

Plano de Gerenciamento das Águas da Bacia do Rio Jaguaribe



**FASE 1 - DIAGNÓSTICO
VOLUME 01
ESTUDOS DE BASE DE HIDROLOGIA
TOMO II
ESTUDOS DE OFERTA HÍDRICA**

GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ

Governador: Tasso Ribeiro Jereissati

SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS

Secretário: Hypérides Pereira de Macedo

COMPANHIA DE GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS

Presidente: Francisco Lopes Viana

Diretoria de Planejamento

Joaquim Guedes Correia Gondim Filho

Diretoria de Estudos e Projetos

Francisco de Assis de Souza Filho

Este Projeto foi financiado pelo Banco Mundial / PROURB-RH

Gerente dos Programas Especiais do Banco Mundial

Francisco José Colelho Teixeira

Gerente Adjunto dos Programas Especiais do Banco Mundial

Ramón Flávio Rodrigues

PLANO DE GERENCIAMENTO DAS ÁGUAS DA BACIA DO RIO JAGUARIBE

DIAGNÓSTICO

APRESENTAÇÃO

O Governo do Estado do Ceará cômico da importância da água na vida de todos, bem como das restrições e diferenças dos fatores climáticos do semi-árido nordestino, em 1987 criou a Secretaria dos Recursos Hídricos com o intuito de desenvolver uma política abrangente com ações voltadas para o equacionamento desta problemática, de forma a promover a infra-estrutura hídrica necessária ao desenvolvimento econômico, assim como a gestão racional da água em congruência com a preservação de meio ambiente, visando a melhoria da qualidade de vida do povo cearense.

A Política Estadual de Recursos Hídricos alcança parte significativa de seus objetivos com a edição do Plano de Gerenciamento das Águas da Bacia do Rio Jaguaribe, desenvolvido para planejar e gerenciar, de forma integrada, descentralizada e participativa, o uso múltiplo, o controle, a conservação, a proteção e a preservação dos recursos hídricos do referido rio.

Na elaboração do Plano foi, de forma inédita, introduzido o moderno conceito de gestão participativa, no qual o Comitê da Bacia Hidrográfica foi responsável, através de inúmeros seminários, pela definição das demandas de cada setor envolvido, bem como pela aprovação das diversas propostas de utilização racional da água.

O Plano apresenta o Estudo em 3 fases, caracterizadas por: a) Diagnóstico, contendo os estudos de base de hidrologia, os estudos de demanda, o balanço entre a oferta e a demanda, os estudos ambientais e complementares; b) Planejamento, que aborda a definição das demandas para os diversos setores, medidas de proteção ambiental e gestão de águas; c) Programas de Ação, que estabelecem as intervenções para a conservação ambiental, o abastecimento dos núcleos urbanos, o monitoramento dos sistemas, a conservação da água e o programa de estudos e projetos.

A COGERH – Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos, na qualidade de agência gestora das águas do Estado do Ceará, tem o prazer e privilégio de disponibilizar o Plano de Gerenciamento das Águas da Bacias do Rio Jaguaribe, que tem como características singulares a busca do atendimento das demandas até o ano 2030 a partir das ofertas atuais e o incremento por ampliação e integração da oferta hídrica, e importação de águas de outras bacias e da legitimação dos usos da água objeto de intensas discussões com os usuários da água na Região Metropolitana, contribuindo assim para o desenvolvimento sustentável e com água garantida nos próximos trinta anos.

Francisco Lopes Viana

Presidente da COGERH

EQUIPE DE ELABORAÇÃO

ENGESOFT - ENGENHARIA E CONSULTORIA S/C LTDA

Coordenador Geral:

Eng° Civil João Fernandes Vieira Neto
M.Sc. Planejamento dos Recursos Hídricos, UFRGS

Equipe Técnica:

Eng° Civil José Nilson Bezerra Campos
Doutor em Recursos Hídricos, Colorado State University.

Eng^a Civil Laurinda Lilia Sales Furtado
M.Sc. Recursos Hídricos, UFC

Eng^a Civil Eveline Alves de Queiroz
M.Sc. Hidráulica e Saneamento, USP

Eng^a Civil Sílvia Rodrigues Franco
M.Sc. Recursos Hídricos, UFC

Eng^a Civil Ticiane Marinho de Carvalho Studart
Doutora em Recursos Hídricos, UFC

Bel. Computação Márcio de Araújo Botelho
M.Sc. Geoprocessamento, UNICAMP

Economista Raimundo Eduardo Silveira Fontenele
Doutor em Economia, Universidade de Paris

Geólogo Itabaraci Nazareno Cavalcante
Doutor em Hidrogeologia, IG/USP

ACOMPANHAMENTO E FISCALIZAÇÃO DA COGERH

Presidente da Comissão:

Eng° Civil Francisco de Assis de Souza Filho
M.Sc. Hidráulica e Saneamento

Membros:

Eng° Agrícola Paulo Miranda Pereira
M.Sc. Engenharia Agrícola

Eng° Civil Francisco José Coelho Teixeira

Sociólogo João Lúcio Farias de Oliveira
M.Sc. Sociologia

ÍNDICE

	Páginas
ÍNDICE	1
CONTEÚDO DO VOLUME	4
MAPA DE LOCALIZAÇÃO	6
1. ESTUDOS DE OFERTA HÍDRICA SUPERFICIAL	8
<i>1.1. Introdução</i>	<i>9</i>
<i>1.2. Reservas Superficiais</i>	<i>9</i>
1.2.1. Reservatórios de Importância para o Gerenciamento da Oferta de Água na Bacia.....	9
1.2.1.1. Reservatórios Com Capacidade Superior a 50 hm ³	15
1.2.2. Reservatórios Estratégicos de Grande Porte da Bacia	17
1.2.2.1. Açude Orós.....	17
1.2.2.2. Açude Banabuiú	19
1.2.3. Pequena Açudagem na Bacia do Jaguaribe.....	20
<i>1.3. Estudos dos Deflúvios Gerados para a Bacia do Jaguaribe</i>	<i>21</i>
1.3.1. Dados Pluviométricos e Fluviométricos	21
1.3.2. Obtenção das Precipitações e Evaporações Médias.....	24
1.3.3. Utilização do MODHAC para Geração das Séries de Vazões.....	25
1.3.4. Geração das Séries de Vazões Afluentes aos Grandes Açudes.....	38
<i>1.4. Estudos de Vazão Regularizada para a Bacia do Jaguaribe</i>	<i>48</i>
1.4.1. Metodologia de Operação dos Reservatórios	48
1.4.2. A Equação do Balanço Hídrico do Reservatório	48
1.4.3. Dados de Evaporação	50
<i>1.5. Resultados Para os Reservatórios do Sistema</i>	<i>50</i>
Um resumo da evaporação e precipitação sobre o lago são apresentados a seguir:.....	72
Um resumo da evaporação e precipitação sobre o lago são apresentados a seguir:.....	80
<i>1.6. Conclusões sobre o Estudo de Oferta Hídrica Superficial</i>	<i>126</i>
1.6.2. Comentários.....	131
2.0. ESTUDOS DE OFERTA HÍDRICA SUBTERRÂNEA	133
<i>2.1. Introdução</i>	<i>134</i>

<i>2.2. Levantamento e Análise de Estudos Anteriores</i>	134
2.2.1. Plano Estadual de Recursos Hídricos	138
2.2.2. Estudos Diversos	139
<i>2.3. Avaliação da Oferta Hídrica Subterrânea</i>	141
2.3.1 Caracterização Quantitativa	141
2.3.1.1 Região do Cariri	148
2.3.2. Avaliação da Demandas Hídricas Específicas Para as Águas Subterrâneas.....	151
2.3.2.1. Sub-Bacia do Alto Jaguaribe	155
2.3.2.2 Sub-Bacia do Médio Jaguaribe.....	160
2.3.2.3. Sub-Bacia do Baixo Jaguaribe.....	165
2.3.2.4. Sub-Bacia do Salgado	170
2.3.2.5. Sub-Bacia do Banabuiú.....	175
2.3.2.6. Bacia do Araripe.....	180
<i>2.4. Considerações Finais Acerca das Reservas Subterrâneas na Bacia do Jaguaribe</i>	187

CONTEÚDO DO VOLUME

CONTEÚDO DO VOLUME

Este documento, Volume 1 - ESTUDOS DE BASE DE HIDROLOGIA - OFERTA HÍDRICA, faz parte da Fase do Diagnóstico do Plano de Gerenciamento das Águas da Bacia do Rio Jaguaribe, elaborado pela ENGESOFT – Engenharia e Consultoria Ltda., desenvolvido no âmbito do Contrato 042/97, PROURB-CE firmado entre a Consultora e a COGERH – Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos do Estado do Ceará.

O Volume 1 - ESTUDOS DE BASE DE HIDROLOGIA - OFERTA HÍDRICA apresenta-se dividido em 3 (três) Tomos, quais sejam: Tomo I - Atualização e Análise de Dados Hidrometeorológicos; Tomo II - Estudos de Oferta Hídrica e Tomo III - Estudo do Impacto Cumulativo da Pequena Açudagem.

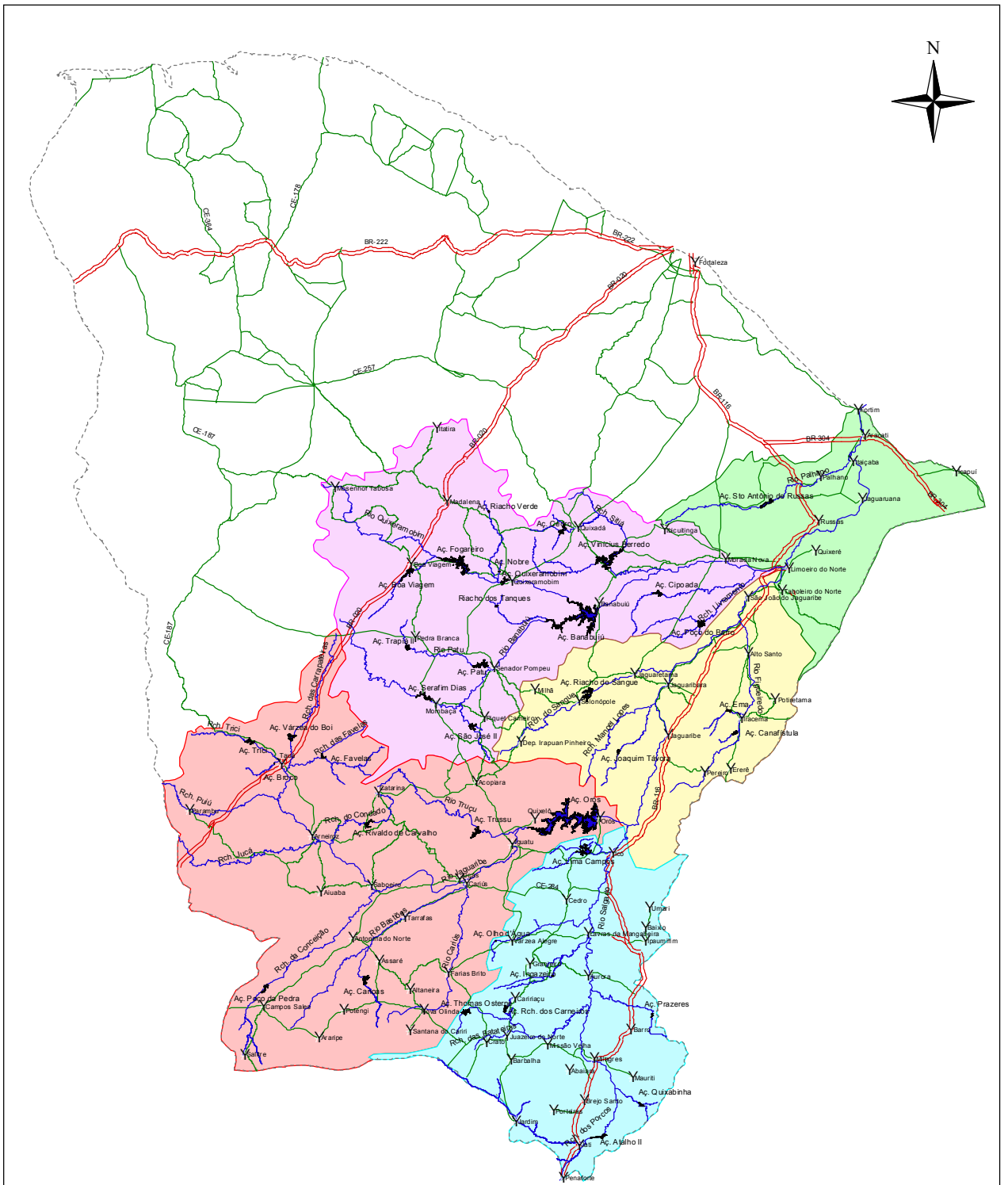
O Tomo I é constituído por 2 (dois) capítulos. O primeiro diz respeito a Atualização de Dados Hidrometeorológicos, constando de uma apresentação de dados de pluviometria, fluviometria e climatologia, compreendendo a incorporação de novos dados obtidos posteriormente à elaboração do Plano Estadual dos Recursos Hídricos, ampliando, portanto, a base de dados hidrometeorológicos para consecução das tarefas do presente Plano de Gerenciamento. O segundo capítulo apresenta a metodologia e os resultados da Análise de Consistência dos Dados Pluviométricos e Fluviométricos.

O Tomo II está organizado em 2 (dois) capítulos que abordam os Estudos de Oferta Hídrica Superficial e Subterrânea.

O último Tomo do Volume 1 (Tomo III) apresenta os estudos elaborados para avaliação do impacto cumulativo da pequena açudagem nas bacias hidrográficas dos açudes, que possuem interesse estratégico para gestão dos recursos hídricos na bacia do Jaguaribe.

Nos anexos do Volume 1, encontram-se os dados que descrevem as análises obtidas para cada grupo regional, realizadas na tarefa de Análise de Consistência dos Dados Pluviométricos. Estes anexos estão apresentados no Volume 6 - Anexos da Fase do Diagnóstico.

MAPA DE LOCALIZAÇÃO



LEGENDA

- Y Sedes Municipais
- Açúdes c/ Cap. >10hm³
- ▬ Principais Tributários
- Estradas
 - ▬ estradas estaduais
 - ▬ estradas federais
 - ▬ Divisa Estadual
- Sub-bacias do Jaguaribe
 - Alto Jaguaribe
 - Baixo Jaguaribe
 - Banabuiú
 - Médio Jaguaribe
 - Salgado



Mapa de Localização

1. ESTUDOS DE OFERTA HÍDRICA SUPERFICIAL

1. OFERTA DE ÁGUA SUPERFICIAL NA BACIA DO RIO JAGUARIBE

1.1. INTRODUÇÃO

A oferta hídrica na Bacia do Jaguaribe é composta por reservas hídricas superficiais e de reservas exploráveis subterrâneas. As reservas superficiais são compostas por açudes e aguadas, que de acordo com seu porte, podem ter características de servir como reservatórios anuais ou interanuais. Os reservatórios anuais são aqueles cuja capacidade de armazenamento é muito pequena, acumulando água durante a estação úmida (quadra chuvosa) que poderá ser consumida inteiramente durante a estação seca, seja pela sua utilização, seja pela perda para a atmosfera devido a evaporação sobre o espelho d'água. Os reservatórios interanuais são os de maior porte, acumulando um volume de água suficiente para permitir a transferência de parte do volume armazenado em determinado ano, para outros anos subseqüentes, satisfazendo às demandas e outros usos consuntivos. Compreendem os reservatórios de médio a grande porte, que, na verdade, são os de interesse estratégico para o gerenciamento das águas superficiais da bacia.

As reservas subterrâneas, por seu lado, exercem papel fundamental para abastecimento de núcleos urbanos, cujas demandas são bastante inferiores às aquelas requeridas para a irrigação e para alguns usos industriais. O estudo da oferta hídrica subterrânea está apresentado detalhadamente no Capítulo 2 deste Tomo. Convém então distinguir os papéis das reservas estratégicas de recursos hídricos, mormente em função do seu uso e de sua distribuição espacial. Este capítulo trata dos estudos hidrológicos desenvolvidos para a consolidação da oferta hídrica superficial na Bacia do Jaguaribe.

1.2. RESERVAS SUPERFICIAIS

1.2.1. Reservatórios de Importância para o Gerenciamento da Oferta de Água na Bacia

A bacia do rio Jaguaribe abrange uma área de 72.645 Km², podendo ser dividida em cinco sub-bacias principais, quais sejam:

- Sub-bacia do Alto Jaguaribe: iniciando nas nascentes do rio Jaguaribe, representada pela junção dos rios Trici e Carrapateiras, drena uma área de 24.636 Km² até alcançar o açude Orós, principal reservatório desta sub-bacia, localizado próximo ao exutório da mesma. A consolidação da oferta hídrica no Alto Jaguaribe engloba 9 (nove) reservatórios, sendo que, dentre estes, apesar do Orós ser o maior, sua contribuição como fonte hídrica para esta bacia é insignificante, o que é explicado pela sua localização no trecho final da sub-bacia, constituindo-se como importante fonte hídrica

VOLUME 1 - TOMO II - Estudos de Base de Hidrologia

para o Médio e Baixo Jaguaribe, garantindo a perenização do rio Jaguaribe até sua foz, além de contribuir também para o açude Lima Campos, na bacia do Salgado.;

- Sub-bacia do Salgado: o rio Salgado é o principal afluente da margem direita do rio Jaguaribe, sendo formado pela junção dos riachos Batateiras e dos Porcos, cujas nascentes localizam-se no sopé da Chapada do Araripe. Drena uma área de 12.865 Km² e sua oferta hídrica superficial é formada por 8 (oito) grandes reservatórios;
- Sub-bacia do Médio Jaguaribe: possui uma área de 10.376 Km² compreendida entre o açude Orós e a ponte de Peixe Gordo, na BR-116, sendo o rio Jaguaribe neste trecho perenizado até sua foz pelo açude Orós. Conta ainda com a oferta de 4(quatro) grandes reservatórios localizados no interior da sub-bacia;
- Sub-bacia do Banabuiú: drenando uma área de 19.316 Km², o rio Banabuiú apresenta-se como principal tributário do rio Jaguaribe, sendo esta sub-bacia a que apresenta o maior nível de açudagem de toda a região estudada, englobando 15 (quinze) grandes reservatórios;
- Sub-bacia do Baixo Jaguaribe: drena uma área de 5.452 Km², que se estende desde a Ponte de Peixe Gordo na BR-116 até a foz, localizada na cidade de Fortim. O rio Jaguaribe tem como principal tributário o rio Palhano, no qual está localizado o único grande reservatório desta sub-bacia, o açude Santo Antônio de Russas.

A configuração espacial das sub-bacias que compõem a Bacia do Jaguaribe, como também seus principais tributários está apresentada na Figura 1.2.1.1.

Para fins de consolidação da oferta hídrica superficial na bacia do Jaguaribe, foram considerados como de importância estratégica para a gestão das águas superficiais 37 (trinta e sete) reservatórios, os quais estão apresentados no Quadro 1.2.1.1. A Figura 1.2.1.2 apresenta a distribuição espacial dos reservatórios estudados dentro da bacia do Jaguaribe.

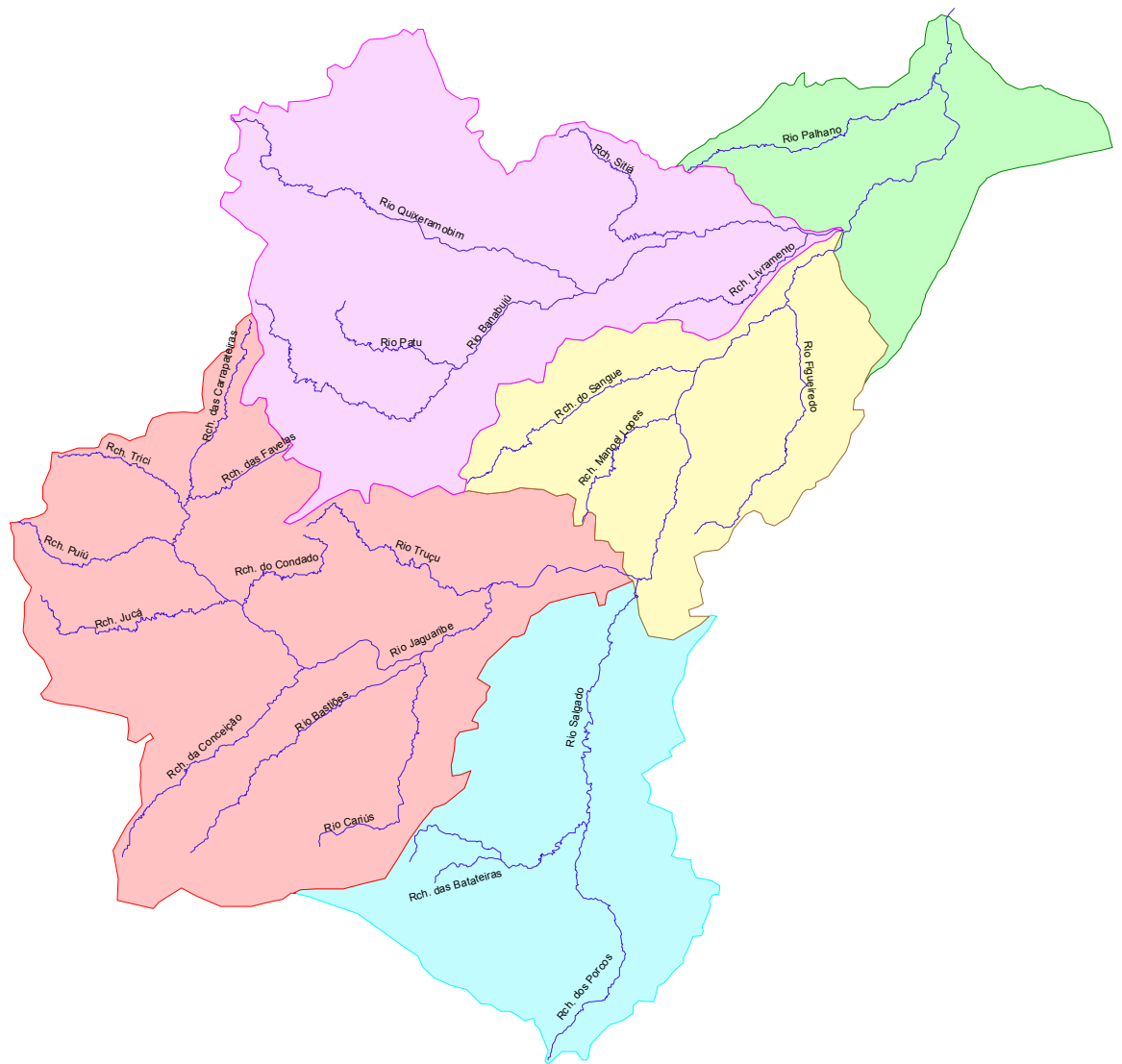
Quadro 1.2.1.1 - Relação dos Açudes de Interesse para o Gerenciamento da Bacia

SUB-BACIA DO SALGADO				
Reservatório	Localização (Município)	Rio ou Riacho Barrado	Capacidade (hm ³)	Área da Bacia Hidrográfica (km ²)*
Lima Campos	Icó	São João	63,65	336,00
R. Dos Carneiros	Juazeiro do Norte	Dos Carneiros	37,18	30,23
Prazeres	Barro	Das Cuncas	32,50	123,47
Ingazeiro	Granjeiro	Rosário	11,32	230,98
Quixabinha	Mauriti	Do Boi	32,51	74,10
Atalho II	Jati	Dos Porcos	108,25	1.952,30
Thomas Osterne	Crato	Carás	28,79	74,64
Olho d'água	Várzea Alegre	Machado	21,30	74,79

SUB-BACIA DO BANABUIÚ					
Reservatório	Localização (Município)	Rio ou Barrado	Riacho	Capacidade (hm ³)	Área da Bacia Hidrográfica (km ²)*
Cedro	Quixadá	Sitiá		126,00	220,50
Poço do Barro	Morada Nova	Livramento		52,00	341,60
Pedras Brancas	Banabuiú	Sitiá		434,00	1.831,10
Quixeramobim	Quixeramobim	Quixeramobim		54,00	1.865,00
Patu	Senador Pompeu	Patu		71,80	835,41
Arrojado Lisboa	Banabuiú	Banabuiú		1.800,00	4.504,60
Boa Viagem	Boa Viagem	Boa Viagem		47,00	409,00
Cipoada	Morada Nova	Santa Rosa		17,30	372,60
Riacho dos Tanques	Senador Pompeu	Muxuré		12,78	37,90
Nobre	Senador Pompeu	Nobre		22,09	18,10
Riacho Verde	Quixeramobim	Pirabiú		14,67	25,30
Serafim Dias	Mombaça	Banabuiú		43,00	1.554,00
São José II	Piquet Carneiro	São Gonçalo		29,15	182,07
Fogareiro	Quixeramobim	Quixeramobim		118,81	4.667,75
Trapiá II	Pedra Branca	Riacho Cachoeira		18,19	187,45
SUB-BACIA DO ALTO JAGUARIBE					
Reservatório	Localização (Município)	Rio ou Barrado	Riacho	Capacidade (hm ³)	Área da Bacia Hidrográfica (km ²)*
Trici	Tauá	Trici		16,50	537,21
Trussu	Iguatu	Trussu		263,00	1.579,94
Poço da Pedra	Campos Sales	Conceição		50,00	858,10
Orós	Orós	Orós		1956,30	18.393,30
Várzea do Boi	Tauá	Carrapateira		51,8	1.186,80
Broco	Tauá	Catingueira		17,50	71,40
Favelas	Tauá	Das Favelas		30,1	685,00
Rivaldo de Carvalho	Catarina	Condado		6,42	268,42
Canoas	Assaré	Riacho São Miguel		169,25	575,40
SUB-BACIA DO BAIXO JAGUARIBE					
Reservatório	Localização (Município)	Rio ou Barrado	Riacho	Capacidade (hm ³)	Área da Bacia Hidrográfica (km ²)*
Santo Antônio de Russas	Russas	Carnaúba		29,70	640,00
SUB-BACIA DO MÉDIO JAGUARIBE					
Reservatório	Localização (Município)	Rio ou Barrado	Riacho	Capacidade (hm ³)	Área da Bacia Hidrográfica (km ²)*
Riacho do Sangue	Solonópole	Do Sangue		61,42	1.336,98
Ema	Iracema	Bom Sucesso		10,40	95,40
Joaquim Távora	Jaguaribe	Feiticeiro		23,66	159,40
Canafístula	Iracema	Foice		13,12	58,38

*Área da bacia hidrográfica não controlada pelos açudes de montante

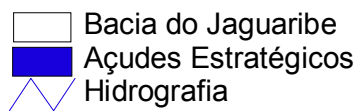
Figura 1.2.1.1: Sub-bacias do Rio Jaguaribe e principais tributários



- Principais Tributários
- Sub-bacias do Jaguaribe
- Alto Jaguaribe
- Baixo Jaguaribe
- Banabuiú
- Médio Jaguaribe
- Salgado



Figura 1.2.1.2: Açudes estudados na consolidação da oferta hídrica superficial



Além dos 37 reservatórios estratégicos identificados, foram estudados neste Plano outros 13 (treze) açudes de pequeno e médio porte, a pedido da COGERH. A importância destes açudes deve-se ao fato dos mesmos serem a principal fonte hídrica de alguns distritos e sedes municipais da bacia, além de serem gerenciados pela própria COGERH. No Quadro 1.2.1.2, a seguir, estão apresentadas algumas características desses reservatórios.

Quadro 1.2.1.2 - Relação dos Açudes de Médio e Pequeno Porte de Interesse para o Gerenciamento da Bacia.

SUB-BACIA DO SALGADO					
Reservatório	Localização (Município)	Rio ou Barrado	Riacho	Capacidade (hm³)	Área da Bacia Hidrográfica (km²)
Gomes	Mauriti	Gomes		2,39	25,00
Tatajuba	Icó	Tatajuba		2,72	21,00
SUB-BACIA DO BANABUIÚ					
Reservatório	Localização (Município)	Rio ou Barrado	Riacho	Capacidade (hm³)	Área da Bacia Hidrográfica (km²)
Capitão Mor	Pedra Branca	Capitão Mor		6,31	105,00
São José I	Boa Viagem	São José		7,67	15,70
SUB-BACIA DO ALTO JAGUARIBE					
Reservatório	Localização (Município)	Rio ou Barrado	Riacho	Capacidade (hm³)	Área da Bacia Hidrográfica (km²)
Do Coronel	Antonina do Norte	-		1,77	27,00
Forquilha II	Tauá	Carrapateiras		3,00	23,40
Parambu	Parambu	Riacho Puiú		8,53	104,00
Quincoé	Acopiara	Quincoé		7,13	154,00
Valério	Altaneira	Valério		2,02	54,70
SUB-BACIA DO MÉDIO JAGUARIBE					
Reservatório	Localização (Município)	Rio ou Barrado	Riacho	Capacidade (hm³)	Área da Bacia Hidrográfica (km²)
Jenipapeiro	Dep. Pinheiro Irapuan	-		17,00	132,00
Madeiro	Pereiro	Madeiro		2,82	11,00
Nova Floresta	Jaguaribe	Manuel Lopes		7,62	116,00
Potiretama	Potiretama	Logradouro		6,33	38,00

Segundo o Plano Estadual dos Recursos Hídricos (1992), os açudes foram classificados segundo a sua capacidade de armazenamento em diversas categorias, de acordo com a seguinte definição:

Açudes Muito Grandes: $V > 50 \text{ hm}^3$

Açudes Grandes: $10 < V < 50 \text{ hm}^3$

Açudes Médios: $3 < V < 10 \text{ hm}^3$

Açudes Pequenos: $1 < V < 3 \text{ hm}^3$

Açudes Muito Pequenos: $0,1 < V < 1 \text{ hm}^3$

Aqueduzes: $0,0 < V < 0,1 \text{ hm}^3$

Ainda de acordo com o Plano Estadual dos Recursos Hídricos (1992), a Bacia do Jaguaribe disporia à época de sua elaboração de 4.712 reservatórios, contando com uma capacidade armazenada de $6.959,46 \text{ hm}^3$, sem incluir o Açude Castanhão, que estava sendo projetado no período.

Comparando-se o número de pequenos e médios reservatórios do P.E.R.H. (4.667) com os do Plano do Jaguaribe (1.675), verificou-se que há uma significativa diferença entre os dois números. Justifica-se esta diferença primeiro pela época em que foram tiradas as imagens de satélite para o levantamento dos açudes com mais de 5ha de espelho d'água, 2º semestre de 1996. Confrontando-se o que foi identificado nas imagens de satélite com o cadastro da FUNCEME (2.118) de pequenos e médios reservatórios, conclui-se que os dados atuais das imagens de satélite estão coerentes.

1.2.1.1. Reservatórios Com Capacidade Superior a 50 hm^3

A grande açudagem está distribuída na Bacia do Jaguaribe, agregada por sub – bacia, nos quadros a seguir, tendo sido excluído o açude Castanhão, que ora encontra-se ainda em fase de construção e será contemplado na fase de Planejamento deste Plano.

Estão reunidos os seguintes dados nos quadros a seguir: o nome do reservatório (açude), localização (município), rio ou riacho barrado, a capacidade de acumulação em hm^3 , a área da bacia hidrográfica em km^2 .

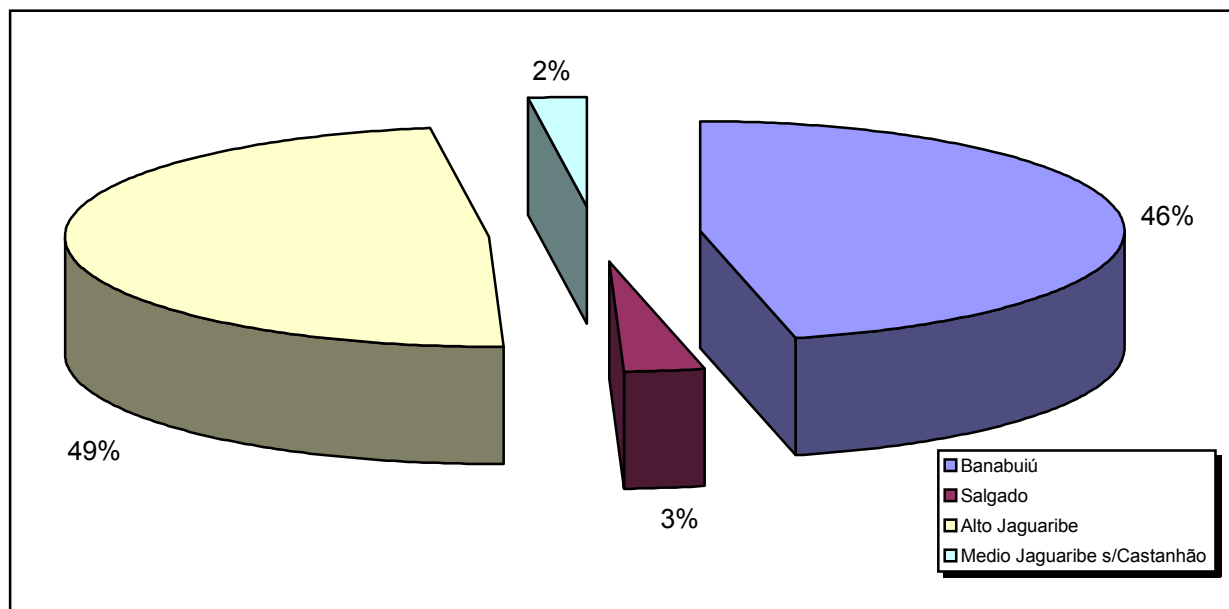
Quadro 1.2.1.1.1 - Relação dos Açudes com Capacidade Acima de 50 hm³

SUB-BACIA DO BANABUIÚ				
Reservatório (açude)	Localização (município)	Rio ou Riacho Barrado	Capacidade (hm³)	Área da Bacia Hidrográfica (km²)*
Poço do Barro	Morada Nova	Livramento	52,00	341,60
Quixeramobim	Quixeramobim	Quixeramobim	54,00	1.865,00
Patu	Senador Pompeu	Patu	71,80	835,41
Cedro	Quixadá	Sitiá	126,00	220,50
Vinícius Berredo (Pedra Branca)	Banabuiú	Sitiá	434,00	1.831,10
Arrojado Lisboa (Banabuiú)	Banabuiú	Banabuiú	1800,00	4.504,60
SUB-BACIA DO SALGADO				
Reservatório (açude)	Localização (município)	Rio ou Riacho Barrado	Capacidade (hm³)	Área da Bacia Hidrográfica (km²)*
Lima Campos	Icó	São João	66,40	336,00
Atalho II	Jati	Carás	108,00	1.952,30
SUB-BACIA DO ALTO JAGUARIBE				
Reservatório (açude)	Localização (município)	Rio ou Riacho Barrado	Capacidade (hm³)	Área da Bacia Hidrográfica (km²)*
Poço da Pedra	Campos Sales	Conceição	50,00	858,10
Várzea do Boi	Tauá	Carrapateira	51,80	1.186,80
Trussu	Iguatu	Trussu	264,00	1.579,94
Orós	Orós	Orós	1956,30	18.393,30
SUB-BACIA DO MÉDIO JAGUARIBE				
Reservatório (açude)	Localização (município)	Rio ou Riacho Barrado	Capacidade (hm³)	Área da Bacia Hidrográfica (km²)*
Riacho do Sangue	Solonópole	Do Sangue	61,42	1.336,98

*Área da bacia hidrográfica não controlada pelos açudes de montante

Em se tratando de grande açudagem, nota-se que a sub-bacia do Alto Jaguaribe é a que melhor se comporta, o que pode ser observado na Figura 1.2.1.1.1.

Figura 1.2.1.1.1 – Distribuição da Grande Açudagem por Sub-bacia sem Considerar o Açude Castanhão



1.2.2. Reservatórios Estratégicos de Grande Porte da Bacia

Os principais reservatórios de grande porte que têm importância estratégica para o Plano de Gerenciamento das Águas da Bacia do Rio Jaguaribe são os açudes Orós e Banabuiú, atualmente operados pela COGERH, e o Açude Castanhão, atualmente em fase de construção, previsto para entrar em operação nos próximos dois anos, sendo considerado, portanto, somente na fase de planejamento deste Plano. Faz-se aqui um resumo das características operacionais dos dois primeiros reservatórios que terão importância fundamental nos estudos de oferta hídrica superficial para o diagnóstico.

1.2.2.1. Açude Orós

O açude Orós está localizado no município de Orós, barrando o rio Jaguaribe ainda na sub-bacia do Alto Jaguaribe. Sua capacidade de acumulação é de 1956,30 hm³, com uma bacia hidrográfica de 24.583 km², regularizando uma vazão com volume de alerta e garantia de 90% de 16,82 m³/s (Fonte: PERH, 1992).

Caraterísticas Gerais da Barragem:

Cota do coroamento	209,0 m
Cota da soleira do sangradouro.....	199,50 m
Cota do nível máximo normal do projeto	207,0 m
Cota da soleira de tomada d'água que alimenta a descarga de fundo e a futura usina hidrelétrica	169,0 m
Cota da soleira que alimenta as obras de transposição de água para o reservatório de Lima Campos	185,0 m

O sangradouro foi previsto, no projeto inicial, com a cota 200,0 m, posteriormente diminuída para 199,5 m, e deveria ser equipado com 14 comportas de 10,5 m de largura e 7,5 m de altura, sendo 6 comportas centrais, de setor, ladeadas por duas baterias de 4 comportas planas. Atualmente não se fala mais em instalar as comportas.

A tomada d'água principal alimenta um túnel de 5,36 m de diâmetro, em cuja extremidade de jusante foi instalada uma válvula de descarga tipo jato-ôco, de 1,5 m de diâmetro, havendo uma previsão para a futura instalação de uma pequena hidrelétrica.

A inexistência de comportas no vertedouro e a condição operacional de aduzir água gravitariamente para o açude Lima Campos, o qual funciona, atualmente, como um reservatório de passagem com nível aproximadamente constante, para não prejudicar a irrigação da várzea de montante, resultaram numa sensível redução no volume útil do açude em relação ao projeto original. Obviamente, essa sensível redução do volume útil repercute diretamente na disponibilidade hídrica do açude, já que a alimentação gravitória do túnel Orós – Lima Campos impõe um nível d'água mínimo mais alto e um aumento do espelho d'água.

VOLUME 1 - TOMO II - Estudos de Base de Hidrologia

Os estudos disponíveis mostram que se esta restrição fosse removida, haveria um aumento da vazão regularizada da ordem de 3 – 4 m³/s a depender do nível d'água máximo normal da operação a ser considerado. A solução para garantir o suprimento hídrico ao açude Lima Campos, quando o nível d'água em Orós estivesse abaixo de 185,0 m, consistiria na instalação de uma elevatória flutuante (ou montada em trilhos) , cuja vazão seria da ordem de 2 – 3 m³/s (demanda máxima mensal desviada para o Lima Campos), com vinte metros de altura manométrica, seguramente um limite superior, a potência dos motores não excederia a 700 – 1000 KW, denotando ser uma instalação de porte modesto, que conviria implantar.

O açude Orós é o reservatório de maior importância atual na bacia do Jaguaribe, estando há quase três décadas em operação; no entanto até o presente, a sua contribuição efetiva para o desenvolvimento da sub-bacia em que se encontra tem ficado aquém das suas possibilidades, pois como ele está localizado praticamente no exutório da sub-bacia do Alto Jaguaribe, o Orós tem servido mais como instrumento de perenização do Rio Jaguaribe, fornecendo vazão regularizada às sub-bacias do Médio e Baixo Jaguaribe.

Devido a inexistência de comportas no vertedouro, o que corresponde a ausência de um volume de espera, o controle de cheias no Orós é limitada, aos efeitos de amortecimento das cheias dentro do próprio reservatório.

1.2.2.2. Açude Banabuiú

O Açude Arrojado Lisboa, mais conhecido como Açude Banabuiú, está localizado no município de Banabuiú, barrando o rio de mesmo nome. Sua capacidade é de 1800 hm³, com uma bacia hidrográfica de 12.672 km², e uma vazão regularizada, com volume de alerta e para uma garantia de 90%, de 11,06 m³/s (Fonte: PERH, 1992).

Características Gerais da Barragem:

Cota do coroamento	146,0 m
Cota da soleira do vertedouro.....	134,5 m
Cota do topo das comportas radiais	142,5 m
Nível mínimo operacional (soleira-tomada d'água)	92,5 m
Volume útil de regularização	1700*10 ⁶ m ²

VOLUME 1 - TOMO II - Estudos de Base de Hidrologia

A obra dispõe de duas válvulas de descarga tipo jato-ôco, de 1,5 m de diâmetro. Nestas condições a vazão das duas válvulas, à plena abertura (300 mm), seria de 40m³/s para o nível d'água de 134,5 m (soleira do sangradouro), reduzindo-se a 12,6 m³/s sob o nível de 94 m, com o reservatório praticamente vazio. O açude Banabuiú encontra-se um pouco além do terço médio da bacia controlando aproximadamente 2/3 da área da sub-bacia.

O manejo operacional do reservatório é de responsabilidade da Diretoria de Operações da COGERH, e vem sendo realizado de forma participativa através de seminários com o envolvimento dos usuários, entidades e instituições envolvidas com a problemática da água. Nestes seminários, os usuários expõem seus problemas, recebem informações técnicas e definem o planejamento das vazões a serem liberadas.

1.2.3. Pequena Açudagem na Bacia do Jaguaribe

Segundo dados do P.E.R.H. (1992), a pequena açudagem na Bacia do Jaguaribe, incluindo os açudes pequenos, muito pequenos e aguadas, compreendia cerca de 4.554 reservatórios, ostentando uma capacidade de 1.328,27 hm³, totalizando aproximadamente 19,89 % do volume acumulável superficial de águas na bacia.

Uma das características principais destes pequenos açudes é a sua condição de funcionamento como reservatórios anuais, com pouca ou nenhuma capacidade de regularização interanual, servindo apenas como reservas hídricas pontuais destinadas aos cultivos de subsistência ou ao abastecimento humano de pequenas comunidades urbanas ou zonas rurais.

A maior importância do estudo destes pequenos reservatórios, dentro do presente Plano de Gerenciamento, fica por conta do impacto cumulativo que os mesmos causam nas bacias hidrográficas dos açudes maiores, reduzindo a vazão afluente aos mesmos e diminuindo, assim, a vazão regularizada dos açudes de interesse estratégico para o gerenciamento. No Tomo III deste volume é apresentada, em detalhes, a metodologia proposta para o estudo do impacto cumulativo da pequena açudagem na Bacia do Jaguaribe.

1.3. ESTUDOS DOS DEFLÚVIOS GERADOS PARA A BACIA DO JAGUARIBE

O estudo de oferta hídrica superficial foi elaborado para os 37 grandes açudes da Bacia do Jaguaribe, com capacidade maior do que 10 hm³, listados no Quadro 1.2.1.1. Para tanto, as informações básicas colhidas, utilizadas para o estudo de geração dos deflúvios médios afluentes e respectivas vazões de regularização, foram: postos pluviométricos pertencentes a bacia do Jaguaribe, num total de 200 postos; rede fluviométrica operada atualmente pela CPRM, num total de 16 estações; hidrografia na forma digital, numa base cartográfica de 1:250.000; e imagem de satélite de julho/96 com resolução de 30m, contratada junto a INTARE, a qual foi utilizada para fins de estudo do uso do solo, o que auxiliou na localização dos espelhos d'água e na rede de drenagem.

1.3.1. Dados Pluviométricos e Fluviométricos

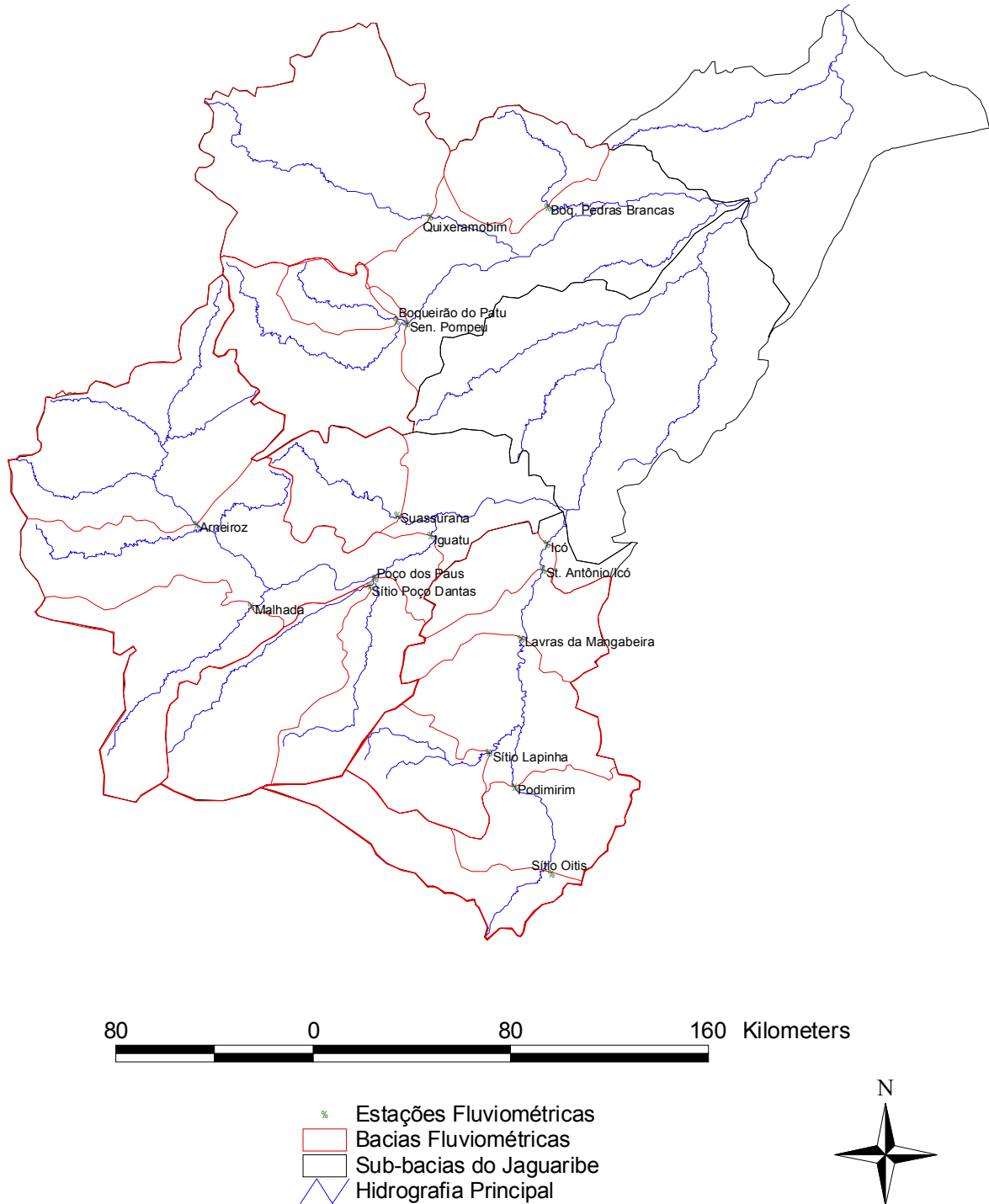
Os postos pluviométricos utilizados no estudo da oferta hídrica superficial engloba uma rede de 200 postos, tendo sido os dados coletados a partir das fontes P.E.R.H., SUDENE e FUNCEME, analisados e consistidos pelo método do Vetor Regional, como é explicado no capítulos 1 e 2 do Tomo I deste volume. Os 200 postos pluviométricos e respectivos registros estão georeferenciados no *software* de SIG – Sistema de Informações Geográficas *Arcview*. Com relação aos dados das estações fluviométricas, estes foram obtidos a partir do relatório da CPRM denominado “Projeto de Análise de Consistência de Dados Fluviométricos – Bacias do Atlântico Norte-Nordeste - Sub-bacia 36”, o qual consta de 14 estações, sendo a análise de consistência dos mesmos realizada pela CPRM apresentada no capítulo 2 do Tomo I deste Volume. As estações fluviométricas utilizadas neste Plano estão listadas no Quadro 1.3.1.1 a seguir e apresentadas sua distribuição espacial na Figura 1.3.1.1.

Quadro 1.3.1.1 – Estações Fluviométricas Estudadas neste Plano.

nº	Código	Estação	Rio ou Riacho	Área da Bacia Controlada (Km ²)
01	36020000	Arneiroz	Jaguaribe	5853,05
02	36045000	Malhada	Conceição	3358,55
03	36125000	Sítio Poço Dantas	Bastiões	3490,96
04	36128000	Poço dos Paus	Cariús	5781,18
05	36160000	Iguatu	Jaguaribe	20312,33
06	36180000	Suassurana	Trussu	2010,29
07	36210000	Sítio Lapinha	Salgado	1847,52
08	36230000	Sítio Oitis	Rch. dos Porcos	2229,11
09	36250000	Podimirim	Porcos	4489,97
10	36270000	Lavras da Mangabeira	Salgado	9402,22
11	36280000	St. Antônio/Icó	Salgado	11177,26
12	36290000	Icó	Salgado	12416,62
13	36460000	Boqueirão do Patu	Patu	959,80
14	36470000	Senador Pompeu	Banabuiú	4507,08
15	36520000	Quixeramobim	Quixeramobim	6958,96
16	36550000	Boq. Pedras Brancas	Sitiá	2072,47

As bacias controladas pelas estações fluviométricas foram traçadas no *software* de SIG *Arcview* de acordo com a rede hidrográfica, para posterior obtenção das chuvas e evapotranspirações médias pelo método de Thiessen.

Figura 1.3.1.1: Localização das Estações Fluviométricas Simuladas



1.3.2. Obtenção das Precipitações e Evaporações Médias

As precipitações e evapotranspirações médias foram obtidas através do Método de Thiessen, segundo o qual a contribuição de cada posto pluviométrico pertencente à bacia, para o cálculo da chuva média, é função do percentual da área de influência de cada um sobre o total da área da bacia. Este método é amplamente empregado em estudos hidrológicos, uma vez que leva em conta a distribuição espacial irregular dos postos sobre a bacia no cálculo da média. No entanto, sua principal limitação é não levar em conta a influência da topografia, especialmente quando da ocorrência de chuvas orográficas. A aplicação deste método foi totalmente automatizada dentro do *Arcview*, sendo necessário como dados de entrada:

- no banco de dados tabulares: dados dos postos pluviométricos consistidos e evapotranspiração potencial, esta última calculada neste Plano pelo método de Hargreaves¹;
- no banco de dados espaciais: *layer* com o traçado das bacias hidrográficas, *layer* com a localização dos postos pluviométricos e *layer* com a localização das estações meteorológicas.

Na execução do programa pede-se, ainda, como dados de entrada: área de *buffer* em quilômetro quadrado, que representa a área, além do limite da bacia, que contribuirá para seleção de postos pluviométricos que influenciam no cálculo da média, tendo sido utilizado neste Plano um *buffer* de 10 Km²; e o período de simulação, ou seja, a extensão dos dados disponíveis da série pluviométrica. O Thiessen, desenvolvido no *Arcview*, busca automaticamente os anos em que cada posto apresenta disponibilidade de dados, formando quantos intervalos de simulação forem necessários para o cálculo da chuva média.

A execução do Thiessen gera três arquivos de saída: arquivos de chuva média diária, e os arquivos de chuva média diária residual e evapotranspiração potencial residual, os quais serão utilizados pelo MODHAC – Modelo Hidrológico Auto-Calibrável para a extensão das séries de vazões. Vale salientar que, uma vez que os dados de entrada citados acima, tanto tabulares como espaciais, estejam no banco de dados do *Arcview*, o processo, desde a geração dos polígonos de Thiessen até a geração dos arquivos de entrada do MODHAC, é totalmente automatizado e a interface com o usuário bastante amigável.

¹ Hargreaves, G. H. (1974) *Potential Evapotranspiration and Irrigation Requirements for Northeast Brazil*, Utah State University.

Ainda com relação aos dados de entrada para os valores de evapotranspiração potencial de cada posto pluviométrico, calculados pelo método de Hargreaves, foram alocados 12 (doze) valores totais mensais, fazendo-se a média diária como o total mensal dividido pelo número de dias. A escolha da estação meteorológica, para utilização dos respectivos dados de ETP no cálculo da chuva média para cada bacia traçada, foi feita através de uma análise visual dentro do *Arcview*, escolhendo-se a estação meteorológica pertencente ou mais próxima a cada bacia. Na Figura 1.3.2.1 está apresentada a distribuição espacial das estações meteorológicas pertencentes a bacia do Jaguaribe.

1.3.3. Utilização do MODHAC para Geração das Séries de Vazões

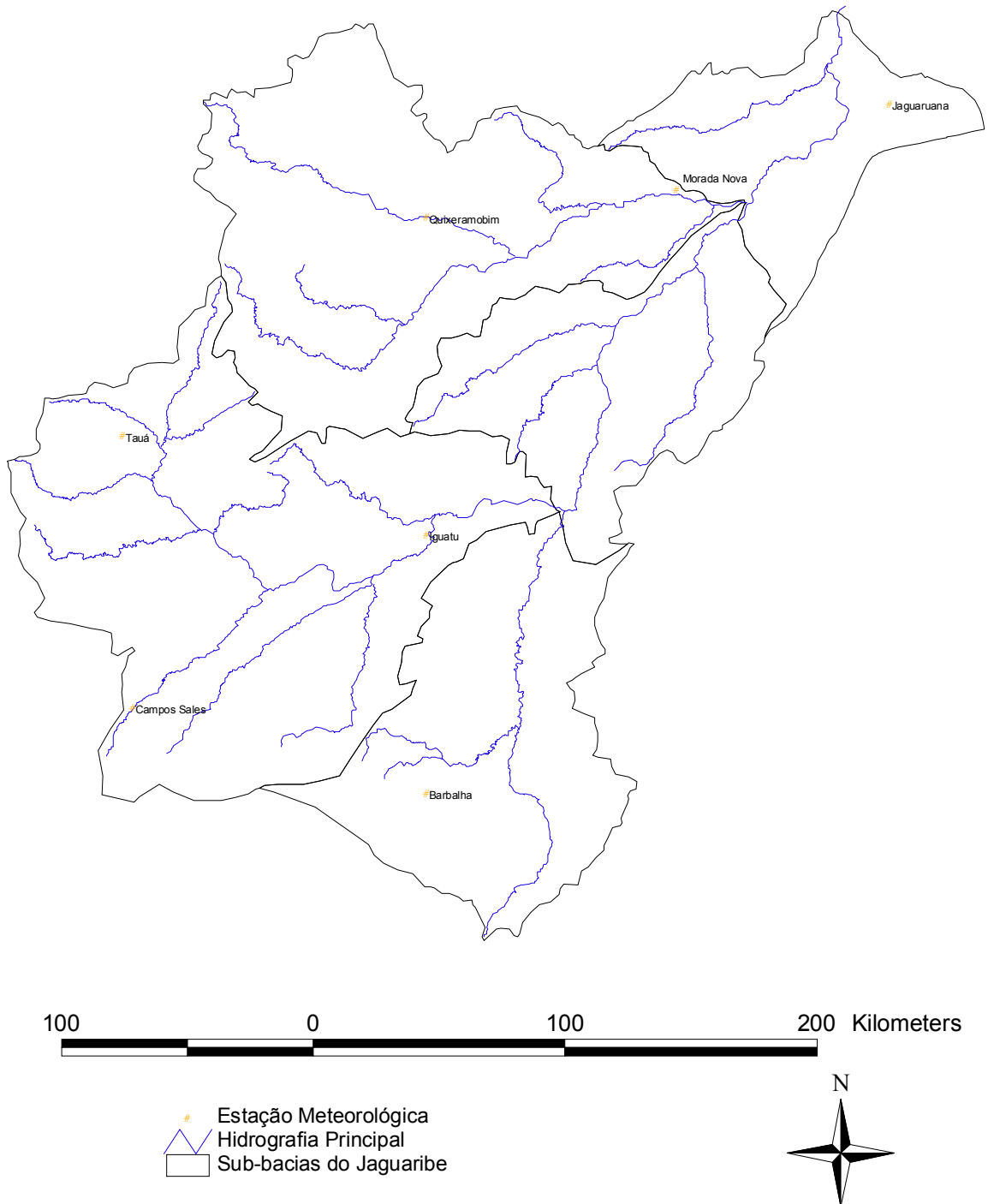
O MODHAC – Modelo Hidrológico Auto-Calibrável, desenvolvido no IPH-UFRGS por Lanna e Schwarzbach ², é um modelo matemático de simulação da fase terrestre do ciclo hidrológico, o qual calcula o armazenamento e a abstração da água na bacia a partir de séries conhecidas de chuva e evapotranspiração potencial. É um modelo do tipo concentrado no espaço, ou seja, não leva em consideração a variabilidade espacial das características fisiográficas no cômputo do processo hidrológico, apresentando como grande vantagem a calibração automática de seus parâmetros, de forma a aprimorar um índice de aderência entre as vazões observadas e calculadas.

Devido aos excelentes resultados que este modelo apresenta quando empregado a condições físicas e climáticas do semi-árido nordestino e, além disso, à sua ampla aplicação em estudos hidrológicos já desenvolvidos nesta região, optou-se por sua utilização neste Plano.

Os dados de entrada para a aplicação do MODHAC são formados pelos arquivos de precipitação média diária residual e a ETP média diária residual, os quais são produtos diretos do Thiessen executado dentro do *Arcview*, como explicado no item anterior. Pode-se definir a precipitação média diária residual como sendo o resultado da diferença entre a precipitação diária e a ETP diária na estação, enquanto que a ETP média diária residual é a ETP que não conseguiu ser suprida pela chuva no dia.

² Lanna, A. E.; Schwarzbach, M.(1989) *MODHAC – Modelo Hidrológico Auto-Calibrável*, IPH, UFRGS.

Figura 1.3.2.1: Localização das Estações Meteorológicas



O ajuste do modelo às 16 estações fluviométricas estudadas, listadas no Quadro 1.3.1.1, foi realizado de forma a tentar ajustar os parâmetros a períodos mais recentes possíveis, uma vez que estes retratam melhor o escoamento atual que ocorre nas bacias dos reservatórios a serem simulados. O ajuste produzido pelo MODHAC apresentou resultados bons, com exceção das estações Sítio Oitis e Poço dos Paus, tendo sido decidido descartá-las para o estudo das séries de vazões mensais para os reservatórios.

Nas Figuras 1.3.3.1. a 1.3.3.15 estão apresentados os hidrogramas calculados e observados para os períodos de ajuste/verificação de cada estação, bem como os respectivos hietogramas. No Quadro 1.3.3.1. estão apresentados os principais parâmetros de ajuste do MODHAC, cujo significado é descrito a seguir:

RSPX – Capacidade máxima do reservatório superficial (mm);

RSSX – Capacidade máxima do reservatório subsuperficial (mm);

RSBX - Capacidade máxima do reservatório subterrâneo (mm);

IMÍN – infiltração mínima (mm/dia);

IMÁX – infiltração máxima (mm/dia);

IDEC – Coeficiente de infiltração;

ASS – expoente da lei de esvaziamento do reservatório subsuperficial.

CEVA – parâmetro da lei de evapotranspiração do solo;

Plano de Gerenciamento das Águas da Bacia do Rio Jaguaribe

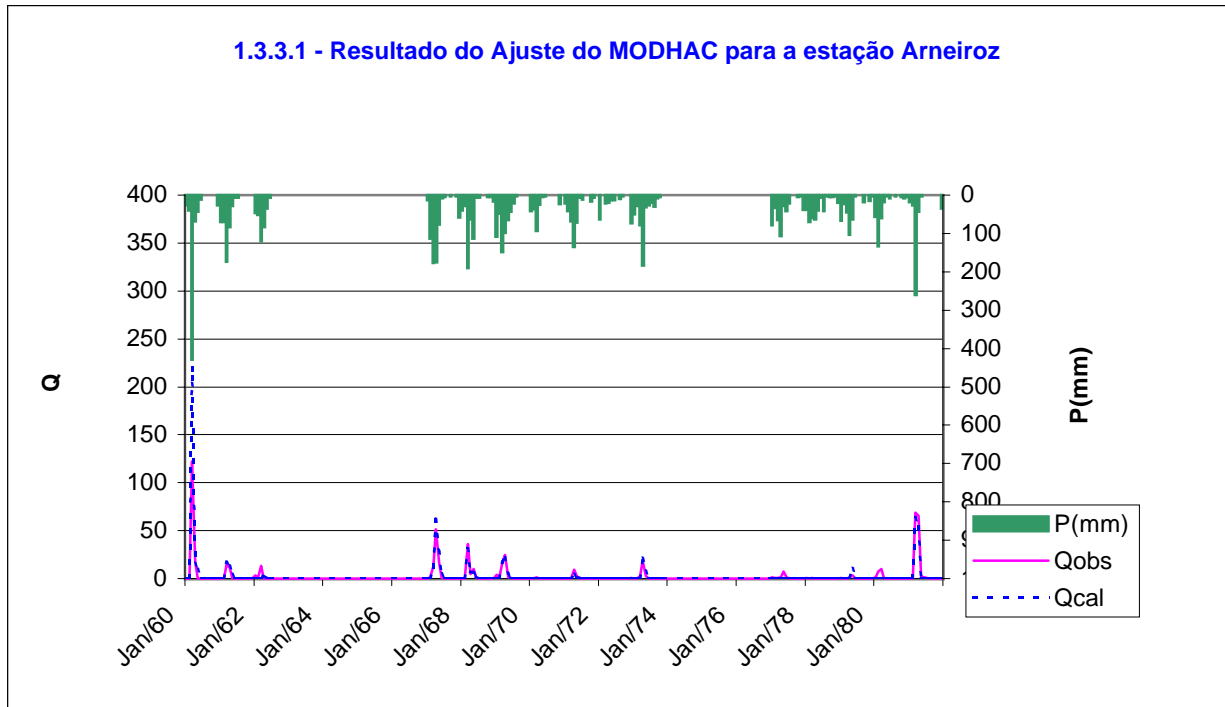


VOLUME 1 - TOMO II - Estudos de Base de Hidrologia

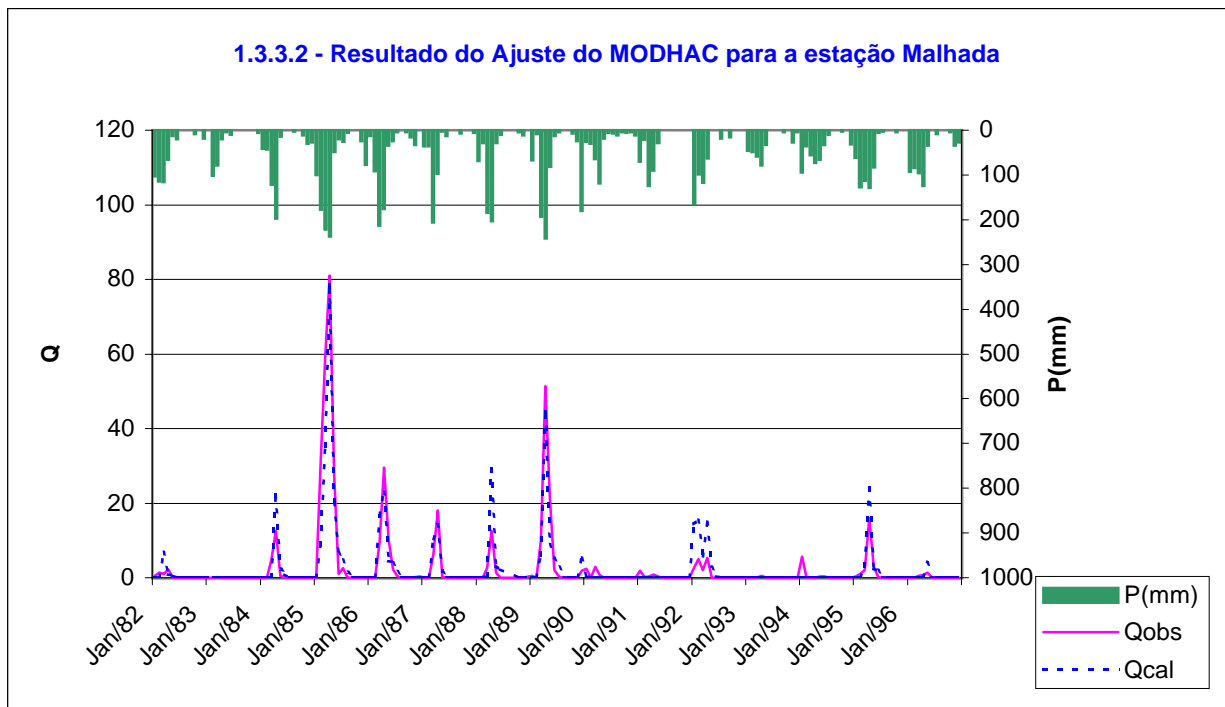
Quadro 1.3.3.1: Resultados do ajuste e parâmetros ótimos do MODHAC para as estações fluviométricas simuladas.

Estação	Período de Ajuste / Verificação	RSPX (mm)	RSSX (mm)	IMAX (mm/dia)	IMIN (mm/dia)	IDEC	ASS	CEVA	Lâmina Precipitada (mm)	Lâmina Escoada (mm)	
										Obs.	Calc.
Arneiroz	1960-1981	74,5	68,2	93,5	0,06	0,48	0,0086	0,953	5.965,5	583,8	648,4
Malhada	1982-1996	96,0	246,5	69,2	2,67	0,31	0,0010	0,971	7.166,7	462,8	464,6
Sítio Poço Dantas	1968-1996	144,9	386,9	71,2	4,12	0,29	0,0007	0,859	15.763,0	1.120,1	883,0
Poço dos Paus	1912-1962	29,3	280,7	82,4	5,83	0,33	0,0204	0,849	13.192,4	4.779,7	3.750,0
Iguatu	1973-1987	78,8	255,8	86,4	0,56	0,31	0,0021	0,965	7.513,2	858,7	756,4
Suassurana	1963-1975	83,0	282,7	107,6	1,25	0,31	0,0010	0,865	7.456,4	838,2	932,8
Sítio Lapinha	1967-1985	165,2	486,4	75,5	0,33	0,26	0,0010	0,440	9.326,4	1.049,0	1.093,5
Podimirim	1976-1988	74,2	225,3	74,7	3,34	0,15	0,0001	0,856	8.825,7	466,3	656,3
Lavras da Mangabeira	1970-1985	193,7	431,6	69,7	1,94	0,41	0,0007	0,993	10.713,6	1.126,6	995,8
St. Antonio/Icó	1961-1972	73,5	242,9	45,8	0,07	0,20	0,0006	0,709	5.762,5	435,7	433,0
Icó	1970-1990	81,7	392,6	54,9	0,64	0,26	0,0019	0,685	13.893,4	1.496,6	1.401,6
Boqueirão do Patu	1940-1976	70,1	227,4	54,4	0,48	0,38	0,0031	0,031	9.357,9	954,0,8	917,4
Senador Pompeu	1976-1986	102,1	196,2	17,7	3,17	0,40	0,0024	1,000	6.531,4	866,7	891,2
Quixeramobim	1912-1958	41,4	147,1	36,6	1,47	0,36	0,0024	0,019	19.629,2	2.263,2	2.162,4
Boq. Pedras Brancas	1936-1962	42,1	129,0	41,6	0,59	0,21	0,0037	0,965	9.427,2	1.212,6	1.163,8

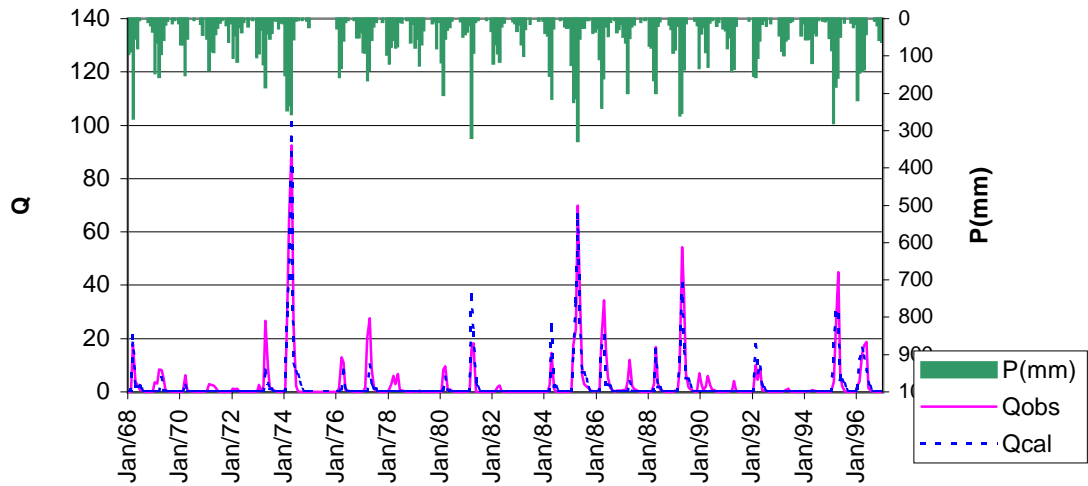
1.3.3.1 - Resultado do Ajuste do MODHAC para a estação Arneiroz



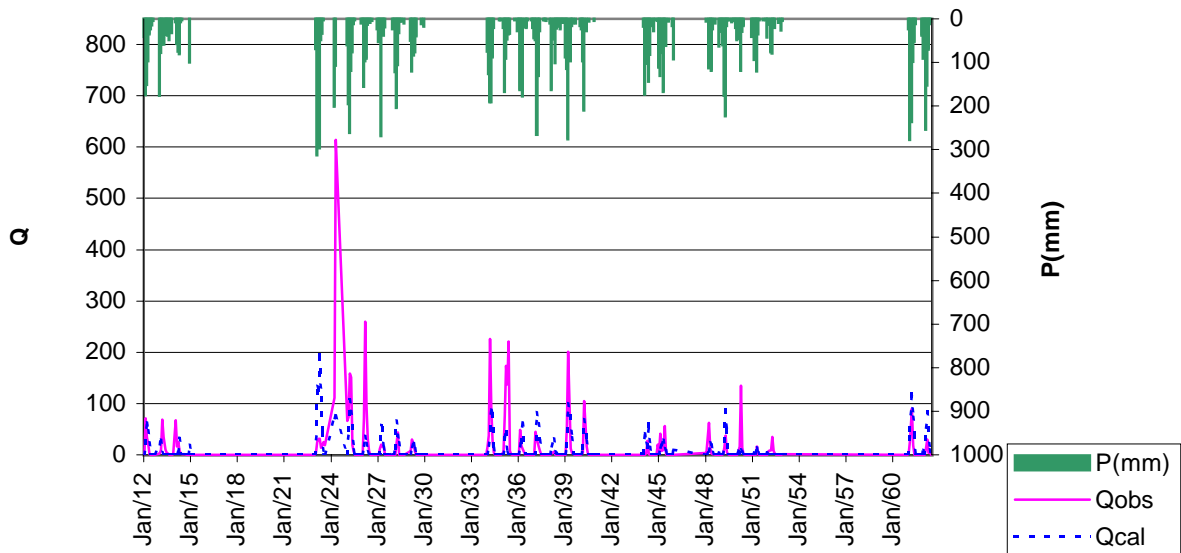
1.3.3.2 - Resultado do Ajuste do MODHAC para a estação Malhada



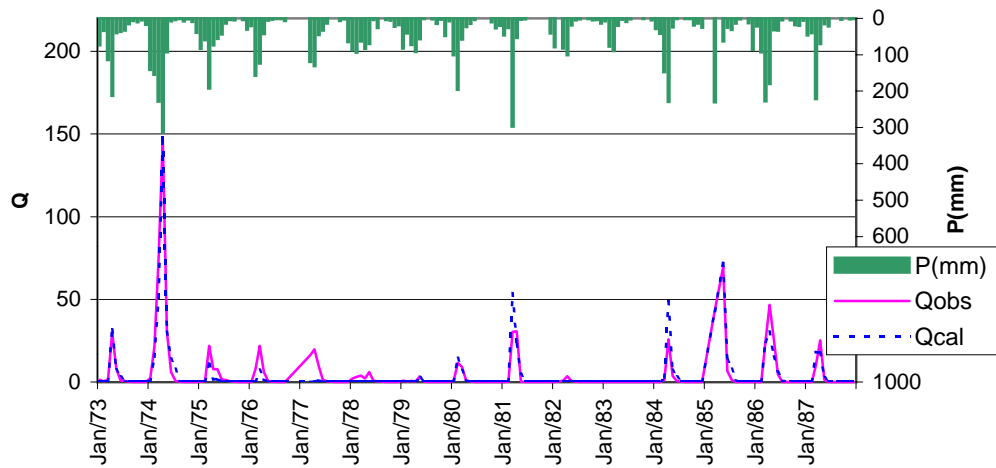
1.3.3.3 - Resultado do Ajuste do MODHAC para a estação Poço Dantas



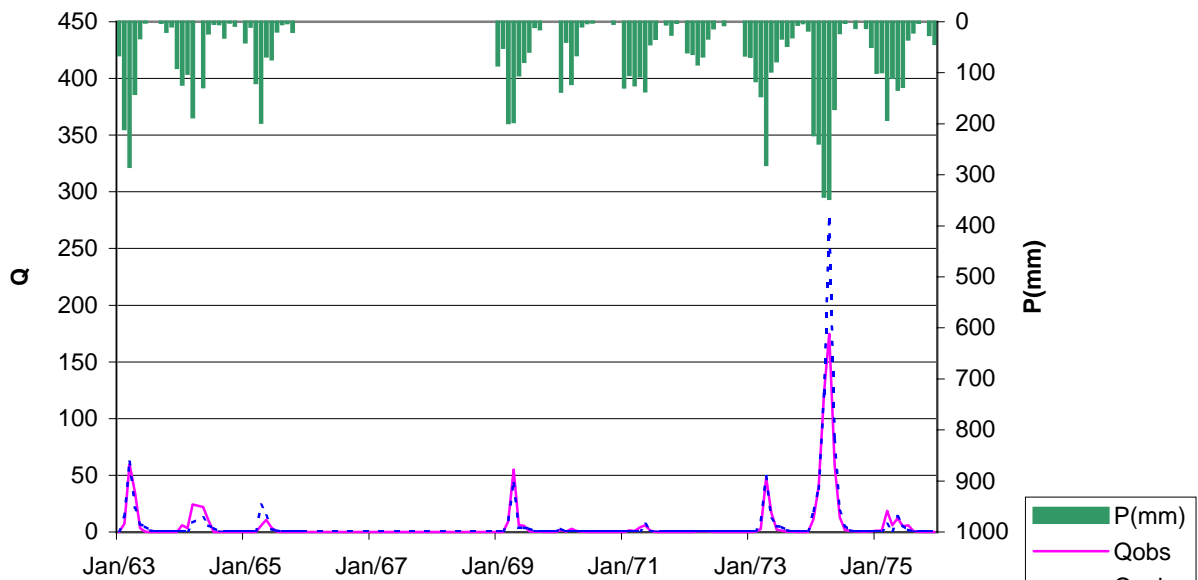
1.3.3.4 - Resultado do Ajuste do MODHAC para a estação Poço dos Paus



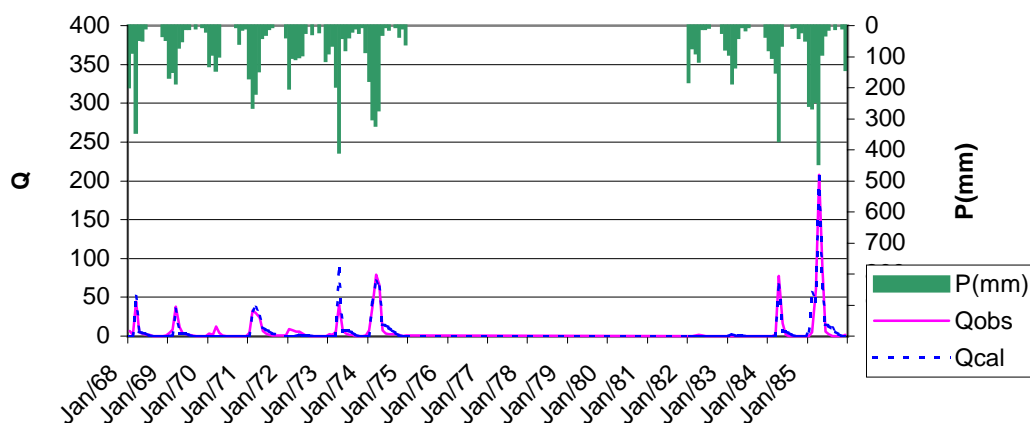
1.3.3.5 - Resultado do Ajuste do MODHAC para a estação Iguatu



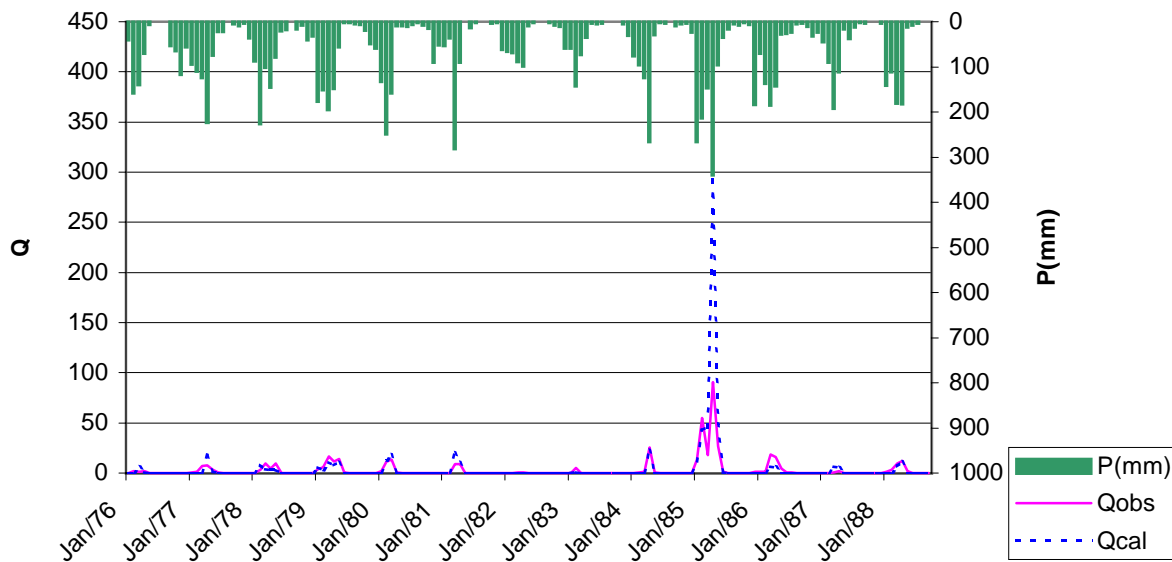
1.3.3.6 - Resultado do Ajuste do MODHAC para a estação Suassurana

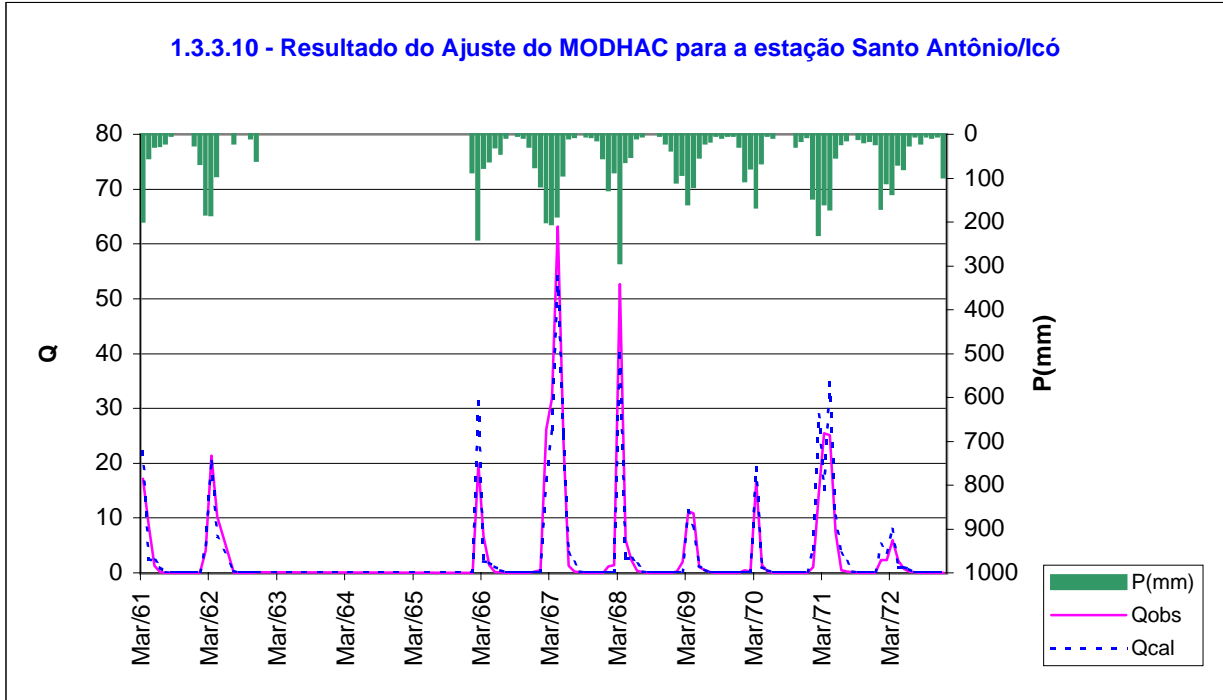
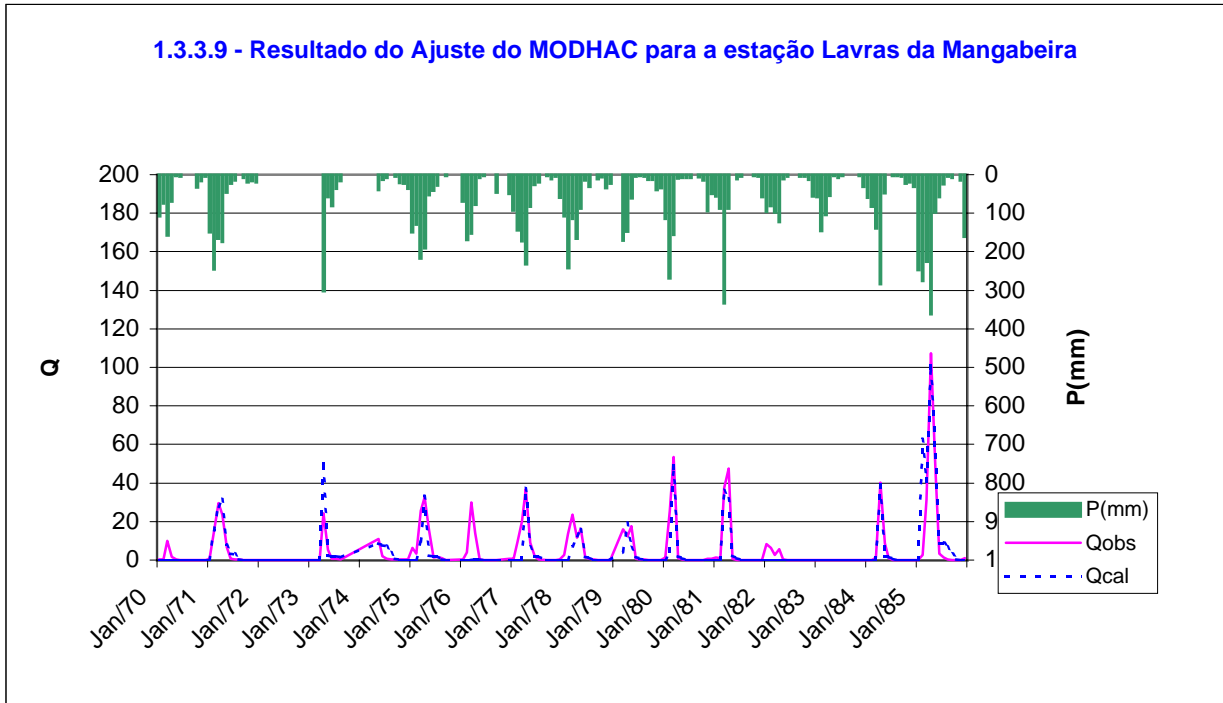


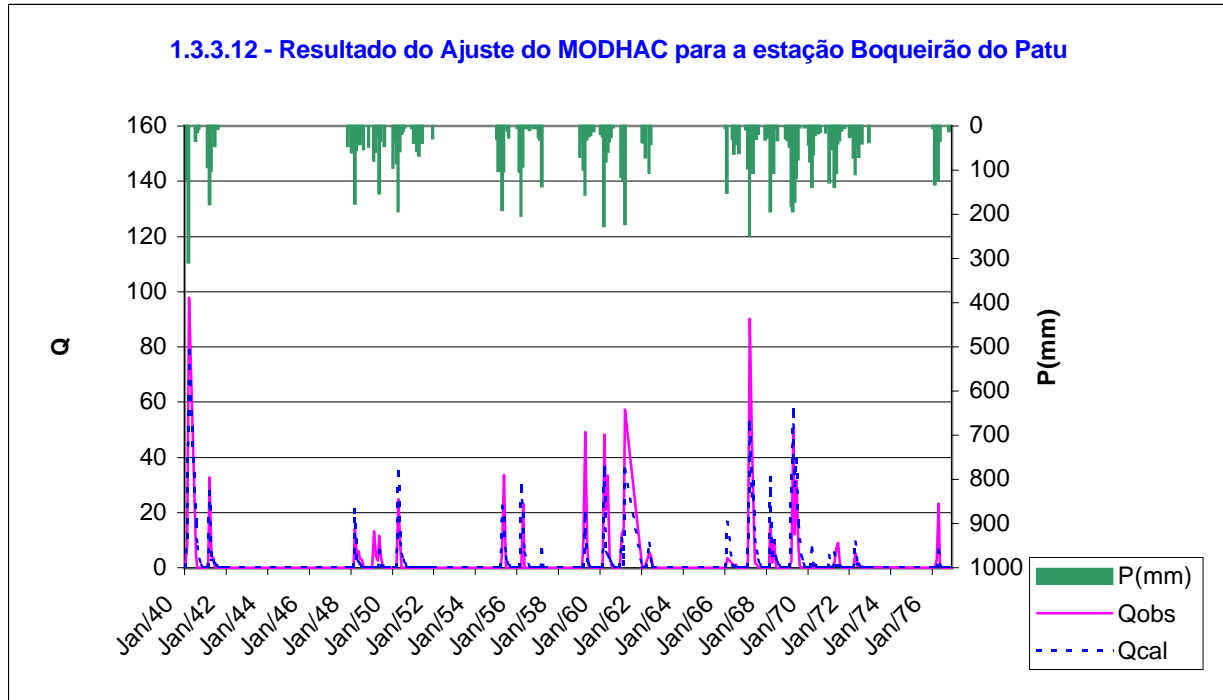
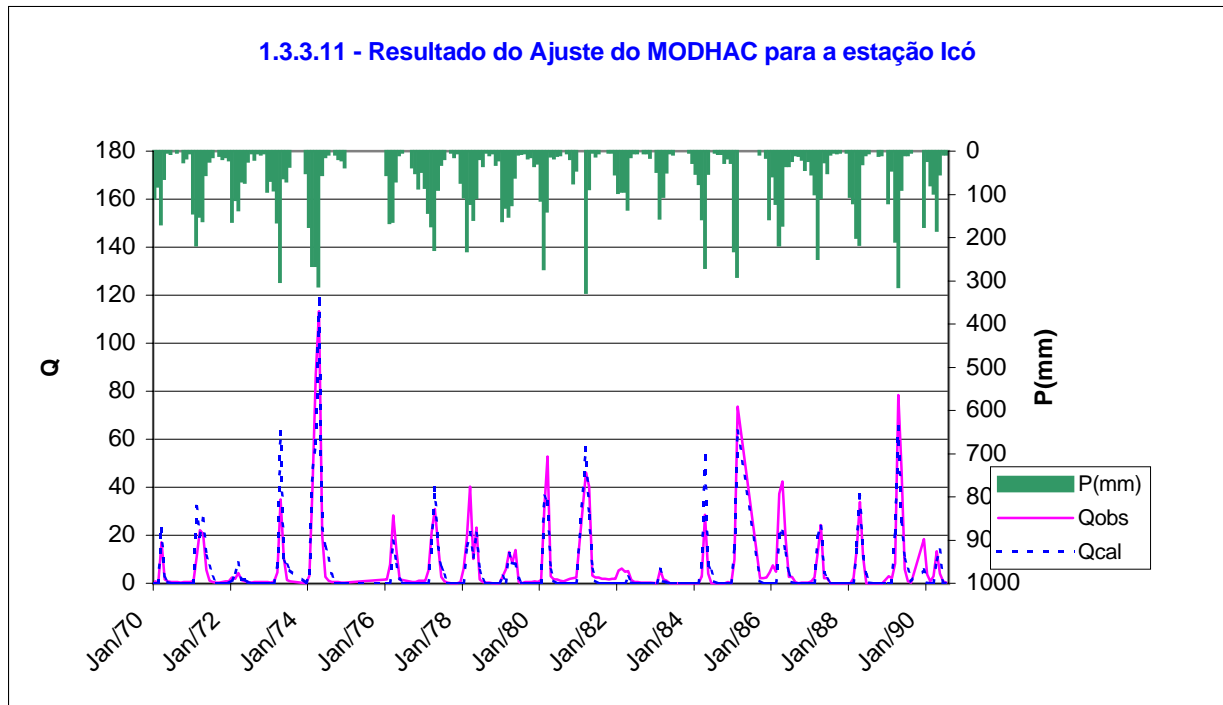
1.3.3.7 - Resultado do Ajuste do MODHAC para a estação Sítio Lapinha

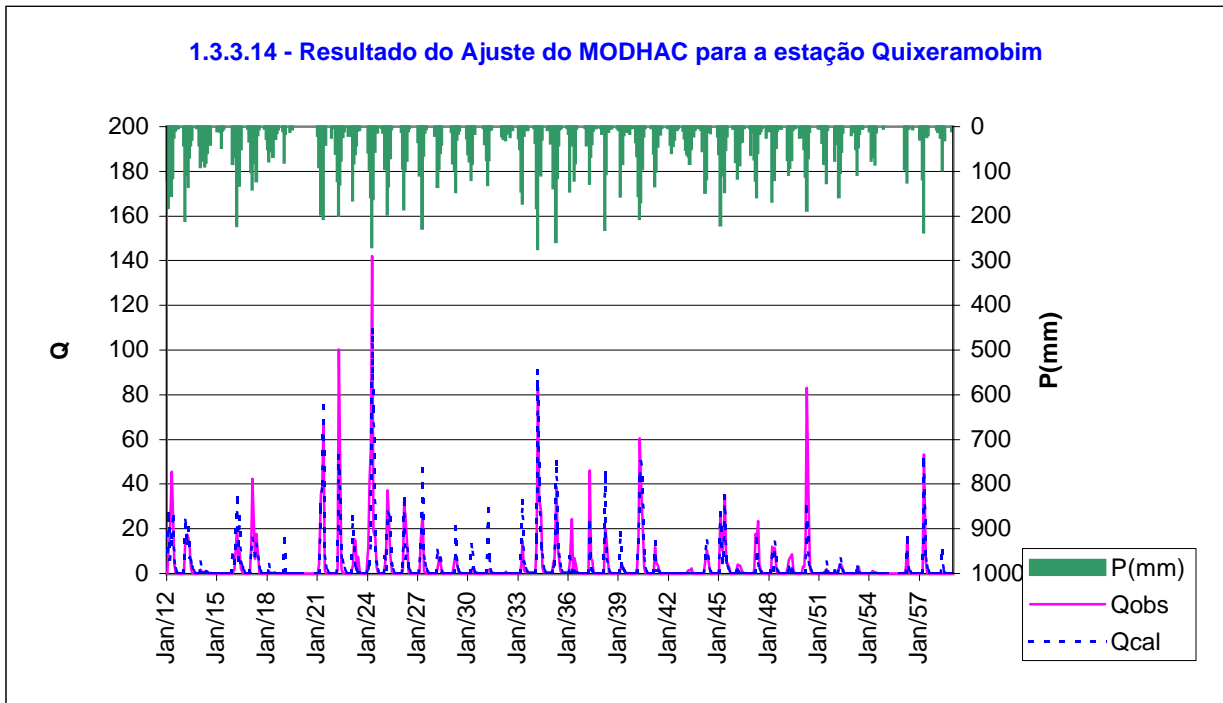
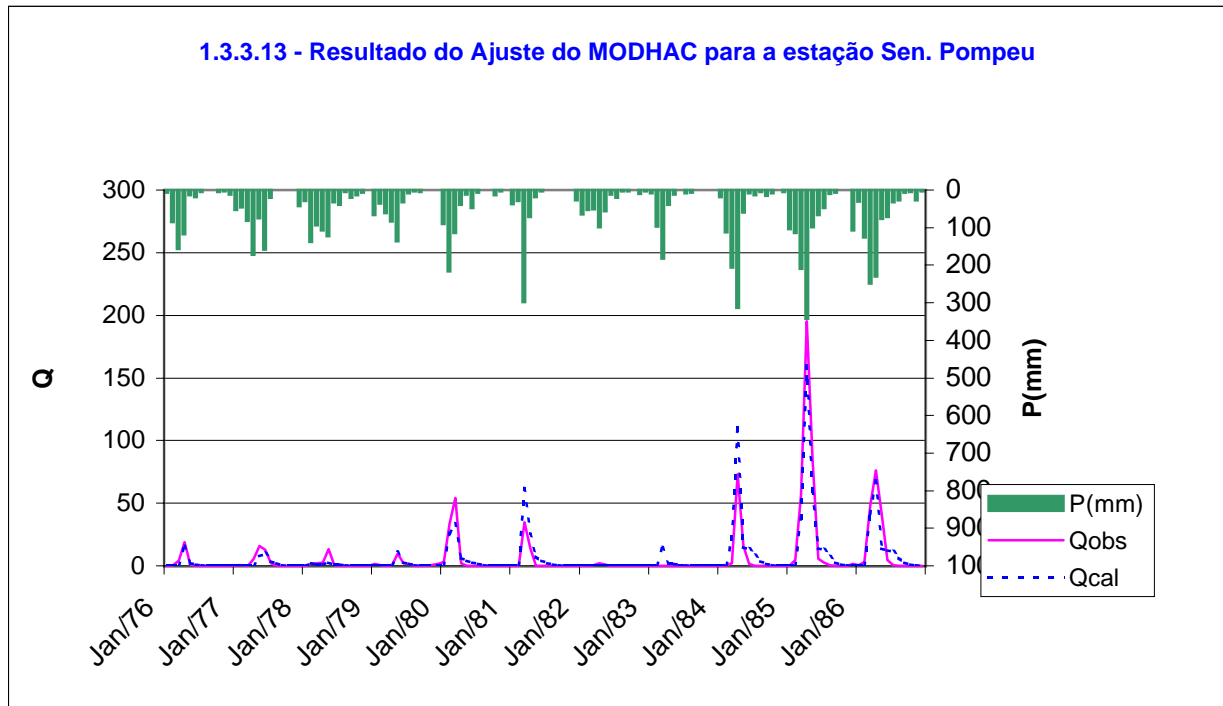


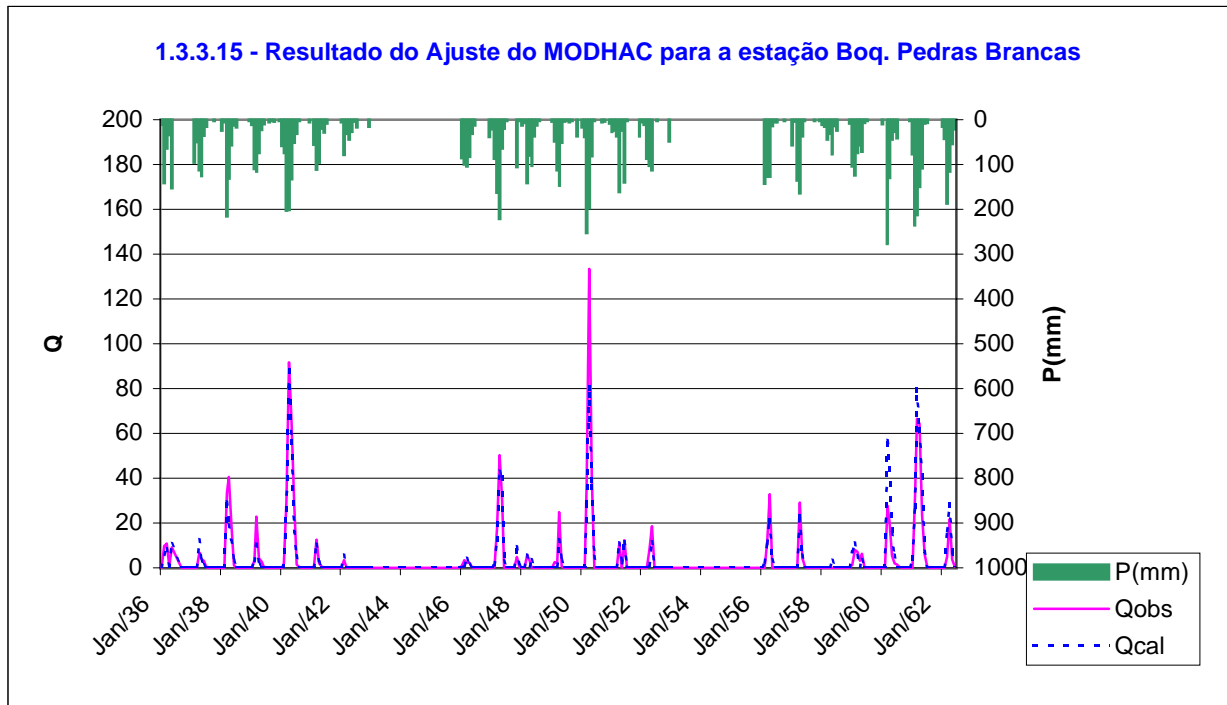
1.3.3.8 - Resultado do Ajuste do MODHAC para a estação Podimirim











Para as 14 (quatorze) estações fluviométricas, que apresentaram bons ajustes no MODHAC, foram gerados, em média, 85 anos de vazões, todas até 1996, com exceção da estação de Suassurana, a qual possuía disponibilidade de dados pluviométricos somente até 1988. Uma vez geradas as séries de vazões sintéticas, estas foram unidas às vazões observadas para serem utilizadas na regionalização da lâmina escoada da grande açudagem.

Quadro 1.3.3.2: Resultados da Extensão de Vazões para as Estações Fluviométricas na Bacia do Jaguaribe.

Estação	Período Simulado	Lâmina Média Anual Precipitada (mm)	Lâmina Média Anual Escoada (mm)	Coefficiente de Escoamento (%)	CV
Arneiroz	1912-1996	590,37	46,54	7,88	1,62
Malhada	1916-1996	629,33	36,66	5,83	1,77
Sítio Poço Dantas	1912-1996	738,42	34,22	4,63	1,47
Iguatu	1912-1996	694,12	46,44	6,69	1,29
Suassurana	1915-1988	788,30	59,51	7,55	1,30
Sítio Lapinha	1912-1996	1.041,24	75,67	7,27	0,95
Podimirim	1912-1996	887,26	44,49	5,01	1,97
Lavras da Mangabeira	1912-1996	938,37	50,69	5,40	1,24
St. Antônio/Icó	1911-1996	929,97	73,38	7,89	1,45
Icó	1912-1996	927,55	73,83	7,96	1,10
Boqueirão do Patu	1912-1996	837,07	100,99	12,07	1,90
Senador Pompeu	1911-1996	764,39	75,64	9,90	1,54
Quixeramobim	1912-1996	675,76	57,92	8,57	1,23
Boq. Pedras Brancas	1911-1996	769,47	90,40	11,75	1,51

1.3.4. Geração das Séries de Vazões Afluentes aos Grandes Açudes

O estudo da oferta hídrica superficial para a bacia do rio Jaguaribe, do ponto de vista estratégico, englobou 37 (trinta e sete) reservatórios nesta fase de diagnóstico, estando estes listados no Quadro 1.2.1.1. Para a geração de séries de vazões mensais afluentes a cada reservatório fez-se uso do MODHAC, utilizando-se os parâmetros do posto fluviométrico, no qual, na maior parte das vezes, a bacia do açude estava inserida. Uma ressalva deve ser feita para os açudes pertencentes às sub-bacias do Médio e Baixo Jaguaribe, pois estas não possuem nenhuma estação fluviométrica. Neste caso, foi feita uma análise comparativa entre o uso do solo das bacias hidrográficas dos açudes e das estações fluviométricas Quixeramobim, Boqueirão do Patu, Suassurana e Pedras Brancas, com o objetivo de identificar as bacias que apresentassem categorias de uso do solo predominantes semelhantes, o que representa uma proximidade no escoamento superficial. Sendo assim, o Quadro 1.3.4.1. apresenta o período de dados pluviométricos disponíveis e o posto fluviométrico selecionado para transpor os parâmetros do MODHAC, para cada um dos 37 açudes simulados.

Quadro 1.3.4.1 : Postos Fluviométricos Selecionados para Simulação dos Grandes Açudes na bacia do Jaguaribe.

Açude	Período de dados de chuva	Posto Fluviométrico Selecionado para Transpor Parâmetros
Atalho II	1911-1996	Podimirim
Banabuiú	1912-1996	Sen. Pompeu
Boa Viagem	1911-1991	Quixeramobim
Broco	1913-1996	Arneiroz
Canafístula	1974-1996	Boqueirão do Patu
Canoas	1912-1996	Poço Dantas
Cedro	1911-1996	Boq. Pedras Brancas
Cipoda	1934-1988	Boq. Pedras Brancas

continuação

Açude	Período de dados de chuva	Posto Fluviométrico Selecionado para Transpor Parâmetros
Ema	1932-1988	Boqueirão do Patu
Favelas	1935-1988	Arneiroz
Fogareiro	1911-1996	Quixeramobim
Ingazeiro	1961-1988	Lavras da Mangabeira
Joaquim Távora	1921-1988	Quixeramobim
Lima Campos	1920-1988	Icó
Nobre	1913-1996	Quixeramobim
Olho d'água	1913-1970	St. Antônio/Icó
Orós	1912-1996	Iguatu
Patu	1912-1996	Boqueirão do Patu
Pedras Brancas	1911-1996	Boq. Pedras Brancas
Poço da Pedra	1913-1996	Malhada
Poço do Barro	1934-1988	Boq. Pedras Brancas
Prazeres	1935-1996	Arneiroz
Quixabinha	1962-1988	Lapinha
Quixeramobim	1913-1996	Quixeramobim
Riacho do Sangue	1918-1988	Quixeramobim
Riacho dos Carneiros	1913-1996	Lapinha

continuação

Açude	Período de dados de chuva	Posto Fluviométrico Selecionado para Transpor Parâmetros
Riacho dos Tanques	1913-1996	Boqueirão do Patu
Riacho Verde	1962-1991	Quixeramobim
Rivaldo de Carvalho	1932-1986	Iguatu
São José II	1915-1988	Sen. Pompeu
Serafim Dias	1911-1996	Sen. Pompeu
Sto. Antônio de Russas	1911-1991	Quixeramobim
Thomas Osterne	1962-1988	Lapinha
Trapiá II	1939-1974	Boqueirão do Patu
Trici	1913-1989	Arneiroz
Trussu	1920-1988	Suassurana
Várzea do Boi	1933-1996	Arneiroz

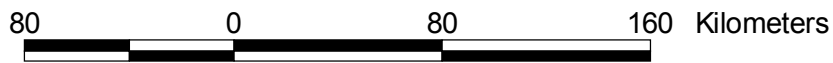
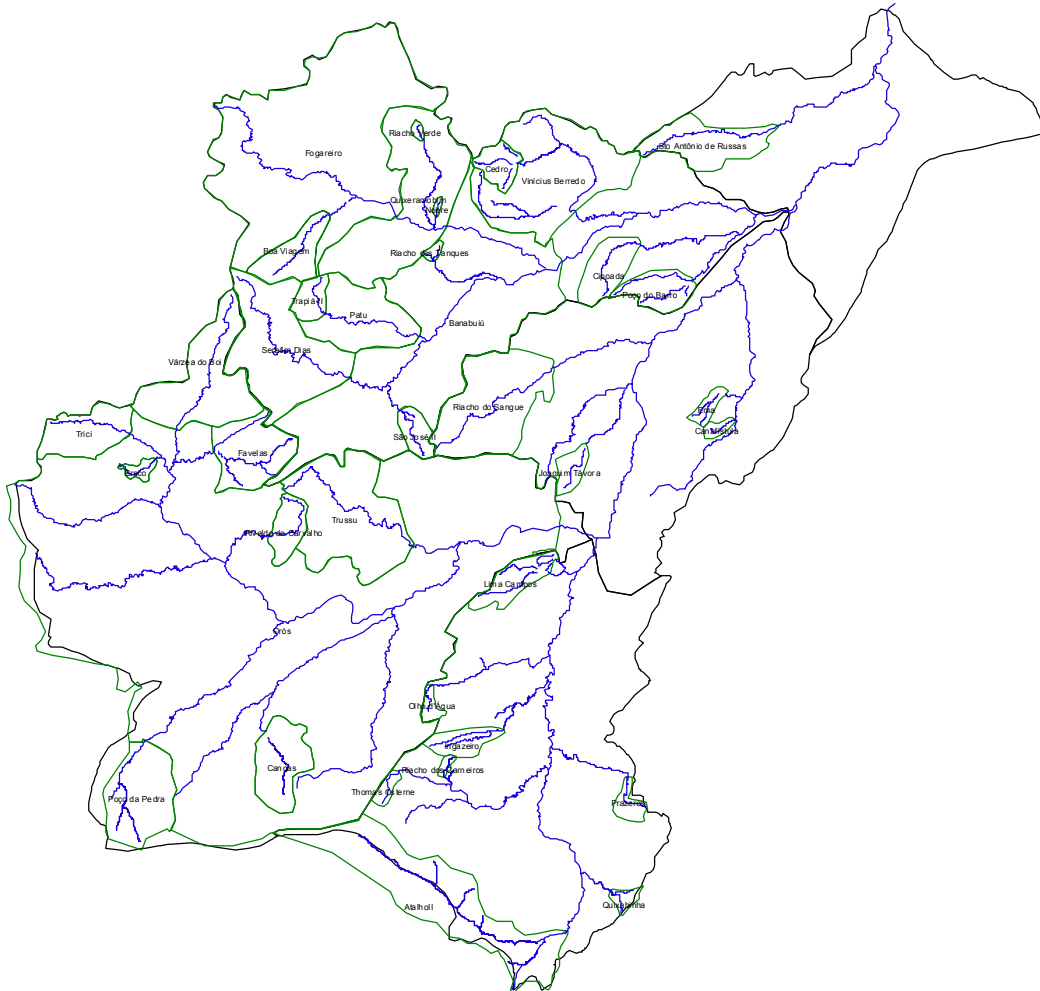
De acordo com o Quadro 1.3.4.1 nota-se que, infelizmente, a disponibilidade de séries de precipitações médias para 20 dos 37 açudes não apresentou extensão suficientemente longa que permitisse a geração de vazões afluentes num período médio de 85 anos, indo de 1912 a 1996, período estabelecido como ideal para os estudos de vazão regularizada dos grandes açudes para este Plano. Além disso, como muitos açudes estão a jusante de outros grandes açudes, as vazões médias afluentes geradas pelo açude que fica mais a montante devem ser geradas para o mesmo período das relativas ao açude mais a jusante, a fim de que os vertimentos daquele possam ser perfeitamente computados nos vertimentos deste último, quando do estudo das vazões regularizadas. Sendo assim, optou-se pelo uso da metodologia de correlação de área para aqueles açudes que não tinham dados de precipitação média suficientemente longos. A Figura 1.3.4.1 apresenta o traçado das bacias hidrográficas da grande açudagem.




No Quadro 1.3.4.2 estão apresentados os principais resultados referentes à geração de vazões afluentes aos grandes açudes da bacia do Jaguaribe gerados neste Plano e os do P.E.R.H. Observe-se que na quinta coluna do Quadro 1.3.4.2 está indicado qual bacia foi utilizada para a geração de vazões afluentes por correlação de área para aqueles açudes cujo período de dados pluviométricos não era suficientemente longo.

No caso dos açudes situados próximos a estações fluviométricas com séries extensas de observações, optou-se por uma regionalização de lâminas escoadas. O açude Orós, com uma área de drenagem de 24.583 Km², tem logo a montante observações de vazões do rio Jaguaribe em Iguatu com uma área de drenagem de 21.000 km². Por sua vez, o açude Banabuiú, com área de drenagem de 4.504 km², tem dados de vazão observada do rio Banabuiú em Senador Pompeu.

Nessas ordens de grandeza, a regionalização de lâminas escoadas é bem mais eficiente do que a regionalização de parâmetros empíricos de qualquer modelo chuva x deflúvio.

Figura 1.3.4.1 - Bacias Hidrográficas da Grande Açudagem



-  Hidrografia Principal
-  Bacias Hidrográficas da Grande Açudagem
-  Sub-bacias do Jaguaribe



Plano de Gerenciamento das Águas da Bacia do Rio Jaguaribe



VOLUME 1 - TOMO II - Estudos de Base de Hidrologia

Quadro 1.3.4.2: Síntese dos resultados da geração de deflúvios médios afluentes aos grandes açudes da bacia do Jaguaribe.

Sub-bacia	Açude	Período de dados de chuva	Período Simulado PERH	Período Simulado por Correlação de Área PLANO	Lâmina média anual precipitada PERH (mm)	Lâmina média anual precipitada (mm) PLANO	Lâmina média anual escoada PERH (mm)	Lâmina média anual escoada (mm) PLANO	Coefficiente de Escoamento PERH (%)	Coefficiente de Escoamento (%) PLANO	Coefficiente de variação dos deflúvios anuais PERH	Coefficiente de variação dos deflúvios anuais PLANO
Alto Jaguaribe	Várzea do Boi	1933-1996	1932-1988 (Flu Arneiroz)	1912-1996 (Flu Arneiroz)	519,40	590,37	33,90	46,54	6,50	7,88	1,57	1,62
	Trici	1913-1989	-	1912-1996 (Flu Arneiroz)	-	590,37	-	46,54	-	7,88	-	1,62
	Favelas	1935-1988	1962 – 1983 (Flu Arneiroz)	1912-1996 (Flu Arneiroz)	584,30	590,37	43,80	46,54	7,50	7,88	1,83	1,62
	Rivaldo de Carvalho	1932-1986	-	1912-1996 (Flu Iguatu)	-	694,12	-	46,44	-	6,69	-	1,29
	Poço da Pedra	1913-1996	1916 – 1988 (Flu Malhada)	-	678,30	662,49	77,10	53,07	11,40	8,01	1,40	1,51
	Canoas	1912-1996	-	-	-	740,39	-	33,77	-	4,56	-	1,49
	Trussu	1920-1988	-	1912-1996 (Flu Iguatu)	-	694,12	-	46,44	-	6,69	-	1,29
	Broco	1913-1996	1913 – 1972 (Flu Arneiroz)	-	582,40	557,14	48,90	63,78	8,40	11,45	1,38	1,45
	Orós	1912-1996	1920-1988 (Flu Iguatu)	1912-1996 (Flu Iguatu)	691,10	694,12	59,60	46,44	8,60	6,69	1,24	1,29

Plano de Gerenciamento das Águas da Bacia do Rio Jaguaribe



VOLUME 1 - TOMO II - Estudos de Base de Hidrologia

Continuação

Sub-bacia	Açude	Período de dados de chuva	Período Simulado PERH	Período Simulado por Correlação de Área PLANO	Lâmina média anual precipitada PERH (mm)	Lâmina média anual precipitada (mm) PLANO	Lâmina média anual escoada PERH (mm)	Lâmina média anual escoada (mm) PLANO	Coefficiente de Escoamento PERH (%)	Coefficiente de Escoamento (%) PLANO	Coefficiente de variação dos deflúvios anuais PERH	Coefficiente de variação dos deflúvios anuais PLANO
Salgado	Thomas Osterne	1962-1988	1961-1988 (Flu Lapinha)	1912-1996 (Flu Lapinha)	973,60	1041,24	91,60	75,67	9,40	7,27	1,24	0,95
	Riacho dos Carneiros	1913-1996	1912-1988 (Flu Lapinha)	--	1063,90	1092,5	102,40	119,2	9,60	10,9	1,22	1,28
	Atalho II	1911-1996	-	-	-	859,70	-	50,32	-	5,85	-	2,10
	Quixabinha	1962-1988	1960-1988 (Flu Lapinha)	1912-1996 (Flu Podimirim)	899,60	887,26	66,30	44,49	7,40	5,01	1,27	1,97
	Prazeres	1935-1996	1935 - 1988 (Flu Arneiroz)	1912-1996 (Flu Lavras da Mangabeira)	782,10	938,37	125,70	50,69	16,10	5,40	1,03	1,24
	Ingazeiro	1961-1988	1947-1988 (Flu Lavras da Mangabeira)	1912-1996 (Flu Lavras da Mangabeira)	1175,20	938,37	230,20	50,69	19,60	5,40	1,29	1,24

Plano de Gerenciamento das Águas da Bacia do Rio Jaguaribe



VOLUME 1 - TOMO II - Estudos de Base de Hidrologia

Continuação

Sub-bacia	Açude	Período de dados de chuva	Período Simulado PERH	Período Simulado por Correlação de Área PLANO	Lâmina média anual precipitada PERH (mm)	Lâmina média anual precipitada (mm) PLANO	Lâmina média anual escoada PERH (mm)	Lâmina média anual escoada (mm) PLANO	Coefficiente de Escoamento PERH (%)	Coefficiente de Escoamento (%) PLANO	Coefficiente de variação dos deflúvios anuais PERH	Coefficiente de variação dos deflúvios anuais PLANO
Salgado	Olho d'água	1913-1970	-	1911-1996 (Flu Sto Antônio/Icó)	-	929,97	-	73,38	-	7,89	-	1,46
	Lima Campos	1920-1988	1925-1988 (Flu Sto Antônio/Icó)	1912-1996 (Flu Icó)	870,80	927,55	96,80	73,83	11,10	7,96	1,53	1,10
Médio Jaguaribe	Joaquim Távora	1921-1988	1934-1988 (Flu Sto Antônio/Icó)	1912-1996 (Flu Quixeramobim)	738,60	675,76	61,50	57,92	8,30	8,57	1,41	1,23
	Riacho do Sangue	1918-1988	1936-1988 (Boq. Patu)	1912-1996 (Flu Quixeramobim)	742,20	675,76	74,10	57,92	10,00	8,57	1,54	1,23
	Canafistula	1974-1996	-	1912-1996 (Boq. Patu)	-	837,07	-	100,99	-	12,07	-	1,90
	Ema	1932-1988	1931-1988 (Boq. Patu)	1912-1996 (Boq. Patu)	847,80	837,07	106,30	100,99	12,50	12,07	0,83	1,90
Baixo Jaguaribe	Sto. Antônio de Russas	1911-1991	1948-1988 (Boq. Patu)	-	763,00	747,07	80,80	143,01	10,60	19,14	1,08	1,02

Plano de Gerenciamento das Águas da Bacia do Rio Jaguaribe



VOLUME 1 - TOMO II - Estudos de Base de Hidrologia

Continuação

Sub-bacia	Açude	Período de dados de chuva	Período Simulado PERH	Período Simulado por Correlação de Área PLANO	Lâmina média anual precipitada PERH (mm)	Lâmina média anual precipitada (mm) PLANO	Lâmina média anual escoada PERH (mm)	Lâmina média anual escoada (mm) PLANO	Coefficiente de Escoamento PERH (%)	Coefficiente de Escoamento (%) PLANO	Coefficiente de variação dos deflúvios anuais PERH	Coefficiente de variação dos deflúvios anuais PLANO
Banabuiu	Serafim Dias	1911-1996	-	-	-	752,47	-	64,96	-	8,63	-	1,52
	São José	1915-1988	-	1912-1996 (Flu Sen. Pompeu)	-	764,39	-	75,64	-	9,90	-	1,54
	Patu	1912-1996	1912-1972 (Boq. Patu)	-	-	813,76	-	77,04	-	9,47	-	1,26
	Boa Viagem	1911-1991	1951-1988 (Flu Quixeramobim)	-	582,10	669,20	61,10	70,84	10,50	10,59	1,29	1,38
	Fogareiro	1911-1996	-	-	-	665,68	-	51,85	-	7,79	-	1,25
	Riacho Verde	1962-1991	1962-1988 (Flu Quixeramobim)	1913-1996 (Ac. Quixeramobim)	705,70	706,01	80,10	72,30	11,40	10,24	1,12	1,30
	Nobre	1913-1996	1931-1988 (Boq. Patu)	-	724,20	737,11	47,50	92,61	6,60	12,56	1,26	1,21
	Quixeramobim	1913-1996	1939-1988 (Flu Quixeramobim)	-	-	706,01	-	72,30	-	10,24	-	1,30
	Riacho dos Tanques	1913-1996	1962-1988 (Boq. Patu)	-	775,80	792,36	53,30	78,74	6,90	9,94	1,16	1,37

Plano de Gerenciamento das Águas da Bacia do Rio Jaguaribe



VOLUME 1 - TOMO II - Estudos de Base de Hidrologia

Continuação

Sub-bacia	Açude	Período de dados de chuva	Período Simulado PERH	Período Simulado por Correlação de Área PLANO	Lâmina média anual precipitada PERH (mm)	Lâmina média anual precipitada (mm) PLANO	Lâmina média anual escoada PERH (mm)	Lâmina média anual escoada (mm) PLANO	Coefficiente de Escoamento PERH (%)	Coefficiente de Escoamento (%) PLANO	Coefficiente de variação dos deflúvios anuais PERH	Coefficiente de variação dos deflúvios anuais PLANO
Banabuiu	Banabuiu	1912-1996	1920-1988 (Flu Sen. Pompeu)	1912-1996 (Flu Sem. Pompeu)	733,00	764,39	52,30	75,64	7,10	9,90	1,76	1,50
	Trapiá II	1939-1974	-	1912-1996 (Ac. Patu)	-	813,76	-	77,04	-	9,47	-	1,26
	Pedras Brancas	1911-1996	1912-1988 (Flu Pedras Brancas)	-	-	769,47	-	85,86	-	11,16	-	1,55
	Cipoada	1934-1988	1952-1988 (Boq. Patu)	1911-1996 (Ac. Pedras Brancas)	841,70	769,47	76,60	85,86	9,10	11,16	1,11	1,55
	Poço do Barro	1934-1988	1959-1988 (Flu Sen. Pompeu)	1911-1996 (Ac. Pedras Brancas)	811,20	769,47	83,80	85,86	10,30	11,16	0,93	1,55
	Cedro	1911-1996	1913-1988 (Flu Pedras Brancas)	-	-	863,90	842,19	119,00	116,41	13,80	13,82	1,30

1.4. ESTUDOS DE VAZÃO REGULARIZADA PARA A BACIA DO JAGUARIBE

1.4.1. Metodologia de Operação dos Reservatórios

Na determinação do comportamento dos reservatórios utiliza-se a metodologia da operação simulada. A operação simulada consiste em atribuir regras de retirada de água do reservatório e estudar qual teria sido o comportamento desse reservatório, em uma determinada série de vazões afluentes, caso essa regra de operação houvesse sido obedecida.

O balanço hidráulico da reserva consiste em igualar as entradas e saídas do reservatório como segue:

VARIAÇÃO DO VOLUME DA RESERVA = ENTRADAS - RETIRADAS

Em termos de equação diferencial, esse balanço pode ser representado por

$$\frac{dV}{dt} = E - S \quad (I)$$

sendo dV/dt a variação de volume com o tempo, E o resultado de todas as entradas no sistema e S o resultado de todas as saídas. As entradas de água no sistema são compostas pelos deflúvios e as precipitações diretas sobre o lago, enquanto as retiradas são compostas pelas evaporações e pelas retiradas programadas para fins utilitários e pelas sangrias. Existem vários procedimentos disponíveis para a solução dessa equação. O item seguinte apresenta o desenvolvimento e a solução da equação do balanço hídrico na maneira utilizada no presente trabalho.

1.4.2. A Equação do Balanço Hídrico do Reservatório

A equação do balanço hídrico de um reservatório tem a forma:

$$V_{i+1} = V_i + (P_i - E_i) \times \frac{1}{2} (A_{i+1} + A_i) + I_i - R_i - S_i \quad (II)$$

onde:

V_{i+1} e V_i = representam os volumes de água estocados no reservatório no início dos meses $i+1$ e i respectivamente;

P_i = precipitação média sobre o espelho de água do açude durante o mês i ;

E_i = lâmina média evaporada da superfície do lago durante o mês i ;

A_{i+1} e A_i = representam as áreas do lago do reservatório no início dos meses $i+1$ e i respectivamente;

I_i = volumes afluentes ao reservatório durante o mês i ;

R_i = retirada do reservatório durante o mês i ;

S_i = volume sangrado do reservatório durante o mês i .

O processo de cálculo consiste em atribuir um valor para a retirada e avaliar o comportamento do reservatório durante o período de simulação. O desempenho do reservatório é avaliado através de dois indicadores:

a frequência de falhas mensais estimada pela relação:

$$f_M = \frac{n_M}{N_M} \times 1000 \quad (III)$$

sendo f_M a frequência de falhas mensais em porcentagem, n_M o número de meses nos quais o reservatório deixou de atender à demanda; N_M o número total de meses simulados;

a frequência de falhas anuais, estimada pela relação:

$$f_A = \frac{n_A}{N_A} \times 100 \quad (IV)$$

sendo f_A a frequência de falhas anuais; n_A o número de anos em que o reservatório deixou de atender a demanda em pelo menos um mês; e N_A o número total de anos simulados.

Para solucionar o balanço hídrico no presente trabalho utilizou-se o programa computacional SIMRES, desenvolvido na Universidade Federal do Ceará em linguagem FORTRAN 4.0.e DELPHI 4.0. O Programa resolve a equação do balanço hídrico por um processo de integração em que a unidade de tempo é dividida em N partes e as retiradas em lâmina (evaporação e precipitação) e em volume (deflúvios - regularização) são divididas por N e retiradas alternadamente. Quando N é muito grande, o processo reproduz a simultaneidade das retiradas que ocorrem na prática.

1.4.3 Dados de Evaporação

A melhor estimativa das lâminas evaporadas dos reservatórios é proporcionada por uma relação linear com os dados evaporados do tanque classe “A”. Por outro lado, as evaporações usadas para caracterização climática pelo INEMET são obtidas pelo evaporímetro de PICHE.

Ressalta-se que há poucos dados disponíveis de tanque “A”, os quais foram obtidos e organizados regionalmente pela SUDENE e publicados no PLIRHINE.

Enfrentou-se então a seguinte situação: usar dados com menos qualidade, porém mais representativos do fenômeno em estudo (tanque “A”) ou usar dados em maiores quantidades, porém menos representativos do fenômeno. A decisão dos consultores foi de usar o tanque “A” como mais representativo.

1.5. RESULTADOS PARA OS RESERVATÓRIOS DO SISTEMA

Apresenta-se, neste item, na Tabela 1.5.1 os resultados das simulações efetuadas com os reservatórios isoladamente.

Plano de Gerenciamento das Águas da Bacia do Rio Jaguaribe

VOLUME 1 - TOMO II - Estudos de Base de Hidrologia



TABELA 1.5.1 - RESULTADOS DAS SIMULAÇÕES NOS RESERVATÓRIOS ISOLADAMENTE

Sub - Bacia	Açude	Deflúvio Médio (hm3/ano)	CV	V90 (hm3/ano)	Q90(m3/s)	Lâmina Média Anual Precipitada (mm)	GA (%)
Alto Jaguaribe	Varzea do Boi	44,38	1,63	9,662	0,306	590,37	90
	Trici	25,39	1,61	4,564	0,145	590,37	90
	Favelas	32,38	1,61	6,726	0,213	590,37	90
	Rivaldo de Carvalho	12,47	1,29	2,061	0,065	694,12	90
	Poço da Pedra	46,09	1,51	12,099	0,384	662,49	90
	Canoas	19,31	1,49	10,115	0,321	740,39	90
	Trussu	73,74	1,29	51,629	1,637	694,12	90
	Broco	4,59	1,45	0,552	0,018	557,14	90
Orós	1042,36	1,40	497,360	15,771	694,12	90	
Banabuiú	Serafim Dias	101,39	1,52	13,642	0,433	752,47	90
	São José II	14,00	1,53	5,566	0,176	764,39	90
	Patu	73,42	1,26	29,993	0,951	813,76	90
	Boa Viagem	28,88	1,38	8,663	0,275	669,20	90
	Fogareiro	267,85	1,25	65,861	2,088	665,68	90
	Riacho Verde	1,83	1,32	0,626	0,020	706,01	90
	Nobre	1,68	1,21	0,437	0,014	737,11	90
	Quixeramobim	354,36	1,30	44,981	1,426	706,01	90
	Riacho dos Tanques	2,99	1,37	0,843	0,027	792,36	90
	Banabuiú	768,42	1,50	367,792	11,659	764,39	90
	Trapiá II	14,44	1,20	6,310	0,200	813,76	90
	Pedras Brancas	158,50	1,55	69,544	2,205	769,47	90
	Cipoada	32,25	1,55	7,283	0,231	769,47	90
	Poço do Barro	29,57	1,55	11,162	0,354	769,47	90
Cedro	25,84	1,28	11,111	0,352	842,19	90	
Salgado	Thomas Osterne	5,64	0,96	4,477	0,142	1041,24	90
	Riacho dos Carneiros	3,61	1,28	2,130	0,068	1092,50	90
	Atalho II	97,78	2,10	29,945	0,950	859,70	90
	Quixabinha	3,29	1,99	1,355	0,043	887,26	90
	Prazeres	6,18	1,25	3,933	0,125	938,37	90
	Ingazeiro	11,57	1,25	3,655	0,116	938,37	90
	Olho d'água	5,49	1,46	3,848	0,122	929,97	90
	Lima Campos	24,78	1,11	14,342	0,455	927,55	90
Médio Jaguaribe	Joaquim Távora	7,40	1,24	3,026	0,096	675,76	90
	Riacho do Sangue	77,54	1,24	21,257	0,674	675,76	90
	Canafístula	5,91	1,90	1,436	0,046	837,07	90
	Ema	9,65	1,90	2,465	0,078	837,07	90
Baixo Jaguaribe	Sto. Antônio de Russas	92,32	1,02	20,861	0,661	747,07	90

SUB-BACIA DO ALTO JAGUARIBE

Várzea do Boi

O açude Várzea do Boi barra o riacho da Carrapateiras, no município de Tauá. O açude foi construído com uma capacidade de 51,80 milhões de m³, controlando uma bacia de 1.186,80 km².

O reservatório foi simulado considerando-se os seguintes dados:

vazões afluentes - com uma série histórica de 85 anos, obtida com uma regionalização de lâmina com o rio Jaguaribe em Arneiroz.

evaporações no lago - obtidas a partir do tanque classe A em Tauá com um fator de tanque de 0,70;

precipitação sobre o lago - obtidas através da precipitação média no posto mais próximo de Várzea do Boi (3719648 - Boa Esperança) utilizando-se dados do P.E.R.H.

Um resumo da evaporação e precipitação sobre o lago são apresentados a seguir:

VÁRZEA DO BOI (Posto mais próximo = 3719648)					
MÊS	EVAP.DO LAGO (mm)	PRECIPITAÇÃO (mm)	E - P (mm)	ALFA *	EVAP.DO TANQUE ** Tauá (mm)
JAN	186.20	47.6	138.60	0.082	266
FEV	164.50	83.2	81.30	0.048	235
MAR	165.20	126.5	38.70	0.023	236
ABR	149.80	114.8	35.00	0.021	214
MAI	145.60	68.1	77.50	0.046	208
JUN	154.00	16.6	137.40	0.081	220
JUL	176.40	12.9	163.50	0.097	252
AGO	193.90	6.5	187.40	0.111	277
SET	207.20	7.1	200.10	0.119	296
OUT	228.20	4.3	223.90	0.133	326
NOV	214.20	5.5	208.70	0.124	306
DEZ	217.70	22.6	195.10	0.116	311
TOTAL	2202.90	515.70	1687.20	1.0	3147

* Parâmetro de modulação das evaporações líquidas mensais para o programa SIMRES
 ** Fonte: PLIRHINE
 Evaporação : 2202,90 m

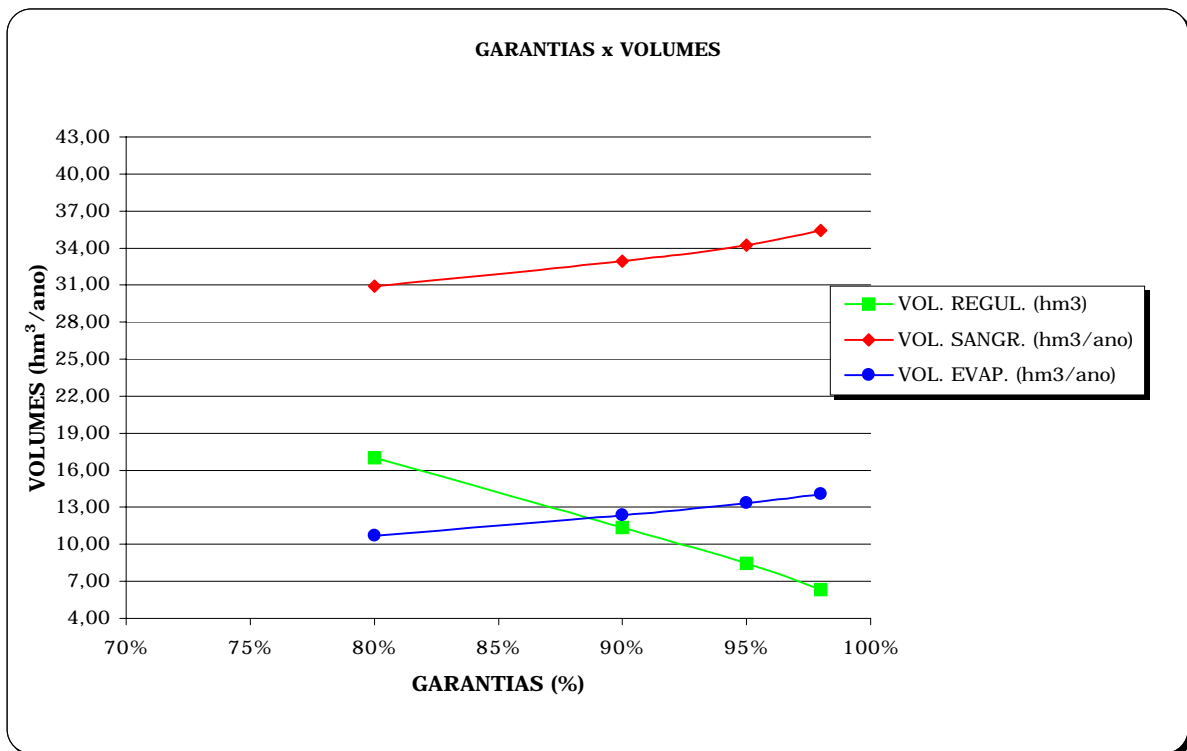
RESERVATÓRIO VARZEA DO BOI

Capacidade : 51.82 hm³

Defluvio Médio: 44.38 hm³/ano

Coefficiente de Variação dos Deflúvios (CV) : 1.63

Garantia (%)	80	90	95	98
Vol. Regularizado Anual (hm³)	14,485	9,662	7,505	5,383
Vazão Regularizada (m³/s)	0,459	0,306	0,238	0,171
Falha Máxima (meses)	21	20	16	11
Frequencia da Falha Anual (%)	45 ,24	28,57	15,48	5,95
Média das Sangrias (hm³/ano)	22,20	23,74	24,52	25,52
Médias das Evaporações (hm³/ano)	10,40	11,98	12,85	13,71



Broco

O açude Broco barra o riacho da Catingueira, no município de Tauá. O açude foi construído com uma capacidade de 17,50 milhões de m³, controlando uma bacia de 71,40 km².

O reservatório foi simulado considerando-se os seguintes dados:

vazões afluentes - com uma série histórica de 84 anos, obtida com uma regionalização de lâmina com o rio Jaguaribe em Arneiroz.

evaporações no lago - obtidas a partir do tanque classe A em Iguatu com um fator de tanque de 0,70;

precipitação sobre o lago - obtidas através da precipitação média no posto mais próximo do açude Broco (3719832 - Várzea do Boi) utilizando-se dados do P.E.R.H.

Um resumo da evaporação e precipitação sobre o lago são apresentados a seguir:

BROCO (Posto mais próximo = 3719832)						
MÊS	EVAP. DO LAGO (mm)	PRECIP. (mm)	E - P (mm)	ALFA *	EVAP. DE PICHÉ ** (mm)	EVAP. DO TANQUE *** (mm)
JAN	139.12	46.6	92.52	0.079	161.4	199
FEV	97.92	96.2	1.72	0.001	113.6	140
MAR	77.15	152.8	-75.65	-0.065	89.5	110
ABR	74.47	126.1	-51.63	-0.044	86.4	106
MAI	86.97	44.2	42.77	0.037	100.9	124
JUN	126.80	21.3	105.50	0.090	147.1	181
JUL	162.14	8.6	153.54	0.131	188.1	232
AGO	187.74	3.8	183.94	0.157	217.8	268
SET	188.69	4.9	183.79	0.157	218.9	270
OUT	203.94	5.4	198.54	0.170	236.6	291
NOV	185.24	3.6	181.64	0.155	214.9	265
DEZ	183.43	29.1	154.33	0.132	212.8	262
TOTAL	1713.60	542.60	1171.00	1.0	1988	2448

* Parâmetro de modulação das evaporações líquidas mensais para o programa SIMRES

** Valor da evaporação anual obtida do PLIRHINE modulada mensalmente pelos dados do tanque de PICHÉ

*** Dados do INEMET

Evaporação : 1713,60 m

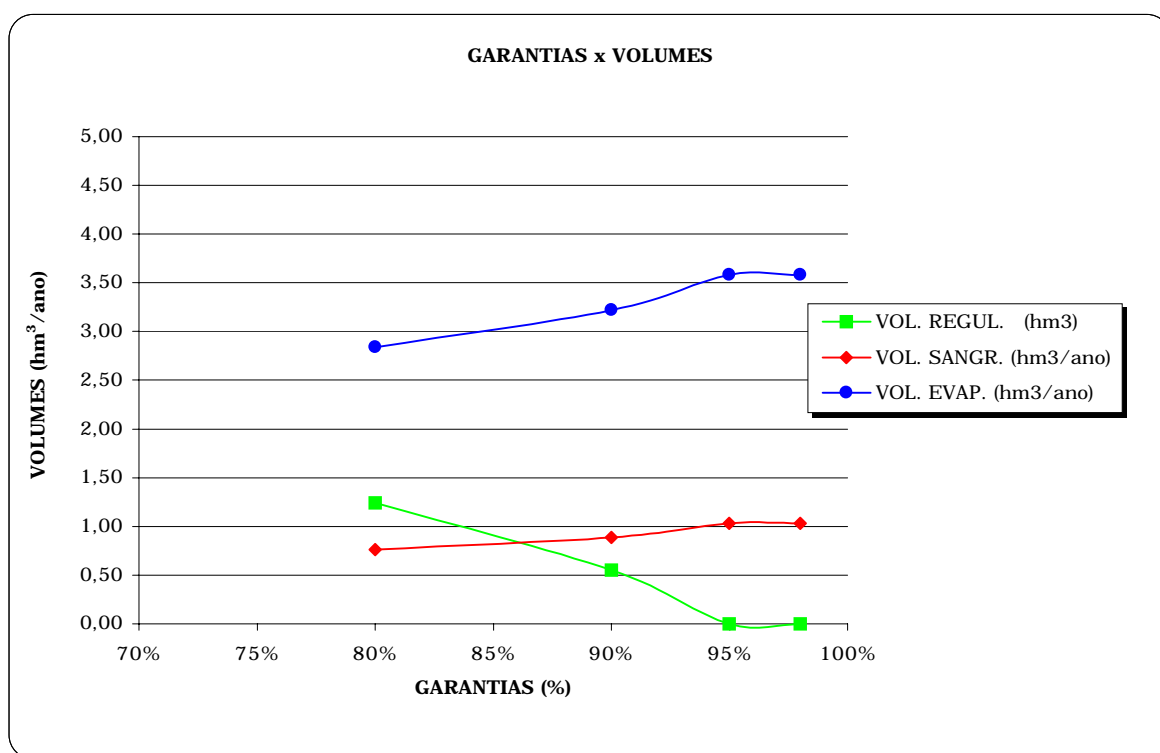
RESERVATÓRIO BROCO

Capacidade : 17.50 hm³

Defluvio Médio: 4.59 hm³/ano

Coefficiente de Variação dos Deflúvios (CV) : 1.45

Garantia (%)	80	90	95	98
Vol. Regularizado Anual (hm ³)	1,242	0,552	0,000	0,000
Vazão Regularizada (m ³ /s)	0,039	0,017	0,000	0,000
Falha Máxima (meses)	90	82	69	69
Frequencia da Falha Anual (%)	37,35	18,07	8,43	8,43
Média das Sangrias (hm ³ /ano)	0,76	0,89	1,03	1,03
Médias das Evaporações (hm ³ /ano)	2,84	3,22	3,58	3,58



Trici

O açude Trici barra o riacho Trici no município de Tauá. O açude foi construído com uma capacidade de 16,50 milhões de m³, controlando uma bacia de 537,21 km².

O reservatório foi simulado considerando-se os seguintes dados:

vazões afluentes - com uma série histórica de 85 anos, obtida com uma regionalização de lâmina com o rio Jaguaribe em Arneiroz.

evaporações no lago - obtidas a partir do tanque classe A em Tauá com um fator de tanque de 0,70;

precipitação sobre o lago - obtidas através da precipitação média mais próxima do açude Trici (3719832 - Várzea do Boi aç) utilizando-se dados do P.E.R.H.

Um resumo da evaporação e precipitação sobre o lago são apresentados a seguir:

TRICI (Posto mais próximo = 3719832)					
MÊS	EVAP. DO LAGO (mm)	PRECIPITAÇÃO (mm)	E - P (mm)	ALFA *	EVAP.DO TANQUE ** Tauá (mm)
JAN	186.20	46.6	139.60	0.084	266
FEV	164.50	96.2	68.30	0.041	235
MAR	165.20	152.8	12.40	0.007	236
ABR	149.80	126.1	23.70	0.014	214
MAI	145.60	44.2	101.40	0.061	208
JUN	154.00	21.3	132.70	0.080	220
JUL	176.40	8.6	167.80	0.101	252
AGO	193.90	3.8	190.10	0.114	277
SET	207.20	4.9	202.30	0.122	296
OUT	228.20	5.4	222.80	0.134	326
NOV	214.20	3.6	210.60	0.127	306
DEZ	217.70	29.1	188.60	0.114	311
TOTAL	2202.90	542.60	1660.30	1.0	3147

* Parâmetro de modulação das evaporações líquidas mensais para o programa SIMRES
 ** Fonte: PLIRHINE
 Evaporação : 2202,90 m

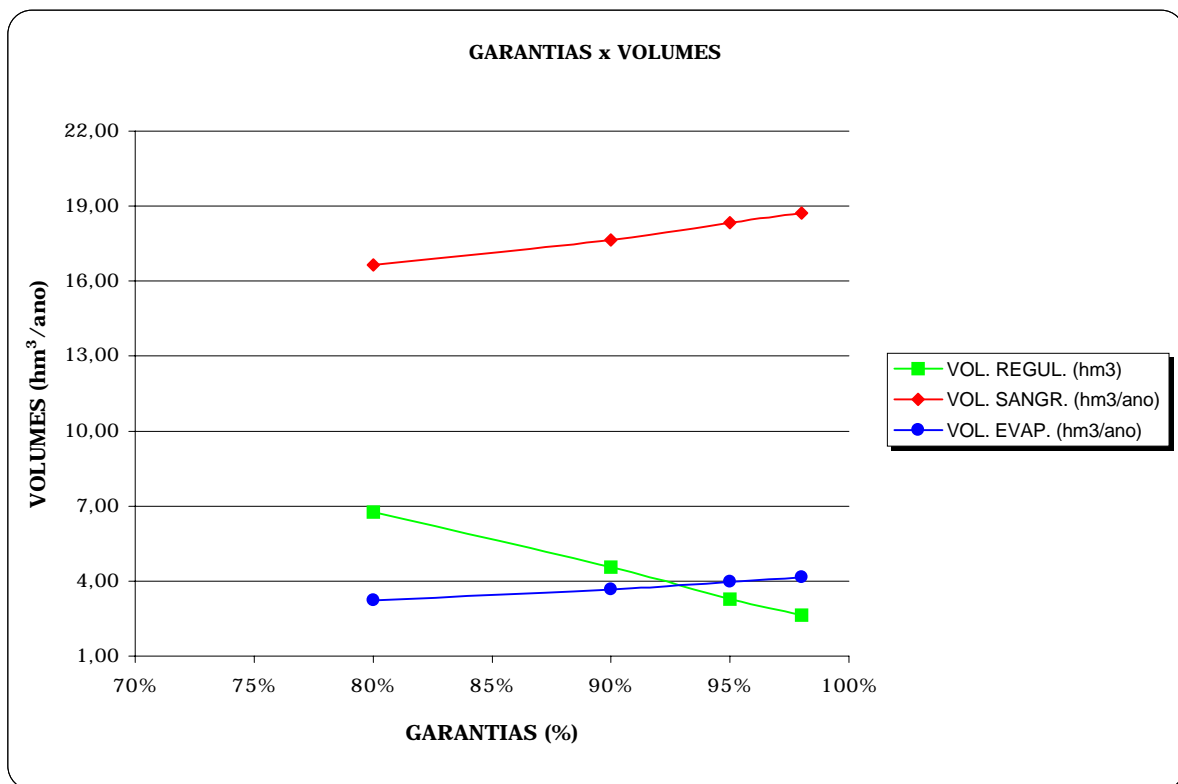
RESERVATÓRIO TRICI

Capacidade : 16,50 hm³

Defluvio Médio: 25,39 hm³/ano

Coefficiente de Variação dos Defluvios (CV) : 1.61

Garantia (%)	80	90	95	98
Vol. Regularizado Anual (hm ³)	6,753	4,564	3,292	2,636
Vazão Regularizada (m ³ /s)	0,214	0,145	0,104	0,084
Falha Máxima (meses)	21	20	16	10
Frequencia da Falha Anual (%)	46,43	25,00	17,86	9,52
Média das Sangrias (hm ³ /ano)	16,65	17,64	18,33	18,72
Médias das Evaporações (hm ³ /ano)	3,22	3,66	3,98	4,15



Favelas

O açude Favelas barra o riacho Favelas no município de Tauá. O açude foi construído com uma capacidade de 30,10 milhões de m³, controlando uma bacia de 685,0 km².

O reservatório foi simulado considerando-se os seguintes dados:

vazões afluentes - com uma série histórica de 85 anos, obtida por regionalização de lâmina com o rio Jaguaribe em Arneiroz.

evaporações do lago - obtidas a partir do tanque classe A em Tauá com um fator de tanque de 0,70;

precipitação sobre o lago - obtidas através da precipitação média no posto mais próximo do açude Favelas (3729075 - São Martinho) utilizando-se os dados do PERH.

Um resumo da evaporação e precipitação sobre o lago são apresentados a seguir:

FAVELAS (Posto mais próximo = 3729075)					
MÊS	EVAP. DO LAGO (mm)	PRECIPITAÇÃO (mm)	E - P (mm)	ALFA *	EVAP.DO TANQUE ** Tauá (mm)
JAN	186.20	64.6	121.60	0.073	266
FEV	164.50	76.3	88.20	0.053	235
MAR	165.20	146.6	18.60	0.011	236
ABR	149.80	124.1	25.70	0.015	214
MAI	145.60	24.2	121.40	0.072	208
JUN	154.00	25	129.00	0.077	220
JUL	176.40	12.1	164.30	0.098	252
AGO	193.90	8.5	185.40	0.111	277
SET	207.20	5.8	201.40	0.120	296
OUT	228.20	5.6	222.60	0.133	326
NOV	214.20	4.3	209.90	0.125	306
DEZ	217.70	30.8	186.90	0.112	311
TOTAL	2202.90	527.90	1675.00	1.0	3147

* Parâmetro de modulação das evaporações líquidas mensais para o programa SIMRES
 ** Fonte: PLIRHINE
 Evaporação : 2202,90 m

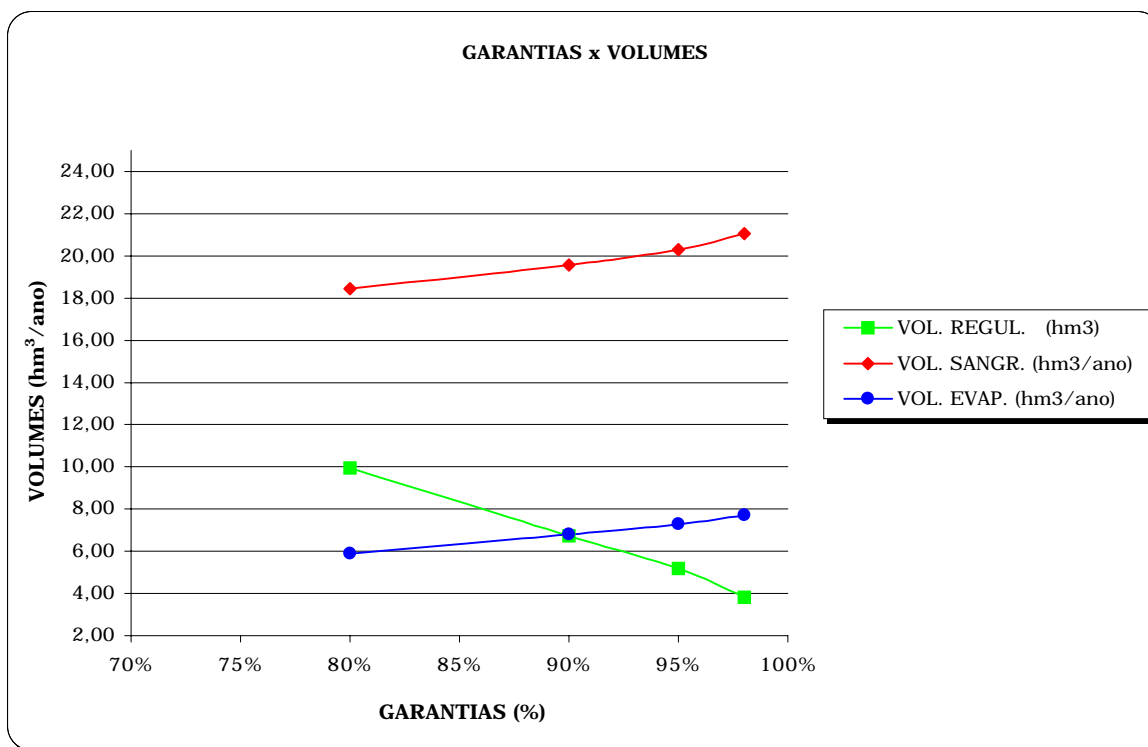
RESERVATÓRIO FAVELAS

Capacidade : 30.00 hm³

Defluvio Médio: 32.38 hm³/ano

Coefficiente de Variação dos Defluvios (CV) : 1.61

Garantia (%)	80	90	95	98
Vol. Regularizado Anual (hm³)	9,957	6,726	5,173	3,817
Vazão Regularizada (m³/s)	0,316	0,213	0,164	0,121
Falha Máxima (meses)	21	20	16	11
Frequencia da Falha Anual (%)	41,67	26,19	17,86	5,95
Média das Sangrias (hm³/ano)	18,44	19,58	20,30	21,05
Médias das Evaporações (hm³/ano)	5,87	6,78	7,27	7,69



Poço da Pedra

O açude Poço da Pedra barra o rio Conceição, proximidades de Campos Sales. O açude foi construído com uma capacidade de 50,0 milhões de m³, controlando uma bacia de 858,10 km².

O reservatório foi simulado considerando-se os seguintes dados:

vazões afluentes - com uma série histórica de 84 anos, obtida por regionalização de lâmina com o riacho Conceição em Malhada.

evaporações do lago - obtidas a partir do tanque classe A em Tauá com um fator de tanque de 0,70;

precipitação sobre o lago - obtidas através da precipitação média no posto mais próximo do açude poço da pedra (3739935 - Poço da Pedra aç.)utilizando-se dados do P.E.R.H..

Um resumo da evaporação e precipitação sobre o lago são apresentados a seguir:

POÇO DA PEDRA (Posto mais próximo = 3739935)					
MÊS	EVAP. DO LAGO (mm)	PRECIPITAÇÃO (mm)	E - P (mm)	ALFA *	EVAP.DO TANQUE ** Tauá (mm)
JAN	186.20	83	103.20	0.063	266
FEV	164.50	95.8	68.70	0.042	235
MAR	165.20	139.1	26.10	0.016	236
ABR	149.80	108.7	41.10	0.025	214
MAI	145.60	30.1	115.50	0.070	208
JUN	154.00	11.1	142.90	0.087	220
JUL	176.40	2.9	173.50	0.105	252
AGO	193.90	3.5	190.40	0.116	277
SET	207.20	2.0	205.20	0.125	296
OUT	228.20	8.7	219.50	0.133	326
NOV	214.20	23.9	190.30	0.116	306
DEZ	217.70	47.6	170.10	0.103	311
TOTAL	2202.90	556.40	1646.50	1.0	3147

* Parâmetro de modulação das evaporações líquidas mensais para o programa SIMRES
 ** Fonte: PLIRHINE
 Evaporação : 2202,90 m

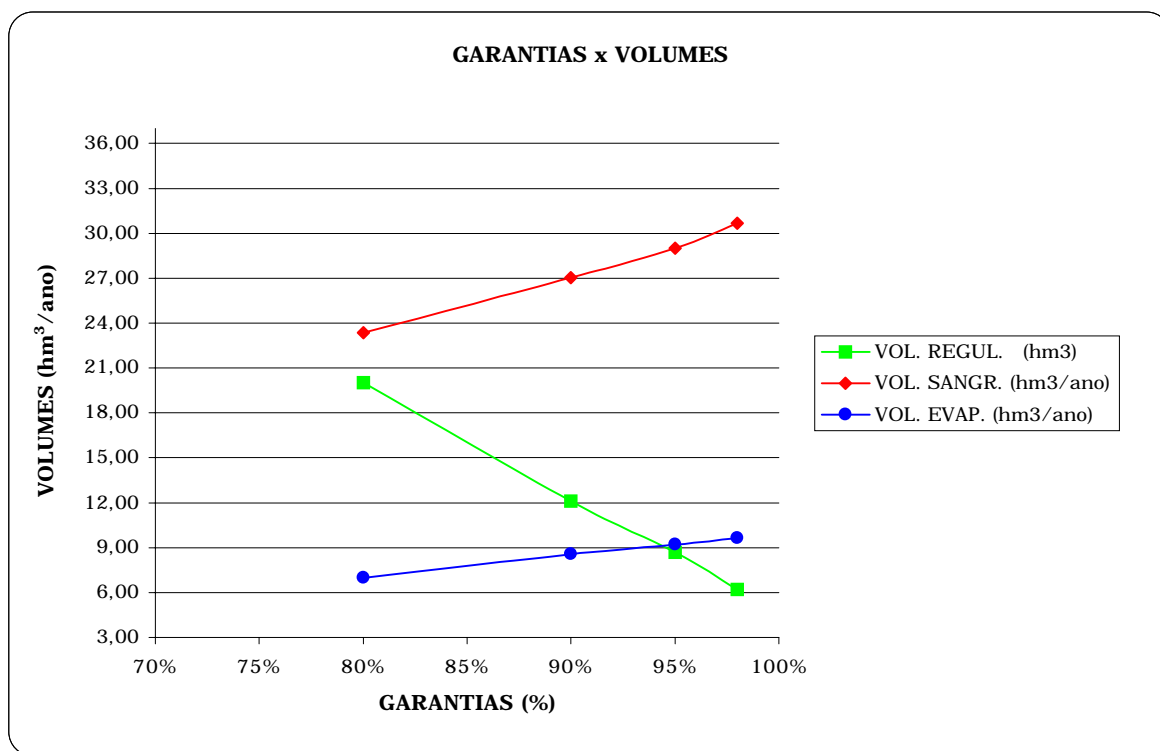
RESERVATÓRIO POÇO DA PEDRA

Capacidade : 50,00 hm³

Defluvio Médio: 46,09 hm³/ano

Coefficiente de Variação dos Defluvios (CV) : 1.51

Garantia (%)	80	90	95	98
Vol. Regularizado Anual (hm³)	20,01	12,10	8,71	6,22
Vazão Regularizada (m³/s)	0,63	0,38	0,28	0,20
Falha Máxima (meses)	45	36	28	10
Frequencia da Falha Anual (%)	38,55	22,89	13,25	6,02
Média das Sangrias (hm³/ano)	23,37	27,02	29,01	30,66
Médias das Evaporações (hm³/ano)	6,97	8,54	9,21	9,65



Trussu

O açude Trussu barra o rio Trussu, importante afluente da margem esquerda do Jaguaribe, nas proximidades de Suassurana no município de Iguatu. O açude foi construído com uma capacidade de 263,0 milhões de m³, controlando uma bacia de 1.579,94 km².

O reservatório foi simulado considerando-se os seguintes dados:

vazões afluentes - com uma série histórica de 85 anos, obtida por regionalização de lâmina com o rio Jaguaribe no açude Orós;

evaporações do lago - obtidas a partir do tanque classe A em Iguatu com um fator de tanque de 0,70;

precipitação sobre o lago - obtidas através da precipitação média no posto mais próximo do açude Trussu (3821618 - Suassurana) utilizando-se dados do P.E.R.H.

Um resumo da evaporação e precipitação sobre o lago são apresentados a seguir:

TRUSSU (Posto mais próximo = 3821618)						
MÊS	EVAP. DO LAGO (mm)	PRECIP. (mm)	E - P (mm)	ALFA *	EVAP. DE PICHÉ ** Iguatu (mm)	EVAP.DO TANQUE ** Iguatu (mm)
JAN	139.12	80.4	58.72	0.064	161.4	199
FEV	97.92	144.5	-46.58	-0.051	113.6	140
MAR	77.15	203.8	-126.65	-0.139	89.5	110
ABR	74.47	167.5	-93.03	-0.102	86.4	106
MAI	86.97	84.1	2.87	0.003	100.9	124
JUN	126.80	39	87.80	0.096	147.1	181
JUL	162.14	11.2	150.94	0.166	188.1	232
AGO	187.74	4.8	182.94	0.201	217.8	268
SET	188.69	6.2	182.49	0.200	218.9	270
OUT	203.94	9.8	194.14	0.213	236.6	291
NOV	185.24	11	174.24	0.191	214.9	265
DEZ	183.43	40.1	143.33	0.157	212.8	262
TOTAL	1713.60	802.40	911.20	1.0	1988	2448

* Parâmetro de modulação das evaporações líquidas mensais para o programa SIMRES
 ** Valor da evaporação anual obtida do PLIRHINE modulada mensalmente pelos dados do tanque de PICHÉ
 *** Dados do INEMET
 Evaporação : 1713,60 m

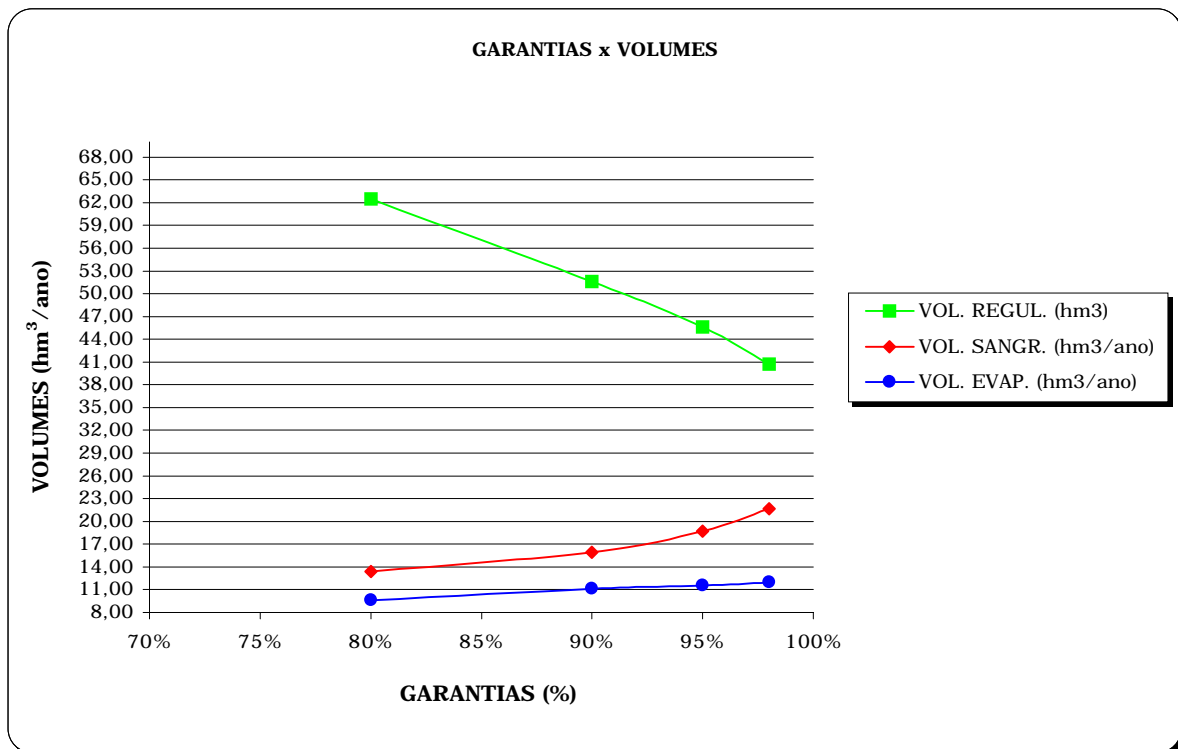
RESERVATÓRIO TRUSSU

Capacidade : 263.00 hm³

Deflúvio Médio: 73.74 hm³/ano

Coefficiente de Variação dos Deflúvios (CV) :1.29

Garantia (%)	80	90	95	98
Vol. Regularizado Anual (hm³)	62,500	51,629	45,597	40,734
Vazão Regularizada (m³/s)	1,981	1,637	1,445	1,291
Falha Máxima (meses)	24	20	13	6
Frequencia da Falha Anual (%)	36,90	26,19	14,29	7,14
Média das Sangrias (hm³/ano)	13,40	15,97	18,74	21,68
Médias das Evaporações (hm³/ano)	9,63	11,16	11,57	11,95



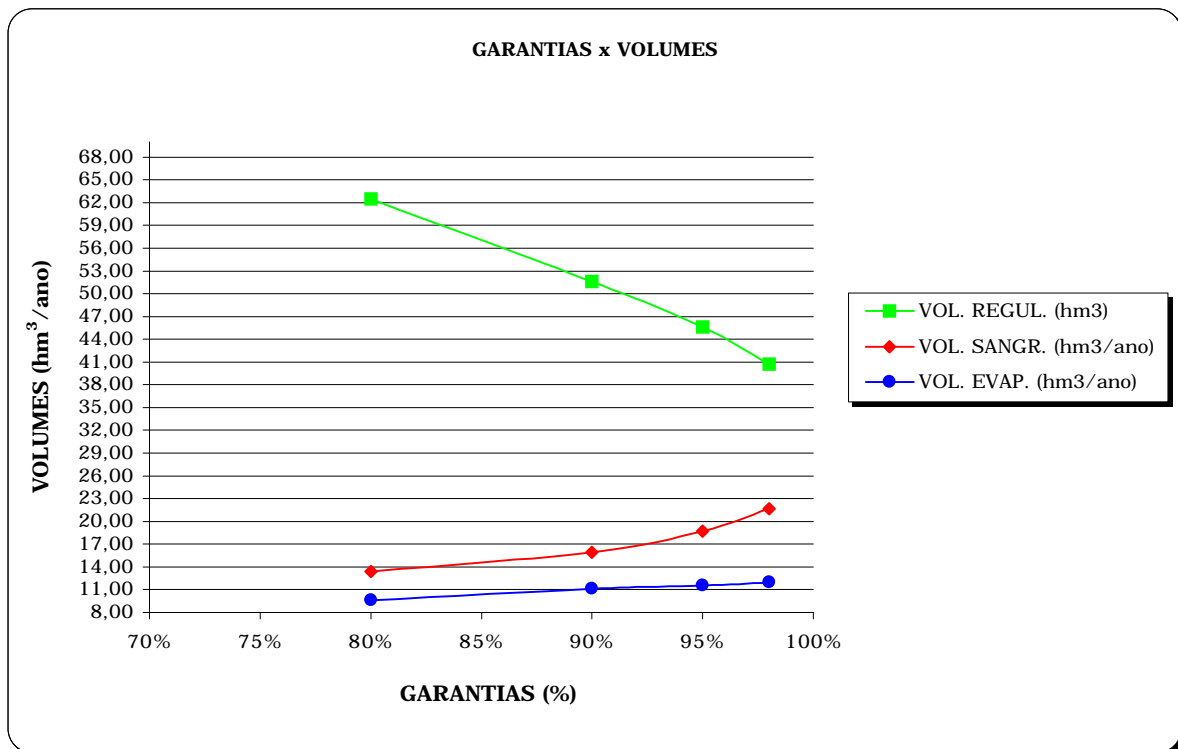
RESERVATÓRIO TRUSSU

Capacidade : 263.00 hm³

Deflúvio Médio: 73.74 hm³/ano

Coefficiente de Variação dos Deflúvios (CV) :1.29

Garantia (%)	80	90	95	98
Vol. Regularizado Anual (hm ³)	62,500	51,629	45,597	40,734
Vazão Regularizada (m ³ /s)	1,981	1,637	1,445	1,291
Falha Máxima (meses)	24	20	13	6
Frequencia da Falha Anual (%)	36,90	26,19	14,29	7,14
Média das Sangrias (hm ³ /ano)	13,40	15,97	18,74	21,68
Médias das Evaporações (hm ³ /ano)	9,63	11,16	11,57	11,95



Canoas

O açude Canoas barra o riacho São Miguel, no município de Assaré. O açude foi construído com uma capacidade de 69,25 milhões de m³, controlando uma bacia de 575.40 km².

O reservatório foi simulado considerando-se os seguintes dados:

vazões afluentes - com uma série histórica de 85 anos, obtida por regionalização de lâmina com o rio Bastiões em Poço Dantas;

evaporações do lago - obtidas a partir do tanque classe A em Iguatu com um fator de tanque de 0,70;

precipitação sobre o lago - obtidas através da precipitação média em no posto mais próximo do açude Canoas (3830728 - Assaré) utilizando-se dados do P.E.R.H.

Um resumo da evaporação e precipitação sobre o lago são apresentados a seguir:

CANOAS (Posto mais próximo = 3830728)						
MÊS	EVAP.DO LAGO (mm)	PRECIP. (mm)	E - P (mm)	ALFA *	EVAP.DE PICHÉ ** (mm)	EVAP.DO TANQUE *** (mm)
JAN	139.12	93	46.12	0.045	161.4	199
FEV	97.92	131.5	-33.58	-0.033	113.6	140
MAR	77.15	185.2	-108.05	-0.106	89.5	110
ABR	74.47	131.8	-57.33	-0.056	86.4	106
MAI	86.97	39.6	47.37	0.047	100.9	124
JUN	126.80	13.6	113.20	0.111	147.1	181
JUL	162.14	4.7	157.44	0.155	188.1	232
AGO	187.74	5.1	182.64	0.180	217.8	268
SET	188.69	6.1	182.59	0.180	218.9	270
OUT	203.94	13.6	190.34	0.187	236.6	291
NOV	185.24	22.5	162.74	0.160	214.9	265
DEZ	183.43	49.8	133.63	0.131	212.8	262
TOTAL	1713.60	696.50	1017.10	1.0	1988	2448

* Parâmetro de modulação das evaporações líquidas mensais para o programa SIMRES
 ** Valor da evaporação anual obtida do PLIRHINE modulada mensalmente pelos dados do tanque de PICHÉ
 *** Dados do INEMET
 Evaporação : 1713,60 m

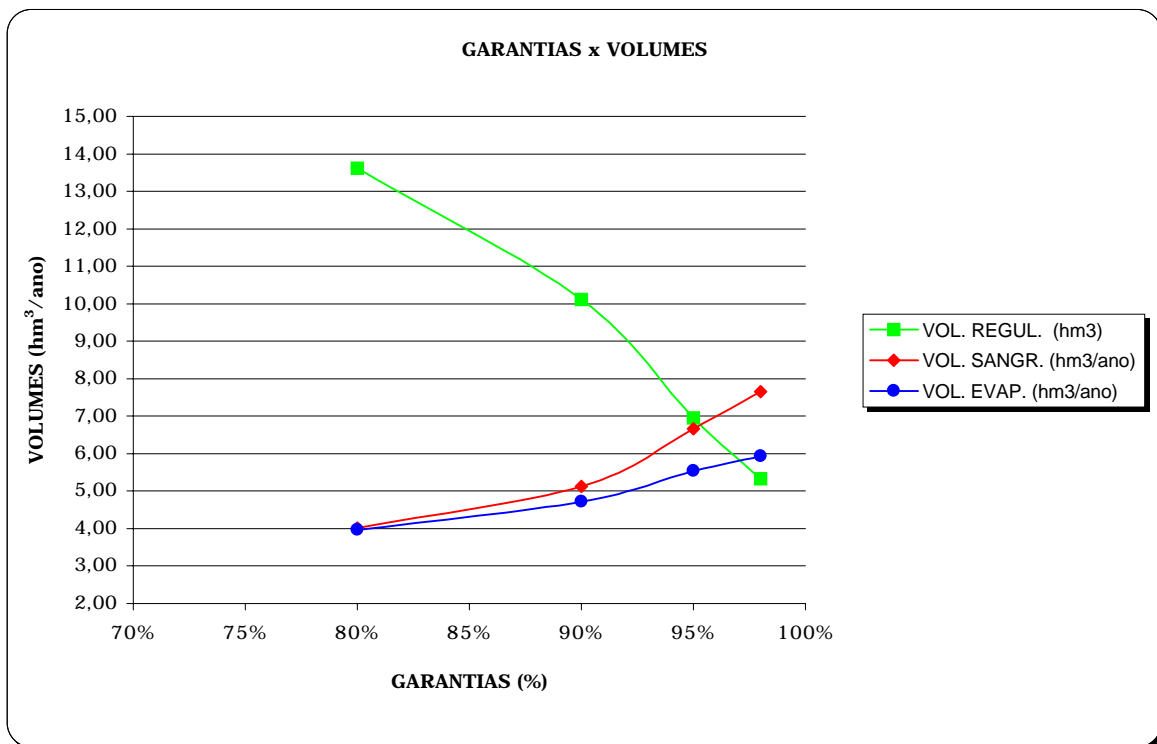
RESERVATÓRIO CANOAS

Capacidade : 69.25 hm³

Deflúvio Médio: 19,31 hm³/ano

Coefficiente de Variação dos Deflúvios (CV) : 1.49

Garantia (%)	80	90	95	98
Vol. Regularizado Anual (hm³)	13,618	10,115	6,951	5,330
Vazão Regularizada (m³/s)	0,432	0,321	0,220	0,169
Falha Máxima (meses)	85	64	37	10
Frequencia da Falha Anual (%)	36,90	14,29	7,14	5,95
Média das Sangrias (hm³/ano)	4,01	5,13	6,66	7,65
Médias das Evaporações (hm³/ano)	3,97	4,72	5,54	5,93



Orós

O açude Orós barra o rio Jaguaribe, no município de Orós. O açude foi construído com uma capacidade de 1956,30 milhões de m³, controlando uma bacia de 18.393,30 km².

O reservatório foi simulado considerando-se os seguintes dados:

vazões afluentes - com uma série histórica de 85 anos, obtida por regionalização de lâmina com o rio Jaguaribe em Iguatu;

evaporações do lago - obtidas a partir do tanque classe A em Iguatu com um fator de tanque de 0,70;

precipitação sobre o lago - obtidas através da precipitação média em no posto mais próximo do açude Orós (3822518 - Assaré) utilizando-se dados do P.E.R.H.

Um resumo da evaporação e precipitação sobre o lago são apresentados a seguir:

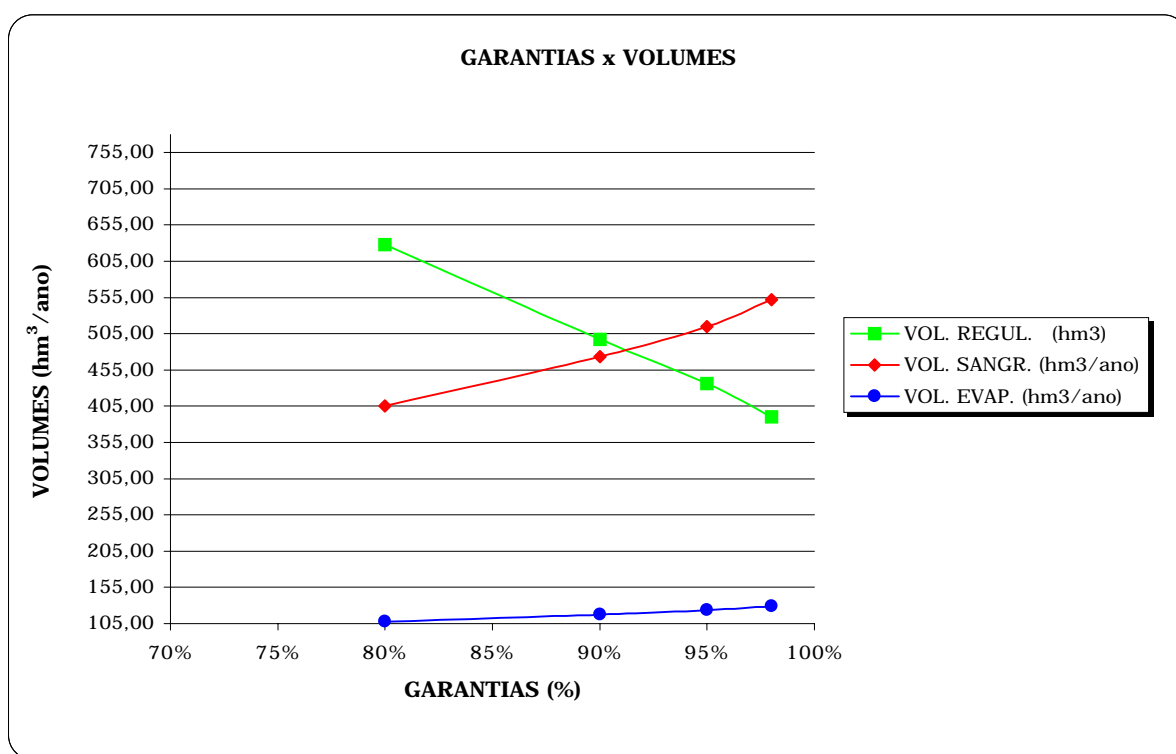
ORÓS (Posto mais próximo = 3822518)						
MÊS	EVAP. DO LAGO (mm)	PRECIP. (mm)	E - P (mm)	ALFA *	EVAP. DE PICHÉ ** (mm)	EVAP.DO TANQUE *** (mm)
JAN	139.12	84.9	54.22	0.061	161.4	199
FEV	97.92	118.1	-20.18	-0.023	113.6	140
MAR	77.15	220.9	-143.75	-0.161	89.5	110
ABR	74.47	192.3	-117.83	-0.132	86.4	106
MAI	86.97	89.9	-2.93	-0.003	100.9	124
JUN	126.80	29.6	97.20	0.109	147.1	181
JUL	162.14	15.4	146.74	0.164	188.1	232
AGO	187.74	4.0	183.74	0.205	217.8	268
SET	188.69	5.3	183.39	0.205	218.9	270
OUT	203.94	10.2	193.74	0.217	236.6	291
NOV	185.24	9.0	176.24	0.197	214.9	265
DEZ	183.43	39.2	144.23	0.161	212.8	262
TOTAL	1713.60	818.80	894.80	1.0	1988	2448

* Parâmetro de modulação das evaporações líquidas mensais para o programa SIMRES
 ** Valor da evaporação anual obtida do PLIRHINE: modulada mensalmente pelos dados do tanque de PICHÉ
 *** Dados do INEMET
 Evaporação : 1713,60 m

RESERVATÓRIO ORÓS

Capacidade : 1956,26 hm³

Garantia (%)	80	90	95	98
CV	1,41	1,4	1,39	1,39
Deflúvio Médio	1029,05	1042,36	1052,71	1061,95
Vol. Regularizado Anual (hm ³)	628,085	497,360	436,259	390,600
Vazão Regularizada (m ³ /s)	19,910	15,766	13,829	12,382
Falha Máxima (meses)	23	22	17	10
Frequencia da Falha Anual (%)	39,76	24,10	14,46	6,02
Média das Sangrias (hm ³ /ano)	405,17	473,80	515,01	552,02
Médias das Evaporações (hm ³ /ano)	107,72	117,69	123,21	128,97



Rivaldo de Carvalho

O açude Rivaldo de Carvalho barra o riacho Condado, no município de Catarina. O açude foi construído com uma capacidade de 6,42 milhões de m³, controlando uma bacia de 268,42 km².

O reservatório foi simulado considerando-se os seguintes dados:

vazões afluentes - com uma série histórica de 85 anos, obtida por regionalização de lâmina com o rio Jaguaribe no açude Orós;

evaporações do lago - obtidas a partir do tanque classe A em Tauá com um fator de tanque de 0,70;

precipitação sobre o lago - obtidas através da precipitação média em no posto mais próximo do açude Rivaldo de Carvalho (3820421 - Catarina) utilizando-se dados do P.E.R.H.

Um resumo da evaporação e precipitação sobre o lago são apresentados a seguir:

RIVALDO DE CARVALHO (Posto mais próximo = 3820421)					
MÊS	EVAP. DO LAGO (mm)	PRECIPITAÇÃO (mm)	E - P (mm)	ALFA *	EVAP.DO TANQUE ** Tauá (mm)
JAN	186.20	74.1	112.10	0.073	266
FEV	164.50	111.2	53.30	0.035	235
MAR	165.20	178.4	-13.20	-0.009	236
ABR	149.80	143.9	5.90	0.004	214
MAI	145.60	67.6	78.00	0.051	208
JUN	154.00	25.9	128.10	0.083	220
JUL	176.40	11.4	165.00	0.107	252
AGO	193.90	4.4	189.50	0.123	277
SET	207.20	5.7	201.50	0.131	296
OUT	228.20	6.1	222.10	0.145	326
NOV	214.20	10.1	204.10	0.133	306
DEZ	217.70	29.1	188.60	0.123	311
TOTAL	2202.90	667.90	1535.00	1.0	3147

* Parâmetro de modulação das evaporações líquidas mensais para o programa SIMRES
 ** Fonte: PLIRHINE
 Evaporação : 2202,90 m

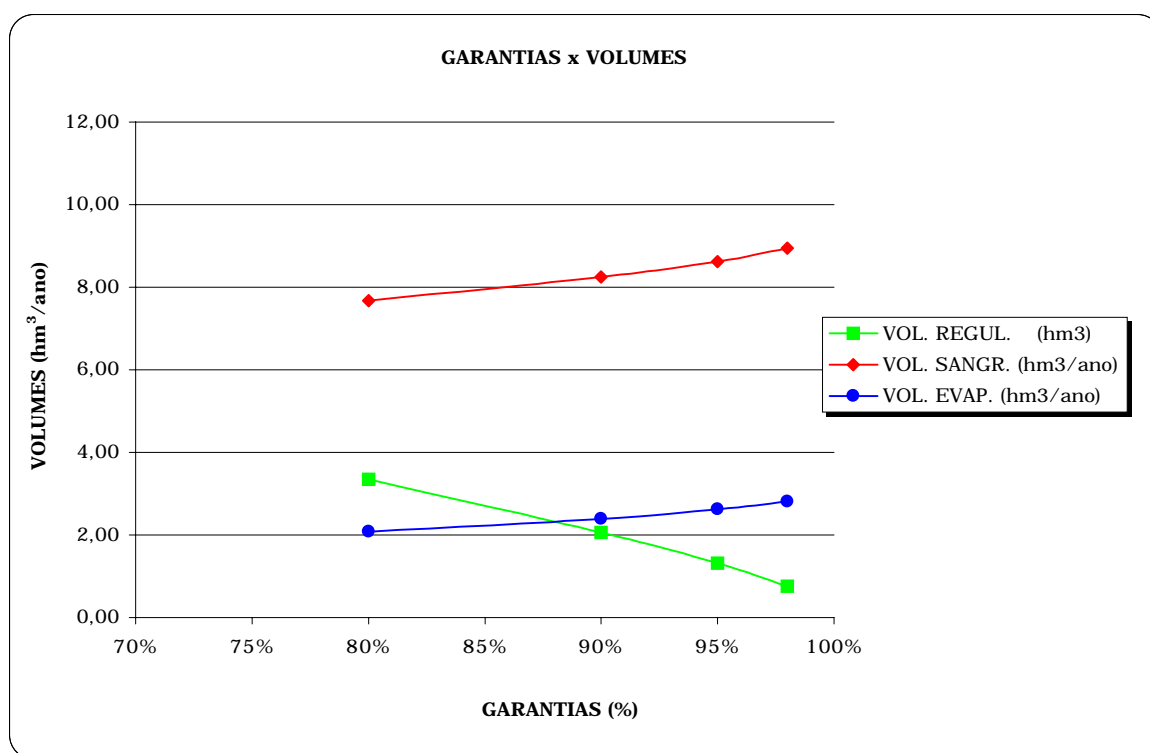
RESERVATÓRIO RIVALDO DE CARVALHO

Capacidade: 6.428 hm³

Defluvio Médio: 12,47 hm³/ano

Coefficiente de Variação dos Defluvios (CV): 1.29

Garantia (%)	80	90	95	98
Vol. Regularizado Anual (hm³)	3,350	2,061	1,317	0,753
Vazão Regularizada (m³/s)	0,106	0,065	0,042	0,024
Falha Máxima (meses)	26	19	15	8
Frequencia da Falha Anual (%)	49,41	29,41	15,29	8,24
Média das Sangrias (hm³/ano)	7,67	8,25	8,62	8,95
Médias das Evaporações (hm³/ano)	2,07	2,38	2,62	2,81



SUB-BACIA DO SALGADO

Thomas Osterne

O açude Thomas Osterne barra o riacho Umari, no município de Crato. O açude foi construído com uma capacidade de 28,79 milhões de m³, controlando uma bacia de 74,64 km².

O reservatório foi simulado considerando-se os seguintes dados:

vazões afluentes - com uma série histórica de 85 anos, obtida por regionalização de lâmina com o rio Salgado em Sítio Lapinha;

evaporações do lago - obtidas a partir do tanque classe A em Barbalha com um fator de tanque de 0,70;

precipitação sobre o lago - obtidas através da precipitação média no posto mais próximo do açude Thomas Osterne (3841006 - Dom Quintino) utilizando-se dados do P.E.R.H.

Um resumo da evaporação e precipitação sobre o lago são apresentados a seguir:

THOMAS OSTERNE (Posto mais próximo = 3841006)					
MÊS	EVAP. DO LAGO (mm)	PRECIP. (mm)	E - P (mm)	ALFA *	EVAP.DO TANQUE ** Barbalha (mm)
JAN	152.60	154	-1.40	-0.001	218
FEV	123.20	180.7	-57.50	-0.059	176
MAR	121.80	230.9	-109.10	-0.113	174
ABR	121.80	179.5	-57.70	-0.060	174
MAI	130.20	35.5	94.70	0.098	186
JUN	130.20	21.8	108.40	0.112	186
JUL	152.60	10.9	141.70	0.146	218
AGO	189.70	3.8	185.90	0.192	271
SET	201.60	7.3	194.30	0.201	288
OUT	196.70	12.2	184.50	0.190	281
NOV	191.80	30.5	161.30	0.167	274
DEZ	180.60	57	123.60	0.128	258
TOTAL	1892.80	924.10	968.70	1.0	2704

* Parâmetro de modulação das evaporações líquidas mensais para o programa SIMRES
 ** Fonte: PLIRHINE
 Evaporação : 1892,80 m

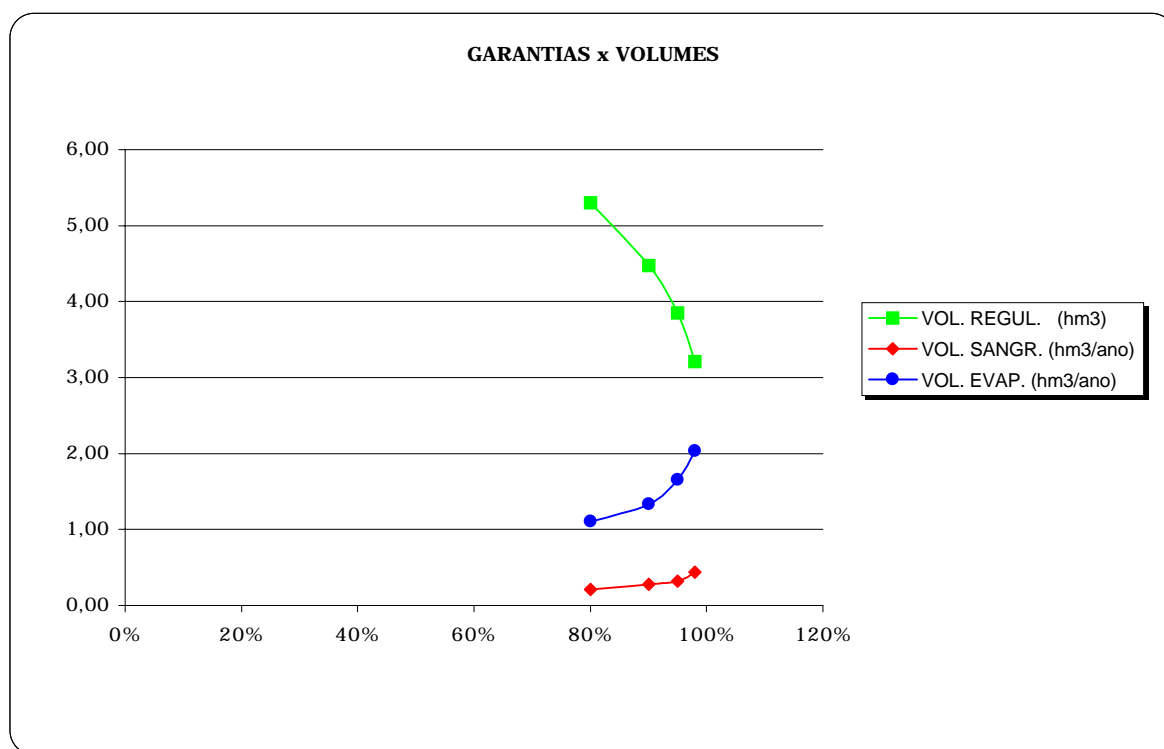
RESERVATÓRIO TOMAS OSTERNE

Capacidade : 28,79 hm³

Defluvio Médio: 5,64 hm³/ano

Coefficiente de Variação dos Defluvios (CV) : 0.96

Garantia (%)	80	90	95	98
Vol. Regularizado Anual (hm³)	5,303	4,477	3,854	3,207
Vazão Regularizada (m³/s)	0,168	0,142	0,122	0,102
Falha Máxima (meses)	33	32	26	10
Frequencia da Falha Anual (%)	46,43	27,38	13,10	4,76
Média das Sangrias (hm³/ano)	0,21	0,28	0,32	0,44
Médias das Evaporações (hm³/ano)	1,10	1,33	1,65	2,03



Riacho dos Carneiros

O açude Riacho dos Carneiros barra o riacho Carás, no município de Crato. O açude foi construído com uma capacidade de 37,18 milhões de m³, controlando uma bacia de 30,23 km².

O reservatório foi simulado considerando-se os seguintes dados:

vazões afluentes - com uma série histórica de 84 anos, obtida por regionalização de lâmina com o rio Salgado em Sítio Lapinha;

evaporações do lago - obtidas a partir do tanque classe A em Barbalha com um fator de tanque de 0,70;

precipitação sobre o lago - obtidas através da precipitação média no posto mais próximo do açude Riacho dos Carneiros (3841046 - Caririáçu) utilizando-se dados do P.E.R.H.

Um resumo da evaporação e precipitação sobre o lago são apresentados a seguir:

RIACHO DOS CARNEIROS (Posto mais próximo = 3841046)					
MÊS	EVAP. DO LAGO (mm)	PRECIPITAÇÃO (mm)	E - P (mm)	ALFA *	EVAP.DO TANQUE ** Barbalha (mm)
JAN	152.60	140.1	12.50	0.018	218
FEV	123.20	245.3	-122.10	-0.172	176
MAR	121.80	308.3	-186.50	-0.262	174
ABR	121.80	223.9	-102.10	-0.144	174
MAI	130.20	72.6	57.60	0.081	186
JUN	130.20	32.1	98.10	0.138	186
JUL	152.60	16.9	135.70	0.191	218
AGO	189.70	6.9	182.80	0.257	271
SET	201.60	9.6	192.00	0.270	288
OUT	196.70	18.6	178.10	0.250	281
NOV	191.80	38.4	153.40	0.216	274
DEZ	180.60	68.7	111.90	0.157	258
TOTAL	1892.80	1181.40	711.40	1.0	2704

* Parâmetro de modulação das evaporações líquidas mensais para o programa SIMRES
 ** Fonte: PLIRHINE
 Evaporação : 1892,80 m

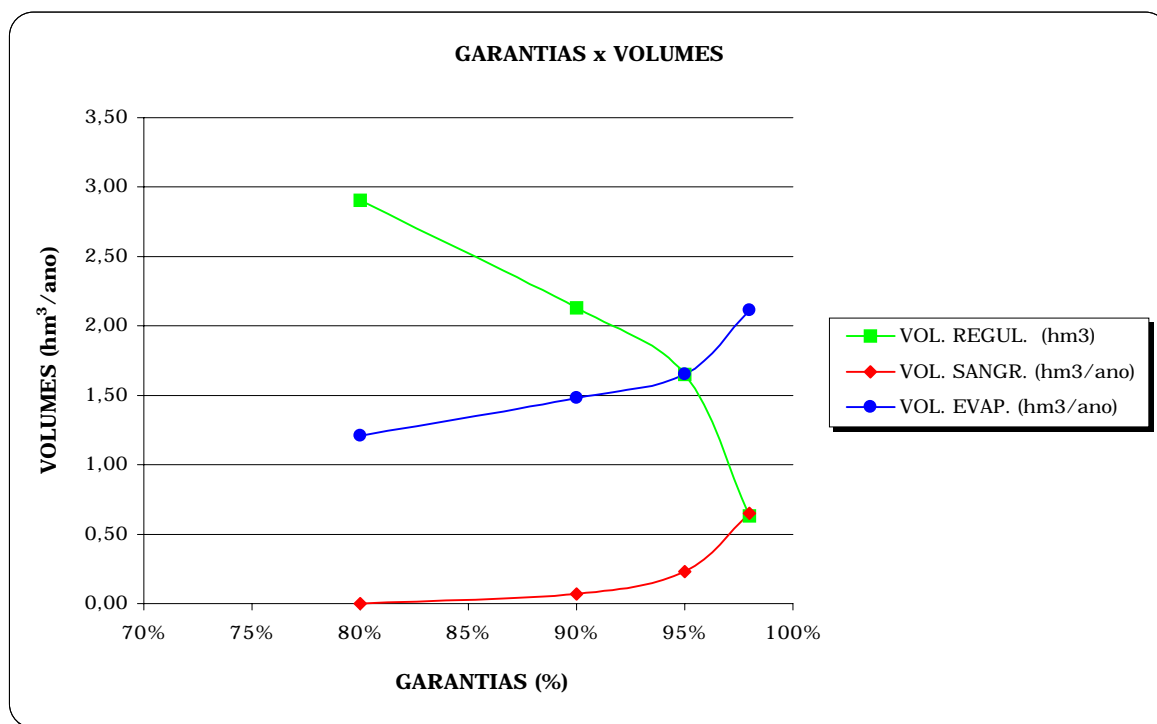
RESERVATÓRIO RIACHO DOS CARNEIROS

Capacidade : 37,18 hm³

Defluvio Médio: 3,61 hm³/ano

Coefficiente de Variação dos Defluvios (CV) : 1.28

Garantia (%)	80	90	95	98
Vol. Regularizado Anual (hm ³)	2,907	2,130	1,653	0,632
Vazão Regularizada (m ³ /s)	0,092	0,068	0,052	0,020
Falha Máxima (meses)	25	24	23	11
Frequencia da Falha Anual (%)	42,17	24,10	12,05	4,82
Média das Sangrias (hm ³ /ano)	0,00	0,07	0,23	0,65
Médias das Evaporações (hm ³ /ano)	1,21	1,48	1,65	2,11



Atalho II

O açude Atalho II barra o riacho dos Porcos, no município de Jati. O açude foi construído com uma capacidade de 108,25 milhões de m³, controlando uma bacia de 1952,30 km².

O reservatório foi simulado considerando-se os seguintes dados:

vazões afluentes - com uma série histórica de 86 anos, obtida por regionalização de lâmina com o riacho dos Porcos em Podimirim;

evaporações do lago - obtidas a partir do tanque classe A em Barbalha com um fator de tanque de 0,70;

precipitação sobre o lago - obtidas através da precipitação média no posto mais próximo do açude Atalho (3852033 - Poço) utilizando-se dados do P.E.R.H.

Um resumo da evaporação e precipitação sobre o lago são apresentados a seguir:

ATALHO II (Posto mais próximo = 3852033)					
MÊS	EVAP. DO LAGO (mm)	PRECIPITAÇÃO (mm)	E - P (mm)	ALFA *	EVAP.DO TANQUE ** Barbalha (mm)
JAN	152.60	140.9	11.70	0.011	218
FEV	123.20	169.3	-46.10	-0.045	176
MAR	121.80	191.9	-70.10	-0.068	174
ABR	121.80	174	-52.20	-0.050	174
MAI	130.20	25.8	104.40	0.101	186
JUN	130.20	22.4	107.80	0.104	186
JUL	152.60	12.9	139.70	0.135	218
AGO	189.70	0.9	188.80	0.182	271
SET	201.60	6.6	195.00	0.188	288
OUT	196.70	24.1	172.60	0.167	281
NOV	191.80	28.1	163.70	0.158	274
DEZ	180.60	61.3	119.30	0.115	258
TOTAL	1892.80	858.20	1034.60	1.0	2704

* Parâmetro de modulação das evaporações líquidas mensais para o programa SIMRES
 ** Fonte: PLIRHINE
 Evaporação : 1892,80 m

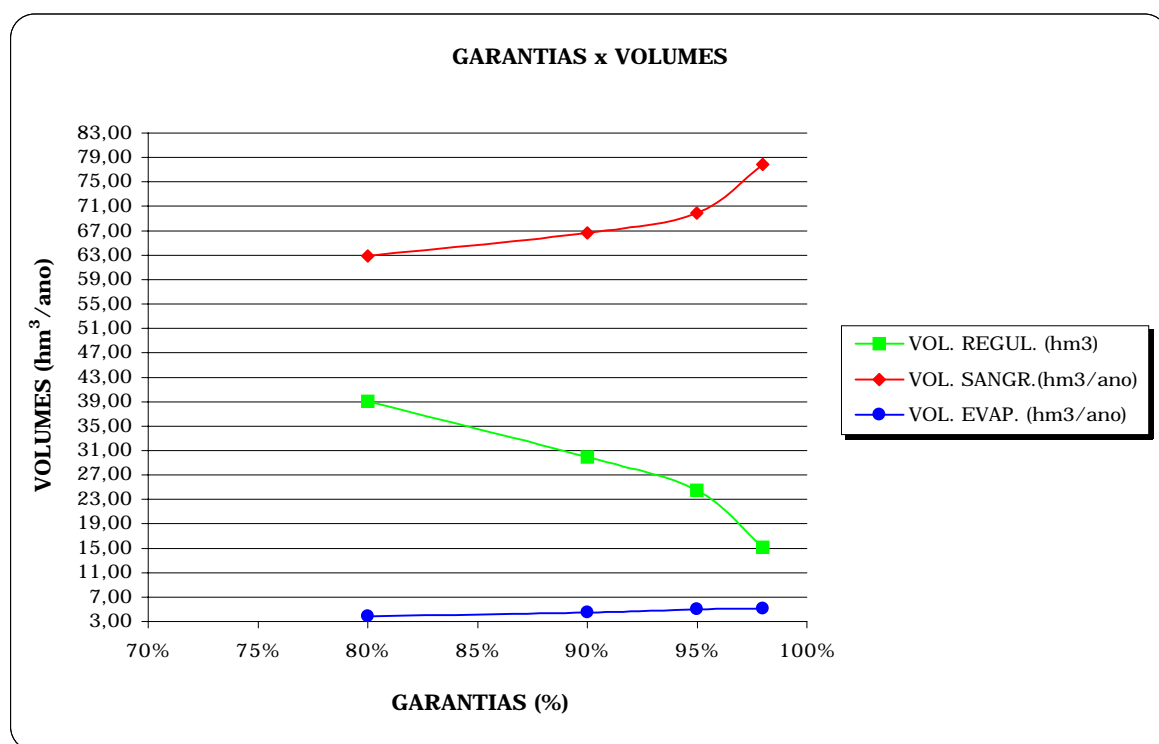
RESERVATÓRIO ATALHO

Capacidade : 108,25 hm³

Defluvio Médio: 97,78 hm³/ano

Coefficiente de Variação dos Defluvios (CV) : 2.10

Garantia (%)	80	90	95	98
Vol. Regularizado Anual (hm ³)	39,051	29,945	24,445	15,206
Vazão Regularizada (m ³ /s)	1,238	0,949	0,775	0,482
Falha Máxima (meses)	65	59	51	21
Frequencia da Falha Anual (%)	36,47	20,00	5,88	3,53
Média das Sangrias (hm ³ /ano)	62,89	66,68	69,87	77,81
Médias das Evaporações (hm ³ /ano)	3,84	4,47	4,99	5,14



Quixabinha

O açude Quixabinha barra o riacho do Boi, no município de Mauriti. O açude foi construído com uma capacidade de 32,51 milhões de m³, controlando uma bacia de 74,10 km².

O reservatório foi simulado considerando-se os seguintes dados:

vazões afluentes - com uma série histórica de 85 anos, obtida por regionalização de lâmina com o rio Salgado em Sítio Lapinha;

evaporações do lago - obtidas a partir do tanque classe A em Barbalha com um fator de tanque de 0,70;

precipitação sobre o lago - obtidas através da precipitação média no posto mais próximo do açude Quixabinha (3842859 - Quixabinha aç.) utilizando-se dados do P.E.R.H.

Um resumo da evaporação e precipitação sobre o lago são apresentados a seguir:

QUIXABINHA (Posto mais próximo = 3842859)					
MÊS	EVAP. DO LAGO (mm)	PRECIP. (mm)	E - P (mm)	ALFA *	EVAP.DO TANQUE ** Barbalha (mm)
JAN	152.60	140.7	11.90	0.012	218
FEV	123.20	184	-60.80	-0.060	176
MAR	121.80	200.2	-78.40	-0.077	174
ABR	121.80	167.6	-45.80	-0.045	174
MAI	130.20	31.7	98.50	0.096	186
JUN	130.20	20.7	109.50	0.107	186
JUL	152.60	12.5	140.10	0.137	218
AGO	189.70	3.7	186.00	0.182	271
SET	201.60	5.7	195.90	0.192	288
OUT	196.70	13.9	182.80	0.179	281
NOV	191.80	29.9	161.90	0.158	274
DEZ	180.60	60.5	120.10	0.118	258
TOTAL	1892.80	871.10	1021.70	1.0	2704

* Parâmetro de modulação das evaporações líquidas mensais para o programa SIMRES
 ** Fonte: PLIRHINE
 Evaporação : 1892,80 m

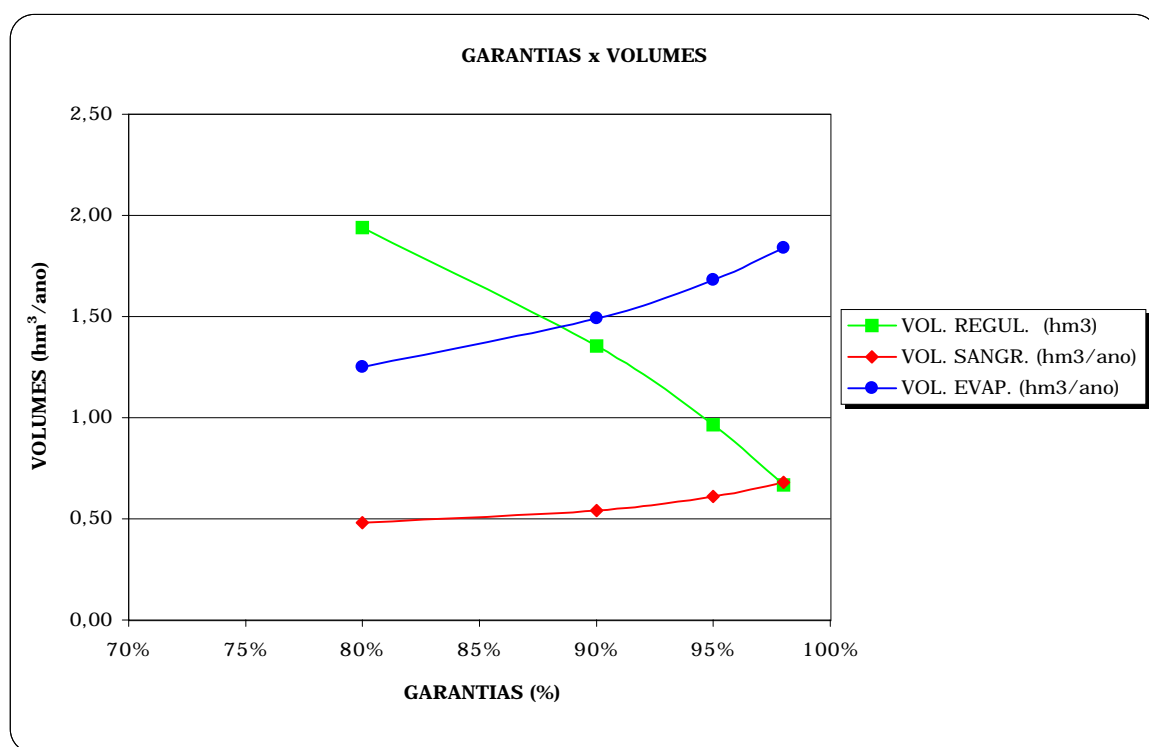
RESERVATÓRIO QUIXABINHA

Capacidade : 32,51 hm³

Defluvio Médio: 3,29 hm³/ano

Coefficiente de Variação dos Defluvios (CV) : 1.99

Garantia (%)	80	90	95	98
Vol. Regularizado Anual (hm³)	1,941	1,355	0,964	0,667
Vazão Regularizada (m³/s)	0,062	0,043	0,031	0,021
Falha Máxima (meses)	45	44	29	8
Frequencia da Falha Anual (%)	32,14	19,05	8,33	4,76
Média das Sangrias (hm³/ano)	0,48	0,54	0,61	0,68
Médias das Evaporações (hm³/ano)	1,25	1,49	1,68	1,84



Prazeres

O açude Prazeres barra o riacho das Cuncas, no município de Barro. O açude foi construído com uma capacidade de 32,50 milhões de m³, controlando uma bacia de 123,47 km².

O reservatório foi simulado considerando-se os seguintes dados:

vazões afluentes - com uma série histórica de 85 anos, obtida por regionalização de lâmina com o rio Salgado em Lavras da Mangabeira;

evaporações do lago - obtidas a partir do tanque classe A em Iguatu com um fator de tanque de 0,70;

precipitação sobre o lago - obtidas através da precipitação média no posto mais próximo do açude Prazeres (3842254 - Cuncas) utilizando-se dados do P.E.R.H.

Um resumo da evaporação e precipitação sobre o lago são apresentados a seguir:

PRAZERES (Posto mais próximo = 3842254)						
MÊS	EVAP. DO LAGO (mm)	PRECIP. (mm)	E - P (mm)	ALFA *	EVAP. DE PICHÉ ** (mm)	EVAP. DO TANQUE *** Iguatu (mm)
JAN	139.12	88.2	50.92	0.054	161.4	199
FEV	97.92	155.1	-57.18	-0.061	113.6	140
MAR	77.15	217	-139.85	-0.149	89.5	110
ABR	74.47	148.8	-74.33	-0.079	86.4	106
MAI	86.97	51.6	35.37	0.038	100.9	124
JUN	126.80	26.7	100.10	0.107	147.1	181
JUL	162.14	10.2	151.94	0.162	188.1	232
AGO	187.74	3.5	184.24	0.196	217.8	268
SET	188.69	4.4	184.29	0.196	218.9	270
OUT	203.94	10.9	193.04	0.206	236.6	291
NOV	185.24	19.5	165.74	0.177	214.9	265
DEZ	183.43	39.4	144.03	0.153	212.8	262
TOTAL	1713.60	775.30	938.30	1.0	1988	2448

* Parâmetro de modulação das evaporações líquidas mensais para o programa SIMRES

** Valor da evaporação anual obtida do PLIRHINE modulada mensalmente pelos dados do tanque de PICHÉ

*** Dados do INEMET

Evaporação : 1713,60 m

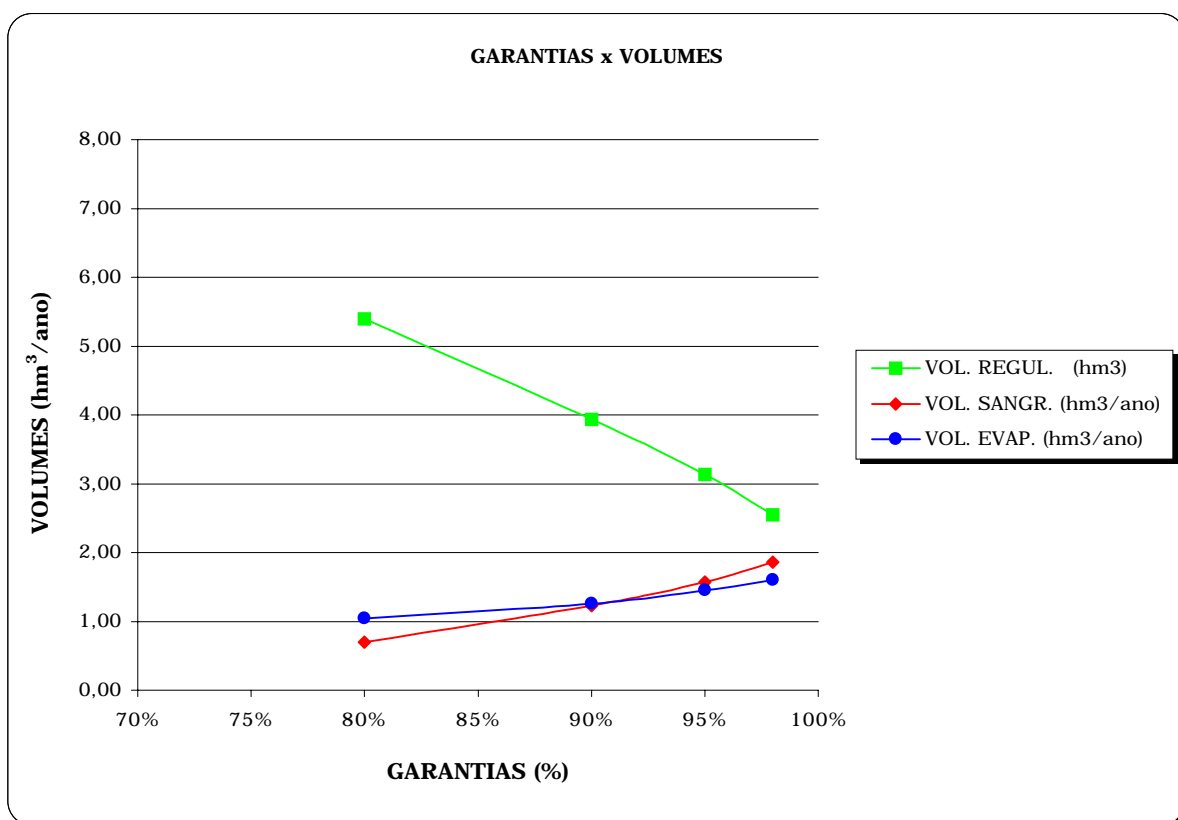
RESERVATÓRIO PRAZERES

Capacidade : 32,50 hm³

Defluvio Médio: 6,18 hm³/ano

Coefficiente de Variação dos Defluvios (CV) : 1.25

Garantia (%)	80	90	95	98
Vol. Regularizado Anual (hm ³)	5,394	3,933	3,133	2,545
Vol. Regularizado Anual (hm ³)	0,171	0,125	0,099	0,081
Vazão Regularizada (m ³ /s)	66	58	50	21
Frequencia da Falha Anual (%)	33,33	16,67	5,95	3,57
Média das Sangrias (hm ³ /ano)	0,70	1,23	1,57	1,86
Médias das Evaporações (hm ³ /ano)	1,04	1,26	1,45	1,60



Ingazeiro

O açude Ingazeiro barra o riacho do Rosário, no município de Quitaiús. O açude foi construído com uma capacidade de 11,32 milhões de m³, controlando uma bacia de 230,98 km².

O reservatório foi simulado considerando-se os seguintes dados:

vazões afluentes - com uma série histórica de 85 anos, obtida por regionalização de lâmina com o rio Salgado em Lavras da Mangabeira;

evaporações do lago - obtidas a partir do tanque classe A em Iguatu com um fator de tanque de 0,70;

precipitação sobre o lago - obtidas através da precipitação média no posto mais próximo do açude Ingazeiro (3841046 - Caririaçu) utilizando dados do P.E.R.H.

Um resumo da evaporação e precipitação sobre o lago são apresentados a seguir:

INGAZEIRO (Posto mais próximo = 3841046)						
MÊS	EVAP.DO LAGO (mm)	PRECIP. (mm)	E - P (mm)	ALFA *	EVAP. DE PICHÉ ** Iguatu (mm)	EVAP. DO TANQUE *** Iguatu (mm)
JAN	139.12	140.1	-0.98	-0.002	161.4	199
FEV	97.92	245.3	-147.38	-0.277	113.6	140
MAR	77.15	308.3	-231.15	-0.434	89.5	110
ABR	74.47	223.9	-149.43	-0.281	86.4	106
MAI	86.97	72.6	14.37	0.027	100.9	124
JUN	126.80	32.1	94.70	0.178	147.1	181
JUL	162.14	16.9	145.24	0.273	188.1	232
AGO	187.74	6.9	180.84	0.340	217.8	268
SET	188.69	9.6	179.09	0.337	218.9	270
OUT	203.94	18.6	185.34	0.348	236.6	291
NOV	185.24	38.4	146.84	0.276	214.9	265
DEZ	183.43	68.7	114.73	0.216	212.8	262
TOTAL	1713.60	1181.40	532.20	1.0	1988	2448

* Parâmetro de modulação das evaporações líquidas mensais para o programa SIMRES

** Valor da evaporação anual obtida do PLIRHINE modulada mensalmente pelos dados do tanque de PICHÉ

*** Dados do INEMET

Evaporação : 1713,60 m

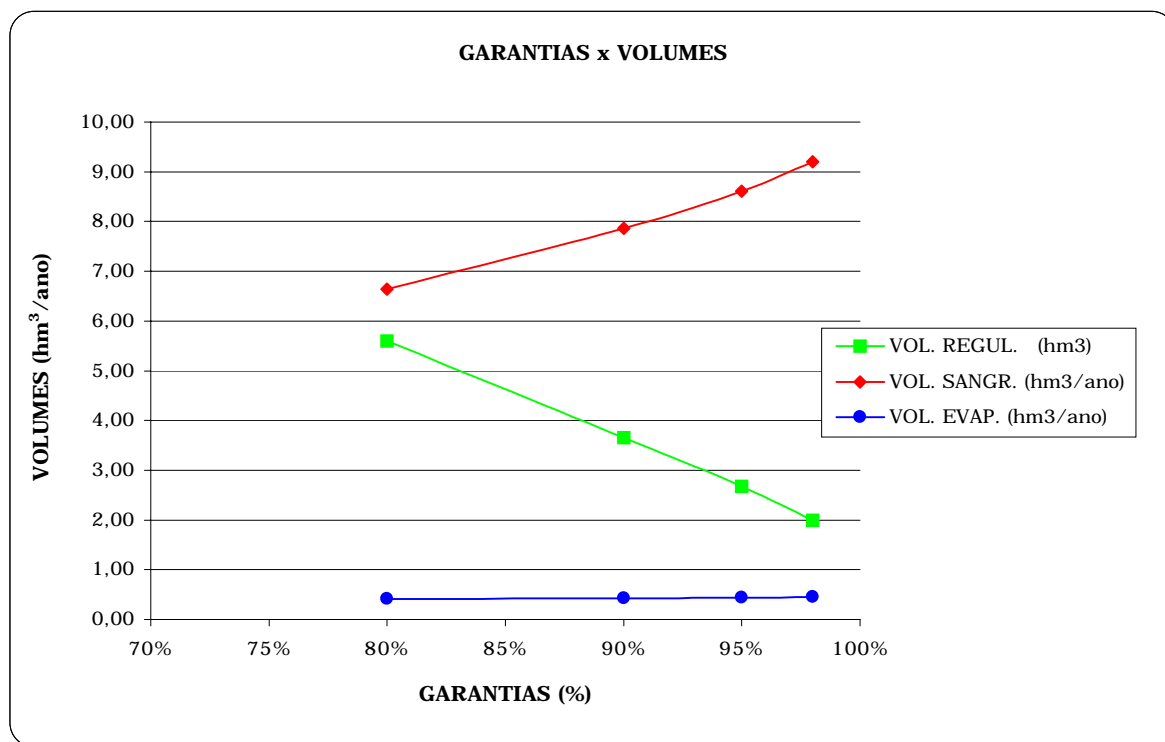
RESERVATÓRIO INGAZEIRO

Capacidade : 11.32 hm³

Defluvio Médio: 11,57 hm³/ano

Coefficiente de Variação dos Defluvios (CV) :1.25

Garantia (%)	80	90	95	98
Vol. Regularizado Anual (hm ³)	5,602	3,655	2,675	1,989
Vazão Regularizada (m ³ /s)	0,178	0,116	0,085	0,063
Falha Máxima (meses)	61	46	32	19
Frequencia da Falha Anual (%)	38,10	20,24	9,52	4,76
Média das Sangrias (hm ³ /ano)	6,64	7,86	8,61	9,20
Médias das Evaporações (hm ³ /ano)	0,41	0,43	0,44	0,45



Lima Campos

O açude Lima Campos barra o rio São João, no município de Icó. O açude foi construído com uma capacidade de 66,37 milhões de m³, controlando uma bacia de 336,0 km².

O reservatório foi simulado considerando-se os seguintes dados:

vazões afluentes - com uma série histórica de 85 anos, obtida por regionalização de lâmina com o rio Salgado em Icó;

evaporações do lago - obtidas a partir do tanque classe A em Iguatu com um fator de tanque de 0,70;

precipitação sobre o lago - obtidas através da precipitação média no posto mais próximo do açude Lima Campos (3822808 - Lima Campos aç.) utilizando-se dados do P.E.R.H.

Um resumo da evaporação e precipitação sobre o lago são apresentados a seguir:

LIMA CAMPOS (Posto mais próximo = 3822808)						
MÊS	EVAP. DO LAGO (mm)	PRECIP. (mm)	E - P (mm)	ALFA *	EVAP. DE PICHÉ** (mm)	EVAP. DO TANQUE *** (mm)
JAN	139.12	84.6	54.52	0.058	161.4	199
FEV	97.92	142.4	-44.48	-0.047	113.6	140
MAR	77.15	219.4	-142.25	-0.151	89.5	110
ABR	74.47	164.7	-90.23	-0.096	86.4	106
MAI	86.97	71.4	15.57	0.017	100.9	124
JUN	126.80	25.7	101.10	0.107	147.1	181
JUL	162.14	9.0	153.14	0.163	188.1	232
AGO	187.74	4.2	183.54	0.195	217.8	268
SET	188.69	5.8	182.89	0.194	218.9	270
OUT	203.94	9.2	194.74	0.207	236.6	291
NOV	185.24	14.4	170.84	0.181	214.9	265
DEZ	183.43	20.9	162.53	0.173	212.8	262
TOTAL	1713.60	771.70	941.90	1.0	1988	2448

* Parâmetro de modulação das evaporações líquidas mensais para o programa SIMRES
 ** Valor da evaporação anual obtida do PLIRHINE modulada mensalmente pelos dados do tanque de PICHÉ
 *** Dados do INEMET
 Evaporação : 1713,60 m

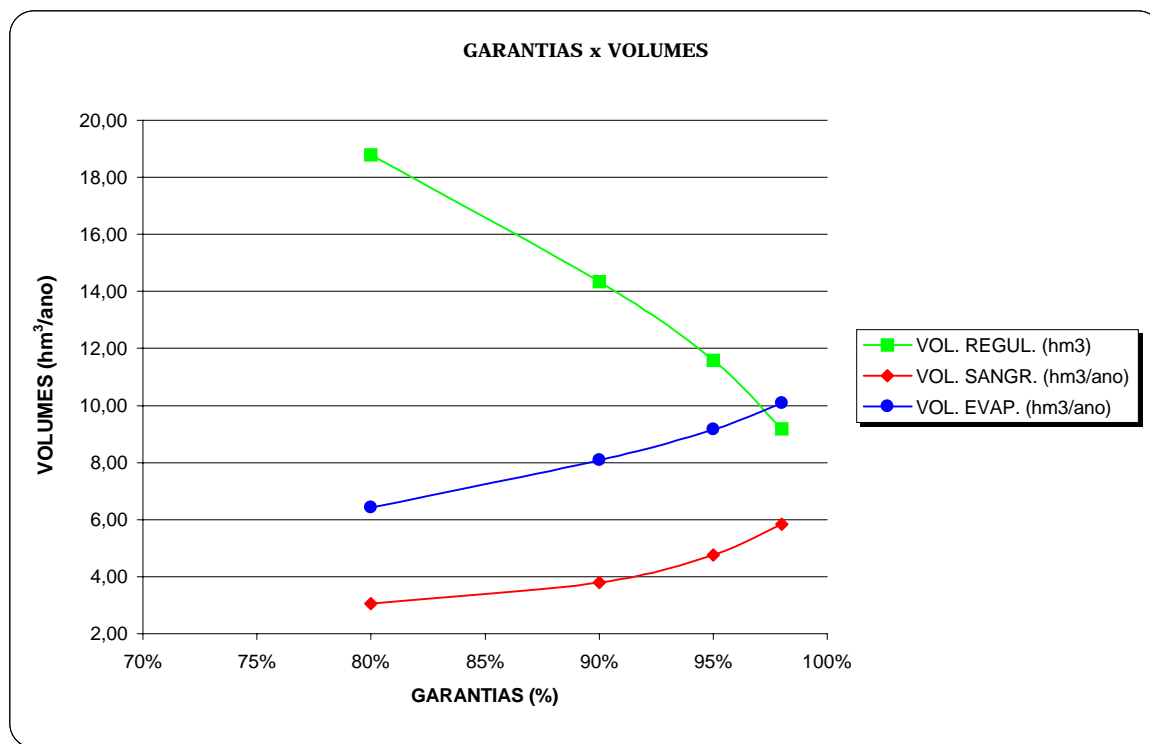
RESERVATÓRIO LIMA CAMPOS

Capacidade : 63,65 hm³

Defluvio Médio: 24,78 hm³/ano

Coefficiente de Variação dos Defluvios (CV) : 1.11

Garantia (%)	80	90	95	98
Vol. Regularizado Anual (hm³)	18,783	14,342	11,582	9,190
Vazão Regularizada (m³/s)	0,595	0,455	0,367	0,291
Falha Máxima (meses)	34	22	19	10
Frequencia da Falha Anual (%)	45,24	25,00	15,48	5,95
Média das Sangrias (hm³/ano)	3,06	3,79	4,75	5,83
Médias das Evaporações (hm³/ano)	6,43	8,08	9,15	10,08



Olho d'água

O açude Olho d'água barra o riacho do Machado, no município de Várzea Alegre. O açude foi construído com uma capacidade de 21,30 milhões de m³, controlando uma bacia de 74,79 km².

O reservatório foi simulado considerando-se os seguintes dados:

vazões afluentes - com uma série histórica de 85 anos, obtida por regionalização de lâmina com o rio Salgado em Santo Antônio/Icó;

evaporações do lago - obtidas a partir do tanque classe A em Iguatu com um fator de tanque de 0,70;

precipitação sobre o lago - obtidas através da precipitação média no posto mais próximo do açude Olho D'água (3831543 - Várzea Alegre) utilizando-se dados do P.E.R.H.

Um resumo da evaporação e precipitação sobre o lago são apresentados a seguir:

OLHO D'ÁGUA (Posto mais próximo = 3831543)						
MÊS	EVAP. DO LAGO (mm)	PRECIP. (mm)	E - P (mm)	ALFA *	EVAP. DE PICHÉ ** (mm)	EVAP. DO TANQUE ** (mm)
JAN	139.12	122.6	16.52	0.023	161.4	199
FEV	97.92	229.5	-131.58	-0.184	113.6	140
MAR	77.15	248.6	-171.45	-0.239	89.5	110
ABR	74.47	177.9	-103.43	-0.144	86.4	106
MAI	86.97	65.1	21.87	0.031	100.9	124
JUN	126.80	29.3	97.50	0.136	147.1	181
JUL	162.14	8.5	153.64	0.215	188.1	232
AGO	187.74	5	182.74	0.255	217.8	268
SET	188.69	9.8	178.89	0.250	218.9	270
OUT	203.94	18.2	185.74	0.259	236.6	291
NOV	185.24	27.5	157.74	0.220	214.9	265
DEZ	183.43	55.4	128.03	0.179	212.8	262
TOTAL	1713.60	997.40	716.20	1.0	1988	2448

* Parâmetro de modulação das evaporações líquidas mensais para o programa SIMRES

** Valor da evaporação anual obtida do PLIRHINE modulada mensalmente pelos dados do tanque de PICHÉ

*** Dados do INEMET

Evaporação : 1713,60 m

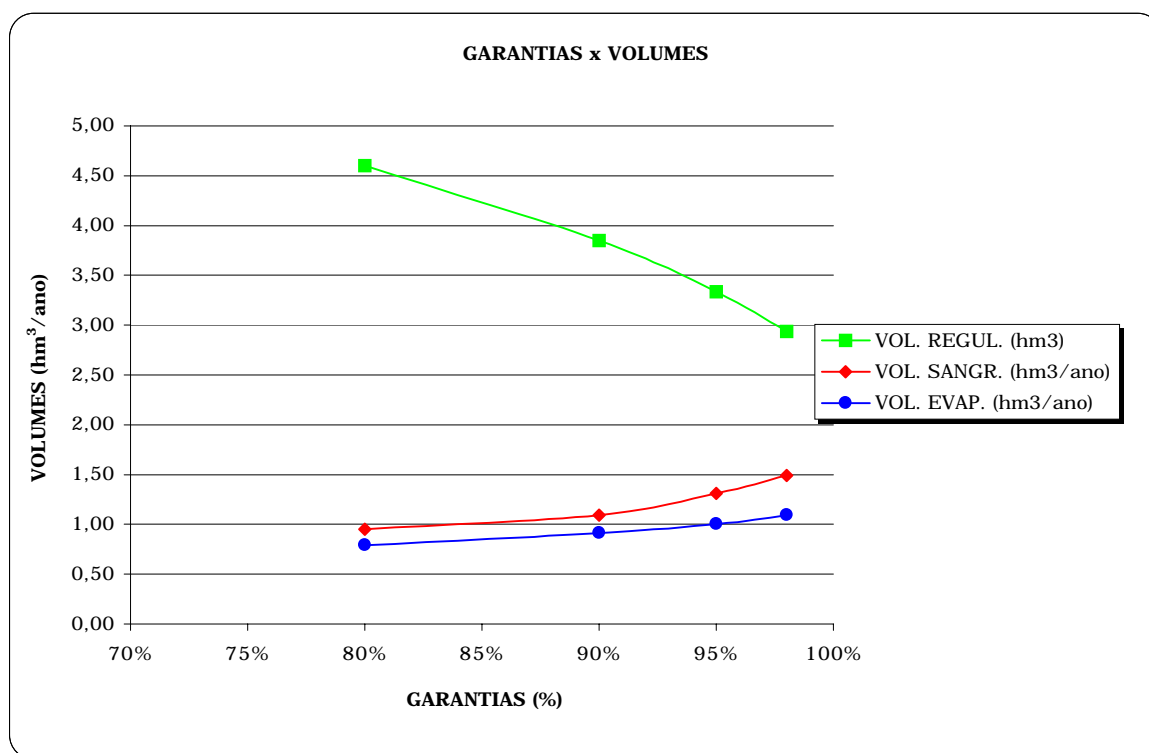
RESERVATÓRIO OLHO D'ÁGUA

Capacidade : 21.00 hm³

Defluvio Médio: 5,49 hm³/ano

Coefficiente de Variação dos Defluvios (CV) : 1.46

Garantia (%)	80	90	95	98
Vol. Regularizado Anual (hm³)	4,603	3,848	3,335	2,936
Vazão Regularizada (m³/s)	0,146	0,122	0,106	0,093
Falha Máxima (meses)	34	34	22	10
Frequencia da Falha Anual (%)	41,18	22,35	10,59	4,71
Média das Sangrias (hm³/ano)	0,95	1,09	1,31	1,49
Médias das Evaporações (hm³/ano)	0,79	0,91	1,00	1,09



SUB-BACIA DO BANABUIÚ

Serafim Dias

O açude Serafim Dias barra o rio Banabuiú, no município de Mombaça. O açude foi construído com uma capacidade de 43,00 milhões de m³, controlando uma bacia de 1.554,0 km².

O reservatório foi simulado considerando-se os seguintes dados:

vazões afluentes - com uma série histórica de 86 anos, obtida por regionalização de lâmina com o rio Banabuiú em Senador Pompeu;

evaporações do lago - obtidas a partir do tanque classe A em Quixeramobim com um fator de tanque de 0,70;

precipitação sobre o lago - obtidas através da precipitação média no posto mais próximo do açude Serafim Dias (3810574 - Mombaça) utilizando-se dados do P.E.R.H.

Um resumo da evaporação e precipitação sobre o lago são apresentados a seguir:

SERAFIM DIAS (Posto mais próximo = 3810574)						
MÊS	EVAP. DO LAGO (mm)	PRECIPITAÇÃO (mm)	E - P (mm)	ALFA *	EVAP. DE PICHÉ ** Quixeramobim (mm)	EVAP. DO TANQUE *** Quixeramobim (mm)
JAN	172.99	68.5	104.49	0.096	189	247
FEV	125.30	115.7	9.60	0.009	136.9	179
MAR	94.18	184.3	-90.12	-0.083	102.9	135
ABR	74.87	179.4	-104.53	-0.096	81.8	107
MAI	76.52	107.2	-30.68	-0.028	83.6	109
JUN	99.03	53.3	45.73	0.042	108.2	141
JUL	136.38	29.9	106.48	0.098	149	195
AGO	189.28	13.7	175.58	0.161	206.8	270
SET	225.07	12.2	212.87	0.196	245.9	322
OUT	258.39	4.3	254.09	0.234	282.3	369
NOV	220.86	10.8	210.06	0.193	241.3	316
DEZ	221.32	27	194.32	0.179	241.8	316
TOTAL	1894.20	806.30	1087.90	1.0	2069.5	2706

* Parâmetro de modulação das evaporações líquidas mensais para o programa SIMRES
 ** Valor da evaporação anual obtida do PLIRHINE modulada mensalmente pelos dados do tanque de PICHÉ
 *** Dados do INEMET
 Evaporação : 1894,20 m

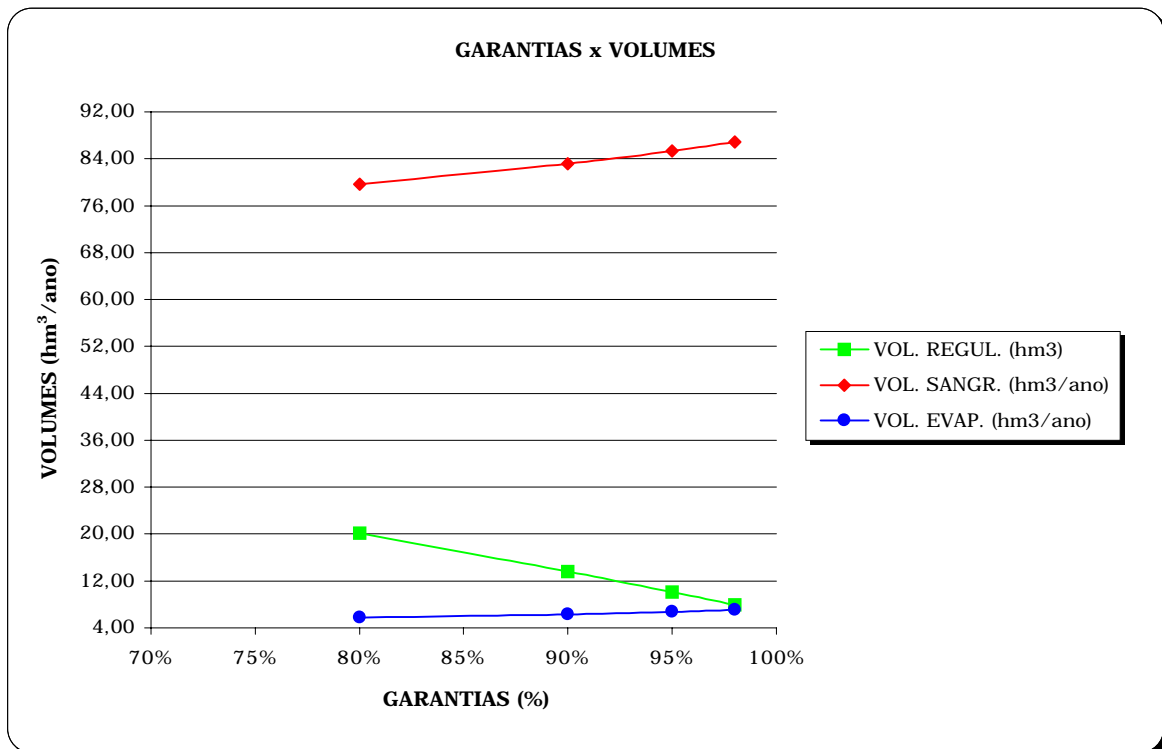
RESERVATÓRIO SERAFIM DIAS

Capacidade : 43,00 hm³

Deflúvio Médio:101,39 hm³/ano

Coefficiente de Variação dos Deflúvios (CV) : 1.52

Garantia (%)	80	90	95	98
Vol. Regularizado Anual (hm³)	20,169	13,642	10,157	7,975
Vazão Regularizada (m³/s)	0,639	0,432	0,322	0,253
Falha Máxima (meses)	31	23	18	12
Frequencia da Falha Anual (%)	45,88	24,71	16,47	4,71
Média das Sangrias (hm³/ano)	79,69	83,14	85,32	86,87
Médias das Evaporações (hm³/ano)	5,71	6,30	6,72	7,03



Patu

O açude Patu barra o rio Patu, no município de Senador Pompeu. O açude foi construído com uma capacidade de 71,83 milhões de m³, controlando uma bacia de 835,41 km².

O reservatório foi simulado considerando-se os seguintes dados:

vazões afluentes - com uma série histórica de 85 anos, obtida por regionalização de lâmina com o rio Patu em Patu;

evaporações do lago - obtidas a partir do tanque classe A em Quixeramobim com um fator de tanque de 0,70;

precipitação sobre o lago - obtidas através da precipitação média no posto mais próximo do açude Patu (3811119 - Boqueirão do Patu) utilizando-se dados do P.E.R.H.

Um resumo da evaporação e precipitação sobre o lago são apresentados a seguir:

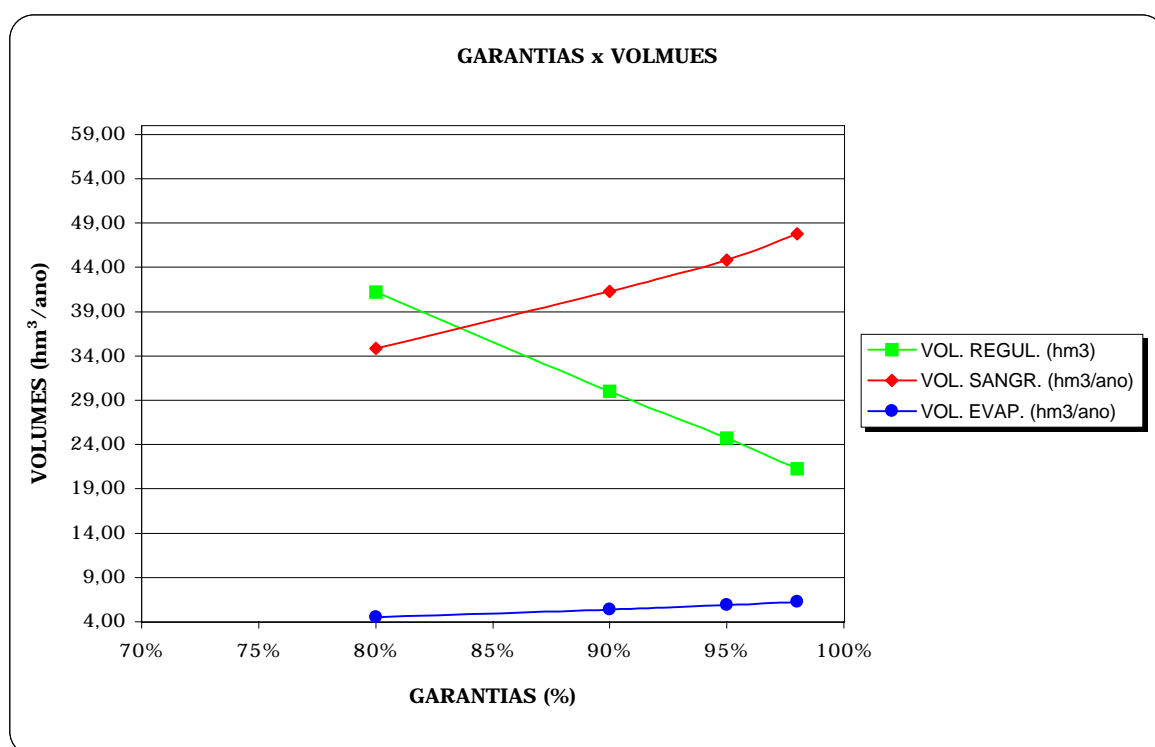
PATU (Posto mais próximo = 3811119)						
MÊS	EVAP. DO LAGO (mm)	PRECIPITAÇÃO (mm)	E - P (mm)	ALFA *	EVAP. DE PICHÉ ** (mm)	EVAP. DO TANQUE *** (mm)
JAN	172.99	69.2	103.79	0.102	189	247
FEV	125.30	165.2	-39.90	-0.039	136.9	179
MAR	94.18	189.6	-95.42	-0.094	102.9	135
ABR	74.87	195.4	-120.53	-0.118	81.8	107
MAI	76.52	113.4	-36.88	-0.036	83.6	109
JUN	99.03	59.8	39.23	0.038	108.2	141
JUL	136.38	26.7	109.68	0.108	149	195
AGO	189.28	13.0	176.28	0.173	206.8	270
SET	225.07	8.6	216.47	0.212	245.9	322
OUT	258.39	4.2	254.19	0.249	282.3	369
NOV	220.86	9.4	211.46	0.207	241.3	316
DEZ	221.32	20.0	201.32	0.197	241.8	316
TOTAL	1894.20	874.50	1019.70	1.0	2069.5	2706

* Parâmetro de modulação das evaporações líquidas mensais para o programa SIMRES
 ** Valor da evaporação anual obtida do PLIRHINE: modulada mensalmente pelos dados do tanque de PICHÉ
 *** Dados do INEMET
 Evaporação : 1894,20 m

RESERVATÓRIO PATU

Capacidade : 71,83 hm³

Garantia (%)	80	90	95	98
CV	1,27	1,26	1,26	1,25
Deflúvio Médio	72,37	73,42	74,08	74,73
Vol. Regularizado Anual (hm ³)	41,193	29,993	24,760	21,269
Vazão Regularizada (m ³ /s)	1,306	0,951	0,785	0,674
Falha Máxima (meses)	25	21	18	10
Frequencia da Falha Anual (%)	10,48	25,00	15,48	5,95
Média das Sangrias (hm ³ /ano)	34,85	41,27	44,82	47,77
Médias das Evaporações (hm ³ /ano)	4,53	5,37	5,86	6,24



Boa Viagem

O açude Boa Viagem barra o rio Boa Viagem, no município de Boa Viagem. O açude foi construído com uma capacidade de 47,0 milhões de m³, controlando uma bacia de 409,0 km².

O reservatório foi simulado considerando-se os seguintes dados:

vazões afluentes - com uma série histórica de 81 anos, obtida por regionalização de lâmina com o rio Quixeramobim em Quixeramobim;

evaporações do lago - obtidas a partir do tanque classe A em Quixeramobim com um fator de tanque de 0,70;

precipitação sobre o lago - obtidas através da precipitação média no posto mais próximo do açude Boa Viagem (3800256 - Boa Viagem) utilizando-se dados do P.E.R.H.

Um resumo da evaporação e precipitação sobre o lago são apresentados a seguir:

BOA VIAGEM (Posto mais próximo = 3800256)						
MÊS	EVAP. DO LAGO (mm)	PRECIP. (mm)	E - P (mm)	ALFA *	EVAP. DE PICHÉ ** Quixeramobim (mm)	EVAP. DO TANQUE *** Quixeramobim (mm)
JAN	172.99	53.7	119.29	0.101	189	247
FEV	125.30	110.1	15.20	0.013	136.9	179
MAR	94.18	170.7	-76.52	-0.065	102.9	135
ABR	74.87	180.6	-105.73	-0.089	81.8	107
MAI	76.52	96.3	-19.78	-0.017	83.6	109
JUN	99.03	41.6	57.43	0.049	108.2	141
JUL	136.38	19.8	116.58	0.099	149	195
AGO	189.28	5.1	184.18	0.156	206.8	270
SET	225.07	4.4	220.67	0.187	245.9	322
OUT	258.39	2.0	256.39	0.217	282.3	369
NOV	220.86	4.4	216.46	0.183	241.3	316
DEZ	221.32	23.5	197.82	0.167	241.8	316
TOTAL	1894.20	712.20	1182.00	1.0	2069.5	2706

* Parâmetro de modulação das evaporações líquidas mensais para o programa SIMRES
 ** Valor da evaporação anual obtida do PLIRHINE modulada mensalmente pelos dados do tanque de PICHÉ
 *** Dados do INEMET
 Evaporação : 1894,20 m

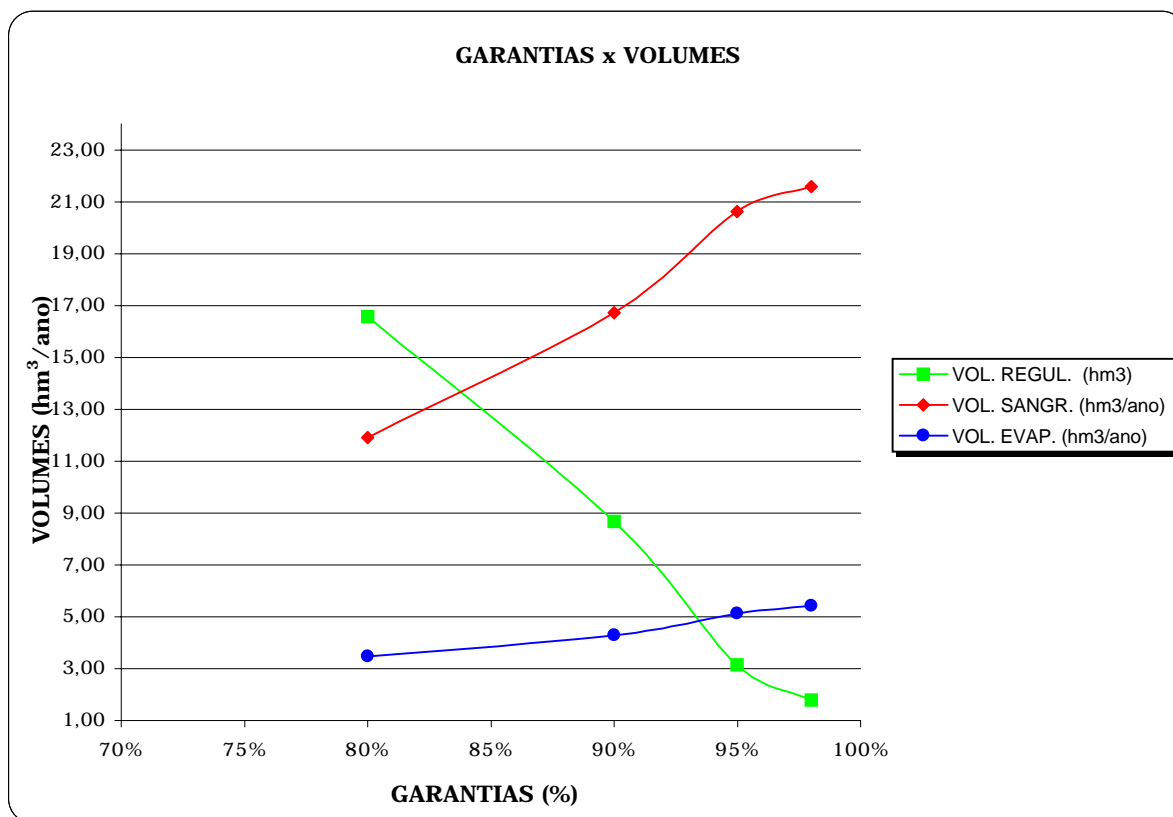
RESERVATÓRIO BOA VIAGEM

Capacidade : 47.00 hm³

Defluvio Médio: 28,88 hm³/ano

Coefficiente de Variação dos Defluvios (CV) :1.38

Garantia (%)	80	90	95	98
Vol. Regularizado Anual (hm³)	16,569	8,663	3,140	1,783
Vazão Regularizada (m³/s)	0,525	0,275	0,100	0,057
Falha Máxima (meses)	116	57	44	17
Frequencia da Falha Anual (%)	35,00	11,25	6,25	3,75
Média das Sangrias (hm³/ano)	11,91	16,71	20,63	21,58
Médias das Evaporações (hm³/ano)	3,46	4,27	5,13	5,42



Fogareiro

O açude Fogareiro barra o rio Quixeramobim, no município de Quixeramobim. O açude foi construído com uma capacidade de 118,81 milhões de m³, controlando uma bacia de 4.667,75 km².

O reservatório foi simulado considerando-se os seguintes dados:

vazões afluentes - com uma série histórica de 85 anos, obtida por regionalização de lâmina com o rio Quixeramobim em Quixeramobim;

evaporações do lago - obtidas a partir do tanque classe A em Quixeramobim com um fator de tanque de 0,70;

precipitação sobre o lago - obtidas através da precipitação média no posto mais próximo do açude Fogareiro (3800488 - Manituba) utilizando-se dados do P.E.R.H.

Um resumo da evaporação e precipitação sobre o lago são apresentados a seguir:

FOGAREIRO (Posto mais próximo = 3800488)						
MÊS	EVAP. DO LAGO (mm)	PRECIP. (mm)	E - P (mm)	ALFA*	EVAP. DE PICHÉ ** Quixeramobim (mm)	EVAP. DO TANQUE *** Quixeramobim (mm)
JAN	172.99	55.90	117.09	0.097	189	247
FEV	125.30	87.30	38.00	0.032	136.9	179
MAR	94.18	152.50	-58.32	-0.048	102.9	135
ABR	74.87	157.00	-82.13	-0.068	81.8	107
MAI	76.52	103.20	-26.68	-0.022	83.6	109
JUN	99.03	59.50	39.53	0.033	108.2	141
JUL	136.38	30.00	106.38	0.088	149	195
AGO	189.28	5.90	183.38	0.152	206.8	270
SET	225.07	4.60	220.47	0.183	245.9	322
OUT	258.39	4.30	254.09	0.211	282.3	369
NOV	220.86	8.80	212.06	0.176	241.3	316
DEZ	221.32	18.80	202.52	0.168	241.8	316
TOTAL	1894.20	687.80	1206.40	1.0	2069.5	2706

* Parâmetro de modulação das evaporações líquidas mensais para o programa SIMRES

** Valor da evaporação anual obtida do PLIRHINE modulada mensalmente pelos dados do tanque de PICHÉ

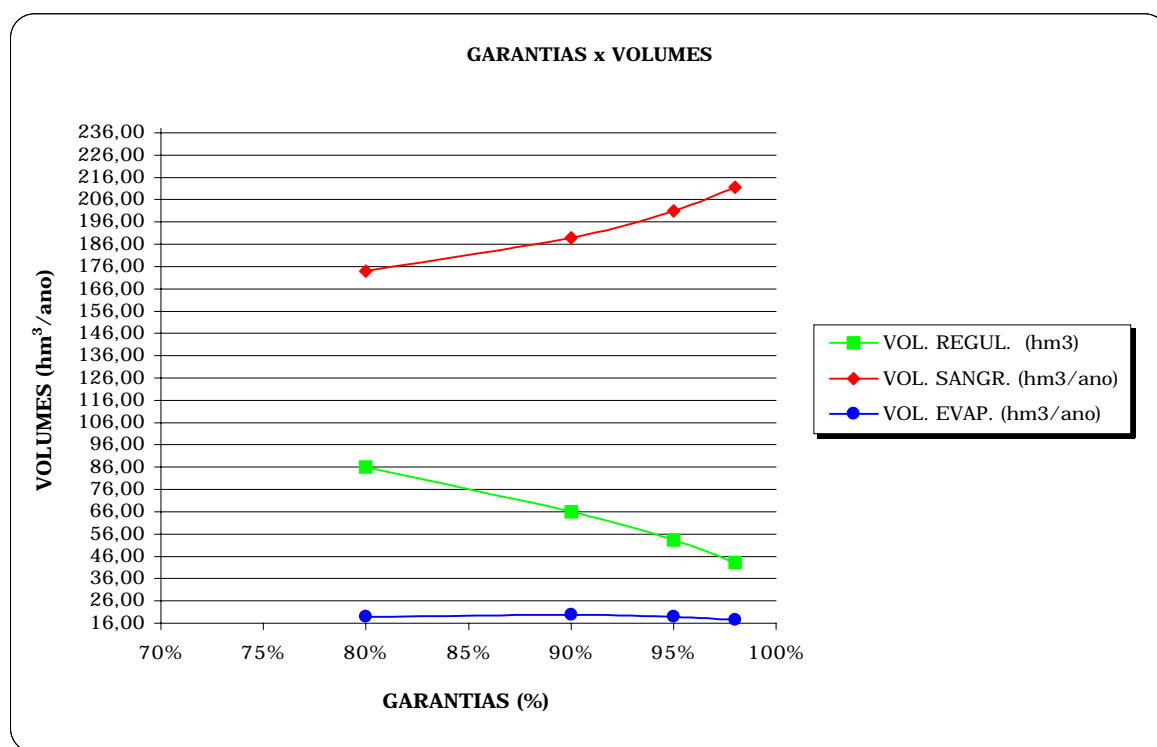
*** Dados do INEMET

Evaporação : 1894,20 m

RESERVATÓRIO FOGAREIRO

Capacidade : 118,81 hm³

Garantia (%)	80	90	95	98
CV	1,27	1,25	1,24	1,24
Deflúvio Médio	262,98	267,85	270,21	270,72
Vol. Regularizado Anual (hm ³)	86,207	65,861	53,378	43,320
Vazão Regularizada (m ³ /s)	2,733	2,088	1,692	1,373
Falha Máxima (meses)	22	19	16	11
Frequencia da Falha Anual (%)	48,72	32,05	17,95	5,13
Média das Sangrias (hm ³ /ano)	174,00	188,92	201,02	211,48
Médias das Evaporações (hm ³ /ano)	18,91	19,79	18,91	17,37



Riacho Verde

O açude Riacho Verde barra o rio Pirabiú, no município de Quixeramobim. O açude foi construído com uma capacidade de 14,67 milhões de m³, controlando uma bacia de 25,30 km².

O reservatório foi simulado considerando-se os seguintes dados:

vazões afluentes - com uma série histórica de 84 anos, obtida por regionalização de lâmina com o rio Quixeramobim no açude Quixeramobim;

evaporações do lago - obtidas a partir do tanque classe A em Quixeramobim com um fator de tanque de 0,70;

precipitação sobre o lago - obtidas através da precipitação média no posto mais próximo do açude Riacho Verde (2891726 - Monte Alegre) utilizando-se dados do P.E.R.H.

Um resumo da evaporação e precipitação sobre o lago são apresentados a seguir:

RIACHO VERDE (Posto mais próximo = 2891726)						
MÊS	EVAP. DO LAGO (mm)	PRECIP. (mm)	E - P (mm)	ALFA *	EVAP. DE PICHÉ ** Quixeramobim (mm)	EVAP. DO TANQUE *** Quixeramobim (mm)
JAN	172.99	48.3	124.69	0.104	189	247
FEV	125.30	79.1	46.20	0.039	136.9	179
MAR	94.18	169.8	-75.62	-0.063	102.9	135
ABR	74.87	160.1	-85.23	-0.071	81.8	107
MAI	76.52	114.1	-37.58	-0.031	83.6	109
JUN	99.03	61.4	37.63	0.031	108.2	141
JUL	136.38	34.4	101.98	0.085	149	195
AGO	189.28	6.3	182.98	0.153	206.8	270
SET	225.07	1.9	223.17	0.186	245.9	322
OUT	258.39	0.8	257.59	0.215	282.3	369
NOV	220.86	1.7	219.16	0.183	241.3	316
DEZ	221.32	18.3	203.02	0.169	241.8	316
TOTAL	1894.20	696.20	1198.00	1.0	2069.5	2706

* Parâmetro de modulação das evaporações líquidas mensais para o programa SIMRES

** Valor da evaporação anual obtida do PLIRH/NE modulada mensalmente pelos dados do tanque de PICHÉ

*** Dados do INEMET

Evaporação : 1894,20 m

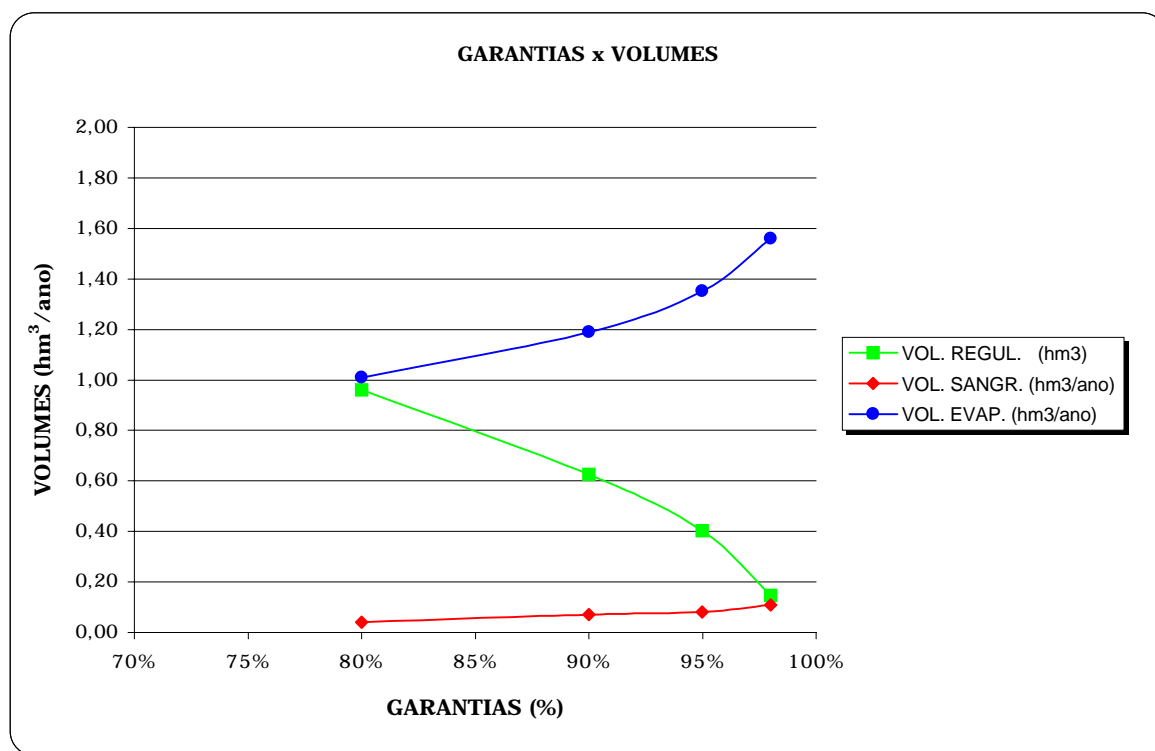
RESERVATÓRIO RIACHO VERDE

Capacidade : 14,67 hm³

Defluvio Médio: 1,83 hm³/ano

Coefficiente de Variação dos Defluvios (CV) : 1.32

Garantia (%)	80	90	95	98
Vol. Regularizado Anual (hm ³)	0,961	0,626	0,402	0,146
Vazão Regularizada (m ³ /s)	0,030	0,020	0,013	0,005
Falha Máxima (meses)	46	43	34	16
Frequencia da Falha Anual (%)	38,55	21,69	10,84	4,82
Média das Sangrias (hm ³ /ano)	0,04	0,07	0,08	0,11
Médias das Evaporações (hm ³ /ano)	1,01	1,19	1,35	1,56



Riacho dos Tanques

O açude Riacho dos Tanques barra o riacho Muxuré, no município de Senador Pompeu. O açude foi construído com uma capacidade de 12,78 milhões de m³, controlando uma bacia de 37,90 km².

O reservatório foi simulado considerando-se os seguintes dados:

vazões afluentes - com uma série histórica de 84 anos, obtida por regionalização de lâmina com o rio Patu em Boqueirão do Patu;

evaporações do lago - obtidas a partir do tanque classe A em Quixeramobim com um fator de tanque de 0,70;

precipitação sobre o lago - obtidas através da precipitação média no posto mais próximo do açude Riacho dos Tanques (3801737 - Prudente de Moraes) utilizando-se dados do P.E.R.H.

Um resumo da evaporação e precipitação sobre o lago são apresentados a seguir:

RIACHO DOS TANQUES (Posto mais próximo = 3801737)						
MÊS	EVAP. DO LAGO (mm)	PRECIP. (mm)	E - P (mm)	ALFA *	EVAP. DE PICHÉ ** Quixeramobim (mm)	EVAP. DO TANQUE *** Quixeramobim (mm)
JAN	172.99	48	124.99	0.108	189	247
FEV	125.30	104.6	20.70	0.018	136.9	179
MAR	94.18	180.6	-86.42	-0.075	102.9	135
ABR	74.87	185.6	-110.73	-0.096	81.8	107
MAI	76.52	106.1	-29.58	-0.026	83.6	109
JUN	99.03	51.7	47.33	0.041	108.2	141
JUL	136.38	24.7	111.68	0.096	149	195
AGO	189.28	7.1	182.18	0.157	206.8	270
SET	225.07	1.7	223.37	0.193	245.9	322
OUT	258.39	1.2	257.19	0.222	282.3	369
NOV	220.86	7.1	213.76	0.185	241.3	316
DEZ	221.32	17.9	203.42	0.176	241.8	316
TOTAL	1894.20	736.30	1157.90	1.0	2069.5	2706

* Parâmetro de modulação das evaporações líquidas mensais para o programa SIMRES

** Valor da evaporação anual obtida do PLIRHINE modulada mensalmente pelos dados do tanque de PICHÉ

*** Dados do INEMET

Evaporação : 1894,20 m

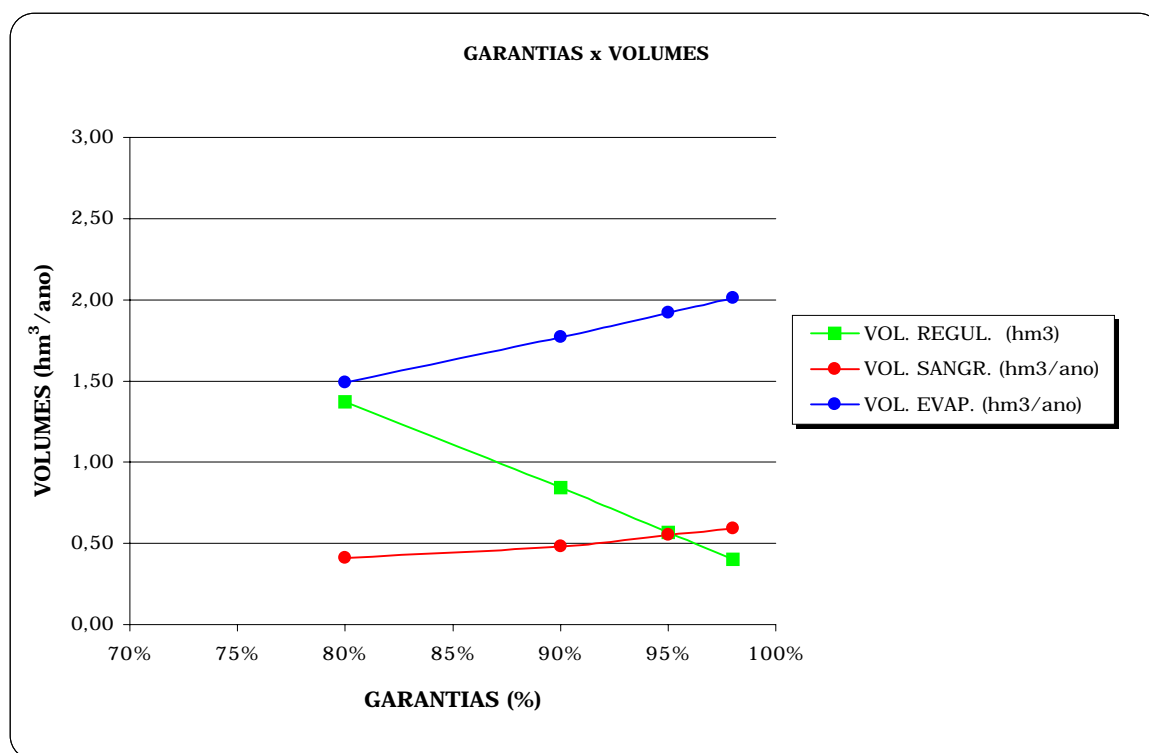
RESERVATÓRIO RIACHO DOS TANQUES

Capacidade : 12,78 hm³

Defluvio Médio: 2,99 hm³/ano

Coefficiente de Variação dos Defluvios (CV) : 1.37

Garantia (%)	80	90	95	98
Vol. Regularizado Anual (hm³)	1,370	0,843	0,567	0,404
Vazão Regularizada (m³/s)	0,043	0,027	0,018	0,013
Falha Máxima (meses)	33	23	11	9
Frequencia da Falha Anual (%)	38,55	21,69	15,66	7,23
Média das Sangrias (hm³/ano)	0,41	0,48	0,55	0,59
Médias das Evaporações (hm³/ano)	1,49	1,77	1,92	2,01



Nobre

O açude Nobre barra o riacho Nobre, no município de Senador Pompeu. O açude foi construído com uma capacidade de 22,09 milhões de m³, controlando uma bacia de 18,10 km².

O reservatório foi simulado considerando-se os seguintes dados:

vazões afluentes - com uma série histórica de 84 anos, obtida por regionalização de lâmina com o rio Jaguaribe em Quixeramobim;

evaporações do lago - obtidas a partir do tanque classe A em Quixeramobim com um fator de tanque de 0,70;

precipitação sobre o lago - obtidas através da precipitação média no posto mais próximo do açude Nobre (3801441 - Quixeramobim) utilizado-se dados do P.E.R.H.

Um resumo da evaporação e precipitação sobre o lago são apresentados a seguir:

NOBRE (Posto mais próximo = 3801441)						
MÊS	EVAP. DO LAGO (mm)	PRECIP. (mm)	E - P (mm)	ALFA *	EVAP. DE PICHÉ ** Quixeramobim (mm)	EVAP. DO TANQUE *** Quixeramobim (mm)
JAN	172.99	61.9	111.09	0.101	189	247
FEV	125.30	101.5	23.80	0.022	136.9	179
MAR	94.18	186.4	-92.22	-0.084	102.9	135
ABR	74.87	188.8	-113.93	-0.103	81.8	107
MAI	76.52	124.9	-48.38	-0.044	83.6	109
JUN	99.03	56.5	42.53	0.039	108.2	141
JUL	136.38	30.4	105.98	0.096	149	195
AGO	189.28	10.8	178.48	0.162	206.8	270
SET	225.07	3.5	221.57	0.201	245.9	322
OUT	258.39	1.9	256.49	0.233	282.3	369
NOV	220.86	5	215.86	0.196	241.3	316
DEZ	221.32	20.9	200.42	0.182	241.8	316
TOTAL	1894.20	792.50	1101.70	1.0	2069.5	2706

* Parâmetro de modulação das evaporações líquidas mensais para o programa SIMRES
 ** Valor da evaporação anual obtida do PLIRHINE modulada mensalmente pelos dados do tanque de PICHÉ
 *** Dados do INEMET
 Evaporação : 1894,20 m

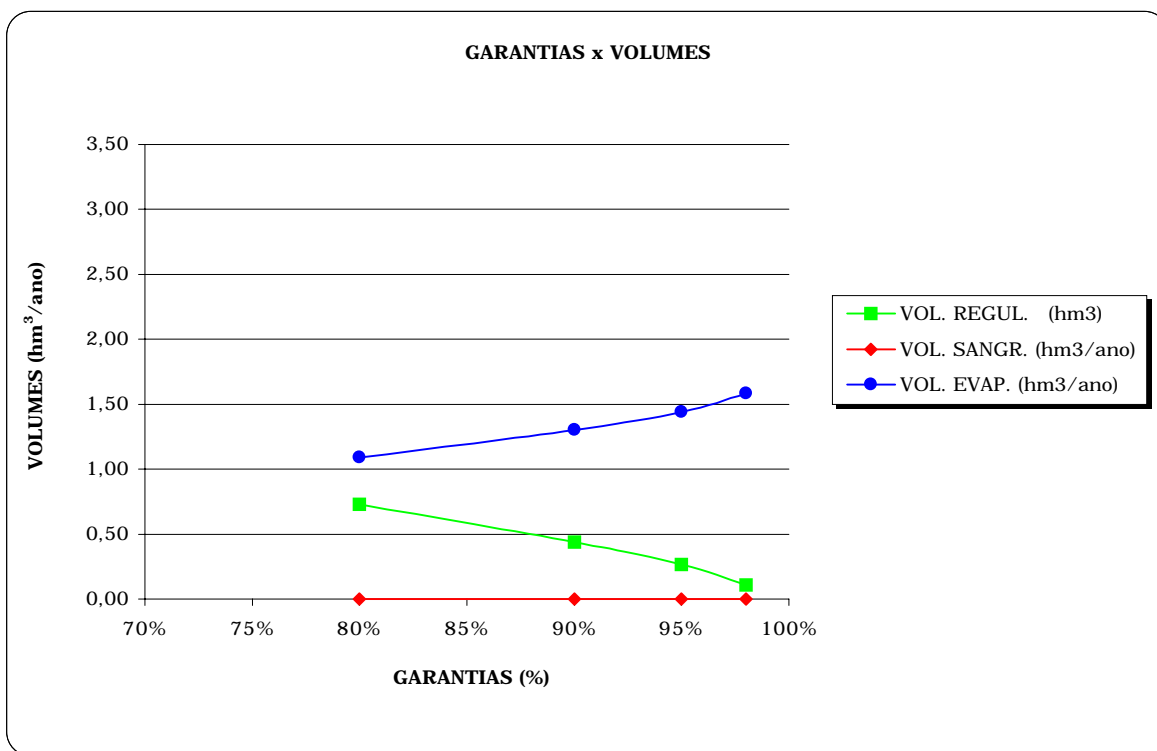
RESERVATÓRIO NOBRE

Capacidade : 22,09 hm³

Defluvio Médio: 1,68 hm³/ano

Coefficiente de Variação dos Defluvios (CV) : 1.21

Garantia (%)	80	90	95	98
Vol. Regularizado Anual (hm³)	0,732	0,437	0,265	0,109
Vazão Regularizada (m³/s)	0,023	0,014	0,008	0,003
Falha Máxima (meses)	44	33	31	20
Frequencia da Falha Anual (%)	42,17	26,51	14,46	3,61
Média das Sangrias (hm³/ano)	0,00	0,00	0,00	0,00
Médias das Evaporações (hm³/ano)	1,09	1,30	1,44	1,58



Quixeramobim

O açude Quixeramobim barra o rio Quixeramobim, no município de Quixeramobim. O açude foi construído com uma capacidade de 54,0 milhões de m³, controlando uma bacia de 1.865,0 km².

O reservatório foi simulado considerando-se os seguintes dados:

vazões afluentes - com uma série histórica de 84 anos, obtida por regionalização de lâmina com o rio Quixeramobim em Quixeramobim;

evaporações do lago - obtidas a partir do tanque classe A em Quixeramobim com um fator de tanque de 0,70;

precipitação sobre o lago - obtidas através da precipitação média no posto mais próximo do açude Quixeramobim (3801441 - Quixeramobim) utilizando-se dados do P.E.R.H.

Um resumo da evaporação e precipitação sobre o lago são apresentados a seguir:

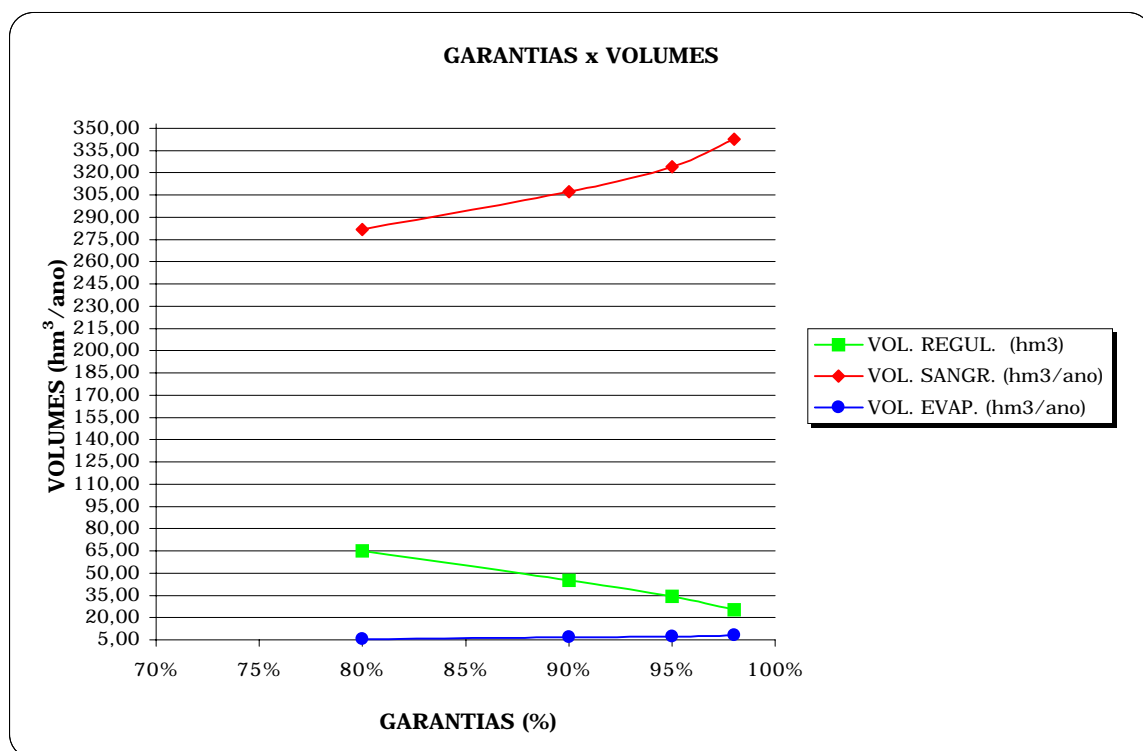
QUIXERAMOBIM (Posto mais próximo = 3801441)						
MÊS	EVAP. DO LAGO (mm)	PRECIP. (mm)	E - P (mm)	ALFA *	EVAP. DE PICHÉ ** Quixeramobim (mm)	EVAP. DO TANQUE *** Quixeramobim (mm)
JAN	172.99	61.90	111.09	0.101	189	247
FEV	125.30	101.50	23.80	0.022	136.9	179
MAR	94.18	186.40	-92.22	-0.084	102.9	135
ABR	74.87	188.80	-113.93	-0.103	81.8	107
MAI	76.52	124.90	-48.38	-0.044	83.6	109
JUN	99.03	56.60	42.43	0.039	108.2	141
JUL	136.38	30.40	105.98	0.096	149	195
AGO	189.28	10.80	178.48	0.162	206.8	270
SET	225.07	3.50	221.57	0.201	245.9	322
OUT	258.39	1.90	256.49	0.233	282.3	369
NOV	220.86	5.00	215.86	0.196	241.3	316
DEZ	221.32	20.90	200.42	0.182	241.8	316
TOTAL	1894.20	792.60	1101.60	1.0	2069.5	2706

* Parâmetro de modulação das evaporações líquidas mensais para o programa SIMRES
 ** Valor da evaporação anual obtida do PLIRHINE modulada mensalmente pelos dados do tanque de PICHÉ
 *** Dados do INEMET
 Evaporação : 1894,20 m

RESERVATÓRIO QUIXERAMOBIM

Capacidade : 54,00 hm³

Garantia (%)	80	90	95	98
CV	1,34	1,30	1,28	1,24
Deflúvio Médio	339,83	354,36	364,21	375,31
Vol. Regularizado Anual (hm ³)	64,819	44,981	34,834	25,226
Vazão Regularizada (m ³ /s)	2,055	1,426	1,104	0,800
Falha Máxima (meses)	31	21	16	11
Frequencia da Falha Anual (%)	51,28	28,21	17,95	5,13
Média das Sangrias (hm ³ /ano)	281,55	307,15	324,27	342,85
Médias das Evaporações (hm ³ /ano)	5,51	6,64	7,32	7,98



Cipoada

O açude Cipoada barra o riacho Santa Rosa, no município de Morada Nova. O açude foi construído com uma capacidade de 17,30 milhões de m³, controlando uma bacia de 372,60 km².

O reservatório foi simulado considerando-se os seguintes dados:

vazões afluentes - com uma série histórica de 86 anos, obtida por regionalização de lâmina com o rio Sitiá no açude Pedras Brancas;

evaporações do lago - obtidas a partir do tanque classe A em Quixeramobim com um fator de tanque de 0,70;

precipitação sobre o lago - obtidas através da precipitação média no posto mais próximo do açude Cipoada (3802583 - Carnaúbas) utilizando-se dados do P.E.R.H.

Um resumo da evaporação e precipitação sobre o lago são apresentados a seguir:

CIPOADA (Posto mais próximo = 3802583)						
MÊS	EVAP. DO LAGO (mm)	PRECIP. (mm)	E - P (mm)	ALFA *	EVAP. DE PICHÉ ** Quixeramobim (mm)	EVAP. DO TANQUE *** Quixeramobim (mm)
JAN	172.99	55.3	117.69	0.100	189	247
FEV	125.30	115.2	10.10	0.009	136.9	179
MAR	94.18	174.7	-80.52	-0.068	102.9	135
ABR	74.87	164.4	-89.53	-0.076	81.8	107
MAI	76.52	106.5	-29.98	-0.025	83.6	109
JUN	99.03	48.7	50.33	0.043	108.2	141
JUL	136.38	21.1	115.28	0.098	149	195
AGO	189.28	5.0	184.28	0.156	206.8	270
SET	225.07	1.7	223.37	0.190	245.9	322
OUT	258.39	2.3	256.09	0.217	282.3	369
NOV	220.86	7.6	213.26	0.181	241.3	316
DEZ	221.32	14.0	207.32	0.176	241.8	316
TOTAL	1894.20	716.50	1177.70	1.0	2069.5	2706

* Parâmetro de modulação das evaporações líquidas mensais para o programa SIMRES

** Valor da evaporação anual obtida do PLIRHINE modulada mensalmente pelos dados do tanque de PICHÉ

*** Dados do INEMET

Evaporação : 1894,20 m

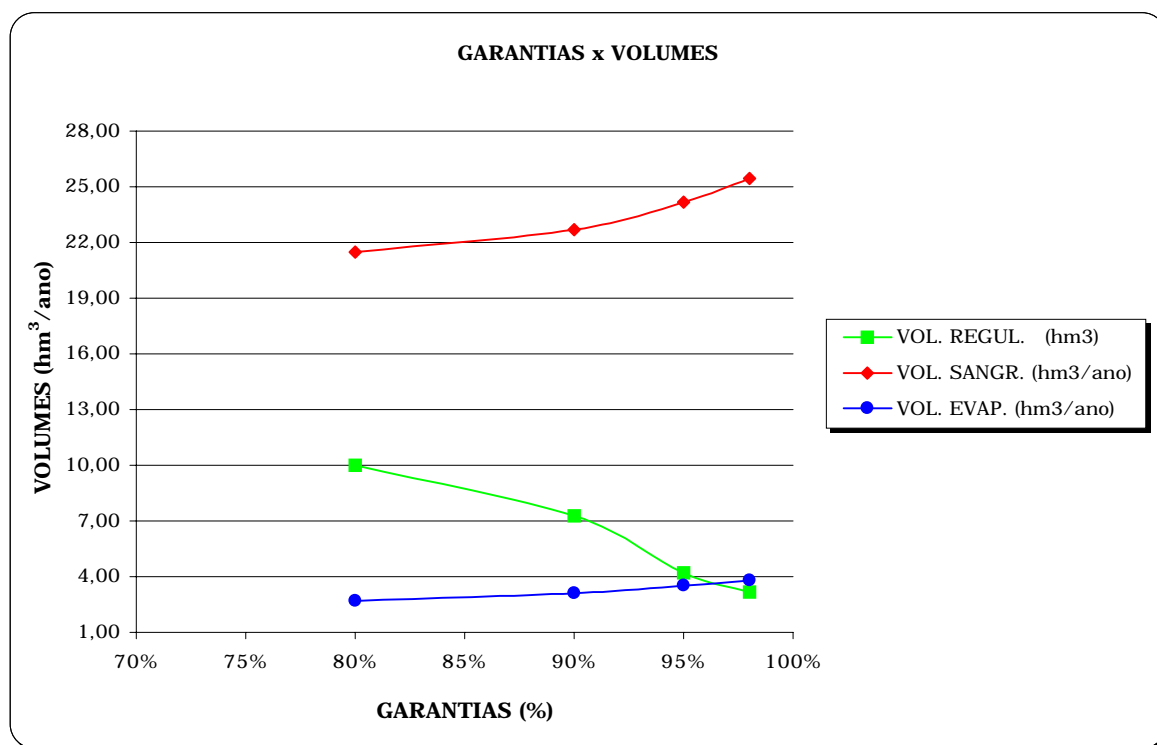
RESERVATÓRIO CIPOADA

Capacidade : 17,25 hm³

Defluvio Médio: 32,25 hm³/ano

Coefficiente de Variação dos Defluvios (CV) : 1,55

Garantia (%)	80	90	95	98
Vol. Regularizado Anual (hm³)	9,996	7,283	4,916	3,179
Vazão Regularizada (m³/s)	0,317	0,231	0,156	0,101
Falha Máxima (meses)	33	29	23	17
Frequencia da Falha Anual (%)	52,94	27,06	10,59	4,71
Média das Sangrias (hm³/ano)	21,47	22,69	24,18	25,46
Médias das Evaporações (hm³/ano)	2,68	3,12	3,53	3,79



Poço do Barro

O açude Poço do Barro barra o riacho Livramento, no município de Morada Nova. O açude foi construído com uma capacidade de 52,0 milhões de m³, controlando uma bacia de 341,60 km².

O reservatório foi simulado considerando-se os seguintes dados:

vazões afluentes - com uma série histórica de 86 anos, obtida por regionalização de lâmina com o rio Sitiá no açude Pedras Brancas;

evaporações do lago - obtidas a partir do tanque classe A em Quixeramobim com um fator de tanque de 0,70;

precipitação sobre o lago - obtidas através da precipitação média no posto mais próximo do açude Poço do Barro (3803513 - Livramento) utilizando-se dados do P.E.R.H.

Um resumo da evaporação e precipitação sobre o lago são apresentados a seguir:

POÇO DO BARRO (Posto mais próximo = 3803513)						
MÊS	EVAP. DO LAGO (mm)	PRECIP. (mm)	E - P (mm)	ALFA *	EVAP. DE PICHÉ ** Quixeramobim (mm)	EVAP. DO TANQUE *** Quixeramobim (mm)
JAN	172.99	53.2	119.79	0.098	189	247
FEV	125.30	113.3	12.00	0.010	136.9	179
MAR	94.18	158.4	-64.22	-0.053	102.9	135
ABR	74.87	180.8	-105.93	-0.087	81.8	107
MAI	76.52	89.5	-12.98	-0.011	83.6	109
JUN	99.03	41.5	57.53	0.047	108.2	141
JUL	136.38	15.8	120.58	0.099	149	195
AGO	189.28	3.3	185.98	0.152	206.8	270
SET	225.07	1.5	223.57	0.183	245.9	322
OUT	258.39	3.2	255.19	0.209	282.3	369
NOV	220.86	1.9	218.96	0.179	241.3	316
DEZ	221.32	9.5	211.82	0.173	241.8	316
TOTAL	1894.20	671.90	1222.30	1.0	2069.5	2706

* Parâmetro de modulação das evaporações líquidas mensais para o programa SIMRES

** Valor da evaporação anual obtida do PLIRHINE modulada mensalmente pelos dados do tanque de PICHÉ

*** Dados do INEMET

Evaporação : 1894,20 m

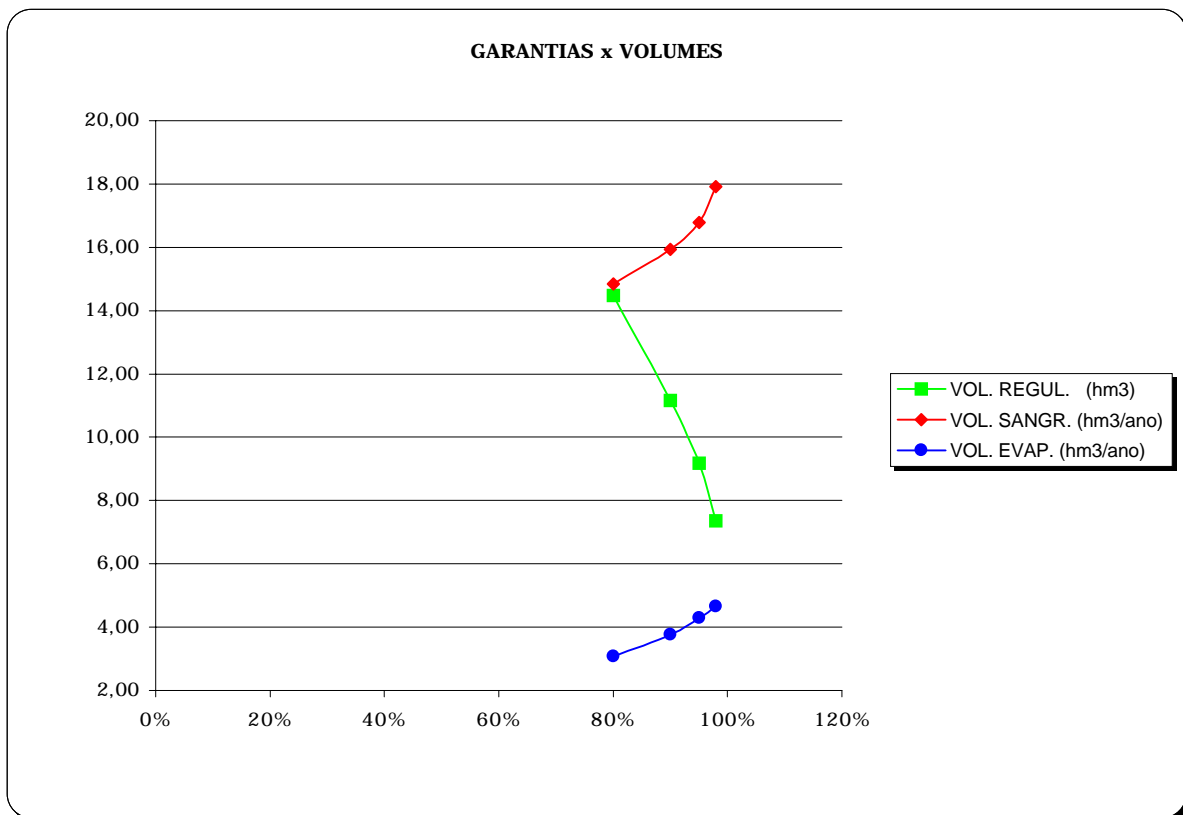
RESERVATÓRIO POÇO DO BARRO

Capacidade : 52,00 hm³

Defluvio Médio: 29,57 hm³/ano

Coefficiente de Variação dos Defluvios (CV) : 1.55

Garantia (%)	80	90	95	98
Vol. Regularizado Anual (hm³)	14,470	11,162	9,188	7,368
Vazão Regularizada (m³/s)	0,459	0,354	0,291	0,234
Falha Máxima (meses)	34	25	17	11
Frequencia da Falha Anual (%)	42,35	27,06	16,47	7,06
Média das Sangrias (hm³/ano)	14,84	15,94	16,78	17,92
Médias das Evaporações (hm³/ano)	3,07	3,75	4,29	4,64



Banabuiú (Arrojado Lisboa)

O açude Banabuiú barra o rio Banabuiú, no município de Banabuiú. O açude foi construído com uma capacidade de 1.800,0 milhões de m³, controlando uma bacia de 4.504,60 km².

O reservatório foi simulado considerando-se os seguintes dados:

vazões afluentes - com uma série histórica de 85 anos, obtida por regionalização de lâmina com o rio Banabuiú em Senador Pompeu;

evaporações do lago - obtidas a partir do tanque classe A em Quixeramobim com um fator de tanque de 0,70;

precipitação sobre o lago - obtidas através da precipitação média no posto mais próximo do açude Banabuiú (3802529 - Banabuiú) utilizando-se dados do P.E.R.H.

Um resumo da evaporação e precipitação sobre o lago são apresentados a seguir:

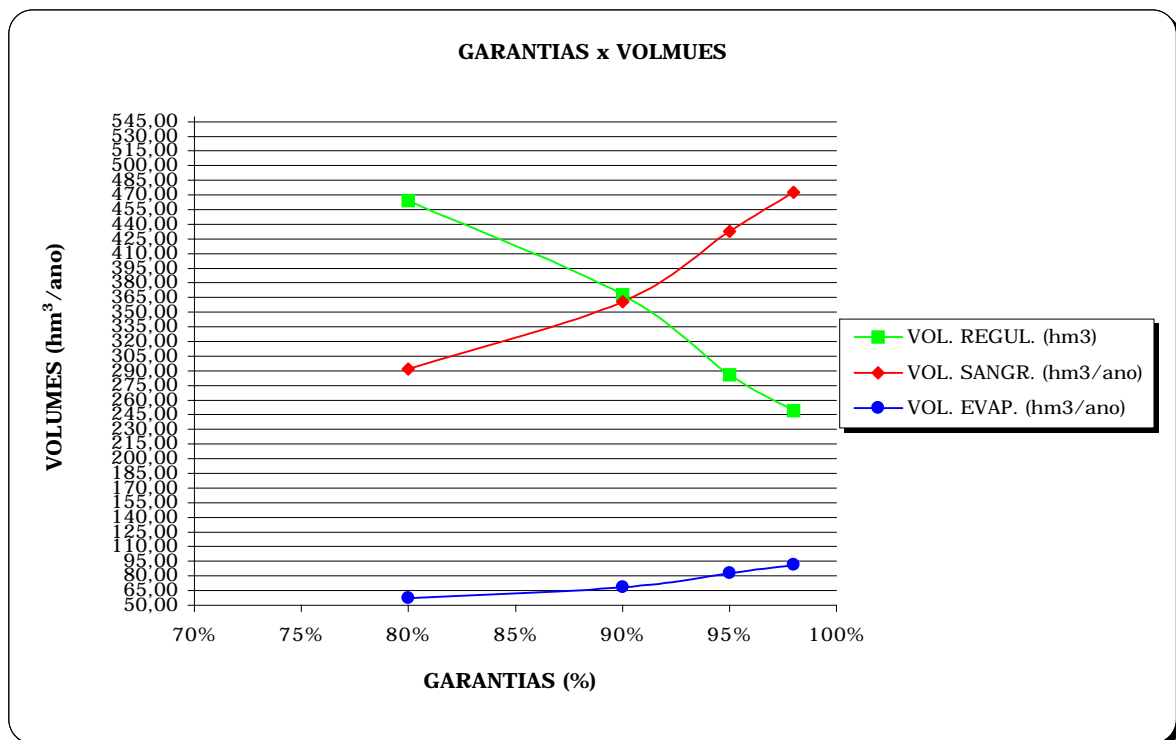
BANABUIÚ (Posto mais próximo = 3802529)						
MÊS	EVAP. DO LAGO (mm)	PRECIP. (mm)	E - P (mm)	ALFA *	EVAP. DE PICHÉ ** Quixeramobim (mm)	EVAP. DO TANQUE *** Quixeramobim (mm)
JAN	172.99	87.3	85.69	0.085	189	247
FEV	125.30	106.2	19.10	0.019	136.9	179
MAR	94.18	208.5	-114.32	-0.114	102.9	135
ABR	74.87	206.1	-131.23	-0.131	81.8	107
MAI	76.52	123.7	-47.18	-0.047	83.6	109
JUN	99.03	59.7	39.33	0.039	108.2	141
JUL	136.38	49.0	87.38	0.087	149	195
AGO	189.28	12.2	177.08	0.176	206.8	270
SET	225.07	2.6	222.47	0.221	245.9	322
OUT	258.39	1.5	256.89	0.256	282.3	369
NOV	220.86	3.7	217.16	0.216	241.3	316
DEZ	221.32	29.2	192.12	0.191	241.8	316
TOTAL	1894.20	889.70	1004.50	1.0	2069.5	2706

* Parâmetro de modulação das evaporações líquidas mensais para o programa SIMRES
 ** Valor da evaporação anual obtida do PLIRHINE modulada mensalmente pelos dados do tanque de PICHÉ
 *** Dados do INEMET
 Evaporação : 1894,20 m

RESERVATÓRIO BANABUIÚ

Capacidade : 1800,00 hm³

Garantia (%)	80	90	95	98
CV	1,54	1,50	1,46	1,43
Deflúvio Médio	731,63	768,42	795,46	815,65
Vol. Regularizado Anual (hm ³)	464,442	367,792	285,900	249,506
Vazão Regularizada (m ³ /s)	14,723	11,659	9,063	7,909
Falha Máxima (meses)	33	31	28	8
Frequencia da Falha Anual (%)	38,46	17,95	8,97	6,41
Média das Sangrias (hm ³ /ano)	291,84	360,75	432,81	472,42
Médias das Evaporações (hm ³ /ano)	57,31	68,31	82,93	90,98



Cedro

O açude Cedro barra o rio Sitiá, no município de Quixadá. O açude foi construído com uma capacidade de 126,0 milhões de m³, controlando uma bacia de 220,50 km².

O reservatório foi simulado considerando-se os seguintes dados:

vazões afluentes - com uma série histórica de 86 anos, obtida por regionalização de lâmina com o rio Sitiá em Pedras Brancas;

evaporações do lago - obtidas a partir do tanque classe A em Quixeramobim com um fator de tanque de 0,70;

precipitação sobre o lago - obtidas através da precipitação média no posto mais próximo do açude Cedro (2891988 - Cedro aç.) utilizando-se dados do P.E.R.H.

Um resumo da evaporação e precipitação sobre o lago são apresentados a seguir:

CEDRO (Posto mais próximo = 2891988)						
MÊS	EVAP. DO LAGO (mm)	PRECIP. (mm)	E - P (mm)	ALFA	EVAP. DE PICHÉ Quixeramobim (mm)	EVAP. DO TANQUE Quixeramobim (mm)
JAN	172.99	70.4	102.59	0.096	189	247
FEV	125.30	127.1	-1.80	-0.002	136.9	179
MAR	94.18	197.3	-103.12	-0.096	102.9	135
ABR	74.87	179.6	-104.73	-0.098	81.8	107
MAI	76.52	116.8	-40.28	-0.038	83.6	109
JUN	99.03	57.2	41.83	0.039	108.2	141
JUL	136.38	34.3	102.08	0.095	149	195
AGO	189.28	6.4	182.88	0.171	206.8	270
SET	225.07	2.5	222.57	0.208	245.9	322
OUT	258.39	2.9	255.49	0.239	282.3	369
NOV	220.86	7.2	213.66	0.200	241.3	316
DEZ	221.32	23.2	198.12	0.185	241.8	316
TOTAL	1894.20	824.90	1069.30	1.0	2069.5	2706

* Parâmetro de modulação das evaporações líquidas mensais para o programa SIMRES

** Valor da evaporação anual obtida do PLIRHINE modulada mensalmente pelos dados do tanque de PICHÉ

*** Dados do INEMET

Evaporação : 1894,20 m

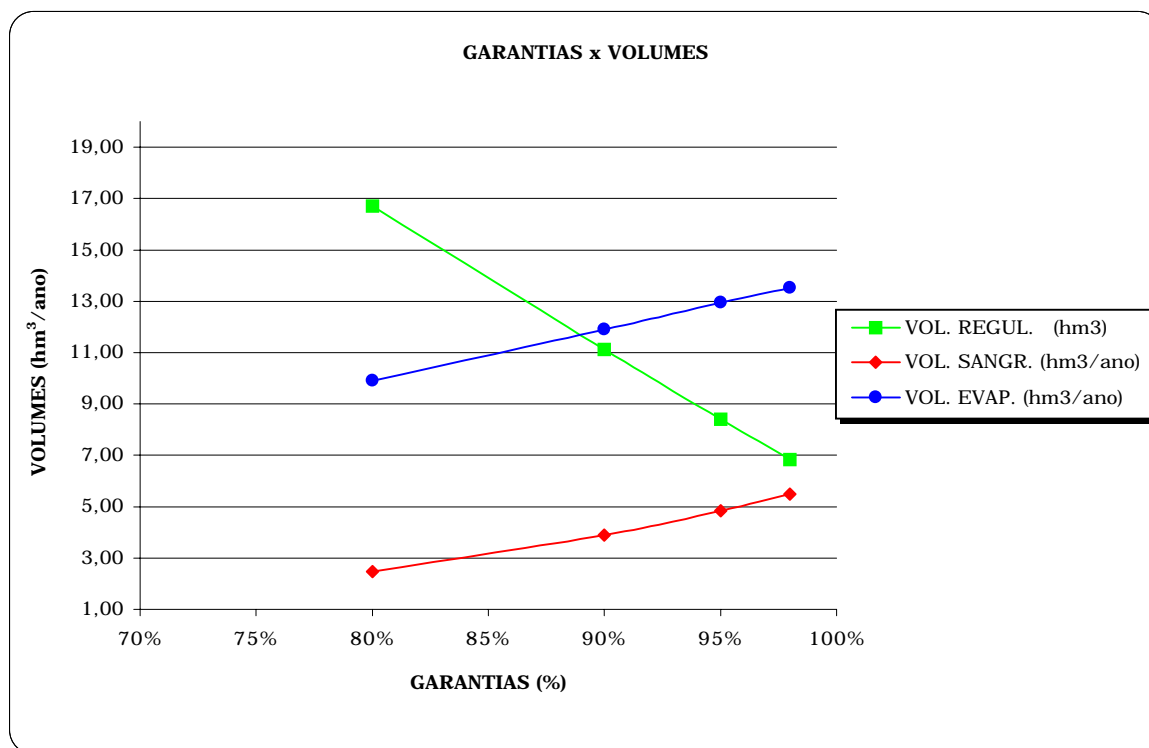
RESERVATÓRIO CEDRO

Capacidade : 126,00 hm³

Defluvio Médio: 25,84 hm³/ano

Coefficiente de Variação dos Defluvios (CV) : 1.28

Garantia (%)	80	90	95	98
Vol. Regularizado Anual (hm³)	16,714	11,111	8,398	6,836
Vazão Regularizada (m³/s)	0,530	0,352	0,266	0,217
Falha Máxima (meses)	34	28	9	7
Frequencia da Falha Anual (%)	38,82	20,00	15,29	5,88
Média das Sangrias (hm³/ano)	2,48	3,90	4,83	5,50
Médias das Evaporações (hm³/ano)	9,91	11,90	12,94	13,52



Pedras Brancas (Vinícius Berredo)

O açude Pedras Brancas (Vinícius Berredo) barra o rio Sitiá, no município de Quixadá. O açude foi construído com uma capacidade de 1.787,0 milhões de m³, controlando uma bacia de 1.831,10 km².

O reservatório foi simulado considerando-se os seguintes dados:

vazões afluentes - com uma série histórica de 86 anos, obtida por regionalização de lâmina com o rio Sitiá em Pedras Brancas;

evaporações do lago - obtidas a partir do tanque classe A em Quixeramobim com um fator de tanque de 0,70;

precipitação sobre o lago - obtidas através da precipitação média no posto mais próximo do açude Pedras Brancas (3802328 - Boqueirão Pedra Branca) utilizando-se dados do P.E.R.H.

Um resumo da evaporação e precipitação sobre o lago são apresentados a seguir:

PEDRAS BRANCAS (Posto mais próximo = 3802328)						
MÊS	EVAP. DO LAGO (mm)	PRECIP. (mm)	E - P (mm)	ALFA *	EVAP. DE PICHÉ ** Quixeramobim (mm)	EVAP. DO TANQUE *** Quixeramobim (mm)
JAN	172.99	66.3	106.69	0.095	189	247
FEV	125.30	117.0	8.30	0.007	136.9	179
MAR	94.18	190.0	-95.82	-0.085	102.9	135
ABR	74.87	186.8	-111.93	-0.100	81.8	107
MAI	76.52	108.7	-32.18	-0.029	83.6	109
JUN	99.03	48.8	50.23	0.045	108.2	141
JUL	136.38	25.2	111.18	0.099	149	195
AGO	189.28	3.4	185.88	0.165	206.8	270
SET	225.07	0.8	224.27	0.200	245.9	322
OUT	258.39	1.8	256.59	0.228	282.3	369
NOV	220.86	5.0	215.86	0.192	241.3	316
DEZ	221.32	16.7	204.62	0.182	241.8	316
TOTAL	1894.20	770.50	1123.70	1.0	2069.5	2706

* Parâmetro de modulação das evaporações líquidas mensais para o programa SIMRES

** Valor da evaporação anual obtida do PLIRHINE modulada mensalmente pelos dados do tanque de PICHÉ

*** Dados do INEMET

Evaporação : 1894,20 m

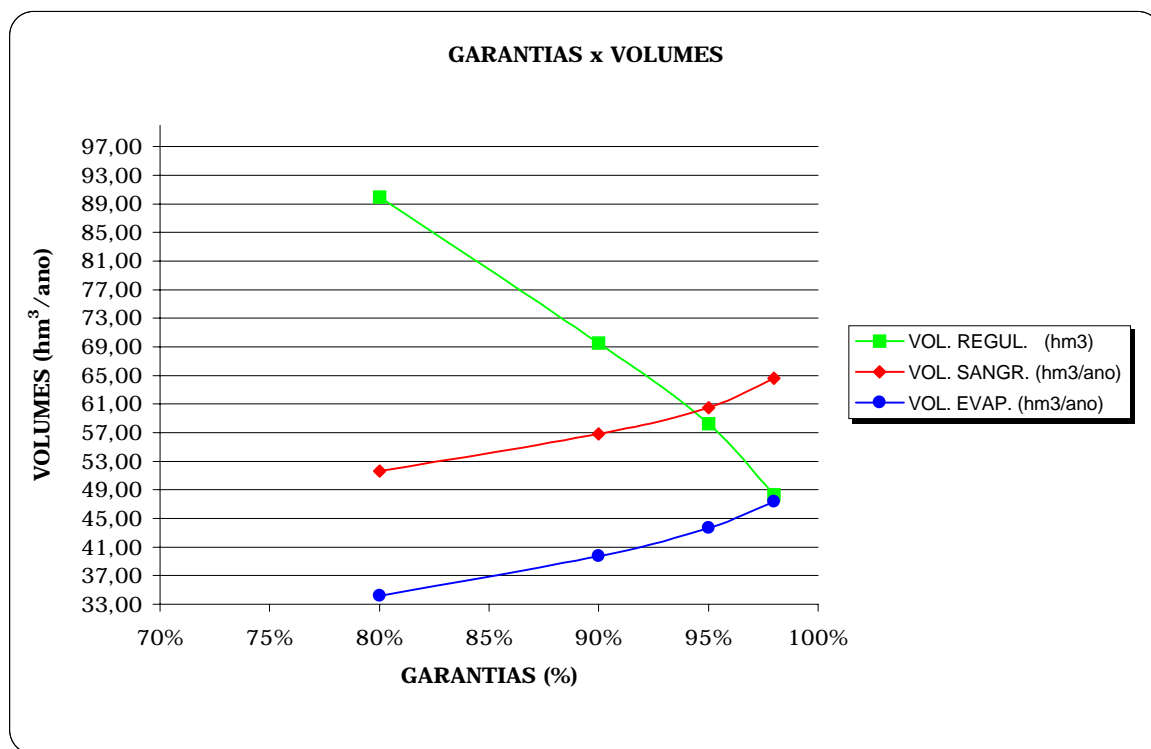
RESERVATÓRIO PEDRAS BRANCAS

Capacidade : 434,05 hm³

Defluvio Médio: 158,50 hm³/ano

Coefficiente de Variação dos Defluvios (CV) : 1,55

Garantia (%)	80	90	95	98
Vol. Regularizado Anual (hm ³)	89,927	69,544	58,251	48,313
Vazão Regularizada (m ³ /s)	2,851	2,205	1,847	1,532
Falha Máxima (meses)	30	20	13	8
Frequencia da Falha Anual (%)	37,65	24,71	12,94	7,06
Média das Sangrias (hm ³ /ano)	51,63	56,84	60,48	64,06
Médias das Evaporações (hm ³ /ano)	34,16	39,72	43,62	47,29



Trapiá II

O açude Trapiá II barra o riacho Cachoeira, no município de Pedra Branca. O açude foi construído com uma capacidade de 18,19 milhões de m³, controlando uma bacia de 187,45 km².

O reservatório foi simulado considerando-se os seguintes dados:

vazões afluentes - com uma série histórica de 85 anos, obtida por regionalização de lâmina com o rio Patu no açude Patu;

evaporações do lago - obtidas a partir do tanque classe A em Quixeramobim com um fator de tanque de 0,70;

precipitação sobre o lago - obtidas através da precipitação média no posto mais próximo do açude Trapiá II (3800957 - Pedra Branca.) utilizando-se dados do P.E.R.H.

Um resumo da evaporação e precipitação sobre o lago são apresentados a seguir:

TRAPIÁ II (Posto mais próximo = 3800957)						
MÊS	EVAP. DO LAGO (mm)	PRECIP. (mm)	E - P (mm)	ALFA *	EVAP. DE PICHÉ ** Quixeramobim (mm)	EVAP. DO TANQUE *** Quixeramobim (mm)
JAN	172.99	67.2	105.79	0.101	189	247
FEV	125.30	123.5	1.80	0.002	136.9	179
MAR	94.18	181.7	-87.52	-0.084	102.9	135
ABR	74.87	186.1	-111.23	-0.107	81.8	107
MAI	76.52	109.9	-33.38	-0.032	83.6	109
JUN	99.03	71.1	27.93	0.027	108.2	141
JUL	136.38	46.3	90.08	0.086	149	195
AGO	189.28	20.8	168.48	0.161	206.8	270
SET	225.07	6.5	218.57	0.209	245.9	322
OUT	258.39	3.7	254.69	0.244	282.3	369
NOV	220.86	10.6	210.26	0.202	241.3	316
DEZ	221.32	23.5	197.82	0.190	241.8	316
TOTAL	1894.20	850.90	1043.30	1.0	2069.5	2706

* Parâmetro de modulação das evaporações líquidas mensais para o programa SIMRES

** Valor da evaporação anual obtida do PLIRHINE modulada mensalmente pelos dados do tanque de PICHÉ

*** Dados do INEMET

Evaporação : 1894,20 m

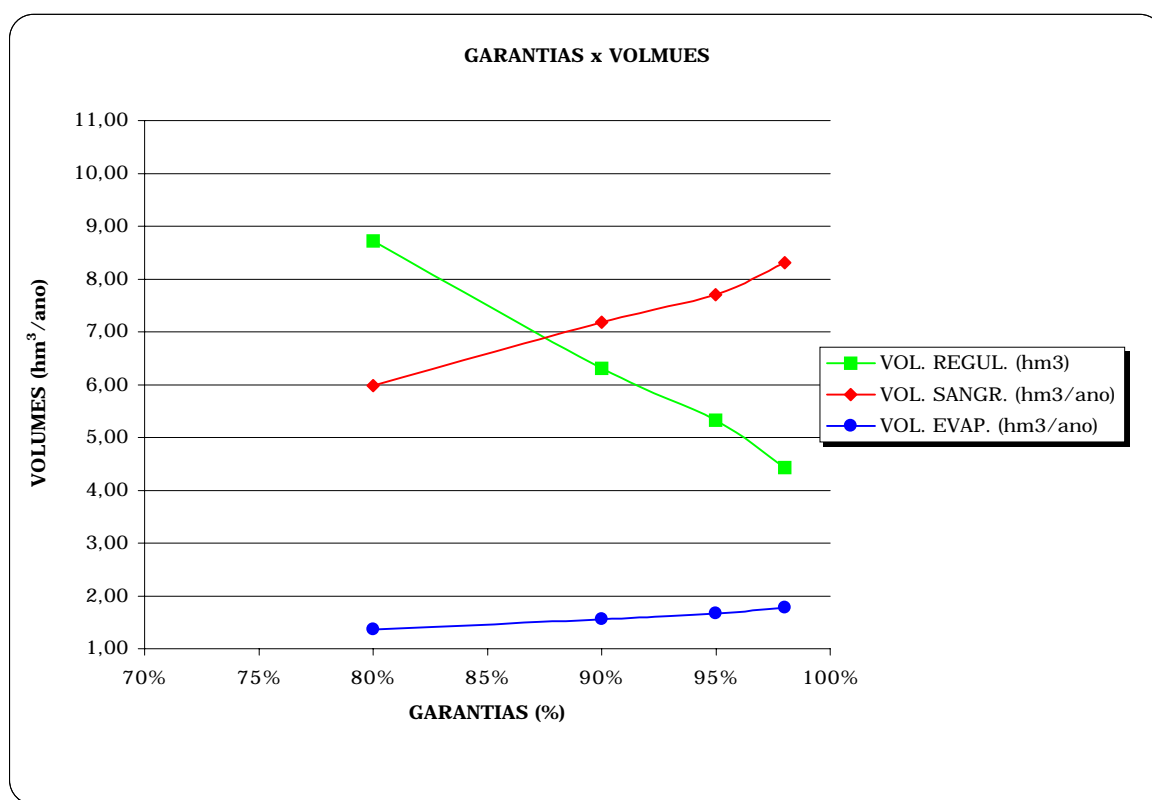
RESERVATÓRIO TRAPIÁ II

Capacidade : 18.19 hm³

Defluvio Médio: 14,44 hm³/ano

Coefficiente de Variação dos Defluvios (CV) : 1.20

Garantia (%)	80	90	95	98
Vol. Regularizado Anual (hm ³)	8,722	6,310	5,328	4,429
Vazão Regularizada (m ³ /s)	0,276	0,200	0,169	0,140
Falha Máxima (meses)	26	22	19	12
Frequencia da Falha Anual (%)	36,90	25,00	15,48	4,76
Média das Sangrias (hm ³ /ano)	5,98	7,18	7,70	8,31
Médias das Evaporações (hm ³ /ano)	1,36	1,56	1,67	1,77



São José II

O açude São José II barra o rio São Gonçalo, no município de Piquet Carneiro. O açude foi construído com uma capacidade de 29,15 milhões de m³, controlando uma bacia de 182,07 km².

O reservatório foi simulado considerando-se os seguintes dados:

vazões afluentes - com uma série histórica de 85 anos, obtida por regionalização de lâmina com o rio Banabuiú no açude Banabuiú;

evaporações do lago - obtidas a partir do tanque classe A em Quixeramobim com um fator de tanque de 0,70;

precipitação sobre o lago - obtidas através da precipitação média no posto mais próximo do açude São José (3811615 - Piquet Carneiro) utilizando-se dados do P.E.R.H.

Um resumo da evaporação e precipitação sobre o lago são apresentados a seguir:

SÃO JOSÉ (Posto mais próximo = 3811615)						
MÊS	EVAP. DO LAGO (mm)	PRECIP. (mm)	E - P (mm)	ALFA *	EVAP. DE PICHÉ ** Quixeramobim (mm)	EVAP. DO TANQUE *** Quixeramobim (mm)
JAN	172.99	69	103.99	0.096	189	247
FEV	125.30	108.2	17.10	0.016	136.9	179
MAR	94.18	189.6	-95.42	-0.088	102.9	135
ABR	74.87	179.7	-104.83	-0.097	81.8	107
MAI	76.52	104.6	-28.08	-0.026	83.6	109
JUN	99.03	57.4	41.63	0.038	108.2	141
JUL	136.38	23.8	112.58	0.104	149	195
AGO	189.28	13.2	176.08	0.162	206.8	270
SET	225.07	11.1	213.97	0.197	245.9	322
OUT	258.39	2.9	255.49	0.236	282.3	369
NOV	220.86	7.8	213.06	0.196	241.3	316
DEZ	221.32	42.2	179.12	0.165	241.8	316
TOTAL	1894.20	809.50	1084.70	1.0	2069.5	2706

* Parâmetro de modulação das evaporações líquidas mensais para o programa SIMRES

** Valor da evaporação anual obtida do PLIRHINE modulada mensalmente pelos dados do tanque de PICHÉ

*** Dados do INEMET

Evaporação : 1894,20 m

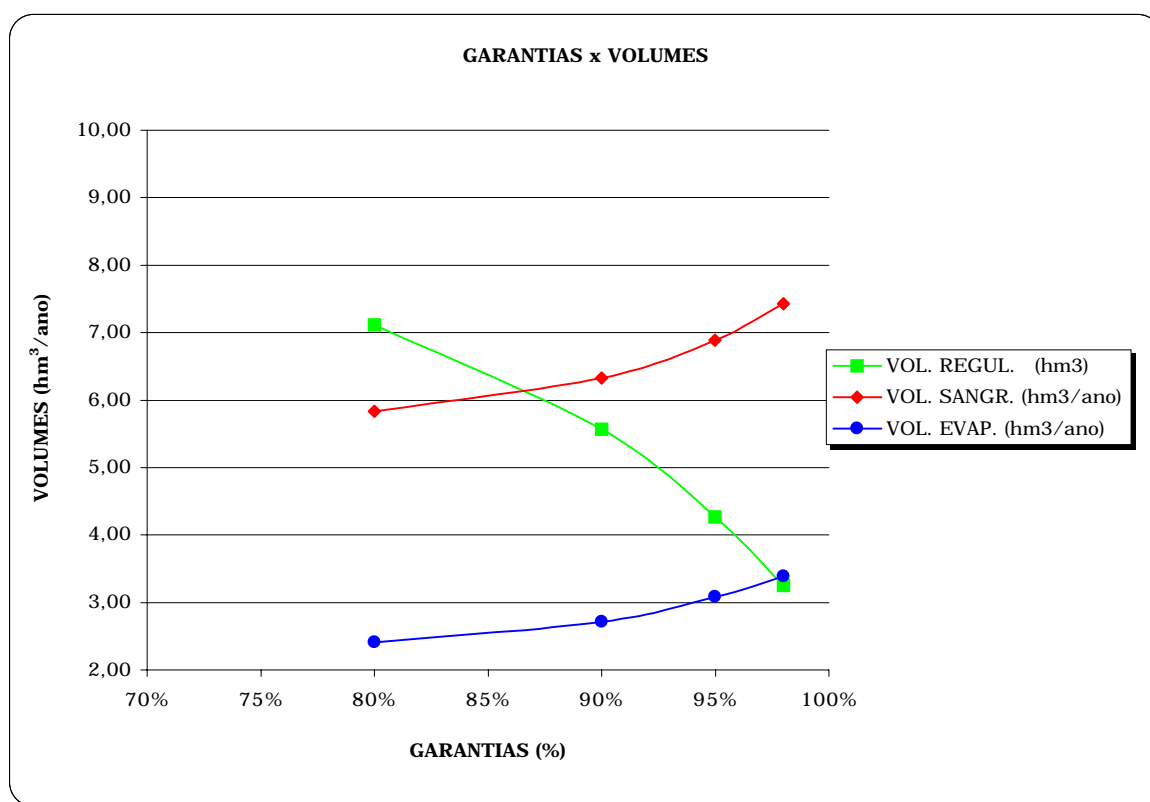
RESERVATÓRIO SÃO JOSÉ II

Capacidade : 29.15 hm³

Defluvio Médio: 14,00 hm³/ano

Coefficiente de Variação dos Defluvios (CV) : 1.53

Garantia (%)	80	90	95	98
Vol. Regularizado Anual (hm ³)	7,114	5,566	4,268	3,249
Vazão Regularizada (m ³ /s)	0,226	0,176	0,135	0,103
Falha Máxima (meses)	43	42	33	19
Frequencia da Falha Anual (%)	44,05	23,81	10,71	4,76
Média das Sangrias (hm ³ /ano)	5,83	6,33	6,89	7,43
Médias das Evaporações (hm ³ /ano)	2,41	2,71	3,08	3,39



SUB-BACIA DO MÉDIO JAGUARIBE

Ema

O açude Ema barra o rio Bom Sucesso, no município de Iracema. O açude foi construído com uma capacidade de 10,40 milhões de m³, controlando uma bacia de 95,40 km².

O reservatório foi simulado considerando-se os seguintes dados:

vazões afluentes - com uma série histórica de 85 anos, obtida por regionalização de lâmina com o rio Patu em Boqueirão do Patu;

evaporações do lago - obtidas a partir do tanque classe A em Quixeramobim com um fator de tanque de 0,70;

precipitação sobre o lago - obtidas através da precipitação média no posto mais próximo do açude Ema (3813532 - Ema aç.) utilizando-se dados do P.E.R.H.

Um resumo da evaporação e precipitação sobre o lago são apresentados a seguir:

EMA (Posto mais próximo = 3813532)						
MÊS	EVAP. DO LAGO (mm)	PRECIP. (mm)	E - P (mm)	ALFA	EVAP. DE PICHÉ ** Quixeramobim (mm)	EVAP. DO TANQUE *** Quixeramobim (mm)
JAN	172.99	60.8	112.19	0.106	189	247
FEV	125.30	122.2	3.10	0.003	136.9	179
MAR	94.18	223.2	-129.02	-0.122	102.9	135
ABR	74.87	204.9	-130.03	-0.123	81.8	107
MAI	76.52	118.1	-41.58	-0.039	83.6	109
JUN	99.03	47.2	51.83	0.049	108.2	141
JUL	136.38	22.1	114.28	0.108	149	195
AGO	189.28	4.3	184.98	0.175	206.8	270
SET	225.07	2.2	222.87	0.211	245.9	322
OUT	258.39	3.4	254.99	0.241	282.3	369
NOV	220.86	5.5	215.36	0.203	241.3	316
DEZ	221.32	21.6	199.72	0.189	241.8	316
TOTAL	1894.20	835.50	1058.70	1.0	2069.5	2706

* Parâmetro de modulação das evaporações líquidas mensais para o programa SIMRES

** Valor da evaporação anual obtida do PLIRHINE modulada mensalmente pelos dados do tanque de PICHÉ

*** Dados do INEMET

Evaporação : 1894,20 m

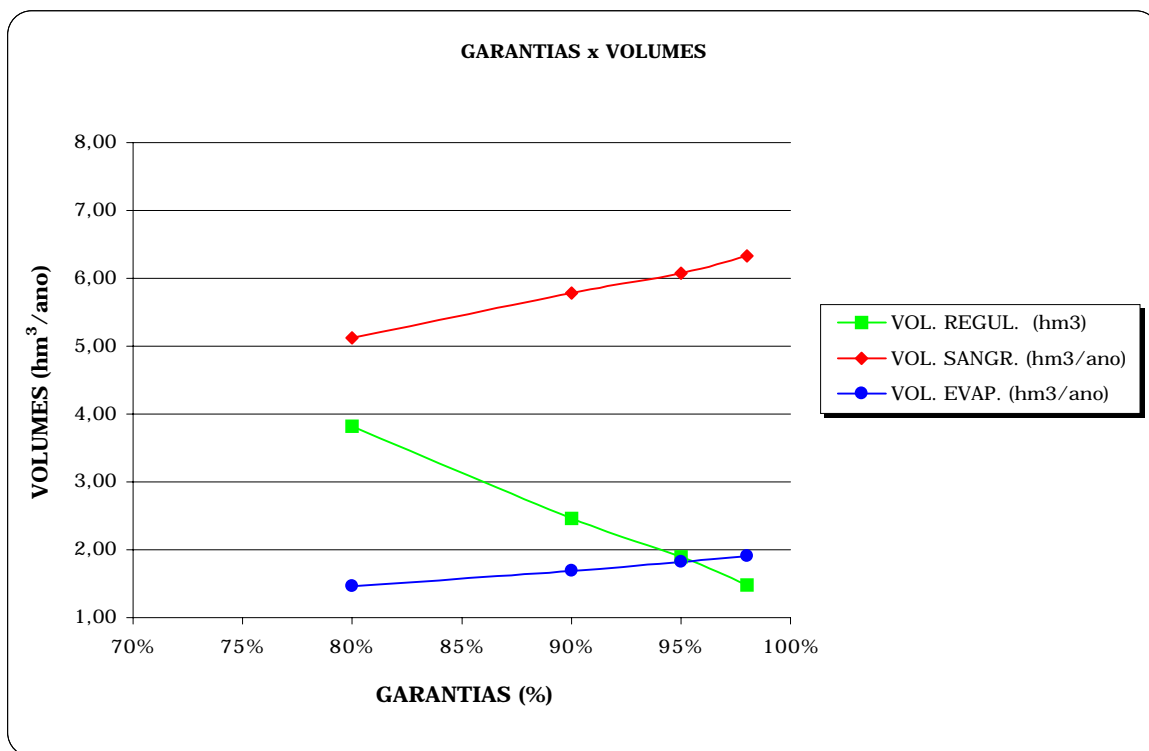
RESERVATÓRIO EMA

Capacidade : 10.39 hm³

Defluvio Médio: 9.65 hm³/ano

Coefficiente de Variação dos Defluvios (CV) :1.90

Garantia (%)	80	90	95	98
Vol. Regularizado Anual (hm ³)	3,824	2,465	1,894	1,479
Vazão Regularizada (m ³ /s)	0,121	0,078	0,060	0,047
Falha Máxima (meses)	27	21	17	9
Frequencia da Falha Anual (%)	40,48	26,19	14,29	5,95
Média das Sangrias (hm ³ /ano)	5,12	5,78	6,08	6,33
Médias das Evaporações (hm ³ /ano)	1,46	1,69	1,82	1,91



Riacho do Sangue

O açude Riacho do Sangue barra o riacho do Sangue, no município de Solonópole. O açude foi construído com uma capacidade de 61,42 milhões de m³, controlando uma bacia de 1336,98 km².

O reservatório foi simulado considerando-se os seguintes dados:

vazões afluentes - com uma série histórica de 85 anos, obtida por regionalização de lâmina com o rio Quixeramobim em Quixeramobim;

evaporações do lago - obtidas a partir do tanque classe A em Quixeramobim com um fator de tanque de 0,70;

precipitação sobre o lago - obtidas através da precipitação média no posto mais próximo do açude Riacho do Sangue (3812309 - Riacho do sangue aç.) utilizando-se dados do P.E.R.H.

Um resumo da evaporação e precipitação sobre o lago são apresentados a seguir:

RIACHO DO SANGUE (Posto mais próximo = 3812309)						
MÊS	EVAP. DO LAGO (mm)	PRECIP. (mm)	E - P (mm)	ALFA	EVAP. DE PICHÉ Quixeramobim (mm)	EVAP. DO TANQUE Quixeramobim (mm)
JAN	172.99	49.8	123.19	0.098	189	247
FEV	125.30	100.2	25.10	0.020	136.9	179
MAR	94.18	153.6	-59.42	-0.047	102.9	135
ABR	74.87	156.4	-81.53	-0.065	81.8	107
MAI	76.52	89.6	-13.08	-0.010	83.6	109
JUN	99.03	40.3	58.73	0.047	108.2	141
JUL	136.38	17.1	119.28	0.095	149	195
AGO	189.28	7.2	182.08	0.145	206.8	270
SET	225.07	5.1	219.97	0.176	245.9	322
OUT	258.39	2.0	256.39	0.205	282.3	369
NOV	220.86	5.9	214.96	0.172	241.3	316
DEZ	221.32	15.1	206.22	0.165	241.8	316
TOTAL	1894.20	642.30	1251.90	1.0	2069.5	2706

* Parâmetro de modulação das evaporações líquidas mensais para o programa SIMRES

** Valor da evaporação anual obtida do PLIRHINE modulada mensalmente pelos dados do tanque de PICHÉ

*** Dados do INEMET

Evaporação : 1894,20 m

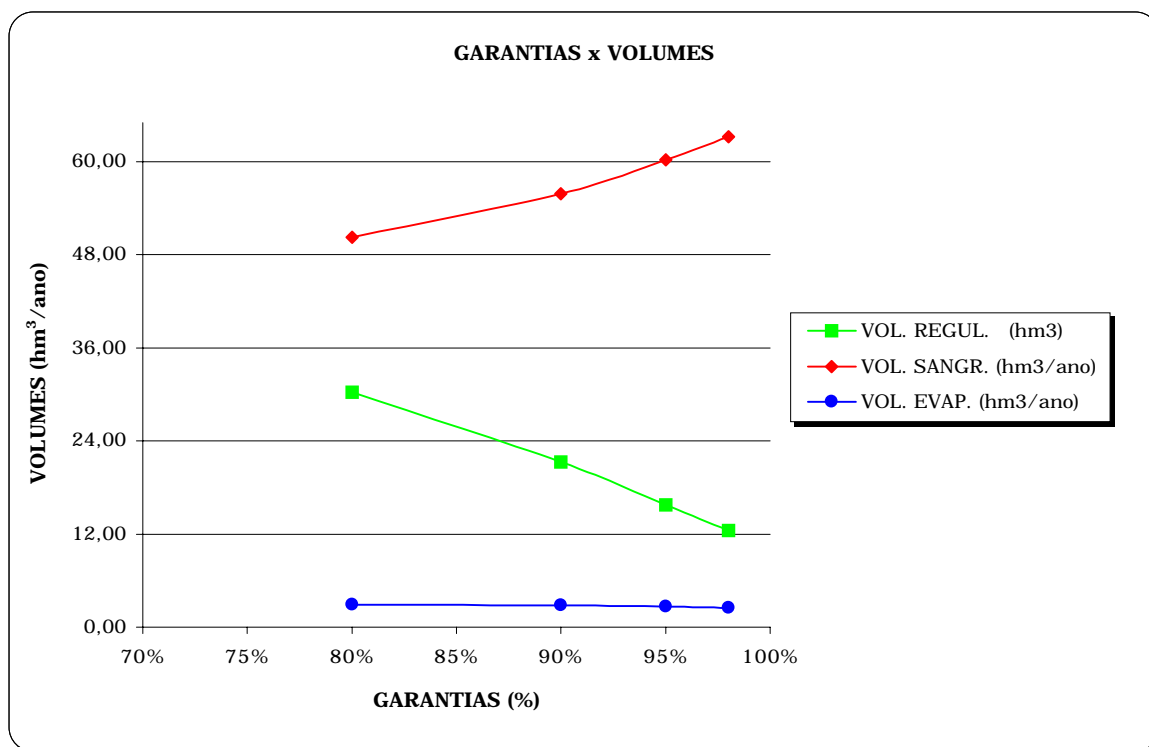
RESERVATÓRIO RIACHO DO SANGUE

Capacidade : 61.42 hm³

Defluvio Médio: 77,54 hm³/ano

Coefficiente de Variação dos Defluvios (CV) : 1.24

Garantia (%)	80	90	95	98
Vol. Regularizado Anual (hm³)	30,277	21,257	15,757	12,425
Vazão Regularizada (m³/s)	0,960	0,674	0,499	0,394
Falha Máxima (meses)	35	23	18	9
Frequencia da Falha Anual (%)	44,05	25,00	15,48	5,95
Média das Sangrias (hm³/ano)	50,21	55,85	60,21	63,19
Médias das Evaporações (hm³/ano)	2,85	2,84	2,61	2,44



Joaquim Távora (Feiticeiro)

O açude Joaquim Távora barra o riacho Feiticeiro, no município de Jaguaribe. O açude foi construído com uma capacidade de 23,66 milhões de m³, controlando uma bacia de 159,40 km².

O reservatório foi simulado considerando-se os seguintes dados:

vazões afluentes - com uma série histórica de 85 anos, obtida por regionalização de lâmina com o rio Quixeramobim em Quixeramobim;

evaporações do lago - obtidas a partir do tanque classe A em Quixeramobim com um fator de tanque de 0,70;

precipitação sobre o lago - obtidas através da precipitação média no posto mais próximo do açude Joaquim Távora (3812917 - Nova floresta aç.) utilizando-se dados do P.E.R.H.

Um resumo da evaporação e precipitação sobre o lago são apresentados a seguir:

JOAQUIM TÁVORA (Posto mais próximo = 3812917)						
MÊS	EVAP. DO LAGO (mm)	PRECIP. (mm)	E - P (mm)	ALFA *	EVAP. DE PICHÉ ** Quixeramobim (mm)	EVAP. DO TANQUE *** Quixeramobim (mm)
JAN	172.99	65.9	107.09	0.097	189	247
FEV	125.30	119.7	5.60	0.005	136.9	179
MAR	94.18	217.7	-123.52	-0.112	102.9	135
ABR	74.87	184.5	-109.63	-0.099	81.8	107
MAI	76.52	97.8	-21.28	-0.019	83.6	109
JUN	99.03	41.1	57.93	0.052	108.2	141
JUL	136.38	18.7	117.68	0.107	149	195
AGO	189.28	4.5	184.78	0.167	206.8	270
SET	225.07	6.3	218.77	0.198	245.9	322
OUT	258.39	5.0	253.39	0.230	282.3	369
NOV	220.86	8.3	212.56	0.193	241.3	316
DEZ	221.32	20.9	200.42	0.182	241.8	316
TOTAL	1894.20	790.40	1103.80	1.0	2069.5	2706

* Parâmetro de modulação das evaporações líquidas mensais para o programa SIMRES

** Valor da evaporação anual obtida do PLIRHINE modulada mensalmente pelos dados do tanque de PICHÉ

*** Dados do INEMET

Evaporação : 1894,20 m

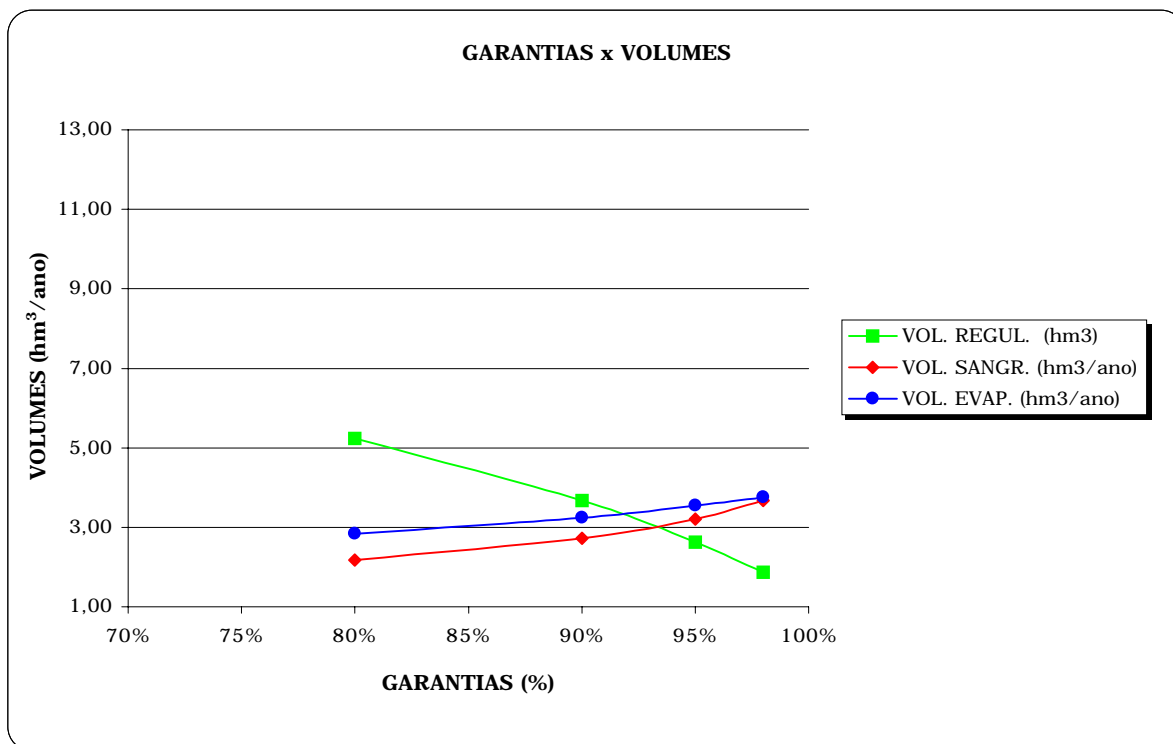
RESERVATÓRIO JOAQUIM TÁVORA

Capacidade : 23,66 hm³

Defluvio Médio: 7,40 hm³/ano

Coefficiente de Variação dos Defluvios (CV) : 1.24

Garantia (%)	80	90	95	98
Vol. Regularizado Anual (hm3)	4,155	3,026	2,052	1,490
Vazão Regularizada (m³/s)	0,13	0,10	0,07	0,05
Falha Máxima (meses)	35	23	12	6
Frequencia da Falha Anual (%)	40,48	21,43	11,90	8,33
Média das Sangrias (hm³/ano)	1,34	1,61	1,97	2,25
Médias das Evaporações (hm³/ano)	2,72	3,09	3,48	3,68



Canafístula

O açude Canafístula barra o riacho Foice, no município de Iracema. O açude foi construído com uma capacidade de 13,12 milhões de m³, controlando uma bacia de 58,38 km².

O reservatório foi simulado considerando-se os seguintes dados:

vazões afluentes - com uma série histórica de 85 anos, obtida por regionalização de lâmina com o rio Patu em Boqueirão do Patu;

evaporações do lago - obtidas a partir do tanque classe A em Quixeramobim com um fator de tanque de 0,70;

precipitação sobre o lago - obtidas através da precipitação média no posto mais próximo do açude Canafístula (3813532 - Ema aç.) utilizando-se dados do P.E.R.H.

Um resumo da evaporação e precipitação sobre o lago são apresentados a seguir:

CANAFÍSTULA (Posto mais próximo = 3813532)						
MÊS	EVAP. DO LAGO (mm)	PRECIP. (mm)	E - P (mm)	ALFA *	EVAP. DE PICHÉ ** Quixeramobim (mm)	EVAP. DO TANQUE *** Quixeramobim (mm)
JAN	172.99	60.8	112.19	0.104	189	247
FEV	125.30	116.7	8.60	0.008	136.9	179
MAR	94.18	217.9	-123.72	-0.115	102.9	135
ABR	74.87	198.2	-123.33	-0.114	81.8	107
MAI	76.52	116.7	-40.18	-0.037	83.6	109
JUN	99.03	47.2	51.83	0.048	108.2	141
JUL	136.38	22.1	114.28	0.106	149	195
AGO	189.28	4.3	184.98	0.171	206.8	270
SET	225.07	2.2	222.87	0.206	245.9	322
OUT	258.39	3.4	254.99	0.236	282.3	369
NOV	220.86	5.5	215.36	0.199	241.3	316
DEZ	221.32	19.1	202.22	0.187	241.8	316
TOTAL	1894.20	814.10	1080.10	1.0	2069.5	2706

* Parâmetro de modulação das evaporações líquidas mensais para o programa SIMRES
 ** Valor da evaporação anual obtida do PLIRHINE modulada mensalmente pelos dados do tanque de PICHÉ
 *** Dados do INEMET
 Evaporação : 1894,20 m

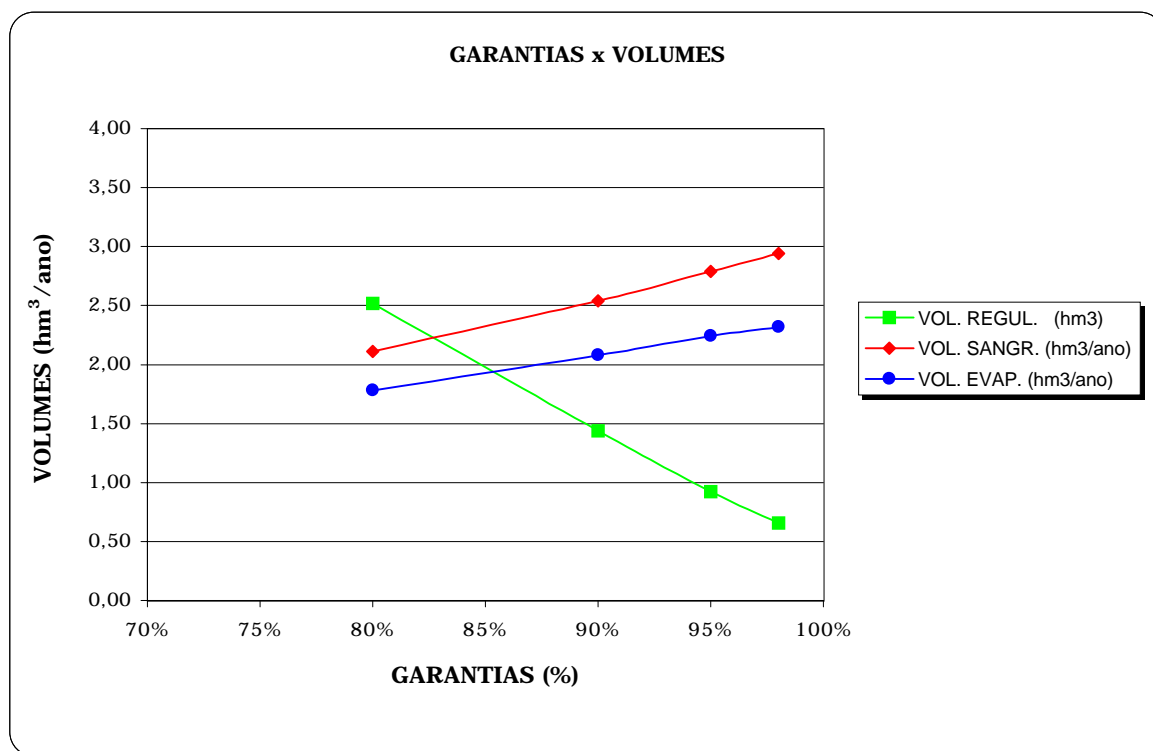
RESERVATÓRIO CANAFÍSTULA

Capacidade : 13,12 hm³

Defluvio Médio: 5,91 hm³/ano

Coefficiente de Variação dos Defluvios (CV) : 1.90

Garantia (%)	80	90	95	98
Vol. Regularizado Anual (hm ³)	2,519	1,436	0,922	0,656
Vazão Regularizada (m ³ /s)	0,080	0,046	0,029	0,021
Falha Máxima (meses)	30	25	20	12
Frequencia da Falha Anual (%)	38,10	20,24	16,67	5,95
Média das Sangrias (hm ³ /ano)	2,11	2,54	2,79	2,94
Médias das Evaporações (hm ³ /ano)	1,78	2,08	2,24	2,32



SUB-BACIA DO BAIXO JAGUARIBE

Santo Antônio de Russas

O açude Santo Antônio de Russas barra o rio Palhano, no município de Russas. O açude foi construído com uma capacidade de 29,70 milhões de m³, controlando uma bacia de 640,0 km².

O reservatório foi simulado considerando-se os seguintes dados:

vazões afluentes - com uma série histórica de 81 anos, obtida por regionalização de lâmina com o rio Quixeramobim em Quixeramobim;

evaporações do lago - obtidas a partir do tanque classe A em Quixeramobim com um fator de tanque de 0,70;

precipitação sobre o lago - obtidas através da precipitação média no posto mais próximo do açude Santo Antônio de Russas (2893669 - Santo Antônio de Russas) utilizando-se dados do P.E.R.H.

Um resumo da evaporação e precipitação sobre o lago são apresentados a seguir:

SANTO ANTÔNIO DE RUSSAS (Posto mais próximo = 2893669)						
MÊS	EVAP. DO LAGO (mm)	PRECIP. (mm)	E - P (mm)	ALFA *	EVAP. DE PICHÉ ** Morada Nova (mm)	EVAP. DO TANQUE *** Morada Nova (mm)
JAN	188.18	62.3	125.88	0.099	207.7	269
FEV	135.72	114.0	21.72	0.017	149.8	194
MAR	79.46	191.9	-112.44	-0.089	87.7	114
ABR	81.63	181.4	-99.77	-0.079	90.1	117
MAI	101.83	110.4	-8.57	-0.007	112.4	145
JUN	116.60	47.7	68.90	0.054	128.7	167
JUL	162.72	21.7	141.02	0.111	179.6	232
AGO	220.88	6.3	214.58	0.169	243.8	316
SET	223.51	1.8	221.71	0.175	246.7	319
OUT	253.05	1.7	251.35	0.198	279.3	362
NOV	235.47	3.0	232.47	0.183	259.9	336
DEZ	226.05	14.8	211.25	0.167	249.5	323
TOTAL	2025.10	757.00	1268.10	1.0	2235.2	2893

* Parâmetro de modulação das evaporações líquidas mensais para o programa SIMRES
 ** Valor da evaporação anual obtida do PLIRHINE modulada mensalmente pelos dados do tanque de PICHÉ
 *** Dados do INEMET
 Evaporação : 2025,10 m

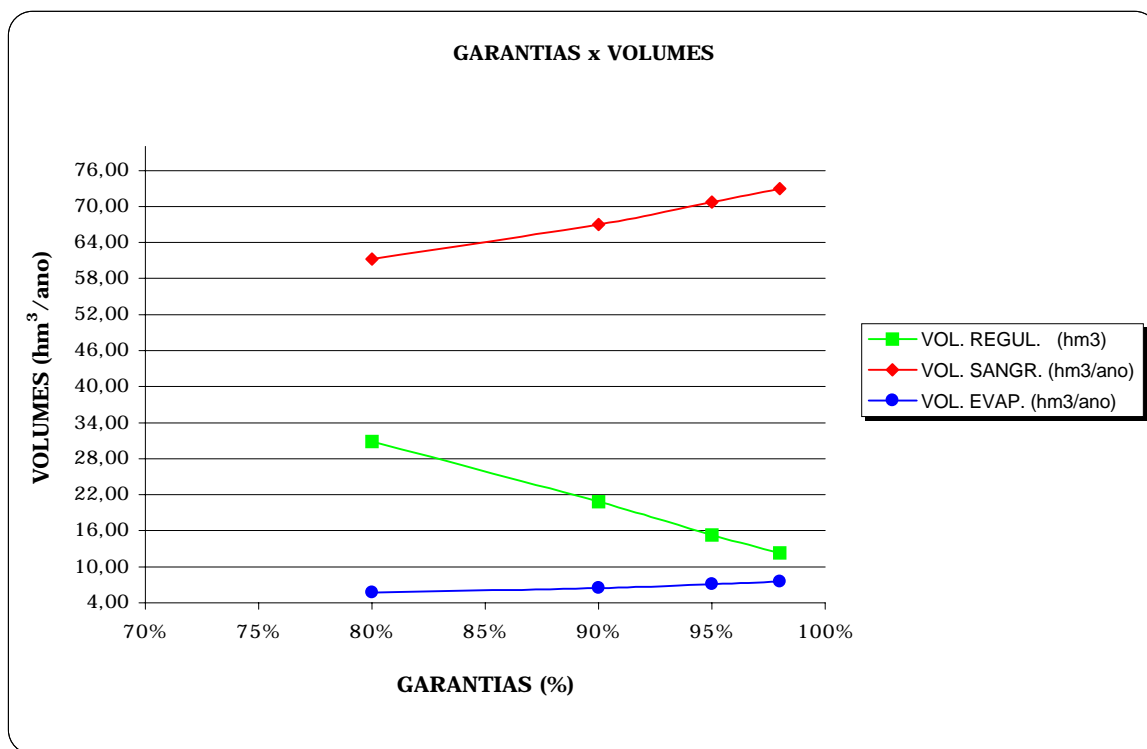
RESERVATÓRIO SANTO ANTÔNIO DE RUSSAS

Capacidade : 29,72 hm³

Defluvio Médio: 92,32 hm³/ano

Coefficiente de Variação dos Defluvios (CV) : 1.02

Garantia (%)	80	90	95	98
Vol. Regularizado Anual (hm³)	30,901	20,861	15,343	12,289
Vazão Regularizada (m³/s)	0,980	0,661	0,486	0,390
Falha Máxima (meses)	17	12	9	6
Frequencia da Falha Anual (%)	55,00	32,50	22,50	11,25
Média das Sangrias (hm³/ano)	61,21	67,01	70,72	72,98
Médias das Evaporações (hm³/ano)	5,69	6,49	7,13	7,55



1.6. CONCLUSÕES SOBRE O ESTUDO DE OFERTA HÍDRICA SUPERFICIAL

As simulações procedidas com o programa SIMRES utilizando-se os dados apresentados nos ítems anteriores foram condensadas na Tabela 1.6.1. Os resultados completos são apresentados nos arquivos de saída do Programa. A Tabela 1.6.1 apresenta as variáveis descritas a seguir.

Deflúvio médio anual - No caso de reservatórios sem influência de outros a montante (a menos dos pequenos açudes incluídos na avaliação do MODHAC), os resultados representam o escoamento natural obtido pelo MODHAC. Para os reservatórios com influência de outros reservatórios de montante, os resultados representam os escoamentos naturais obtidos para a parte não controlada da bacia (MODHAC), mais as sangrias dos reservatórios de montante obtidas pelo SIMRES.

Coefficiente de variação dos deflúvios anuais - Representa os coeficientes de variação das séries de deflúvios anuais obtidos segundo o processo descrito no item anterior.

Capacidade do reservatório - Valor da capacidade inserido na tabela para termo de comparação com a regularização do reservatório e com o volume anual escoado.

Volume anual regularizado com 90% de garantia mensal (Q90) - Representa a capacidade de regularização em unidades volumétricas. O valor foi estimado considerando uma retirada constante ao longo do ano.

Vazão regularizada com 90% de garantia mensal (Q90) - Representa a capacidade de regularização em unidades de vazão. Trata-se apenas de uma mudança de unidades dos valores do volume regularizado.

Média das retiradas. Representa o volume efetivamente retirado do reservatório. Representa uma parte do volume anual regularizado (Planejado para retirada quando há disponibilidade)

Seca hidrológica máxima - Representa o número máximo de meses seguidos em que o reservatório deixou de atender integralmente a demanda na série simulada.

Período simulado - Representa o período com disponibilidade de dados hidrológicos para a simulação.

VOLUME 1 - TOMO II - Estudos de Base de Hidrologia

Média das Sangrias: Representa o volume anual médio não controlado pelos reservatórios - sangria para os reservatórios de jusante ou para o oceano se tratar do reservatório mais de jusante.

Média da evaporação: - representa o volume médio anual evaporado do lago do reservatório no período simulado.

Rendimento Hidrológico - Representa a relação, em porcentagem, entre o volume efetivamente retirado do reservatório e o volume afluente médio anual.

Os resultados obtidos mostraram que a oferta hídrica total é de 1.351,31 hm³/ano

A seca hidrológica máxima variou de 82 meses contínuos no açude Broco até 12 meses no açude Santo Antônio de Russas. O valo médio obtido foi de 31 meses. Esses resultados mostraram a grande probabilidade de existência de períodos críticos prolongados. A adoção de uma prática de outorga de 90% dos volumes anuais regularizados, para uma garantia mensal de 90%, pode reduzir um pouco esta probabilidade de secas prolongadas.

O rendimento hidrológico dos reservatórios variou de um máximo de 72% no açude Thomás Osterne a um mínimo de 11% no açude Broco. O maior valor do rendimento deve-se a um reservatório que armazena 5,10 vezes o volume afluente anual com boa eficiência, ao relativamente baixo coeficiente de variação dos deflúvios anuais(0,96) e também aos fatores morfológicos.

Tabela 1.6.1: Resultados do Estudo Hidrológico da Grande Açudagem

Açude	Deflúvio Médio (hm ³ /ano)	Coefficiente Variação Deflúvios (CV)	Capacidade Reservatório (hm ³)	V90 (hm ³ /ano)	Q90 (m ³ /s)	Média Retiradas (hm ³ /ano)	Seca Hidrológica Máxima (mês)	Período Simulado	Média Sangria (hm ³ /ano)	Média Evaporação (hm ³ /ano)	Rendimento Hidrológico (%)
Atalho II	97,78	2,10	108,25	29,945	0,95	27,20	59	1911-1996	66,68	4,47	27,82
Banabuiú	768,42	1,50	1800,00	367,792	11,66	334,36	31	1912-1996	360,75	68,31	43,51
Boa Viagem	28,88	1,38	47,00	8,663	0,27	7,82	57	1911-1991	16,71	4,27	27,08
Broco	4,59	1,45	17,50	0,552	0,02	0,50	82	1913-1996	0,89	3,22	10,89
Canafistula	5,91	1,90	13,12	1,436	0,05	1,31	25	1912-1996	2,54	2,08	22,17
Canoas	19,31	1,49	69,25	10,115	0,32	9,13	64	1912-1996	5,13	4,72	47,28
Cedro	25,84	1,28	126,00	11,111	0,35	10,13	28	1911-1996	3,90	11,90	39,20
Cipoada	32,25	1,55	17,25	7,283	0,23	6,64	29	1911-1996	22,69	3,12	20,59
Ema	9,65	1,90	10,39	2,465	0,08	2,25	21	1912-1996	5,78	1,69	23,32
Favelas	32,38	1,61	30,00	6,726	0,21	6,16	20	1912-1996	19,58	6,78	19,02
Fogareiro	267,85	1,25	118,81	65,861	2,09	60,00	19	1911-1996	188,92	19,79	22,40
Ingazeiro	11,57	1,25	11,32	3,655	0,12	3,32	46	1912-1996	7,86	0,43	28,69
Joaquim Távora	7,40	1,24	23,66	3,026	0,10	2,75	23	1912-1996	1,61	3,09	37,16
Lima Campos	24,78	1,11	63,65	14,342	0,45	13,15	22	1912-1996	3,79	8,08	53,07
Nobre	1,68	1,21	22,09	0,437	0,01	0,40	33	1913-1996	0,00	1,30	23,81
Olho d'Água	5,49	1,46	21,00	3,848	0,12	3,52	34	1911-1996	1,09	0,91	64,12
Orós	1042,36	1,40	1956,26	497,360	15,77	455,28	22	1912-1996	473,80	117,69	43,68
Patu	73,42	1,26	71,83	29,993	0,95	27,24	21	1912-1996	41,27	5,37	37,10
Poço da Pedra	46,09	1,51	50,00	12,099	0,38	11,01	36	1913-1996	27,02	8,54	23,89
Poço do Barro	29,57	1,55	52,00	11,162	0,35	10,22	25	1911-1996	15,94	3,75	34,56
Prazeres	6,18	1,25	32,50	3,933	0,12	3,56	58	1912-1996	1,23	1,26	57,61
Quixabinha	3,29	1,99	32,51	1,355	0,04	1,23	44	1912-1996	0,54	1,49	37,39
Quixeramobim	354,36	1,30	54,00	44,981	1,43	40,99	21	1913-1996	307,15	6,64	11,57
Riacho do Sangue	77,54	1,24	61,42	21,257	0,67	19,42	23	1912-1996	55,85	2,84	25,05
Riacho dos Carneiros	3,61	1,28	37,18	2,130	0,07	1,95	24	1913-1996	0,07	1,48	54,02
Riacho dos Tanques	2,99	1,37	12,78	0,843	0,03	0,77	23	1913-1996	0,48	1,77	25,75
Riacho Verde	1,83	1,32	14,67	0,626	0,02	0,57	43	1913-1996	0,07	1,19	31,15
Rivaldo de Carvalho	12,47	1,29	6,43	2,061	0,07	1,88	19	1912-1996	8,25	2,38	15,08
São José II	14,00	1,53	29,15	5,566	0,18	5,07	42	1912-1996	6,33	2,71	36,21
Serafim Dias	101,39	1,52	43,00	13,642	0,43	12,40	23	1911-1996	83,14	6,30	12,23
Sto Antônio de Russas	92,32	1,02	29,72	20,861	0,66	19,18	12	1911-1991	67,01	6,49	20,78
Thomas Osterne	5,64	0,96	28,79	4,477	0,14	4,08	32	1912-1996	0,28	1,33	72,34
Tripiá II	14,44	1,20	18,19	6,310	0,20	5,77	22	1911-1996	7,18	1,56	39,96
Trici	25,39	1,61	16,50	4,564	0,14	4,17	20	1912-1996	17,64	3,66	16,42
Trussu	73,74	1,29	263,00	51,629	1,64	47,18	20	1912-1996	15,97	11,16	63,98
Várzea do Boi	44,38	1,63	51,82	9,662	0,31	8,86	20	1912-1996	23,74	11,98	19,96
Vinícius Berredo	158,50	1,55	434,05	69,544	2,21	63,67	20	1911-1996	56,84	39,72	40,17
TOTAL	3527,29	-	-	1351,31	42,84	1233,14	-	-	1917,72	383,47	-
MÉDIA	-	1,43	-	-	-	-	31	-	-	-	33,22

1.6.1. Análise Comparativa Entre a Oferta Atual e a Apresentada por Outros Estudos

No decorrer do estudo, observou-se algumas diferenças entre os valores de volumes regularizados estimados no Plano do Jaguaribe e estimados durante o Plano Estadual de Recursos Hídricos. Fundamentalmente, estas diferenças devem-se à pequena qualidade de dados fluviométricos disponíveis na bacia

A alternativa do uso de modelos chuva x deflúvio para cobrir esta deficiência tem sido a prática mais adotada nos estudos hidrológicos desenvolvidos nos últimos tempos no Estado do Ceará. Essa prática foi também largamente adotada neste Plano. Todavia, alguns experimentos conduzidos no presente estudo mostram que as séries de vazões obtidas por transposição de parâmetros do MODHAC (calibração em um posto com dados fluviométricos para aplicação dos parâmetros em uma outra bacia) mostraram-se bastante sensíveis aos períodos e postos usados para simulação.

Essa sensibilidade explica parte das diferenças entre os valores das vazões regularizadas do P.E.R.H. e do Plano do Jaguaribe. A estimativa das vazões afluentes por regionalização de vazões, quando se dispõe de séries observadas em bacias hidrologicamente semelhantes, é bem mais eficiente.

Dessa forma, tomou-se por opção analisar os principais reservatórios da bacia – Orós e Banabuiú – através de séries de volumes afluentes de bacias hidrologicamente homogêneas. Esse procedimento conduziu a valores diferentes das disponibilidades da bacia como um todo em relação ao P.E.R.H. Por exemplo, o volume anual regularizado pelo Orós passou de 699,0 hm³ (dado do P.E.R.H.) para 497,0 hm³; enquanto que o do Banabuiú variou de 402,0 hm³ (dado do P.E.R.H.) para 368,0 hm³. A adoção de um valor mais conservador ou mais “ousado” é uma decisão que influi diretamente na alocação inicial das águas da bacia.

O Quadro 1.6.1.1 apresenta os valores do deflúvio médio afluente e vazão regularizada para os reservatórios estudados no Plano e no P.E.R.H.

Para a maioria dos reservatórios os valores estão compatíveis, entretanto para alguns como Boa Viagem, Riacho Verde e Riacho dos Carneiros, a grande diferença nos valores apresentados no Plano em relação ao P.E.R.H justifica-se pela grande diferença na área da bacia hidrográfica utilizada na simulação. Para o açude Boa Viagem o P.E.R.H. utilizou como área da bacia hidrográfica o valor de 729,0 km² e o Plano 409,0 km². O Riacho Verde no P.E.R.H. apresenta uma área de 14 km² enquanto o Plano utilizou 25,3 km². O P.E.R.H considerou para o Riacho dos Carneiros uma área de 477 km² enquanto o Plano 30,2 km², ficando assim justificada as diferenças

apresentadas. Neste Plano, os reservatórios foram precisamente localizados a partir de imagens de satélite e portanto apresentam maior acuracidade no traçado das bacias hidrográficas.

A diferença do deflúvio apresentada para o açude Quixeramobim entre o P.E.R.H e este Plano é justificada devido, na época do primeiro estudo, não havia o reservatório Fogareiro, enquanto que, neste Plano, considerou-se a construção do Fogareiro, que passou a controlar grande parte do deflúvio antes pertencente a bacia do Quixeramobim.

Para os reservatórios Nobre, Joaquim Távora e Santo Antônio de Russas as diferenças são atribuídas ao diferente posto fluviométrico utilizado para transpor parâmetros entre este Plano e o P.E.R.H. No P.E.R.H., o posto fluviométrico utilizado para transpor os dados para o reservatório Nobre foi Patu enquanto que no Plano o posto utilizado foi o Quixeramobim. Para o reservatório Joaquim Távora, o posto fluviométrico utilizado no P.E.R.H. para transpor os dados foi Icó/Santo Antônio, enquanto neste Plano utilizou-se o Quixeramobim.

O posto utilizado no P.E.R.H para transpor parâmetros para o reservatório Santo Antônio de Russas foi o Patu, neste Plano o posto utilizado foi o Quixeramobim. O posto fluviométrico de Quixeramobim foi utilizado para a transposição de parâmetros para estes açudes de acordo com o uso do solo bastante similar entre as bacias hidrográficas dos mesmos e a do posto de Quixeramobim.

Uma diferença significativa ocorreu também com relação aos resultados do açude Ingazeiro, cujos valores encontrados para o coeficiente de escoamento entre os dados do P.E.R.H. e deste Plano apresentam diferenças bastante significativas. São apresentadas a seguir os dados do açude Ingazeiro para uma análise comparativa entre os dados do P.E.R.H. e os deste Plano.

Reservatório	Estudo	Lâmina média anual precipitada (mm)	Lâmina média anual escoada (mm)	Coefficiente de escoamento (%)
Ingazeiro	PLANO	938,37	50,69	5,40
	P.E.R.H	1175,20	230,20	19,60

Baseados nos dados apresentados acima, observa-se que o reservatório Ingazeiro apresenta um coeficiente de escoamento de 19,60%, o que é incompatível com as características sedimentares da bacia em que se encontra este reservatório. É, portanto, mais razoável o valor de vazão regularizada para este reservatório calculado por este Plano.

Quadro 1.6.1.1 Análise comparativa Plano – P.E.R.H. com relação aos valores de vazão regularizada dos açudes estratégicos da bacia do Jaguaribe

Sub – Bacia	Açude	Capacidade (hm ³)	Deflúvio médio afluyente (hm ³ /ano)		Q90(m ³ /s)	
			Plano	P.E.R.H.	Plano	P.E.R.H.
Alto Jaguaribe	Várzea do Boi	51,82	44,38	42,594	0,306	0,146
	Favelas	30,10	32,38	28,732	0,213	0,309
	Poço da Pedra	50,00	46,09	64,842	0,384	0,495
	Broco	17,50	4,593	4,057	0,018	0,009
	Orós	1956,26	1042,36	1465,144	15,77	22,15
Banabuiú	Patu	71,83	73,42	74,052	0,951	0,863
	Boa Viagem	47,05	28,88	44,499	0,275	0,488
	Riacho Verde	14,67	1,83	1,121	0,020	0,006
	Nobre	22,09	1,68	0,760	0,014	0,004
	Quixeramobim	54,00	354,36	501,393	1,426	1,75
	Riacho dos Tanques	12,79	2,99	1,118	0,027	0,021
	Banabuiú	1800,00	768,42	780,877	11,659	12,78
	Pedras Brancas	434,05	158,50	202,931	2,205	3,259
	Cipoada	17,25	32,25	26,121	0,231	0,17
	Poço do Barro	52,00	29,57	30,923	0,354	0,489
	Cedro	126,00	25,84	25,347	0,352	0,482
Salgado	Thomas Osterne	28,79	5,64	8,702	0,142	0,22
	Riacho dos Carneiros	37,18	3,61	48,818	0,068	0,756
	Quixabinha	32,51	3,29	5,505	0,043	0,143
	Prazeres	32,50	6,18	17,724	0,125	0,363
	Ingazeiro	11,32	11,57	76,902	0,116	0,358
	Lima Campos	63,65	24,78	34,407	0,455	0,491
Médio Jaguaribe	Joaquim Távora	23,66	7,40	7,588	0,096	0,123
	Riacho do Sangue	61,42	77,54	96,436	0,674	0,77
	Ema	10,39	9,65	8,708	0,078	0,13
Baixo Jaguaribe	Sto. Antônio de Russas	29,72	92,32	51,339	0,661	0,336

1.6.2. Comentários

Um dos principais desafios na Gestão das Águas diz respeito à definição do volume total a outorgar em uma bacia hidrográfica em condições de poucas informações hidrológicas e grandes variabilidades naturais.

A adoção de diferentes técnicas na estimativa das vazões certamente conduzem a diferentes vazões regularizadas.

A decisão entre adotar, para o volume regularizado, um valor mais conservador ou mais otimista tem conseqüências diretas na gestão das águas na bacia. A adoção de valores mais elevados viabiliza a implantação de maiores áreas para irrigação tendo como contrapartida a maior possibilidade de ocorrência de conflitos no futuro. Por outro lado, a adoção de valores mais conservadores para a vazão regularizada implica em menores disponibilidades para implantação de novas áreas irrigadas, por outro lado, há menor probabilidade de conflitos no futuro.

Há dois tipos de incertezas envolvidas: a de ordem natural do regime hidrológico dos rios e a de carência de informações. A primeira como não pode ser modificada, as decisões têm que conviver com ela. A segunda, todavia, é passível de ser reduzida com medições fluviométricas. Dessa forma recomenda-se:

- 1) A intensificação de medições hidrológicas na bacia do Jaguaribe;
- 2) O desenvolvimento de práticas de decisões sob incertezas.

2.0. ESTUDOS DE OFERTA HÍDRICA SUBTERRÂNEA

2. ESTUDOS DE OFERTA HÍDRICA SUBTERRÂNEA

2.1. INTRODUÇÃO

As águas subterrâneas da Bacia do rio Jaguaribe possuem um papel relevante para o crescimento regional, com destaque maior para a Região do Cariri, localizada na Sub-Bacia Hidrográfica do Salgado, onde representam a base do desenvolvimento sócio-econômico da região e constituem o principal bem mineral explorado pelas comunidades, com cerca de 90% do abastecimento d'água da região realizado através de poços tubulares e fontes.

Até 1989, o Plano Estadual de Recursos Hídricos – PERH cadastrou aproximadamente 11.000 poços tubulares no Estado, dos quais 3.537 poços e 624 análises físico-químicas na Bacia do Jaguaribe, contribuindo para a formação de um Banco de Dados de Poços Tubulares e Análises Físico-Químicas e Bacteriológicas e, conseqüentemente, para o entendimento maior dos aspectos pertinentes as águas subterrâneas desta região.

Dando prosseguimento a política de planejamento e gestão dos recursos hídricos, o governo cearense está implementando o Plano de Gerenciamento de Recursos Hídricos, no qual as águas subterrâneas integram um capítulo específico e mostram, no geral, a evolução dos conhecimentos hidrogeológicos no âmbito da Bacia do Jaguaribe após o desenvolvimento do PERH.

2.2. LEVANTAMENTO E ANÁLISE DE ESTUDOS ANTERIORES

Os estudos anteriores a 1990 foram condensados e analisados no decorrer do desenvolvimento do Plano Estadual dos Recursos Hídricos - PERH, editado pela Secretaria dos Recursos Hídricos em 1992. Desta forma, este tópico abordará inicialmente este Plano e, em seguida, os estudos posteriores ou em desenvolvimento, que dizem respeito às águas subterrâneas.

Atualmente, o número de fichas dos poços tubulares existentes na Bacia do Jaguaribe apresentados na Tabela 2.2.1 é de 4.062, ressaltando-se que ocorreu um acréscimo de 525 após o cadastro realizado para o PERH CEARÁ, (1992). Porém, o cadastro de campo realizado até julho/98 pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM (1998), demonstra existirem 4.793 poços na área da bacia.

Tabela 2.2.1 - Números de Poços Cadastrados por Município – Bacia do Jaguaribe-CE

Municípios	PERH	Ano										
		89	90	91	92	93	94	95	96	97	s/d	
Abaiara	21	1	4			1						27
Acopiara	53	1				8						62
Aiuaba	32					1			5			38
Altaneira	7			1	2							10
Alto Santo	32		1	2	7		1		4			47
Antonina do Norte	8											8
Aracati	108				1	2	1	1	5	1		119
Araripe	63							1				64
Arneiroz	37											37
Assaré	72	2	3									77
Aurora	18						4					22
Baixio	19		2									21
Banabuiú	0											0
Barbalha	47		1	1	2							51
Barro	45											45
Boa Viagem	58	3		2	3	1	2	3			1	73
Brejo Santo	59	2	1	2	2	1	1					68
Campos Sales	72	2							5			79
Caririaçu	15	2										17
Carius	19	2										21
Catarina	23											23
Cedro	49					2	2	1				54
Crato	152	2	5	2	1							162
Ererê	1									2		3
Farias Brito	26											26
Granjeiro	8											8
Ibicuitinga	3			1			5		5	1		15
Icapuí	13		1	1		5	1					21
Icó	35						1				1	37
Iguatu	149		3		8	6	1		5			172
Ipaumirim	18				3							21

Tabela 2.2.1 - Números de Poços Cadastrados por Município – Bacia do Jaguaribe-CE

Municípios	PERH	Ano											Total
		89	90	91	92	93	94	95	96	97	s/d		
Iracema	23				3	1						1	28
Irapuan Pinheiro	0					1							1
Itaiçaba	10												10
Itatira	48					3	1						52
Jaguetama	37					1							38
Jaguaribara	11										1		12
Jaguaribe	57		1							4			62
Jaguaruana	59		2							3			64
Jardim	8												8
Jati	15	1	3	3	1	3							26
Juazeiro do Norte	204	3		3						1			211
Jucás	20	1	1		2	1							25
Lavras da Mangabeira	55					2							57
Limoeiro do Norte	74			1	6					2			83
Madalena	4				3					3			10
Mauriti	56	3	5	2	1	9	2						78
Milagres	59	2	3	2		8	2						76
Milhã	9					3				2			14
Missão Velha	53		1			1							55
Mombaça	50			1		2	4			8			65
Monsenhor Tabosa	33	1											34

Tabela 2.2.1 - Números de Poços Cadastrados por Município – Bacia do Jaguaribe-CE

Municípios	PERH	Ano											Total
		89	90	91	92	93	94	95	96	97	s/d		
Morada Nova	216		2	5	1	2	2	1	4			233	
Nova Olinda	10			2								12	
Orós	13											13	
Palhano	16	2	1				2		7			28	
Parambu	55		2		1	1			1			60	
Pedra Branca	58		5						4	1		68	
Penaforte	144			2								146	
Pereiro	17	3			3	2						25	
Piquet Carneiro	14	3		4	4							25	
Porteiras	14						1					15	
Potengi	28						5	5				38	
Potiretama	0	4			5	4			2			15	
Quixadá	155	3	2	5	2	4		1	2			174	
Quixelô	7		5	6	4							22	
Quixeramobim	108			10	3	1	12	4	4			142	
Quixeré	16				2		2					20	
Russas	109		6	5				1		1		122	
Saboeiro	9								1			10	
Salitre	2					1						3	

Tabela 2.2.1 - Números de Poços Cadastrados por Município – Bacia do Jaguaribe-CE

Municípios	PERH	Ano										Total
		89	90	91	92	93	94	95	96	97	s/d	
Santana do Cariri	9			5	2	1						17
São João do Jaguaribe	18				3	1				2		24
Senador Pompeu	59					5						64
Solonópole	49											49
Tabuleiro do Norte	50	2	2		8		2		1	2		67
Tauá	146		3		9	5	1		1			165
Tarrafas	1											1
Umari	23											23
Várzea Alegre	44											44
TOTAL GERAL	3537	45	65	68	92	89	55	18	79	11	3	4062

2.2.1. Plano Estadual de Recursos Hídricos

O objetivo básico do PERH buscou duas metas principais:

- A definição e princípios de gestão de uma infra-estrutura hídrica estratégica, capaz de satisfazer as demandas dos longos períodos de estiagem, e;
- A definição e princípios de gestão de uma infra-estrutura hídrica global, capaz de garantir a oferta d'água para o desenvolvimento adequado das atividades sócio-econômicas nos anos de pluviometria normal, além de contribuir para o controle de enchentes nos anos muito chuvosos.

Ainda teve por meta a conservação quantitativa e qualitativa dos recursos hídricos, preocupando-se com as áreas de recarga dos mananciais hídricos subterrâneos e das águas superficiais.

Para dar subsídios ao estudo das águas subterrâneas, o PERH realizou um cadastro de poços tubulares e análises físico-químicas e bacteriológicas para toda a Bacia do Jaguaribe, adotando fichas técnicas específicas e cadastrando 3.537 poços e 624 análises, formando um Banco de Dados capaz de fornecer ao usuário os dados solicitados, de modo simples e conciso. Atualmente, todo este acervo encontra-se disponível em meio digital na Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos do Estado do Ceará - FUNCEME.

As informações sobre águas subterrâneas constam nos volumes Diagnóstico e Estudos de Base II - Plano Estadual dos Recursos Hídricos (CEARÁ, 1992). Para a Bacia do Jaguaribe, os capítulos abordam os temas pertinentes a metodologia utilizada, banco de dados hidrogeológicos, características das formações aquíferas, estimativas de reservas, qualidade das águas e vulnerabilidade natural das unidades aquíferas.

Observa-se que, naquela época, o governo já se preocupava em avaliar o grau de contribuição das águas subterrâneas, bem como os impactos antrópicos a que estavam submetidas. Alguns pontos básicos foram ressaltados, tais como: a) a necessidade da implementação de um cadastro em campo dos poços, pois somente 46% das fichas possuem dados de coordenadas do ponto; b) a necessidade de se conhecer a situação real do uso das águas subterrâneas, fornecendo aos gestores informações sobre o papel que representam para a comunidade e, para isto, torna-se necessário o trabalho de campo; c) algumas regiões dependem quase que 100% das águas subterrâneas, a exemplo do Cariri e, portanto, necessitam de estudos maiores.

Indiscutivelmente, o PERH representou o marco inicial para o entendimento maior e integrado de compreensão dos recursos hídricos subterrâneos a nível de solo cearense, cadastrando e integrando-os dentro de uma visão sistêmica e permitindo aos usuários o manuseio de um acervo que encontrava-se disperso.

2.2.2. Estudos Diversos

Após o desenvolvimento do PERH, os estudos hidrogeológicos prosseguiram, sendo realizados pela Universidade Federal do Ceará - UFC, particularmente pelos Departamentos de Física e Geologia, e órgãos federais, a exemplo da Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais – CPRM e Departamento Nacional de Pesquisa Mineral – DNPM.

VOLUME 1 - TOMO II - Estudos de Base de Hidrologia

O Departamento de Geologia da UFC atua na região do Cariri através do desenvolvimento de projetos hidrogeológicos associados a Pós-Graduação em Águas Subterrâneas, enfatizando Planejamento, Gestão dos Recursos Hídricos Subterrâneos e Vulnerabilidade das Unidades Aqüíferas.

O Departamento de Física da UFC vem trabalhando há longa data com datações das águas subterrâneas do Cariri através de Carbono 14 e Oxigênio 18, buscando caracterizá-las isotopicamente. Um Modelo Isotópico da Dinâmica dos Aqüíferos do Cariri através de medidas dos isótopos ambientais Carbono-14, Oxigênio-18 e Trício e da condutividade elétrica foi desenvolvido por este departamento. Segundo os autores, a interpretação dos dados permitiu formular um modelo capaz de identificar e descrever a circulação e mistura de paleoáguas infiltradas na Chapada e armazenadas diretamente nas diversas formações aqüíferas.

O DNPM desenvolveu o maior projeto associado às águas subterrâneas desde a realização do estudo da SUDENE/ASMIC (1967) no Vale do Jaguaribe. Foi denominado de Avaliação Hidrogeológica da Bacia Sedimentar do Araripe (DNPM, 1996) e constitui-se no documento básico do estudo da potencialidade das águas subterrâneas da Bacia Sedimentar do Araripe, estabelecendo parâmetros que permitiram a racionalização da captação das águas subterrâneas para consumo humano, industrial e agrícola.

Este Projeto cadastrou até 1996, 1.128 poços tubulares distribuídos em 16 municípios, destacando-se Crato, Juazeiro do Norte e Mauriti com 233, 217 e 136 poços, respectivamente.

A CPRM vem desenvolvendo trabalhos associados às águas subterrâneas do Estado do Ceará, com mais assiduidade desde 1993 na região do Cariri, através do Projeto AMCARI – Avaliação Ambiental do Cariri, inserido no GATE – Programa Gestão e Administração

Territorial, tendo publicado temas como “Vulnerabilidade Natural das Unidades Aqüíferas da Região do Cariri” (Ribeiro et al, 1995) e “Recursos Hídricos e Minerais do Município de Barbalha – CE” (Ribeiro et al, 1996).

O primeiro ressaltou a preocupação com as condições de uso e ocupação do meio físico, associando vulnerabilidade das formações aqüíferas e risco de degradação por atividades humanas. O segundo representou um estudo preliminar dos recursos hídricos e minerais do município de Barbalha, onde ficou constatado vários aspectos tais como o uso indiscriminado dos poços tubulares, a alta taxa de demanda hídrica “per capita” (327 L/h/dia), a presença de poluição bacteriológica por coliformes fecais nas águas de poços situados no perímetro mais urbanizado e a necessidade maior de estudos hidrogeológicos localizados.

No município de Barbalha foram cadastrados 146 poços tubulares e, considerando-se a área municipal, obteve-se uma densidade de 3 poços/km². A máxima concentração (90%) está no vale do Cariri, associada à ocorrência da maior e melhor unidade aquífera (Missão Velha) e à localização das plantações de cana-de-açúcar, indústrias e distritos municipais.

No âmbito do Baixo-Médio Jaguaribe, a CPRM realizou a “Avaliação das Potencialidades Hídrica e Mineral do Médio-Baixo Jaguaribe - CE” (Veríssimo et al, 1996). O trabalho constitui-se de um estudo das potencialidades hídrica e mineral do Médio-Baixo Jaguaribe, englobando 21 municípios do Vale do Jaguaribe, com área aproximada de 20.600 km². Faz uma abordagem sobre a contextualização geoambiental, das atividades econômicas, das potencialidades minerais, dos indicadores de potencialidades, do estado atual dos recursos naturais, e dos recursos hídricos superficial e subterrâneo. Sobre as águas subterrâneas, utiliza os dados apresentados no PERH (1992) integrando-os com dados atuais de abastecimento humano.

Um trabalho sobre as águas subterrâneas da Bacia do Iguatu e bacias sedimentares adjacentes vem sendo desenvolvido conjuntamente pela CPRM/DNPM. Após as fases de campo, obteve-se um cadastro da ordem de 350 poços tubulares e, atualmente, procede-se a avaliação da qualidade das águas, através de análises físico-químicas e bacteriológicas.

2.3. AVALIAÇÃO DA OFERTA HÍDRICA SUBTERRÂNEA

2.3.1 Caracterização Quantitativa

Os trabalhos regionais desenvolvidos na Bacia do Jaguaribe no decorrer do Plano Estadual dos Recursos Hídricos do Estado do Ceará _ PERH (CEARÁ, 1992) fazem um cálculo de reservas de águas subterrâneas por unidade aquífera no âmbito de cada sub-bacia hidrográfica, classificando-as como reservas renováveis, permanentes e exploráveis, utilizando as seguintes definições:

Reservas permanentes - correspondem aos volumes de água que independem de variações climáticas sazonais ou periódicas.

Reservas reguladoras - dizem respeito ao volume de água renovável a cada período anual ou plurianual.

Recursos (reservas) Exploráveis - são aqueles que estão disponíveis sem que haja comprometimento da unidade aquífera ou do meio ambiente.

Para efeito de estimativa de reservas, existem dois contextos distintos a nível de Bacia do Jaguaribe: sedimentar e cristalino, onde o primeiro não apresenta problemas maiores, desde que existam dados físicos e hidrodinâmicos da unidade aquífera em questão. O cálculo das reservas subterrâneas do embasamento cristalino é praticamente inviável, pois as águas só podem ser armazenadas em fraturas abertas, interconectadas, refletindo, no geral, um meio heterogêneo e anisotrópico, dificultando quaisquer estimativas pertinentes às reservas.

Os quadros a seguir mostram as reservas dimensionadas de águas subterrâneas para a Bacia do Jaguaribe pelo Plano Estadual dos Recursos Hídricos (CEARÁ, op. cit.), com destaque para a Sub-Bacia do Salgado, onde está inserida a maior bacia hidrogeológica cearense, denominada "Bacia do Cariri".

Tabela 2.3.1.1 - Reservas das águas subterrâneas da sub-bacia do Salgado – Ceará

Sub-Bacia	Aqüífero	Reservas renováveis (m ³ /ano) x 10 ⁶	Reservas permanentes (m ³) x 10 ⁶	Reservas exploráveis (m ³ /ano) x 10 ⁶
Salgado	Aluviões	30	220	30
	Feira Nova	30	1270	-
	Missão Velha	15	2100	225
	Mauriti	3,5	247	28,5
	Cristalino	-	-	5,3

Fonte: CEARÁ, P.E.R.H – 1992

Reservas: Rr - renováveis Rp - permanentes Re – exploráveis

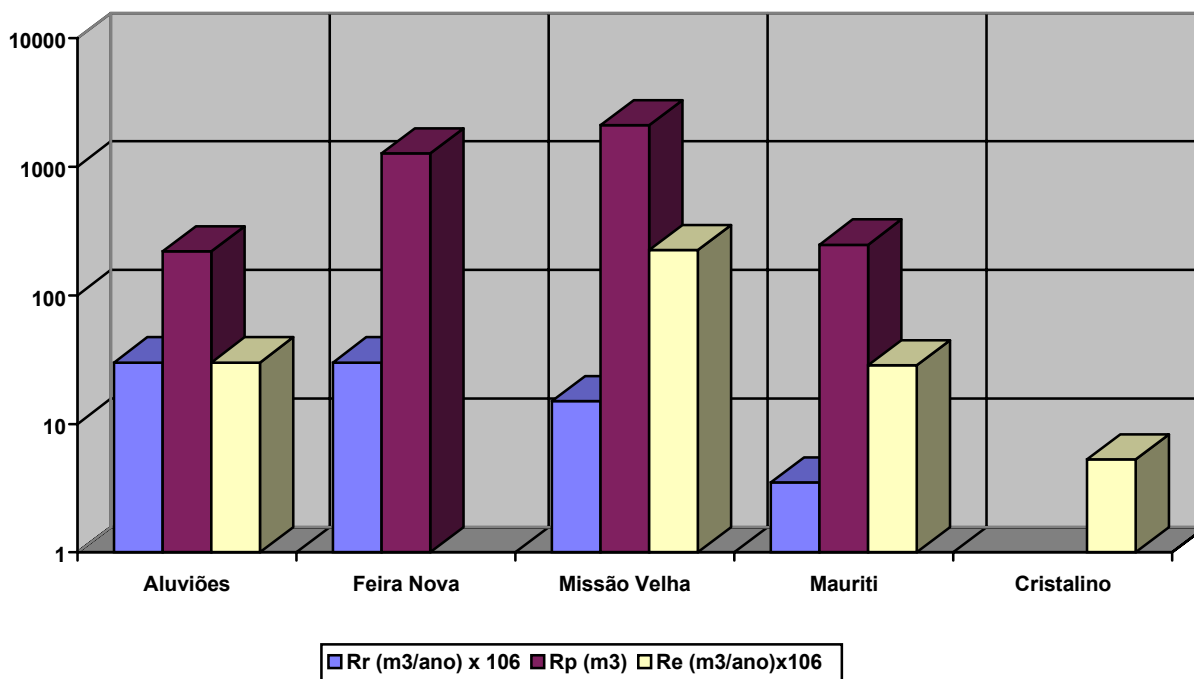


Tabela 2.3.1.2 - Reservas das águas subterrâneas da sub-bacia do Alto Jaguaribe – Ceará

Sub-Bacia	Aqüífero	Reservas renováveis (m ³ /ano) x 10 ⁶	Reservas permanentes (m ³) x 10 ⁶	Reservas exploráveis (m ³ /ano) x 10 ⁶
Alto Jaguaribe	Aluviões	27,5	193	27,5
	Cob. TQ	5,0	-	5,0
	Cristalino	-	-	17

Fonte: CEARÁ, P.E.R.H - 1992

Reservas: Rr - renováveis Rp - permanentes Re - exploráveis

Cob. TQ - Coberturas Detríticas Tércio-Quaternárias

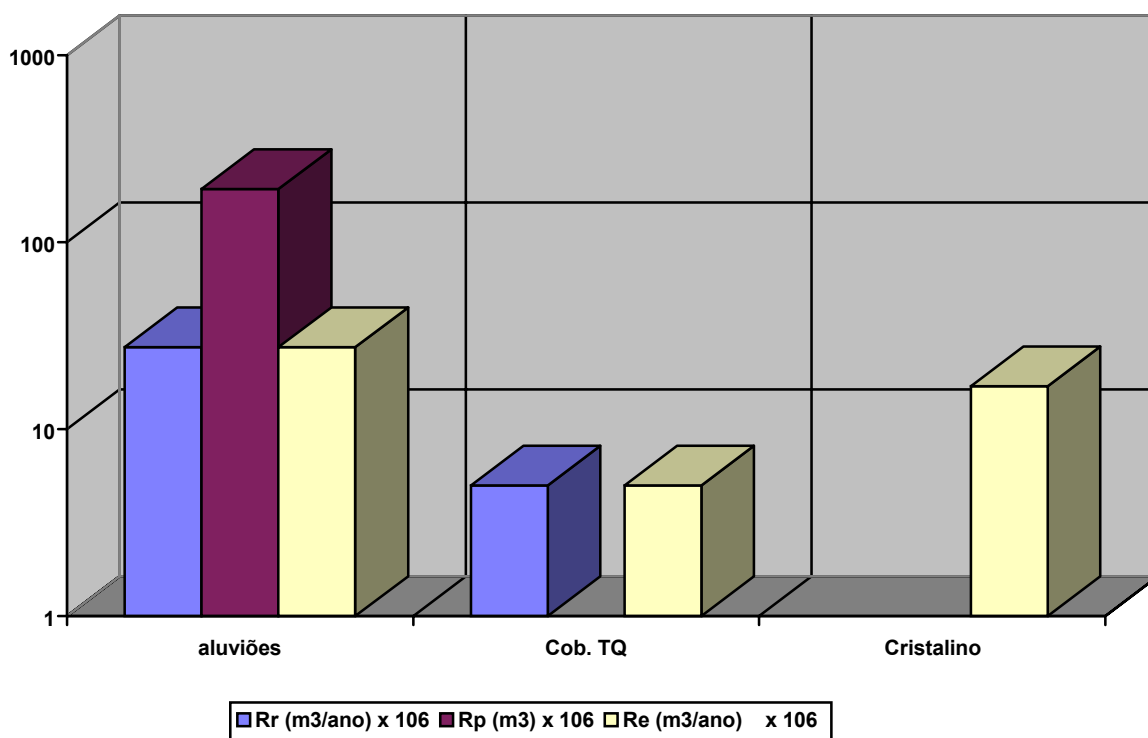


Tabela 2.3.1.3 – Reservas das águas subterrâneas da sub-bacia do Médio Jaguaribe - Ceará

Sub-Bacia	Aqüífero	Reservas renováveis (m ³ /ano) x 10 ⁶	Reservas permanentes (m ³) x 10 ⁶	Reservas exploráveis (m ³ /ano) x 10 ⁶
Médio Jaguaribe	Aluviões	17	120	11
	Cob. TQ	0,3	-	0,3
	Cristalino	-	-	7,9

Fonte: CEARÁ, P.E.R.H - 1992

Reservas: Rr - renováveis Rp - permanentes Re - exploráveis

Cob. TQ - Coberturas Detríticas Tércio-Quaternárias

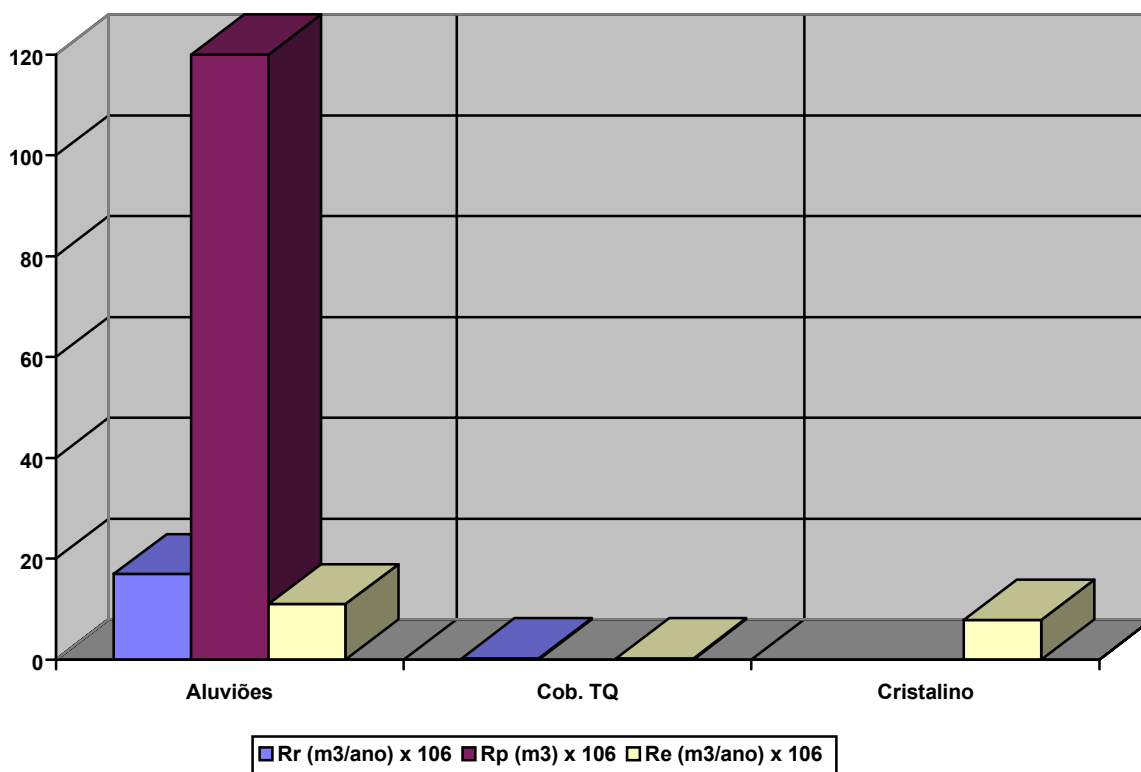


Tabela 2.3.1.4 – Reservas das águas subterrâneas da sub-bacia do Banabuiú – Ceará

Sub-Bacia	Aqüífero	Reservas renováveis (m ³ /ano) x 10 ⁶	Reservas permanentes (m ³) x 10 ⁶	Reservas exploráveis (m ³ /ano) x 10 ⁶
Banabuiú	Aluviões	12	86,7	12
	Cob. TQ	1,8	-	1,8
	Cristalino	-	-	7,7

Fonte: CEARÁ, P.E.R.H - 1992

Reservas: Rr - renováveis Rp - permanentes Re - exploráveis

Cob. TQ - Coberturas Detríticas Tércio-Quaternárias

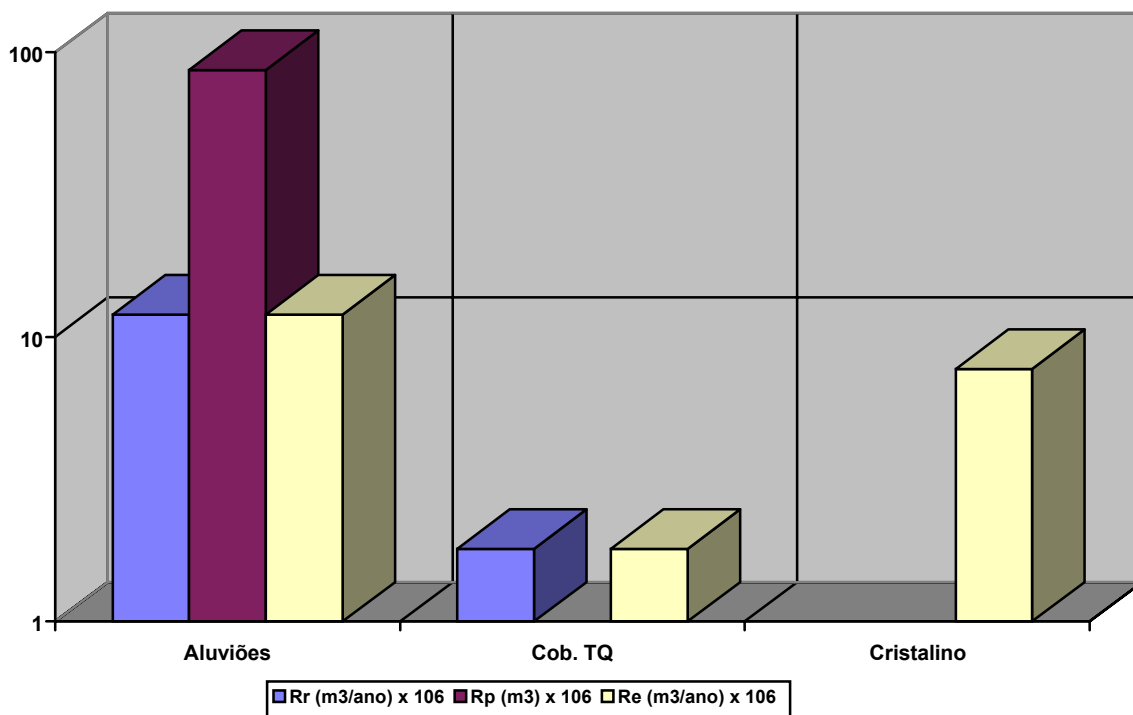


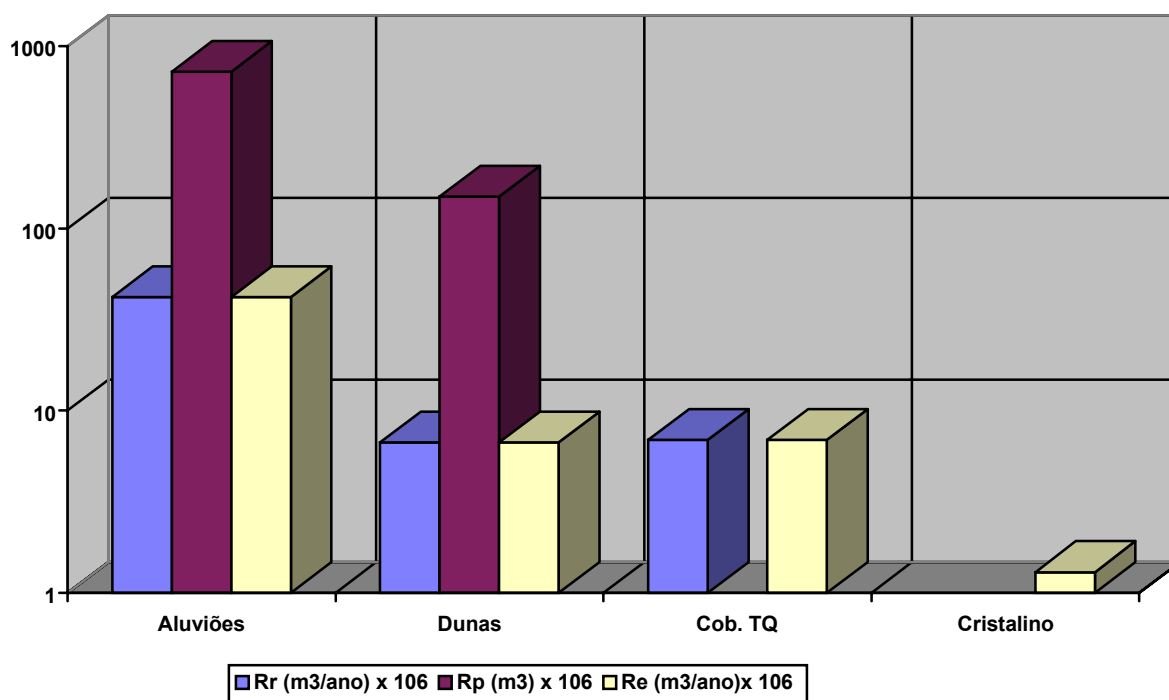
Tabela 2.3.1.5 - Reservas das águas subterrâneas da sub-bacia do Baixo Jaguaribe - Ceará

Sub-Bacia	Aqüífero	Reservas renováveis (m ³ /ano) x 10 ⁶	Reservas permanentes (m ³) x 10 ⁶	Reservas exploráveis (m ³ /ano) x 10 ⁶
Baixo Jaguaribe	Aluviões	42	723	42
	Dunas	6,7	150	6,7
	Cob. TQ	6,9	-	6,9
	Cristalino	-	-	1,3

Fonte: CEARÁ, P.E.R.H - 1992

Reservas: Rr - renováveis Rp - permanentes Re - exploráveis

Cob. TQ - Coberturas detríticas Tércio-Quaternárias



Por falta de dados confiáveis não foi estimado no PERH o volume armazenado de água subterrânea para as formações Jandaira e Açú.

Em função da representatividade das águas subterrâneas na Região do Cariri, esta será abordada separadamente, enfocada sob o estudo mais recente existente.

2.3.1.1 Região do Cariri

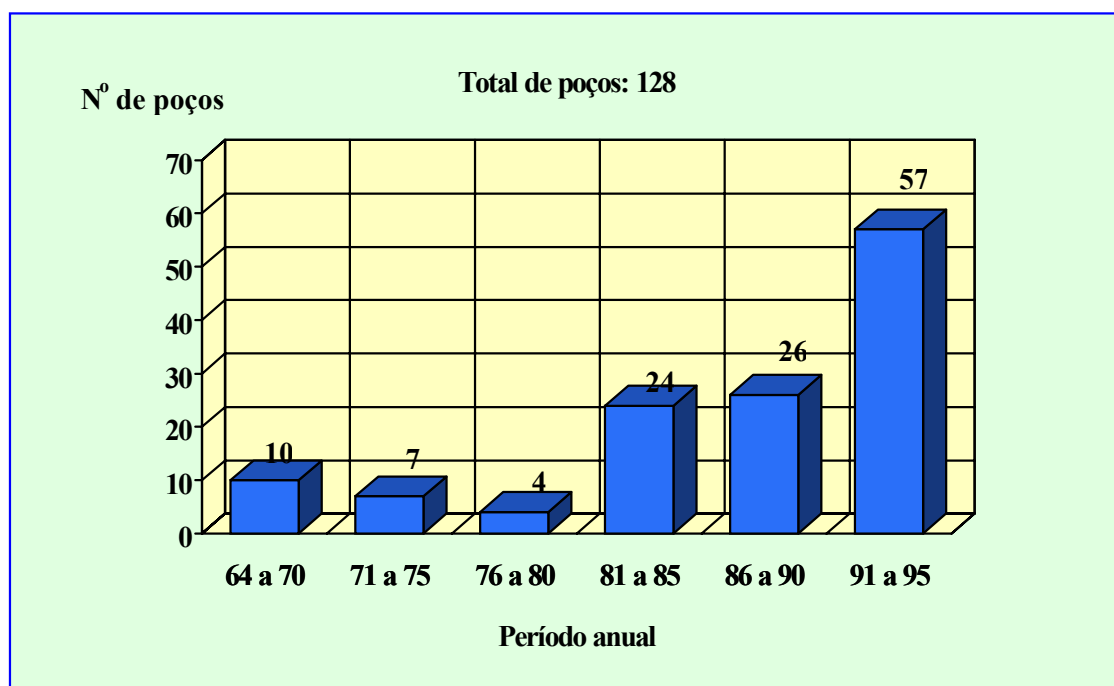
Aspectos gerais

Em 1820, os naturalistas J.B. SPIX & C.F. VON MARTIUS publicaram um dos primeiros relatórios sobre a bacia do Cariri e a chapada do Araripe, onde ressaltavam suas condições peculiares diferentes do restante do Estado do Ceará.

Em 1967 foi realizado o primeiro estudo desenvolvido pelo Grupo de Estudos do Vale do Jaguaribe - GVJ, cobrindo a área do vale do rio Jaguaribe (72.645 km²), englobando a zona do Cariri inserida na sub-bacia do Alto Jaguaribe. Quanto à reserva de águas subterrâneas para esta área, o GVJ estimou um potencial de 4×10^9 m³ e escoamento aproximado de 40×10^6 m³/ano.

A perfuração de poços a nível municipal é uma constante. A exemplo, cita-se o trabalho realizado pela CPRM (Ribeiro et al, 1996) no município de Barbalha, onde foram cadastrados 146 poços tubulares, e a figura 2.3.1.1 a seguir ressalta que nos últimos 25 anos a atividade de perfuração de poços tubulares no município cresceu consideravelmente, fato este diretamente associado ao desenvolvimento, cuja demanda de água subterrânea é exigida nos setores público e privado, seja para consumo humano, indústrias ou irrigação.

Figura 2.3.1.1 - Evolução temporal da perfuração de poços tubulares - Barbalha – CE



Fonte: (Ribeiro et al, 1996)

Exploração das Águas Subterrâneas

As reservas aqui citadas foram retiradas do Projeto “Avaliação Hidrogeológica da Bacia Sedimentar do Araripe” – PAHBSA (DNPM, 1996) e retratam a avaliação mais recente direcionada para o Cariri. No trabalho, foram individualizados três sistemas aquíferos: Inferior, Superior e Médio.

Sistema Aquífero Superior (Formações Exu e Arajara) - A recarga desse sistema é realizada diretamente pelas águas das chuvas, com valor estimado de 100 milhões de m³/ano. Os exutórios são representados por dezenas de fontes, com vazões que ultrapassam 100 m³/h. A vazão total medida em 265 fontes foi de 4.690 m³/h, ou seja 41,08x10⁶ m³/ano.

As reservas permanentes foram calculadas em 10,2x10⁹ m³, enquanto as reservas reguladoras foram estimadas em 100 milhões de m³/ano.

Sistema Aquífero Médio (Formações Rio da Batateira, Abaiara e Missão Velha) – A recarga desse sistema é realizada pelas águas das chuvas ($109,74 \times 10^6$ m³/ano) e contribuições das fontes ($2,32 \times 10^6$ m³/ano). Os exutórios são representados pelas águas que escorrem nos rios após o período das chuvas, como também as captações feitas através de poços tubulares perfurados na região.

As reservas permanentes foram calculadas em $83,65 \times 10^9$ m³, enquanto as reservas reguladoras foram estimadas em 112 milhões de m³/ano.

Sistema Aquífero Inferior (Formação Mauriti e parte da Formação Brejo Santo) - A alimentação desse sistema é realizada na área aflorante diretamente pelas águas das chuvas ($14,5 \times 10^6$ m³/ano) e pela drenagem (3×10^6 m³/ano). Os exutórios são os rios e as captações feitas através de poços tubulares perfurados no sistema.

As reservas permanentes foram calculadas em $4,9 \times 10^9$ m³, enquanto as reservas reguladoras foram estimadas em 17,5 milhões de m³/ano.

Avaliação das Disponibilidades Hídricas Subterrâneas da Bacia Sedimentar do Araripe

FORMAÇÃO	Reservas Permanentes (m ³)	Reservas Reguladoras (m ³ /ano)	Disponibilidades Virtuais (m ³ /ano)	Disponibilidade Instalada (m ³ /ano)	Disponibilidade Efetiva (m ³ /ano)
Aquífero Superior - Exu e Arajara	$10,2 \times 10^9$	100×10^6	$55,5 \times 10^6$	*	*
Aquífero Médio - Rio da Batateira, Abaiara e Missão Velha	$83,65 \times 10^9$	112×10^6	72×10^6	100×10^6	43×10^6
Aquífero Inferior – Mauriti e parte da Brejo Santo	$4,9 \times 10^9$	$17,5 \times 10^6$	$7,5 \times 10^6$	20×10^6	$3,65 \times 10^6$

Fonte: Mont' Alverne et al (1995) Avaliação das Responsabilidades Hídricas Subterrâneas da Bacia Sedimentar do Araripe. Ceará – Pernambuco - Piauí. Revista da Associação Brasileira de Águas Subterrâneas – 14 Dezembro/95.

* Não existem as disponibilidades instalada e efetiva dos poços, por não ocorrer praticamente poços explotando esse sistema aquífero, em virtude da elevada profundidade dos níveis d'água, em geral superiores a 150m.

2.3.2. AVALIAÇÃO DA DEMANDAS HÍDRICAS ESPECÍFICAS PARA AS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

A Companhia de Água e Esgoto do Ceará – CAGECE abastece aproximadamente 65% da população das sedes municipais com água tratada, ficando o restante da população a mercê dos serviços do FNS, Serviços Autônomos de Águas/Prefeituras Municipais e auto-abastecimento através de poços tubulares e/ou cacimbas.

Observa-se que as águas subterrâneas desempenham um papel fundamental e estratégico para o abastecimento da população, a exemplo da região do Baixo Jaguaribe e Bacia do Araripe, onde inúmeras localidades são totalmente abastecidas por poços tubulares que captam água subterrânea.

As Tabelas 2.3.2.1, 2.3.2.2 e 2.3.2.3 mostram que um mínimo de 528.132 habitantes são abastecidos a partir dos mananciais subterrâneos, sendo 300.385 habitantes atendidos pela CAGECE, 147.317 pela FNS e 80.430 habitantes pelos SAAE/Prefeituras Municipais. Destacam-se as grandes sedes municipais do Juazeiro do Norte, Barbalha e Crato que juntas, consomem um mínimo de 29 milhões de m³/ano (29 bilhões de litros de água por ano) somente para abastecimento público.

Do cadastramento realizado pela CPRM (CPRM, 1998), foram obtidos dados sobre número de poços existentes em uso e desativados, tanto públicos quanto privados, vazão média de poços, medidas de condutividade elétrica (convertidas para Sólidos Totais Dissolvidos) que fornece dados sobre a concentração iônica aquosa e, conseqüentemente, mineralização da água e, finalmente, a disponibilidade instalada e instalável, sendo a primeira em função direta dos poços em uso e, a segunda, em função dos poços passíveis de recuperação, representados por parte daqueles atualmente desativados.

Procurando mostrar a demanda hídrica atual atendida por água subterrânea, os dados do Programa da CPRM foram tratados por município/sub-bacia, gerando tabelas e figuras associadas representativas da situação encontrada entre julho e setembro de 1998, ou seja, atualizada sob a visão do projeto. Ressalta-se que todos os pontos de água visitados foram objeto para a obtenção das medidas de coordenadas geográficas com a utilização de GPS, facilitando seu georeferenciamento.

Plano de Gerenciamento das Águas da Bacia do Rio Jaguaribe



VOLUME 1 - TOMO II - Estudos de Base de Hidrologia

Tabela 2.3.2.1 – Demanda de água subterrânea em 1995 e projeção para o ano 2005 na Bacia do Jaguaribe
- CAGECE

Cidade	População Urbana		População Abastecida		População Abastecida (%)	Obra de Captação	Capacidade (m ³)	Consumo Per Capita (L/hab/dia)	Volume Distribuído (m ³ /dia)	Demanda (m ³ /h) *
	1995	2005	1995	2005						
Parambu	7.024	7.176	4.344	6.458	61,8	2 PA	22	146,9	638,0	58,13
Abaiara	2.368	2.839	1.468	2.555	62,0	1 PT	25	287,0	421,3	23,0
Baixio	2.130	2.176	1.422	1.958	66,8	1 PA	----	346,0	492,0	17,6
Barbalha	25.560	31.624	18.106	28.462	70,8	4 PT	----	327,8	5.935,7	256,2
Barro	6.120	6.252	3.590	5.627	58,7	4 PT	----	217,4	780,5	50,6
Farias Brito	3.953	3.996	3.849	3.596	97,4	1 PT / 1 PA	----	304,3	1.171,3	32,4
Ipaumirim	3.780	3.821	2.882	3.439	76,2	2 PA	----	191,1	550,8	31,0
Jati	2.444	2.128	2.420	1.915	98,8	2 PT	----	130,6	316,0	17,2
Juazeiro do Norte	176.070	224.827	160.266	202.344	91,0	18 PT	----	233,0	37.351,7	1.821,1
Mauriti	7.892	8.150	6.357	7.335	80,6	3 PT	----	295,0	1.875,0	66,0
Milagres	8.950	10.393	6.564	9.354	73,3	4 PT	----	206,2	1.353,3	84,2
Missão Velha	9.309	9.510	6.803	8.559	73,1	3 PT	----	341,7	2.324,2	77,0
Nova Olinda	5.027	5.837	2.926	5.253	58,2	4 PT	----	-----	-----	47,3
Penaforte	2.822	3.277	2.460	2.949	87,2	2 PT	----	262,6	646,0	26,5
Porteiras	3.447	3.755	2.769	3.380	80,3	F	----	175,3	485,3	30,4
Santana do Cariri	3.674	3.330	3.359	2.997	91,4	F	----	333,4	1.120,0	27,0
Umari	2.092	1.869	395	1.682	19,0	2 PA	----	750,6	296,5	15,1
Várzea Alegre	13.547	14.293	2.203	12.864	16,3	5 PA	----	81,7	180,0	115,8
Alto Santo	3.588	3.786	2.656	3.407	74,0	3 PA	20	203,8	541,3	30,7
Aracati	31.200	37.399	22.610	33.659	72,5	PTR	200	193,3	4.371,5	302,9
Canoa Quebrada	1.010	1.210	1.000	1.089	99,0	6 PT	40	-	834,7	9,8
Ererê	1.629	1.497	1.613	1.347	99,0	1 PA	10	134,1	216,4	12,1
Itaiçaba	3.272	3.489	1.925	3.140	58,8	3 PT	30	248,4	478,2	28,3
Jaguaretama	5.424	5.542	3.737	4.988	68,9	1 PA	45	118,9	444,4	44,9
Jaguaribara	2.778	2.590	2.737	2.331	98,5	1 PA	30	281,4	770,1	21,0
Jaguaruana	10.227	10.613	5.360	9.552	52,4	1 PA	70	268,8	1.440,5	86,0
Mombaça	11.580	9.979	2.972	8.981	25,7	2 PA +RB	10	246,6	732,9	80,8
Quixeré	3.755	4.136	3.712	3.722	98,9	1 PA / 2 PT	50	210,9	783,0	33,5
Senador Pompeu	12.066	11.898	8.882	10.708	73,6	1 PA	110	186,1	1.653,3	96,4
Tabuleiro do Norte	11.189	12.061	10.998	10.855	98,3	2 PA	150	317,6	3.493,3	97,7

Fonte: CAGECE, 1996. * Taxa de 150 L/hab/dia, calculada pelo dia de maior consumo, perdas no sistema 20%, $K_1 = 1,2$ e atendimento a 90% da população urbana.

PA – Poço Amazonas PT – Poço Tubular PTR – Poço Tubular Raso RB = Rio Banabuiú F – Fonte

Plano de Gerenciamento das Águas da Bacia do Rio Jaguaribe



VOLUME 1 - TOMO II - Estudos de Base de Hidrologia

Tabela 2.3.2.2 - Abastecimento por água subterrânea em localidades da Bacia do Rio Jaguaribe/CE

Fundação Nacional de Saúde - FNS (Fev/96)

Localidades	População Urbana (hab)	População Abastecida (hab)	Atendimento (%)	Volume Produzido (m ³ /mês)	Demanda (m ³ /h)	Obra de Captação	Oferta (m ³ /h)	Consumo Per Capita (l/hab.dia)
Icapui	6.546	5.031	76,9	20.970	49,1	3 PTR	30	139,0
Iguatu	73.782	49.518	67,1	268.080	553,4	1 PTR	390	180,4
Jaguaribe	18.410	17.284	93,9	118.080	138,0	3PA	160 + Rio Jaguaribe	227,7
Jucás	10.521	5.260	50,0	37.300	78,9	6 PTR/ 2 PA	50/50	236,3
Limoeiro do Norte	29.762	19.345	65,0	91.910	223,2	1 PTR	130	158,3
Morada Nova	26.426	21.160	80,1	142.000	198,2	3 PA	210	223,6
Quixelô	2.567	2.227	86,5	11.328	19,3	1 PA	40	169,5
Russas	27.756	22.627	81,5	159.630	208,2	4 PTR	110	235,0
São João do Jaguaribe	4.945	4.865	98,4	24.280	37,1	1 PA	50 + Rio Jaguaribe	166,3
TOTAL	200.715	147.317	-----	873.578	1.505,4	-----	1.220	197,0

Fonte: CEARÁ, 1996.

PTR – Poço Tubular Raso

PA – Poço Amazonas

Plano de Gerenciamento das Águas da Bacia do Rio Jaguaribe



VOLUME 1 - TOMO II - Estudos de Base de Hidrologia

Tabela 2.3.2.3 - População abastecida com água subterrânea por Serviços Autônomos de Água das Prefeituras/Bacia do Jaguaribe

Localidade	População Urbana (hab)	População Abastecida (hab)	População Abastecida (%)	Obra de Captação	Demanda* (m ³ /ano)
Assaré	5.223	1.310	25,0	7 PT	122.640
Brejo Santo	15.640	13.035	83,3	3 PT	1.314.000
Crato	87.501	63.790	72,9	24 PT / 2 PA	13.521.060
Jardim	4.992	2.295	45,6	4 F	92.856
TOTAL	113.356	80.430	-----	-----	15.050.556

Fonte: CEARÁ, 1996. * Dados do PERH, 1992. PT – Poço Tubular PA – Poço Amazonas F – Fonte

2.3.2.1. Sub-Bacia do Alto Jaguaribe

Nesta sub-bacia foram cadastrados em campo 1.208 poços, dos quais 668 (55,3%) em uso para fins públicos e particulares, com vazões médias por município oscilando de 1,7 a 16 m³/h. (Tabela 2.3.2.1.a e Figuras 2.3.2.1a a 2.3.2.1c associadas).

As profundidades dos poços equivalentes a 10 metros (Araripe) e 5 metros (Tauá) representam profundidades de poços escavados (cacimbas) construídos em zonas aluvionares e/ou em manchas detríticas sedimentares outras.

A disponibilidade instalada e instalável é reflexo dos poços existentes (instalada) ou potencialmente favoráveis a recuperação (instalável) e vazões passíveis de serem obtidas em uma determinada unidade de tempo de uso. Deve ser ressaltado que somente uma parcela dos poços desativados (575) é passível de recuperação e, conseqüentemente, influenciar no aumento da disponibilidade instalável.

A disponibilidade instalada e a instalável representam 2.209,3 e 1.024,3 m³/h, respectivamente. Considerando-se um tempo de bombeamento de 16 horas/dia, observa-se que a disponibilidade instalada representa uma fonte de água subterrânea equivalente a 13 milhões de m³/ano e, levando-se em consideração a instalável, resulta em um total de 19 milhões de m³/ano, o equivalente a 0,6 m³/s.

Plano de Gerenciamento das Águas da Bacia do Rio Jaguaribe



VOLUME 1 - TOMO II - Estudos de Base de Hidrologia

Tabela 2.3.2.1.a – Dados médios de poços e disponibilidades de água subterrânea na sub-bacia do Alto Jaguaribe, Ceará

Municípios	No. Poços		No. de Poços Privados		No. de Poços Públicos		Prof. Média do Poços (m)		Vazão Média dos Poços (m ³ /h)		Disponibilidade Efetiva de Água Subterrânea (m ³ /h)	
	Cristali-no	Sedimentos	Em Uso	Desativa-dos	Em Uso	Desativa-dos	Cristali-no	Sedimen-tos	Cristali-no	Sedimentos	Instala-da	Instalá-vel
Acopiara	58	----	3	1	12	42	60	----	1,7*	----	25,5	49,3
Aiuaba	35	----	14	21	14	21	60	----	1,7*	----	47,6	30,6
Altaneira	9	----	----	----	3	6	60	----	1,7*	----	5,1	10,2
Antonina do Norte	5	4	2	5	1	1	65	----	1,7*	----	3,4	8,5
Araripe	49	2	3	12	12	24	60	10	1,7*	----	25,5	18,7
Arneiroz	39	----	4	5	16	14	60	----	1,7*	----	34,0	27,2
Assaré	48	----	6	14	10	18	60	---	1,7*	----	27,2	37,4
Campos Sales	35	----	4	5	10	16	60	----	1,7*	----	23,8	30,6
Cariús	28	----	----	2	8	18	47	----	1,7*	---	13,6	23,8
Farias Brito	22	----	----	----	9	13	60	---	1,7*	----	15,3	17,0
Iguatu	13	143	60	19	41	36	60	100	1,7*	14,48	1.404,56	419,92
Jucás	14	---	3	1	5	5	55	----	1,7*	----	13,6	10,2
Nova Olinda	14	3	3	2	5	7	70	45	1,7*	16	8,5	11,9
Parambu	98	46	63	21	21	39	60	70	1,7*	----	49,3	57,8
Potengi	40	----	1	12	11	16	60	----	1,7*	----	15,3	25,5
Quixelô	5	65	14	4	33	19	60	80	1,7*	----	312,90	96,85
Saboeiro	11	----	3	3	----	5	60	----	1,7*	----	5,1	10,2
Salitre	14	----	----	----	6	8	60	----	1,7*	----	10,2	11,9
Santana do Cariri	1	12	2	----	7	4	60	75	1,7*	5,6	44,8	11,2
Tarrafas	10	----	3	3	2	2	65	----	1,7*	----	5,1	3,4
Tauá	206	179	163	79	91	52	60	5	1,7*	----	119,0	112,2

FONTE: CPRM, 1998 * Valor médio dos resultados da análise estatística de 3.000 poços do cristalino do Ceará, segundo Mobus *et al.*, 1998.

Figura 2.3.2.1.a Dados médios de poços e disponibilidades de água subterrânea na sub-bacia do Alto Jaguaribe

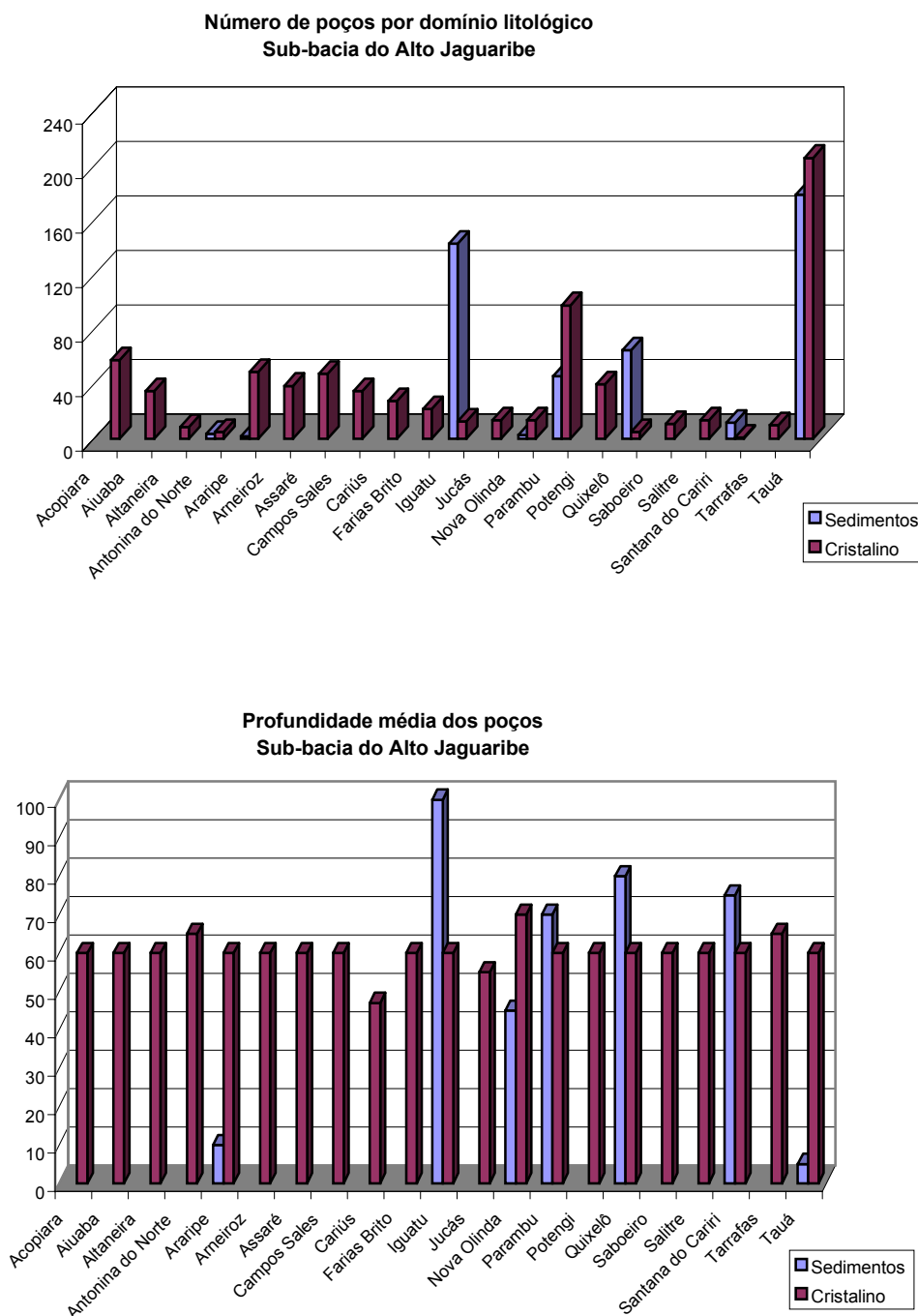


Figura 2.3.2.1.b Dados médios de poços e disponibilidades de água subterrânea na sub-bacia do Alto Jaguaribe

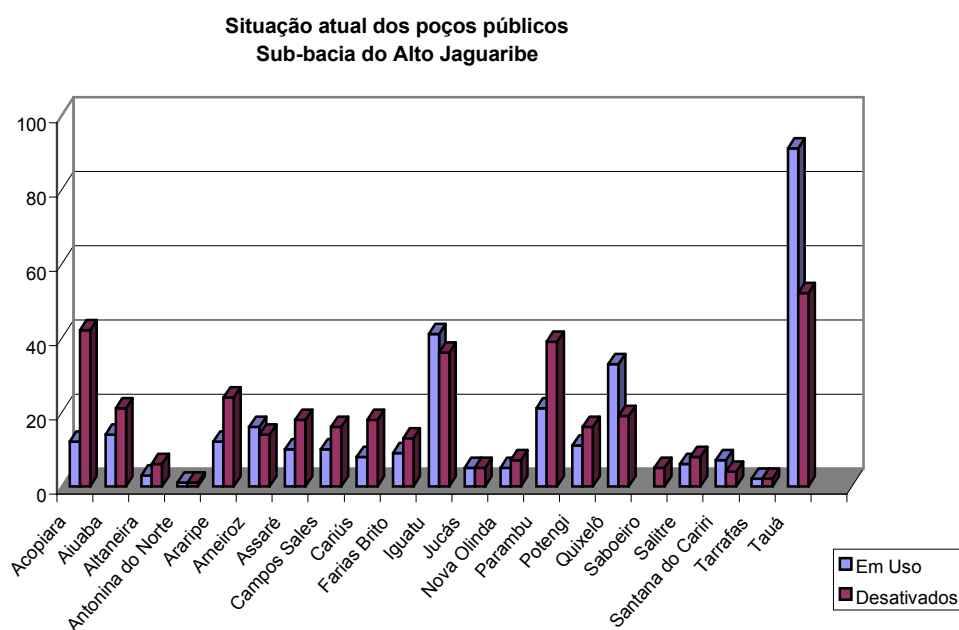
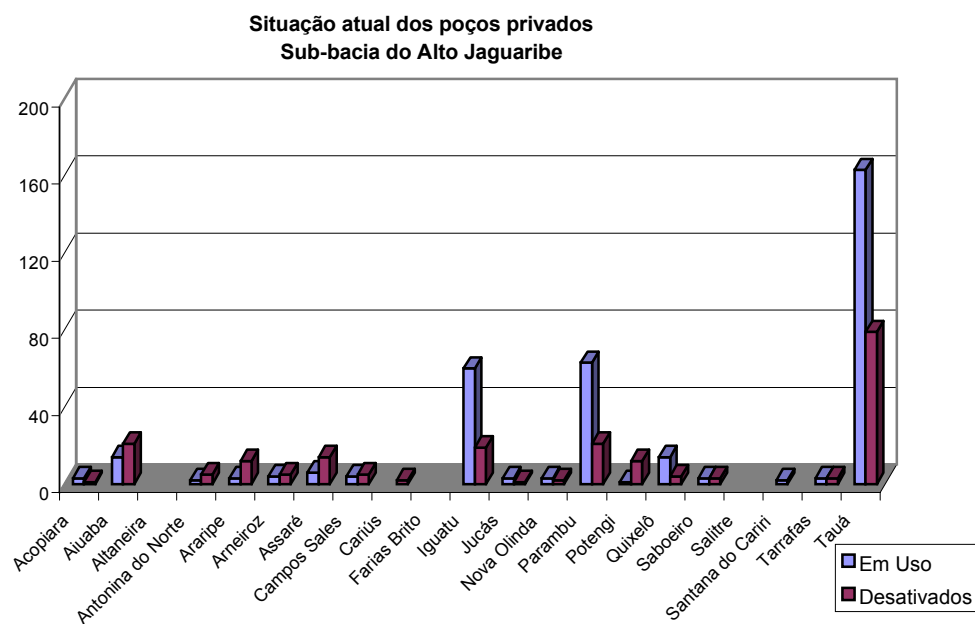
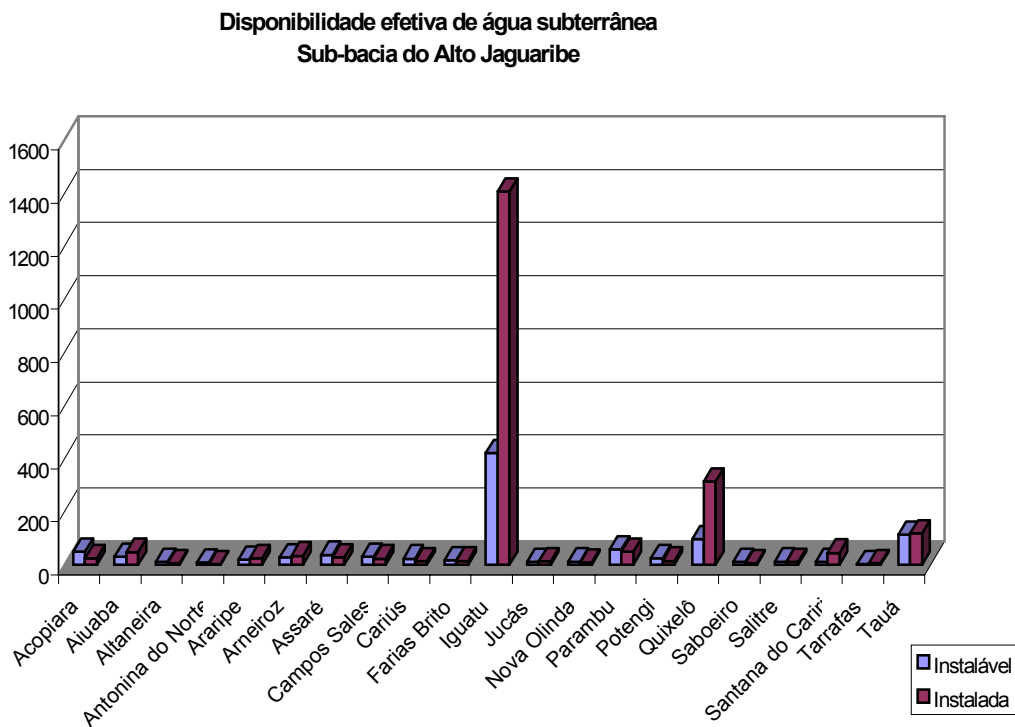


Figura 2.3.2.1.c Dados médios de poços e disponibilidades de água subterrânea na sub-bacia do Alto Jaguaribe



2.3.2.2 Sub-Bacia do Médio Jaguaribe

Esta sub-bacia possui 431 poços cadastrados em campo pelo Programa da CPRM (CPRM, op. cit.), sendo que destes, 198 (46%) encontram-se em uso para fins particulares e públicos. (Tabela 2.3.2.2.a e Figuras 2.3.2.2.a a 2.3.2.2.c).

As profundidades dos poços cadastrados refletem a construção destas obras no cristalino, com profundidade média de 60,0 metros. A profundidade que consta para os poços em sedimentos (entre 4 a 7 metros) deve ser vista como oriunda de um cadastro de poços escavados manualmente (cacimbas) em manchas aluvionares e/ou em coberturas detríticas outras.

A disponibilidade instalada e instalável, reflexo da existência de poços em uso (instalada) e poços desativados, mas passíveis de recuperação (instalável), é de 273,6 e 205,7 m³/h respectivamente. Adotando-se uma taxa de bombeamento de 16 horas/dia, a disponibilidade instalada é de 1,6 milhões de m³/ano e, considerando-se passível a recuperação de parte dos poços desativados temporariamente, este volume pode alcançar 2,8 milhões de m³/ano, o equivalente a 0,089 m³/s.

Plano de Gerenciamento das Águas da Bacia do Rio Jaguaribe



VOLUME 1 - TOMO II - Estudos de Base de Hidrologia

Tabela 2.3.2.2.a - Dados de poços e disponibilidade de água subterrânea na sub-bacia do Médio Jaguaribe, Ceará

Municípios	No. Poços		No. de Poços Privados		No. de Poços Públicos		Prof. Média do Poços (m)		Vazão Média dos Poços (m ³ /h)		Disponibilidade Efetiva de Água Subterrânea (m ³ /h)	
	Cristali-no	Sedimentos	Em Uso	Desativa-dos	Em Uso	Desativa-dos	Cristali-no	Sedimen-tos	Cristali-no	Sedimentos	Instala-da	Instalável
Alto Santo	39	4	7	11	12	12	65	4	1,7*	---	32,3	17,0
Dep. Irapuan Pinheiro	9	9	----	1	9	8	60	5	1,7*	---	15,3	10,2
Ererê	27	5	9	4	10	9	61	5	1,7*	----	23,8	8,5
Iracema	32	10	7	1	26	8	60	6,5	1,7*	---	32,3	5,1
Jaguaretama	56	9	7	13	15	30	60	5	1,7*	---	28,8	40,8
Jaguaribara	30	----	3	1	15	11	50	4	1,7*	----	28,9	6,8
Jaguaribe	69	1	9	30	10	21	65	6	1,7*	----	28,9	47,6
Milhã	21	1	2	3	8	9	60	6	1,7*	----	15,3	15,3
Orós	16	----	----	1	13	2	60	----	1,7*	----	22,1	3,4
Pereiro	15	----	1	1	4	9	60	----	1,7*	----	6,8	8,5
Potiretama	29	----	3	9	14	3	60	----	1,7*	----	28,9	13,6
Solonópole	41	8	4	19	10	16	66	4,5	1,7*	----	10,2	28,9

* Valor médio dos resultados da análise estatística de 3.000 poços do cristalino do Ceará, segundo Mabus *et al.*, 1998.

Fig 2.3.2.2.a Dados de poços e disponibilidade de água subterrânea na sub-bacia do Médio Jaguaribe, Ceara.

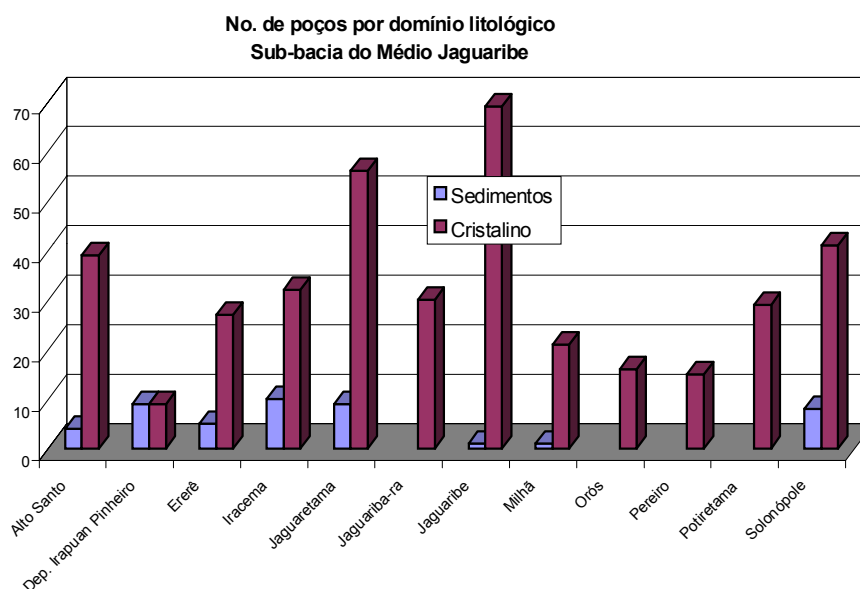
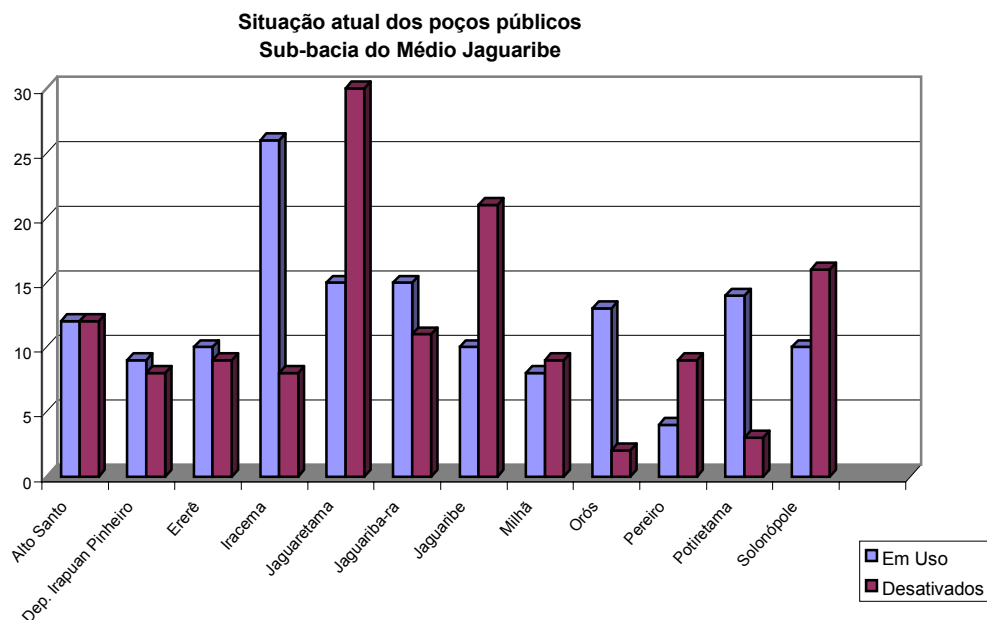


Fig 2.3.2.2.b Dados de poços e disponibilidade de água subterrânea na sub-bacia do Médio Jaguaribe, Ceara.

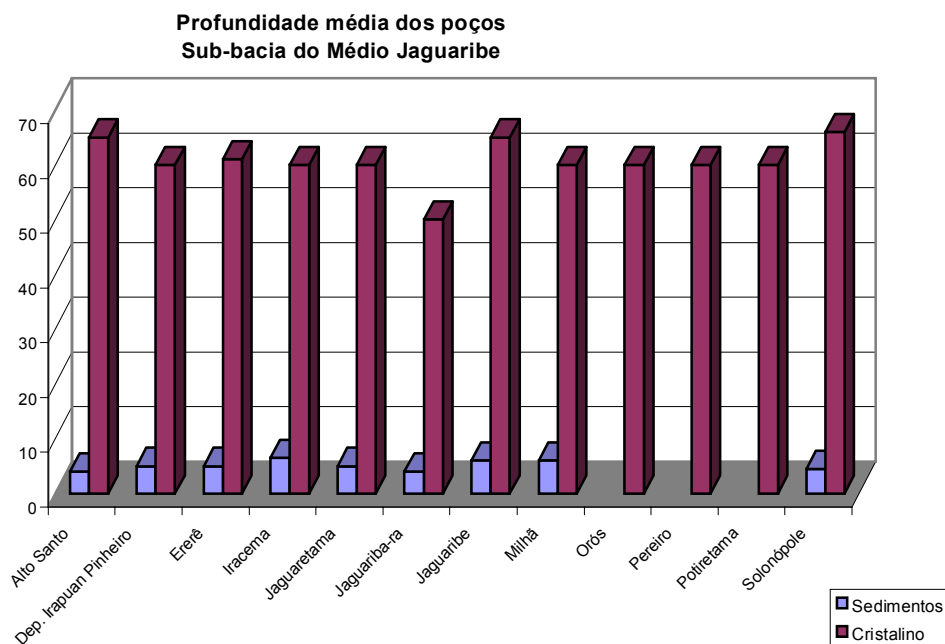
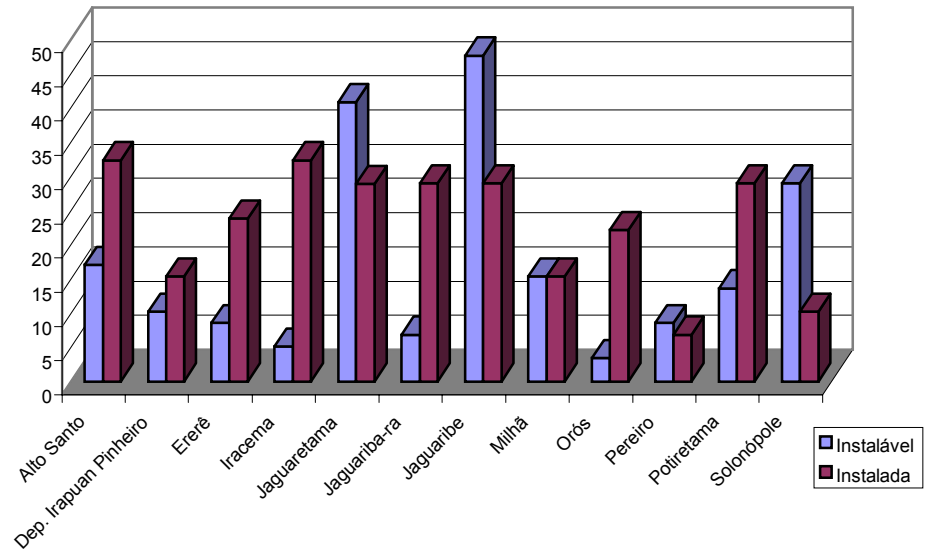


Fig 2.3.2.2.c Dados de poços e disponibilidade de água subterrânea na sub-bacia do Médio Jaguaribe, Ceara.

Disponibilidade efetiva de água subterrânea
Sub-bacia do Médio Jaguaribe



2.3.2.3. Sub-Bacia do Baixo Jaguaribe

A sub-bacia do Baixo Jaguaribe possui 887 poços cadastrados em campo (CPRM, 1998), sendo que 510 (57,5%) deles encontram-se em uso, seja para fins público ou privado. As vazões médias obtidas por município oscila de 1,7 a 6,2 m³/h para poços cujas profundidades médias estão entre 40 a 110 metros. (Tabela 2.3.2.3.a e Figuras 2.3.2.3a a 2.3.2.3c).

Existem dados de poços no contexto sedimentar que refletem pequenas profundidades, a exemplo de 11 metros (Itaiçaba) e 12 metros (Russas). Ressalta-se que tais dados são oriundos do cadastro de cacimbas em zonas aluvionares e/ou em coberturas detríticas outras.

As disponibilidades instalada e instalável são de 1.694,2 e 804 m³/h, respectivamente. Considerando-se uma taxa de bombeamento de 16 horas/dia, obtém-se uma disponibilidade instalada de 9,9 milhões de m³/ano. Como parte dos poços atualmente desativados são passíveis de funcionamento, gerando disponibilidade instalada, a somatória pode alcançar 14,6 milhões de m³/ano, o equivalente a 0,463 m³/s.

Plano de Gerenciamento das Águas da Bacia do Rio Jaguaribe



VOLUME 1 - TOMO II - Estudos de Base de Hidrologia

Tabela 2.3.2.3.a - Dados de poços e disponibilidade de água subterrânea na sub-bacia do Baixo Jaguaribe, Ceará

Municípios	No. Poços		No. de Poços Privados		No. de Poços Públicos		Prof. Média do Poços (m)		Vazão Média dos Poços (m ³ /h)		Disponibilidade Efetiva de Água Subterrânea (m ³ /h)	
	Cristali-no	Sedimentos	Em Uso	Desativa-dos	Em Uso	Desativa-dos	Cristali-no	Sedimen-tos	Cristali-no	Sedimentos	Instala-da	Instalá-vel
Aracati	16	177	71	27	55	40	69	40	1,7*	3,9	471,9	214,5
Fortim	---	37	9	4	14	10	---	40	---	3,9	89,7	30,4
Ibicuitinga	34	---	1	6	13	14	60	---	1,7*	---	23,8	20,4
Icapuí	---	48	9	4	15	20	---	56	---	3,8	91,2	53,2
Itaiçaba	9	1	1	2	3	4	47	11	1,7*	---	6,8	3,4
Jaguaruana	28	32	24	24	3	9	60	100	1,7*	2,7	53,5	68,3
Limoeiro do Norte	24	104	34	42	31	21	60	100	1,7*	3,49	195,76	132,69
Palhano	42	---	2	7	17	20	60	---	1,7*	---	32,3	18,7
Quixeré	10	59	28	14	16	9	60	80	1,7*	2,75	73,4	48,6
Russas	140	7	26	27	49	45	70	12	1,7*	5	117,3	90,1
Tabuleiro do Norte	4	115	39	13	50	17	60	110	1,7*	6,19	538,5	123,7

* Valor médio dos resultados da análise estatística de 3.000 poços do cristalino do Ceará, segundo Mobus *et al.*, 1998.

Figura 2.3.2.3.a Dados de poços de águas subterrâneas na sub-bacia Baixo Jaguaribe.

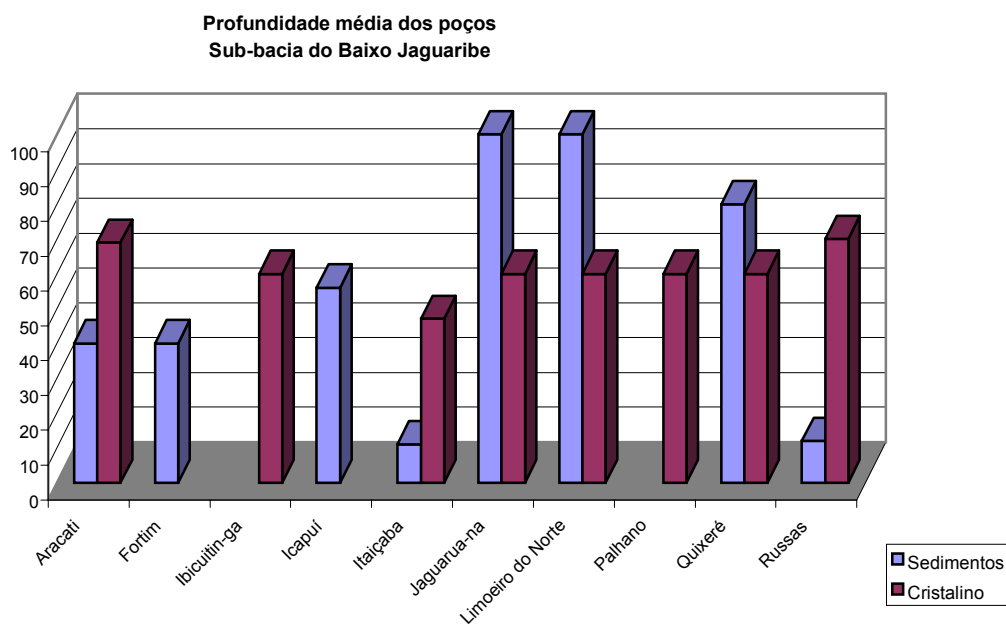
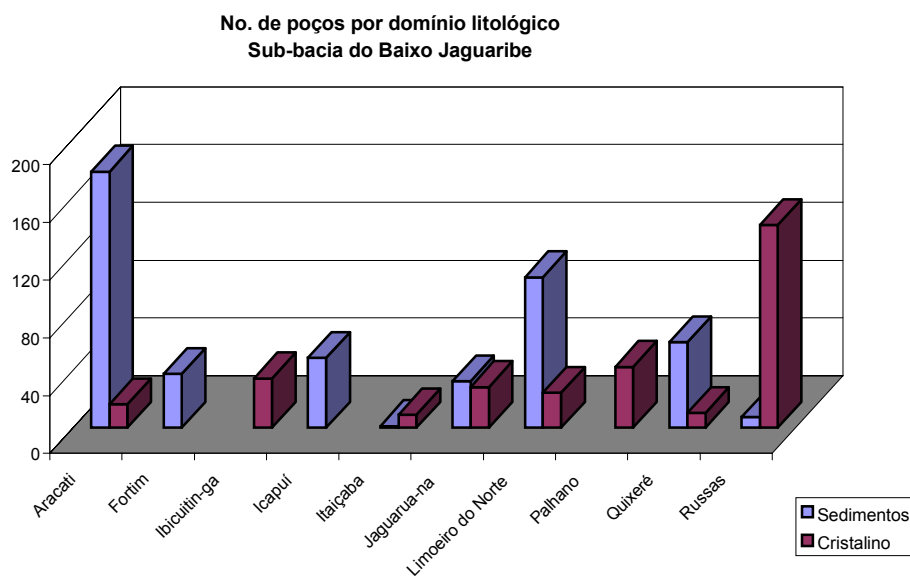


Figura 2.3.2.3.b Dados de poços de águas subterrâneas na sub-bacia Baixo Jaguaribe.

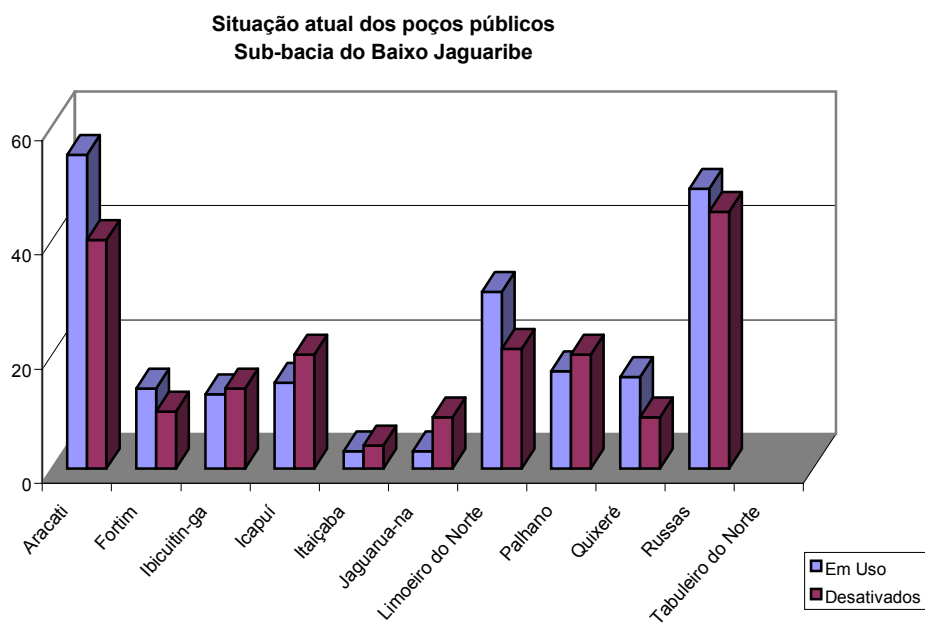
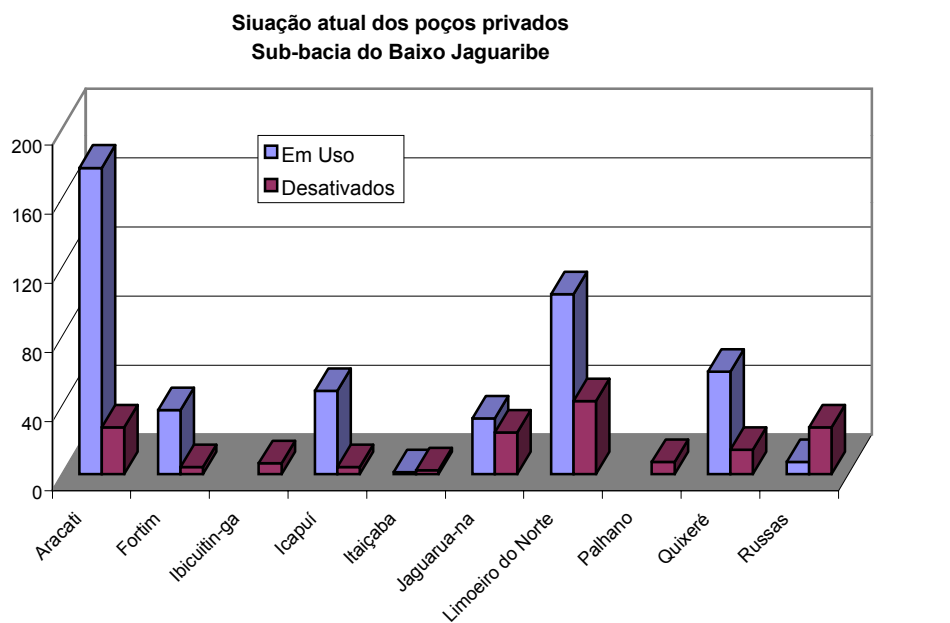
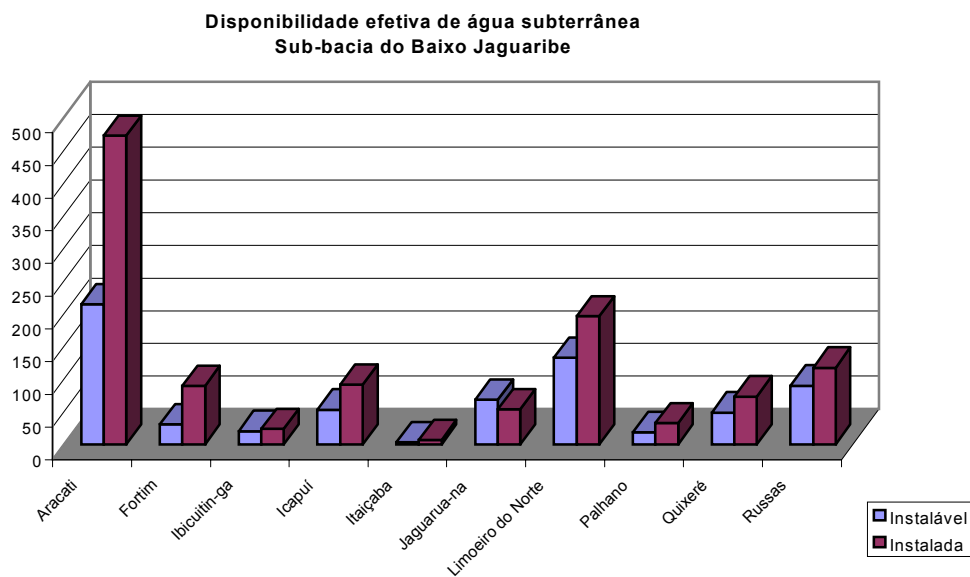


Figura 2.3.2.3.c Dados de poços de águas subterrâneas na sub-bacia do Baixo Jaguaribe.



2.3.2.4. Sub-Bacia do Salgado

Esta sub-bacia hidrográfica é atípica em termos de água subterrânea no Ceará, constituindo-se na maior bacia hidrogeológica mapeada a nível cearense, detendo os melhores sistemas aquíferos, poços tubulares mais profundos e as maiores vazões.

Existem 1.426 poços cadastrados pelo Programa da CPRM (CPRM, 1998) a nível de sub-bacia do Salgado, com 901 (63,2%) em uso para abastecimento, sendo 837 públicos e 514 privados, com vazões variáveis de 1,7 m³/h (cristalino) até 250 m³/h (Aquífero Missão Velha – Crato), com predominância de vazões médias por município no intervalo de 2,2 (Milagres) a 31 m³/h (Barbalha) para poços em áreas sedimentares, cujas profundidades alcançam 325 metros (Juazeiro do Norte), mas com predominância entre 40 a 130 metros (Tabela 2.3.2.4.a e Figuras 2.3.2.4a a 2.3.2.4c).

Poços com profundidades inferiores a 10 metros retratam aqueles construídos ao longo das faixas aluvionares, particularmente nas margens do rio Batateiras. A exemplo, citam-se poços amazonas em Barbalha, com menos de 12 metros de profundidade, nível d'água sub-aflorante e diâmetros entre 20 a 22 metros, utilizado para irrigação da cana-de-açúcar.

A disponibilidade das águas subterrâneas calculada pela CPRM é fator direto das vazões cedidas pelos poços em uso (disponibilidade instalada) e aqueles potencialmente capazes de recuperação (disponibilidade instalável) dentro de um tempo de bombeamento. A somatória da instalada é de 10.631,2 m³/h e adotando-se uma taxa de bombeamento de 16 horas/dia, obtém-se um volume de 62,1 milhões de m³/ano de água subterrânea sendo utilizado para fins diversos. Ressalta-se que somente as sedes de Juazeiro do Norte, Barbalha e Crato consomem, juntas, mais de 29 milhões de m³/ano para abastecimento público.

A instalável é de 1.840,2 m³/h e utilizando-se o mesmo raciocínio anterior, verifica-se que existe a possibilidade de um aumento em 10,7 milhões de m³/ano, desde que exista a recuperação dos poços passíveis de entrarem em funcionamento, já diagnosticados pela CPRM (CPRM, 1998). Isto acontecendo, a disponibilidade total passa a representar 72,8 milhões de m³/ano, o equivalente a 2,31 m³/s de água subterrânea para a sub-bacia do Salgado.

Plano de Gerenciamento das Águas da Bacia do Rio Jaguaribe



VOLUME 1 - TOMO II - Estudos de Base de Hidrologia

Tabela 2.3.2.4.a - Dados de poços e disponibilidades de água subterrânea na sub-bacia do Salgado, Ceará

Municípios	No. Poços		No. de Poços Privados		No. de Poços Públicos		Prof. Média do Poços (m)		Vazão Média dos Poços (m³/h)		Disponibilidade Efetiva de Água Subterrânea (m³/h)	
	Cristali-no	Sedimentos	Em Uso	Desativa-dos	Em Uso	Desativa-dos	Cristali-no	Sedimen-tos	Cristali-no	Sedimentos	Instala-da	Instalável
Abaicara	04	27	13	6	10	2	60	110	1,7*	9	66,6	6,2
Aurora	20	9	4	3	12	10	63	8	1,7*	----	27,2	11,9
Baixio	18	----	2	9	3	4	60	----	1,7*	----	8,5	18,7
Barbalha	----	124	83	3	33	5	----	100	----	30,9	3.584	92,7
Barro	19	39	17	4	19	19	60	100	1,7*	7	199,1	68,1
Brejo St.	----	111	35	15	46	15	----	100	----	6,81	531,2	149,8
Caririaçu	16	----	1	3	2	10	60	----	1,7*	----	5,1	11,9
Cedro	39	----	----	2	15	22	60	----	1,7*	----	25,5	37,4
Crato	----	120	51	25	28	16	----	100	----	5,35	422,7	107,0
Granjeiro	7	----	1	2	1	3	51	----	1,7*	----	3,4	5,1
Icó	52	27	16	21	16	26	60	40	1,7*	2,45	57,55	60,95
Ipaumirim	26	----	4	8	6	8	60	----	1,7*	----	17,0	15,3
Jardim	19	4	2	----	12	9	67	140	1,7*	4,1	31,0	12,6
Jati	13	15	4	----	10	14	60	80	1,7*	14,7	127,8	63,9
Juazeiro do Norte	----	244	113	56	59	16	----	80	----	19,87	3.417	476,9
Lavras da Mangabeira.	67	2	6	8	19	36	60	7	1,7*	----	42,5	45,9
Mauriti	----	177	81	30	47	19	----	130	----	9,66	1.236,5	309,1
Milagres	----	108	50	17	28	12	----	100	----	2,15	167,7	43,1
Missão V.	----	63	27	16	12	8	----	90	----	12,31	480,09	233,89
Penaforte	20	6	9	2	13	2	60	100	1,7*	10,10	69,9	13,5
Porteiras	11	19	8	11	6	5	60	100	1,7*	5,98	75,2	29,1
Umari	17	----	----	1	9	7	55	----	1,7*	----	15,3	6,8
Várzea Alegre	36	----	5	15	7	9	60	----	1,7*	----	20,4	20,4

Figura 2.3.2.4.a Dados de poços e disponibilidades da água subterrânea na sub-bacia Salgado, Ceará.

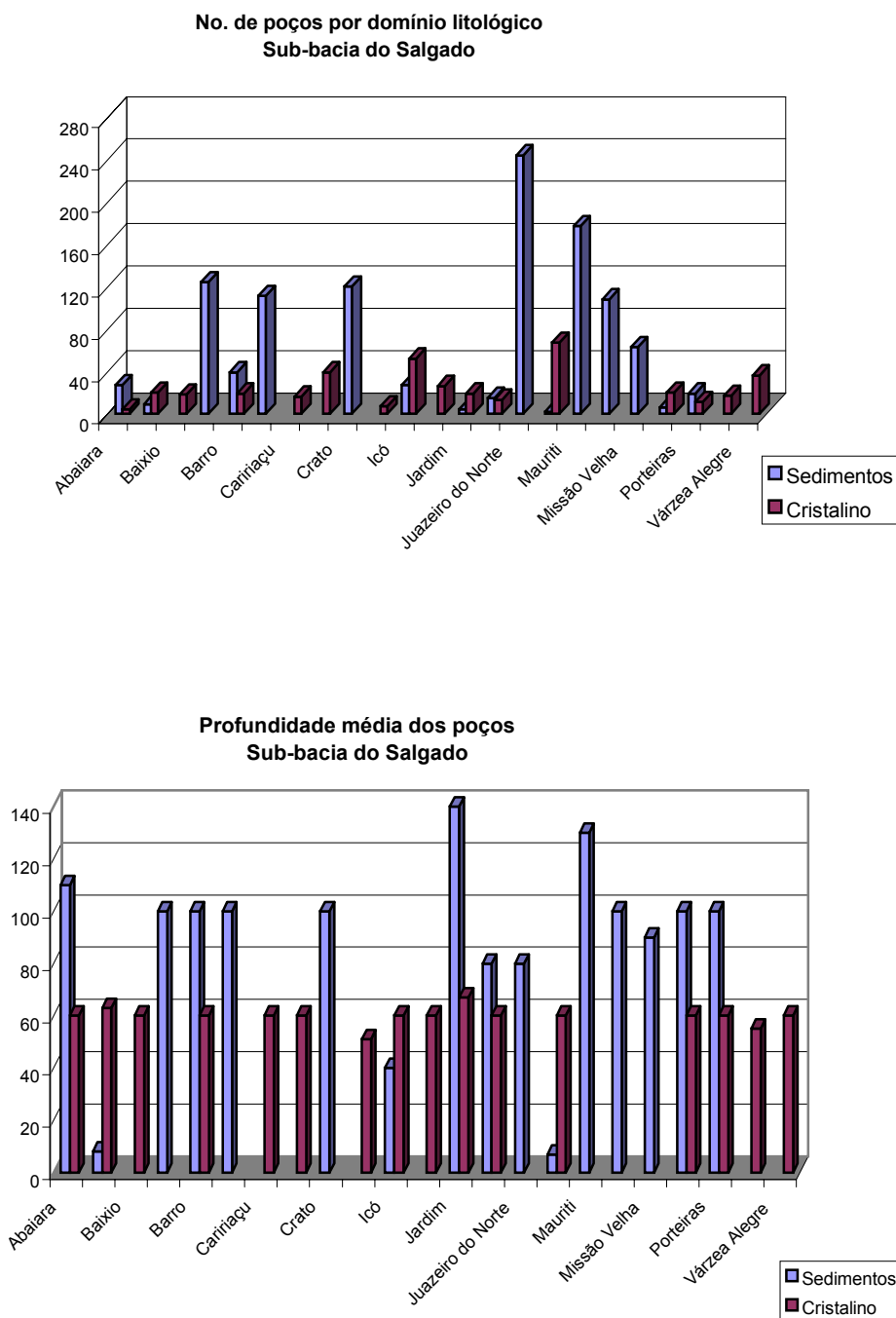


Figura 2.3.2.4.b Dados de poços e disponibilidades da água subterrânea na sub-bacia do Salgado, Ceará.

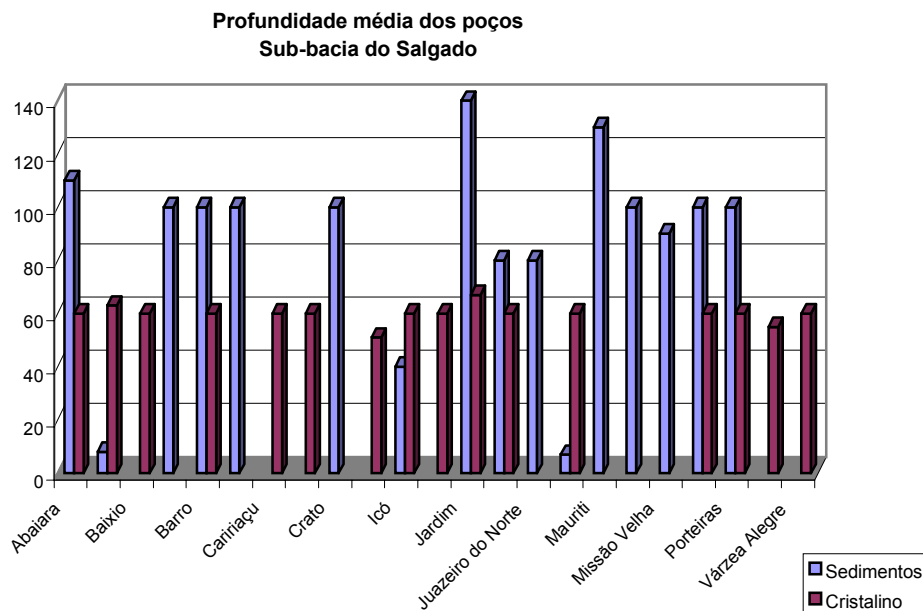
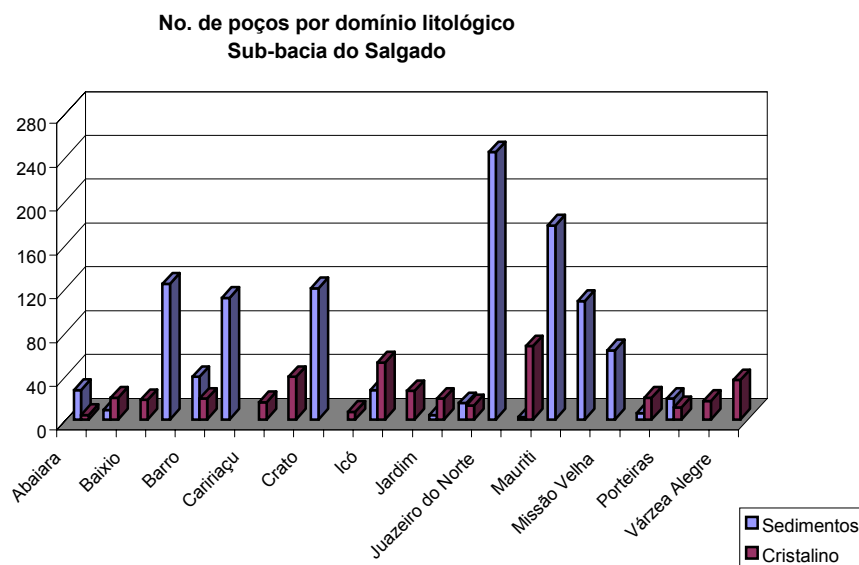
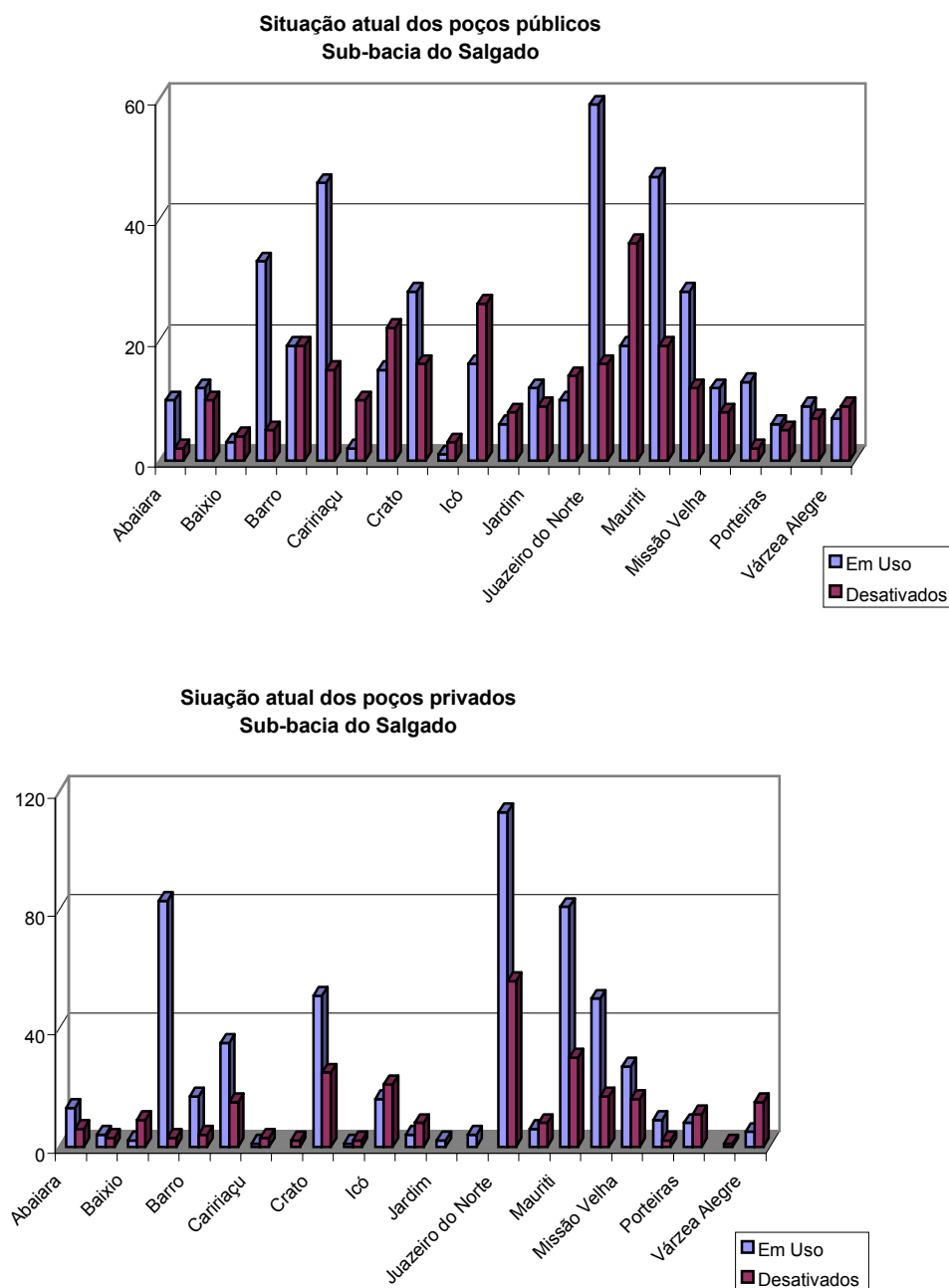


Figura 2.3.2.4.c Dados de poços e disponibilidades da água subterrânea na sub-bacia do Salgado, Ceará.



2.3.2.5. Sub-Bacia do Banabuiú

Existem 1.118 poços cadastrados no âmbito desta sub-bacia, com 524 (46,9%) em uso para fins públicos e privados.

Esta sub-bacia é caracteristicamente cristalina, com poços apresentando profundidades médias de 60 metros e vazões médias de 1,7 m³/h. (Tabela 2.3.2.5.a e Figuras 2.3.2.5a a 2.3.2.5c).

As disponibilidades instalada e instalável representam volumes hídricos subterrâneos de 904,4 e 568,2 m³/h, respectivamente. Adotando-se uma taxa de bombeamento de 16 horas/dia, observa-se que a disponibilidade instalada é de 5,3 milhões de m³/ano e, considerando-se que a instalável pode tornar-se efetiva, o potencial de água subterrânea alcança 8,6 milhões de m³/ano, o equivalente a 0,273 m³/s nesta sub-bacia.

Plano de Gerenciamento das Águas da Bacia do Rio Jaguaribe



VOLUME 1 - TOMO II - Estudos de Base de Hidrologia

Tabela 2.3.2.5.a - Dados de poços e disponibilidades de água subterrânea na sub-bacia do Banabuiú, Ceará

Municípios	No. Poços		No. de Poços Privados		No. de Poços Públicos		Prof. Média do Poços (m)		Vazão Média dos Poços (m ³ /h)		Disponibilidade Efetiva de Água Subterrânea (m ³ /h)	
	Cristali-no	Sedimentos	Em Uso	Desativa-dos	Em Uso	Desativa-dos	Cristali-no	Sedimen-tos	Cristali-no	Sedimen-tos	Instala-da	Instalável
Banabuiú	19	3	4	10	2	7	60	4,6	1,7*	---	10,2	13,6
Boa Viagem	93	48	41	33	26	41	60	4,5	1,7*	----	113,9	54,4
Itatira	44	----	4	8	2	30	60	6	1,7*	----	10,2	49,3
Madalena	37	----	----	----	15	22	60	----	1,7*	----	25,5	34,4
Mombaça	62	1	17	8	18	22	60	5	1,7*	----	59,5	34,0
Morada Nova	234	2	79	98	29	30	60	10	1,7*	----	183,6	144,5
Monsenhor Tabosa	47	47	49	9	18	21	60	5,5	1,7*	----	127,5	34,00
Pedra Branca	66	3	5	5	26	33	60	4	1,7*	----	52,7	25,5
Piquet Carneiro	31	----	4	2	9	16	60	----	1,7*	----	22,1	11,9
Quixadá	164	21	57	47	37	44	60	6	1,7*	----	159,8	62,9
Quixeramobim	107	15	23	33	23	43	60	6	1,7*	----	78,2	64,6
São João do Jaguaribe	12	10	----	1	13	8	60	8	1,7*	3	22,1	8,5
Senador Pompeu	49	4	9	7	14	23	60	8	1,7*	---	39,1	30,6

* Valor médio dos resultados da análise estatística de 3.000 poços do cristalino do Ceará, segundo Mabus *et al.*, 1998.

Figura 2.3.2.5.a Dados de poços e disponibilidades de água subterrânea na sub-bacia Banabuiú, Ceará.

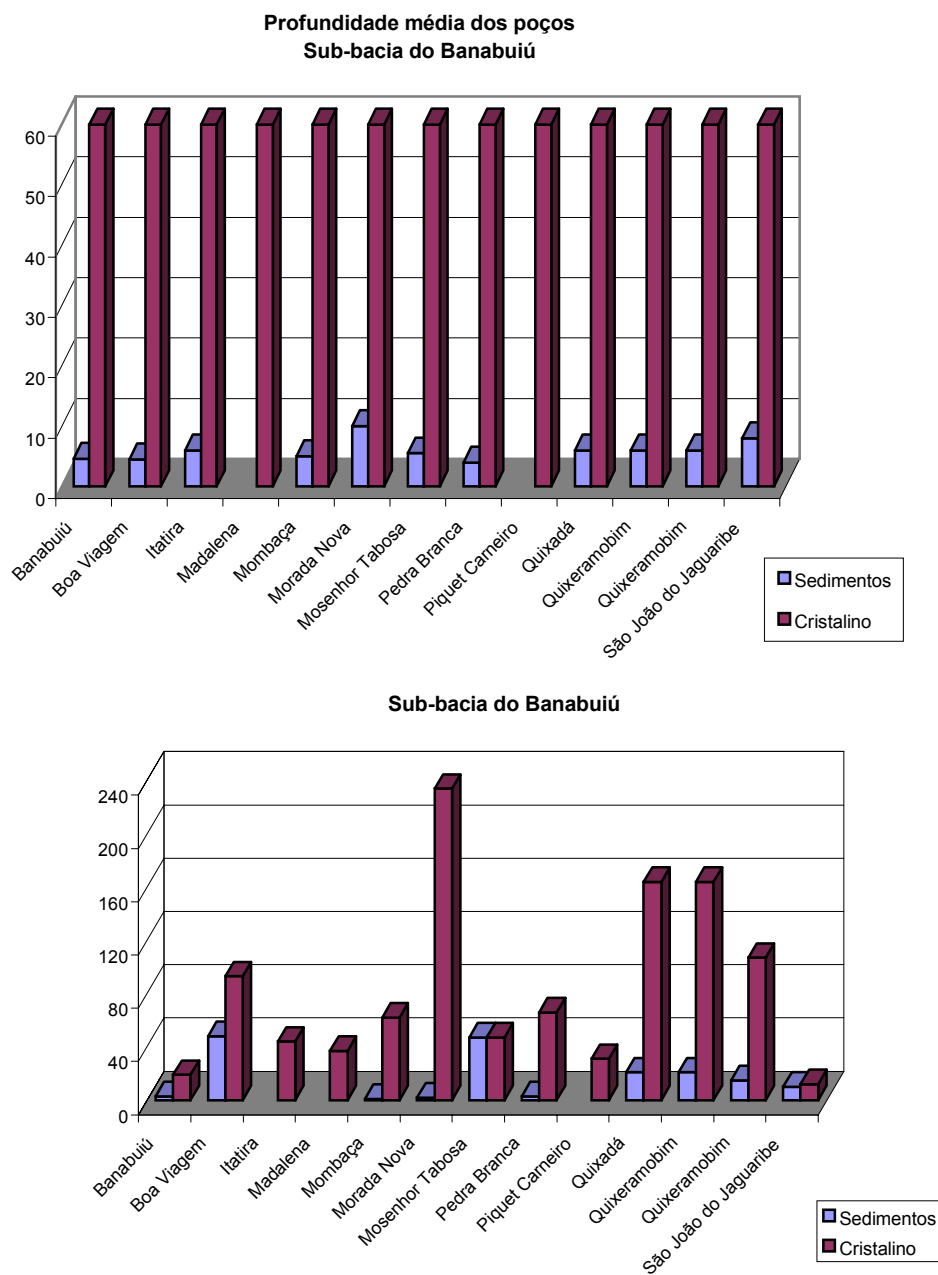


Figura 2.3.2.5.b Dados de poços e disponibilidades de água subterrânea na sub-bacia Banabuiú, Ceará.

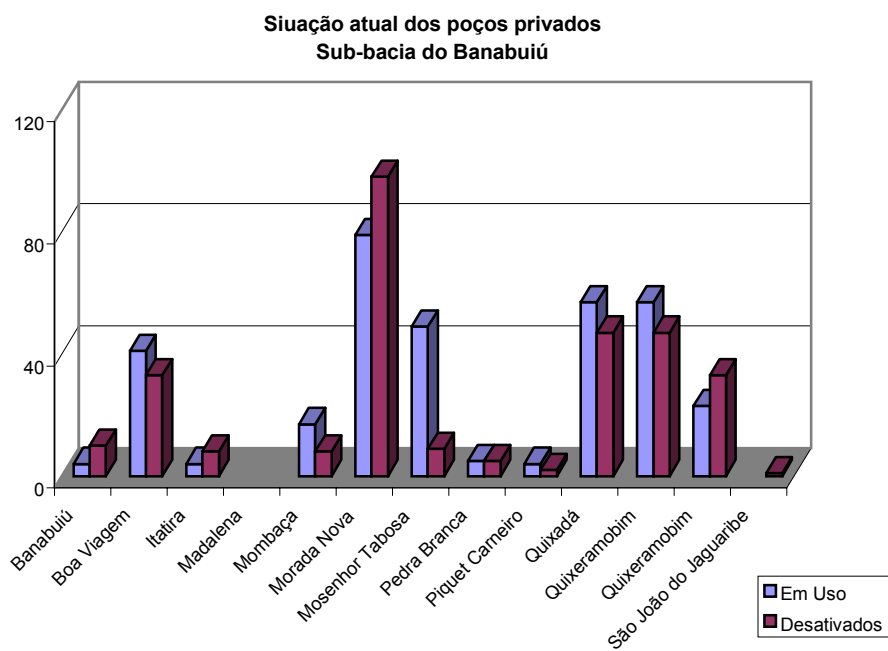
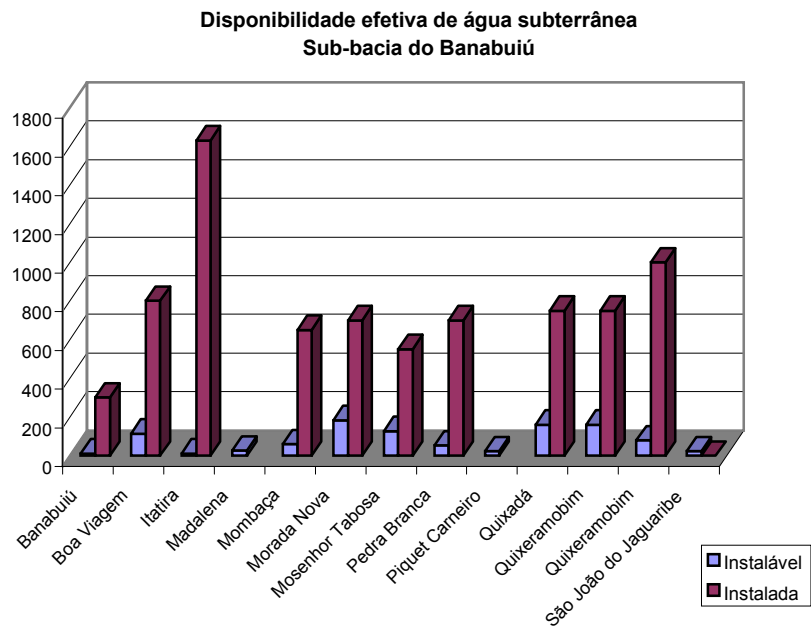


Figura 2.3.2.5.c Dados de poços e disponibilidades de água subterrânea na sub-bacia Banabuiú, Ceará.



2.3.2.6. Bacia do Araripe

As avaliações de reservas das águas subterrâneas no âmbito da Bacia do Araripe foram realizadas no decorrer de um programa mais amplo desenvolvido pelo Departamento Nacional de Produção Mineral – DNPM (Mont’Alverne et al, 1995), que contou com muito mais dados do que o Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado do Ceará, desenvolvido com um cadastro de poços e análises físico-químicas até 1989.

Desta forma, neste item específico sobre as águas subterrâneas do Araripe, foram utilizadas as informações deste projeto. Além disso, dados de atualização foram obtidos do Programa de Levantamento de Poços Tubulares no Estado do Ceará realizado pela CPRM (CPRM, 1998), com desenvolvimento de um cadastramento “in situ”, tendo sido utilizado o GPS para obtenção das coordenadas geográficas de localização dos poços.

O estudo do DNPM foi desenvolvido a partir de cadastro de campo, onde foram cadastrados 1.487 poços tubulares e 348 fontes, das quais 297 em território cearense. O cadastro posterior da CPRM é composto de 1.426 poços, com medidas de condutividade elétrica convertidas para Sólidos Totais Dissolvidos - STD. Mont’Alverne et al (DNPM, op. cit.) adotaram a seguinte divisão hidrogeológica para a Bacia do Araripe:

- Sistema aquífero superior (formações Exu e Arajara) com aproximadamente 320 metros de espessura;
- Aquicluda Santana, com mais ou menos 180 metros de espessura;
- Sistema aquífero médio (formações rio da Batateira, Abaiara e Missão Velha), possuindo em torno de 500 metros de espessura;
- Aquicluda Brejo Santo, com aproximadamente 400 metros de espessura, e;
- Sistema aquífero inferior (Formação Mauriti e parte basal da Brejo Santo), possuindo de 60 a 110 metros de espessura.

Esta sub-bacia é considerada a maior bacia hidrogeológica a nível de Estado do Ceará, com os poços tubulares de maior profundidade (até 325 metros) e de maiores vazão, alcançando até 300.000 L/h.

O sistema aquífero superior representa, na realidade, zonas essencialmente de recarga para o restante do sistema que se encontra no Vale do Cariri, com poucos dados sobre construção de poços tubulares para exploração das águas subterrâneas.

O aquífero Santana é desaconselhável, comparativamente, para a construção de poços tubulares em virtude de seu caráter menos permeável e com menor condutividade hidráulica.

Os sistemas aquíferos médio e inferior são os mais explorados por poços, fornecendo água subterrânea para inúmeros municípios, com poços que alcançam profundidades de até 300 metros (Juazeiro do Norte) e geram vazões de até 300 m³/h (Crato). Os dados médios sobre profundidade, nível estático, vazão e capacidade específica encontram-se no Tabela 2.3.2.6 a.

Plano de Gerenciamento das Águas da Bacia do Rio Jaguaribe



VOLUME 1 - TOMO II - Estudos de Base de Hidrologia

Tabela 2.3.2.6.a – Dados Gerais dos Sistemas Aquíferos Médio e Inferior da Bacia do Araripe, Ceará

SISTEMA AQÜÍFERO MÉDIO				
Município	Prof. (m)	NE (m)	Vazão (m ³ /h)	Cap. Específica (m ³ /h)
ABAIARA	86,2	16,3	5,7	0,38
ARARIPE	54,8	14,9	4	0,25
BARBALHA	87,7	20,2	24,6	2,65
BREJO SANTO	85,1	17,8	12,8	0,91
CRATO	78	24,5	20,9	2,05
JARDIM	79,8	16,2	8,2	0,47
JUAZEIRO DO NORTE	84,5	24,5	16,4	1,31
MISSÃO VELHA	84,2	13,8	25,2	2,83
PORTEIRAS	83	30,5	4,3	0,61
SANTANA DO CARIRI	48,5	6,8	14,7	1,59
SISTEMA AQÜÍFERO INFERIOR				
Município	Prof. (m)	NE (m)	Vazão (m ³ /h)	Cap. Específica (m ³ /h)
BARRO	82,8	9,5	7,4	0,45
JATI	75,5	11,1	8,3	0,97
MAURITI	99	13,4	8,1	0,44
MILAGRES	99,4	13,3	11,5	1
NOVA OLINDA	81,4	15,1	18,2	1,69
PENAFORTE	86,1	22,8	3,7	0,25

Fonte: Mont`Alverne et al, 1995

Figura 2.3.2.6.a Dados gerais do sistema aquífero médio e inferior da Bacia do Araripe, Ceará.

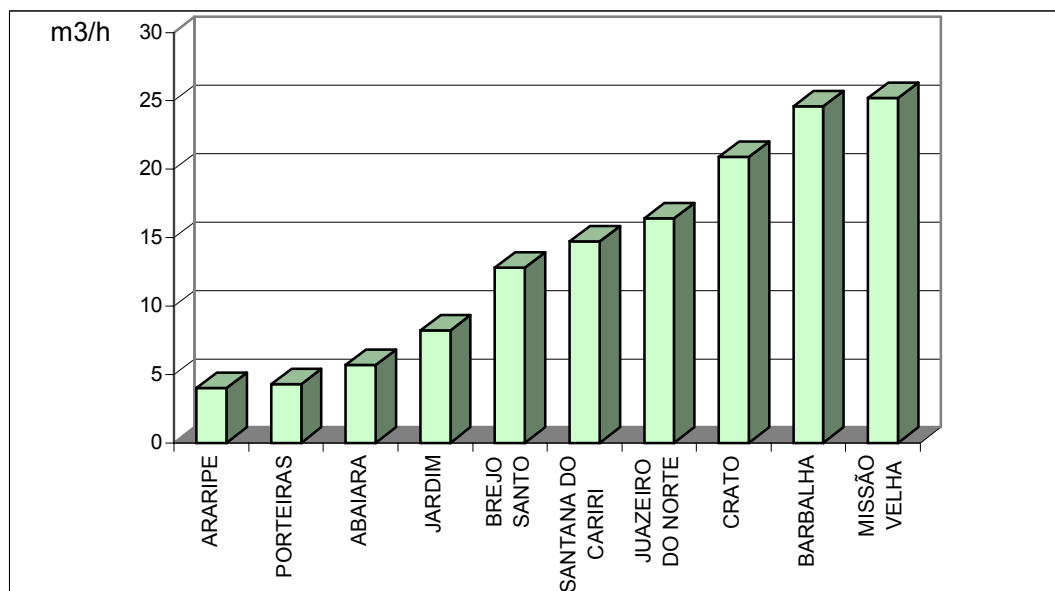
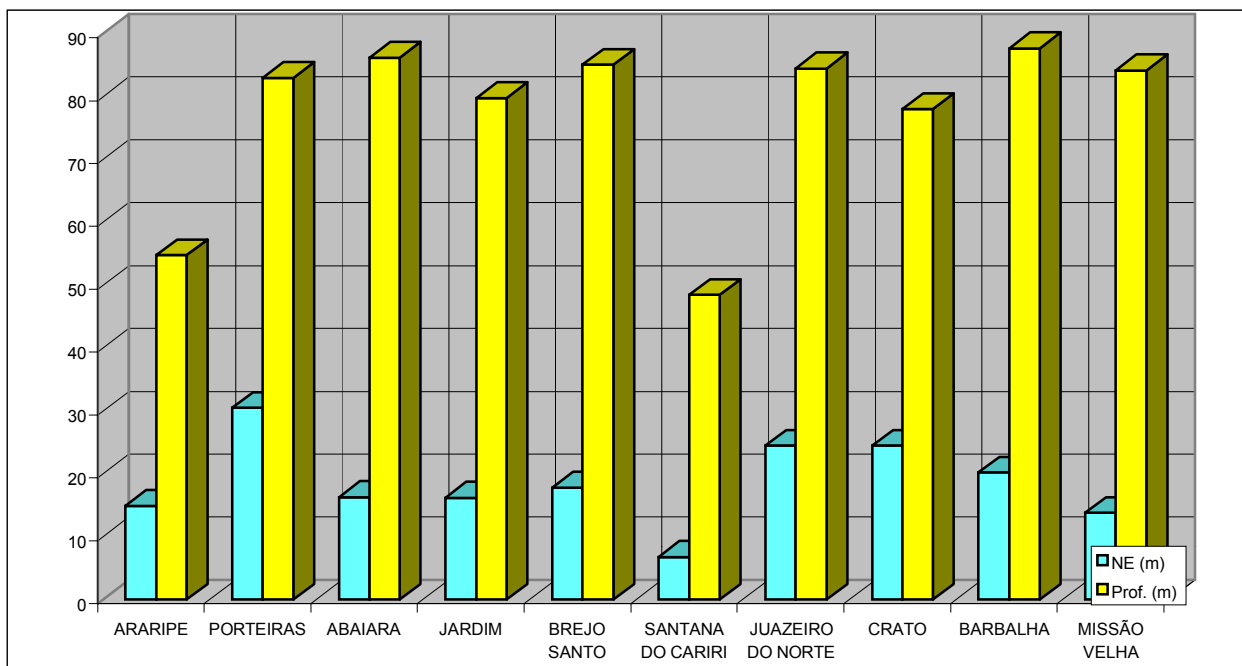
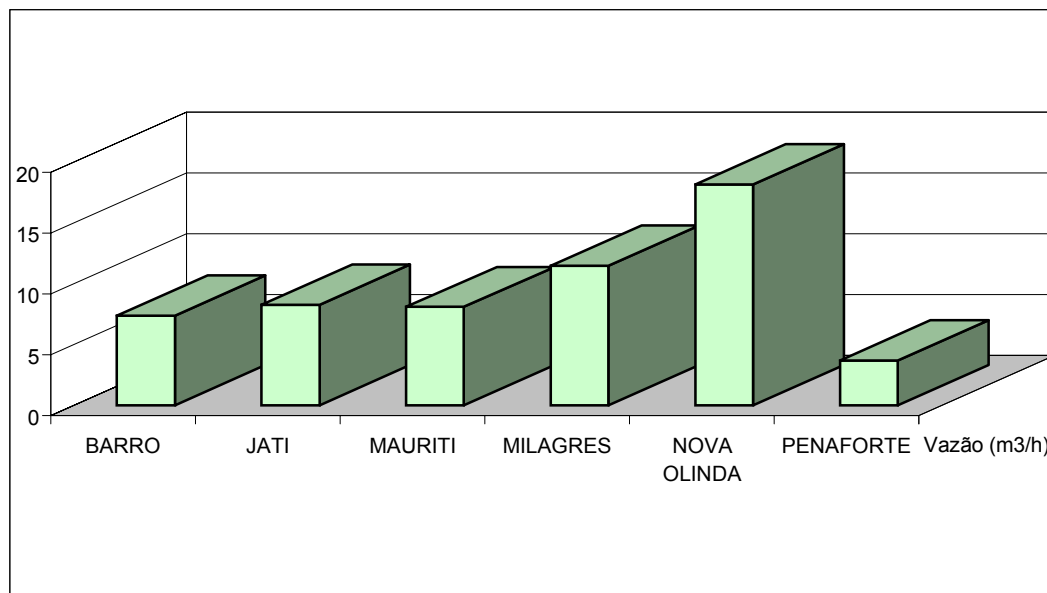
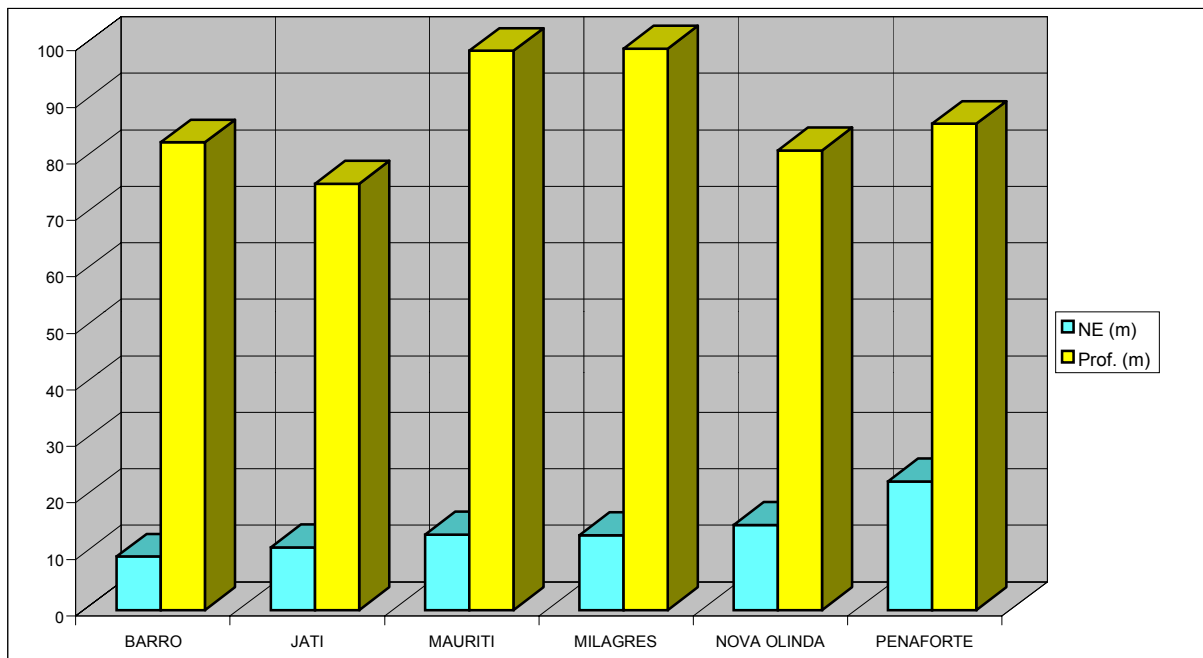


Figura 2.3.2.6.b Dados gerais do sistema aquífero médio e inferior da Bacia do Araripe, Ceará.



Os sistemas aquíferos da Bacia do Araripe possuem reservas permanentes da ordem de 98,6 bilhões de m³ e renováveis de 229,5 milhões de m³ (Tabela 2.3.2.6 b). Observa-se que o sistema aquífero superior possui o maior volume de reservas renováveis (100 milhões de m³), apesar de não ser utilizado, ou o ser em ínfima parte, em função de constituir um sistema de recarga para a Bacia do Araripe, além de possuir níveis estáticos muito profundos (no geral, acima de 100 metros de profundidade).

Os sistemas médio e inferior possuem 129,5 milhões de m³ de água constituindo as reservas renováveis e são os mais explorados, destacando-se a Formação Missão Velha como unidade aquífera, onde existem poços tubulares produzindo vazões para abastecimento público de 30 a até 300 m³/h, responsáveis pelo abastecimento público de cidades como Crato, Juazeiro e Barbalha.

Os recursos hídricos exploráveis são representados pelas reservas que estão disponíveis para serem captadas sem que exista impacto negativo para o sistema armazenador e, conseqüentemente, para o contexto geoambiental. É consenso que o volume representado pelas reservas renováveis, no caso específico dos sistemas aquíferos do Cariri, pode ser totalmente captado sem que haja impacto maior em termos de depleção nas reservas permanentes de água subterrâneas.

Em termos de classificação de recursos dos sistemas aquíferos, Mont`Alverne et al (DNPM, 1995) utiliza a classificação proposta por COSTA (1995), sendo ela:

- **Disponibilidade Potencial:** Corresponde as reservas reguladoras ou renováveis
- **Disponibilidade Virtual:** Representa parte das reservas renováveis, levando-se em consideração a preservação das reservas permanentes e a contribuição de água para outros sistemas naturais, representado neste caso, pelas ressurgências de fontes naturais. Assim, das reservas renováveis, subtrai-se o volume que é liberado pelas fontes existentes na Chapada.
- **Disponibilidade Instalada:** Refere-se ao volume hídrico passível de ser liberado pelos poços, resultantes do somatório dos testes de vazão. Mont`Alverne et al (DNPM, op. cit) adotaram a vazão máxima permissível de cada poço e em regime de bombeamento contínuo (24/24h).
- **Disponibilidade Efetiva:** Refere-se ao volume hídrico passível de ser liberado pelos poços, resultante do somatório das vazões liberadas em diferentes unidades de tempo.

Plano de Gerenciamento das Águas da Bacia do Rio Jaguaribe

VOLUME 1 - TOMO II - Estudos de Base de Hidrologia



Tabela 2.3.2.6 b - Água subterrânea no Cariri, Sub-Bacia do Salgado/CE

Sistema Aquífero	Formação Geológica	Reservas Permanentes $10^9 \times (\text{m}^3)$	Reservas Renováveis $10^6 \times (\text{m}^3/\text{ano})$	Disponibilidade Virtual $10^6 \times (\text{m}^3/\text{ano})$	Disponibilidade Instalada $10^6 \times (\text{m}^3/\text{ano})$	Disponibilidade Efetiva (m^3/ano)
Superior	Fomação Exu e Arajara	10,2	100	55	-----	-----
Médio	Formações Rio da Batateira, Abaiara e Missão Velha.	83,6	112	72	100	43×10^6
Inferior	Formação Mauriti e parte basal da Brejo Santo	4,9	17,5	7,5	20	$3,6 \times 10^6$
TOTAL	-----	98,6	229,5	134,5	120	$46,6 \times 10^6$

Fonte: Mont'Alverne *et al*, 1995.

Do cadastramento e medidas de vazão das fontes, observa-se que existe um potencial de 41 milhões de m³/ano disponível, muito embora sabe-se que existe variação sazonal dessas vazões. Tal potencial, que tem sua vazão máxima individualizada em uma fonte no município de Crato (376.000 litros/h), mostra de maneira expressiva o comportamento dos exutórios naturais na borda da Chapada do Araripe (Tabela 2.3.2.6 b).

Tabela 2.3.2.6.c – Vazões das fontes naturais do Cariri, Estado do Ceará (Medidas no período de outubro a dezembro/1993)

Município	Nº de Fontes	Vazão (m ³ /h)			
		Máxima	Mínima	Média	Total
Barbalha	33	348,52	0,80	44,09	1.455,94
Brejo Santo	13 (2)	3,30	0,08	0,94	10,32
Crato	79	376,00	0,10	18,08	1.428,26
Jardim	41 (11)	132,98	0,07	10,23	307,04
Missão Velha	52	352,00	0,21	16,48	857,13
Nova Olinda	10	16,57	0,06	4,54	45,40
Porteiras	39 (12)	182,37	0,20	10,93	295,26
Santana do Cariri	30 (7)	181,46	0,04	13,49	296,78
TOTAL	297	----	----	----	4.690,86

Fonte: Mont'Alverne *et al*, 1995.

A recarga das águas da Bacia do Araripe se procede no contexto das formações superficiais, principalmente no contexto da Exu (Feira Nova) e pelas drenagens influentes, e os exutórios principais são representados pelas fontes no sopé da chapada, responsáveis pela formação da rede de drenagem, que também constitui uma forma de exutório, desde que sejam efluentes.

2.4. CONSIDERAÇÕES FINAIS ACERCA DAS RESERVAS SUBTERRÂNEAS NA BACIA DO JAGUARIBE

Do exposto, conclui-se que o domínio sedimentar oferece as melhores perspectivas de aproveitamento do potencial hídrico armazenado em sub-superfície. Neste, as dunas, aluviões e as formações Missão Velha e Mauriti, na Região do Cariri, destacam-se em função das maiores vazões.

As águas subterrâneas possuem um potencial significativo de reservas, participando efetivamente no abastecimento direto, ou de maneira complementar, em toda Bacia do Jaguaribe. Ressalta-se a Região do Cariri, onde participam no abastecimento público em mais de 90% das sedes municipais e distritos.

Observa-se que uma significativa parcela das águas subterrâneas é direcionada para a agricultura irrigada. Isto ressalta a importância do aproveitamento racional, pois existindo a captação e uso direcionado, sob critérios técnicos definidos, existirá, certamente, um maior volume explorado e, conseqüentemente, menor perda d'água subterrânea por evapotranspiração.

No âmbito do cristalino, as vazões de 1.000 a 3.000 litros/h cedidas por poços tubulares são suficientes para suprir pequenas demandas exigidas por inúmeras comunidades, onde este meio representa a única opção para captação de recursos hídricos.

SUMÁRIO

DIAGNÓSTICO

VOLUME - 1 ESTUDOS DE BASE DE HIDROLOGIA

TOMO I - Atualização e Análise de Dados Hidrometeorológicos

Capítulo 1 – Atualização de Dados Hidrometeorológicos

Capítulo 2 – Análise de Consistência de Dados Pluviométricos e Fluviométricos

TOMO II - Estudos de Oferta Hídrica

Capítulo 1 – Estudos de Oferta Hídrica Superficial

Capítulo 2 – Estudos de Oferta Hídrica Subterrânea

TOMO III - Estudo do Impacto Cumulativo da Pequena Açudagem

Capítulo 1 – Estudo do Impacto Cumulativo da Pequena Açudagem

VOLUME - 2 ESTUDOS DE DEMANDA

Capítulo 1 – Introdução

Capítulo 2 – Demanda Hídrica para Abastecimento Humano

Capítulo 3 – Demanda Hídrica para Abastecimento Industrial

Capítulo 4 – Demanda Hídrica para Irrigação

Capítulo 5 – Demanda Hídrica Agregada

VOLUME – 3 ESTUDOS DE BALANÇO OFERTA x DEMANDA

Capítulo 1 – Consolidação da Oferta Hídrica na Bacia

Capítulo 2 – Consolidação da Demanda Hídrica na Bacia

Capítulo 3 – Balanço Oferta x Demanda

VOLUME – 4 ESTUDOS AMBIENTAIS

Capítulo 1 – Análise de Estudos de Impacto Ambiental

Capítulo 2 – Análise do Uso e Ocupação do Solo na Bacia

Capítulo 3 – Análise da Situação das Matas Ciliares

Capítulo 4 – Avaliação da Qualidade das Águas Superficiais

Capítulo 5 – Avaliação da Qualidade das Águas Subterrâneas

VOLUME – 5 ESTUDOS COMPLEMENTARES

Capítulo 1 – Resenha de Estudos Anteriores

Capítulo 2 – Metodologia de Avaliação do Custo da Água

Capítulo 3 – Avaliação do Custo pelo Uso da Água Bruta na Bacia do Jaguaribe

VOLUME - 6 ANEXOS

PLANEJAMENTO

VOLUME 1 - PLANEJAMENTO DOS RECURSOS HÍDRICOS

- Capítulo 1 – Elaboração das Projeções de Demanda
- Capítulo 2 – Consolidação da Oferta Hídrica na Bacia
- Capítulo 3 – Balanço Oferta x Demanda

VOLUME 2 - ESTUDOS AMBIENTAIS

- Capítulo 1 – Medidas de Proteção de Mananciais
- Capítulo 2 – Avaliação das Possibilidades de Reuso das Águas

VOLUME 3 - ESTUDOS COMPLEMENTARES

- Capítulo 1 – Avaliação do Grau de Saturação da Açudagem na Bacia
 - Capítulo 2 – Estudo de Cheias no Vale do Jaguaribe
 - Capítulo 3 – Medidas de Gestão da Demanda
-

PROGRAMAS DE AÇÕES

VOLUME 1 – PROGRAMA DE CONSERVAÇÃO AMBIENTAL

- Capítulo 1 – Considerações Iniciais
- Capítulo 2 – Síntese dos Estudos Ambientais
- Capítulo 3 – Propostas de Conservação Ambiental
- Capítulo 4 – Aspectos Legais e Institucionais
- Capítulo 5 – Programas a Serem Desenvolvidos

VOLUME 2 – PROGRAMA DE ABASTECIMENTO DOS NÚCLEOS URBANOS

- Capítulo 1 – Introdução
- Capítulo 2 – Programação de Investimentos
- Capítulo 3 – Estimativa de Custo por Adutora

VOLUME 3 – PROGRAMA DE MONITORAMENTO

- Capítulo 1 – Introdução
- Capítulo 2 – Bases Conceituais do Monitoramento Proposto
- Capítulo 3 – Tratamento da Informação, Equipes, Recursos Materiais e Financeiros para o Monitoramento das Águas da Bacia
- Capítulo 4 – Programa de Monitoramento Quantitativo das Águas da Bacia
- Capítulo 5 – Programa de Monitoramento Qualitativo das Águas da Bacia

VOLUME 4 – PROGRAMA DE CONSERVAÇÃO DA ÁGUA

- Capítulo 1 – Introdução
- Capítulo 2 – Programa de Cobrança
- Capítulo 3 – Sub-Programa de Hidrometração

VOLUME 5 – PROGRAMA DE ESTUDOS E PROJETOS

- Capítulo 1 – Introdução
- Capítulo 2 – Estudos Ambientais
- Capítulo 3 – Recursos Para o Monitoramento das Águas da Bacia
- Capítulo 4 – Estudos e Projetos Específicos

VOLUME 6 – ANEXO : EIXO DE INTEGRAÇÃO JAGUARIBE - ICAPUÍ

