	1,452	0,073	-0,964
abril	0,32	184,9	182,4	2,289	0,087	-0,127
maio	0,16	76	183,1	2,537	0,093	0,121
junho	0,06	45,2	182,2	2,578	0,093	0,162
julho	0,02	19,9	219,9	2,418	0,108	0,002
total	0,83	856,4	2993,4	20,328	1,121	
média	0,069	71,367	249,450	1,694	0,093	

minc	=	8
$V_{máx}$ (m³)	=	6040263
$V_{mín}$ (m³)	=	604026,3
$V_{o(dv_{med})}$ (m³)	=	2416105,2
sust.	=	100
$A_{máx. Perim. Irig.}$	=	5000 ha
A_{cmax}	=	5000 ha
A_{cmin}	=	5 ha
$A_{bac. Hld.}$ (m²)	=	1085000
t (s)	=	2626560

Tabela 2 - Dados hidrológicos e resultados em m³/s

Meses	vazões afluentes (m³/s)	Evapor. (m³/s)	Volume reservat. (m³/s)	Volume evapor. (m³/s)	Vazão de descarga (m³/s)	Vazão de tomada d'água abast. (m³/s)	Vazão de tomada d'água irrig. (m³/s)	Vazão Vertida (m³/s)	Vazão terminal (m³/s)
Vro			0,920						
agosto	0	0,112	0,811	0,047	0	0	0,06	0	0
setembro	0	0,124	0,678	0,046	0	0	0,082	0	0
outubro	0	0,138	0,539	0,045	0	0	0,09	0	0
novembro	0	0,132	0,430	0,037	0	0	0,072	0	0
dezembro	0	0,128	0,341	0,031	0	0	0,06	0	0
janeiro	0,01	0,112	0,308	0,026	0	0	0,028	0	0
fevereiro	0,05	0,089	0,340	0,022	0	0	0,011	0	0
março	0,21	0,084	0,553	0,020	0	0	0	0	0
abril	0,32	0,075	0,871	0,033	0	0	0,004	0	0
maio	0,16	0,076	0,966	0,035	0	0	0,048	0	0
junho	0,06	0,075	0,982	0,035	0	0	0,02	0	0
julho	0,02	0,091	0,921	0,041	0	0	0,043	0	0
total	0,83	1,237	7,739	0,427	0	0,000	0,518	0,000	0,000
média	0,0692	0,1030	0,645	0,036	0,000	0,000	0,043	0,0000	0,000

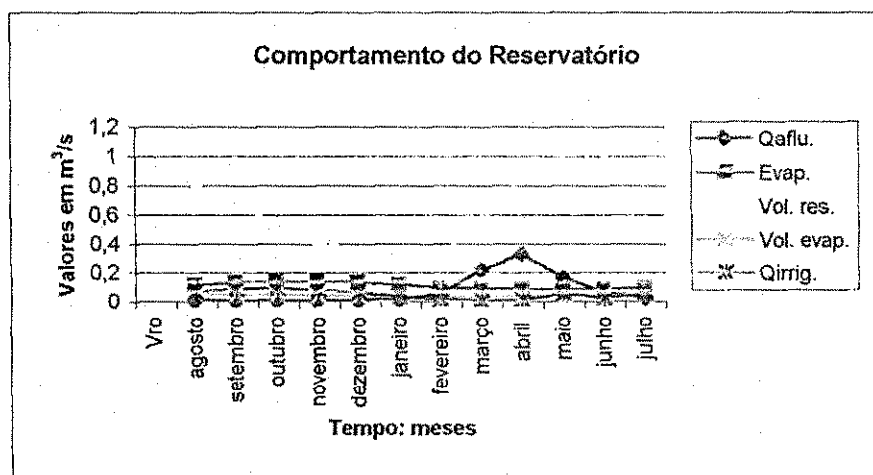


Figura 1 - Comportamento do reservatório

Anexo 34 - Resultados referentes as culturas irrigadas e piscicultura para o cenário inicial em Vidéo

Tabela 1 - Resultados referentes as culturas irrigadas

Culturas	Mão de obra (diárias)	Rec. Líquida (em mil R\$)	Área Irrig. (em ha)	Período de cultivo
algodão (s)	520	-4,42	5	fev. a mai.
algodão (es)	681	7,40	5,72	ago. a nov.
feijão (s)	155	-3,00	5	fev. a abr.
feijão (es)	280	-1,16	5	set. a nov.
milho (s)	320	-5,00	5,83	fev. a mai.
milho (es)	350	8,00	5,65	ago. a nov.
arroz (s)	351	-6,70	5,32	fev. a mai.
melancia (s)	450	-2,45	5	fev. a mai.
melancia (es)	3426	94,79	29,79	set. a dez.
cebola (s)	500	-10,09	5	abr. a jul.
cebola (es)	780	1,29	5,53	ago. a dez.
melão (s)	1596	-43,81	14,25	abr. a jul.
melão (es)	2891	-70,68	21,1	set. a dez.
tomato (s)	704	30,47	7,82	abr. a jul.
tomate (es)	7910	1210,53	68,78	set. a dez.
banana	990	24,18	5	todo o ano
manga	763	-19,23	7,41	todo o ano
coco	1148	96,78	10,93	todo o ano
maracujá	994	3,88	5,26	todo o ano
graviola	1129	58,73	9,99	todo o ano
mamão	2839	58,39	17,41	todo o ano
pinha	604	9,54	5,35	todo o ano
goiaba	809	19,53	6,74	todo o ano
total	30190	1456,97	262,88	

Tabela 2 - Resultado referente a piscicultura

Variáveis do modelo	Resultado
Área mínima (Km ²)	0,308
Produção Firme (t)	3,7
Mão de obra (pescadores)	2
Rec. Líquida (em R\$)	4347,46

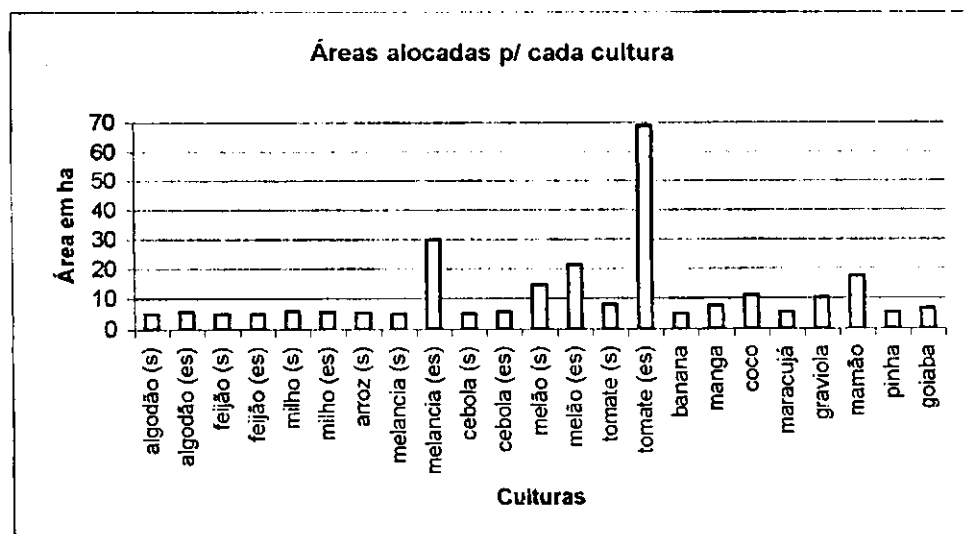


Figura 1 - Alocação da área irrigada para cada cultura

Anexo 35 - Dados hidrológicos e resultados para o cenário inicial em Vazante

Tabela 1 - Dados hidrológicos e resultados

Meses	vazões afluentes (m³/s)	Precipit. (mm)	Evapor. (mm)	Volume reservat. (hm³)	Volume evapor. (hm³)	diferença entre Vol. do reserv. e Vo (hm³)
agosto	0,02	4,9	271,9	3,117	0,111	-0,519
setembro	0	7,2	299,6	2,488	0,101	-1,148
outubro	0,01	8,6	332,9	1,874	0,088	-1,762
novembro	0	29,5	319	1,42	0,067	-2,216
dezembro	0,02	40,8	310,6	1,041	0,05	-2,595
janeiro	0,07	93,3	272,3	0,909	0,039	-2,727
fevereiro	0,34	136,6	215,4	1,229	0,04	-2,407
março	1,4	209,5	204,1	3,623	0,094	-0,013
abril	2,14	184,9	182,4	7,073	0,143	3,437
maio	1,08	76	183,1	6,55	0,136	2,914
junho	0,43	45,2	182,2	7,431	0,146	3,795
julho	0,15	19,9	219,9	7,363	0,178	3,727
total	5,66	856,4	2993,4	44,118	1,193	
média	0,472	71,367	249,450	3,677	0,099	

minc	=	8
V _{máx} (m³)	=	9091200
V _{mín} (m³)	=	909120
V _{q(0.4V_{máx})} (m³)	=	3636480,0
sust.	=	100
A _{máx. Perim. irrig.}	=	5000 ha
Acmax	=	5000 ha
Acmin	=	5 ha
A _{bac. Hid.} (m²)	=	1337600
t (s)	=	2626560

Tabela 2 - Dados hidrológicos e resultados em m³/s

Meses	vazões afluentes (m³/s)	Evapor. (m³/s)	Volume reservat. (m³/s)	Volume evapor. (m³/s)	Vazão de descarga (m³/s)	Vazão de tomada d'água abast. (m³/s)	Vazão de tomada d'água irrig. (m³/s)	Vazão Vertida (m³/s)	Vazão terminal (m³/s)
Vro			1,385						
agosto	0,02	0,138	1,187	0,042	0,015	0	0,158	0	0,015
setembro	0	0,153	0,947	0,038	0,013	0	0,184	0	0,013
outubro	0,01	0,170	0,713	0,034	0,023	0	0,181	0	0,023
novembro	0	0,162	0,541	0,026	0	0	0,146	0	0
dezembro	0,02	0,158	0,396	0,019	0,017	0	0,128	0	0,017
janeiro	0,07	0,139	0,346	0,015	0	0	0,111	0	0
fevereiro	0,34	0,110	0,468	0,015	0,15	0	0,064	0	0,15
março	1,4	0,104	1,379	0,036	0,473	0	0,007	0	0,473
abril	2,14	0,093	2,693	0,054	0,672	0	0,145	0	0,672
maio	1,08	0,093	2,494	0,052	0,333	0	0,922	0	0,333
junho	0,43	0,093	2,829	0,056	0	0	0,054	0	0
julho	0,15	0,112	2,803	0,068	0,002	0	0,113	0	0,002
total	5,66	1,524	16,797	0,454	1,698	0,000	2,213	0,000	1,698
média	0,4717	0,1270	1,400	0,038	0,142	0,000	0,184	0,0000	0,142

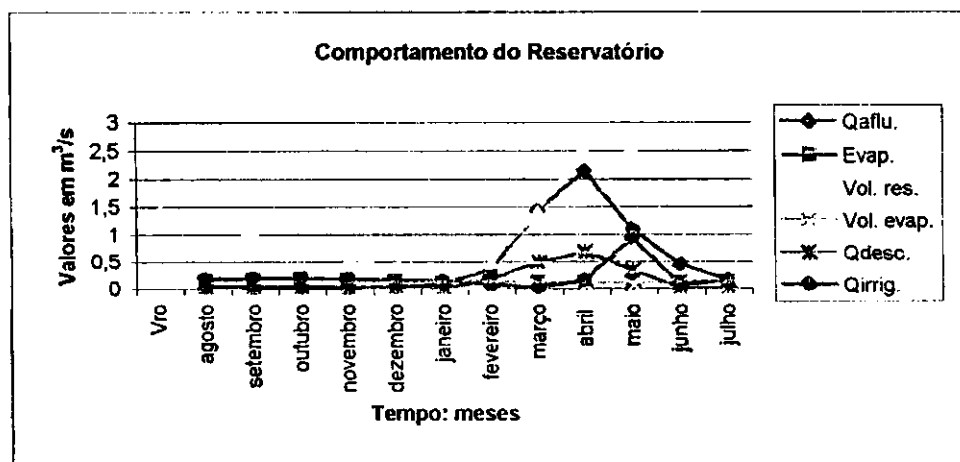


Figura 1 - Comportamento do reservatório Vazante no cenário inicial

Anexo 36 - Resultados referentes as culturas irrigadas e piscicultura para o cenário inicial em Vazante

Tabela 1 - Resultados referentes as culturas irrigadas

Culturas	Mão de obra (diárias)	Rec. Líquida (em mil R\$)	Área Irrig. (em ha)	Período de cultivo
algodão (s)	539	-4,59	5,18	fev. a mai.
algodão (es)	17869	194,31	150,16	ago. a nov.
feijão (s)	762	-14,77	24,58	fev. a abr.
feijão (es)	280	-1,16	5	set. a nov.
milho (s)	593	-9,26	10,79	fev. a mai.
milho (es)	2678	61,18	43,19	ago. a nov.
arroz (s)	600	-11,45	9,09	fev. a mai.
melancia (s)	1308	-7,11	14,53	fev. a mai.
melancia (es)	39375	1089,37	342,39	set. a dez.
cebola (s)	501	-10,11	5,01	abr. a jul.
cebola (es)	4092	6,77	29,02	ago. a dez.
melão (s)	581	-15,95	5,19	abr. a jul.
melão (es)	18625	-455,37	135,95	set. a dez.
tomate (s)	909	39,35	10,1	abr. a jul.
tomate (es)	309089	47301,77	2687,73	set. a dez.
banana	2183	53,30	11,02	todo o ano
manga	543	-13,69	5,27	todo o ano
coco	6539	551,47	62,28	todo o ano
maracujá	950	3,71	5,03	todo o ano
graviola	8003	416,27	70,82	todo o ano
mamão	820	16,88	5,03	todo o ano
pinha	566	8,92	5,01	todo o ano
goiaba	622	15,01	5,18	todo o ano
total	418027	49214,85	3647,55	

Tabela 2 - Resultado referente a piscicultura

Variáveis do modelo	Resultado
Área mínima (Km ²)	0,179
Produção Firme (t)	2,15
Mão de obra (pescadores)	1
Rec. Líquida (em R\$)	2527,09

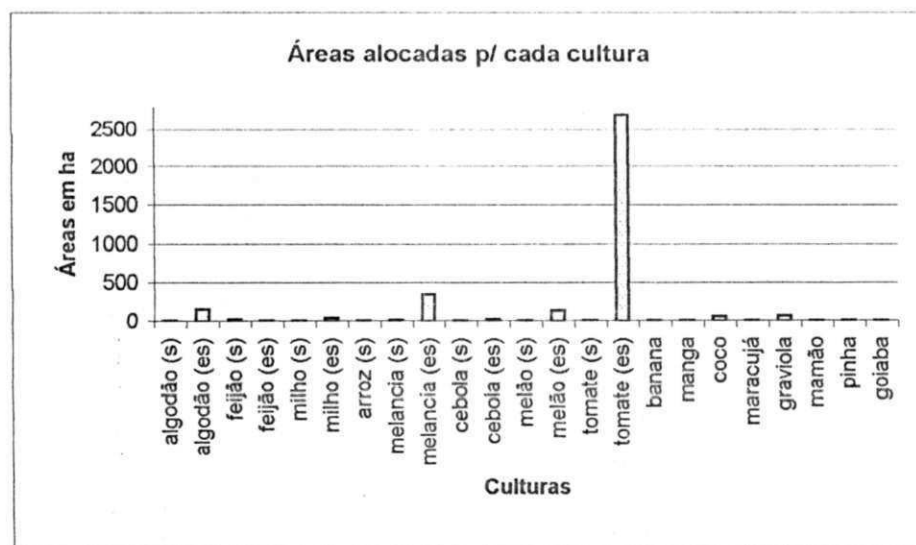


Figura 1 - Alocação da área irrigada para cada cultura em Vazante no cenário inicial

A nexa 37- Resumo dos resultados obtidos para cada reservatório e respectivos cenários

Cenários	Reservatório	Área irrig. Total (ha)	Rec. Liq. total p/ irrig. (mil R\$)	Q flu. total (m³/s)	Vol. reserv. Médio (m³/s)	Vol. evap. Total (m³/s)	Q desc. Total (m³/s)	Q de irrig. Total (m³/s)	Q de abast. Total (m³/s)	Q de vert. total (m³/s)	Mão de obra p/ irrig. (diárias)	Mão de obra p/ pisc. total	Prod. piscic. Total (t)	Rec. Liq. total p/ pisc. (R\$)
Padrão	Santa Inês	1370,47	8842,68	2,69	4,25	1,369	0	1,726	0	0	146657	11	15,79	18553,16
	Condado	1712,45	11052,01	3,44	4,376	1,34	0	2,479	0	0	183676	10	14,7	17273,16
	Poço Redondo	4649,57	30012,17	13,72	6,697	2,14	2,159	8,869	0,06	0	499302	11	16,43	19303,42
	Piranhas	4231,85	27307,08	9,22	4,398	1,231	0	8,285	0,084	0	453135	5	8,06	9472,17
	Serra Vermelha I	420,77	2682,72	1,49	1,677	0,710	0	0,647	0,348	0	44504	5	8,01	9413,69
	Vidéo	701,47	4526,44	0,83	0,64	0,439	0	0,514	0	0	75099	2	3,06	3595,95
	Vazante	1737,70	11223,67	5,66	1,938	0,631	2,284	2,726	0	0	187658	1	2,18	2560,71
Normal	Santa Inês	1438,99	9284,95	2,88	3,74	1,261	0	1,995	0	0	154009	10	14,38	16890,92
	Condado	1632,35	10532,88	3,40	4,857	1,431	0,03	2,357	0	0	174740	11	16,23	19071,64
	Poço Redondo	3702,65	23898,54	13,60	8,742	2,754	4,285	7,723	0,06	0	397390	15	23,06	27095,40
	Piranhas	4000,47	25813,08	8,55	4,629	1,266	0,041	7,593	0,084	0	428231	5	7,78	9138,3
	Serra Vermelha I	594,01	3833,46	1,55	1,402	1,018	0	0,723	0,348	0	63588	4	6,22	7313,33
	Vidéo	373,70	2411,57	0,79	1,133	0,630	0,088	0,304	0	0	40023	4	6,32	7423,22
	Vazante	1695,96	10965,71	5,27	2,071	0,685	1,83	2,959	0	0	184861	3	4,71	5530,84
Chuvoso	Santa Inês	2307,92	14891,37	4,24	2,96	1,074	0	3,596	0	0	246985	6	9,16	10761,05
	Condado	3695,41	23843,97	5,45	4,168	1,281	0,009	4,708	0	0	395449	8	12,54	14735,45
	Poço Redondo	4697,79	30370,22	23,60	10,348	2,593	1,903	7,915	0,06	0	511366	12	17,71	20803,49
	Piranhas	4440,70	28653,50	13,66	4,579	1,234	4,635	8,068	0,084	0	475333	5	7,21	8466,70
	Serra Vermelha I	1287,31	8306,50	2,51	1,185	0,046	0	1,745	0,348	0	137821	3	4,28	5030,7
	Vidéo	1272,75	8213,27	1,46	0,713	0,423	0	1,225	0	0	8213,27	2	3,18	3736,27
	Vazante	2971,19	19183,44	9,68	1,783	0,569	5,709	3,139	0	0	320229	1	2,23	2614,97
Seco	Santa Inês	511,55	3300,53	0,08	3,464	1,251	0,014	1,341	0	0	54735	9	13,35	3300,53
	Condado	869,49	5610,12	0,11	5,147	1,530	0,145	1,960	0	0	813036	10	15,71	18454,70
	Poço Redondo	2096,18	13525,29	0,53	7,945	2,544	0	4,802	0,06	0	224328	17	26,14	30712,04
	Piranhas	577,31	3736,00	0,83	3,830	1,237	0	2,575	0,084	0	63426	9	13,87	16292,86
	Serra Vermelha I	97,20	627,17	0,04	1,861	0,790	0	0,266	0,348	0	10401	6	8,33	9789,95
	Vidéo	42,47	274,01	0	0,943	0,579	0	0,120	0	0	4544	4	6,23	7324,91
	Vazante	95,29	614,93	0,02	1,037	0,422	0,006	0,217	0	0	10218	3	4,27	5015,95

Anexo 38 - Resultados Santa Inês (cenário padrão sem demanda p/ irrigação)

Tabela 1 - Dados hidrológicos e resultados

Meses	vazões afluentes (m³/s)	Precipit. (mm)	Evapor. (mm)	Volume reservat. (hm³)	Volume evapor. (hm³)	diferença entre Vol. do reserv. e Vro (hm³)
agosto	0	8,9	272,3	12,195	0,349	-0,340
setembro	0	10,4	215,4	11,827	0,378	-0,708
outubro	0	7	204,1	11,418	0,411	-1,117
novembro	0,01	27,3	182,4	11,066	0,387	-1,469
dezembro	0,02	47,9	183,1	10,814	0,371	-1,721
janeiro	0,04	103,1	182,2	10,746	0,324	-1,789
fevereiro	0,23	152,3	219,9	11,313	0,265	-1,222
março	0,62	207,6	271,9	12,988	0,272	0,453
abril	0,98	140,9	299,6	15,52	0,271	2,985
maio	0,59	55,6	332,9	16,88	0,286	4,345
junho	0,17	30,1	319	17,095	0,287	4,560
julho	0,03	12,5	310,6	16,852	0,343	4,317
total	2,69	803,6	2993,4	158,71	3,944	
média	0,2242	66,967	249,450	13,226	0,329	

minc	=	8
V _{máx} (m³)	=	26115250
V _{mín} (m³)	=	2611525
V _{o (0,48V_{máx})} (m³)	=	12535320
sust.	=	100
A _{máx. Perim. irrig}	=	1000 ha
Acmax	=	1000 ha
Acmin	=	0,5 ha
A _{fac. Hid.} (m²)	=	2590000
t (s)	=	2626560

Tabela 2 - Dados hidrológicos e resultados em m³/s

Meses	vazões afluentes (m³/s)	Evapor. (m³/s)	Volume reservat. (m³/s)	Volume evapor. (m³/s)	Vazão de descarga (m³/s)	Vazão de tomada d'água abast. (m³/s)	Vazão de tomada d'água irrig. (m³/s)	Vazão Vertida (m³/s)	Vazão terminal (m³/s)
Vro			4,773						
agosto	0	0,269	4,643	0,133	0	0	0	0	0
setembro	0	0,212	4,503	0,144	0	0	0	0	0
outubro	0	0,201	4,347	0,156	0	0	0	0	0
novembro	0,01	0,180	4,213	0,147	0	0	0	0	0
dezembro	0,02	0,181	4,117	0,141	0	0	0	0	0
janeiro	0,04	0,180	4,091	0,123	0	0	0	0	0
fevereiro	0,23	0,217	4,307	0,101	0	0	0	0	0
março	0,62	0,268	4,945	0,104	0	0	0	0	0
abril	0,98	0,295	5,909	0,103	0	0	0	0	0
maio	0,59	0,328	6,427	0,109	0	0	0	0	0
junho	0,17	0,315	6,509	0,109	0	0	0	0	0
julho	0,03	0,306	6,416	0,131	0	0	0	0	0
total	2,69	2,952	60,427	1,502	0	0,000	0,000	0,000	0,000
média	0,2242	0,2460	5,036	0,125	0,000	0,000	0,000	0,0000	0,000

Tabela 3 - Resultado referentes a piscicultura

Variáveis do modelo	Resultado
Área mínima (Km²)	1,489
Produção Firme (ton)	17,87
Mão de Obra	12
Rec. Líquida (em mil	20997,42

Anexo 39 - Resultados Condado (cenário padrão sem demanda p/ irrigação)

Tabela 1 - Dados hidrológicos e resultados

Meses	vazões afluentes (m³/s)	Precipit. (mm)	Evapor. (mm)	Volume reservat. (hm³)	Volume evapor. (hm³)	diferença entre Vol. do reserv. e Vro (hm³)
agosto	0	8,9	272,3	13,655	0,361	-0,352
setembro	0	10,4	215,4	13,275	0,391	-0,732
outubro	0	7	204,1	12,852	0,427	-1,155
novembro	0,01	27,3	182,4	12,513	0,402	-1,494
dezembro	0,02	47,9	183,1	12,248	0,387	-1,759
janeiro	0,05	103,1	182,2	12,199	0,338	-1,808
fevereiro	0,26	152,3	219,9	12,842	0,276	-1,165
março	0,75	207,6	271,9	14,857	0,284	0,850
abril	1,27	140,9	299,6	18,14	0,285	4,133
maio	0,8	55,6	332,9	20,036	0,303	6,029
junho	0,24	30,1	319	20,419	0,305	6,412
julho	0,04	12,5	310,6	20,181	0,365	6,174
total	3,44	803,6	2993,4	183,22	4,124	
média	0,287	66,967	249,450	15,268	0,344	

minc	=	8
V _{máx} (m³)	=	35016302
V _{mín} (m³)	=	2611525
V _o (m³)	=	14006521
sust.	=	100
A _{máx. Perim. Irig.}	=	3000 ha
Acmax	=	3000 ha
Acmin	=	5 ha
A _{bac. Hid.} (m²)	=	3100000
t (s)	=	2626560

Tabela 2 - Dados hidrológicos e resultados em m³/s

Meses	vazões afluentes (m³/s)	Evapor. (m³/s)	Volume reservat. (m³/s)	Volume evapor. (m³/s)	Vazão de descarga (m³/s)	Vazão de tomada d'água abast. (m³/s)	Vazão de tomada d'água irrig. (m³/s)	Vazão Vertida (m³/s)	Vazão terminal (m³/s)
Vro			5,333						
agosto	0	0,321	5,199	0,137	0	0	0	0	0
setembro	0	0,254	5,054	0,149	0	0	0	0	0
outubro	0	0,241	4,893	0,163	0	0	0	0	0
novembro	0,01	0,215	4,764	0,153	0	0	0	0	0
dezembro	0,02	0,216	4,663	0,147	0	0	0	0	0
janeiro	0,05	0,215	4,644	0,129	0	0	0	0	0
fevereiro	0,26	0,260	4,889	0,105	0	0	0	0	0
março	0,75	0,321	5,656	0,108	0	0	0	0	0
abril	1,27	0,354	6,906	0,109	0	0	0	0	0
maio	0,8	0,393	7,628	0,115	0	0	0	0	0
junho	0,24	0,377	7,774	0,116	0	0	0	0	0
julho	0,04	0,367	7,683	0,139	0	0	0	0	0
total	3,44	3,533	69,755	1,570	0	0,000	0,000	0,000	0,000
média	0,2867	0,2944	5,813	0,131	0,000	0,000	0,000	0,0000	0,000

Tabela 3 - Resultado referentes a piscicultura

Variáveis do modelo	Resultado
Área mínima (Km²)	1,554
Produção Firme (ton)	18,65
Mão de Obra	12
Rec. Líquida (R\$)	21909,27

Anexo 40 - Resultados Poço Redondo (cenário padrão sem demanda p/ irrigação)

Tabela 1 - Dados hidrológicos e resultados

Meses	vazões afluentes (m³/s)	Precipit. (mm)	Evapor. (mm)	Volume reservat. (hm³)	Volume evapor. (hm³)	diferença entre Vol. do reserv. e Vro (hm³)
agosto	0,02	1,9	272,3	24,34	0,653	-0,760
setembro	0	2,9	215,4	23,468	0,704	-1,632
outubro	0	5,7	204,1	22,689	0,766	-2,411
novembro	0,03	22,5	182,4	19,512	0,672	-5,588
dezembro	0,06	52,1	183,1	19,132	0,647	-5,968
janeiro	0,15	80,6	182,2	19,144	0,567	-5,956
fevereiro	0,82	123,9	219,9	21,128	0,475	-3,972
março	3,02	197,3	271,9	29,035	0,544	3,935
abril	4,68	124,2	299,6	39,315	0,583	14,215
maio	2,56	37	332,9	43,705	0,625	18,605
junho	1,19	19,1	319	46,13	0,642	21,030
julho	1,19	10,5	310,6	46,211	0,776	21,111
total	13,72	677,70	2993,40	244,67	4,21	
média	1,143	56,475	249,450	20,389	0,351	

minc	=	8
V _{max} (m³)	=	62751154
V _{min} (m³)	=	6.275.115,40
V _o (m³)	=	25100461,6
sust.	=	100
A _{max} Perim. Irriq.	=	10000 ha
Acmax	=	10000 ha
Acmin	=	5 ha
A _{bas. Hid.} (m²)	=	5400000
t (s)	=	2626560

Tabela 2 - Dados hidrológicos e resultados em m³/s

Meses	vazões afluentes (m³/s)	Precipit. (m³/s)	Evapor. (m³/s)	Volume reservat. (m³/s)	Volume evapor. (m³/s)	Vazão de descarga (m³/s)	Vazão de tomada d'água abast. (m³/s)	Vazão de tomada d'água irrig. (m³/s)	Vazão Vertida (m³/s)	Vazão terminal (m³/s)
Vro				9,556						
agosto	0,02	0,004	0,560	9,267	0,249	0,054	0,005	0	0	0,054
setembro	0	0,006	0,443	8,935	0,268	0,057	0,005	0	0	0,057
outubro	0	0,012	0,420	8,638	0,292	0	0,005	0	0	0
novembro	0,03	0,046	0,375	7,429	0,256	0,992	0,005	0	0	0,992
dezembro	0,06	0,107	0,376	7,284	0,246	0,002	0,005	0	0	0,002
janeiro	0,15	0,166	0,375	7,289	0,216	0,002	0,005	0	0	0,002
fevereiro	0,82	0,255	0,452	8,044	0,181	0,001	0,005	0	0	0,001
março	3,02	0,406	0,559	11,054	0,207	0	0,005	0	0	0
abril	4,68	0,255	0,616	14,968	0,222	0,681	0,005	0	0	0,681
maio	2,56	0,076	0,684	16,640	0,238	0,692	0,005	0	0	0,692
junho	1,19	0,039	0,656	17,563	0,244	0,041	0,005	0	0	0,041
julho	1,19	0,022	0,639	17,594	0,295	0,042	0,005	0	0	0,042
total	13,72	1,393	6,154	134,704	2,914	2,564	0,060	0,000	0,000	2,564
média	1,1433	0,1161	0,5128	11,225	0,243	0,214	0,005	0,000	0,0000	0,214

Tabela 3 - Resultado referentes a piscicultura

Variáveis do modelo	Resultado
Área mínima (Km²)	2,603
Produção Firme (ton)	31,23
Mão de Obra	21
Rec. Líquida (R\$)	36696,94

Anexo 41 - Resultados Piranhas (cenário padrão sem demanda p/ irrigação)

Tabela 1 - Dados hidrológicos e resultados

Meses	vazões afluentes (m³/s)	Precipit. (mm)	Evapor. (mm)	Volume reservat. (hm³)	Volume evapor. (hm³)	diferença entre Vol. do reserv. e Vro (hm³)
maio	1,74	85,4	183,1	11,781	0,215	-5,667
junho	0,64	49	182,2	12,931	0,225	-4,517
julho	0,19	26,1	219,9	12,825	0,27	-4,623
agosto	0,01	5,4	271,9	12,158	0,324	-5,290
setembro	0	13,8	299,6	11,454	0,346	-5,994
outubro	0	11,2	332,9	10,718	0,37	-6,730
novembro	0,01	15,1	319	10,043	0,342	-7,405
dezembro	0,01	58,3	310,6	9,446	0,322	-8,002
janeiro	0,08	131	272,3	9,174	0,278	-0,274
fevereiro	0,6	204,6	215,4	10,403	0,236	-7,045
março	2,2	246,8	204,1	15,656	0,28	-1,792
abril	3,74	222,5	182,4	24,917	0,322	7,469
total	9,22	1069,20	2993,4	151,506	3,53	
média	0,7683	89,100	249,450	12,626	0,294	

minc	=	5
V _{max} (m³)	=	25696200
V _{min} (m³)	=	2569620,0
V _o (m³)	=	17448238
sust.	=	100
A _{máx. Perim. Irrig.}	=	5000 ha
Acmax	=	5000 ha
Acmin	=	5 ha
A _{bac. Hid.} (m²)	=	2342000
t (s)	=	2626560

Tabela 2 - Dados hidrológicos e resultados em m³/s

Meses	vazões afluentes (m³/s)	Precipit. (m³/s)	Evapor. (m³/s)	Volume reservat. (m³/s)	Volume evapor. (m³/s)	Vazão de descarga (m³/s)	Vazão de tomada d'água abast. (m³/s)	Vazão de tomada d'água irrig. (m³/s)	Vazão Vertida (m³/s)	Vazão terminal (m³/s)
Vro				6,643						
maio	1,74	0,076	0,163	4,485	0,082	0	0,007	0	0	0
junho	0,64	0,044	0,162	4,923	0,086	0	0,007	0	0	0
julho	0,19	0,023	0,196	4,883	0,103	0	0,007	0	0	0
agosto	0,01	0,005	0,242	4,629	0,123	0	0,007	0	0	0
setembro	0	0,012	0,267	4,361	0,132	0	0,007	0	0	0
outubro	0	0,010	0,297	4,081	0,141	0	0,007	0	0	0
novembro	0,01	0,013	0,284	3,824	0,130	0,964	0,007	0	0	0,964
dezembro	0,01	0,052	0,277	3,596	0,123	0,964	0,007	0	0	0,964
janeiro	0,08	0,117	0,243	3,493	0,106	0,964	0,007	0	0	0,964
fevereiro	0,6	0,182	0,192	3,961	0,090	0,964	0,007	0	0	0,964
março	2,2	0,220	0,182	5,961	0,107	0,964	0,007	0	0	0,964
abril	3,74	0,198	0,163	9,487	0,123	0,964	0,007	0	0	0,964
total	9,22	0,953	2,669	57,682	1,344	5,784	0,084	0,000	0,000	5,784
média	0,7683	0,0794	0,2224	4,807	0,112	0,482	0,007	0,000	0,0000	0,482

Tabela 3 - Resultado referentes a piscicultura

Variáveis do modelo	Resultado
Área mínima (Km²)	1,275
Produção Firme (ton)	15,3
Mão de Obra	10
Rec. Líquida (R\$)	17974,38

Anexo 42 - Resultados Piranhas (cenário padrão sem demanda p/ irrigação)

Tabela 1 - Dados hidrológicos e resultados

Meses	vazões afuentes (m³/s)	Precipit. (mm)	Evapor. (mm)	Volume reservat. (hm³)	Volume evapor. (hm³)	diferença entre Vol. do reserv. e Vro (hm³)
agosto	0	8,9	272,3	4,471	0,175	-0,249
setembro	0	10,4	215,4	4,212	0,186	-0,508
outubro	0	7	204,1	3,936	0,198	-0,784
novembro	0	27,3	182,4	3,691	0,182	-1,029
dezembro	0,01	47,9	183,1	3,499	0,171	-1,221
janeiro	0,02	103,1	182,2	3,397	0,147	-1,323
fevereiro	0,12	152,3	219,9	3,619	0,121	-1,101
março	0,36	207,6	271,9	4,508	0,132	-0,212
abril	0,53	140,9	299,6	5,803	0,139	1,083
maio	0,33	55,6	332,9	6,496	0,15	1,776
junho	0,1	30,1	319	6,561	0,151	1,841
julho	0,02	12,5	310,6	6,369	0,178	1,649
total	1,49	803,60	2993,4	56,562	1,93	
média	0,1242	66,967	249,450	4,714	0,161	

$\text{minc} = 8$
 $V_{\text{max}} (\text{m}^3) = 11801173$
 $V_{\text{min}} (\text{m}^3) = 1180117,3$
 $V_o (\text{m}^3) = 4720400$
 $\text{sust.} = 100$
 $A_{\text{máx. Perim. Irig.}} = 5000 \text{ ha}$
 $A_{\text{cmax}} = 5000 \text{ ha}$
 $A_{\text{cmin}} = 0,5 \text{ ha}$
 $A_{\text{bac. Hld.}} (\text{m}^2) = 1522100$
 $t (\text{s}) = 2626560$

Tabela 2 - Dados hidrológicos e resultados em m³/s

Meses	vazões afuentes (m³/s)	Precipit. (m³/s)	Evapor. (m³/s)	Volume reservat. (m³/s)	Volume evapor. (m³/s)	Vazão de descarga (m³/s)	Vazão de tomada d'água abast. (m³/s)	Vazão de tomada d'água irrig. (m³/s)	Vazão Vertida (m³/s)	Vazão terminal (m³/s)
Vro				1,797						
agosto	0	0,005	0,158	1,702	0,067	0	0,029	0	0	0
setembro	0	0,006	0,125	1,604	0,071	0	0,029	0	0	0
outubro	0	0,004	0,118	1,499	0,075	0	0,029	0	0	0
novembro	0	0,016	0,106	1,405	0,069	0	0,029	0	0	0
dezembro	0,01	0,028	0,106	1,332	0,065	0	0,029	0	0	0
janeiro	0,02	0,060	0,106	1,293	0,056	0	0,029	0	0	0
fevereiro	0,12	0,088	0,127	1,378	0,046	0	0,029	0	0	0
março	0,36	0,120	0,158	1,716	0,050	0	0,029	0	0	0
abril	0,53	0,082	0,174	2,209	0,053	0	0,029	0	0	0
maio	0,33	0,032	0,193	2,473	0,057	0	0,029	0	0	0
junho	0,1	0,017	0,185	2,498	0,057	0	0,029	0	0	0
julho	0,02	0,007	0,180	2,425	0,068	0	0,029	0	0	0
total	1,49	0,466	1,735	21,535	0,735	0	0,348	0,000	0,000	0,000
média	0,1242	0,0388	0,1446	1,795	0,061	0,000	0,029	0,000	0,0000	0,000

Tabela 3 - Resultado referentes a piscicultura

Variáveis do modelo	Resultado
Área mínima (Km²)	0,676
Produção Firme (ton)	8,12
Mão de Obra	5
Rec. Líquida (R\$)	9538,32

Anexo 43 - Resultados Piranhas (cenário padrão sem demanda p/ irrigação)

Tabela 1 - Dados hidrológicos e resultados

Meses	vazões afluentes (m³/s)	Precipit. (mm)	Evapor. (mm)	Volume reservat. (hm³)	Volume evapor. (hm³)	diferença entre Vol. do reserv. e Vro (hm³)
agosto	0	4,9	272,3	1,994	0,119	-0,120
setembro	0	7,2	215,4	1,867	0,126	-0,247
outubro	0	8,6	204,1	1,732	0,133	-0,382
novembro	0	29,5	182,4	1,619	0,122	-0,495
dezembro	0	40,8	183,1	1,519	0,115	-0,595
janeiro	0,01	93,3	182,2	1,488	0,099	-0,626
fevereiro	0,05	136,6	219,9	1,601	0,082	-0,513
março	0,21	209,5	271,9	2,167	0,094	0,053
abril	0,32	184,9	299,6	3,019	0,103	0,905
maio	0,16	76	332,9	3,384	0,111	1,270
junho	0,06	45,2	319	3,464	0,112	1,350
julho	0,02	19,9	310,6	3,396	0,133	1,282
total	0,83	856,40	2993,4	27,25	1,349	
média	0,0692	71,367	249,450	2,271	0,112	

minc	=	8
V _{max} (m³)	=	6040263
V _{min} (m³)	=	604026,3
V _o (m³)	=	2114092
sust.	=	100
A _{máx. Perim. Irig.}	=	5000 ha
Acmax	=	5000 ha
Acmin	=	0,5 ha
A _{bac. Hid.} (m²)	=	1085000
t (s)	=	2626560

Tabela 2 - Dados hidrológicos e resultados em m³/s

Meses	vazões afluentes (m³/s)	Precipit. (m³/s)	Evapor. (m³/s)	Volume reservat. (m³/s)	Volume evapor. (m³/s)	Vazão de descarga (m³/s)	Vazão de tomada d'água abast. (m³/s)	Vazão de tomada d'água irrig. (m³/s)	Vazão Vertida (m³/s)	Vazão terminal (m³/s)
Vro				0,805						
agosto	0	0,002	0,112	0,759	0,045	0	0	0	0	0
setembro	0	0,003	0,089	0,711	0,048	0	0	0	0	0
outubro	0	0,004	0,084	0,659	0,051	0	0	0	0	0
novembro	0	0,012	0,075	0,616	0,046	0	0	0	0	0
dezembro	0	0,017	0,076	0,578	0,044	0	0	0	0	0
janeiro	0,01	0,039	0,075	0,567	0,038	0	0	0	0	0
fevereiro	0,05	0,056	0,091	0,610	0,031	0	0	0	0	0
março	0,21	0,087	0,112	0,825	0,036	0	0	0	0	0
abril	0,32	0,076	0,124	1,149	0,039	0	0	0	0	0
maio	0,16	0,031	0,138	1,288	0,042	0	0	0	0	0
junho	0,06	0,019	0,132	1,319	0,043	0	0	0	0	0
julho	0,02	0,008	0,128	1,293	0,051	0	0	0	0	0
total	0,83	0,354	1,237	10,375	0,514	0	0,000	0,000	0,000	0,000
média	0,0692	0,0295	0,1030	0,865	0,043	0,000	0,000	0,000	0,0000	0,000

Tabela 3 - Resultado referentes a piscicultura

Variáveis do modelo	Resultado
Área mínima (Km²)	0,455
Produção Firme	5,46
Mão de Obra	4
Rec. Líquida (R\$)	6412,53

Anexo 44 - Resultados Piranhas (cenário padrão sem demanda p/ irrigação)

Tabela 1 - Dados hidrológicos e resultados

Meses	vazões afluentes (m³/s)	Precipit. (mm)	Evapor. (mm)	Volume reservat. (hm³)	Volume evapor. (hm³)	diferença entre Vol. do reserv. e Vo (hm³)
abril	2,14	184,9	219,9	8,915	0,171	3,460
maio	1,08	76	271,9	8,994	0,173	3,539
junho	0,43	45,2	299,6	8,355	0,163	2,900
julho	0,15	19,9	332,9	8,008	0,19	2,553
agosto	0,02	4,9	319	7,831	0,231	2,376
setembro	0	7,2	310,6	7,584	0,248	2,129
outubro	0,01	8,6	272,3	7,224	0,266	1,769
novembro	0	29,5	215,4	6,885	0,246	1,430
dezembro	0,02	40,8	204,1	6,617	0,232	1,162
janeiro	0,07	93,3	182,4	6,577	0,202	1,122
fevereiro	0,34	136,6	183,1	6,355	0,156	0,900
março	1,4	209,5	182,2	9,091	0,194	3,636
total	5,66	530,40	1239,5	92,436	2,472	
média	0,4717	44,200	103,292	7,703	0,206	

minc	=	4
V _{máx} (m³)	=	9091200
V _{mín} (m³)	=	909120
V _{o(0,6V_{máx})} (m³)	=	5454720
sust.	=	100
A _{máx. Perim. Irrig.}	=	5000 ha
Acmax	=	900 ha
Acmin	=	1 ha
A _{bac. Hid.} (m²)	=	1337600
t (s)	=	2626560

Tabela 2 - Dados hidrológicos e resultados em m³/s

Meses	vazões afluentes (m³/s)	Evapor. (m³/s)	Volume reservat. (m³/s)	Volume evapor. (m³/s)	Vazão de descarga (m³/s)	Vazão de tomada d'água abast. (m³/s)	Vazão de tomada d'água irrig. (m³/s)	Vazão Vertida (m³/s)	Vazão terminal (m³/s)
Vro			2,077						
abril	2,14	0,112	3,394	0,065	0,817	0	0	0	0,817
maio	1,08	0,138	3,424	0,066	1,018	0	0	0	1,018
junho	0,43	0,153	3,181	0,062	0,631	0	0	0	0,631
julho	0,15	0,170	3,049	0,072	0,217	0	0	0	0,217
agosto	0,02	0,162	2,981	0,088	0	0	0	0	0
setembro	0	0,158	2,887	0,094	0	0	0	0	0
outubro	0,01	0,139	2,750	0,101	0,046	0	0	0	0,046
novembro	0	0,110	2,621	0,094	0,044	0	0	0	0,044
dezembro	0,02	0,104	2,519	0,088	0,046	0	0	0	0,046
janeiro	0,07	0,093	2,504	0,077	0,041	0	0	0	0,041
fevereiro	0,34	0,093	2,420	0,059	0,413	0	0	0	0,413
março	1,4	0,093	3,461	0,074	0,36	0	0	0	0,36
total	5,66	1,524	35,133	0,941	3,633	0,000	0,000	0,000	3,633
média	0,4717	0,1270	2,933	0,078	0,303	0,000	0,000	0,0000	0,303

Tabela 3 - Resultado referentes a piscicultura

Variáveis do modelo	Resultado
Área mínima (Km²)	0,904
Produção Firme (t)	10,85
Mão de Obra	7
Rec. Líquida (em R\$)	12750,43