



Folha de Dados

IDGED:

0002810002

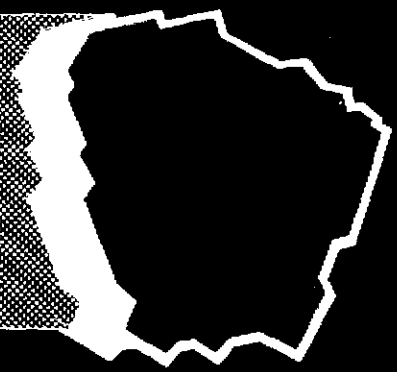
TÍTULO:

PLANO ESTADUAL DOS RECURSOS HÍDRICOS

SUBTÍTULO:

ESTUDOS DE BASE I

1ª PARTE



PLANO ESTADUAL DOS RECURSOS HÍDRICOS

Lote: 02748 - Prep(K) Scan: 1 Index: 1
Projeto Nº 0281/01/02
Volume _____
Qtd. A1 _____ Qtd. A3 _____
Qtd. A2 _____ Qtd. A4 _____
Qtd. A5 _____ Outras _____



ESTUDOS DE BASE I



GOVERNO DO ESTADO

000003



GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ
Governador **CIRO FERREIRA GOMES**

SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS
Secretário **HYPÉRIDES PEREIRA DE MACEDO**

ENTIDADES VINCULADAS

SUPERINTENDÊNCIA DE OBRAS HIDRÁULICAS - SOHIDRA
Superintendente **NEY FONSECA BARROSO**

FUNDAÇÃO CEARENSE DE METEOROLOGIA - FUNCEME
Presidente **FRANCISCO LOPES VIANA**



PLANO ESTADUAL DOS RECURSOS HIDRÍCOS

ESTUDOS DE BASE I

000004



EQUIPE DE ELABORAÇÃO

VBA CONSULTORES – ENGENHARIA DE SISTEMAS HÍDRICOS LTDA

Eng^o Ednardo Fernandes Cardoso
MS em Recursos Hídricos

Eng^o Francisco Jácome Sarmiento
MS em Recursos Hídricos

Eng^o Pedro Antônio Molinas
MS em Recursos Hídricos

Geól. Mário Fracolassi Júnior
Especialista em Hidrogeologia

Eng^o Francineire Sombra Basílio
Especialista em Hidrologia

SIRAC – SERVIÇOS INTEGRADOS DE ACESSORIA E CONSULTORIA LTDA

Eng^o Sila Xavier Gouveia
Especialista em Recursos Hídricos

Eng^o Adonai de Sousa Porto
Especialista em Recursos Hídricos

Eng^o João Fernandes Vieira Neto
MS em Recursos Hídricos

Geól. Itabaraci Nazareno Cavalcante
MS em Hidrogeologia

Eng^o Francisco de Assis Aurélio Soares
Especialista em Informática

AGUASOLOS – CONSULTORA DE ENGENHARIA LTDA

Eng^o Hypérides Pereira de Macedo
MS em Hidráulica

Eng^o Agr^o Antonio Bezerra Peixoto
MS em Economia Rural

Eng^o José Nilson Bezerra Campos
PhD em Recursos Hídricos

Adv. Cid Tomanik Pompeu
Prof. Titular da USP

Adv. José Adriano Pinto
Prof. Adjunto da UFC

Eng^o Lívia Cristina Holmo Villela Oliva
MS em Saúde Pública

ASSESSORIA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ

Prof. Vicente de Paula B. Vieira
PhD em Recursos Hídricos – Coordenador

Prof. Walter Ferreira Martins
PhD em Recursos Hídricos

Prof. Luís Bianchi
MS em Hidrogeologia

ACOMPANHAMENTO E FISCALIZAÇÃO

Eng^o Agr^o Antônio Martins da Costa
MS em Irrigação e Drenagem – Coordenador

Eng^o Nise Santord Fraga
MS em Recursos Hídricos

Eng^o Agr^o Clóvis Eduardo de Alencar Matos Neto
Especialista em Recursos Hídricos

Eng^o Jackson Sávio de Vasconcelos Silva
Especialista em Processamento de Dados

Geól. Maria Amélia Souza Menezes
Especialista em Hidrogeologia

Geól. Goretti de Fátima Ximenes Nogueira
Especialista em Hidrogeologia

Eng^o Júlio César Machado
Especialista em Recursos Hídricos

Geól. Maria Alice Guedes Marques
Especialista em Hidrogeologia

Geól. Roberto Carneiro Leitão
Especialista em Planejamento e Administração de Recursos Naturais

Adv. Valério Augusto Celia Menescal
Assessor Jurídico





RECONHECIMENTO

À Equipe do Governo anterior,

TASSO RIBEIRO JEREISSATI

Governador do Estado

JOSÉ LIBERATO BARROSO FILHO

Secretário de Recursos Hídricos

e

ANTONIO MARTINS DA COSTA

Diretor do Departamento de Recursos Hídricos e Obras Hidráulicas,

pela decisão inovadora de elaborar o Plano Estadual dos Recursos Hídricos, com a visão de organizar as funções da água no território cearense, estabelecendo a unidade hidrográfica como princípio do planejamento hídrico e definindo uma nova síntese na hidrologia do semi-árido cearense,

pelo compromisso com esta visão, ensejando que a atual Administração Estadual possa dar um passo decisivo, através da implantação do Sistema Integrado de Gestão dos Recursos Hídricos, concebido para operacionalizar a política de oferta, uso e preservação da água como centro gerador de bem-estar social e riqueza produtiva.

000006

AGRADECIMENTOS

A Antonio Nunes de Miranda, pelo seu empenho e determinação na coordenação inicial e montagem do Grupo de Trabalho para elaboração do Projeto do Plano e acompanhamento de sua execução.

Valiosa colaboração foi prestada pelo Presidente da FUNCEME, Francisco Lopes Viana, e pelos Superintendentes da SOHIDRA, Ney Fonseca Barroso, e, posteriormente, Olga Valéria B. Teixeira Pinheiro

A proposta do aparato jurídico-institucional do Plano recebeu a significativa cooperação da autoridade nacional em legislação das águas, Cid Tomanik Pompeu, bem como do consultor jurídico Dimas Macedo.

Referência especial cabe a Francisco Suetônio Bastos Mota e Antônio Praxedes, pela colaboração que deram aos estudos de impacto ambiental e engenharia sanitária, respectivamente

Quanto às empresas AGUASOLOS – Consultora de Engenharia Ltda., SIRAC – Serviços Integrados de Assessoria e Consultoria Ltda. e VBA Consultores – Engenharia de Sistemas Hídricos Ltda., contratadas para a elaboração do Plano, destaque-se a competência com que asseguraram o rigor e a qualidade dos trabalhos, através de suas equipes técnicas

As instituições a seguir declinadas, que sempre responderam prontamente às solicitações de estatísticas e informações, sem as quais os estudos básicos do Plano não teriam a precisão e profundidade obtidas, o reconhecimento desta Secretaria. São elas Departamento Nacional de Obras Contra as Secas (DNOCS), Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE), Banco do Nordeste do Brasil S/A (BNB), Universidade Federal do Ceará (UFC), Universidade Estadual do Ceará (UECE), Universidade de Fortaleza (UNIFOR), Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM), Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica (DNAEE), Fundação de Serviço de Saúde Pública (FSESP), Departamento Nacional de Obras e Saneamento (DNOS), Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), Departamento de Águas e Energia Elétrica de São Paulo (DAEE), Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM), Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (FUNCEME), Superintendência de Obras Hidráulicas (SOHIDRA), Secretaria do Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente (SDU), Secretaria da Agricultura e Reforma Agrária (SEARA), Secretaria do Trabalho e Ação Social (SAS), Secretaria do Planejamento e Coordenação (SEPLAN), Companhia de Água e Esgoto do Ceará (CAGECE), Superintendência de Desenvolvimento Urbano do Estado do Ceará (SEDURB), Superintendência Estadual do Meio Ambiente (SEMACE), Companhia Estadual de Desenvolvimento Agrário e de Pesca (CEDAP), Empresa de Assistência e Extensão Rural do Ceará (EMATERCE), Fundação Comissão Estadual de Planejamento Agrícola (CEPA), Empresa de Pesquisa Agropecuária do Ceará (EPACE) e Fundação Núcleo de Tecnologia Industrial do Ceará (NUTEC)



Na revisão, computação gráfica e comunicação visual trabalharam com responsabilidade e dedicação os profissionais Ana Maria Vidal Menezes Lima, Antônio Bezerra Peixoto, Francisco Benício Albuquerque, Vera Lúcia Barreira Uchoa, José Júlio Martins Torres, Carlos Alberto Carolino da Cunha e Francisco Eulálio Santiago Costa, respectivamente.

Enfim, a todos quantos, nos mais diversos níveis e áreas de atuação, mobilizaram energias para a realização do presente documento, a gratidão desta Secretaria.


HYPPÓLITO PEREIRA DE MACEDO
Secretário dos Recursos Hídricos

000008



"Infelizmente, é difícil vencermos no Brasil o vezo tradicional de preferir protelações indefinidas a soluções de conjunto, malbaratando assim, por dilatados anos, dinheiro e esforços, sem orientação segura, em trabalhos dispersivos e improfícuos. E mais do que qualquer outro tem sido o grande problema das secas vítima dessa fatalidade nacional".

Aarão Reis, em agosto de 1913

APRESENTAÇÃO

A água é um dos elementos básicos à vida. Nas regiões semi-áridas da Terra os recursos hídricos são fundamentais, seja para o atendimento das demandas populacionais, seja como indutores da produção e da geração de emprego e renda, principalmente no campo. Constituindo-se um bem público, deve merecer do Estado tratamento social, planejamento técnico, organização institucional e estrutura jurídica própria.

No Ceará, importantes mananciais hídricos intermitentes estão distribuídos em seu território. A irregularidade da sua pluviosidade e, sobretudo, a periodicidade das águas superficiais, em face da geologia do seu solo, impõem a necessidade de um programa de implementação de reservas permanentes para regularização do abastecimento d'água por seus usuários atuais e pelas gerações futuras, nos níveis estratégico e regional. Para tanto, o Governador Tasso Jereissati decidiu elaborar um Plano Estadual dos Recursos Hídricos.

Referido Plano contempla, essencialmente, os aspectos técnicos e os aspectos jurídico-institucionais dos recursos hídricos do Estado.

Relativo aos aspectos técnicos, o Plano apresenta o estudo em três fases, caracterizadas por: a) Diagnóstico da Situação Atual, contendo levantamentos e análises de dados e informações hídricas, bem como as metodologias que permitiram o dimensionamento dos recursos existentes; b) Estudos de Base que, dentre outros, abordam aqueles relacionados com secas e inundações, definem as demandas atuais e futuras e formulam um modelo de síntese hidrológica padrão que identifica as "zonas críticas" do Estado; c) Planejamento, que enfoca o balanço hídrico atual e planejado e concebe alternativas de infraestrutura hídrica adequada. Finalmente, todas as informações foram sintetizadas no ATLAS DOS RECURSOS HIDRICOS, apresentadas em nível de cada Município.

Os aspectos jurídico-institucionais, igualmente, foram estudados nas fases de Diagnóstico, Estudos de Base e Planejamento, cujos resultados serviram de base à concepção do Sistema Integrado de Gestão dos Recursos Hídricos do Estado.



CIRO FERREIRA GOMES
Governador do Estado do Ceará

SUMÁRIO

DIAGNÓSTICO

PARTE I – ASPECTOS JURÍDICOS

1. INTRODUÇÃO

2. CARACTERIZAÇÃO HIDROLÓGICA

- 2.1. Regime pluviométrico
- 2.2. Regime dos Rios
- 2.3. Ocorrência de Águas Superficiais
- 2.4. Ocorrência de Águas Subterrâneas
- 2.5. As Secas
- 2.6. As Cheias

3. ANTECEDENTES HISTÓRICOS

- 3.1. Os Primeiros Passos
- 3.2. A Política de Açudagem e Irrigação
 - 3.2.1. Considerações Iniciais
 - 3.2.2. Açudagem em Cooperação
 - 3.2.3. As Bacias Hidráulicas
 - 3.2.4. Postos Agrícolas
 - 3.2.5. Os Perímetros de Irrigação
 - 3.2.6. A Pesca Continental e outros Usos da Água

4. A CONSTITUIÇÃO FEDERAL – RECURSOS HÍDRICOS

- 4.1. Dos Bens da União – Art. 20
- 4.2. Da Competência da União – Art. 21
- 4.3. Da Competência Privativa da União – Art. 22
- 4.4. Competências Comuns da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios – Art. 23
- 4.5. Dos Bens dos Estados – Art. 26

5. O CÓDIGO DE ÁGUAS E A LEI NACIONAL DE IRRIGAÇÃO

- 5.1. Histórico
- 5.2. Classificação das Águas
- 5.3. As Águas Pluviais

6. LEGISLAÇÃO SOBRE DERIVAÇÃO DE ÁGUAS PÚBLICAS

- 6.1. Abordagem Segundo o Código de Águas
 - 6.1.1. Formas de Outorga. Concessão, Autorização e Permissão
 - 6.1.2. A Transferência do Direito de Derivação de Águas
 - 6.1.3. Os Prazos de Validade das Concessões, Autorizações e Permissões
- 6.2. Abordagem Segundo a Lei de Irrigação
 - 6.2.1. Formas de Outorgas. Concessão e Autorização
 - 6.2.2. A Transferência do Direito de Derivação de Águas
 - 6.2.3. Os Prazos de Validade das Concessões e Autorizações
- 6.3. A Outorga das Águas Estaduais
 - 6.3.1. Da Competência do Estado
 - 6.3.2. A Legislação Básica do Estado do Ceará
 - 6.3.3. Formas de Outorga. Concessão, Autorização e Permissão
 - 6.3.4. Transferência do Direito de Derivação de Águas
 - 6.3.5. Os Prazos de Validade das Concessões, Autorizações e Permissões



7. NORMAS SOBRE A QUALIDADE DAS ÁGUAS

- 7.1. A Portaria/GM/nº 0013 do MINTER
- 7.2. A Resolução CONAMA nº 20
- 7.3. As Leis Estaduais nº 10.147 e nº 10.148

8. PROBLEMAS ESPECIAIS NA LEGISLAÇÃO DE ÁGUAS

- 8.1. A Outorga de Águas Públicas – CONFLITOS
- 8.2. A Questão do Abastecimento Público a partir de Reservatórios da União
- 8.3. Os Conceitos de Águas Permanentes e Eventuais
- 8.4. A Questão dos Aquíferos Aluvionais
- 8.5. A Construção de Barragens pela União em Rios Estaduais
- 8.6. O Espaço para a Ação do Estado

PARTE II – ASPECTOS INSTITUCIONAIS

1. INTRODUÇÃO

2. METODOLOGIA

- 2.1. Preliminares
- 2.2. Instituições a serem Pesquisadas
- 2.3. Funções – Caracterização
- 2.4. Documentos – Conteúdo

3. SISTEMA ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS – SERH

- 3.1. Antecedentes
- 3.2. Malha Institucional
- 3.3. Análise

4. CONCLUSÕES

5. APÊNDICE – QUADROS E MATRIZES

PARTE III – ANÁLISE DAS PRINCIPAIS FUNÇÕES DE USO E PRESERVAÇÃO

A. IRRIGAÇÃO

1. INTRODUÇÃO

2. AÇÕES DESENVOLVIDAS

- 2.1. Ações a Nível Federal
- 2.2. Ações a Nível Estadual
- 2.3. Ações a Nível Comunitário

3. INSTITUIÇÕES ENVOLVIDAS – 1988

- 3.1. A Nível Federal
- 3.2. A Nível Estadual

4. MODELOS INSTITUCIONAIS EXISTENTES

- 4.1. Modelo a Nível Federal
 - 4.1.1. Antecedentes
 - 4.1.2. Modelo Federal
- 4.2. Modelo a Nível Estadual
 - 4.2.1. Antecedentes
 - 4.2.2. Modelo Estadual
 - 4.2.3. Comentário Final

B. PRESERVAÇÃO

000012

1. INTRODUÇÃO

2. AÇÕES DESENVOLVIDAS

- 2.1. Ações a Nível Federal
- 2.2. Ações a Nível Estadual
- 2.3. Participação da População

3. MODELOS INSTITUCIONAIS EXISTENTES

- 3.1. Na Área Federal
- 3.2. Na Área Estadual

C. SERVIÇOS BÁSICOS DE ÁGUA E ESGOTO

1. INTRODUÇÃO

2. ABASTECIMENTO URBANO

- 2.1. Abastecimento Público de Água de Fortaleza – Antecedentes
- 2.2. Sistema de Abastecimento de Água Atual
- 2.3. Os Serviços de Abastecimento de Água
- 2.4. Tarifas Públicas de Água
- 2.5. Ação do BNH na Política de Saneamento

3. ABASTECIMENTO RURAL

4. ABASTECIMENTO INDUSTRIAL

5. ASSIMILAÇÃO DE ESGOTOS/ESGOTAMENTO SANITÁRIO

6. INSTITUIÇÕES RESPONSÁVEIS PELO SERVIÇO DE ÁGUA E ESGOTO

PARTE IV – BACIA DO JAGUARIBE

SÍNTESE DO DIAGNÓSTICO

1. INTRODUÇÃO

2. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA

- 2.1. Clima
 - 2.1.1. Circulação Atmosférica
 - 2.1.2. Aspectos Pluviométricos
 - 2.1.3. Aspectos Térmicos
 - 2.1.4. Regime Xerotérmico
 - 2.1.5. Classificação Climática
- 2.2. Geologia
- 2.3. Solos
- 2.4. Vegetação
- 2.5. Relevo
- 2.6. Hidrografia
 - 2.6.1. Bacia do Alto Jaguaribe
 - 2.6.2. Bacia do Médio Jaguaribe
 - 2.6.3. Bacia do Baixo Jaguaribe
 - 2.6.4. Bacia do Salgado
 - 2.6.5. Bacia do Banabuiú
- 2.7. Aspectos Sócio-Econômicos
 - 2.7.1. A População
 - 2.7.2. Contribuição da Bacia do Rio Jaguaribe para a Formação do Produto Interno Bruto Estadual
 - 2.7.3. Importância das Atividades Agropecuárias na Economia da Bacia do Rio Jaguaribe

3. ESTUDOS EXISTENTES

- 3.1 Estudos Hidrológicos
 - 3.1.1 Estudos de Aproveitamento Integrado
 - 3.1.2. Estudos Específicos
- 3.2. Principais Estudos Hidrogeológicos
 - 3.2.1 Estudos de Âmbito Geral
 - 3.2.2. Estudos Localizados e Específicos
- 3.3. Principais Informações sobre o Nível de Açudagem
- 3.4 Principais Informações Fotocartográficas

4. DADOS PLUVIOMÉTRICOS

- 4.1. Dados Coletados
- 4.2. O Método do Vetor Regional
 - 4.2.1. Forma dos Gráficos Duplo-acumulativos
- 4.3. Critérios Utilizados na Correção de Desvios e no Preenchimento de Falhas
 - 4.3.1. Desvios Isolados
 - 4.3.2. Desvios Sistemáticos
 - 4.3.3. Preenchimento de Falhas
 - 4.3.4. Verificação da Qualidade dos Dados Resultantes
 - 4.3.5. Compatibilização dos Valores Diários
- 4.4. Aplicação da Metodologia
 - 4.4.1. Divisão dos Postos em Grupos Regionais
 - 4.4.2. Exemplos de Casos
- 4.5. Análise dos Resultados Obtidos
- 4.6. Conclusão

5. DADOS FLUVIOMÉTRICOS

- 5.1. Dados Coletados
- 5.2. Curvas de Descargas
 - 5.2.1. Rio Jaguaribe em Arneiroz
 - 5.2.2. Riacho da Conceição em Malhada
 - 5.2.3. Rio Carúis em Sítio Conceição
 - 5.2.4. Rio Bastões em Sítio Poço Dantas
 - 5.2.5. Rio Carúis em Carúis
 - 5.2.6. Rio Jaguaribe em Iguatu
 - 5.2.7. Riacho dos Porcos em Sítio Otis
 - 5.2.8. Riacho dos Porcos em Podimirim
 - 5.2.9. Rio Salgado em Lavras da Mangabeira
 - 5.2.10. Rio Salgado em Icó
 - 5.2.11. Rio Jaguaribe em Jaguaribe
 - 5.2.12. Rio Jaguaribe em Peixe Gordo
 - 5.2.13. Rio Patu em Boqueirão do Patu
 - 5.2.14. Rio Banabuiú em Senador Pompeu
 - 5.2.15. Rio Quixeramobim em Quixeramobim
 - 5.2.16. Rio Sitá em Boqueirão de Pedras Brancas
 - 5.2.17. Rio Banabuiú em Morada Nova II
- 5.3. Análise da Consistência e da Homogeneidade dos Dados de Vazões
 - 5.3.1. Grupo Alto Jaguaribe
 - 5.3.2. Grupo Salgado
 - 5.3.3. Grupo Médio e Baixo Vale
 - 5.3.4. Grupo Banabuiú
 - 5.3.5. Balanço da Homogeneização
- 5.4. Recomendações quanto à Operação e à Instalação de Novos Postos
- 5.5. Conclusões e Recomendações

6. NÍVEL DE AÇUDAGEM

- 6.1. Metodologia para a Obtenção do Nível de Açudagem
 - 6.1.1. Classes de Relevô
 - 6.1.2. Ordem dos Rios
 - 6.1.3. Ajuste das Relações Área x Volume
- 6.2. Resultados Obtidos
 - 6.2.1. Análise dos Resultados Obtidos

00:014

7. INVENTÁRIO DE HIDROGEOLOGIA

- 7.1 Metodologia
- 7.2. Caracterização Geológica da Área de Estudo
 - 7.2.1. Rochas Cristalinas
 - 7.2.2. Rochas Sedimentares
- 7.3. Águas Subterrâneas na Bacia
 - 7.3.1. Aspectos Gerais
 - 7.3.2. Sistemas Aquíferos na Bacia do Jaguaribe
- 7.4. Avaliação dos Dados dos Poços Inventariados
 - 7.4.1. Número de Poços Existentes e Distribuição Espacial
 - 7.4.2. Aspectos Construtivos
 - 7.4.3. Nível de Confiabilidade das Informações

PARTE V – BACIAS: COREAÚ, ACARAÚ, LITORAL, CURU, METROPOLITANAS E PARNAÍBA

SÍNTESE DO DIAGNÓSTICO

1 INTRODUÇÃO

2. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA

- 2.1. Preliminares
- 2.2. Descrição Fisiográfica
 - 2.2.1. A Bacia Coreaú
 - 2.2.2. A Bacia Acaraú
 - 2.2.3. A Bacia Litoral
 - 2.2.4. A Bacia Curu
 - 2.2.5. As Bacias Metropolitanas
 - 2.2.6. A Bacia Parnaíba
- 2.3. Caracterização Climática
- 2.4. O Meio Geológico
 - 2.4.1. Generalidades
 - 2.4.2. Geomorfologia e Geotectônica
 - 2.4.3. Caracterização Geológica dos Sistemas Aquíferos
- 2.5. Aspectos Sócio-Econômicos
 - 2.5.1. Demografia
 - 2.5.2. Atividades Econômicas

3. ESTUDOS EXISTENTES

- 3.1. Preliminares
- 3.2. Estudos Hidrológicos
 - 3.2.1. Estudos de Âmbito Global
 - 3.2.2. Estudos da Bacia Coreaú
 - 3.2.3. Estudos da Bacia Acaraú
 - 3.2.4. Estudos da Bacia Litoral
 - 3.2.5. Estudos da Bacia Curu
 - 3.2.6. Estudos das Bacias Metropolitanas
 - 3.2.7. Estudos da Bacia Parnaíba
- 3.3. Principais Estudos Hidrogeológicos
 - 3.3.1. Estudos de Âmbito Geral
 - 3.3.2. Estudos Localizados
- 3.4. Principais Informações sobre o Nível de Açudagem
- 3.5. Principais Informações Fotocartográficas e Físicas

4. PLUVIOMETRIA

- 4.1. Comentários Gerais sobre a Rede e sua Operação
- 4.2. Disponibilidade de Dados "In Natura"
- 4.3. Análise de Consistência
 - 4.3.1. Metodologia
 - 4.3.2. Agrupamento dos Postos
 - 4.3.3. Análise dos Resultados
 - 4.3.4. Balanço Final e Conclusões

000015

5. OS DADOS FLUVIOMÉTRICOS

- 5.1. Considerações Básicas A Rede Fluviométrica Utilizável
 - 5.1.1. Rede Fluviométrica segundo o Inventário do DNAEE
 - 5.1.2. A Rede Fluviométrica com Dados Disponíveis
 - 5.1.3. A Rede Fluviométrica Utilizável
- 5.2. Disponibilidade Real de Dados
 - 5.2.1. As Séries de Vazões Médias Existentes
 - 5.2.2. As Séries Determinadas no Plano
- 5.3. Análise de Consistência
 - 5.3.1. Metodologia Geral
- 5.4. Síntese dos Resultados As Séries Confiáveis
 - 5.4.1. A Situação Geral para as Bacias Coreau, Acaraú, Litoral, Curu, Metropolitanas e Parnaíba
 - 5.4.2. Síntese da Situação de cada Bacia
 - 5.4.3. As Séries de Vazões

6. O NÍVEL DE AÇUDAGEM

- 6.1. Objetivos
- 6.2. O Processo Metodológico
- 6.3. Cadastramento dos Açudes e Amostra Básica
- 6.4. Zoneamento do Relevo
 - 6.4.1. Conceituação e Procedimento Metodológico
 - 6.4.2. Os Resultados Obtidos
- 6.5. Os Grupos RiO: As Relações Associadas
- 6.6. Volumes Acumulados com Açudagem
 - 6.6.1. Volumes Acumulados nos Principais Açudes (> 8 hm³) de Capacidade Conhecida
 - 6.6.2. Volumes Acumulados com Pequena e Média Açudagem
 - 6.6.3. Volume Total Acumulado
- 6.7. As Águas de Lagos e Lagoas

7. INVENTÁRIO HIDROGEOLÓGICO

- 7.1. Metodologia
- 7.2. A Ficha de Características Gerais do Poço
- 7.3. Diagnóstico dos Poços Inventariados
- 7.4. Aspectos Construtivos
- 7.5. Nível de Confiabilidade das Informações
- 7.6. Testes de Aquíferos
- 7.7. Análises Químicas
- 7.8. Consideração Final

ESTUDOS DE BASE

PARTE VI – ASPECTOS JURÍDICOS E INSTITUCIONAIS

A. LEGISLAÇÃO INTERNACIONAL

1. INTRODUÇÃO

2. GESTÃO DAS ÁGUAS – LEGISLAÇÃO

- 2.1. França
- 2.2. Estados Unidos da América
- 2.3. Canadá
- 2.4. Bélgica
- 2.5. Inglaterra e País de Gales
- 2.6. Suíça
- 2.7. República Federal da Alemanha
- 2.8. União das Repúblicas Socialistas Soviéticas
- 2.9. Japão
- 2.10. Israel
- 2.11. Austrália
- 2.12. Checoslováquia
- 2.13. Hungria
- 2.14. Portugal

3. CONCLUSÕES

B. MODELO INSTITUCIONAL FEDERAL

1. INTRODUÇÃO

2. MODELO ATUAL DE GESTÃO – PRINCIPAIS INSTITUIÇÕES ENVOLVIDAS

- 2.1. *Ministério de Minas e Energia*
 - 2.1.1. Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica (DNAEE)
 - 2.1.2. Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM)
- 2.2. *Ministério da Agricultura*
 - 2.2.1. Programa Nacional de Irrigação (PRONI)
 - 2.2.2. Departamento Nacional de Obras Contra as Secas (DNOCS)
 - 2.2.3. Instituto Nacional de Meteorologia (INMET)
 - 2.2.4. Departamento Nacional de Obras e Saneamento (DNOS)
- 2.3. *Ministério do Interior*
 - 2.3.1. Secretaria Especial do Meio Ambiente (SEMA)
 - 2.3.2. Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE)
- 2.4. *Órgãos Interministeriais*
- 2.5. *Outras Instituições Federais com Participação na Gestão de Águas Públicas*

3. DEFICIÊNCIAS NA GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS NO BRASIL

4. MODELOS ALTERNATIVOS DE GESTÃO

- 4.1. *Introdução*
- 4.2. *Modelos Alternativos*
- 4.3. *Comentário sobre as Alternativas de Gestão*

5. APÊNDICE

- 5.1. *Alternativa 1 de Gestão Proposta pelo DNAEE*
- 5.2. *Alternativa 2 de Gestão Proposta pelo DNAEE*
- 5.3. *Modelo de Gerenciamento dos Recursos Hídricos para o Semiárido*

C. MODELO INSTITUCIONAL ESTADUAL

1. INTRODUÇÃO
2. O MODELO DE GESTÃO PAULISTA
3. DECRETO Nº 27.576, DE 11/11/87 – COMENTÁRIOS
4. A ESTRUTURA INSTITUCIONAL E A ORGANIZAÇÃO DO PLANO
5. O PROGRAMA BÁSICO DE TRABALHO
6. OS ESTUDOS COMPLEMENTARES
7. PRIMEIROS DOCUMENTOS DE DIAGNÓSTICOS
8. A POLÍTICA ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS
 - 8.1. Princípios Fundamentais
 - 8.2. Princípios de Aproveitamento
 - 8.3. Princípios de Controle
9. ESTRATÉGIA PARA A IMPLANTAÇÃO DA POLÍTICA DE RECURSOS HÍDRICOS E DO SISTEMA DE GERENCIAMENTO
10. OS RECURSOS HÍDRICOS NA CONSTITUIÇÃO PAULISTA
11. IDÉIA PAULISTA DO MODELO DE GESTÃO
 - 11.1. Princípios Básicos
 - 11.2. Atribuições
12. CONSIDERAÇÕES FINAIS E CONCLUSÕES

PARTE VII – HIDROCLIMATOLOGIA

A. BACIA DO JAGUARIBE

1. INTRODUÇÃO
2. CARACTERIZAÇÃO DO REGIME PLUVIOMÉTRICO E CLIMA
 - 2.1. Generalidades
 - 2.2. Aspectos Sinóticos e Dinâmicos da Atmosfera
 - 2.3. Análise de Elementos Climáticos na Bacia do Rio Jaguaribe
 - 2.3.1. Distribuição da Climatologia Anual da Precipitação
 - 2.3.2. Análise Estatística das Precipitações
 - 2.3.3. Distribuição da Temperatura
 - 2.3.4. Umidade e Insolação
 - 2.3.5. Velocidade e Direção do Vento
 - 2.3.6. Evaporação
 - 2.4. O Balanço Hídrico
 - 2.5. Classificação Climática
 - 2.5.1. Classificação Segundo Wilhelm Koeppen
 - 2.5.2. Thornthwaite
3. ZONAS HIDROLÓGICAS HOMOGÊNEAS
 - 3.1. Objetivos
 - 3.2. Generalidades
 - 3.3. Antecedentes
 - 3.4. Metodologia
 - 3.4.1. Fatores Físico-Climáticos Envolvidos
 - 3.4.2. Síntese Cartográfica da Precipitação
 - 3.4.3. Síntese Cartográfica da Permeabilidade
 - 3.4.4. Síntese Cartográfica do Relevo

- 3.4.5. Síntese Cartográfica da Altitude
- 3.4.6. Síntese Cartográfica Parcial – Zonas Físicas Homogêneas
- 3.4.7. Síntese Cartográfica Final – Zonas Hidrológicas Homogêneas

4. ESTUDOS DOS DEFLÚVIOS

- 4.1. O Modhac
 - 4.1.1. Concepção Básica do Modelo
 - 4.1.2. Alteração da Concepção Original
- 4.2. Dados Disponíveis
 - 4.2.1. Séries Pluviométricas Diárias
 - 4.2.2. Séries Pluviométricas Mensais
- 4.3. Obtenção das Precipitações e Evapotranspirações Médias
 - 4.3.1. O Método de Thiessen
 - 4.3.2. Seleção dos Postos Pluviométricos por Bacia Hidrográfica
 - 4.3.3. As Precipitações e as Evapotranspirações Médias
- 4.4. Ajuste do Modelo às Séries de Vazões
 - 4.4.1. Seleção das Séries
 - 4.4.2. Seleção dos Períodos de Ajuste e Verificação
 - 4.4.3. Resultados dos Ajustes
 - 4.4.4. Verificação dos Ajustes
- 4.5. Extensão Temporal das Séries dos Postos Pluviométricos
- 4.6. Geração das Séries de Vazões Afluentes aos Grandes Açudes
 - 4.6.1. Parâmetros do MODHAC para cada Açude
 - 4.6.2. Séries Geradas
- 4.7. Avaliação das Potencialidades das Pequenas e Microbacias
 - 4.7.1. Regionalização do Volume Médio Afluente Anual
 - 4.7.2. Cálculo dos Volumes Afluentes
- 4.8. Conclusões
 - 4.8.1. Quanto às Séries dos Postos Pluviométricos
 - 4.8.2. Quanto aos Parâmetros do Modelo
 - 4.8.3. Quanto às Séries dos Açudes
 - 4.8.4. Quanto à Disponibilidade para a Pequena e Média Açudagem

5. ESTUDO DE DEMANDAS

- 5.1. Considerações Iniciais
- 5.2. Abastecimento Humano
 - 5.2.1. Divisão Populacional
 - 5.2.2. Projeção Populacional de 10 em 10 anos até o Ano 2020
 - 5.2.3. Dotações de Água
 - 5.2.4. Evolução das Demandas
- 5.3. Consumo Animal
- 5.4. Irrigação
- 5.5. Abastecimento Industrial
- 5.6. Demandas de Água para Outros Fins
 - 5.6.1. Piscicultura
 - 5.6.2. Geração de Energia Elétrica
 - 5.6.3. Navegação
- 5.7. Agregação das Demandas Totais de Água na Bacia do Rio Jaguaribe

6. AVALIAÇÃO DAS DISPONIBILIDADES

- 6.1. Avaliação das Disponibilidades dos Grandes Açudes
 - 6.1.1. Modelo de Simulação Individual nos Açudes
- 6.2. Avaliação das Disponibilidades da Média e Pequena Açudagem
 - 6.2.1. Resumo da Metodologia
 - 6.2.2. Aplicação do Método
 - 6.2.3. Extrapolação dos Resultados para os Açudes Restantes

7. ESTUDOS DE SECAS E INUNDAÇÕES

- 7.1. Estudos de Secas
 - 7.1.1. Metodologia Adotada
 - 7.1.2. Resultados Obtidos

- 7.2. Estudos de Inundações
 - 7.2.1. Estação Pluviométrica Utilizada
 - 7.2.2. Análise dos Dados Disponíveis
 - 7.2.3. Dados Utilizados
 - 7.2.4. Caracterização do Regime de Cheias do Rio Jaguaribe em Peixe Gordo
 - 7.2.5. Resultados Obtidos

B. BACIAS: COREAÚ, ACARAÚ, LITORAL, CURU, METROPOLITANAS E PARNAÍBA

SÍNTESE

1. INTRODUÇÃO

2. CARACTERIZAÇÃO PLUVIOMÉTRICA E CLIMATOLÓGICA

- 2.1. Preliminares
- 2.2. Aspectos Meteorológicos
- 2.3. O Regime Pluviométrico
 - 2.3.1. Nível Anual
 - 2.3.2. Nível Mensal
 - 2.3.3. Nível Diário
- 2.4. Demais Parâmetros Climáticos
 - 2.4.1. Distribuição Temporal da Climatologia da Temperatura
 - 2.4.2. Umidade Relativa Média
 - 2.4.3. Insolação Média
 - 2.4.4. Ventos
 - 2.4.5. Evaporação Média
 - 2.4.6. Gráfico de Distribuição dos Parâmetros Climáticos
- 2.5. Classificação do Clima
 - 2.5.1. O Balanço Hídrico
 - 2.5.2. Classificação Climática de Thornthwaite

3. ZONEAMENTO DA ÁREA

- 3.1. Objetivos
- 3.2. Zoneamento do Relevo
- 3.3. Zoneamento da Permeabilidade
- 3.4. Zoneamento da Altitude
- 3.5. Zoneamento do Nível de Açudagem
- 3.6. Zoneamento Físico Homogêneo
- 3.7. Zoneamento Hidrológico Homogêneo

4. ESTUDOS DOS DEFLÚVIOS

- 4.1. Escopo do Estudo
- 4.2. O Modelo Chuva x Deflúvio e sua Calibragem
 - 4.2.1. O Modelo
 - 4.2.2. Parâmetros do Modelo
 - 4.2.3. Versões Alternativas do Modelo
 - 4.2.4. Dados Necessários
 - 4.2.5. Diretrizes do Processo de Ajustamento
 - 4.2.6. Análise do Processo de Ajustamento por Posto
 - 4.2.7. Síntese dos Ajustamentos
- 4.3. Gerações das Séries Fluviométricas
 - 4.3.1. Metodologia
 - 4.3.2. Séries dos Postos Fluviométricos
 - 4.3.3. Séries Fluviométricas dos Açudes de Grande Porte
- 4.4. Análise Final dos Resultados
 - 4.4.1. Aspectos Gerais
 - 4.4.2. Aspectos Específicos
- 4.5. Estudos de Regionalização dos Deflúvios
 - 4.5.1. Relação Convencional
 - 4.5.2. Relação com Permeabilidade
 - 4.5.3. Considerações Finais

5. ESTUDOS DAS DISPONIBILIDADES HÍDRICAS

- 5.1. Concertuação Básica
- 5.2. Regularização nos Açudes de Grande Porte
 - 5.2.1. Açudes Estudados
 - 5.2.2. Metodologia
 - 5.2.3. Dados de Entrada
 - 5.2.4. Resultados Obtidos
 - 5.2.5. Análise dos Resultados
 - 5.2.6. O Sistema Pacoti/Riachão/Gavião
- 5.3. Regularização na Pequena e Média Açudagem
 - 5.3.1. Metodologia
 - 5.3.2. Os Resultados Obtidos

6. ESTUDOS DE DEMANDAS

- 6.1. Escopo do Estudo
- 6.2. Os Dados Básicos Disponíveis
- 6.3. O Estudo do Pírhine
- 6.4. Estudos de Projeção
 - 6.4.1. População Rural
 - 6.4.2. População Urbana
 - 6.4.3. Pecuária
 - 6.4.4. Irrigação
 - 6.4.5. Indústria
- 6.5. Coeficientes de Demanda
- 6.6. As Demandas

7. ESTUDOS DE SECAS E INUNDAÇÕES

- 7.1. Preliminares
- 7.2. Estudo de Secas
 - 7.2.1. Concertuação Básica
 - 7.2.2. Metodologia Empregada
 - 7.2.3. Resultados Obtidos
- 7.3. Estudo de Inundações

PARTE VIII – HIDROGEOLOGIA

A. BACIA DO JAGUARIBE

1. INTRODUÇÃO

2. GENERALIDADES

3. METODOLOGIA DE TRABALHO

4. BANCO DE DADOS

- 4.1. Poços
- 4.2. Análises Físico-Químicas

5. SUB-BACIAS HIDROGEOLÓGICAS

- 5.1. Sub-bacia do Salgado
 - 5.1.1. Características Gerais
 - 5.1.2. Unidades Aquíferas Sedimentares
 - 5.1.3. Estimativa de Reservas
- 5.2. Sub-bacia do Alto Jaguaribe
 - 5.2.1. Características gerais
 - 5.2.2. Unidades Aquíferas Sedimentares
 - 5.2.3. Estimativa de Reservas
- 5.3. Sub-bacia do Médio Jaguaribe
 - 5.3.1. Características Gerais

- 5.3.2. Unidades Aquíferas Sedimentares
- 5.3.3. Estimativa de Reservas
- 5.4. Sub-bacia do Banabuiú
 - 5.4.1. Características Gerais
 - 5.4.2. Unidades Aquíferas Sedimentares
 - 5.4.3. Estimativas de Reservas
- 5.5. Sub-bacia do Baixo Jaguaribe
 - 5.5.1. Características Gerais
 - 5.5.2. Unidades Aquíferas Sedimentares
 - 5.5.3. Estimativa de Reservas

6. DOMÍNIO CRISTALINO

- 6.1. Aspectos Gerais
- 6.2. Águas Subterrâneas no Domínio Cristalino
- 6.3. Estimativa de Reservas

7. HIDROQUÍMICA

- 7.1. Generalidades
- 7.2. Metodologia de Trabalho
- 7.3. Tratamento dos Dados
 - 7.3.1. Nível de Confiabilidade
- 7.4. Caracterização das Águas Subterrâneas na Sub-bacia do Salgado
 - 7.4.1. Qualidade das Águas Subterrâneas na Sub-bacia do Salgado
 - 7.4.2. Uso das Águas Subterrâneas
- 7.5. Qualidade das Águas Subterrâneas no Domínio Cristalino

8. VULNERABILIDADE DOS AQUÍFEROS

- 8.1. Zona de Baixa Vulnerabilidade
- 8.2. Zona de Baixa a Média Vulnerabilidade
- 8.3. Zona de Média Vulnerabilidade
- 8.4. Zona de Média a Alta Vulnerabilidade
- 8.5. Zona de Alta Vulnerabilidade

9. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

B. BACIAS: COREAÚ, ACARAÚ, LITORAL, CURU, METROPOLITANAS E PARNAÍBA

1. INTRODUÇÃO

2. METODOLOGIA

3. BANCO DE DADOS

- 3.1. Poços
- 3.2. Análise Físico-Química
 - 3.2.1. Aspectos Gerais
 - 3.2.2. A Ficha de Hidroquímica
 - 3.2.3. Caracterização Hidroquímica

4. CONFIGURAÇÃO HIDROGEOLÓGICA

- 4.1. Aspectos Gerais
- 4.2. Geomorfologia e Geotectônica
- 4.3. Caracterização dos Domínios Hidrogeológicos
 - 4.3.1. Domínio Cristalino
 - 4.3.2. Domínio Sedimentar
- 4.4. A Base Hidrogeológica

5. POTENCIALIDADES E DISPONIBILIDADES

- 5.1. Antecedentes
- 5.2. Potencial Hidrogeológico
- 5.3. Disponibilidade de Águas Subterrâneas

000022

6. HIDROQUÍMICA

- 6.1. Aspectos Gerais
- 6.2. Tratamento dos Dados
 - 6.2.1. Nível de Confiabilidade dos Dados
 - 6.2.2. Caracterização das Águas Subterrâneas
 - 6.2.3. Discussão dos Resultados
- 6.3. Qualidade das Águas Subterrâneas
 - 6.3.1. Qualidade para Consumo Humano
 - 6.3.2. Qualidade para Irrigação
 - 6.3.3. Qualidade para Indústria

7. APROVEITAMENTO DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

- 7.1. Aspectos Gerais
- 7.2. Alternativas de Captação
- 7.3. Restrição ao Aproveitamento das Águas Subterrâneas
- 7.4. Bases para o Planejamento

8. VULNERABILIDADE DOS AQUÍFEROS

- 8.1. Generalidades
- 8.2. Origem da Contaminação de Aquíferos
- 8.3. Susceptibilidade à Poluição
- 8.4. Descontaminação de Aquíferos
- 8.5. Proteção de Aquíferos e Captações

9. CONCLUSÕES

00:0023



PLANEJAMENTO

PARTE IX – ASPECTOS JURÍDICOS E INSTITUCIONAIS

1. INTRODUÇÃO

2. POLÍTICA ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS

- 2.1. Considerações Gerais
- 2.2. Princípios
 - 2.2.1. Princípios Fundamentais
 - 2.2.2. Princípios de Aproveitamento
 - 2.2.3. Princípios de Gestão

3. SISTEMA INTEGRADO DE GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS – SIGERH

- 3.1. Sistema de Gestão
 - 3.1.1. Subsistema de Planejamento
 - 3.1.2. Subsistema de Administração
 - 3.1.3. Subsistema de Regulamentação
- 3.2. Sistemas Afins
 - 3.2.1. Sistema de Oferta
 - 3.2.2. Sistema de Utilização
 - 3.2.3. Sistema de Preservação
- 3.3. Sistemas Correlatos
 - 3.3.1. Sistema de Planejamento e Coordenação Geral
 - 3.3.2. Sistema de Incentivos Econômicos e Fiscais
 - 3.3.3. Sistema de Ciência e Tecnologia
 - 3.3.4. Sistema de Defesa Civil
 - 3.3.5. Sistema do Meio Ambiente

4. SISTEMAS AFINS E CORRELATOS – INSTITUIÇÕES E COMPETÊNCIAS

- 4.1. Sistemas Afins
- 4.2. Sistemas Correlatos
- 4.3. Competências

5. SISTEMA DE GESTÃO – MODELOS ALTERNATIVOS

- 5.1. O Órgão Colegiado
- 5.2. O Órgão Gestor
- 5.3. Fundo Financeiro
- 5.4. Órgãos Regionais

6. APARATO JURÍDICO

- 6.1. Constituição Federal
 - 6.1.1. Competência da União, dos Estados e dos Municípios
 - 6.1.2. Competência Comum
 - 6.1.3. Competência Concorrente
- 6.2. Constituição Estadual
 - 6.2.1. Gerais
 - 6.2.2. Competência Comum
 - 6.2.3. Competência Concorrente
- 6.3. Conclusões
- 6.4. Recomendações

7. INTERAÇÃO ENTRE SISTEMAS

- 7.1. Sistema de Gestão e Sistemas Afins
- 7.2. Sistema de Gestão e Sistemas Correlatos
- 7.3. Sistema Estadual de Gestão e Instituições Federais
 - 7.3.1. Conflito Potencial na Dominalidade das Águas
 - 7.3.2. A Participação de Órgãos Federais no Conselho de Recursos Hídricos
 - 7.3.3. O Intercâmbio de Informações Hidrometeorológicas

000024

- 7.3.4. O Planejamento das Obras Hídricas
- 7.3.5. Inter-relacionamento Estado – União
- ✦ 7.4. Importância do Relacionamento DNOCS X Sistema de Gestão

PARTE X – PROGRAMAÇÃO DAS AÇÕES NO CAMPO JURÍDICO – INSTITUCIONAL

1. INTRODUÇÃO

2. CONTRIBUIÇÃO À CONSTITUIÇÃO ESTADUAL

3. CONSOLIDAÇÃO DO APARATO JURÍDICO

- 3.1. Projeto de Lei (MINUTA) – Altera Lei que Institui o Conselho de Recursos Hídricos do Ceará
- 3.2. Decreto (MINUTA) – Aprova Regimento Interno do Conselho de Recursos Hídricos do Ceará
- 3.3. Projeto de Lei (MINUTA) – Dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos, Institui o Sistema de Gestão dos Recursos Hídricos e dá outras providências

4. INSTRUMENTOS LEGAIS DE APOIO

- 4.1. Decreto (Modelo)
- 4.2. Portaria (Modelo)

PARTE XI – BACIA DO JAGUARIBE

1. INTRODUÇÃO

2. O BALANÇO HÍDRICO DISTRIBUÍDO

- 2.1. Objetivos
- 2.2. Concertuação Básica do Balanço
 - 2.2.1. A Unidade de Balanço
 - 2.2.2. Princípios Básicos de Transferência
 - 2.2.3. Os Fluxogramas de Interdependência entre Unidades de Balanço
 - 2.2.4. A Matriz do Balanço
- 2.3. As Disponibilidades
 - 2.3.1. Deflúvio Superficial (DD)
 - 2.3.2. Perenização (DPER)
 - 2.3.3. Disponibilidade de Água Subterrânea (DS)
 - 2.3.4. Disponibilidade da Pequena Açudagem Anual (DPAA)
 - 2.3.5. Disponibilidade da Pequena e Média Açudagem Interanual (DPAI)
 - 2.3.6. O Caso das Sedes Municipais e Distritais
- 2.4. As Demandas
 - 2.4.1. Demanda Humana Urbana Concentrada (DHUC)
 - 2.4.2. Demanda Humana Urbana Difusa (DHUD)
 - 2.4.3. Demanda Humana Rural (DHR)
 - 2.4.4. Demanda Animal Rural (DAR)
 - 2.4.5. Demanda Industrial (DI)
 - 2.4.6. Demanda de Irrigação Pública (DIR)
 - 2.4.7. Demanda de Irrigação Privada (DIRP)
- 2.5. O Balanço
 - 2.5.1. O Programa do Balanço
- 2.6. Análise dos Resultados do Balanço
 - 2.6.1. O Nível de Satisfação à DHUC
 - 2.6.2. O Nível de Satisfação à DHUD
 - 2.6.3. O Nível de Satisfação à DHR
 - 2.6.4. O Nível de Satisfação à DAR
 - 2.6.5. O Nível de Satisfação à DI
 - 2.6.6. O Nível de Satisfação à DIR
 - 2.6.7. O Nível de Satisfação à DIRP

3. O BALANÇO HÍDRICO DO SISTEMA DE RESERVATÓRIOS DE PERENIZAÇÃO

- 3.1. Objetivo
- 3.2. Metodologia – o HEC-3

- 7.3.4. O Planejamento das Obras Hídricas
- 7.3.5. Inter-relacionamento Estado – União
- 7.4. Importância do Relacionamento DNOCS X Sistema de Gestão

PARTE X – PROGRAMAÇÃO DAS AÇÕES NO CAMPO JURÍDICO – INSTITUCIONAL

1. INTRODUÇÃO

2. CONTRIBUIÇÃO À CONSTITUIÇÃO ESTADUAL

3. CONSOLIDAÇÃO DO APARATO JURÍDICO

- 3.1. Projeto de Lei (MINUTA) – Altera Lei que Institui o Conselho de Recursos Hídricos do Ceará
- 3.2. Decreto (MINUTA) – Aprova Regimento Interno do Conselho de Recursos Hídricos do Ceará
- 3.3. Projeto de Lei (MINUTA) – Dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos, Institui o Sistema de Gestão dos Recursos Hídricos e dá outras providências

4. INSTRUMENTOS LEGAIS DE APOIO

- 4.1. Decreto (Modelo)
- 4.2. Portaria (Modelo)

PARTE XI – BACIA DO JAGUARIBE

1. INTRODUÇÃO

2. O BALANÇO HÍDRICO DISTRIBUÍDO

- 2.1. Objetivos
- 2.2. Conceituação Básica do Balanço
 - 2.2.1. A Unidade de Balanço
 - 2.2.2. Princípios Básicos de Transferência
 - 2.2.3. Os Fluxogramas de Interdependência entre Unidades de Balanço
 - 2.2.4. A Matriz do Balanço
- 2.3. As Disponibilidades
 - 2.3.1. Deflúvio Superficial (DD)
 - 2.3.2. Perenização (DPER)
 - 2.3.3. Disponibilidade de Água Subterrânea (DS)
 - 2.3.4. Disponibilidade da Pequena Açudagem Anual (DPAA)
 - 2.3.5. Disponibilidade da Pequena e Média Açudagem Interanual (DPAI)
 - 2.3.6. O Caso das Sedes Municipais e Distritais
- 2.4. As Demandas
 - 2.4.1. Demanda Humana Urbana Concentrada (DHUC)
 - 2.4.2. Demanda Humana Urbana Difusa (DHUD)
 - 2.4.3. Demanda Humana Rural (DHR)
 - 2.4.4. Demanda Animal Rural (DAR)
 - 2.4.5. Demanda Industrial (DI)
 - 2.4.6. Demanda de Irrigação Pública (DIR)
 - 2.4.7. Demanda de Irrigação Privada (DIRP)
- 2.5. O Balanço
 - 2.5.1. O Programa do Balanço
- 2.6. Análise dos Resultados do Balanço
 - 2.6.1. O Nível de Satisfação à DHUC
 - 2.6.2. O Nível de Satisfação à DHUD
 - 2.6.3. O Nível de Satisfação à DHR
 - 2.6.4. O Nível de Satisfação à DAR
 - 2.6.5. O Nível de Satisfação à DI
 - 2.6.6. O Nível de Satisfação à DIR
 - 2.6.7. O Nível de Satisfação à DIRP

3. O BALANÇO HÍDRICO DO SISTEMA DE RESERVATÓRIOS DE PERENIZAÇÃO

- 3.1. Objetivo
- 3.2. Metodologia – o HEC-3

- 2.5. O Modelo do Balanço Distribuído
 - 2.5.1. O Caso da Região Metropolitana de Fortaleza
- 2.6. Os Resultados do Balanço
 - 2.6.1. Formas Básicas de Apresentação
 - 2.6.2. Análise dos Resultados

3. O BALANÇO HÍDRICO DOS SISTEMAS DE RESERVATÓRIOS DE PERENIZAÇÃO

- 3.1. Objetivos
- 3.2. Metodologia Utilizada. O HEC-3
- 3.3. Os Sistemas Estudados
 - 3.3.1. Bacia do Acaraú
 - 3.3.2. Bacia do Curu
 - 3.3.3. Bacia do Poti
- 3.4. O Sistema da Região Metropolitana de Fortaleza

4. PLANEJAMENTO DAS AÇÕES DE INFRA-ESTRUTURA HÍDRICA NECESSÁRIA

- 4.1. Objetivo
- 4.2. Processos Metodológicos
 - 4.2.1. O Planejamento Distribuído
 - 4.2.2. A Simulação da Operação dos Reservatórios da Infra-Estrutura Futura
- 4.3. Análise dos Resultados
 - 4.3.1. Planejamento Distribuído
 - 4.3.2. Simulação da Operação dos Reservatórios
 - 4.3.3. O Sistema da Região Metropolitana de Fortaleza
 - 4.3.4. A Infra-Estrutura Futura do Bloco 2

5. PLANEJAMENTO DAS AÇÕES COMPLEMENTARES

- 5.1. Preliminares
- 5.2. Programa de Coleta de Dados Fluviométricos
- 5.3. Programa de Coleta de Dados sobre Açudagem
- 5.4. Programa de Monitoramento e Gerenciamento dos Grandes Açudes
- 5.5. Programa de Abastecimento das Sedes Municipais e Distritais
- 5.6. Programa de Aduaras Rurais
- 5.7. Programa de Pequenas/Média Açudagem
- 5.8. Programa de Monitoramento e Recuperação de Poços
 - 5.8.1. Estratégia do Programa
 - 5.8.2. Programa de Monitoramento de Poços
 - 5.8.3. Programa de Recuperação de Poços
 - 5.8.4. Programa de Perfuração de Poços

NOTA EXPLICATIVA

Enquanto instrumento básico de viabilização da Política Estadual de Recursos Hídricos do Ceará, o Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERH) perseguiu os seguintes objetivos

- 1) determinar, com apropriado grau de confiabilidade, quais as efetivas potencialidades e disponibilidades hídricas do Ceará, quase sempre avaliadas com nível bastante insatisfatório,
- 2) conceber e analisar, a nível de planejamento, quais as alternativas de infra-estrutura hídrica viáveis, tanto para os anos secos, como para os de pluviometria normal,
- 3) definir o aparato jurídico-institucional para criação de um Sistema Integrado de Gestão dos Recursos Hídricos no Estado

A estratégia de elaboração do PERH foi definida pelas seguintes condições

- a) quanto à abordagem abrangendo os aspectos técnicos, jurídicos e institucionais,
- b) quanto às etapas compreendendo três fases conforme discriminadas a seguir

1ª Etapa – DIAGNÓSTICO, na qual se buscou identificar e consolidar todas as informações e conhecimentos existentes sobre os recursos hídricos do Estado,

2ª Etapa – ESTUDOS DE BASE, onde se procurou estudar e determinar todos os elementos e fatores necessários às atividades de planejamento,

3ª Etapa – PLANEJAMENTO, na qual foram identificadas, concebidas e planejadas todas as ações associadas à infra-estrutura hídrica, modelo institucional e legislação das águas.

c) quanto à realização dos serviços compreendendo três blocos distintos, com metodologias únicas e homogeneizadas quando pertinentes, quais sejam

Bloco 1 – Aspectos técnicos da Bacia do Jaguaribe com 75.966Km² de extensão, através da empresa SIRAC – Serviços Integrados de Assessoria e Consultoria Ltda.

Bloco 2 – Aspectos técnicos das Bacias do Coreaú, Acaraú, Litoral, Curu, Metropolitanas e Parnaíba, totalizando 74 212Km², através da empresa VBA CONSULTORES – Engenharia de Sistemas Hídricos Ltda

Bloco 3 – Aspectos Jurídicos e Institucionais, através da empresa AGUASOLOS – Consultora de Engenharia Ltda

Quanto ao conteúdo do PERH, perfazendo um total de 50 volumes, optou-se pelo agrupamento Diagnóstico – Estudos de Base – Planejamento – Atlas, com subdivisão em partes, conforme tratar-se de aspectos jurídicos e institucionais ou aspectos técnicos e, neste último caso, segundo as bacias reunidas por bloco. Dessa forma, obteve-se a distribuição apresentada no quadro a seguir, com 18 Relatórios Gerais ora publicados e 32 Anexos, estes disponíveis para consulta na Secretaria dos Recursos Hídricos (SRH)

De conformidade com a estratégia de desenvolvimento do PERH, todos os dados coletados e produzidos estão armazenados no Banco de Dados da SRH, encontrando-se em memória eletrônica na Unidade de Informática do Órgão.

Os levantamentos realizados pelas três empresas que elaboraram o PERH, sob a coordenação da SRH e assessoramento da Universidade Federal do Ceará, coletaram dados até o ano de 1988. O PERH, com um todo, foi elaborado no período janeiro/88 a fevereiro/91

DISTRIBUIÇÃO DO CONTEÚDO DO PLANO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS (PERH)

1. DIAGNÓSTICO

PARTE	CONTEÚDO	EMPRESA RESPONSÁVEL PELA ELABORAÇÃO
I Aspectos Jurídicos	Relatório Geral	AGUASOLOS
II Aspectos Institucionais	Relatório Geral Anexo I – Instituições Públicas Estaduais Anexo II – Instituições Públicas Federais e Universidade de Fortaleza	AGUASOLOS
III Análise das Principais Funções de Uso e Preservação		AGUASOLOS
A – Irrigação	Relatório Geral	
B – Preservação	Relatório Geral	
C – Serviços Básicos de Água e Esgoto	Relatório Geral	
IV Bacia do Jaguaribe	Relatório Geral Anexos – Tomo II 1 – Pluviometria – Tomo II. 2 – Pluviometria – Tomo II 3 – Nível de Açudagem – Tomo II 4 – Inventário Hidrogeológico	SIRAC



1. DIAGNÓSTICO

PARTE	CONTEÚDO	EMPRESA RESPONSÁVEL PELA ELABORAÇÃO
V. Bacias Coreaú, Acaraú, Litoral, Curu, Metropolitanas e Parnaíba	Relatório Geral Anexo I – Mapas e Figuras Anexo II – Pluviometria – Tomo I – Vetor Regional das Séries Históricas – Tomo II – Vetor Regional das Séries Consistidas Anexo III – Fluviometria Anexo IV – Nível de Açudagem Anexo V – Águas Subterrâneas – Tomo I – Parâmetros Hidrogeológicos Profundidade, Níveis Estático e Dinâmico – Tomo II – Parâmetros Hidrogeológicos Rebaixamento, Vazão Específica – Tomo III – Manual de Preenchimento das Fichas Cadastrais	VBA

2. ESTUDOS DE BASE

PARTE	CONTEÚDO	EMPRESA RESPONSÁVEL PELA ELABORAÇÃO
VI. Aspectos Jurídicos e Institucionais A – Legislação Internacional B – Modelo Institucional Federal C – Modelo Institucional Estadual	Relatório Geral Relatório Geral Relatório Geral	AGUASOLOS
VII Hidroclimatologia A – Bacia do Jaguaribe	Relatório Geral Anexo I – Desenhos – Tomo I – Climatologia – Tomo II – Zonas Hidrológicas Homogêneas Anexo II – Deflúvios Anexo III – Análise Estatística das Precipitações Anexo IV – Estudos de Secas e Inundações	SIRAC
B – Bacias Coreaú, Acaraú, Litoral, Curu, Metropolitanas e Parnaíba	Relatório Geral Anexo I A – Mapas Anexo II A – Estudos Pluviométricos (Tomos I e II) Anexo III. A – Estudos dos Deflúvios Anexo IV A – Estudos das Disponibilidades Hídricas e de Secas Anexo V A – Estudo de Demandas	VBA
VIII. Hidrogeologia A – Bacia do Jaguaribe	Relatório Geral Anexo I – Desenhos Anexo II – Hidrogeologia	SIRAC
B – Bacias Coreaú, Acaraú, Curu, Metropolitanas e Parnaíba	Relatório Geral Anexo I B – Mapas Hidrogeológicos Anexo II. B – Características Gerais dos Poços Anexo III. B – Análise Estatística de Parâmetros Hidrogeológicos	VBA

000029

3. PLANEJAMENTO

PARTE	CONTEÚDO	EMPRESA RESPONSÁVEL PELA ELABORAÇÃO
IX. Aspectos Jurídicos e Institucionais	Relatório Geral	AGUASOLOS
X. Programação das Ações no Campo Jurídico Institucional	Relatório Geral	AGUASOLOS
XI Bacia do Jaguaribe	Relatório Geral Anexo I – Desenhos Anexo II – Atlas de Recursos Hídricos(*)	SIRAC
XII Bacias Coreaú, Acarau, Litoral, Curu, Metropolitanas e Parnaíba	Relatório Geral Anexo I – Mapas Anexo II – Atlas de Recursos Hídricos(*)	VBA

(*) Publicado neste Plano em Volume Especial



ESTUDOS DE BASE - ASPECTOS JURÍDICOS E INSTITUCIONAIS

- A. LEGISLAÇÃO INTERNACIONAL**
- B. MODELO INSTITUCIONAL FEDERAL**
- C. MODELO INSTITUCIONAL ESTADUAL**

Documentos Elaborados pela Empresa
AGUASOLOS - Consultora de Engenharia
Ltda.

004031



PARTE VI - ASPECTOS JURIDICOS E INSTITUCIONAIS

A LEGISLAÇÃO INTERNACIONAL

1 INTRODUÇÃO

Este trabalho engloba a análise dos aspectos jurídicos e institucionais relevantes da legislação de gestão de recursos hídricos, em 14 (quatorze) diferentes países relativa a, regime de propriedade da água, utilização das águas, controle e poluição das águas e organismos que assistem e gerenciam os problemas da água

Quando se fala em legislação internacional, pretende-se referir à legislação de outros países que não a do Brasil e não à que trata de problemas internacionais

Segundo Cunha *et al* (1980), é unanimemente acerto que os principais problemas no domínio da gestão das águas nos países em desenvolvimento não são os de natureza técnica, mas aqueles que se ligam à administração, à política e à organização

É importante observar que os países aqui contemplados apresentam características muito diversas nos aspectos de estrutura política e administrativa, geografia, clima, densidades populacionais e, também, níveis de desenvolvimento econômico-social

Em primeira instância, procura-se conhecer a estrutura fundamental da gestão da água de cada um deles, para posteriormente poder-se estabelecer semelhanças que poderão ser aproveitadas e discrepâncias que deverão ser descartadas, com o problema ora em estudo a gestão da água no Estado do Ceará

2 GESTÃO DAS ÁGUAS - LEGISLAÇÃO

2.1 França

Em 1964, a França sentiu a necessidade de publicar uma Lei relativa à propriedade e repartição das águas e à luta contra a sua poluição. O instrumento legal denominou-se Lei de 1964. Entretanto, esta Lei não revogou o sistema anterior que se encontra ainda em vigor. A gestão de Recursos Hídricos da França tem como base três tópicos principais

- 1) *propriedade das águas - podem ser públicas, particulares ou comuns,*
- 2) *controle de poluição das águas - legislação bastante complexa, não considera a intervenção coordenada dos serviços oficiais. Cada um deles procura resolver os problemas,*

isoladamente, dentro dos limites de sua competência;

- 3) *conservação dos Recursos Hídricos - fiscalização da utilização das águas ou a polícia das águas*

Portanto, a legislação pretende um regime de utilização das águas bastante marcado pela intervenção administrativa pública

Se for analisado o prisma jurídico, esta mesma legislação apresenta grande fragilidade, pois, apesar da legislação numerosa e pormenorizada, os regulamentos se apresentam em circulares administrativas sem grande valor jurídico

Para a elaboração da Lei de 1964 foram considerados os seguintes objetivos

- 1) *rever e harmonizar a legislação e regulamentação já existente,*
- 2) *instituir meios financeiros que pudessem promover investimentos necessários a uma intervenção eficaz,*
- 3) *coordenar a ação administrativa*

Primeiramente, deve ser elaborado um inventário de qualidade das águas superficiais, periodicamente atualizado, em segundo lugar e, com base no inventário, são fixados por decretos e para cada curso d'água os prazos para que esses objetivos sejam atingidos. Os decretos não fixam normas, nem obrigam a administração a promulgar critérios de ação rígidos e invariáveis, tendo primeiramente o objetivo de promover uma ação administrativa flexível e evolutiva. A lei também dotou a administração de novos meios de conhecimento e fiscalização dos recursos hídricos. Neste sentido, é previsto que todas as captações de águas subterrâneas, para fins não-domésticos, acima de certa vazão, sejam obrigatoriamente declaradas

Zonas críticas, cujo balanço de recursos e necessidades revele a existência de um déficit grave e persistente, que é impossível de ser suprido pelo métodos correntes de ação administrativa, podem ser declaradas Zonas Especiais de Gestão das Águas. Neste caso, planos especiais de gestão das águas devem ser elaborados. A administração recebe os poderes que se fazem necessários para os executar, incluindo o poder de cobrar taxas que proporcionem meios financeiros, o poder de anular direitos adquiridos e o de aplicar penas de prisão por seis meses e multas de até 100 000 (cem mil francos). As taxas são aplicadas aos novos utilizadores das zonas declaradas e são calculadas em função das vantagens dos que se beneficiam

A mesma Lei de 1964, que instituiu a bacia hidrográfica como unidade básica de gestão das águas, tem como um de seus objetivos obter meios financeiros para a execução da política adotada. Assim instituíram-se as Agências Financeiras de Bacia



Hidrográfica, que são autorizadas a criar as suas próprias fontes de financiamento, cobrando taxas, o mesmo ocorrendo com os municípios e seus agrupamentos

Outro objetivo básico da Lei de 1964 é o de introduzir o princípio da participação coordenada na gestão das águas pelas entidades interessadas na sua utilização a Administração, as coletividades locais e os utilizadores particulares

Esta coordenação é realizada pela Comissão Nacional da Água e pelos Comitês de Bacias Hidrográficas

A Comissão Nacional da Água é composta por sessenta membros que representam, em partes iguais, o Estado, as coletividades locais e os utilizadores privados da água. Esta Comissão tem função essencialmente consultiva da administração central, relativamente à elaboração da política da água em escala nacional

Os Comitês de Bacia Hidrográfica são, também, compostos em partes iguais por representantes do Estado, designados pelo Governo, por representantes das coletividades locais, eleitos pelos Conselhos Municipais e por representantes dos utilizadores particulares da água, designados por suas respectivas associações. Estes Comitês que têm a função principal relativa à ação das Agências Financeiras, também são consultados sobre o plano geral de orçamento da bacia que lhes corresponde e sobre obras de interesse comum previstas em sua área. Os Comitês também exercem ação na fixação do montante das taxas cobradas dos utilizadores

Em síntese, a legislação francesa sobrepos uma estrutura de coordenação nova ao conjunto de serviços, com competência administrativa na gestão dos recursos hídricos ou nas atividades utilizadoras de água, tendo em vista dar unidade às intervenções parcelares

Uma outra característica da legislação foi a criação de uma estrutura própria sob tutela do Estado, a nível de grandes bacias, para estudar e executar programas de intervenção integrados no planeamento do desenvolvimento económico e social

O quadro a seguir mostra o organograma da estrutura de gestão das águas na França

2.2 Estados Unidos da América

O território norte-americano apresenta características fisiográficas e climáticas bastante diferenciadas nas duas partes em que é dividido pelo Rio Mississippi, cujo fluxo toma a direção norte-sul

A parte leste, um terço do território, apresenta clima úmido, enquanto o oeste tem clima árido e semi-árido, com exceção dos Estados da costa oeste que são também de clima úmido

Na parte leste, onde é abundante desde longa data, a água é utilizada segundo a Doutrina dos Direitos Ribeirinhos, onde os donos das terras, por onde passam rios, têm todo o direito quanto à utilização de suas águas. Na parte oeste, devido à escassez, prevalece o sistema em que utiliza a água aquele que primeiro dela se apropria, chamada Doutrina da Apropriação

Ambas as doutrinas citadas referem-se a águas superficiais. No caso de águas subterrâneas, cuja utilização é mais recente, mas já representa cerca de 21% de toda água captada, o regime é bem mais complexo. Dependendo do Estado em questão, pode-se ter quatro doutrinas: Propriedade Absoluta, Utilização Razoável, Direitos Correlativos e Apropriação

A doutrina da Propriedade Absoluta estabelece que o proprietário pode retirar água de poços abertos em sua propriedade sem qualquer limitação

A doutrina da Utilização Razoável diz que cada proprietário deve utilizar a água com racionalidade, respeitando o direito de outros utilizadores

A doutrina dos Direitos Correlativos é um refinamento da anterior e foi primeiramente utilizada na Califórnia. Esta doutrina aceita o princípio da utilização razoável, desde que a água seja suficiente, porém, na medida em que a água se torne escassa, devido a seca ou rebaixamento do nível freático, estabelece que cada proprietário tenha direito a uma quantidade de água proporcional à área das terras que possui e que se encontra sobre o lençol utilizado

A doutrina da Apropriação aceita o princípio da utilização, pela propriedade, de uma certa quantidade de água, desde que o utilizador preencha certos requisitos legais que o permitam obter uma licença para o fim pretendido

A legislação referente à água nos Estados Unidos é um sistema federal: cada Estado aplica suas próprias leis, que se devem adaptar às leis federais. Estas, exercidas pelo Governo Central, tratam do planeamento e do desenvolvimento dos recursos hídricos das bacias maiores, que constituem o sistema hidrológico do país

A principal legislação norte-americana consiste na Lei Federal de 1965, referente ao Planeamento dos Recursos Hídricos e na Lei Federal de 1972 referente ao Controle de Poluição das Águas

A Lei Federal de 1965 estabelece que a política do Congresso, para satisfazer a crescente procura de água, é promover a conservação, o desenvolvimento e a utilização da água a nível federal, dos Estados, Municípios e empresas privadas, com colaboração de agências federais, estaduais, governos locais e qualquer entidade interessada nos problemas da água

	MINISTERIOS COMPETENTES	ORGAO E ORGANISMOS DE COORDENACAO DA ADMINISTRACAO	ORGANISMOS DE ESTUDO E DE EXECUCAO	ORGANISMOS CONSULTIVOS
	<ul style="list-style-type: none"> - Saude Publica - Agricultura - Desenvolvimento Industrial e Cientifico - Economia e Financas - Equipamento e Habitacao - Interior - Plano e Ordenamento do Territorio - Transportes - Turismo - Defesa Nacional - Negocios Estrangeiros 	<p style="text-align: center;">PRIMEIRO MINISTRO</p> <p style="text-align: center;">COMISSAO INTERMINISTERIAL PARA O AMBIENTE</p> <p style="text-align: center;">MINISTRO DA CULTURA E DO AMBIENTE</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">MISSAO INTERMINISTERIAL DA AGUA</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">SERVICOS DOS PROBLEMAS DA AGUA</div> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center; margin-top: 10px;">MISSAO INTERMINISTERIAL DELEGADA</div>		<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center; margin-bottom: 10px;">COMISSAO NACIONAL DA AGUA</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center; margin-bottom: 10px;">COMISSARIO GERAL DO PLANO (COMISSAO DA AGUA)</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">CONSELHO SUPERIOR DO AMBIENTE</div>
NIVEL DE BACIA HIDROGRAFICA		<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 0 auto;">MISSOES DELEGADAS DE BACIA</div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 0 auto;">AGENCIAS FINANCEIRAS DE BACIA HIDROGRAFICA</div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 0 auto;">COMITES DE BACIA HIDROGRAFICA</div>
NIVEL REGIONAL	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 0 auto;">DIRECOES REGIONAIS</div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 0 auto;">PREFEITOS DE REGIAO</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 0 auto; margin-top: 10px;">COMISSOES TECNICAS REGIONAIS</div>		

Organograma da estrutura de gestao das aguas na Franca
Segundo Cunha et al (1980)



A Lei Federal de 1965 criou o Conselho dos Recursos Hídricos, cujas principais atribuições são

- 1) preparar com periodicidade balanço de oferta e demanda em cada unidade de gestão de recursos hídricos,
- 2) manter um estudo continuado das relações entre os planos e programas regionais, ou de bacia hidrográfica, e as necessidades das maiores regiões do país, e também, da adequação dos meios administrativos e institucionais à coordenação das políticas e programas da água,
- 3) avaliar a adequação das políticas e programas existentes e propostos para satisfazer às necessidades referidas anteriormente,
- 4) fazer recomendações ao Presidente dos Estados Unidos relativamente à política e programas federais,
- 5) estabelecer, após consulta a outras entidades interessadas, federais ou não, e com aprovação do Presidente, os princípios, normas e processos a serem utilizados pelas agências federais na preparação de planos globais, regionais ou de bacias hidrográficas e para a formulação e avaliação de projetos relativos a recursos hídricos federais,
- 6) rever os planos apresentados por Comissões de Bacias Hidrográficas, nos termos da Lei, e formular recomendações ao Presidente

A lei prevê o estabelecimento de Comissões de Bacias Hidrográficas com as seguintes atribuições

- 1) coordenar os planos federais, interestaduais, estaduais e locais relativos aos recursos hídricos na sua área de jurisdição,
- 2) preparar e manter atualizado um plano global, coordenado e conjunto, de desenvolvimento dos recursos hídricos e de outros recursos a eles relacionados, que inclua uma avaliação de todos os meios alternativos para obter o desenvolvimento otimizado dos recursos hídricos na sua área de jurisdição,
- 3) recomendar prioridades a longo prazo para coleta e análise de dados e para projetos de investigação, planejamento e construção
- 4) recomendar às entidades responsáveis pelo planejamento dos recursos

hídricos, os meios de os colocarem em prática, mantendo-os atualizados

A Lei Federal de 1972 relativa ao controle de poluição das águas, se propõe a regenerar e manter a pureza das águas. Para isto, foram fixados os seguintes objetivos

- 1) eliminar até 1985 a emissão de poluentes em águas navegáveis,
- 2) atingir até 1º de julho de 1983 um nível de qualidade da água para assegurar a proteção da vida aquática e silvestre e a utilização da água para fins recreativos,
- 3) proibir a emissão de poluentes tóxicos em quantidades que ultrapassem os limites de segurança,
- 4) assegurar o apoio financeiro federal à construção de instalações públicas de depuração de águas residuais,
- 5) desenvolver e aplicar planos de gestão da depuração de águas residuais à escala regional, que assegurem o controle adequado das fontes poluidoras em cada Estado,
- 6) incrementar a investigação e a difusão das tecnologias necessárias para que se tenha eliminada a emissão de poluentes nas águas interiores, marítimas, territoriais, da zona contígua e dos oceanos
- 7) estabelecer um programa para um Sistema Nacional de Eliminação de Descarga de Poluentes através do licenciamento de todas as rejeições pontuais de efluentes,
- 8) definir as responsabilidades e direitos fundamentais dos Estados na prevenção, redução e eliminação da poluição e no planejamento do desenvolvimento e utilização dos recursos hídricos, apoiar na investigação e fornecer apoio técnico aos Estados, agências interestaduais e municipais no que se refere a problemas ligados à poluição,
- 9) manter gestões no sentido de que os países estrangeiros empreendam, também, ações significativas contra a poluição,
- 10) conferir ao administrador do organismo encarregado da proteção do meio ambiente, designado Agência de Proteção ao Ambiente (EPA - Environmental Protection Agency) a responsabilidade de executar a Lei,



- 11) promover e apoiar a participação popular. O administrador da EPA deve estabelecer e publicar regulamentos que especifiquem orientações básicas à participação do público.

A lei constitui extenso documento de onde se destacam as políticas a serem adotadas para os efluentes domésticos e industriais.

Os efluentes domésticos deveriam passar a ficar sujeitos, na sua totalidade, até 1977, a um grau de depuração correspondente ao tratamento secundário e até 1983 a graus de depuração correspondentes a tratamentos terciários e quaternários.

Os efluentes industriais deveriam aplicar-se à política da "melhor tecnologia de depuração praticável" até 1977 e da "melhor tecnologia de depuração economicamente disponível" até 1983, podendo ser imposta a condição de emissão nula de poluentes se isto for tecnológica e economicamente possível.

Em relação à fiscalização do cumprimento da lei, prevê-se que as empresas instalem equipamentos de medição de efluentes, mantenham registros, elaborem relatórios e forneçam informações necessárias de acordo com o que lhes seja determinado pela EPA. As multas para o não-cumprimento da lei vão de US\$ 2 500 (dois mil e quinhentos dólares) a US\$ 25 000 (vinte e cinco mil dólares). Estas penalidades são sobrepuníveis e em caso de reincidência, o seu limite máximo pode duplicar.

Há mais de quarenta anos, nos Estados Unidos, vêm sendo aplicadas taxas para a emissão de efluentes em redes públicas de esgotos. Estas taxas não são entendidas como penalização da poluição, pois não são função da quantidade e da natureza do resíduo, dependem apenas da quantidade de água captada ou do número de pessoas empregadas nas atividades em questão.

Recentemente, no entanto, têm sido ensaiados, em alguns Estados, sistemas de aplicação de taxas por emissão de efluentes. Estas taxas são proporcionais ao custo de depuração a que devem estar sujeitos os efluentes.

Com relação à captação de águas superficiais, não são cobradas taxas, a menos que sejam necessárias obras para regularização do curso d'água. Em alguns Estados, a captação de água subterrânea está sujeita ao pagamento de taxas, sendo seu valor variável.

Portanto, nos Estados Unidos, a responsabilidade pela gestão das águas cabe ao Governo Federal, aos Governos Estaduais e às Administrações Locais.

A nível do Governo Federal, a elaboração e a realização da maior parte dos programas relativos a

recursos hídricos está a cargo dos Departamentos do Interior, da Agricultura e do Exército. Basicamente, o Departamento do Interior se ocupa de projetos de irrigação e recuperação de terras para a agricultura através do "Bureau of Reclamation" que se estende apenas a dezessete Estados do Oeste dos Estados Unidos. Também, no Departamento do Interior, tem interferência nos problemas da água, o Serviço de Recreio ao Ar Livre, o Serviço de Gestão do Solo, o Serviço de Pesca Desportiva, Peixes e Vida Silvestre e o Serviço de Parque Nacional além do "U S Geological Survey", que, entre outras atividades promove a obtenção e análise de dados hidrológicos e hidrométricos.

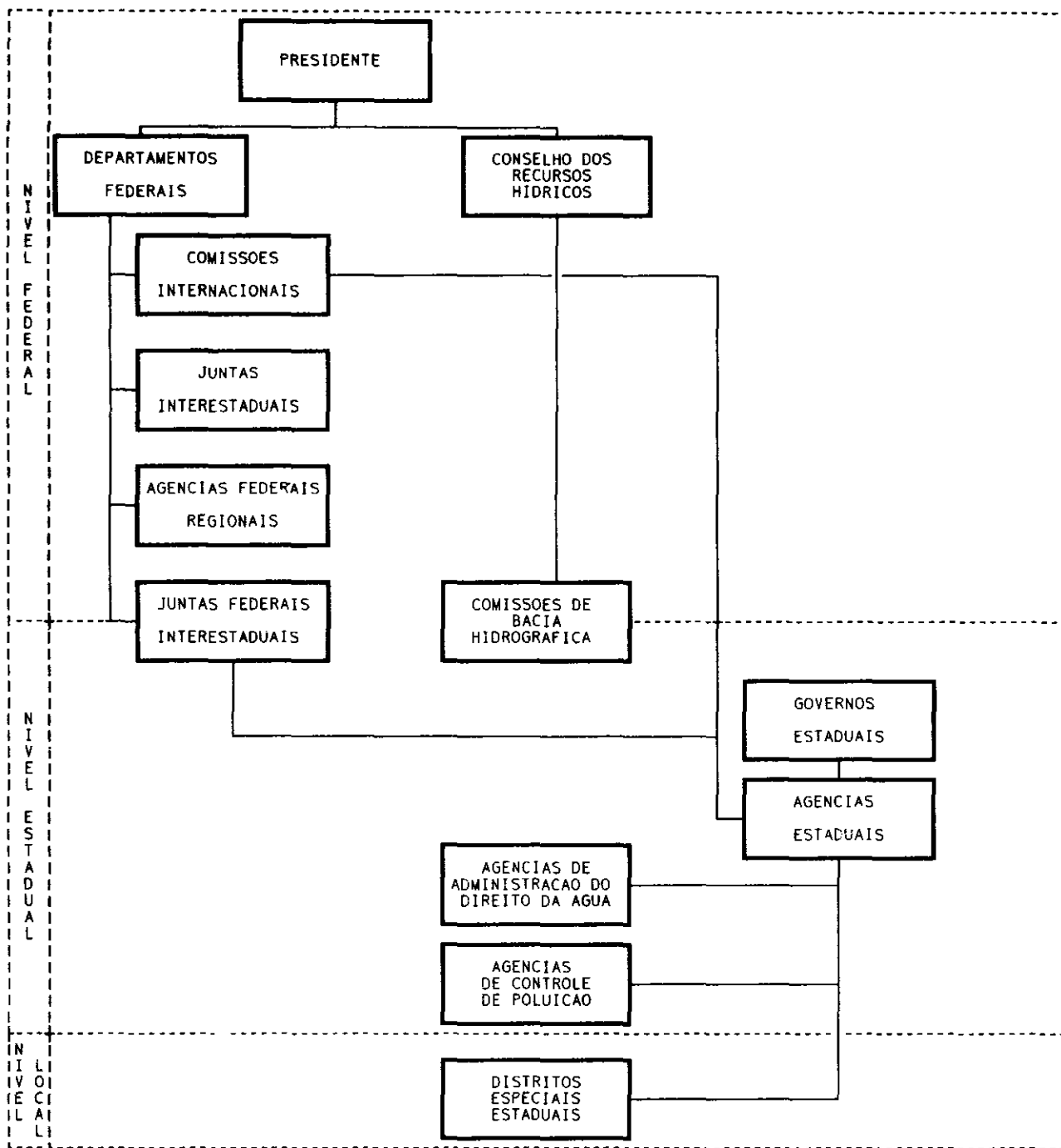
O Departamento da Agricultura ocupa-se do planejamento global para o desenvolvimento dos recursos hídricos, agrícolas e silvícolas, relacionados através do Serviço de Conservação do Solo, do Serviço de Florestas e da Administração da Ciência e da Educação.

No Departamento do Exército, o "Corps of Engineers" dedica-se à construção, manutenção e operação de barragens e outras obras hidráulicas.

Ao nível dos Estados, as estruturas de intervenção nos problemas de água são, de modo geral, de dois tipos: agências que administram os direitos sobre a água, através da concessão de autorizações para a utilização da água e, mais recentemente, agências que foram instituídas, nos termos da legislação, para controle de poluição das águas. As agências destes dois tipos são, normalmente, independentes uma da outra.

Além das entidades instituídas a níveis Federal e Estadual, existem, nos Estados Unidos, várias agências independentes, com representação federal, estadual ou local, que efetuam programas específicos de desenvolvimento dos recursos hídricos, são elas:

- 1) Junta Interestadual, constituída por dois ou mais Estados interessados, com funções de planejamento e execução,
- 2) Junta Federal - Interestadual, constituída pelo Governo Federal e por um ou mais Estados, com funções de planejamento e execução,
- 3) Comissão Inter-agências de Bacias Hidrográficas, constituída, nas Regiões onde foram criadas Comissões de Bacia Hidrográfica, por representantes de agências federais e estaduais, com funções de planejamento e coordenação,
- 4) Conselho Regional Federal - Estadual, que inclui representantes do Governo Federal e de dois ou mais Governos Estaduais, com funções de planejamento e coordenação,



Organograma da estrutura de gestão das Águas nos Estados Unidos da América
 Segundo Cunha et al (1980)

- 5) Distrito Especial Estadual, que é uma unidade local do Governo estabelecida pela lei estadual para planejar, construir e assegurar a manutenção de obras locais
- 6) Agência Federal Regional, que é uma entidade inteiramente federal com amplas funções relativamente à gestão dos recursos hídricos no âmbito de uma determinada Região,

A seguir, apresenta-se o organograma da estrutura de gestão da água dos Estados Unidos da América dado por Cunha *et al*

O trabalho de Cunha *et al*¹¹ afirma que o sistema americano apresenta uma grande diversidade, que resulta do desenvolvimento em busca da resolução de problemas diferenciados, tais problemas foram ocorrendo sucessivamente em regiões com diferentes características, e o sistema foi fortemente influenciado pela estrutura político-administrativa dos Estados Unidos

2.3 Canadá

Apesar do território canadense ter abundância de recursos hídricos e uma densidade populacional baixa, existem sérios problemas a serem abordados. Estes problemas referem-se basicamente à degradação da qualidade da água na região sul do país, próxima aos Estados Unidos, a qual inclui a Região dos Grandes Lagos entre outras, e, também, à variação em tempo e espaço da disponibilidade de água, o que provoca, em alguns casos, sérias enchentes, e em outros estiagens prolongadas

A legislação canadense consiste em leis federais e locais (provinciais). A Lei federal mais importante é a de 1970, e em 1971 passou a vigorar a Regulamentação para Emissão de Efluentes

O principal objetivo da Lei de 1970 era o de conseguir a coordenação entre autoridades locais e federais não só no âmbito de poluição da água, mas também no que concerne ao gerenciamento dos recursos hídricos. A legislação, portanto, proporciona condições para o planejamento dos recursos hídricos, dando prioridade ao problema do controle de poluição

As Províncias têm amplos poderes no que se refere ao planejamento da utilização do solo e desenvolvimento regional, onde a proteção e o desenvolvimento da qualidade do meio ambiente e, portanto, dos recursos hídricos, vem apresentando um papel cada vez mais importante

A gestão da água em cada província do Canadá é baseada em Comitês Consultivos a nível Federal-provincial, consistindo de representantes de ambos os Governos e servido por um secretariado do Governo Federal. Estes Comitês se reúnem semestralmente para estabelecer prioridades no que se refere à gestão da água, supervisão de

planejamento e coordenação de execução de projetos. Quando um comitê consultivo decide coordenar o planejamento de recursos hídricos de uma grande bacia, e isto tiver sido aprovado pelas autoridades federais e provinciais responsáveis, uma agência de planejamento financiada por ambos os Governos é montada para estudar a bacia e preparar o plano gerencial de recursos hídricos. Um acordo deve ser estabelecido ao mesmo tempo, para distribuição de custos e para ajustes administrativos requeridos na preparação do plano

A legislação estabelece, também, que as agências de gerenciamento da qualidade da água devem levantar fundos entre os responsáveis pela emissão de efluentes na bacia em questão. Uma legislação recente no Canadá dá importância especial para a definição das responsabilidades de autoridades provinciais nas questões relativas à água. Estas divisões de responsabilidades vêm especificar as formas de cooperação entre as autoridades e também distribuir os custos da gestão da água. Todos estes aspectos devem fazer parte de acordos especiais entre os Governos, Federal e Provinciais

A legislação permite grande flexibilidade entre esses acordos, para proporcionar a adoção de planos e critérios que sejam melhor ajustados às necessidades e prioridades de cada Região estudada

Os aspectos a salientar da legislação dos recursos hídricos canadenses e as condições de implementação são

- 1) a intervenção administrativa é direta, em princípio, quando se refere à gestão dos recursos hídricos, através de agências com representação mista federal e provincial a nível de grandes bacias, escolhidas de acordo com a importância de sua problemática,
- 2) somente os casos em que a poluição das águas é relevante, a intervenção administrativa é também realizada através de agências de várias bacias, mas com o propósito exclusivo de gestão da qualidade da água,
- 3) recursos hídricos que se encontram fora da jurisdição das Agências Federal-Provincial são geridos pelas províncias a que pertencem, e estão sujeitos apenas aos padrões básicos de qualidade do âmbito federal,
- 4) as agências têm poderes para levantar fundos para controle de poluição, e os recursos devem ser usados para medidas de conservação e melhoria da qualidade das águas

¹¹ CUNHA, L V et al "Management and Law for Water Resources" Water Resources Publications, Fort Collins, Colorado, USA, 1977

2.4 Bélgica

A Bélgica é um país de alta densidade populacional e muito industrializado. Encontra-se hoje numa situação de escassez de recursos hídricos e com alto grau de poluição. Este país necessita assegurar vazões mínimas em seus rios para navegação, que é fator relevante para a economia do país.

Os princípios básicos dos direitos de propriedade da água na Bélgica são

- 1) águas superficiais resultantes de precipitação no solo e águas subterrâneas pertencem aos proprietários das terras onde elas ocorrem,
- 2) todo curso d'água cuja bacia tiver mais de 100 hectares pertence ao domínio público
- 3) proprietários ribeirinhos de curso d'água não navegável têm o direito de utilização da água, sob as condições previstas pela legislação em vigor

A principal legislação na Bélgica consiste da Lei de Proteção de Águas Superficiais Contra a Poluição, e da Lei de Proteção de Águas Subterrâneas Contra a Poluição, ambas de 1971.

A primeira lei pretende proteger águas de rios e marítimas, e define organização regional relativa a tratamento de águas residuais e gestão da qualidade de águas superficiais. Como corpo executivo regional, a lei promove três associações de tratamento de águas residuais, com status de pessoa jurídica, subordinadas ao Ministro de Saúde Pública e da Família. Nessas associações mistas estão representadas as províncias, instituições públicas para captação e distribuição de águas e firmas cuja água apresenta carga poluidora acima da mínima legal. As associações são responsáveis pela gestão da qualidade dos recursos hídricos, pelo tratamento de águas residuais em sua área de jurisdição e também pela construção de obras de Engenharia Sanitária. As associações também têm permissão para definir condições para emissão de resíduos industriais na rede de drenagem e cursos d'água de suas bacias. Todo o custo operacional e administrativo dessas associações é pago por contribuições de seus membros. Tais contribuições, no que se referem a instalações de tratamento, tomam forma de taxas calculadas, na proporção de população equivalente, correspondente à emissão de efluentes descartados em cada setor poluidor representado pelos membros da associação. Outro método de contribuição que foi estabelecido pela lei é a cobrança de taxas para o consumo de água.

A segunda lei, referente a águas subterrâneas, tem o intuito de protegê-las para eventual utilização no abastecimento doméstico.

Na sua aplicação, a lei acima citada cobre não somente águas subterrâneas, mas também as redes de abastecimento doméstico. Elas definem dois tipos de zonas:

- 1) Zonas de Captação, que são reservadas a obras e instalações de captação e armazenagem de águas subterrâneas, normalmente utilizadas para o abastecimento doméstico,
- 2) Zonas de Proteção, para prevenir riscos de alteração das águas subterrâneas em uma bacia, ou de águas em dutos para o abastecimento doméstico.

Pode-se notar que na legislação belga a gestão da qualidade da água não se encontra especificamente integrada na questão de recursos hídricos e que a proteção da qualidade da água faz clara distinção entre águas superficiais e subterrâneas. Outros problemas que não se referem à qualidade, relativos aos recursos hídricos, têm responsabilidade dividida entre os diferentes departamentos de vários ministérios.

Com vistas à necessidade de coordenação das várias instituições que lidam com os recursos hídricos, foi criada a Comissão Real para os Problemas da Água, em 1965. Esta Comissão recebeu a tarefa de coordenar estudos sobre medidas a serem propostas ao Governo, para que as necessidades de água sejam satisfeitas no presente e no futuro.

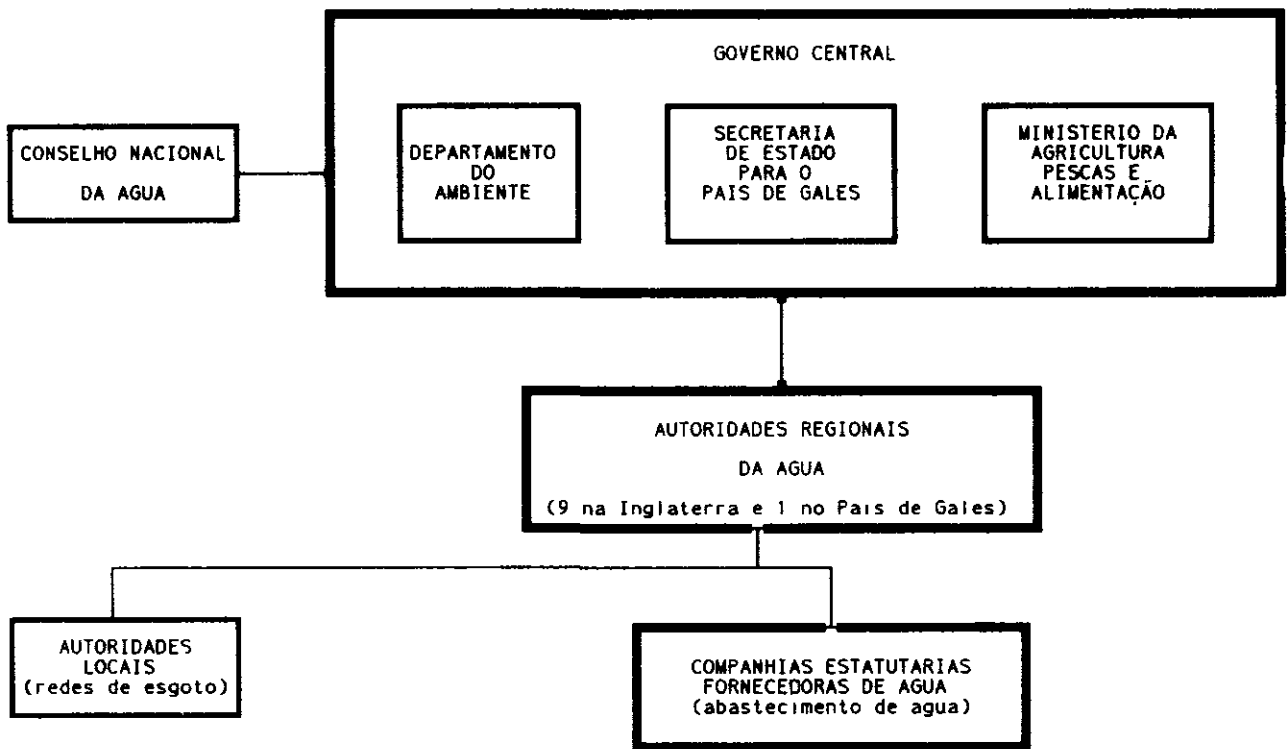
2.5 Inglaterra e País de Gales

Desde 1974 muitas mudanças ocorreram na Inglaterra e País de Gales, no sentido de enfatizar o sistema de direitos ribeirinhos de propriedade da água.

A Lei de Controle de Poluição de 1974 se reveste de grande importância para os problemas de recursos hídricos e tem como objetivo o de estabelecer uma política geral de controle da poluição em todas as suas formas. No entanto, no que diz respeito aos problemas de recursos hídricos de modo geral nos referidos países, a legislação mais importante é a Lei das Águas de 1973, não apenas por ser recente e por sua elaboração ter resultado de ampla consulta às entidades interessadas, mas também porque nela se definem os objetivos de uma política nacional de gestão das águas e se estabelece uma estrutura sobre a qual recai o encargo de dar execução à essa política.

A Lei das Águas de 1973 especifica os seguintes aspectos:

- 1) conservação, desenvolvimento, distribuição e utilização racional dos recursos hídricos,
- 2) drenagem, depuração e destino final de águas residuais domésticas e de outras origens,



Organograma da estrutura de gestão das águas na Inglaterra e no País de Gales
 Segundo Cunha et al (1980)



- 3) regeneração e manutenção da qualidade das águas de rios e de outras águas interiores,
- 4) desenvolvimento e preservação das utilizações recreativas e culturais das águas interiores,
- 5) utilização das águas interiores para navegação,
- 6) enxugo de terras,
- 7) pesca em águas interiores e costeiras

A estrutura de gestão das águas está representada no organograma que se segue. Através do organograma, nota-se que as principais responsabilidades pela política de gestão das águas a nível nacional pertencem ao Governo Central.

Foram criadas 10 (dez) Autoridades Regionais de Água, das quais 9 (nove) são relativas ao território inglês e 1 (uma) ao território Galês. Cada Autoridade Regional da Água é dirigida por um certo número de membros, em parte designados pelas Autoridades Locais, cujos Conselhos, por sua vez, são eleitos por sufrágio universal, e em parte designados pelo Ministério da Agricultura, Pesca e Alimentação. No escalão nacional, foi criado o Conselho Nacional da Água, que desempenha funções consultivas junto ao Governo Central. Este Conselho é constituído por um Presidente designado pelo Secretário de Estado do Meio Ambiente, pelos Presidentes das Autoridades Regionais da Água e por mais 10 (dez) membros no máximo, dos quais não mais de 8 (oito) são designados pelo Secretário de Estado do Meio Ambiente e 1 (um) ou 2 (dois) pelo Ministro da Agricultura, Pesca e Alimentação. As atribuições do Conselho Nacional da Água são as seguintes:

- 1) aconselhar qualquer Ministro ou Autoridade Regional de Água relativamente a assuntos ligados à política nacional da água ou de interesse comum para aquelas autoridades,
- 2) promover e apoiar as Autoridades Regionais de Água no eficaz exercício das suas funções em geral e, em particular, das que se referem a investigação e planeamento,
- 3) dar parecer relativamente a questões de aplicação da Lei das Águas por solicitação de qualquer Ministro,
- 4) promover consultas entre todas as autoridades com competência no domínio dos recursos hídricos e associações de fabricantes, profissionais, autarquias locais, sindicatos e outras organizações que ao Conselho pareça conveniente, com vistas ao estabelecimento, em todo o Reino Unido, de um esquema de aprovação e controle, do ponto de vista da protecção das águas, de todos os equipamentos com estas relacionados,

- 5) preparar, depois de consultadas as autoridades, organizações e associações interessadas na matéria, esquemas de formação e treinamento no domínio da gestão dos recursos hídricos.

Além da estrutura orgânica de gestão das águas, a Lei das Águas de 1973 estabelece em detalhe as funções e ligações dos diversos organismos que a constituem e, também, os respectivos estatutos financeiros.

A captação de água superficial e subterrânea e a emissão de efluentes necessitam de licença concedida pelas Autoridades Regionais da Água, havendo o direito de recurso para o Governo Central sempre que ela for negada ou que o utilizador sinta que seus direitos e/ou interesses foram lesados. Por outro lado, nenhuma licença é concedida sem que seja feito aviso público para que eventuais interessados possam interferir em defesa de seus direitos.

As licenças para a emissão de efluentes especificam as condições de qualidade que estes devem satisfazer. Estas condições são estabelecidas para cada caso pela Autoridade Regional da Água competente, não existindo normas de poluição fixadas na Lei.

Não está prevista na legislação, também qualquer taxa relacionada com a quantidade e qualidade dos efluentes lançados nos meios receptores. Se não forem cumpridas as condições fixadas nas licenças, os infratores estão sujeitos ao Código Penal. No entanto, podem ser cobradas taxas pelas Autoridades Regionais no caso de efluentes industriais lançados em redes públicas de esgotos. As Autoridades Regionais utilizam fórmula do tipo Mogdem para o cálculo das taxas. A fórmula de Mogdem é a que segue:

$$T = T_s \frac{C_e}{C_r} + T_b \frac{M_e}{M_r} + T_d$$

onde,

- T = Taxa por unidade de volume,
- T_s = Custo do tratamento primário, por unidade de volume,
- T_b = Custo do tratamento biológico, por unidade de volume,
- T_d = Custo do transporte e tratamento preliminar do efluente, por unidade de volume,
- C_e = Concentração de sólidos no efluente,
- C_r = Concentração de sólidos no corpo receptor, depois de ter recebido o efluente,
- M_e = Força de McGowan do efluente,
- M_r = Força de McGowan do corpo receptor, depois de ter recebido o efluente.

Força de McGowan

$$M = 4,5N + FP$$

N = Nitrogênio total decantado

P = Permanganato ($K Mn O_4$) 1/8 normal consumido ao fim de 4 horas

F = Fator que caracteriza efluentes,

ex 6,5 para efluentes municipais
1 para efluentes industriais

O Governo Central reconhece haver ainda um longo caminho a ser percorrido para que haja regeneração dos cursos de água, mesmo tendo sido investidos cerca de L1 000 000 000 (Um bilhão de Libras esterlinas, correspondente a US\$ 1 560 344 830 (Um bilhão quinhentos e sessenta milhões trezentos e quarenta e quatro mil oitocentos e trinta dólares) para as Autoridades Regionais em sistemas de drenagem e depuração de águas residuais nos anos de 1972 a 1978

2.6 Suíça

Apesar do alto índice de precipitação na Suíça ser uma importante fonte natural de riquezas, há falta d'água em quase todo o país devido à poluição de alguns mananciais, o que restringe o uso das águas

Esta situação agrava-se diante do crescimento populacional e industrial, e do alto consumo de água "per capita"

Cerca de 75% da captação vêm de águas subterrâneas e fontes naturais e 25% de águas superficiais, principalmente de lagos. A incidência de poços e fontes naturais está praticamente exaurida e as águas de superfície, muito poluídas ⁽¹⁾

Águas que ocorrem com abundância em certas regiões estão sendo transferidas através de canais, aquíferos artificiais, para regiões onde são deficitárias

A mais recente Legislação de Águas é exclusivamente voltada ao controle da poluição. A legislação dos recursos hídricos da Suíça é determinada pela estrutura federal, que dá considerável autonomia aos vinte e cinco cantões e algumas municipalidades, e apresenta considerável possibilidade a cidadãos para tomar parte direta em decisões políticas e econômicas

Águas subterrâneas e superficiais sempre pertencem aos distritos que decidem quais as águas que serão consideradas públicas em seu território. Propriedades privadas são aceitas apenas para pequenos cursos d'água ou aquíferos irrelevantes. Os distritos também regulamentam os vários tipos de uso da água através de lei federal

Concessões à terceiros podem ser dadas sem definições legais para a doação, mas estabelecem

que estas só podem ser anuladas com total compensação e por motivos de utilidade pública. Uma Lei Federal de 1955 relativa à proteção das águas contra a poluição aumentou o poder legal dos distritos para a elaboração de regulamentação e diretrizes

Em 1967 o Ministério do Interior criou um comitê de especialistas para revisar a Lei Federal de 1955

Daf resultaram as seguintes diretrizes

- 1) busca de um balanço jurídico entre a determinação da emissão de efluentes e a promoção da participação financeira, no sentido de atingir os objetivos planejados com maior rapidez,
- 2) definir claramente as responsabilidades federais e distritais quanto à proteção da água. O Governo Federal se responsabiliza pelos casos que, em prol do interesse público, devam ser regulamentados de maneira uniforme por todo o país,
- 3) todas as padronizações expressas de maneira vaga ou ambígua devem ser substituídas por controles e proibições que não deixem dúvidas às entidades sujeitas aos mesmos,
- 4) os financiamentos feitos pelo Governo Federal para medidas de proteção das águas devem ser distribuídos de maneira a serem mais efetivos do que eram no regime anterior

Em 1971, completou-se a Lei Federal de 1971 e em 1972 foi outorgado o Decreto para o Controle da Poluição da Água

Em 1975 outorgou-se um decreto relativo à descarga de efluentes e uma série de decretos e diretrizes que regulam a Lei Federal

A principal legislação para a proteção da qualidade da água vigorando atualmente na Suíça é a Lei Federal de 1971, o Decreto de 1975, para o controle da poluição da água e uma série de decretos e diretrizes que regulamentam a Lei Federal

Esta lei determina o campo de ação, a responsabilidade federal ou distrital, as bases de regulamentação do controle de poluição, as concessões de financiamentos federais e a definição de responsabilidades e punições

⁽¹⁾ BALDINGER, F. Mésures Prises Actuellement en Suisse pour la Protection des Eaux contre la Pollution. Service Federal de la Protection des Eaux Berne, 1967



Quanto às responsabilidades, foi definido que a aplicação da lei federal está sujeita a um controle superior - o Conselho Federal, que delibera a regulamentação para a execução da mesma e supervisiona sua aplicação, a qual é da responsabilidade dos distritos com o apoio e a colaboração dos serviços federais

Os distritos concedem poderes às instituições especializadas para reforçar o controle contra a poluição, para construir instalações de proteção de águas e para criar zonas de proteção de mananciais

Quanto a prevenção da poluição, a lei coloca as bases para a proibição de descargas, para captações e tratamentos de esgoto, autorizações para construções, estudos de qualidade de água, processos manufaturados e substâncias nocivas, armazenamento, transporte e bombeamento de líquidos que podem alterar a qualidade da água, despejo de partículas sólidas, etc. É proibido diluir o poluente com água usada por sistemas de refrigeração do próprio estabelecimento ou com qualquer outra água limpa

O Decreto de 1975 estabelece os critérios e padrões para a descarga de efluentes e para a qualidade dos cursos d'água e reservatórios

O Ministério do Interior outorgou diretrizes para regras técnicas e dimensionamentos, cobrindo a construção, a operação, a manutenção e os padrões de controle para complementarem os projetos individuais de tratamento de águas residuais, de construção de rodovias, etc

Tais diretrizes exigem que projetos de Engenharia Sanitária precisem basear-se em planejamentos à longo prazo

Na Suíça não há classificação de águas baseada em diferentes padrões de qualidade. Os níveis aceitáveis de poluição são fixados de maneira constante e estrita para todos os recursos hídricos. Quanto às penalidades, as multas têm-se mostrado bastante efetivas

Uma das condições básicas, que assegura o funcionamento dos projetos de tratamento de resíduos industriais, é a existência de um serviço de inspeção da manutenção e operação, cuja eficiência é encorajada por prêmios ou multas aplicadas individualmente aos fiscais

Na Suíça não existem taxas a serem pagas pela poluição, mas o serviço municipal de abastecimento d'água aplica uma sobretaxa no preço da água em uso, com a finalidade de financiar a construção e manutenção de redes de esgoto e projetos de tratamento

Toda a infra-estrutura que lida especialmente com o controle da qualidade de água foi integrada em outra mais abrangente, que é responsável pela proteção do meio ambiente. Na base

desta estrutura, diretamente subordinada ao Ministério do Interior está o Serviço Federal para Proteção Ambiental. No topo desta estrutura está o Conselho Federal, que não apenas supervisiona a implementação da legislação da proteção das águas, mas também assegura uma coordenação entre vários Ministérios e Departamentos que se ocupam com os problemas da água

2.7 República Federal da Alemanha

Na Alemanha, devido ao alto nível de desenvolvimento econômico, a demanda de água doméstica e industrial é muito grande

Hoje 20% do volume servem ao abastecimento doméstico e 80% à indústria

Apesar do potencial hídrico atingir uma média de 100 km por ano, já ocorrem regiões onde há falta d'água principalmente por causa da grande demanda em áreas de alta concentração industrial, e residencial e por causa da poluição de águas superficiais

A gestão das águas tem sido fortemente orientada para o controle da poluição e a reciclagem de águas residuais

A gestão das águas na Alemanha tem sido muito descentralizada desde o começo do século, sendo exclusivamente da responsabilidade das autoridades regionais, principalmente no que diz respeito à qualidade

No início do século com o crescimento industrial, o desenvolvimento urbano e a produção agrícola intensa houve necessidade de uma gestão flexível dos recursos hídricos. Daí, leis especiais foram publicadas, permitindo a criação de associações cooperativistas para resolverem problemas referentes à água

Suas responsabilidades concerniam às bacias hidrográficas de suas regiões, regulavam os cursos d'água para assegurar o abastecimento doméstico e industrial, conduziam e tratavam águas poluídas

Nem todas as associações porém, tinham a mesma função. Aquelas que cobriam áreas mais densamente habitadas e industrializadas eram responsáveis por problemas de tratamento e despejo de águas residuais. Os custos eram distribuídos por todas as partes interessadas (industriais, mineradoras, autoridades locais, etc.), na proporção dos benefícios que tais medidas lhes dariam ou na proporção do dano causado por cada parte

Os consumidores pagavam a uma das associações pela quantidade de água que usavam, e esta por sua vez, pagava uma taxa à outra associação responsável pela qualidade da água que podia oferecer aos consumidores

Entre todas as associações, 5 (cinco) são pessoas jurídicas autônomas criadas por leis especiais. Estão sujeitas à supervisão legal pelo Governo Federal.

Nos anos 30 foram criadas uniões estatutárias referentes ao gerenciamento da água e do solo, complementando a legislação específica relacionada às Associações das Águas. Hoje existem mais de 16 200 (dezesesseis mil e duzentas) destas uniões na República Federal da Alemanha, com a obrigação de assegurar o abastecimento em áreas rurais, de drenar e de irrigar áreas agrícolas.

O modelo alemão de legislação tem a intenção de estabelecer princípios para o gerenciamento dos recursos hídricos.

É notável o fato de que nenhum uso das águas requer uma licença administrativa e que os recursos hídricos devem servir em primeiro lugar ao abastecimento público.

O financiamento do controle da poluição é baseado no princípio de que o poluidor deve custear o tratamento de seu efluente. Isto se aplica não apenas a órgãos privados, mas também a municipalidades e outras autoridades que precisam tratar seus resíduos por processos biológicos.

O Estado pode subsidiar projetos de tratamento apenas temporariamente, com o propósito de encorajar e dar o exemplo na aplicação dos princípios que constam da lei. Tais concessões, porém, não reduzem as taxas de tratamento que são sempre da responsabilidade dos poluidores.

2.8 União das Repúblicas Socialistas Soviéticas

O gerenciamento de Recursos Hídricos num país tão vasto e diversificado quanto a União Soviética apresenta muitos problemas diferentes e requer uma legislação abrangente, porém relacionada às condições locais e regionais.

A principal lei relativa à água é a Lei Básica da Água de 1970, que é baseada em vários princípios, entre os quais

- 1) propriedade exclusiva dos recursos hídricos pelo Estado,
- 2) impostos permanentes sobre os recursos hídricos,
- 3) uso abrangente e racional dos recursos hídricos com prioridade no que diz respeito ao abastecimento doméstico,
- 4) proibição de despejos de efluentes industriais sem tratamento,
- 5) promoção de aplicações de novas tecnologias para propósitos de conservação da água,

6) implementação de gerenciamento de recursos hídricos baseados em unidades de bacias hidrográficas,

7) participação pública em ações de gerenciamento e conservação dos recursos hídricos.

A Lei Básica da Água dirige considerável atenção à regulamentação dos usos da água. Princípios gerais servem de base para o estabelecimento e/ou cancelamento de direitos para procedimentos e condições de usos da água. A lei determina as principais exigências nos diversos usos dos recursos hídricos, e também considera problemas relacionados ao uso de corpos d'água situados em território de mais de uma das Repúblicas, e no uso da água dos corpos d'água situados na fronteira. Quanto à classificação dos diversos usos, a lei distingue formas de uso relacionado à objetivos econômicos, ou seja, agrícola, industrial, piscicultura, transporte, consumo público e específica as exigências a serem cumpridas para estes usos.

A Lei também considera dois outros agrupamentos referentes ao uso das águas.

Uso Geral da Água - é aquele feito sem a necessidade de estruturas especiais ou benefícios que afetem as condições da água, ou seja captação da água por indivíduos com equipamentos simples, natação, dessedentação de animais, pesca para lazer.

Uso Especial da Água - é aquele que requer estruturas especiais e benefícios, que afetam as condições dos recursos hídricos e podem causar-lhes a deterioração e conseqüentes danos ao Estado ou a usuários individuais da água.

Outra distinção feita pela legislação soviética quanto ao uso das águas é que os recursos hídricos podem estar disponíveis para uso permanente ou temporário. No caso de uso permanente não há limite de tempo especificado na permissão. No caso de uso temporário, este pode ser à curto prazo, isto é, até três anos, ou a longo prazo, isto é, de três a vinte e cinco anos. O uso geral da água não é limitado a nenhum período.

O despejo de águas residuais sempre é sujeito à permissões e padronizações.

A violação das condições permitidas pode levar a suspensões ou à interrupção da atividade ofensiva, sem considerar eventuais conseqüências relativas ao impedimento do trabalho.

As autoridades responsáveis pelo gerenciamento dos recursos hídricos na União Soviética são divididas em três categorias.

- 1) Autoridades Estatais Administrativas Gerais - Nomeadamente Conselho de Ministros da União das Repúblicas ou Repúblicas Autônomas, responsável por planejamento, registro, coordenação de

atividades científicas, etc Esta autoridade regula o uso e a conservação dos recursos hídricos como uma parte integrante da administração geral da economia nacional

- 2) Autoridades Estatais Administrativas Especiais - Ministérios do Gerenciamento dos Recursos Hídricos, Saúde, Geologia e Inspetoria Urbana Técnica do Estado e seus quadros locais, responsáveis pela regulamentação dos usos e conservação da água e reforçador do cumprimento das leis relativas à água
- 3) Todos os Ministérios e Departamentos responsáveis pela ramificação da economia nacional no que diz respeito ao uso dos recursos naturais

A legislação de águas soviética prevê três níveis de planificação de recursos hídricos geral, regional e por bacias hidrográficas

A definição de planos abrangentes de uso e conservação dos recursos hídricos é a principal forma de gerenciamento à longo prazo em qualquer um dos três níveis acima citados

Tais planos também fornecem informações básicas para a preparação dos planos de desenvolvimento anuais e quinzenais

Para assegurar a corrente regulamentação do uso e conservação dos recursos hídricos, são feitos anualmente balanços hídricos para as principais bacias hidrográficas

2.9 Japão

O território japonês é distribuído em quatro ilhas montanhosas, onde ocorrem rios de grande declividade e marcadamente torrenciais. O clima, de uma maneira geral, é úmido. Uma característica típica do regime hidrológico no Japão é que seu coeficiente anual de escoamento superficial é muito alto, cerca de 0,8

A principal lei relativa aos recursos hídricos no Japão refere-se ao gerenciamento de rios. A Lei dos Rios de 1964. Outras leis podem ser agrupadas de acordo com os objetivos principais, que correspondem a três aspectos importantes do gerenciamento da água: conservação da água e do solo, desenvolvimento e uso dos recursos hídricos e controle da poluição das águas

A Lei dos Rios de 1964 tenta adaptar o gerenciamento de rios às condições sócio-econômicas do país, garantir a segurança e o bem estar público, prevenir contra os perigos das enchentes e erosões e promover usos adequados para as águas dos rios

A lei estabelece que os cursos d'água são de domínio público e os agrupa em duas classes A e B

Os rios Classe A são mais importantes, sob os pontos de vista econômico e de conservação do solo, e estão sob a jurisdição do Estado através do Ministério da Construção. Os rios Classe B são os restantes, e estão sob a jurisdição das Prefeituras

A legislação governamental para o uso da água distingue três tipos de usos

- 1) uso livre, que cobre o lado recreativo,
- 2) uso autorizado, relativo à ocupação temporária com o propósito de construir estruturas de engenharia para abaixar o leito do rio, assim como para inspeção e coordenação,
- 3) uso licenciado, para propósitos como projetos hidrelétricos, abastecimento municipal e industrial e em alguns casos, para irrigação

As águas subterrâneas não são sujeitas a regulamentos no que diz respeito à irrigação e abastecimento municipal, mas o são quanto ao seu uso pela indústria e para propósitos de refrigeração. A Lei dos Rios, prevê taxas para a captação de águas sob licença

Leis relativas à conservação da água e do solo

1897 - Lei da Conservação da Areia, relativa à prevenção de danos causados pelo transporte e deposição de areia e pedregulhos durante as enchentes

1921 - Lei relativa à Reforma Agrária - controle administrativo de áreas costeiras, margens de rios, lagos e pântanos, consideradas indispensáveis para a expansão de atividades econômicas e sociais, devido a limitada extensão de terras utilizadas neste país

1956 - Lei da Costa Marítima, para prevenção de danos relativos à erosão ao longo da costa

Leis relativas ao desenvolvimento e uso dos Recursos Hídricos

1950 - Lei do Desenvolvimento de Terras Integradas - visa um plano geral de desenvolvimento de cursos d'água com propósitos múltiplos, de maneira a desenvolver a agricultura irrigada e ao mesmo tempo prevenir enchentes, que é o principal objetivo a ser perseguido

1952 - Lei da Energia Elétrica, que, a propósito, criou a Empresa Nacional

1957 - Lei da Construção de Barragens com Propósitos Múltiplos - busca melhores usos para os recursos financeiros disponíveis, com vistas à implementação do abastecimento doméstico e industrial

1961 - Lei do Desenvolvimento dos Recursos Hídricos - busca um desenvolvimento geral e regulamenta o uso regional dos recursos hídricos das bacias hidrográficas pois é onde ocorrem os problemas mais sérios

De acordo com os termos das últimas leis, outorgadas, o Governo, através do Primeiro Ministro, pode escolher certas bacias hidrográficas para projetos abrangentes de desenvolvimento de recursos hídricos. Tais projetos gerais devem ser elaborados por um conjunto de organismos, constituído dos Departamentos Governamentais e das Prefeituras envolvidas, além do Conselho de Desenvolvimento dos Recursos Hídricos

O Conselho de Desenvolvimento dos Recursos Hídricos opera sob as ordens do Primeiro Ministro, e consiste de quinze membros por ele escolhidos entre pessoas de reconhecida competência. O Conselho tem o direito de eleger seu Presidente

Outro órgão governamental é a Corporação Pública de Desenvolvimento de Recursos Hídricos, que tem a função de dar cobertura à construção e reconstrução de todos os trabalhos incluídos no projeto geral, exceto em obras de desenvolvimento hidrelétrico. Pode também incentivar a produção científica, a pesquisa e os estudos relacionados aos recursos hídricos, embora esta última tarefa não esteja contrária nas suas funções essenciais. Suas funções estão subordinadas à supervisão do Primeiro Ministro. Os custos para a execução dos trabalhos são de total ou parcial responsabilidade dos beneficiários

Leis relativas ao controle da poluição - vários atos legislativos foram integrados à Lei Básica de 1967 para o controle da poluição ambiental

Seus objetivos principais são

- a) definir padrões ambientais de qualidade,
- b) estabelecer programas para o controle da poluição,
- c) definir responsabilidades para atividades poluentes

Em 1970 foram adicionadas emendas, no sentido de prover uma proteção ambiental mais

estrita, transferir autoridade para órgãos governamentais regionais, estender o alcance das medidas federais de controle e aumentar o rigor das ações que dizem respeito à drenagem e ao tratamento de águas residuais

Esta Lei estabelece padrões gerais a serem seguidos pelos despejos de efluentes em todas as águas públicas do Japão, em termos de concentrações permissíveis de cada substância nociva. Estes padrões gerais são formulados em função da capacidade de autopurificação dos rios e do mar

Sob a jurisdição da Prefeitura, estes padrões podem ser modificados para se tornarem mais rigorosos

Cada Prefeitura tem um Conselho Municipal pela Qualidade da Água, que faz exigências e toma decisões nos casos mais importantes relativos à prevenção da poluição da água em áreas sob sua jurisdição

A emenda de 1970 não se aplica à atividades de legislação específica, como radioatividade, mineração e produção de energia elétrica

As penalidades máximas pela infração da Lei Básica do Meio Ambiente são uma multa de 200 000 ienes, cerca de US\$ 1 396 (hum mil trezentos e noventa e seis dólares), e um ano de prisão

No Japão, as águas são de domínio público assim como suas áreas adjacentes. Seu uso depende da permissão do Estado. A administração dos rios Classe A, isto é, os mais importantes, é da responsabilidade do Governo Central através do Ministério da Construção. Outros rios são administrados pelas Prefeituras

De um exame da Legislação Japonesa das Águas chega-se à conclusão de que problemas de quantidade e qualidade não estão sendo considerados de uma maneira integrada

O controle de efluentes é feito por meio de padronizações de concentrações permissíveis, independentemente das condições do corpo receptor, embora na elaboração desses padrões seja considerado o potencial autodepurador dos rios e mares

Apesar de estabelecido que os danos causados à saúde devem ser cobrados dos poluidores, as multas efetivamente cobradas são muito pequenas, porém os poluidores são obrigados pela Prefeitura a melhorar suas instalações ou parar suas atividades

2 10 Israel

Israel está situado numa região cujo clima varia entre mediterrânico e desértico, sendo que a



precipitação anual média no país é relativamente baixa. Alguns pequenos rios abastecem as zonas costeiras, a zona de planície e alguns pequenos vales, sendo a maior parte da água destinada à rega proveniente de aquíferos e do Mar da Galileia, de onde é transferida para o Deserto do Negev.

A gestão dos recursos hídricos em Israel foi fortemente influenciada pelas condições de criação do Estado de Israel em 1948, que conduziram a uma política de imigração maciça e de relações tensas com os países árabes vizinhos. Aquela política, dando origem ao aparecimento de cidades em rápido crescimento e exigindo a auto-suficiência do país no que diz respeito a abastecimento de produtos agrícolas, levou a um aumento explosivo das necessidades de água, em contraste com as disponibilidades hídricas bastante reduzidas, que condizem com um país de fraca pluviosidade.

Um dos principais obstáculos com que se deparou o novo Estado de Israel foi a falta de legislação sobre águas, adaptada a sua situação.

Foram promulgadas três leis, ainda em vigor, a Lei de 1955, relativa à abertura de poços de captação de água, a Lei de 1956, relativa à medição dos consumos de água, e a Lei de 1957, relativa à drenagem e controle das cheias, todas anteriores à Lei das Águas de 1959. Estas quatro leis são os dispositivos básicos da legislação israelense no que se refere a águas.

A regulamentação e aplicação das citadas leis são da responsabilidade do Ministro da Agricultura. A gestão das águas é da competência de um Comissário da Água nomeado pelo Governo, com dependência hierárquica do Ministro da Agricultura.

O órgão executivo é denominado Comissão das Águas, por intermédio do qual o Comissário exerce suas funções. Como órgão consultivo existe o Conselho da Água, cujos membros são nomeados pelo Governo. Este Conselho é presidido pelo Ministro da Agricultura e constituído por cerca de 30 (trinta) representantes do Governo, da população e da Organização Sionista Mundial e suas instituições, não podendo ser o número de representantes da população inferior a dois terços do total.

Os representantes populares devem incluir representantes dos consumidores, em função dos volumes de consumo para diversos fins, e representantes dos distribuidores. O número de representantes dos consumidores não deve ser inferior à metade do total dos membros do Conselho.

O Conselho da Água pode designar comissões de carácter regional ou com atribuições especializadas, constituídas ou não por membros do Conselho. Entre estas comissões, distingue-se a Comissão de Planeamento, a qual compete avaliar, entre outros, os projetos de abastecimento de água a nível local, regional e nacional, principalmente no que diz respeito à sua integração no Plano Nacional da Água.

A nível regional, compete às Autoridades Regionais da Água instalar, conservar e gerir os sistemas de abastecimento de água. Nas zonas não sujeitas às Autoridades Regionais da Água, a responsabilidade do abastecimento é confiada à Autoridade Nacional da Água. Ambas as Autoridades, regional e nacional, podem ter o carácter de empresas públicas, não existindo relações hierárquicas entre elas e todas dependendo diretamente do Ministro da Agricultura.

A estrutura orgânica de gestão das águas de Israel inclui ainda o Tribunal da Água, para o qual qualquer pessoa ou entidade pode recorrer de decisões tomadas pela Administração.

A Lei de Águas de 1959 aborda os aspectos que se seguem:

1) Propriedade e Condições de Utilização da Água

Os recursos hídricos são de domínio público, estão sob o controle do Estado e destinam-se à satisfação das necessidades da população e do desenvolvimento do país. A lei não reconhece o direito à propriedade privada da água, apenas concedendo aos cidadãos o direito à sua utilização. A água só pode ser utilizada mediante autorização de captação concedida pelo Comissário da Água, com a validade de um ano, sendo determinadas as quantidades de água que podem ser captadas, distribuídas e consumidas. Para que a Administração tenha poder de intervenção nos problemas da água, a lei faculta ainda ao Ministro da Agricultura autoridade para decretar, após audição do Conselho da Água, zonas de racionamento. Estas zonas devem corresponder a áreas em que se verifique não serem os recursos disponíveis suficientes para a demanda, sendo as utilizações sujeitas a regulamentos e normas específicos. Estes regulamentos prescrevem as quantidades máximas permitidas para o consumo, a classificação das águas segundo a sua qualidade, as utilizações que cada qualidade pode servir e as quantidades de água de cada classe que podem ser captadas para cada utilização, em função da estação do ano, da hora do dia, do tipo do terreno e de dados de natureza geográfica, sanitária, etc. Estes regulamentos e normas definem também quais as utilizações que devem ter prioridade em situação de carência de água. No sentido de prevenir a poluição das águas foi promulgado o Aditamento de 1971, que dá poderes ao Ministro da Agricultura para, após consulta ao Conselho da Água, promulgar



regulamentos restringindo, proibindo ou condicionando os seguintes aspectos a) localização e estabelecimento de fontes de poluição especificadas,

- b) uso de determinadas substâncias ou processos industriais e agrícolas,
- c) produção, importação, distribuição ou comercialização de certas substâncias e produtos,
- d) utilização de meios de transporte na água ou nas suas proximidades

Em todas as situações em que se verifique poluição das águas, o Comissário da Água pode, a qualquer tempo, determinar a suspensão da atividade que lhe dá origem ou a adoção das medidas necessárias para eliminar a poluição verificada. No caso da entidade responsável contrariar o determinado pelo Comissário da Água, este pode determinar o corte do abastecimento de água.

2) Preço da Água e de Compensação de Tarifas

De acordo com a Lei, o Ministro da Agricultura pode estabelecer tarifas para o pagamento do custo da água, como, também, graduar estas tarifas de acordo com os fins das diversas utilizações, com a estação do ano e a hora do dia e com diversos dados que condicionem a utilização da água, tais como os de natureza geográfica e topográfica.

A fixação das tarifas deve também considerar o caráter mais ou menos lucrativo da utilização a que a tarifa se aplica, a capacidade financeira dos beneficiários dessa utilização e ainda a qualidade requerida para a água. O fato de se pretender que estas tarifas correspondam ao custo efetivo da água e a circunstância das condições climáticas de Israel ocasionarem a concentração dos seus recursos hídricos numa zona restrita do país, tendo por isso custos muito variáveis ao longo do território, justificam a fixação de tarifas diferenciadas de região para região.

Esta variabilidade de tarifas produz distorções econômicas no desenvolvimento agrícola e industrial das diferentes regiões. No sentido de evitar estas distorções a lei estabelece um Fundo de Compensação de Tarifas que tem o objetivo de diminuir estas diferenças. Nas regiões onde a água é mais barata, os utilizadores, além da tarifa fixada em regulamento, pagam um adicional destinado ao Fundo de Compensação de Tarifas. Nas regiões onde a água é mais cara, o Fundo concede subsídio aos utilizadores. No entanto o Fundo não pode ser utilizado para outros fins e é fiscalizado pelo Estado.

3) Projetos de Obras Hidráulicas e Recarga de Aquíferos

A Lei de Águas de 1959 estabelece a obrigatoriedade da inspeção e aprovação de todos os projetos que têm por objetivo aumentar as disponibilidades de água ou melhorar o aproveitamento dos recursos hídricos, no sentido de garantir, através de um Plano Nacional da Água, a execução coordenada daqueles projetos à escala de todo o território.

A Lei determina a criação de Autoridades Regionais da Água que, após a aprovação de um projeto, ficam responsáveis pela sua execução e, posteriormente, pela gestão do empreendimento do projeto. Além disso, é de incumbência das Autoridades Regionais o abastecimento e distribuição de água, à escala da região que lhe for atribuída.

4) Participação das Populações na Gestão da Água

A Lei estabelece que, além de diversas oportunidades facultadas às populações para apreciar, criticar, reclamar e dar sugestões quanto as decisões ou projetos da administração, vários representantes dos diversos setores das populações tenham lugar e funções na estrutura orgânica encarregada dos problemas da água.

5) Sanções e Disposições Diversas

A Lei das Águas de 1959 prevê penalidades que podem ser multas ou prisão até três meses para infrações nela especificadas.

No que diz respeito a condições gerais de aplicação da legislação relativa a águas, procura-se em Israel que a gestão das águas não seja apenas determinada por razões de eficácia econômica, obtida através do livre confronto de interesses de mercado. A política de gestão dos recursos hídricos adotada, tem o objetivo não só de produzir benefícios econômicos mas também de atingir determinados objetivos políticos e sociais, tais como, a segurança nacional e a conservação de colônias agrícolas tradicionais.

Outro fato importante nesse contexto é a necessidade de se assegurar que o aumento do rendimento nacional não determine o aumento do consumo de água, cujas disponibilidades são reduzidas.

Esta escassez conduziu a que o regime legal, que disciplina em Israel a utilização dos recursos hídricos, seja basicamente caracterizado por um cerrado controle do Estado e pelo domínio público dos recursos hídricos.

Outra característica da legislação israelense é estabelecer uma larga participação das populações



e das entidades privadas na gestão das águas, quer ao nível da definição de políticas, quer ao nível de execução

Com o objetivo de promover a eliminação de desperdícios de água, a lei estabelece que só é permitido utilizar água através de sistemas que possibilitem a medição das quantidades captadas, para efeito do respectivo pagamento

O controle da qualidade das águas não é integrado numa política global de gestão dos recursos hídricos. Devido à escassez desses recursos justificase em Israel a defesa rígida e intransigente da qualidade natural das águas

2.11 Austrália

Do ponto de vista climático, a Austrália pode ser dividida em uma região central árida, e semi-árida que ocupa cerca de 60% do território e um cinturão costal com precipitação adequada

O relevo do território não é muito marcante e mais da metade do país tem declives menores que 1%

A Austrália tem recursos hídricos limitados como consequência da baixa média anual de precipitação. As taxas de evaporação são altas. Em certos reservatórios alcançam 50% da vazão regularizada

A Austrália é dividida em 12 (doze) grandes bacias hidrográficas que por sua vez são divididas em 197 (cento e noventa e sete) bacias hidrográficas menores

A Austrália é herdeira da legislação britânica, que é baseada na doutrina dos Direitos Ribeirinhos e que se mostrou inadequada pela existência de vastas regiões áridas, cujo desenvolvimento é muito dependente da possibilidade de irrigação

Para contornar esta dificuldade, alguns Estados adotaram uma legislação orientada no sentido de impedir a apropriação e o uso privado da água, fixando quantidades para cada usuário individual, dependendo de permissão governamental

Ainda com o mesmo propósito, alguns Estados promoveram a criação de associações locais para a distribuição de projetos de redes de abastecimento e esgoto

Em sua área de jurisdição, cada associação tem muito poder, incluindo o direito do uso da água, construção dos projetos de distribuição necessários, venda de água ao consumidor e cobrança de taxas. As associações podiam contrair empréstimos a longo prazo segurados pelo benefícios das taxas, e assim, atrair capital privado para projetos de irrigação. Esta política, no entanto, falhou porque a produção das terras irrigadas não era lucrativa o suficiente para capacitar os agricultores a pagar pela água um preço

atrativo ao investimento privado. Esta situação forçou a intervenção do governo australiano no desenvolvimento da irrigação, agora cobrando dos consumidores apenas uma pequena parte do investimento público

A lei não tem sido clara no que diz respeito à extensão dos direitos privados relativos aos cursos d'água, que foram transferidos para os Estados, e nem tampouco quanto ao ponto no qual uma compensação precisa ser paga pela expropriação desse direito privado

A estrutura do gerenciamento da água na Austrália varia de Estado para Estado e é de algum modo influenciada pela distribuição da população e pelo nível de desenvolvimento de cada Estado, assim como pela importância relativa das águas superficiais e subterrâneas

Em alguns Estados o gerenciamento é autônomo, em outros é compartilhado especialmente sob o ponto de vista técnico. Por exemplo, mesmo quando a autoridade é autônoma no gerenciamento de águas superficiais e subterrâneas, o Serviço de Mineração pode supervisionar os recursos hídricos subterrâneos

A nível local, vários tipos de entidades públicas e privadas são responsáveis por aspectos do uso da água, tais como a execução de trabalhos no abastecimento doméstico, drenagem, regularização de rios e controle de enchentes. Foram criados conselhos locais e comitês com o propósito de implementar as restrições na captação pelo bombeamento nos períodos de carência d'água

Os problemas levantados pela organização do gerenciamento hídrico na Austrália são idênticos àqueles de muitos outros países e relativos ao compartilhamento de responsabilidades quanto aos problemas da água por várias instituições. Por exemplo, de acordo com Clarck,⁽¹⁾ um levantamento governamental de 1970 revelou que sozinhas as questões sobre poluição das águas têm vinte e sete leis e vinte e seis órgãos administrativos com poderes relativos ao controle da poluição

Em suma, a legislação da água na Austrália coloca a gestão dos recursos hídricos, tanto quanto à quantidade como à qualidade, sob a responsabilidade dos Estados

O papel do Governo Federal consiste em dar apoio financeiro, planejar e promover o desenvolvimento dos recursos hídricos à nível federal e estadual

Em função da divisão do quadro institucional geral de gestão dos recursos hídricos estar muito dividido, o Governo criou um Conselho

⁽¹⁾ CLARCK, S D "A Manual for the Drafting of Water Codes" Economical Committee for Asia and Far East, United Nations, 1971

Australiano de Recursos Hídricos e o Programa Nacional dos Recursos Hídricos

Tais entidades chegaram à conclusão de que os principais itens contidos nas leis a serem examinadas eram

- 1) direitos de propriedade da água
- 2) uso da água
- 3) controle de poluição da água
- 4) gerenciamento da estrutura institucional da água

Com base neste estudo foi publicada uma legislação com o propósito de unificar e coordenar as questões da água, principalmente no que diz respeito à proteção de sua qualidade

O Governo Federal da Austrália reconhece a importância de um moderno planejamento nacional dos recursos hídricos e sua influência na economia e na previdência social do país

2.12 Checoslováquia

A irregularidade no regime de chuvas e a estrutura geológica e morfológica da Checoslováquia não só faz com que o escoamento superficial seja altamente variável, mas também desfavorável para a formação de aquíferos

Além desses fatores naturais, o alto desenvolvimento industrial da Checoslováquia tem causado muitos problemas de poluição das águas. Estas circunstâncias afetaram não só o desenvolvimento da economia do país, mas também o abastecimento doméstico de água potável

A Lei da Qualidade da Água de 1957, coloca princípios tais como a qualidade dos cursos d'água receptores não pode ser afetada pelo despejo de efluentes. Uma certa baixa na qualidade desse corpo receptor, no entanto, pode ser tolerada, no caso de usos especiais em prol do interesse público

As tolerâncias dizem respeito a valores do pH, demanda bioquímica de oxigênio, cor e temperatura

No Decreto de 1966 do Estabelecimento de Taxas de Poluição, os valores para as taxas estão relacionados ao tipo e quantidade da carga poluidora e ao grau de deterioração causado nos cursos d'água receptores. Não há taxas para entidades cujas águas residuais têm a mesma qualidade da água captada ou para aquelas que despejam seus resíduos na rede coletora pública. Também estão isentas as entidades que não despejam mais do que 50 (cinquenta) toneladas de DBO^5 - Demanda Bioquímica de Oxigênio e 300 (trezentas) toneladas de sólidos suspensos por ano

A taxa consiste em duas partes

- 1) a taxa básica é fundamentada nos custos do tratamento da carga poluidora,
- 2) o valor da taxa complementar depende do grau de deterioração causado ao curso d'água pelas águas residuárias em questão

Em 1973, foi publicado o Ato da Água. Este Ato diz respeito ao gerenciamento dos recursos hídricos. Seus princípios mais importantes são

- 1) o gerenciamento nacional dos recursos hídricos provém do Planejamento Nacional dos Recursos Hídricos, que é um plano geral para os principais projetos relativos aos recursos hídricos, coordenado em consonância com o planejamento social e econômico em escala nacional e regional,
- 2) criação da possibilidade de serem considerados incentivos econômicos em grande escala, buscando a otimização dos usos dos recursos hídricos,
- 3) águas subterrâneas foram reservadas primariamente para o abastecimento público. Especial atenção é dada à sua tributação permanente,
- 4) as medidas relativas à conservação da qualidade e segurança dos recursos hídricos tiveram considerável avanço, e as penalidades do controle da poluição foram enfatizadas

O Plano de Estado da Gestão das Águas foi completado em 1953 e originou a criação em 1954 da Autoridade Central da Gestão da Água. As conclusões do Plano estabeleceram as bases para a preparação do Ato de Gerenciamento da Água de 1955, que fixa princípios jurídicos para o gerenciamento de todos os recursos hídricos

Durante quinze anos este Plano vigorou como suporte para planejamentos a longo prazo, buscando resolver problemas à nível de bacias hidrográficas e não das divisões administrativas do país. Além do Plano de Estado, que estabelece regras e princípios para todo o território nacional, foram preparados trinta e cinco planos parciais para o mesmo número de bacias hidrográficas

Em 1968 um segundo Plano de Estado da Gestão das Águas começa a ser elaborado, estabelecendo as principais medidas para o desenvolvimento dos setores econômicos que lidam com recursos hídricos. Este trabalho levou em conta a evolução técnica e científica e também demandas sociais gerais. Também foi feito um prognóstico sistemático relativo ao uso dos recursos hídricos até o ano 2 000, e para água potável, até o ano 2 015. A



razão para planejar-se a longo prazo é que há limitação de recursos hídricos, as barragens têm longa vida e há poucos locais favoráveis à construção de barragens, portanto exigindo para estas obras planejamento rigoroso

Em 1975 o Segundo Plano de Estado foi aprovado pelo Governo Federal e seu nome foi trocado para Plano Geral de Gestão da Água. Pode-se considerar três estágios na estrutura institucional do gerenciamento das águas, na Checoslováquia

- 1) o primeiro estágio ficou marcado pela criação, em 1954, da Autoridade Central de Gestão das Águas. Essa autoridade controlava, por um lado, dezenove regionais de abastecimento de água e esgoto e, por outro lado, dezenove regionais responsáveis por melhoramentos das terras e rios que lidam com o gerenciamento e desenvolvimento de cursos d'água,
- 2) o segundo estágio, responsabilizou-se por uma extensa descentralização. A Autoridade Central de Gestão da Água foi abolida e cerca de cem agências distritais para trabalhos com a água foram criadas para lidar com todos os problemas da água. Esta estrutura funcionou bem quanto ao abastecimento d'água, mas falhou no que diz respeito às demandas gerais das bacias hidrográficas, como o controle de enchentes, a regularização de rios e a conservação da qualidade dos recursos hídricos,
- 3) o terceiro estágio começou em 1965 e consistiu de uma reorganização mais profunda do gerenciamento da água, buscando uma reconciliação entre os métodos de gerenciamento centralizados com a descentralização de algumas funções e atividades.

Esta reorganização levou à criação dos seguintes departamentos de gestão das águas,

- a) Ministério de Florestamento e Gerenciamento da Água, responsável pelo nível mais alto de gerenciamento dos recursos hídricos, controla a Inspeção Estadual de Gerenciamento da Água que implementa os regulamentos e as medidas do controle da poluição da água
- b) 2 (Dois) corpos diretores de recursos hídricos correspondendo ao território Checo e ao território Eslovaco, responsáveis pela garantia da conservação dos rios e pelo controle de 10 (dez) comissões de assuntos fluviais, por sua vez responsáveis pelos recursos

hídricos superficiais nas áreas das bacias hidrográficas em que o país é dividido

- c) Agências regionais de trabalhos relativos à água, responsáveis pelo abastecimento público e tratamento e drenagem de águas residuais locais

A estrutura administrativa da legislação das águas na Checoslováquia segue um modelo de gerenciamento abrangente dos recursos hídricos

A política de gerenciamento é definida através dos planos gerais de gestão das águas, válidos por quinze anos, mas com prognósticos para períodos muito mais longos

A preparação desses planos, assim como a da estrutura de gerenciamento dos recursos hídricos é baseada na divisão do país em nove grandes bacias hidrográficas

2.13 Hungria

Na Hungria o regime de precipitações é muito irregular, tanto no espaço quanto no tempo

A rede hidrográfica, utilizada para navegação, é constituída por um sistema de rios e de canais artificiais que se desenvolvem, na sua grande maioria, em zonas de planície. Portanto um dos principais problemas da água na Hungria é o da defesa contra inundações, o que justifica a existência de uma grande extensão de diques. Outro aspecto condicionante dos problemas de recursos hídricos na Hungria é o fato de 96% das suas águas superficiais terem origem nos países vizinhos, implicando em que os principais projetos de aproveitamento e domínio das águas tenham de ser elaborados com a colaboração desses países. Depois da Segunda Grande Guerra, em consequência da importância que a água assume no desenvolvimento econômico e social e das estreitas relações entre os aspectos quantitativos e qualitativos dos problemas da água, foi criada uma estrutura estatal integrada, destinada a promover a gestão dos recursos hídricos, designada Autoridade Nacional da Água, que tem "status" de um Ministério

A atual legislação húngara no domínio dos recursos hídricos é basicamente constituída pela Lei de 1964 relativa à gestão das águas. O objetivo da Lei de 1964 é regular as questões fundamentais da gestão da água e definir os direitos e deveres dos órgãos do Estado, das organizações sociais, das sociedades cooperativas, de outras entidades com personalidade jurídica e dos cidadãos em geral

Esta Lei estabelece como ações de gestão das águas os seguintes aspectos

- 1) a prospecção, a exploração, a drenagem e a distribuição das águas,

- 2) a manutenção do equilíbrio do balanço de recursos e de necessidades de águas,
- 3) o desenvolvimento planejado dos recursos hídricos,
- 4) a adução das águas para os locais de utilização e a remoção das correspondentes águas residuais,
- 5) a proteção das águas, nos seus aspectos de quantidade e qualidade,
- 6) o controle dos níveis das águas,
- 7) a manutenção das vias navegáveis,
- 8) a prevenção dos danos causados pelas águas,
- 9) o projeto, a realização, a exploração e a manutenção das obras e equipamentos necessários às funções de gestão,
- 10) todas as atividades técnico-científicas e administrativas, que, de um modo geral, estejam relacionadas com a gestão das águas

Todos os recursos hídricos são do domínio público e são administrados pelo Estado. A lei estabelece as bases financeiras a que devem obedecer as atividades. Quanto ao consumo de água, aplicam-se tarifas progressivas ou regressivas conforme o consumo seja superior ou inferior aos valores considerados justificáveis para as diversas utilizações da água. Exige-se uma licença, que é dada pelas autoridades encarregadas da administração das águas, para a efetivação de quaisquer obras, trabalhos ou atividades que possam afetar a quantidade ou qualidade das águas disponíveis. A Lei de 1964 estabelece que é proibido contaminar ou poluir os recursos hídricos. Para que este objetivo seja atingido, a licença necessária para qualquer rejeição de efluentes específica, para cada caso e de acordo com as condições do meio receptor, a eficácia e o tipo de tratamento que deve ocorrer para águas residuais, assim como os limites admissíveis das cargas poluentes emitidas. Além disso, a lei prevê a regulamentação genérica de determinados parâmetros de qualidade a se respeitar em todas as águas residuais. A não observância dos parâmetros fixados resulta em multa, que é proporcional à diferença entre os teores do material poluente dos efluentes e os correspondentes limites admissíveis fixados. Estes limites levam em consideração a capacidade autodepuradora dos meios receptores.

A legislação em vigor prevê ainda a possibilidade de ajuste constante destes limites, de forma a promover a melhor gestão dos recursos hídricos.

As multas cobradas são destinadas ao chamado Fundo de Administração da Água, que é gerido pela Autoridade Nacional da Água e cobre os

custos das atividades de controle da poluição e os investimentos com determinadas obras ou equipamentos destinados à depuração de águas residuais e a drenagem.

A lei também define a estrutura administrativa encarregada da gestão das águas e respectivas atribuições. A responsabilidade da gestão dos recursos hídricos compete à Autoridade Nacional da Água, sob a direta supervisão do Conselho de Ministros. A dita autoridade desempenha suas atribuições através de agências regionais de administração da água, cujas áreas de influência foram determinadas com base nas bacias hidrográficas. A nível local, as ações que são atribuídas à estrutura administrativa são asseguradas por serviços especializados, dependentes da Autoridade Nacional da Água, e as de competência do setor privado são executadas pelas associações de gestão da água, que são constituídas pelas entidades locais interessadas na gestão das águas e fiscalizadas pelos serviços da Autoridade Nacional da Água.

A lei determina as seguintes atribuições da estrutura administrativa encarregada da gestão das águas:

- 1) prospecção, exploração e inventário dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos do país,
- 2) repartição planejada e econômica dos recursos hídricos pelos vários ramos da economia nacional,
- 3) formulação, desenvolvimento e controle da aplicação dos princípios e regras de gestão das águas,
- 4) regulamentação e desenvolvimento das disposições da lei relativas à preservação e controle da qualidade das águas em todos os ramos da economia nacional,
- 5) definição dos princípios relacionados com o desenvolvimento e modernização da gestão das águas, e elaboração e coordenação dos planos de gestão a curto e longo prazo,
- 6) definição, desenvolvimento e controle da aplicação, em coordenação com o Ministério das Obras Públicas e do Desenvolvimento Urbano e outros Ministérios interessados, das regras de projeto e de execução de obras relacionadas com a utilização e o domínio das águas,
- 7) definição dos requisitos profissionais relativos à conveniente e segura utilização, manutenção e operação das instalações e equipamentos destinados à utilização e domínio das águas,



- 8) projeto, execução, manutenção e exploração das instalações e equipamentos destinados à utilização e domínio das águas,
 - 9) definição e manutenção das vias navegáveis,
 - 10) drenagem e defesa contra inundações,
 - 11) promoção da formação e da investigação científica no domínio da gestão das águas,
 - 12) exercício da autoridade administrativa no domínio das águas,
 - 13) intervenção nos problemas das águas internacionais
- 3) as valas e correntes de água não navegáveis nem fluviáveis, bem como os respectivos leitos que atravessarem terrenos públicos,
 - 4) os lagos, lagoas e pântanos formados pela natureza nesses terrenos e os circundados por diferentes recintos particulares,
 - 5) as águas nativas que brotarem em terrenos públicos, as águas pluviais que neles caírem, as que por eles correrem abandonadas e as águas subterrâneas que nos mesmos terrenos existam,
 - 6) as águas das fontes públicas e as dos poços e reservatórios construídos à custa de conselhos públicos ou do público em geral,

Relativamente à cooperação internacional, tem sido desenvolvida grande atividade, quer através de convenções bilaterais, quer através de comissões como a do Danúbio, que tem por objetivo conciliar os interesses das populações que vivem na bacia hidrográfica daquele rio

Esta cooperação tem sido ampliada, abrangendo os problemas da repartição internacional dos recursos hídricos, o estudo e investigação dos problemas gerais dos mesmos recursos, assim como a especialização na produção e normalização de instrumentos e equipamentos utilizados na gestão das águas

2.14 Portugal

A legislação portuguesa referente aos recursos hídricos data de 1892. Obviamente modificações foram feitas ao longo dos anos, e devido a fatores históricos, económicos, sociais e políticos.

Não cabe aqui detalhar esta legislação ao longo do tempo e, embora interessante, não se pode aprofundar os fatos que levaram às modificações desta legislação. Procurar-se-á analisar a situação portuguesa atual referente a política de gerenciamento de seus recursos hídricos.

A propriedade das águas está fundamentalmente legislada na Lei da Água de 1919. Segundo esta lei, as águas públicas estão definidas como sendo:

- 1) as águas salgadas das encostas, até onde alcançar a costa da máxima praia-mar de águas vivas,
- 2) os lagos, lagoas, canais, valas e correntes de água navegáveis ou fluviáveis, com seus respectivos leitos e margens,

- 7) as águas que nascerem em algum recinto particular, do estado ou dos corpos administrativos, e as pluviais que nele caírem, logo que umas e outras transponham, abandonadas, os limites dos respectivos recintos, se forem lançar-se no mar ou em outras águas do domínio público

As águas públicas estão sob administração do Estado, com exceção de alguns casos restritos que estão sob administração local.

Quanto à utilização das águas, a legislação indica como princípio geral que o dono de recintos particulares, onde haja fontes ou nascentes de água, pode servir-se dela e dispor de seu uso livremente, salvo as restrições previstas na própria lei e os direitos de terceiros adquiridos por justo título.

Até hoje, não foi publicada, em Portugal, uma lei básica sobre a utilização em geral de águas marítimas territoriais, existindo, contudo, diversos dispositivos legais que abordam aspectos particulares dessa utilização. Das outras águas públicas, de acordo com a Lei de Águas, é permitido usar, para fins a que por sua natureza são destinadas e com as restrições impostas nas leis e regulamentos administrativos.

A legislação relativa ao controle de poluição das águas interiores ou marítimas limita-se a estabelecer o princípio geral do que é proibido. São raros os casos em que a legislação prevê a possibilidade de serem lançados efluentes nocivos nas águas interiores. Ainda de acordo com a legislação em vigor, as infrações a estas disposições são punidas com aplicação de multas com a suspensão ou encerramento das instalações responsáveis pela poluição ou ainda a prisão do infrator.

São muito numerosas em Portugal as entidades que de uma forma ou de outra intervêm nos problemas dos recursos hídricos. Desta forma, de acordo com a Constituição Política da República Portuguesa, a Assembleia da República intervém nos

ANO	Dados Censitários		PROJEÇÕES														
	Paraná		LOGÍSTICA		GEOMÉTRICA		POLINOMIAL		TAXA DECRESCENTE	INCREM DECRESCENTES		LINFAR		EXPONENCIAL		LOGARITÍMICA	
	População	Taxa Veg	População	Taxa Veg	População	Taxa Veg	População	Taxa Veg	Taxa estimada	População	Taxa Veg	População	Taxa Veg	População	Taxa Veg	População	Taxa Veg
1940																	
1950																	
1960																	
1970	137		#NÚM!	#NÚM!	203		143		10,11%	135		154		153		164	
1971			#NÚM!	#NÚM!	212	4,20%	164	14,52%	8,87%	145	10,31%	171	10,83%	170	11,32%	170	10,82%
1972			#NÚM!	#NÚM!	221	4,20%	186	12,50%	9,22%	163	9,80%	187	9,77%	187	9,91%	187	9,85%
1973			#NÚM!	#NÚM!	230	4,20%	205	10,53%	8,86%	178	9,32%	204	8,90%	204	9,01%	204	9,86%
1974			#NÚM!	#NÚM!	240	4,20%	225	9,68%	8,42%	194	8,89%	221	8,18%	221	8,22%	221	8,22%
1975			#NÚM!	#NÚM!	250	4,20%	244	8,68%	8,00%	211	8,42%	237	7,86%	236	7,62%	237	7,59%
1976			#NÚM!	#NÚM!	260	4,20%	263	7,99%	7,61%	227	8,00%	254	7,03%	254	7,07%	254	7,05%
1977			#NÚM!	#NÚM!	271	4,20%	282	7,15%	7,23%	245	7,64%	271	6,57%	271	6,60%	271	6,58%
1978			#NÚM!	#NÚM!	282	4,20%	301	6,56%	6,88%	263	7,23%	287	6,16%	288	6,18%	286	6,17%
1979			#NÚM!	#NÚM!	294	4,20%	319	6,04%	6,54%	281	6,88%	304	5,80%	305	5,82%	304	5,81%
1980	355	9,99%	#NÚM!	#NÚM!	307	4,20%	337	5,59%	6,22%	299	6,54%	321	5,49%	321	5,49%	321	5,49%
1981			#NÚM!	#NÚM!	320	4,20%	354	5,20%	5,91%	317	6,22%	337	5,20%	338	5,20%	338	5,20%
1982			#NÚM!	#NÚM!	333	4,20%	371	4,85%	5,62%	336	5,91%	354	4,94%	355	4,94%	354	4,94%
1983			#NÚM!	#NÚM!	347	4,20%	388	4,53%	5,34%	355	5,62%	371	4,71%	372	4,70%	371	4,71%
1984			#NÚM!	#NÚM!	361	4,20%	405	4,25%	5,08%	374	5,34%	387	4,50%	388	4,49%	388	4,49%
1985			#NÚM!	#NÚM!	377	4,20%	421	4,00%	4,83%	393	5,08%	404	4,30%	405	4,29%	404	4,30%
1986			#NÚM!	#NÚM!	392	4,20%	436	3,76%	4,59%	412	4,83%	421	4,13%	421	4,11%	421	4,12%
1987			#NÚM!	#NÚM!	409	4,20%	452	3,55%	4,38%	431	4,59%	437	3,96%	438	3,94%	438	3,95%
1988			#NÚM!	#NÚM!	426	4,20%	467	3,35%	4,15%	450	4,36%	454	3,81%	455	3,79%	454	3,80%
1989			#NÚM!	#NÚM!	444	4,20%	482	3,17%	3,94%	468	4,15%	471	3,67%	471	3,65%	471	3,66%
1990			#NÚM!	#NÚM!	463	4,20%	496	3,01%	3,75%	487	3,94%	487	3,54%	488	3,52%	488	3,53%
1991	482	2,82%	#NÚM!	#NÚM!	482	4,20%	511	2,85%	3,56%	505	3,75%	504	3,42%	504	3,39%	504	3,41%
1992			#NÚM!	#NÚM!	502	4,20%	524	2,71%	3,39%	523	3,56%	521	3,31%	521	3,29%	521	3,29%
1993			#NÚM!	#NÚM!	523	4,20%	538	2,57%	3,22%	541	3,39%	537	3,20%	537	3,17%	537	3,19%
1994			#NÚM!	#NÚM!	545	4,20%	551	2,45%	3,08%	558	3,22%	554	3,10%	554	3,07%	554	3,08%
1995			#NÚM!	#NÚM!	568	4,20%	564	2,33%	2,91%	575	3,08%	571	3,01%	570	2,88%	571	2,99%
1996	592	4,20%	#NÚM!	#NÚM!	592	4,20%	576	2,21%	2,77%	592	2,91%	587	2,92%	587	2,89%	587	2,90%
1997			#NÚM!	#NÚM!	617	4,20%	589	2,11%	2,63%	608	2,63%	604	2,64%	603	2,60%	604	2,82%
1998			#NÚM!	#NÚM!	643	4,20%	600	2,01%	2,50%	623	2,50%	621	2,76%	620	2,72%	620	2,74%
1999			#NÚM!	#NÚM!	670	4,20%	612	1,91%	2,38%	638	2,38%	637	2,69%	636	2,67%	637	2,67%
2000			#NÚM!	#NÚM!	698	4,20%	623	1,82%	2,26%	652	2,26%	654	2,62%	653	2,58%	653	2,60%
2001			#NÚM!	#NÚM!	727	4,20%	634	1,74%	2,15%	666	2,15%	671	2,55%	669	2,51%	670	2,53%
2002			#NÚM!	#NÚM!	758	4,20%	644	1,65%	2,04%	680	2,04%	687	2,49%	685	2,45%	686	2,47%
2003			#NÚM!	#NÚM!	789	4,20%	654	1,58%	1,94%	693	1,94%	704	2,43%	702	2,39%	703	2,41%
2004			#NÚM!	#NÚM!	823	4,20%	664	1,50%	1,84%	705	1,84%	721	2,37%	718	2,33%	719	2,35%
2005			#NÚM!	#NÚM!	857	4,20%	674	1,43%	1,75%	718	1,75%	737	2,31%	734	2,27%	736	2,29%
2006			#NÚM!	#NÚM!	893	4,20%	683	1,36%	1,67%	730	1,67%	754	2,26%	751	2,22%	752	2,24%
2007			#NÚM!	#NÚM!	931	4,20%	692	1,29%	1,58%	741	1,58%	771	2,21%	767	2,17%	769	2,19%
2008			#NÚM!	#NÚM!	970	4,20%	700	1,23%	1,51%	753	1,51%	787	2,16%	783	2,12%	785	2,14%
2009			#NÚM!	#NÚM!	1.010	4,20%	708	1,16%	1,43%	763	1,43%	804	2,12%	799	2,08%	802	2,10%
2010			#NÚM!	#NÚM!	1.053	4,20%	716	1,10%	1,36%	774	1,36%	821	2,07%	816	2,03%	818	2,05%
2011			#NÚM!	#NÚM!	1.097	4,20%	724	1,04%	1,29%	784	1,29%	838	2,03%	832	1,99%	835	2,01%
2012			#NÚM!	#NÚM!	1.143	4,20%	731	0,99%	1,23%	793	1,23%	854	1,99%	848	1,95%	851	1,97%
2013			#NÚM!	#NÚM!	1.191	4,20%	738	0,93%	1,17%	803	1,17%	871	1,95%	864	1,91%	868	1,93%
2014			#NÚM!	#NÚM!	1.241	4,20%	744	0,88%	1,11%	812	1,11%	888	1,91%	881	1,87%	884	1,89%
2015			#NÚM!	#NÚM!	1.293	4,20%	750	0,83%	1,06%	820	1,06%	904	1,88%	897	1,84%	900	1,86%
2016			#NÚM!	#NÚM!	1.347	4,20%	756	0,77%	1,00%	828	1,00%	921	1,84%	913	1,80%	917	1,82%
2017			#NÚM!	#NÚM!	1.404	4,20%	762	0,72%	0,96%	836	0,96%	938	1,81%	929	1,77%	933	1,79%
2018			#NÚM!	#NÚM!	1.463	4,20%	767	0,68%	0,91%	844	0,91%	954	1,78%	945	1,73%	950	1,76%
2019			#NÚM!	#NÚM!	1.524	4,20%	771	0,63%	0,86%	851	0,86%	971	1,75%	961	1,70%	966	1,73%
2020			#NÚM!	#NÚM!	1.588	4,20%	776	0,58%	0,82%	858	0,82%	988	1,72%	977	1,67%	982	1,69%
2021			#NÚM!	#NÚM!	1.655	4,20%	780	0,53%	0,78%	865	0,78%	1.004	1,69%	993	1,64%	999	1,67%
2022			#NÚM!	#NÚM!	1.724	4,20%	784	0,49%	0,74%	871	0,74%	1.021	1,66%	1.009	1,62%	1.015	1,64%
2023			#NÚM!	#NÚM!	1.796	4,20%	787	0,44%	0,71%	877	0,71%	1.038	1,63%	1.025	1,59%	1.031	1,61%
2024			#NÚM!	#NÚM!	1.872	4,20%	790	0,40%	0,67%	883	0,67%	1.054	1,61%	1.041	1,56%	1.048	1,58%
2025			#NÚM!	#NÚM!	1.950	4,20%	793	0,35%	0,64%	889	0,64%	1.071	1,58%	1.057	1,54%	1.064	1,56%
2026			#NÚM!	#NÚM!	2.032	4,20%	796	0,31%	0,61%	894	0,61%	1.088	1,56%	1.073	1,51%	1.080	1,53%
2027			#NÚM!	#NÚM!	2.118	4,20%	798	0,27%	0,58%	899	0,58%	1.104	1,53%	1.089	1,48%	1.097	1,51%
2028			#NÚM!	#NÚM!	2.206	4,20%	800	0,23%	0,55%	904	0,55%	1.121	1,51%	1.105	1,46%	1.113	1,49%
2029			#NÚM!	#NÚM!	2.299	4,20%	801	0,18%	0,52%	909	0,52%	1.138	1,49%	1.121	1,44%	1.129	1,46%
2030			#NÚM!	#NÚM!	2.395	4,20%	802	0,14%	0,49%	914	0,49%	1.154	1,47%	1.137	1,42%	1.146	1,44%
2031			#NÚM!	#NÚM!	2.496	4,20%	803	0,10%	0,47%	918	0,47%	1.171	1,44%	1.153	1,40%	1.162	1,42%
2032			#NÚM!	#NÚM!	2.601	4,20%	804	0,06%	0,45%	922	0,45%	1.188	1,42%	1.169	1,38%	1.178	1,40%
2033			#NÚM!	#NÚM!	2.710	4,20%	804	0,02%	0,43%	926	0,43%	1.204	1,40%	1.185	1,36%	1.194	1,38%
2034			#NÚM!	#NÚM!	2.824	4,20%	804	-0,02%	0,40%	930	0,40%	1.221	1,38%	1.201	1,34%	1.211	1,36%
2035			#NÚM!	#NÚM!	2.942	4,20%	803	-0,07%	0,38%	933	0,38%	1.238	1,37%	1.217	1,32%	1.227	1,34%
2036			#NÚM!	#NÚM!	3.066	4,20%	802	-0,11%	0,37%	937	0,37%	1.254	1,35%	1.232	1,30%	1.243	1,32%
2037			#NÚM!	#NÚM!	3.194	4,20%	801	-0,15%	0,35%	940	0,35%	1.271	1,33%	1.248	1,28%	1.259	1,31%
2038			#NÚM!	#NÚM!	3.328	4,20%	799	-0,19%	0,33%	943	0,33%	1.288	1,31%	1.264	1,27%	1.276	1,29%

Observação: A área sombreada corresponde ao período considerado para o ajuste de cada projeção

000054

anexo V.A - Estudo de demandas

- dados censitários da pop. (Henrique)
- humana e animal
- dados estatísticos das indústrias
- gráficos comparativos entre PLIRHINE e dados censitários
- projeções de pop. humana e animal
- proj. das demandas
- relação dos projetos de irrigação



problemas da água através de funções legislativas e fiscalizadoras dos atos do Governo e Administração, o Governo intervém através de funções legislativas e executivas, os tribunais através de função judicial e as autarquias intervêm ao nível da divisão territorial sob sua jurisdição. Além das entidades citadas existe uma lista extensa de outras entidades públicas e privadas cuja atividade está relacionada com os problemas da água tais como Marinha, Ministério das Finanças e do Planeamento, Ministério da Agricultura e Pesca, Ministério da Indústria e Tecnologia, Ministério dos Assuntos Sociais, Ministério dos Transportes e Comunicações e Ministério da Habitação e Obras Públicas

Embora estes órgãos limitarem-se a dar pareceres sobre assuntos da competência dos organismos a que pertencem, são as únicas vias existentes, ao nível da estrutura administrativa, que permitem estabelecer alguma coordenação das diversas entidades com maior ou menor intervenção nos problemas dos recursos hídricos

À Direção Geral dos Recursos e Aproveitamentos Hidráulicos, vinculada ao Ministério da Habitação e das Obras Públicas, cabe funções amplas e de maior responsabilidade, no sentido de estimular a superação das deficiências institucionais verificadas em Portugal

Dentro de cada Ministério, os organismos em geral tem uma estrutura muito centralizada sendo limitada a autonomia das delegações regionais, quando existem

3 CONCLUSÕES

Quando analisados os diversos aspectos de legislações estrangeiras relativas a recursos hídricos, nota-se uma tendência geral no sentido de crescente intervenção do Estado nos problemas da água, através do aumento cada vez maior do domínio público das águas e redução dos direitos privados sobre as mesmas e, ainda, da imposição de uma disciplina na utilização e na distribuição da água. A intervenção que os diferentes países vêm promovendo nos problemas de recursos hídricos tem a tendência de centralizar o planeamento, a coordenação e o controle do gerenciamento das águas e de descentralizar aspectos como a definição de necessidades e execução das ações de gestão. Desta forma, em algumas das legislações analisadas, nota-se a instituição de órgãos regionais de gestão com ampla capacidade de decisão e autonomia financeira, embora estejam sob a mira da estrutura nacional no que se refere à coordenação e planeamento

Uma outra tendência, quase que geral, é que nos órgãos de gestão das águas, participam os respectivos utilizadores, quer a título individual ou coletivo

Na maioria dos países analisados, nota-se, também, a inclinação em promover a interiorização de custo do controle e aproveitamento da água, para as

entidades ou atividades que diretamente se beneficiam deste controle e aproveitamento. Este fato se deve à progressiva carência de recursos hídricos, tanto em termos de quantidade quanto de qualidade, e aos elevados custos associados à gestão da água

Verifica-se, também, uma grande diversidade na forma como são tratados os problemas da água. Esta diversidade resulta de diferentes condições históricas, políticas, econômicas, sociais, administrativas, ecológicas, geográficas, fisiográficas, climáticas, entre outras, o que não impede, porém, que se observe uma convergência no sentido de o regime jurídico considerar a interligação que existe entre todos os problemas da água, devido à unidade territorial de gerenciamento do recurso hídrico ser, na maioria das vezes, a bacia hidrográfica, a região hidrográfica de grupos de bacias hidrográficas

Há unanimidade sobre o princípio de que o sistema de gerenciamento deve ter os limites de sua atuação estabelecidos por critérios de natureza física, que independam dos limites político-administrativos, os quais são frequentemente estabelecidos de maneira artificial

Observa-se elevado envolvimento comunitário nos sistemas de gerenciamento da maioria dos países pesquisados. Os esforços governamentais vieram, não raramente, consolidar anos e mesmo séculos de atuação espontânea das comunidades envolvidas com os cursos d'água

000056

B MODELO INSTITUCIONAL FEDERAL

1 INTRODUÇÃO

O início do aproveitamento do potencial hidráulico no Brasil deu-se em 1889 quando foi construída a primeira usina hidrelétrica, a qual tinha como objetivo a geração de eletricidade para uma indústria têxtil a iluminação pública da cidade de Juiz de Fora. Posteriormente, com o processo de industrialização do país, foram construídos, através da empresa canadense LIGHT, os primeiros grandes aproveitamentos hidrelétricos, como a Usina de Parnaíba, posteriormente denominada Edgar de Sousa, no rio Tietê, próxima a São Paulo, e a Usina de Fontes, no reservatório de Lajes, próxima ao Rio de Janeiro.

Com o incremento do uso de águas, principalmente para fins de geração hidrelétrica, o Governo Federal sentiu a necessidade de uma melhor organização, jurídica e institucional, e promulgou, através do Decreto nº 24 643 de 10 de julho de 1934, o Código de Águas. Ao Ministério da Agricultura, através do Serviço de Águas, coube a tarefa de assegurar a execução do Código. Pode-se dizer que a partir dessa data teve início o processo de gestão, nos sentidos jurídico e institucional, dos recursos hídricos do Brasil. Devido à conjuntura da época, predominância do uso de águas para fins de geração hidrelétrica, a base jurídica do modelo de gestão era orientada para o setor elétrico.

Em 1939, foi criado o Conselho Nacional de Águas e Energia Elétrica, CNAEE, a quem foi transferida a incumbência de fazer cumprir o Código de Águas. Com a extinção do CNAEE e a organização do Ministério de Minas e Energia, o trabalho de assegurar a execução do Código passou, e ainda permanece, para o Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica (DNAEE), órgão central de Direção Superior daquela Pasta. Lei nº 4904/65. Tinha-se, então, nos campos jurídico e institucional, o setor elétrico comandando o processo de gestão dos recursos hídricos no Brasil.

Com o correr dos tempos, os outros usuários de água passaram a ter uma importância maior como consumidor, como, por exemplo, a irrigação, a navegação, o abastecimento de água das grandes metrópoles, etc. Os conflitos institucionais começam a aparecer, e, em consequência, foram feitas modificações nos campos institucional e jurídico.

Anteriormente à promulgação da Lei Nacional de Irrigação em 1979, apenas o DNAEE tinha competência de outorgar concessão ou autorização do uso de águas públicas de domínio da União. Após aquela data, o Ministério do Interior passou a ter essa competência, quando a finalidade do uso fosse irrigação ou atividades decorrentes.

Hoje esta competência foi transferida ao PRONI - Ministério da Agricultura.

Na tentativa de minimizar, ou administrar, conflitos, foi instituído, em 1978, o Comitê Especial de Estudos Integrados de Bacias Hidrográficas (CEEIBH), órgão colegiado interministerial, a quem compete, entre diversas outras coisas, as seguintes atividades:

- sem interferir na área de competência de cada um, coordenar a atuação dos órgãos e entidades que se utilizam de recursos hídricos nas referidas bacias hidrográficas,
- conjugar e entrosar os esforços dos órgãos e entidades federais, estaduais, municipais e privadas que exerçam atividades naquelas bacias, tendo em vista a utilização dos recursos hídricos.

Em síntese, este trabalho analisa o modelo atual de gestão e as principais instituições nele envolvidas. São também estudadas as alternativas de gestão propostas pelo DNAEE e, por fim, é apresentado o modelo de gerenciamento dos recursos hídricos para o semi-árido, de autoria do Prof. Vicente de Paulo P. B. Vieira da Universidade Federal do Ceará.

2 MODELO ATUAL DE GESTÃO - PRINCIPAIS INSTITUIÇÕES ENVOLVIDAS

O objetivo deste tópico é apresentar, de forma resumida, as competências principais das instituições envolvidas na gestão de Recursos Hídricos no Brasil. Convém enfatizar que não são apresentadas todas as competências visto que,

- a) estão indicadas, não detalhadamente, no documento citado no item anterior,
- b) o objetivo presente é fornecer elementos que permitam o entendimento das deficiências de gestão diagnosticadas no final desse capítulo.

2.1 Ministério de Minas e Energia

2.1.1 Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica (DNAEE)

Base Legal

- A Lei nº 4904/65 dá ao DNAEE a incumbência de promover e desenvolver a produção de energia elétrica, bem como assegurar a execução do Código de Águas.

Principais objetivos

- i) cumprir e fazer cumprir o Código de Águas e legislação complementar específica, relativa a recursos hídricos, e baixar as normas que forem necessárias para tanto,
- ii) planejar, coordenar e centralizar o sistema de coleta e armazenamento de informações hidrológicas nacionais,



estabelecendo a codificação para as estações hidrométricas do país, além de promover contínuo intercâmbio de dados com entidades, nacionais e internacionais que se dediquem a investigações hidrológicas,

- iii) manter o Registro Nacional de Águas Públicas,
- iv) instruir processos referentes à concessão e autorização para aproveitamento das águas

Comentário

- O DNAEE dispõe, do ponto de vista de gestão de águas, do instrumento legal mais forte "assegurar a execução do Código de Águas"

2.1.2 Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM)

Base Legal

- Criado através do Decreto nº 29.979, de 08 de março de 1934, tem competência para aplicar o Código de Mineração (no qual estão incluídas as águas subterrâneas), assim como o Código de Águas Minerais

Principais Objetivos

- i) Estabelecer normas de fiscalização dos trabalhos de pesquisa e lavras de águas minerais, orientando e supervisionando os Distritos, na execução do Código de Águas Minerais e leis correlativas,
- ii) Examinar em fase final para apreciação e decisão do Senhor Ministério de Minas e Energia, os processos relativos a

a) alvará de pesquisa, concessão da lavra e pedidos de renovação,

- iii) Outros

Comentários

- A participação do DNPM na matriz institucional de gestão está mais ligada ao fato de inclusão das águas subterrâneas como um recurso mineral, entretanto, de acordo com o novo texto constitucional, as águas subterrâneas passaram a ser do domínio dos Estados

2.2 Ministério da Agricultura

2.2.1 Programa Nacional de Irrigação (PRONI)

Base Legal

- Criado através do Decreto nº 92.395 de 12 de fevereiro de 1986, vinculado ao Ministério da Irrigação, estando entre suas

competências as atribuições conferidas ao Ministro do Interior por força da Lei nº 6.662/79, regulamentada pelo Decreto nº 89.496/84

Principais Objetivos

Outorgar as concessões ou autorizações para o uso das águas públicas, superficiais ou subterrâneas, do domínio da União e dos Territórios para a irrigação e atividades decorrentes

Comentários

- O PRONI tem um papel importante na gestão de águas visto que tem competência de outorgar concessões de autorização para um segmento de usuários (irrigação), no caso do Estado do Ceará a irrigação pode ser considerada como maior usuário. No que se refere às águas subterrâneas essas passaram a ser de domínio dos Estados, restando ao PRONI somente as águas subterrâneas dos Territórios

2.2.2 Departamento Nacional de Obras Contra as Secas (DNOCS)

Base Legal

- Criado em 21 de outubro de 1909 através do Decreto 7.619, sob a denominação de IOCS. Em 09 de julho de 1919 recebeu a denominação de IFOCS (Decreto nº 13.687). Em 28 de dezembro de 1945 recebeu a atual denominação de DNOCS através de Decreto da mesma data

Principais Objetivos

- beneficiamento de áreas e obras de proteção contra as secas e inundações,
- irrigação,
- planos de estudos, execução de obras e implantação, exploração e manutenção de projetos (Decreto nº 84.410/80)

Comentários

No Nordeste Semi-Árido, a disponibilidade de recursos hídricos está intrinsecamente associada à existência de reservatórios de águas superficiais. O DNOCS opera a quase totalidade dos açudes do Estado do Ceará, o que o torna uma Instituição de grande importância na gestão dos recursos hídricos da região, isto apesar daquele Departamento não ter competência legal para a outorga de concessões e autorizações para o uso das águas públicas de domínio da União

000058



2 2 3 Instituto Nacional de Meteorologia (INEMET)

Base Legal

- Criado através do Decreto nº 80 831, de 28 de novembro de 1977, tem sua autonomia assegurada pelos Decretos nº 90 864 de 29 de janeiro de 1985 e nº 86 212 de 15 de junho de 1981

Principais Objetivos

- realizar pesquisas, estudos, levantamentos meteorológicos e climatológicos aplicados à agricultura e outras atividades,
- efetuar a previsão do tempo,
- estabelecer, manter e operar a rede meteorológica do país e de telecomunicações meteorológicas nacionais, inclusive aquela integrada à rede internacional

Comentários

A importância do INEMET na gestão dos recursos hídricos está ligada ao fato da coleta de tratamento de informações climatológicas e meteorológicas. Uma base de dados com essas informações se constitui em uma ferramenta indispensável à gestão das águas

2 2 4 Departamento Nacional de Obras e Saneamento (DNOS)

Base Legal

- Criado através do Decreto de 04 de julho de 1940, teve seu regimento interno aprovado pelo Decreto 5 915 da mesma data

Principais Objetivos

executar a política nacional de saneamento ambiental, em áreas urbanas e rurais,

executar, fiscalizar e controlar empreendimentos de saneamento ambiental, irrigação e valorização hidroagrícola

Comentários

Desempenha papel de alguma importância na gestão de águas. No caso de irrigação apresenta duplicidade de função com o DNOCS e CODEVASF

2 3 Ministério do Interior

2 3 1 Secretária Especial do Meio Ambiente (SEMA)

Base Legal

- Criada através do Decreto nº 73030/73, teve algumas atividades acrescentadas através dos Decretos nº 76 389/75, nº 83 540/79, da Lei nº 6 803/80, do Decreto

nº 86 028/81, das Leis nº 6 902/81, nº 6 938/81, e do Decreto nº 87 561/82

Principais Objetivos

- promover a elaboração e o estabelecimento de normas e padrões relativos aos recursos hídricos, que assegurem o bem-estar das populações e o seu desenvolvimento econômico e social,
- propor critérios, normas e padrões, para o território nacional, de preferência em base regional, visando a evitar e a corrigir os efeitos danosos da poluição industrial, levando em conta a capacidade autodepuradora da água,
- enquadrar águas federais na classificação estabelecida, ouvido o DNAEE

Comentários

A SEMA desempenha um papel fundamental na gestão de águas sob o aspecto qualidade

2 3 2 Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE)

Base Legal

- Criada, sob forma de autarquia, através da Lei nº 3 692, de 17 de dezembro de 1959

Principais Objetivos

- Coordenação de planos globais de desenvolvimento da Região Nordeste, incluindo aqueles relacionados a saneamento básico, suprimento de água e irrigação

Comentários

O objetivo bastante amplo, em termos de planejamento, da SUDENE, a torna uma instituição de grande importância na gestão de Recursos Hídricos. É importante salientar que a SUDENE dispõe de uma ampla base de dados hidrológicos da Região Nordeste

2 4 Órgãos Interministeriais

- O Comitê Especial de Estudos Integrados de Bacias Hidrográficas (CEEIBH)

Base Legal

Instituído pela Portaria Interministerial nº 90/78 dos Ministros de Minas e Energia e do Interior

Principais Objetivos

manifestar-se a respeito de planos de aproveitamento global dos recursos hídricos das bacias hidrográficas dos rios federais e de melhoria de suas condições sanitárias,

desenvolver estudos integrados sobre a utilização de recursos hídricos das bacias hidrográficas dos rios federais, tendo em vista o seu aproveitamento múltiplo e a minimização dos efeitos nocivos ao meio ambiente, propor ações imediatas quando ocorrerem situações críticas

duas diferentes instituições a conceder o direito de derivação de água, entretanto, não é razoável que a mesma água de uma mesma bacia tenha duas instituições a outorgá-la a partir de conceitos diferentes

c) A criação do CEEIBH não parece ser suficiente para conciliar esses conflitos que, além de institucionais e jurídicos, atingem o próprio conceito hidrológico

Comentários

O CEEIBH nasceu de uma idéia de resolver conflitos institucionais, principalmente entre o Ministério do Interior e o de Minas e Energia. O CEEIBH não possui força institucional (instituída através de Portaria) e não dispõe de funções programáticas e orçamentárias. Sendo destituído de força, resta-lhe apenas o poder de negociação. No caso do Estado do Ceará, este Conselho é totalmente ausente

2) Superposição da atividade de vários órgãos e entidades federais que atuam em irrigação

É o caso da CODEVASF, DNOS e DNOCS, que detêm a competência de irrigar áreas no Nordeste Semi-Árido

3) Falta do reconhecimento da necessidade de um tratamento mais regionalizado na gestão de águas

A diversidade climatológica e hidrológica entre as regiões Nordeste, Sul e Norte é patente. Leis jurídicas que se aplicam em uma região não são, necessariamente, recomendadas para outra. Nos Estados Unidos, onde existem dois climas distintos (OESTE e LESTE), também existem duas leis distintas, uma apropriada para cada condição

4) Controle dos aspectos qualitativo e quantitativo das águas federais sem o necessário entrosamento

A SEMA tem competência para, ouvindo o DNAEE, classificar as águas de domínio da União. Cada classe de águas destina-se a determinados usos (irrigação, abastecimento humano, etc.), então, a determinação das disponibilidades hídricas para uma dada finalidade está associada aos aspectos qualitativo e quantitativo. A necessidade de entrosamento é imperiosa

5) Mudança constante do Quadro Institucional

Por exemplo, a competência para outorga de águas, para fins de irrigação, transitou por três ministérios nos últimos anos: O Ministério do Interior, o extinto Ministério da Irrigação, e o Ministério da Agricultura, onde permanece. Existe a expectativa de que venha, brevemente, a mudar para outro Ministério. Dificilmente, se conseguirá dissociar a desorganização institucional de gestão de águas da desordem institucional do país

6) Falta da participação dos usuários de água na elaboração de uma política de uso dos recursos hídricos

Parece existir um consenso internacional de que a unidade de gestão de água é a bacia hidrográfica e que os usuários devem participar, dentro de determinados níveis de decisão. Essa prática não é a adotada no Brasil

2.5 Outras Instituições Federais com Participação na Gestão de Águas Públicas

- SUDEPE - medidas de proteção à fauna aquática
- PORTOBRÁS - promove o aproveitamento de vias navegáveis
- ELETROBRAS - deve ser consultada a respeito de qualquer concessão de geração requerida ao DNAEE
- CODEVASF - exerce a função irrigação no Vale do São Francisco e com competência para atuar também na área do DNOCS. Pouca importância no Estado do Ceará

3 DEFICIÊNCIAS NA GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS NO BRASIL

1) Divisão da competência da outorga para derivação de águas públicas federais entre dois ministérios

- a) Esse conflito é agravado pelo fato de os dois dispositivos legais, que tratam da concessão ou autorização para derivação de águas, abordarem a questão de modo diferente. A concertuação do Código de Águas para concessão ou autorização refere-se aos direitos dos concessionários ou permissionários, sem se reportar à garantia da existência de água disponível, o Código é bastante focalizado no uso de águas para geração de energia elétrica. Por sua vez, a Lei Nacional de Irrigação diferencia a Concessão da Autorização, de acordo com a garantia com que a natureza (ou um reservatório) pode prover a água. Então, a mesma palavra, concessão, tem um duplo significado, dependendo de que Instituição a outorgar
- b) Pode-se entender, mais razoavelmente, que duas bacias hidrográficas distintas tenham

4 MODELOS ALTERNATIVOS DE GESTÃO

4.1 Introdução

O estudo de modelos de gestão de águas públicas federais tem por objetivo fornecer elementos ao Planejamento do Modelo Institucional de gestão de águas públicas de domínio do Estado. Essa tarefa faz parte da Etapa de Planejamento do PERH. Entretanto, optou-se por apresentar, neste relatório, algumas proposições de gestão. O aprofundamento da análise dos modelos propostos e as adaptações às condições do Estado do Ceará serão apresentados no relatório de Planejamento.

4.2 Modelos Alternativos

As deficiências na gestão de Recursos Hídricos no Brasil já vêm sendo diagnosticadas há algum tempo. Modelos de gestão de recursos hídricos vêm sendo sugeridos por diversas instituições, por técnicos especializados no assunto ou, ainda, por organismos internacionais que atuam no Brasil. Nessa fase, foi feita uma coleta de alguns modelos propostos, dentre os quais foram selecionados para apresentação nesse relatório, os seguintes:

- Alternativa 1 - DNAEE - incluindo o trabalho "Sistema Integrado de Planejamento e Controle da utilização dos Recursos Hídricos - Alternativas de gestão", apresentado no Seminário Internacional sobre Gestão de Recursos Hídricos - Brasília, 21 a 25 de Março de 1983 p 6 1 - 6 8
- Alternativa 2 - DNAEE - pautada em recomendações sugeridas na Conferência da Água (ONU, 1977)
- Alternativa - DNOCS - apresentada pelo Prof. Vicente de Paulo P.B. Vieira, no artigo "O DNOCS e o Gerenciamento dos Recursos Hídricos do Semi-Árido Nordeste", no IV Simpósio Brasileiro de Hidrologia e Recursos Hídricos, em 1981

4.3 Comentário sobre as Alternativas de Gestão

Alternativa 1 - DNAEE

Esse modelo apresenta como pré-requisitos

- a) o reforço do poder normativo do DNAEE,
- b) a reformulação do CEEIBH,
- c) a definição da bacia hidrográfica como unidade de planejamento. O modelo coloca o DNAEE como órgão central do Sistema e a ele dá a competência para a outorga de concessões e autorizações para aproveitamento das águas federais.

Uma das vantagens do modelo é a unicidade de competência da outorga da água independente do tipo de uso, entretanto, é conveniente salientar que o DNAEE seria ao mesmo tempo um usuário no setor de energia elétrica, e um gestor, o que não parece ser o ideal.

Alternativa 2 - DNAEE

Esse modelo alternativo fundamenta-se em recomendações da Conferência da Água (ONU-1977) como

- a) "Não há uma única maneira de organizar e administrar um programa de desenvolvimento de uma bacia hidrográfica",
- b) "é necessário, em cada caso, adaptar o sistema de gestão à estrutura geral do Estado, às particularidades e às tradições políticas dos países e regiões interessadas",
- c) "a maior parte das vezes, o principal problema é o da coordenação em termos do processo, mais do que o da organização em termos da estrutura".

A gestão seria executada através de órgãos deliberativos e coordenadores (uma Comissão Interministerial de Águas, CEEIBH reformulado e Comitês Executivos), órgãos executivos, com o DNAEE com a função de órgão central de gestão dos recursos hídricos, e órgãos consultivos - Conselho Nacional de Águas.

Como na alternativa 1, essa alternativa tem a desvantagem de concentrar a execução da gestão em forte usuário de águas - O DNAEE.

Alternativa DNOCS

O conceito de gerenciamento nessa alternativa refere-se a) à responsabilidade pela hidrometria do Semi-Árido, b) ao controle técnico dos recursos hídricos, envolvendo todos os usos e a articulação com as instituições congêneres, c) ao desenvolvimento de tecnologia própria para o manejo de águas no Semi-Árido.

O modelo tem como princípio fundamental o argumento de que o gerenciamento de recursos hídricos dentro de uma bacia hidrográfica é tarefa indivisível.

Nessa alternativa, ao DNAEE cabe a definição da Política Nacional de Águas, ao MINTER cabe a definição da Política Nacional de Irrigação, à SUDENE cabe a Política Nacional de Águas, e ao DNOCS cabe o Gerenciamento dos Recursos Hídricos do Semi-Árido.

A concessão de uso e a política tarifária para as águas das bacias hidrográficas do Semi-Árido passa para a SUDENE.



Como vantagem dessa alternativa tem-se a unicidade, por região, de competência na outorga de derivações de águas públicas. A função Gestão de Águas fica subdividida em três subfunções: Definição da Política Nacional, Definições de Política Regional e Gerenciamento.

Convém salientar que com a promulgação da nova Constituição Federal, o quadro de domínio de águas no Estado do Ceará apresenta uma situação particular: as águas públicas armazenadas em açudes construídos pela União são de domínio da União, enquanto que essas águas após liberadas no leito dos rios passam a ser de domínio do Estado. Nessa situação, a União só concederia a outorga de águas retiradas diretamente do açude, e o Estado a concederia quando a água estivesse fluindo ao longo dos rios. Então, o modelo de gerenciamento proposto deve ser adaptado a essa nova realidade.

5 APÊNDICE

5.1 Alternativa 1 de Gestão Proposta pelo DNAEE

1 - OBJETIVOS

Assegurar unidade de direção e comando ao planejamento e controle dos recursos hídricos, permitindo, concomitantemente, maior participação dos usuários no referido processo.

2 - ABRANGÊNCIA

Prevê-se a participação de órgãos e entidades dos diferentes níveis de Governo e de representantes do setor privado.

3 - PRÉ-REQUISITOS

- a) reforço do poder normativo e coordenador do DNAEE, inclusive com a redefinição das competências e atividades de seus Distritos Regionais,
- b) reformulação do CEEIBH, dando-lhe a responsabilidade de integrar os Planos de Uso propostos pelos Comitês de Usuários,
- c) definição da bacia hidrográfica como unidade de planejamento, enfatizando seu disciplinamento físico.

4 - USUÁRIOS

Órgãos ou entidades públicas, ou pessoas jurídicas e físicas do setor privado, cujas ações, no tocante aos recursos hídricos, resultem em custos numa dada bacia hidrográfica.

5 - ESTRUTURA PRINCIPAL ATIVIDADES CENTRAIS

O modelo considera duas atividades centrais, diversas, porém interligadas, relativas à

- a) conciliação de Planos Setoriais de Utilização de Recursos Hídricos, efetuada a partir de propostas dos Comitês de Usuários,
- b) elaboração de Planos Integrados de Utilização dos Recursos Hídricos.

ÓRGÃOS PRINCIPAIS E SUA NATUREZA

Para cumprir os objetivos e as atividades previstas são concebidos os seguintes tipos de órgãos:

- I - Executivos, encarregados do suporte técnico dos Planos Setoriais e Integrados ou de sua aprovação em diferentes instâncias.

Seriam executivos

os Órgãos Regionais do Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica (DNAEE),

o DNAEE, órgão central do sistema,

o Ministro de Minas e Energia,

o Presidente da República.

- II - Intervenientes, com responsabilidade setorial na gestão dos recursos hídricos. Seus interesses são incluídos no Plano por intermédio das entidades coordenadoras.

Seriam intervenientes

em nível federal: Secretaria de Planejamento da Presidência da República (SEPLAN), Ministério do Interior (MINTER), Ministério dos Transportes (MT), Ministério da Agricultura (MA), Ministério da Marinha (MM) e outros,

em nível estadual: Secretarias de Estado (inclusive entidades vinculadas), com competência para a administração de recursos hídricos na bacia,

em nível regional: Associações de Saneamento Ambiental, onde houver.

- III - Coordenadores, para possibilitar a conciliação de interesses entre órgãos e entidades intervenientes e entre estes e os



órgãos executivos opinariam eles sobre complementações e alterações dos planos

Seriam coordenadores

em nível federal o Comitê Especial de Estudos Integrados de Bacias Hidrográficas (CEEIBH) que, reformulado, deliberaria sobre proposições técnicas, e o Conselho Nacional de Águas, que coordenaria a política do uso da água entre os Ministérios,

a nível regional o Comitê de Usuários da Bacia Hidrográfica, com a função de adequar os Planos Setoriais Integrados de utilização de água na Bacia às diretrizes de proteção ambiental, do que resultaria a proposição de Plano Integrado

IV-Consultivos

Em nível federal o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) e o Conselho Nacional de Águas (que seria criado)

6 - CONCILIAÇÃO DE PLANOS SETORIAIS

- a) A entidade central para a conciliação dos interesses setoriais seria o Comitê de Usuários da Bacia Hidrográfica,
- b) O Comitê compor-se-ia de pessoas jurídicas públicas e privadas, devidamente caracterizadas como usuários, assegurando-se sempre a representatividade dos interessados na bacia e mecanismos de discussão e recursos, no caso em que se tornasse numericamente inviável tal representatividade,
- c) O produto da atuação do Comitê seria a proposta de um Plano de Utilização da Água na bacia, o qual compatibilizaria os interesses de seus membros

7 - ELABORAÇÃO DO PLANO INTEGRADO

O Plano Integrado adotaria, como unidade de planejamento, a bacia hidrográfica, e, como base, a proposta do Plano de Utilização da Água apresentada pelo Comitê de Usuários

Para viabilizar a elaboração e subsequente aprovação e controle desse Plano, prevê-se o estabelecimento de funções diferenciadas para os órgãos e entidades envolvidas no processo

8 - COMITÊ DE USUÁRIOS DA BACIA HIDROGRÁFICA

Funcionamento do Comitê de Usuários da Bacia Hidrográfica

Conforme prevê o artigo 201 do Código de Águas, a fim de prover a exercício, conservação e defesa de seus direitos, podem reunir-se em consórcio todos os que têm interesse comum na derivação e uso da água

Princípio latente na legislação e prática brasileiras, a participação do usuário em órgãos colegiados, amplos ou restritos, é tradição em vários países europeus e nos Estados Unidos. Dificuldades naturais decorrentes do pouco hábito associativo e operacional talvez tenham contribuído para que não houvesse a regulamentação desses mecanismos de participação, apesar de sua inquestionável utilidade no processo de formulação de políticas, e planos e na execução e controle de medidas relativas aos recursos hídricos

O planejamento participativo regionalizado constitui orientação fundamental para criar doutrinas e valores, para suporte da administração racional dos recursos hídricos, e para permitir a coordenação das ações dos agentes públicos e privados no ordenamento do espaço geoeconômico delimitado pelas bacias hidrográficas

Embora voluntária, a participação dos usuários precisa obedecer a determinados requisitos de representatividade, sem os quais o processo torna-se viciado. Nesse sentido, prevê-se que o Comitê de Usuários incluiria representantes dos Poderes Executivo e Legislativo dos Municípios, das cooperativas porventura usuárias de água para irrigação, dos órgãos e entidades estaduais, e de empresas

Seria de competência do Comitê de Usuários a elaboração de

- a) proposta de Planos Integrados para o uso da água, devidamente compatibilizados com as necessidades da bacia hidrográfica,
- b) plano de contribuição financeira dos usuários,
- c) plano de aplicação dos recursos financeiros

9 - ASSOCIAÇÃO DE SANEAMENTO AMBIENTAL

Caberia a esta associação do Plano Integrado de utilização dos recursos hídricos, manifestar-se sobre a sua adequação às condições ambientais desejadas para a bacia hidrográfica

10 - DEPARTAMENTO NACIONAL DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA - DNAEE

Seria de competência do DNAEE, como órgão central do planejamento e controle dos recursos hídricos



- a) aplicação do Código de Águas e da legislação complementar referente aos recursos hídricos,
- b) planejamento, coordenação e desenvolvimento de estudos hidrológicos,
- c) planejamento e coordenação do sistema de coleta e armazenamento de informações hidrológicas nacionais,
- d) participação no controle de qualidade das águas federais,
- e) outorga de concessões e autorizações para aproveitamento das águas federais,
- f) elaboração do diagnóstico de bacias hidrográficas para a utilização integrada dos seus recursos hídricos,
- g) aprovação, submetendo à homologação do CEEIBH, dos Planos Integrados de aproveitamento de águas em bacias hidrográficas federais elaborados pelos comitês de Usuários,
- h) proposição de diretrizes para o estabelecimento da política nacional de recursos hídricos,
- i) manifestação sobre quaisquer alterações das normas federais sobre recursos hídricos,
- j) supervisão da execução e implantação dos Planos Integrados em bacias hidrográficas,
- l) controle das utilizações de água nas bacias hidrográficas de rios federais

11 - COMITÊ ESPECIAL DE ESTUDOS INTEGRADOS DE BACIAS HIDROGRÁFICAS - CEEIBH

Seria de competência do CEEIBH

- a) homologação dos Planos Integrados de utilização dos recursos hídricos das bacias hidrográficas federais,
- b) manifestação sobre assuntos referentes a recursos hídricos, que devessem ser submetidos à apreciação do Conselho Nacional de Águas

12 - MINISTRO DAS MINAS E ENERGIA

Caberia ao Ministro das Minas e Energia

- a) aprovação, mediante portaria, do Plano Integrado de utilização dos recursos hídricos com base na manifestação do CEEIBH,
- b) encaminhamento, ao Conselho Nacional de Águas, dos assuntos que exigissem *decisão do Presidente da República*

13 - CONSELHO NACIONAL DE ÁGUAS

Caberia ao Conselho Nacional de Águas

- a) pronunciamento sobre assuntos que devessem ser levados à decisão do *Presidente da República*,

- b) homologação de recomendações do CEEIBH, que devessem provocar alterações em normas e procedimentos referentes aos recursos hídricos, na área dos Ministérios representados no Conselho

5.2 Alternativa 2 de Gestão Proposta pelo DNAEE

- CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Para o exame da matéria, podem ser feitas as seguintes considerações iniciais, calcadas na experiência de outros países

- a) a finalidade da estrutura orgânica de gestão dos recursos hídricos é assegurar a execução da política adotada nessa área, com vistas a atender aos objetivos fixados, mediante o desenvolvimento de um conjunto de ações,
- b) este conjunto de ações representa a intervenção paralela e coordenada de vários órgãos e organismos com jurisdição nos diversos domínios relacionados com a água. Compreendem órgãos e organismos que exercem jurisdição sobre atividades utilizadoras da água e outros que, não sendo usuários, condicionam fortemente, pela sua intervenção, a utilização desses recursos,
- c) os órgãos e organismos que têm a seu cargo a gestão dos recursos hídricos devem estar integrados em um sistema de gestão das águas e pode envolver a criação de um Ministério específico. Por razões conjunturais ou tradicionais, entretanto, um ministério poderia acumular as funções executivas de gestão dos recursos hídricos, com outras responsabilidades que lhe fossem próprias. Nesse caso, seria indispensável assegurar-se aos órgãos deliberativos e coordenadores, assim como aos órgãos consultivos, total independência em relação ao Ministério que tivesse responsabilidade executiva,
- d) estes órgãos e organismos interviriam em vários níveis administrativos (nacional, regional e local), sendo a coerência dessas intervenções assegurada pelo sistema de relações hierárquicas,
- e) a intervenção múltipla dos órgãos e organismos se dá em

- ações paralelas - quando de mesmo nível,
- vários níveis - cobertura administrativa hierarquicamente dependente (nacional, regional, local)



2 - REQUISITOS

Dessas observações decorrem

- a) a necessária coordenação das intervenções dos órgãos e organismos de conservação e desenvolvimento de recursos hídricos com aqueles responsáveis pelo planejamento de atividades econômico-sociais, e os que exercem jurisdição em domínios relacionados com a água,
- b) necessidade de ter na cúpula da estrutura orgânica de gestão um colegiado interministerial,
- c) a necessária participação de representantes dos usuários e de outros setores interessados, a vários títulos, nos problemas da água, na formulação das políticas de gestão dos recursos hídricos

3 - FUNDAMENTOS

Algumas considerações e recomendações da Conferência da Água servem de fundamento a este modelo

- não há uma maneira única de organizar e administrar um programa de desenvolvimento de bacia hidrográfica,
- é necessário, em cada caso, adaptar o sistema de gestão à estrutura geral do Estado, às particularidades e às tradições políticas dos países e regiões interessados,
- pode haver diversas formas de organização e de estrutura em diferentes países, tendo em conta a variedade dos tipos e das combinações de funções que a água exige dos diversos estágios do desenvolvimento administrativo,
- a maior parte das vezes, o principal problema é o da coordenação em termos de processo, mais do que o da organização em termos de estrutura

4 - ÓRGÃOS BÁSICOS

Da análise das estruturas em vários países, conclui-se que um modelo institucional genérico de gestão compreenderia órgãos e organismos de 3 (três) tipos

- a) órgãos deliberativos e coordenadores, que formulariam as políticas, definiriam as diretrizes do planejamento, coordenariam as intervenções e tomariam as principais decisões,
- b) órgãos e organismos executivos, que executariam as ações de gestão das águas e dariam apoio técnico e administrativo aos órgãos deliberativos e coordenadores,
- c) órgãos consultivos, que prestariam colaboração aos órgãos deliberativos e

coordenadores, permitindo que fossem consideradas as opiniões das entidades interessadas nos problemas da água (participação da população local)

5 - ÓRGÃOS DELIBERATIVOS E COORDENADORES

Seriam previstos colegiados com funções deliberativas e de coordenação a três níveis, sendo dois a nível federal e um a nível regional

- a) Comissão Interministerial de Águas - colegiado de nível superior, para apreciar medidas destinadas ao estabelecimento de uma política de recursos hídricos a nível nacional, constituído pela participação dos Ministros das áreas que atuam no setor dos recursos hídricos (Minas e Energia, Interior, Agricultura, Marinha, Saúde, Transporte e do Planejamento - SEPLAN) Este colegiado manifestar-se-ia sobre todos os projetos de leis e decretos relacionados com recursos hídricos e que devessem subir à sanção do Presidente da República ou à apreciação do Legislativo,
- b) CEEIBH (reformulado) - seria ampliada sua composição, com a participação dos Secretários Gerais dos Ministérios representados em "a", bem como dos dirigentes dos seus órgãos setoriais ligados aos recursos hídricos (DNAEE, DNOS, DNOCS, SUDEPE, etc.) Funcionaria ele como Comitê Delegado da Comissão Interministerial e estaria incumbido de apreciar e encaminhar propostas a serem por ela aprovadas. Atuaria como Grupo de Trabalho no sentido de preparação dos assuntos a serem apreciados pela Interministerial, cujas reuniões seriam previstas em número bastante limitado (2 (duas) a 3 (três) vezes ao ano)

Ao DNAEE seria cometida a tarefa de dar apoio técnico e administrativo a esse colegiado, cabendo-lhe a preparação de toda a matéria que devesse ser submetida à sua apreciação,

- c) Comitês Executivos - instituídos para as diferentes bacias hidrográficas de rios federais, contando na sua composição com os dirigentes dos órgãos e entidades estaduais relacionados ao uso dos recursos hídricos da bacia, o mesmo ocorrendo com relação aos órgãos e entidades regionais dos Ministérios

As deliberações dos Comitês Executivos seriam tomadas com base em estudos e propostas preparados pelo Distrito do DNAEE atuante na referida bacia hidrográfica (é suposto que na reformulação do DNAEE seus Distritos sejam estabelecidos em função dos limites de uma ou mais bacias hidrográficas) Ele

daria, pois, o suporte técnico e administrativo indispensável aos trabalhos do colegiado

Além disso, a audiência das aspirações locais seria feita pela instituição de uma Câmara Consultiva, que forneceria subsídios às deliberações do Comitê Executivo

Seria de competência do Comitê Executivo acompanhar e coordenar a execução de obras previstas em planos de utilização múltipla das águas, cuja construção, porém, seria de atribuição do órgão setorial, estadual ou federal. A ele caberia, também, acompanhar e fiscalizar a aplicação das regras operativas estabelecidas pelo Plano

Para o bom desempenho dessas funções (coordenação e fiscalização), seria necessário atribuir ao Comitê Executivo a incumbência de se pronunciar sobre a liberação de recursos financeiros (orçamentários ou financiamentos) às entidades que devessem executar obras destinadas aos usos múltiplos de água na bacia, por meio de parecer vinculante

6 - ÓRGÃOS EXECUTIVOS

Prevê-se manter o DNAEE com a função de órgão central de gestão dos recursos hídricos. A ele caberia a promoção dos estudos, planos e projetos que devessem ser apreciados pelo CEEIBH (reformulado). A nível regional, essa mesma competência seria dada aos Distritos do DNAEE, cuja área de atuação coincidiria com os limites da bacia, ou bacias hidrográficas de rios federais. Nesse sentido, estudos de reformulação institucional do DNAEE deverão ter presente a necessária flexibilidade administrativa e financeira que deverá possuir

7 - ÓRGÃOS CONSULTIVOS

É prevista a existência de um Conselho Nacional de Águas, que assessoraria a Comissão Interministerial de Águas, e que deveria ser constituído por representantes de classes, especialistas de renome, etc., de preferência não vinculados a órgãos públicos federais. Suas manifestações serviriam de valioso subsídio às deliberações da Comissão Interministerial, particularmente quanto aos aspectos políticos, sociais e econômicos das decisões a serem tomadas

Da mesma forma, a nível regional, Câmaras Consultivas atuariam junto aos Comitês Executivos

5.3 Modelo de Gerenciamento dos Recursos Hídricos para o Semi-Árido

Esta proposta de autoria do Prof. VICENTE DE PAULO P. B. VIEIRA da Universidade Federal do Ceará foi apresentada no IV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE HIDROLOGIA E RECURSOS HÍDRICOS, em Fortaleza de 15 a 19 de novembro de 1981 e publicada nos Anais do Simpósio no volume 4 - PP 91-108, sob o título "O DNOCS E O

GERENCIAMENTO DOS RECURSOS HÍDRICOS DO SEMI-ÁRIDO NORDESTINO"

INTRODUÇÃO

O Semi-Árido Nordeste, legalmente definido pelo chamado Polígono das Secas, apresenta-se como uma área relativamente escassa de recursos hídricos, com uma distribuição extremamente irregular de precipitações e escoamentos, no espaço e no tempo. Sua caracterização, em termos de área, população e outros aspectos, é apresentada no mapa e quadros que se seguem

Se a Região Nordeste se constitui uma área-problema, com relação às demais regiões brasileiras, no que diz respeito à renda per capita, densidade populacional, nível de desemprego e infra-estrutura social, é em grande parte devido à escassez de recursos naturais e, em particular, à falta de água

Assim, a criação de um órgão federal para "Combater as Secas" em 1909, e que deu origem ao DNOCS, foi um fato histórico marcante, definidor de uma decisão de governo irreversível, dirigida, essencialmente, para o estabelecimento de uma política de uso racional das disponibilidades hídricas regionais

Não é, portanto, objeto de surpresa ou contestação o fato de que sempre coube ao DNOCS, através das diversas legislações que o institucionalizaram ao longo do tempo, tarefas nitidamente relacionadas ao problema da água, conforme se demonstra no quadro intitulado EVOLUÇÃO INSTITUCIONAL, apresentado a seguir, onde são especificadas as linhas de atividades básicas: ESTUDOS HIDROLÓGICOS, OBRAS HIDRÁULICAS e UTILIZAÇÃO DAS ÁGUAS

ATRIBUIÇÕES ATUAIS

Atualmente, o DNOCS, conforme reza o Decreto nº 73 159, de 14 de novembro de 1973, tem por finalidade executar a política do Ministério do Interior, no que se refere a

- a) beneficiamento de áreas e obras de proteção contra as secas e inundações,
- b) irrigação,
- c) radicação de populações em comunidades de irrigantes ou em áreas especiais, abrangidas por seus projetos,
- d) subsidiariamente, outros assuntos que lhe sejam cometidos pelo MINTER, nos campos do saneamento básico, assistência às populações atingidas por calamidades públicas e cooperação com os Municípios

Para dar cumprimento a seus objetivos, é-lhe facultado o exercício das seguintes atribuições básicas

- a) o estudo sistemático detalhado das bacias hidrográficas e, em geral, dos recursos hídricos situados em sua área



DNOCS - EVOLUÇÃO INSTITUCIONAL
ATIVIDADES BÁSICAS

DECRETO/LEI	ESTUDOS HIDROLÓGICOS	OBRAS HIDRÁULICAS	UTILIZAÇÃO DE ÁGUAS
Dec. 7.619 21.10.1909	Art.1º, VII, VIII	Art.1º, IV, V, VI	Art.1º, IV
Dec. 9.256 28.12.1911	Art.2º, VII, VIII, IX	Art.2º, IV, V, VI	Art.2º, XI
Dec.11.474 03.02.1915	Art.2º, I, II, VI, VII	Art.2º, V, VII, VIII, IX	Art.2º, X
Dec.12.329 27.12.1916	Art.2º, I, II, VI, VII	Art.2º, V, VII, VIII, IX	Art.2º, X
Dec.13.687 09.07.1919	Art.2º, I, V, VIII	Art.2º, IV, V, VI	Art.2º, VII
Dec.19.726 20.02.1931	Art.1º, alínea d, 1º, 2º	Art.1º, alínea a e b	Art.1º, alínea d, 4º Art.2º, alínea d, 1º
Dec.20.284 28.12.1945	Art.9º, II, III	Art.18º, II, III	Art.20º, I, III, IV, V Art.21º, I, II, III
Lei 4.229 01.06.1963	Art.2º, alínea b, e	Art.2º, alíneas a, b, f	Art.2º, alíneas b, d,
Dec.73.159 14.11.1973	Art.4º, alínea a, b	Art.3º, alínea a, b Art.4º, alínea b, d	Art.3º, alínea b Art.4º, alínea b, d, e

- de atuação, levados em conta os levantamentos básicos desenvolvidos para finalidades múltiplas, por outros organismos,
- b o estabelecimento de planos diretores e a construção de obras públicas de captação, ampliação, condução, distribuição, proteção e utilização dos recursos hídricos dessas bacias,
 - c a divulgação de processos e técnicas de desenvolvimento e uso de recursos hídricos locais e de proteção contra as secas,
 - d a implantação e desenvolvimento integrado de planos e projetos de irrigação e em geral de valorização de áreas, com base no aproveitamento dos recursos hídricos disponíveis,
 - e o desenvolvimento da piscicultura nas águas interiores do Nordeste,
 - f o fomento ao desenvolvimento da propriedade rural nas formas previstas em lei, inclusive em cooperação com órgãos de crédito, extensão rural e outros.
 - g outras linhas de atuação, requeridas por programas que, mesmo subsidiariamente, lhe sejam atribuídos pelo Ministério do Interior

RETOMADA DE POSIÇÃO

O contínuo crescimento populacional do Nordeste, a multiplicação dos usos da água e a proliferação de instituições que lidam com recursos hídricos estão a evidenciar, cada dia mais, a imperiosa necessidade de uma efetiva coordenação dos aproveitamentos hídricos, quer a nível de planejamento, quer a nível de execução

Caberá, certamente, ao DNOCS, consolidar sua posição de órgão especializado em Hidrologia Aplicada e Obras Hidráulicas, assumindo inclusive o papel de controlador dos usos da água no Polígono das Secas, com vistas ao desenvolvimento ordenado de suas potencialidades e em benefício das populações interioranas

Essa retomada de posição, que visa a colocar o Departamento no comando da gestão dos recursos hídricos do Semi-Árido só trará benefícios à ação do governo no Nordeste, facilitando o trabalho da SUDENE na Região, e vindo em auxílio do DNAEE, na sua gigantesca tarefa de controlar os recursos hídricos deste imenso país

MODELO GERENCIAL

Preconizamos, para fazer face a esse reposicionamento, a implantação de um modelo gerencial pragmático e eficaz, dirigido para o

aproveitamento integrado dos recursos hídricos do Semi-Árido, modelo este consubstanciado nos Esquemas Institucional e Operacional adiante apresentados

Entendemos que institucionalmente deverá ser o DNOCS o órgão gerenciador dos recursos hídricos do Semi-Árido, cabendo-lhe, naturalmente, relacionar-se, quer em termos de subordinação, quer em termos de vinculação, a outros organismos governamentais

O gerenciamento será moldado nas diretrizes emanadas da Política Nacional de Água, definida pelo DNAEE - MME, da Política Nacional de Irrigação, da competência do MINTER, da política de Controle Ambiental, elaborada pela Secretaria Especial do Meio Ambiente-MINTER, e da Política Regional de Águas, estabelecida pela SUDENE-MINTER

A consolidação desse esquema institucional, através da atuação solidária dos vários órgãos apontados, poderá propiciar o uso racional e otimizado dos escassos recursos hídricos do Polígono das Secas, de forma a atender, ao máximo, as demandas de água da população, quer quanto à quantidade, quer quanto ao aspecto qualitativo

A operacionalização do gerenciamento será realizada tomando-se como unidades gerenciais as bacias hidrográficas do Semi-Árido, às quais se relacionam aos respectivos Comitês de Estudos Integrados estabelecidos pelo DNAEE na região

Esses Comitês Integrados definirão a política geral de integração dos vários usos da água, padronizando a classificação dos rios, harmonizando interesses conflitantes e racionalizando o confronto permanente da oferta e da demanda

A concessão de uso e a política tarifaria para as águas das bacias hidrográficas do Semi-Árido deve ser uma atribuição de um órgão de Planejamento Regional. No caso, entendemos a SUDENE como o organismo ideal para essa atividade. Caberá a ela, antes de tudo, a definição de uma política tarifaria, e análise dos processos de concessão das águas para os diversos usos, como irrigação, energia elétrica, indústria, etc., através de uma Comissão Regional de Águas com atuação disciplinadora não só no Polígono, mas em todo o Nordeste. Seria por demais racional, a ingerência de um órgão especificamente de planejamento no segmento básico de análise global dos usos e definições de políticas tarifarias, que se revestem da mais alta importância para o desenvolvimento dos recursos hídricos e para a harmonização dos conflitos naturais decorrentes desses usos

Evidentemente, essa política tarifaria e de concessão de uso poderá acarretar desdobramento de caráter administrativo, em função da maior ou menor ênfase que se queira dar à participação do órgão gerenciador no processo de planejamento. Assim, poderia ser criado um Comitê Especial do Semi-Árido,

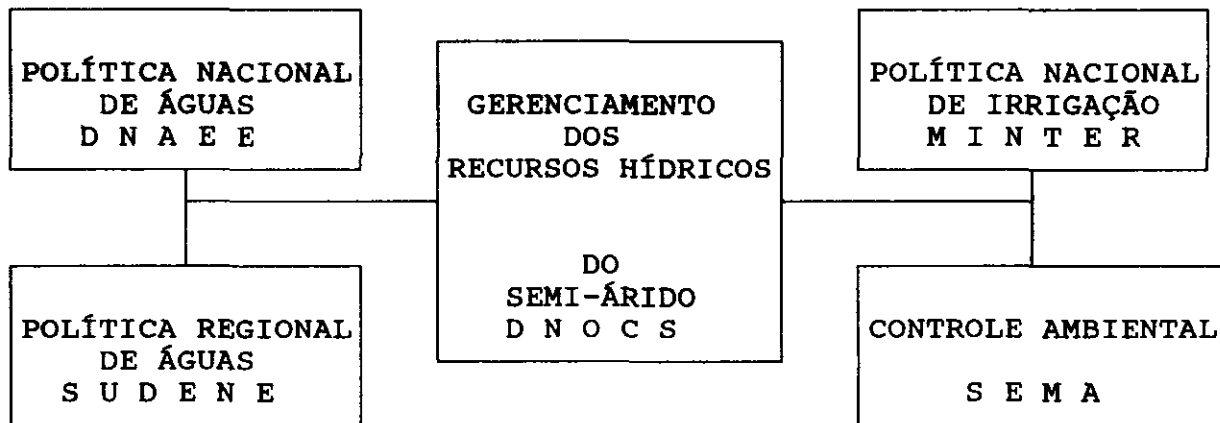
vinculado à Comissão Regional de Águas mas inserido na estrutura organizacional do DNOCS, Comitê esse que se revestiria de caráter predominantemente técnico e que contaria com representantes dos diversos órgãos federais relacionados ao aproveitamento dos recursos hídricos do Polígono. Solução alternativa seria a ampliação do Conselho de Administração do DNOCS, em termos de representatividade e atribuições, de forma a garantir o pleno exercício da função gerenciadora.

Caberia, indiscutivelmente, ao DNOCS, dentro de cada bacia hidrográfica do Polígono, o

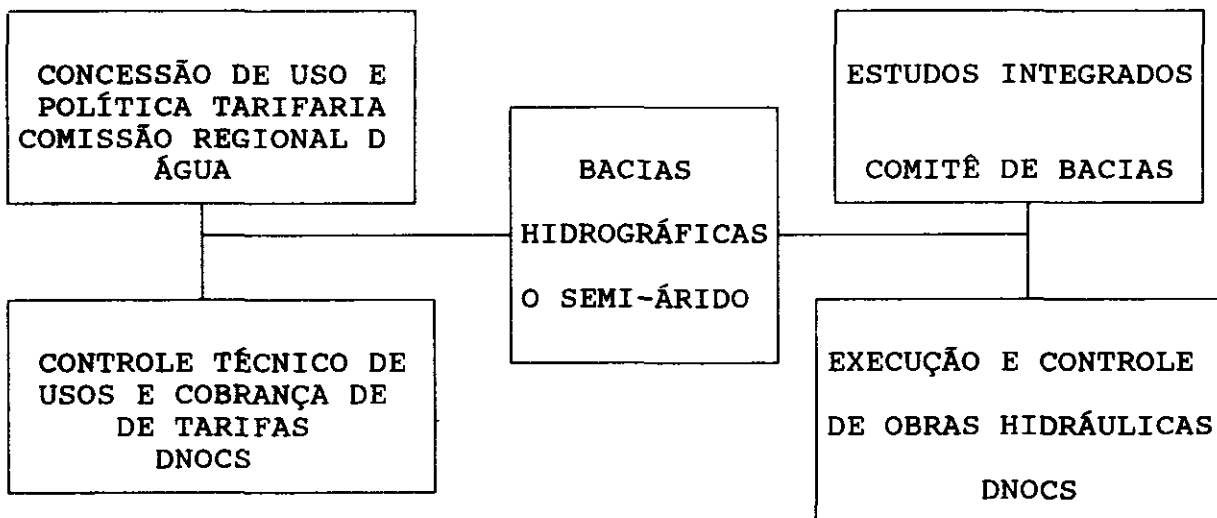
de execução e controle das obras hidráulicas no Polígono, que poderia ser realizada de forma direta ou indireta. Para que esse controle seja integral e integrado, faz-se mister que se estenda às obras executadas por outras instituições, vez que vão as mesmas disputar recursos hídricos nas mesmas bacias e também pagar tarifas ao governo.

Um ponto importante de tudo isso é que o gerenciamento de recursos hídricos de uma determinada bacia não é uma tarefa divisível no momento em que se define uma bacia ou sub-bacia como unidade operativa, a função gerencial só poderá

ESQUEMA INSTITUCIONAL



ESQUEMA OPERACIONAL



controle técnico dos usos da água e a cobrança de suas respectivas tarifas, em consonância com a Política Tarifária e de Concessões de Usos emanadas da SUDENE.

O Departamento faria o controle físico da água, de sua quantidade e qualidade, através de medições e avaliações sistemáticas, usando para isso as técnicas de apropriação direta ou indireta, disponíveis.

Além do controle de usos e cobrança de tarifas, caberá especificamente ao DNOCS, a tarefa

ser confiada a um único órgão. O que não significa que não deva haver organismos autônomos ou áreas de jurisdição diferenciadas. Mas significa certamente coordenação centralizada, controle técnico integrado e unificado.

Em suma, dentro deste esquema gerencial, caberia ao DNOCS duas grandes funções: controle das águas e implantação de obras hidráulicas, exercidas de forma sistemática em cada bacia hidrográfica do Polígono das Secas.

ATUAÇÃO GERAL

Dentro do quadro geral discutido e apresentado, a atuação do DNOCS no Nordeste envolveria três grandes áreas Gerenciamento dos Recursos Hídricos do Polígono das Secas, Execução de Obras Hidráulicas e Aproveitamento Hidroagrícola

Essas três áreas, conforme demonstrado no esquema que se segue, se desdobrariam nas linhas de atuação ali apontadas

O gerenciamento compreenderia

- a) a responsabilidade pela Hidrometria do Semi-Árido, realizada direta ou indiretamente,
- b) o controle técnico dos recursos hídricos, envolvendo todos os usos, e em articulação com as instituições congêneres,
- c) o desenvolvimento de tecnologia própria, no sentido de evitar, no campo dos recursos hídricos, a importação de pacotes tecnológicos inadequados e a utilização de métodos ou instrumentos de custos proibitivos

Enfatizamos, nesta oportunidade, a necessidade da instalação no Nordeste de Centros de Pesquisas Hidrológicas e Hidráulicas, que certamente não dispensariam o assessoramento e a colaboração de instituições nacionais e internacionais do ramo, mas que seriam indispensáveis à formação de pessoal especializado e à solução dos inúmeros problemas peculiares a regiões semi-áridas, e visceralmente condicionados à cultura regional

À guisa de sugestão, apresentamos uma relação de temas para estudo e reflexão, indubitavelmente vinculados ao Semi-Árido e para os quais deveremos voltar nossas atenções, a curto, médio e longo prazo

controle da evaporação e infiltração nos reservatórios, rios e canais,
 operação de reservatórios,
 desenvolvimento de metodologia de avaliação de projetos de usos e objetivos múltiplos,
 associação de métodos de captação de água subterrânea ao uso de fontes não convencionais de energia,
 avaliação da eficácia da nucleação artificial e meios de aperfeiçoá-la,
 dessalinização da água do mar e sua aplicação econômica,
 transferência de água entre bacias e/ou regiões,
 aplicação de métodos não convencionais de irrigação na Região,
 estudos estatísticos e probabilísticos envolvendo secas, enchentes,
 parâmetros hidrológicos regionais,

correlações significativas, transposição de dados, etc,
 implantação de bacias representativas e experimentais,
 avaliação da performance dos equipamentos hidrométricos, tendo em vista as condições regionais,
 transporte de sedimentos e assoreamento dos açudes associados à morfologia fluvial da Região,
 impacto das obras hidráulicas na ecologia regional,
 usos da água e poluição ambiental,
 re-utilização de água industrial e de irrigação,
 legislação de água e suas aplicações na concepção, implantação e operação dos projetos de recursos hídricos

- d) a implementação de um sistema informático específico para o Semi-Árido, com o objetivo de concentrar, uniformizar e racionalizar a coleta, o processamento e a distribuição das informações hidrológicas do Polígono Este aspecto será detalhado adiante, em face de sua importância e oportunidade

Quanto às atividades relacionadas à Execução de Obras Hidráulicas e ao aproveitamento Hidroagrícola, dispensam maiores comentários, por se tratarem de ações nitidamente próprias a uma instituição como o DNOCS, em sua luta quase centenária de "obras contra as secas"

Faz-se mister, no entanto, que se enfatize a desejável intensificação da cooperação técnica e financeira com o setor privado, bem como todas as instituições públicas que tenham por objetivo o aproveitamento dos recursos hídricos do Semi-Árido

PESCA E PISCICULTURA VALORIZAÇÃO DE PROPRIEDADES RURAIS COOPERAÇÃO INTERINSTITUCIONAL

MODELO INFORMÁTICO DE RECURSOS HÍDRICOS

O modelo informático para a área de recursos hídricos deve nortear-se, no momento, para a distribuição de responsabilidades através de tratamentos distintos em vários segmentos da Administração Pública. Isto porque já é muito grande o manancial de informações existentes nas diversas entidades que de algum modo gerenciam a política de águas no país

Assim, uma exaustiva análise desse acervo deve ser efetuado, no sentido de se identificar as redundâncias de informações, bem como os níveis de tratamento para cada organismo afim, sem esquecer a periodicidade operacional que pode caracterizar especificidade de algum setor implicado no processo

Desse modo, não se trataria da concepção de um modelo a partir do levantamento das

necessidades básicas no âmbito do Semi-Árido e sim inicialmente, de uma criteriosa triagem de estudos anteriores, seguramente catalogados, uma vez que se encontram atualmente mecanizados através de bancos de informações

Logicamente essas informações seriam ajustadas ou complementadas dependendo da realidade a ser controlada, contemplando-se de início um curto horizonte temporal para a obtenção de respostas do modelo empregado. Vale salientar que a concepção deste, seria moldada dentro de uma pretensão maior, ou seja, prevendo a projeção de etapas evolutivas e, conseqüentemente, os acréscimos de recursos para cada fase a ser alcançada

Para tanto, ressalte-se a importância do emprego da metodologia de desenvolvimento modular, possibilitando mais facilmente a compatibilidade dos diversos elos do sistema a ser concebido, de forma a permitir, harmoniosamente, seu crescimento intrínseco e eventual acoplamento a quaisquer sistemas de outras entidades

POSTOS DE OBSERVAÇÃO

As informações hidroclimatológicas ficariam a cargo dos postos de observação, que se limitariam aos procedimentos normais de obtenção desses dados, podendo utilizar tabelas, fórmulas, etc, com posterior preenchimento dos boletins adequados para entrada de dados em tratamento automático

Esses boletins seriam remetidos para as unidades setoriais que compreendem as Diretorias Estaduais e os Distritos de Engenharia. Logicamente, o número de postos não seria fixo, possibilitando, assim, uma flexibilidade na cobertura de novos locais a serem observados

UNIDADES SETORIAIS

As unidades setoriais seriam responsáveis pela remessa sistemática das informações para o setor de Hidrologia, hierarquicamente subordinado à Diretoria de Operações da Administração Central. Nessas unidades os dados seriam submetidos a uma análise crítica preliminar, aumentando a confiabilidade dos mesmos em termos de atualização periódica dos arquivos

DIVISÃO DE HIDROLOGIA

O setor de Hidrologia manteria um controle efetivo dessas informações, inclusive definindo prioridades e periodicidades de tratamentos como decorrência das necessidades de atendimento às diretrizes do órgão no campo de recursos hídricos

Logicamente, esse setor de Hidrologia deveria ser informado das políticas e diretrizes emanadas de escalões superiores, através da Diretoria Adjunta de Planejamento, responsável pelo delineamento global das atividades do órgão. Esse

balizamento certamente exigiria constantes ajustes do modelo utilizado, com possíveis alterações no tratamento automático. Só então o Centro de Processamento de Dados seria acionado nesse sentido, promovendo as alterações necessárias à luz de recomendações recebidas. Ficaria caracterizada a não-ingerência da modernização administrativa nas gestões decisórias, mas tão somente nos procedimentos técnicos da manutenção da cadeia

C P D

O Centro de Processamento de Dados teria papel relevante nessa proposição, pois seria a principal ferramenta utilizada como suporte lógico do esquema. Entende-se ainda que o manuseio de tão grande volume de dados tornaria indispensável um processo automático de tratamento, dentro da filosofia de Banco de Dados e Programas

A respeito disso, é oportuno destacar a importância da possibilidade de "diálogo" entre os arquivos porventura existentes no DNOCS e outros devidamente catalogados e operativos nos demais órgãos envolvidos no assunto

Seria utópico pensar nesse "diálogo" com base na ligação direta entre sistemas, isso porque a definição e estruturação de cada um estariam voltadas para os atendimentos específicos dos setores mencionados

O amoldamento desses sistemas implicaria em substanciais modificações das cadeias mecanizadas, provocando descontinuidade dos trabalhos rotineiros, a par de consideráveis recursos (financeiros, humanos e materiais) para a realização de um trabalho desse porte

Dáí o propósito de conservar-se incólumes os diversos "SOFTWARES" existentes e, ao mesmo tempo, torná-los interativos através do emprego de um módulo "interface", que deveria basear-se no modelo relacional

OUTROS ÓRGÃOS

Entidades como DNAEE, SUDENE e outros, que, de alguma forma, lidam com problemas inerentes a recursos hídricos, manteriam entre si e o DNOCS uma integração através do módulo antes citado

Nesse processo de interação, considerasse, também, o Sistema MINTER de Processamento de Dados, centralizador de informações depuradas e sintéticas ou mesmo de informações detalhadas ao nível dos órgãos supridores

Ficaria a cargo desse sistema a canalização dos informes aos escalões político-administrativos do MINTER onde deveriam ocorrer as avaliações periódicas do programa, além do fato de que o Ministério teria, mais facilmente, condições de reorientar sua política ou apontar correções, em articulação com a Direção Geral ou mesmo através da Direção Adjunta de Planejamento



A Coordenação de Planejamento Operativo seria responsável no âmbito do DNOCS pelo detalhamento do programa, traçando assim as bases para o planejamento operativo da política de recursos hídricos

TIPOS DE DADOS E PROGRAMAS

Os dados, cujo manuseio seria necessário, são os seguintes

- Pluviometria
- Termometria
- Umidade Relativa
- Evaporação
- Ventos
- Insolação
- Pressão Atmosférica
- Dados Limnométricos em cursos d'água
- Dados Limnométricos em açudes
- Dados Limnométricos em canais
- Cobertura das Bacias Hidrográficas

Com o intuito de proporcionar-se ao órgão gerenciador dos recursos hídricos a capacidade de tratamento de dados indispensáveis à realização dos estudos requeridos, torna-se necessário a instalação de uma central para cálculos hidrológicos

A par de programas gerais de processamento estatístico, seriam necessários outros do tipo científico, para cálculos de interesse da especialidade em causa

Quanto ao processamento geral ou estatístico, caberia relacionar os seguintes programas

- Relacionamento dos Dados (fornecimento de relatório com os dados armazenados no Banco de Dados)
Cálculo da Pluviometria Média Mensal de uma Bacia
- Transformação de Dados de Altura de Escala Diária, em Vazões Diárias
Correção dos Dados Hidrológicos de uma Estação
- Regularização a vazão constante ou variável
- Regularização Sucessiva de uma Série de Reservatórios
Regularização de um Sistema de Reservatórios, considerando a Evaporação
- Obtenção de Hidrogramas de Enchentes
- Efeito Laminador de um Reservatório
- Otimização dos Recursos Hídricos de um Conjunto de Reservatórios
- Simulação de Operação de Reservatórios
- Cálculo de Propagação das Cheias
Modelo de Simulação Paramétrica Stanford IV

ATUAÇÃO DO DNOCS

GERENCIAMENTO DOS RECURSOS HÍDRICOS
DO POLÍGONO DAS SECAS

HIDROMETRIA DO SEMI-ÁRIDO
CONTROLE TÉCNICO DOS RECURSOS HÍDRICOS
DESENVOLVIMENTO DE TECNOLOGIA PRÓPRIA
IMPLEMENTAÇÃO DE SISTEMA INFORMÁTICO ESPECÍFICO

EXECUÇÃO DE OBRAS HIDRÁULICAS

CONSTRUÇÃO DE AÇUDES
PERFURAÇÃO E APARELHAMENTO DE POÇOS
IMPLANTAÇÃO DE OBRAS DE IRRIGAÇÃO
COOPERAÇÃO TÉCNICA E FINANCEIRA COM O SETOR PRIVADO

APROVEITAMENTO HIDROAGRÍCOLA

PROJETOS DE IRRIGAÇÃO

- Modelo Digital para Avaliação de Aquíferos
- Modelo Estocástico Univariado aplicado a Séries Hidrológicas (marcoviano)

ETAPAS DO TRABALHO

A concepção de um modelo informático normalmente exige a condução dos trabalhos em três etapas bem caracterizadas, a saber

- 1) - Fase de reconhecimento
- 2) - Fase de desenvolvimento e análise
- 3) - Fase de implantação e consolidação

Cada uma dessas fases compõe-se de trabalhos que podem evoluir isoladamente ou que, em muitos casos, requerem um desenvolvimento integrado quando então vários aspectos devem ser considerados, por incidirem concomitantemente, na estruturação dos segmentos do modelo

Como exemplo, citamos a identificação de uma base de dados quanto à sua organização, métodos de atualização, etc. Independe de outros fatores, ao passo que a proposição de um modelo mesmo que em linhas gerais deve contemplar os recursos necessários para sua implementação, tais como recursos humanos, financeiros, suporte físico e lógico, incluindo equipamentos, instalações, programas e "pacotes" de apoio

A filosofia de um sistema informático voltado para o manuseio de dados e informações na área de recursos hídricos não foge a esse condicionamento, dada a complexidade de que se reveste o controle operacional dessa atividade

Para melhor entendimento, apresentamos, a seguir, um esquema representativo da metodologia de desenvolvimento do sistema, em suas fases principais

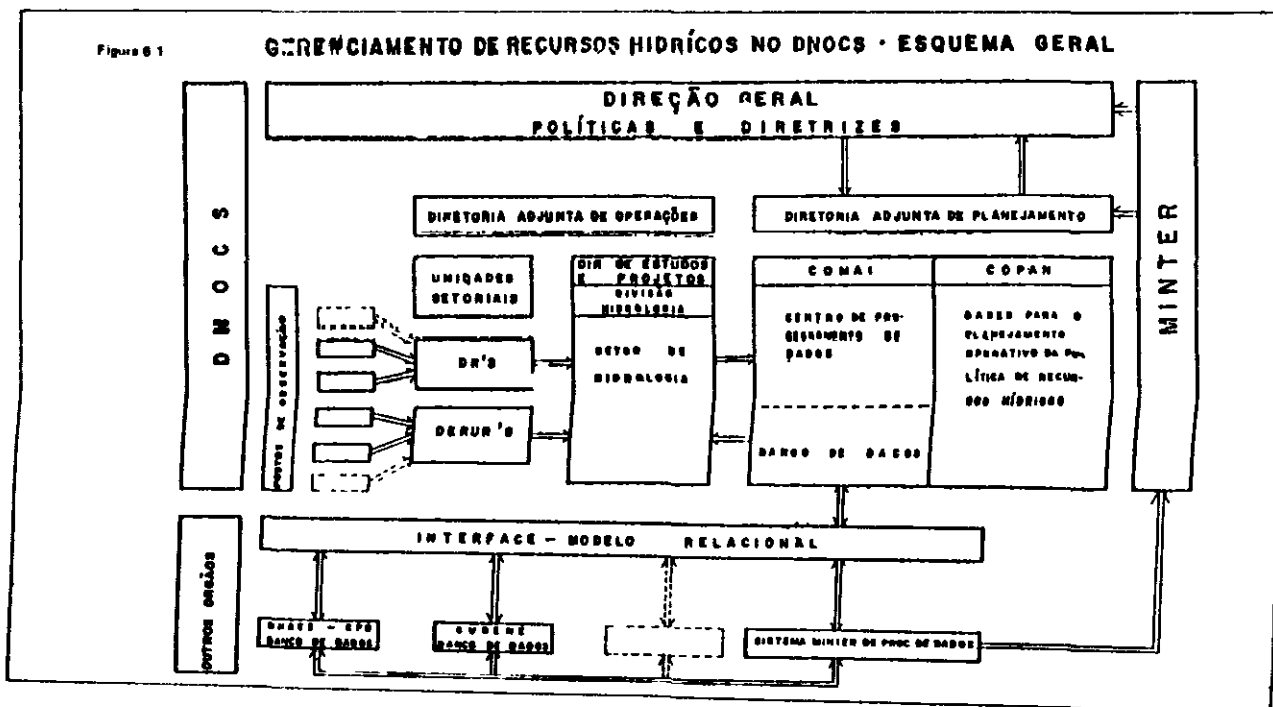
Como podemos observar, as primeiras gestões voltam-se essencialmente para a identificação das Instituições que mantêm cadastros de informações sobre recursos hídricos, independentes ainda de sua área de atuação ou de referência desses dados. Nessa fase, faz-se necessário um inventário completo dos arquivos existentes, mecanizados ou não, bem como dos relatórios extraídos por processos automáticos ou manuseados de modo tradicional

A partir daí, temos a fase de análise e desenvolvimento. Nessa fase, são devidamente estudados os modelos informáticos existentes, enfocando-se a compatibilidade entre eles e principalmente a filosofia e estrutura de funcionamento. Também é feita a identificação dos meios físicos de armazenamento de dados e unidades processadoras. Junta-se a isso uma análise das cadeias mecanizadas e dos "SOFTWARES" existentes, como Programas de usuários, programas utilitários, pacotes, compiladores, etc. Ainda nesse estágio é de vital importância a escolha das informações úteis para a composição do cadastro geral de recursos hídricos, para fins de tratamento automático, por parte do DNOCS, tendo em vista fatores como

- objetivos gerais e parciais relativos à política de águas,
- disciplinamento e controle do uso da água atualmente armazenada,
- necessidade de informações a curto, médio e longo prazos, como decorrência da evolução das gestões para o gerenciamento desses recursos,
- a necessária integração com outros órgãos através da atualização sistêmica dos respectivos Bancos de Dados

FASE DE IMPLANTAÇÃO E CONSOLIDAÇÃO

Uma vez delineado o modelo, resta efetuar o trabalho de implantação e consolidação, quando os



ajustes se farão necessários, como resultado de atritos com a realidade. Como anteriormente preconizado, uma estratégia de modularidade deverá ser empregada. Essa modularidade se dará em dois sentidos - quer no aprimoramento dos segmentos do sistema, quer na implantação e consolidação destes por setores distintos.

Assim, teríamos

- 1º) - Módulo A desenvolvido e implantado no setor 1
- 2º) - Módulo B desenvolvido e implantado no setor 2, etc

Convém lembrar que o desenvolvimento ou a implantação de um módulo não obstaculiza as ações referentes a outro módulo ou setor.

FILOSOFIA DO BANCO DE DADOS

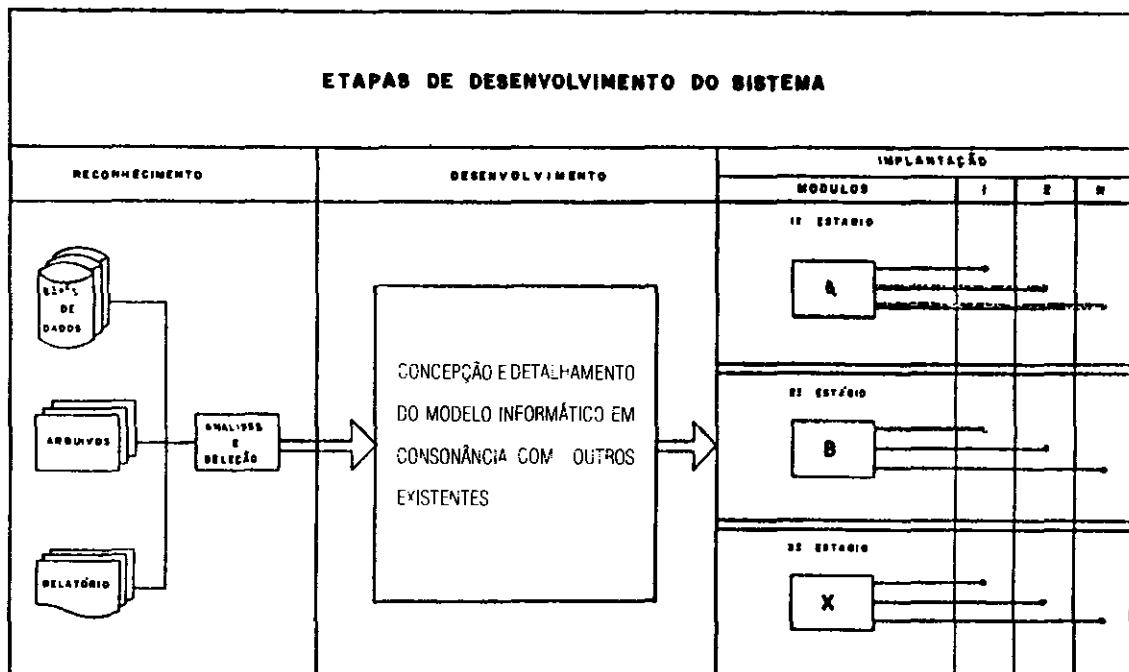
Todo e qualquer órgão na área de recursos hídricos lida, fundamentalmente, com três tipos de

modelo, em cima do qual se possa elaborar sua organização lógica.

A organização lógica de qualquer massa de informação é básica, tanto no que concerne à sua compreensão global, como também ao seu próprio fluxo.

Dentre os modelos existentes, dever-se-ia optar pelo modelo relacional, pois sua concepção é das mais fáceis, uma vez que se baseia na teoria dos conjuntos e das relações, permitindo uma compreensão mais rápida da organização lógica da massa de informação, por maior e mais complexa que seja essa massa de informação.

Frise-se que já há uma aplicação do modelo relacional, codificada em FORTRAN IV, para dados de recursos hídricos, feita pelo Engº Walter Martins Ferreira Filho e que se acha à disposição do DNOCS.



informações, quais sejam, informações relativas a um ponto no curso d'água, informações relativas a um ponto na bacia hidrográfica e informações relativas a uma superfície da bacia hidrográfica.

Considerando-se que os tipos de informações mencionadas acima, crescem temporal e espacialmente, de maneira contínua, não é tarefa difícil constatar-se que essa massa de informação, com o decorrer do tempo, pode se transformar em um verdadeiro "pandemônio", se não for devidamente organizada e armazenada, preferencialmente com auxílio de computador eletrônico.

Para que se torne realidade uma organização, e conseqüente armazenamento da massa de informação de recursos hídricos, é necessário, antes de tudo, que se escolha um determinado



C MODELO INSTITUCIONAL ESTADUAL

1 INTRODUÇÃO

Este documento corresponde ao Relatório Parcial da 2ª Etapa -ESTUDOS DE BASE, Bloco 3 que trata dos ASPECTOS INSTITUCIONAIS do Plano Estadual dos Recursos Hídricos - PERH, relativo a MODELOS INSTITUCIONAIS existentes ou em concepção nos demais Estados brasileiros

Tomou-se como referencial o modelo que está sendo proposto para o Estado de São Paulo, reputado como ideal a nível de Estado. O avanço no seu Cronograma de Execução, a rica discussão técnica ali desenvolvida pelo Comitê Coordenador do Plano e a falta de outras alternativas justificam a preferência pelo modelo paulista. Embora a Região Sudeste apresente características bem diversas do semi-árido nordestino, este enfoque atinge mais o lado físico-hidrológico da questão, pouco influenciando no universalismo do aspecto jurídico-institucional. Por outro lado, é um trabalho com grande acervo de publicações já disponível, e, embora ainda em andamento, já dispõe de um conjunto de informações capazes de permitir uma análise de sua estrutura e organização.

O estágio de desenvolvimento daquela região gerou uma série de problemas em níveis ainda não atingidos no Estado do Ceará, que têm proporcionado situações que, embora estejam longe de ser alcançadas, servem como advertência, na medida em que representam projeções de problemas futuros, cujos instrumentos de prevenção poderão ser contemplados no Plano Estadual dos Recursos Hídricos do Ceará.

2 O MODELO DE GESTÃO PAULISTA

O Plano paulista, em função da importância deste Estado da federação e da agudez de seus problemas referentes a aproveitamento e controle dos recursos hídricos, sobretudo, no campo do abastecimento d'água, geração hidrelétrica, poluição industrial e urbana e até produção agrícola, mereceu das autoridades governamentais um Decreto Estadual dispondo sobre o Plano Estadual dos Recursos Hídricos e o Sistema Estadual de Gestão de Recursos Hídricos.

A medida oficial, propondo o trabalho participativo e integrado das esferas da Administração Pública, visa objetivamente racionalizar a ação de governo no equacionamento e solução dos sérios problemas envolvendo o uso, a proteção e o controle dos Recursos Hídricos no Estado de São Paulo.

Os motivos que justificaram tão importante decisão governamental deixaram claro que o Recurso Hídrico é "denominador comum a múltiplos interesses, de organizações públicas e da iniciativa privada, e inerente a um bem que se presta a múltiplos usos."

Neste particular, é fundamental a idéia cristalizada no próprio Departamento de Águas e Energia Elétrica - DAEE, que o Plano deverá ser objeto de cooperação multi-institucional, não devendo ser incumbência exclusiva de um órgão ou de um setor da Administração Pública.

Isto posto, valeu a sugestão de um Plano elaborado mediante colegiado de coordenação interinstitucional, em dois níveis o mais alto, de orientação política e normativa, a nível de Secretaria de Estado, e outro, de planejamento e coordenação, com participação de órgãos e entidades do segundo escalão, vinculados às Secretarias e que atuam no campo dos Recursos Hídricos.

A implantação do Plano será função do Sistema Estadual de Gestão de Recursos Hídricos, definido como a forma organizacional para sua execução e sua revisão sistemática e permanente.

3 DECRETO Nº 27 576 DE 11/11/87 COMENTÁRIOS

O Decreto que originou o Plano Estadual dos Recursos Hídricos de São Paulo teve o mérito de não definir previamente o órgão gestor dos Recursos Hídricos, pois, de uma forma inteligente, criou junto à Secretaria de Obras um Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CRH), integrado por titulares ou representantes de outras Secretarias, com a atribuição de propor junto à citada Secretaria, ao mesmo tempo, a elaboração do Plano e a estruturação do Sistema de Gestão. Ao privilegiar o Secretário de Obras para a presidência do Conselho, indicou, para seu Secretário Executivo, o Superintendente do DAEE, tradicional, experiente e importante órgão de Água e Energia de São Paulo.

Mesmo indicando o DAEE para direção executiva dos estudos técnicos do Plano, o Decreto não pré-estabeleceu nenhum órgão para gestor dos Recursos Hídricos, dando liberdade aos executores do Plano para que, no processo de discussão e participação, o Sistema venha a ser estruturado de forma a mais democrática possível. O Conselho, único órgão previamente definido por ato governamental, funcionou, portanto, como o elemento desencadeador da Política, do Planejamento e da Administração dos Recursos Hídricos. No caso de São Paulo, integram este Conselho os Secretários de Obras, Economia e Planejamento, Meio Ambiente, Negócios Metropolitanos, Agricultura, Saúde, Indústria e Comércio, Transporte, Esporte e Turismo e Ciência e Tecnologia.

O mesmo Decreto estabeleceu os objetivos básicos do Plano, quais sejam:

Balanço Hídrico
Estabelecer normas, diretrizes e procedimentos para os Recursos Hídricos entre Usos e Usuários
Identificar bacias hidrográficas e áreas críticas



Considerar os eventos críticos
Definir as relações entre o aproveitamento e o controle dos Recursos Hídricos, a ordenação espacial e o uso e ocupação do solo
Considerar os aspectos jurídicos, administrativos, econômico-financeiros e político-institucionais

A estruturação do Sistema Estadual de Recursos Hídricos objetiva, de forma geral e sumária, a composição dos órgãos e entidades intervenientes, a coordenação intergovernamental (Federal, Estadual e Municipal), a proposição de mecanismos e instrumentos para execução do Plano e a definição de subsistemas de planejamento, administração, informações, tecnologia e Recursos Humanos. Outro ponto importante, é o que visa definir o modo de participação da sociedade

Finalmente, o Decreto previu o respeito e a compatibilização com planos correlatos e comitês de bacias já existentes

4 A ESTRUTURA INSTITUCIONAL E A ORGANIZAÇÃO DO PLANO

Criado o Conselho, este se reuniu aprovando o seu regimento interno e constituindo o Comitê Coordenador do Plano Estadual dos Recursos Hídricos e do Sistema de Gestão de Recursos Hídricos (CORHI). Aprovou também o Regimento Interno do Comitê, o Plano de Trabalho do Conselho e declarou como crítica a Bacia do Rio Piracicaba

Obedecendo a uma série de etapas dentro da cronologia do Plano, o Comitê reuniu-se para aprovar o Programa de Trabalho Detalhado que contém, dentre outros, os seguintes elementos

- Organograma
- Cronograma
- Organograma com detalhamento das equipes técnicas
- Matriz de órgãos e entidades participantes
- Matriz de órgãos possíveis de participar como conveniados ou convidados
- Módulos do Plano Estadual dos Recursos Hídricos
- Módulos do Sistema Estadual de Gestão de Recursos Hídricos

No âmbito das ações de caráter imediato, o Comitê definiu o grupo técnico da Bacia do Rio Piracicaba, uma vez que esta área foi considerada crítica e prioritária para efeito de implantação do Plano

O Comitê Coordenador do Plano Estadual dos Recursos Hídricos e do Sistema Estadual de Gestão de Recursos Hídricos - CORHI, constituído pela Deliberação nº 02 do CRH, apresenta a composição a seguir

Os demais elementos que compõem a Estrutura do Plano estão apresentados nas figuras 1, 2, 3, 4, 5, 6 e 7

5 O PROGRAMA BÁSICO DE TRABALHO

As atividades desenvolvidas no âmbito do Plano e do Sistema de Gestão compreenderam na primeira etapa os seguintes estudos

- Proposição de Programas prioritários
- Elaboração do Documento preliminar da Política Estadual de Recursos Hídricos
- Elaboração do Diagnóstico preliminar do Plano Estadual dos Recursos Hídricos
- Elaboração do Diagnóstico preliminar do Sistema Estadual de Gestão de Recursos Hídricos

Uma outra providência importante, decorrente do Decreto Estadual, considerou como Modelo Básico para fins de gestão de Recursos Hídricos a Bacia do Rio Piracicaba. Com isto, foram definidos pelo Conselho os programas prioritários do Rio Piracicaba (ver figura 8)

6 OS ESTUDOS COMPLEMENTARES

Numa segunda fase da elaboração do Plano e do Sistema de Gestão, alguns estudos complementares foram propostos

Programas necessários à elaboração do Plano - Conjunto de levantamentos e estudos a serem desenvolvidos em mais três fases: Diagnóstico Complementar, Versão Preliminar do Plano e Plano propriamente dito

Programa necessário à formulação do Sistema - Estudos de mecanismos jurídico-administrativos, econômico-financeiros e político-institucionais indispensáveis à proposição do Sistema de Gestão, também a serem desenvolvidos em três fases análogas à anterior

Programas Prioritários Estaduais - Iniciativas que deverão ser deflagradas imediatamente sem se aguardar a finalização do Plano e a implantação do Sistema. Estes programas são permanentes e se constituem instrumentos de complementação e revisão do próprio Plano e do Sistema. Programas de Apoio - Subsistemas de planejamento, administração, informações, desenvolvimento tecnológico e capacitação de recursos humanos são fundamentais para o suporte do Plano, sua implantação efetiva e para a implantação do próprio Sistema, criando meios para o seu funcionamento eficaz



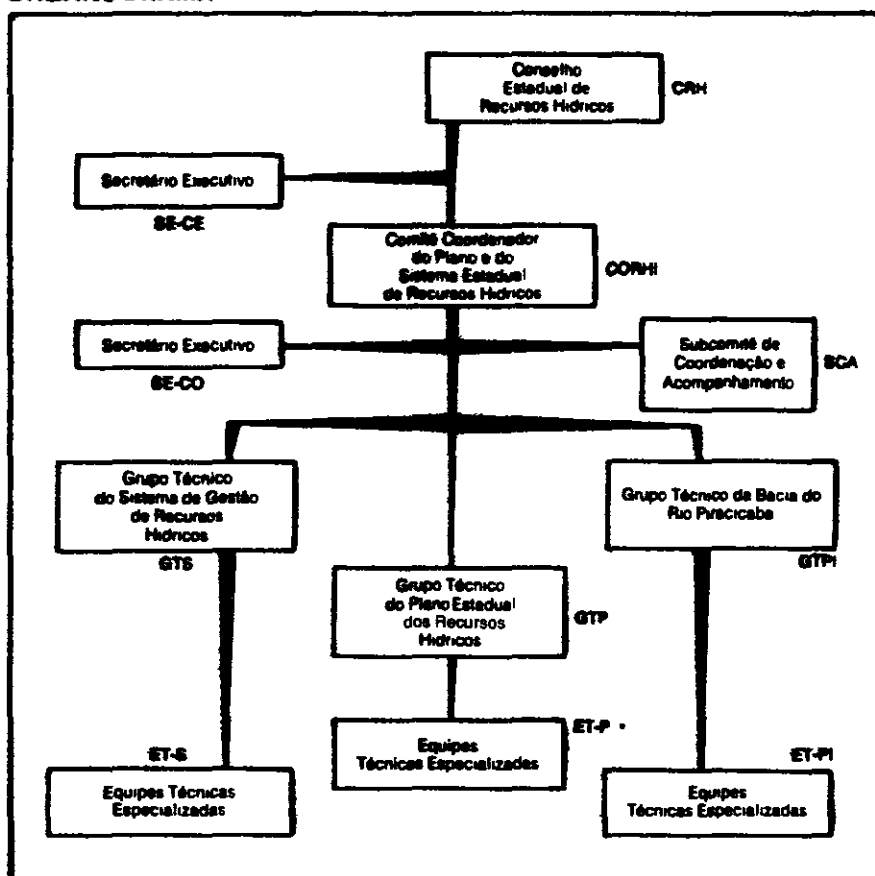
**COMITÊ COORDENADOR DO PLANO ESTADUAL DOS RECURSOS HÍDRICOS
E DO SISTEMA ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS - CORHI**

Secretaria	Órgão ou Entidade
Obras	DAEE - Departamento de Águas e Energia Elétrica CESP - Companhia Energética de São Paulo ELETROPAULO - Eletricidade de São Paulo S A CPFL - Companhia Paulista de Força e Luz SABESP - Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo
Meio Ambiente	CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental CPRN - Coordenadoria e Pesquisa de Recursos Naturais
Negócios	EMPLASA - Empresa Metropolitana de Planejamento da Grande São Paulo
Transportes	DH - Departamento Hidroviário
Economia e Planejamento	
Agricultura	
Saúde	
Indústria e Comércio	
Esportes e Turismo	
Ciência e Tecnologia	

Nota O Presidente do CORHI é o Superintendente do DAEE

FIGURA 1

ORGANOGRAMA



001078



FIGURA 2

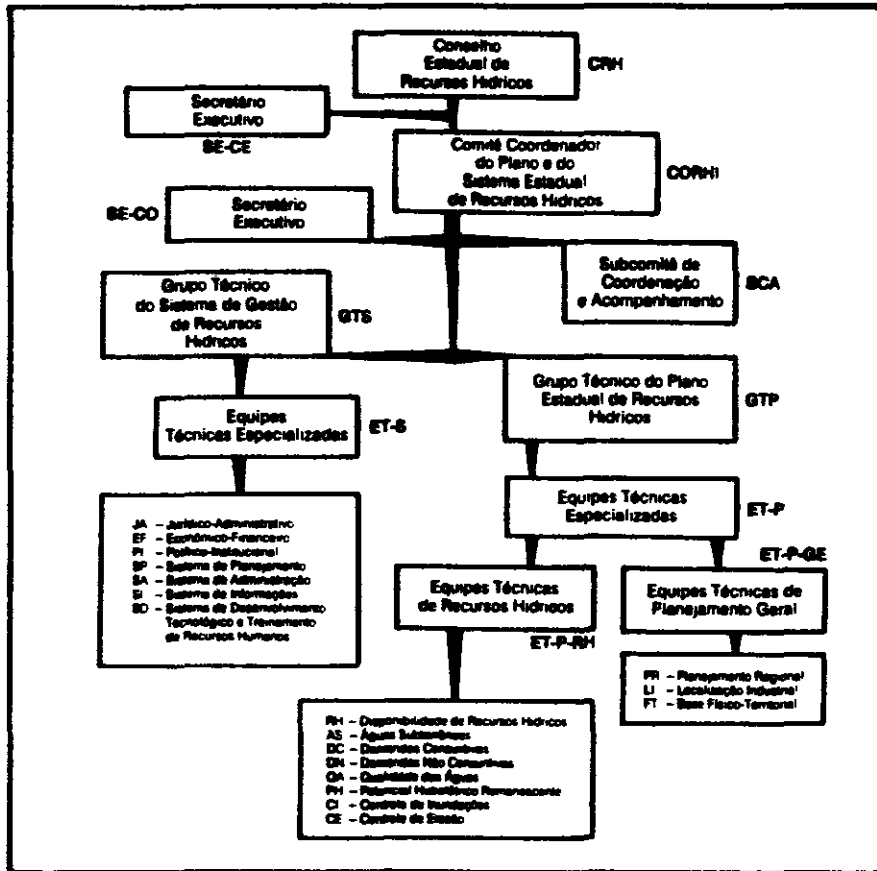
CRONOGRAMA

ITEM	87	1988												1989											
	12	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12
0 PROGRAMA																									
0 1 Geral		PT																							
0 1 Detalhado			PTD																						
1. POLÍTICA																									
1 1 Documento Preliminar						DP																			
1 2 Documento Complementar												DC													
2 PLANO																									
2 1 Diagnóstico Preliminar						DPP																			
2 2 Diagnóstico Complementar												DCP													
2 3 Cenários Alternativos												CAP													
2 4 Divisão Hidrográfica												DHSP													
2 5 Versão Preliminar do Plano																			VPP						
2 6 Plano de Recursos Hídricos																								PERH	
3. SISTEMA DE GESTÃO																									
3 1. Diagnóstico Preliminar						DPS																			
3 2 Diagnóstico Complementar												DCS													
3 3 Sistemas Alternativos												SA													
3 4 Anteprojeto do Sistema																			AS						
3 5*Projeto do Sistema																								PS	
4. PLANOS E PROGRAMAS PRIORITÁRIOS																									
4 1 Bacias Hidrográficas Críticas						BHC																			
4 1 1 Estudos de Viabilidade												EVB													
4 1 2 Programação Executiva													PEB												
4 2 Programas Prioritários						PPR																			
4 2 1 Estudos de Viabilidade												EVP													
4.2.2 Programação Executiva													PEP												
5 EVENTOS																									
5 1 Reuniões do CORHI																									
5 2 Reuniões do CRH																									



FIGURA 3

ORGANOGRAMA DETALHADO



000080

FIGURA

MATRIZ DE ÓRGÃOS E ENTIDADES PARTICIPANTES

Órgão ou Entidade	CRH	CORH	SCA	GTS	GTP	ET-Sistema				ET-P-Recursos Hídricos				ET-P-GE		
						JAEF	PI	PA	BS	SO	MA	DA	PN	DC	DN	CI
SECRETARIAS																
1 Obras																
2 Economia e Planejamento																
3 Meio Ambiente																
4 Negócios Metropolitanos																
5 Agricultura																
6 Saúde																
7 Indústria e Comércio																
8 Transportes																
9 Esportes e Turismo																
10 Ciência e Tecnologia																
COORDENADORIAS, AUTARQUIAS E EMPRESAS																
1 Da Secretaria de Obras																
1.1 DAEE																
1.2 CESP																
1.3 ELETROPALCO																
1.4 CPFL																
1.5 SABESP																
2 Da Secret. do Meio Ambiente																
2.1 CETESB																
2.2 CPRM																
3 Da Secret. dos Neg. Metrop.																
3.1 EMLASA																
4 Da Secret. dos Transportes																
4.1 DH																
Representantes de Secretarias																
5 Economia e Planejamento																
6 Agricultura																
7 Saúde																
8 Indústria e Comércio																
9 Esportes e Turismo																
10 Ciência e Tecnologia																

- PRESIDÊNCIA
- COORDENADOR
- MEMBRO BASICO
- MEMBRO INTERVENIENTE

FIGURA 5

MATRIZ DE ÓRGÃOS CONVENIADOS OU CONVIDADOS

Órgão Conveniado/Contratado	CRM	CORHI	SCA	GTS	GTP	ET-Sistema					ET-P-Recursos Hídricos					ET-P-GE		
						JAEF	PI	SPSA	ISI	SDR	IASO	APH	DC	DN	CI	CE	PR	LI
1 Secr de Economia e Planej																		
11 SEADE																		
2 Secr Assuntos Fundiários																		
21 TERRAFOTO																		
3 Secr da Fazenda																		
31 PRODESP																		
4 Secr dos Neg Metropolit																		
41 METRÔ																		
5 Sec da Agricultura																		
51 IAC																		
52 CODASP																		
53 CATI																		
6 Sec da Ind e Comércio																		
61 CEDESP																		
7 Sec de Esportes e Turismo																		
71 FLUMEST																		
8 Sec de Ciência e Tecnolog																		
81 IPT																		
82 FAPESP																		
83 FUNDAP																		
84 Universidade de São Paulo																		
841 EPUSP																		
842 FSP																		
843 FEA																		
85 UNESF																		
86 UNICAMP																		
9 Sec do Meio Ambiente																		
91 IG																		
10 Pref Munic de São Paulo																		

■ CONVENIADO
□ CONVIDADO



FIGURA 6

SISTEMA ESTADUAL DE GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS

Discriminação das atividades
Levantamento dos órgãos e entidades intervenientes
Levantamento da legislação aplicável
Levantamento dos mecanismos existentes de coordenação interinstitucional
Levantamento dos mecanismos existentes de coordenação intergovernamental
Estudos de mecanismos e instrumentos jurídico-administrativos econômico-financeiros e político-institucionais de gestão de recursos hídricos
Proposição de modelos de gestão de recursos hídricos
Proposição de modelos dos sistemas associados de planejamento administração informações e capacitação de recursos humanos
Proposição de forma de participação da sociedade civil no estabelecimento de política e diretrizes

PLANO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS

Módulo	Discriminação de Atividades
Módulo 1 Caracterização física e sócio-econômica das bacias hidrográficas	Demografia Economia Infra-estrutura regional Uso e ocupação do solo Aspectos sociais e culturais Áreas homogêneas sob o ponto de vista sócio-econômico
Módulo 2 Disponibilidades hídricas	Levantamento das disponibilidades hídricas superficiais Levantamento das disponibilidades hídricas subterrâneas Qualidade das águas superficiais Levantamento do potencial hidrelétrico remanescente
Módulo 3 Uso e controle dos recursos hídricos	Usos consuntivos abastecimento urbano rural industrial piscicultura e irrigação Usos não consuntivos energia elétrica navegação fluvial pesca recreação e turismo, assimilação e transporte de esgotos e usos ecológicos Controle de poluição de enchentes e erosão urbana e rural
Módulo 4 Balanço disponibilidade e demanda	Ratios dos recursos hídricos entre usos e usuários Requisitos de qualidade Requisitos dos usos não consuntivos Condicionantes de controle de cheias Recursos hídricos compartilhados com outros Estados
Módulo 5 Programas recomendados	Caracterização Custos Fontes e usos de recursos Priorização de investimentos

FIGURA 7

GRUPO TÉCNICO DA BACIA DO PIRACICABA-GTPI

Órgão ou Entidade	Equipes Técnicas Especializadas do Piracicaba					
	ET-SB (a)	ET-AH (b)	ET-MI (c)	ET-EI (d+e)	ET-LA	ET-IR (f)
1 Da Secretaria de Obras						
1.1 DAEE						
1.2 CESP						
1.3 CPFL						
1.4 SABESP						
2 Da Sec do Meio Ambiente						
2.1 CETESB						
3 Da Sec dos Neg Metropol						
3.1 EMPLASA						
4 Da Sec dos Transportes						
4.1 DH						
5 Da Sec de Ciência e Tecnol						
5.1 FUNDAP						
6 Secretaria da Agricultura						
7 Sec da Indus e Comércio						
8 Sec da Saúde						

- COORDENADOR
- I MEMBRO BÁSICO
- MEMBRO INTERVENIENTE

- Trabalhos prioritários a serem desenvolvidos até 02/05/88
- (a) Tratamento de efluentes urbanos critérios de priorização municipais a serem atendidos e custos
 - (b) Regularização de vazões a jusante do Sistema Cantareira potenciais hídricos e energéticos remanescentes viabilidade técnica e custos
 - (c) Mecanismos institucionais distribuição de atribuições e responsabilidades
 - (d) Tratamento de efluentes industriais metas para a redução de cargas poluidoras critérios de localização industrial e de licenciamento
 - (e) APA - Área de proteção ambiental objeto do Decreto 26.882 de 11/03/87 necessidade de regulamentação técnica
 - (f) Disciplinamento da irrigação zoneamento agrícola distritos de irrigação métodos critérios para crédito agrícola e financiamento de equipamentos etc

Equipes técnicas especializadas do Piracicaba
 ET-SB Saneamento Básico
 ET-AH Aproveitamento Hidráulico
 ET-MI Mecanismos Institucionais

ET-EI Efluentes Industriais
 ET-LA Legislação Ambiental
 ET-IR Irrigação



CARACTERIZAÇÃO DOS PROGRAMAS PRIORITÁRIOS PERMANENTES

TÍTULO	OBJETIVOS
Renovação da rede hidrológica	<ul style="list-style-type: none">.revisão da rede hidrológica;.utilização de técnicas recentes de obtenção de dados;.atualização de métodos de análise e processamento de dados;.implantação de processos mais rápidos de difusão de informações tendo em vista a gestão de recursos hídricos;.sistemas de alerta em face de eventos críticos;.divulgação de anuário sobre a situação de recursos hídricos.
Inventário e cadastramento de poços profundos	<ul style="list-style-type: none">.cadastramento de poços com base na Lei nº 6.134/88;.identificação de áreas críticas de exploração e vulnerabilidade à poluição tendo em vista ações de controle e proteção dos aquíferos.
Inventário de áreas inundáveis medidas não-estruturais de combate a inundações	<ul style="list-style-type: none">.levantamento da ocorrência de e estudo de inundações;.estabelecimento de zoneamento e outras medidas não-estruturais de combate a inundações em áreas potencialmente críticas;.proposição de programas emergenciais em áreas críticas.
Diagnóstico, diretrizes, medidas preventivas e tecnologia para combate à erosão	<ul style="list-style-type: none">.levantamento de áreas vulneráveis à erosão;.estudo de medidas preventivas com definição de tecnologias apropriadas e de baixo custo para recuperação de áreas degradadas.
Mecanismos de coordenação de programas existentes referendados florestal, reflorestamento e recomposição vegetação	<ul style="list-style-type: none">.promoção do reflorestamento com base no Art.2º do Código Florestal, nas encostas e nos topos dos morros;.promoção da recomposição da vegetação da ciliar tendo em vista o combate ao assoreamento e proteção das margens de cursos de águas e reservatórios.

Como foi dito anteriormente, apresenta-se a seguir, o modelo de Matriz de Participação de diversos Órgãos e Entidades de São Paulo (ver figura 9)

7 PRIMEIROS DOCUMENTOS DE DIAGNÓSTICOS

Sendo o Estado de São Paulo a mais desenvolvida unidade da nossa federação, seria inconcebível a questão da água não apresentar ali uma situação bem especial, pois, se ao mesmo tempo ela é um reflexo dos problemas nacionais-, portanto até certo ponto, análogo aos demais Estados- é, também em São Paulo, onde o agravamento dos conflitos, em função dos múltiplos usos, põe em risco até a saúde pública, o desenvolvimento econômico e o bem-estar social das comunidades. Duas grandes questões também ali foram diagnosticadas

a questão técnico-administrativa da disponibilidade quantitativa e qualitativa, a questão sócio-política das reivindicações de municípios, empresas e sociedade em geral. A fonte deste problema é fundamentalmente a questão institucional da água

O Diagnóstico sugere que uma proposta para implantação de um Sistema de Gestão deve procurar atender duas questões o estudo da distribuição da água, do ponto de vista quantitativo e qualitativo, para finalidades múltiplas atuais e futuras, e o lado institucional, que significa as estruturas organizacionais das políticas e dos programas adequados para assegurar tal utilização. Ainda sobre a questão institucional da água, o documento considera que o poder público se organizou, ao longo



FIGURA 8

Programas da Bacia do Paraíba: Atribuição de responsabilidades.

Órgão ou entidade	BT-PI	PROGRAMAS PRIORITÁRIOS							PROGRAMAS ADICIONAIS**				Formas de participação	
		EU	BR	MH	CP	RE	AM	ZH	VH	UR	RA	PC		
S Obras														
DAEE														
CESP														
ELETROPAULO														
CPFL														
SABESP														
S Meio Ambiente														
CETESB														
CPRM														
S Neg Metropolitanos														
EMPLASA														
S Transportes														
DH														
Secretarias														
Econ Planejamento														
Agricultura														
Saude														
Indust Comércio														
Esp e Turismo														
Cien e Tecnologia														

* Com assistência de SABESP mediante convênio sob orientação de secretaria de Obras
 ** A serem estudados pelo GTP!

Formas de participação

- Orientação
- Coordenação
- Básico
- Interviente

Num Siglas dos Programas

- 1 EU - Tratamento de Esgotos Urbanos
- 2 BR - Barragens Regularizadoras
- 3 MH - Monitoramento Hidrológico
- 4 CP - Controle de Poluição
- 5 RE - Reclamações e Emergências
- 6 AM - Assistência aos Municípios
- 7 ZH - Zoneamento Hidroagrícola
- 8 VH - Combate a Doenças de Veiculação Hídrica
- 9 UR - Uso Recreativo dos Recursos Hídricos
- 10 RA - Racionalização do Uso da Água
- 11 RF - Reflorestamento Ciliar

FIGURA 9

PROGRAMAS PRIORITARIOS PERMANENTES
Matriz de Participação de Órgãos e Entidades
 (Deliberação CORHI 688)

Órgãos e Entidades	RH	DP	AI	DE	PC
Secretaria de Obras					
DAEE					
CESP					
ELETROPAULO					
CPFL					
SABESP					
Secretaria do Meio Ambiente					
CETESB					
CPRM					
Instituto Geológico					
Secretaria dos Negócios Metropolitanos					
EMPLASA					
Secretaria dos Transportes					
Departamento Hidroviário					
Secretaria da Agricultura					
Instituto Agronômico IAC					
Secretaria de Ciência e Tecnologia					
FUNDAP					
IFT					
Secretaria de Economia e Planejamento					
Coordenadoria de Ação Regional					
Instituto Geográfico e Cartográfico					
SEADE					
Secretaria da Saúde					
Secretaria da Indústria e Comércio					
Secretaria de Esportes e Turismo					

Programas

- RH - Resposta de Risco Hidrológico
- DP - Despoluição de Partículas de Poças
- AI - Assessoria de Águas Interiores
- DE - Despoluição e Emergência de Esgoto à Bacia
- PC - Reflorestamento e Recuperação de Vegetação Ciliar

Forma de Participação

- Orientação Superior
- Coordenação Regional
- Básico
- Membro Titular
- Membro Interventor

000085



Jo tempo, para disciplinar, autorizar e promover a utilização dos recursos hídricos, sob diversas modalidades, inexistindo uma ação sistemática e integrada, e que sempre prevaleceu uma preocupação setorizada e unidimensional do uso da água. As agências públicas não constituem, a rigor, um sistema de gerenciamento, mas um campo institucional repleto de conflitos e antagonismos entre objetivos, critérios, decisões e iniciativas. Governo Federal, Estado e Município tomam decisões sem qualquer compatibilização entre os setores responsáveis por cada programa hídrico. O sistema de gestão visa, exatamente, substituir estas realidades disfuncionais por uma nova atitude, integrativa e múltipla, de gerenciamento de Recursos Hídricos.

O diagnóstico aponta ainda alguns condicionantes e problemas para a definição de um sistema integrado de gerenciamento de Recursos Hídricos, tais como

elevada centralização de gestão de Recursos Hídricos no Brasil, inibindo a liberdade de ação na esfera estadual, inadequação da máquina administrativa, resistente a mudar uma filosofia de atuação setorizada, centralizada e de pouca ou nula participação comunitária, inexistência de um planejamento sistemático de uso do solo, que é um determinante capital da qualidade de gerenciamento da água, exaustão do modelo econômico-financeiro do setor de aproveitamento de Recursos Hídricos, exigindo o desenho de novos mecanismos para o financiamento da implantação de um efetivo sistema integrado de gerenciamento de Recursos Hídricos.

8 A POLÍTICA ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS

O gesto governamental, de propor mediante decreto uma Política para os Recursos Hídricos do Estado, por si só já implica em procurar promover e induzir a mudança do quadro institucional e operacional relativo ao uso da água em território paulista. Em termos gerais, tal política busca sobretudo compatibilizar a ação humana com a dinâmica do ciclo hidrológico do Estado, contemplando alguns princípios considerados fundamentais, bem como alguns outros relacionados ao aproveitamento, proteção, conservação, controle e gestão de Recursos Hídricos.

8.1 Princípios Fundamentais

A água é essencial em praticamente todas as atividades da vida humana e é fator de equilíbrio dos ecossistemas.

Não há como dissociar o ciclo hidrológico. Águas superficiais e subterrâneas são o mesmo recurso, assim como quantidade e qualidade. Quantidade e energia são categorias indivisíveis.

Apesar de renovável, a água deve ser tratada como um recurso natural, finito, e como tal, administrada com cautela e parcimônia.

A água é um bem escasso, pelo menos temporária e localizadamente. Como tal, tem valor econômico e, portanto, sua utilização tem um preço.

A água é um bem do patrimônio público. Sua utilização (excluídas as necessidades básicas da vida humana) deve ser objeto de outorga do poder público.

Inundações, assoreamento e poluição não afetam apenas quem os causam; assim, devem ser controlados, evitados ou combatidos por atingirem a saúde e a segurança públicas e por gerarem danos econômicos e sociais de natureza geral.

8.2 Princípios de Aproveitamento

Estabelecem como prioridade o suprimento de água potável à população, o que, conseqüentemente, condiciona todos os demais usos.

A multiplicidade é a categoria fundamental a ser observada (o aproveitamento hídrico deve levar em consideração a multiplicidade dos usuários atuais e potenciais e procurar atendê-los de maneira equitativa e racional).

O estímulo à multiplicidade do uso dos reservatórios.

A participação múltipla no custeio das obras de aproveitamento hídrico.

A manutenção da água em qualidade compatível com os usos preponderantes.

8.3 Princípios de Controle

A política estadual ainda estabelece medidas preventivas diretas e indiretas de proteção, através do planejamento e controle do uso do solo, da localização das atividades econômicas, do adequado manejo do solo rural, do tratamento dos efluentes e do controle da capacidade de absorção do sistema natural. Coerente com o princípio fundamental da individualidade dos recursos hídricos, ela preconiza a adoção de medidas de proteção também para as águas subterrâneas.

Em capítulo subsequente serão comentados os princípios básicos que comporão o último estágio da Política de Recursos Hídricos, que é o modelo de gestão.



9 A ESTRATÉGIA PARA A IMPLANTAÇÃO DA POLÍTICA DE RECURSOS HÍDRICOS E DO SISTEMA DE GERENCIAMENTO

A implantação efetiva da Política de Recursos Hídricos e de seus correspondentes programáticos (Plano Estadual dos Recursos Hídricos) e institucionais (Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos) depende da condução de um processo estratégico, no qual certos elementos políticos, institucionais e financeiros sejam assegurados. Este processo deve apoiar-se em alguns pontos básicos:

a valorização da Política das Águas na agenda governamental. Os resultados efetivos da gestão integrada dos Recursos Hídricos tem uma relação direta com o grau de prestígio que a questão das águas venha a despertar nos níveis de decisão da administração estadual, a consolidação jurídica do sistema. Isto significa aproveitar o momento constitucional que está vivendo o país no campo das leis complementares, constituição estadual, lei orgânica dos municípios, etc., de modo a que os princípios fundamentais da Política de Águas sejam contemplados na legislação. Do mesmo modo o processo legislativo deverá incorporar os elementos institucionais e financeiros do modelo de gestão de Recursos Hídricos. Ainda sobre o assunto, é importante o estabelecimento de condições de sustentação do sistema, mediante a consolidação do modelo econômico-financeiro no texto jurídico, definindo as condições de cobrança, taxas, tarifas e multas. Finalmente, a adoção de uma área-piloto seria um ponto de apoio estratégico para um teste experimental da nova Política, viabilização dos elementos econômicos e financeiros do sistema. Esta questão tem como base o reconhecimento do valor econômico da água, estabelecendo um novo modelo de cobrança do uso da água, como as funções captação e transporte de efluente do sistema de esgoto. A necessidade deste novo ônus, que dependerá de autorização do legislativo, justifica-se em face da exaustão dos atuais sistemas de financiamento, baseados na exploração de Recursos Hídricos para saneamento básico e energia. Tratando-se de medida inovadora, é importante o aprofundamento dos estudos a seu respeito e a negociação política de sua adoção.

10 OS RECURSOS HÍDRICOS NA CONSTITUIÇÃO PAULISTA

A Constituição Paulista contemplou a questão da água com um capítulo "Dos Recursos Hídricos", estabelecendo as bases de Administração destes Recursos mediante a implantação de um

Sistema de Gestão, para servir como elo de ligação com o sistema nacional previsto no art. 21, XIX da Constituição, e, ao mesmo tempo, propiciar ao Poder Público um instrumento de controle da quantidade e qualidade da água, permitindo, inclusive, a compatibilização dos seus múltiplos usos. Estabeleceu também a lei como instrumento do Poder Executivo. Privilegiou o abastecimento às populações como uso prioritário. Fixou normas e princípios mínimos para as municipalidades, determinando disposições gerais, a serem obedecidas no âmbito da lei orgânica de cada município, sobre uso, conservação, proteção e controle das águas superficiais e subterrâneas.

A Constituição prevê a cobrança pela utilização da água respeitando a condição local, na forma da lei, e ainda definindo prioridades na aplicação dos fundos de origem hídrica para obras hidráulicas. Sobre o mesmo tema, a legislação preconizou a participação do Estado e do Município na exploração de recursos hídricos.

O texto constitucional estabelece o condicionamento do uso da água mediante ato de outorga do poder público estadual, inclusive na sua qualidade e quantidade.

Finalmente, estabelece uma forte medida de controle da poluição em relação ao esgoto urbano e industrial, refletindo uma situação típica da realidade paulista.

11 IDÉIA PAULISTA DO MODELO DE GESTÃO

A viabilização dos postulados programáticos, contidos no Plano Estadual dos Recursos Hídricos, somente será possível mediante a implantação de um Sistema Estadual de Gestão de Recursos Hídricos. Para tanto, em função dos princípios fundamentais de aproveitamento e controle da Política Estadual de Águas, resultaram os princípios básicos para alternativas organizacionais e as atribuições do Sistema de Gestão.

11.1 Princípios Básicos

A unidade geográfica de gerenciamento deve ser a bacia hidrográfica.

O Sistema de Gestão deve observar a autonomia dos órgãos e entidades públicas intervenientes e usuários de recursos hídricos.

O interesse coletivo deve prevalecer sobre o interesse particular ou setorial.

O Sistema de Gestão deve ser descentralizado e particularizado, promovendo a articulação de objetivos.

11.2 Atribuições

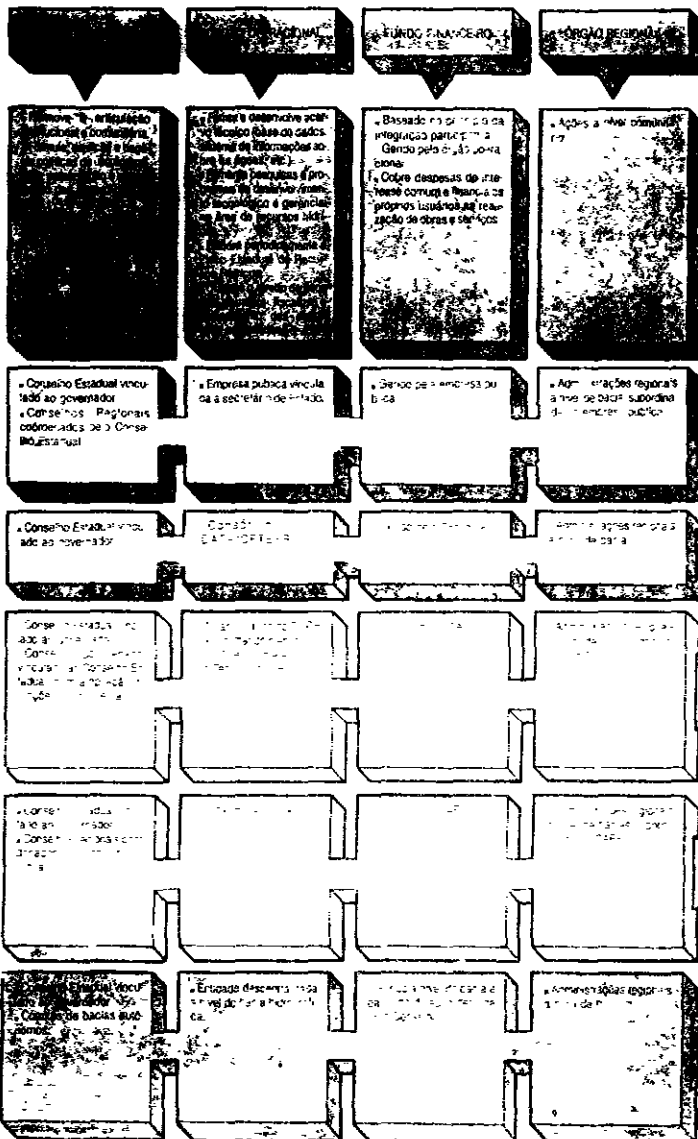
Formulação do Plano Estadual dos Recursos Hídricos.

Aproximação entre o Poder Público e a sociedade civil.

A conscientização da população.

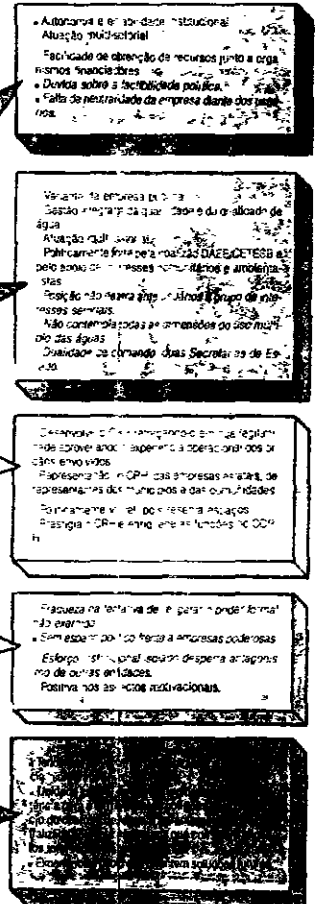
Estado de São Paulo
Sistema Estadual
de Gestão
de Recursos Hídricos

Elementos Comuns ao Modelo de Gestão



Alternativas Preliminares

AVALIAÇÃO DOS MODELOS



000088



Definição dos mecanismos e critérios de outorga

Mecanismos e critérios de cobrança do uso de recursos hídricos

12 CONSIDERAÇÕES FINAIS E CONCLUSÕES

Em relação à proposta paulista de gestão de Recursos Hídricos, algumas observações poderão contribuir para o modelo de Plano e Gestão das Águas, que ora se configura no Ceará

a origem do Plano Paulista decorreu de uma decisão governamental a nível de Decreto, o que caracterizou um prestígio do estudo na agenda do governo de São Paulo,

o Decreto não determinou nenhum setor específico do Estado, a nível de primeiro escalão, para dirigir o Plano, mas criou um *colegiado representativo dos diversos órgãos*, para que desta estrutura multiparticipativa, multi-institucional, multissetorial e, portanto, mais democrática, fosse definido um Comitê coordenador para elaboração e acompanhamento do Plano Estadual. Este aspecto é importante, visto que um Plano desta natureza não pode ser produto só de um órgão, de uma comissão setorializada ou de uma empresa especializada, o órgão colegiado criado em São Paulo é tão-somente de representantes estaduais, cabendo a articulação na esfera federal ser definida mediante determinação do Sistema Nacional,

o Plano de São Paulo prevê uma bacia para teste do modelo de gestão, considerada mediante decreto como *crítica e prioritária para efeito de implantação do Plano e da gestão das águas*,

os Recursos Hídricos foram contemplados na Constituição Paulista com uma seção, *merecendo dos legisladores o acatamento da quase totalidade das sugestões*, contidas nas propostas da ABES, ABRH, ABAS e ABID,

sobre lançamento de esgotos em qualquer *corpo d'água*, o texto constitucional foi bastante forte, quando diz que "fica vedado o lançamento de efluentes urbanos e industriais, sem o devido tratamento".

no caso do estudo que está sendo desenvolvido em São Paulo, o Plano tem apenas conteúdo programático e corresponde aos estudos e levantamentos que determinaram a situação da água no Estado de forma quantitativa e qualitativa (Blocos 1 e 2 da proposta da SRH-Ce), enquanto que o Sistema de Gestão, outro segmento do Projeto Paulista, de conteúdo institucional, refere-se ao

gerenciamento de Recursos Hídricos (Bloco 3 da Proposta da SRH-CE)

no caso paulista, onde saneamento e energia pesam na balança hídrica, há um forte predomínio do lado *preservacionista das águas*, em função do controle da poluição exercido pelo CETESA, órgão com experiência, autoridade, credibilidade e de conhecimento público. Por outro lado, o DAEE, com acentuado enfoque energético, é uma entidade com tradição e experiência na área. Estas instituições, pelas suas características técnico-administrativas, podem, com facilidade e objetividade, compor um sistema de gestão para São Paulo. No caso local, este tipo de instituição inexistente no âmbito estadual. No Nordeste, sempre a presença federal no campo de Recursos Hídricos foi marcante, inibindo a iniciativa estadual. Este fato explica até certo ponto a dificuldade que se tem para implantar um efetivo sistema de gestão.

ESTUDOS DE BASE - HIDROCLIMATOLOGIA

A. BACIA DO JAGUARIBE

**Documento Elaborado pela Empresa SIRAC
- Serviços Integrados de Assessoria e
Consultoria Ltda.**

000090

PARTE VII - HIDROCLIMATOLOGIA

A. BACIA DO JAGUARIBE

1 INTRODUÇÃO

Os Recursos Hídricos constituem um patrimônio público de imensurável valor para o progresso de qualquer região e em especial para o Nordeste do país, face aos longos períodos de aridez que, periodicamente, nele se estabelecem e inibem o desenvolvimento dos meios de produção, afetando, conseqüentemente, a qualidade de vida das populações que habitam o "Polígono das Secas"

Por outro lado, nestas mesmas áreas, enchentes periódicas, associadas ao uso indevido do solo, acentuam ainda mais os prejuízos econômicos e traumas sociais

O regime hidrológico das bacias que compõem o Estado é bastante crítico, já que depende de um regime pluviométrico irregular, tanto a nível mensal quanto anual, da natureza geológica das rochas que é na sua grande maioria cristalina e de um clima megatérmico de alto poder evaporante

A integração dos fatores físico-climáticos supracitados são diretamente responsáveis pelas características extremas do escoamento, ora se evidenciando cheias de grandes proporções, contraopondo-se a períodos de longa escassez

O Estado do Ceará, para desenvolver os seus setores estratégicos prioritários-agropecuário, energético e industrial, necessita de um planejamento global de utilização dos recursos hídricos, que mantenha um equilíbrio dinâmico do balanço demanda versus disponibilidades, impedindo, assim, que a água venha a ser um fator limitante ao desenvolvimento econômico e social

Consciente da situação, o Governo do Estado do Ceará, em atendimento a uma das metas fundamentais de seu programa, decidiu elaborar, da forma mais apropriada, um plano de recursos hídricos para o Estado

São três as etapas de desenvolvimento do Plano, sendo a primeira chamada de Diagnóstico da Situação Atual, seguida dos Estudos de Base, e na terceira etapa são realizados os Estudos de Planejamento

Buscou-se, durante a 1ª etapa, como diz o próprio nome, realizar um diagnóstico o mais completo possível sobre o nível de conhecimento e organização do setor hídrico do Estado

Na 2ª etapa, que compreende os estudos de Hidroclimatologia, objeto do presente Relatório e Hidrogeologia, abordado na Parte VIII, são desenvolvidos os estudos necessários a determinar os elementos e fatores que servirão de subsídios à etapa seguinte, de planejamento

Na 3ª etapa são concebidos, com relação aos aspectos técnicos, os principais elementos da infra-estrutura hídrica adequada

Especificamente serão definidos os seguintes pontos

- zoneamento e disciplinamento do uso d'água,
- concepção das alternativas de infra-estrutura hídrica,
- seleção da infra-estrutura adequada

Os espaços físicos a serem abordados pelo PERH foram divididos, em uma primeira fase, nos seguintes

- BHP - bacias hidrográficas principais,
- BH - bacias hidrográficas mais importantes de cada principal,
- SBH - sub-bacias hidrográficas dos maiores afluentes do rio principal de cada BH,
- BHB - bacias contribuintes dos açudes considerados grandes, com capacidade acima de 10 hm³, e poder de regularização anual

O Banco de Dados do PERH conterà dados, informações e resultados obtidos para futura utilização no próprio Plano ou em outros estudos de interesse da SRH

Pleiteia-se com os Estudos de Base aplicar metodologias aos dados e informações colhidos por ocasião do Relatório do Diagnóstico, a fim de se produzirem parâmetros que quantifiquem as principais características hidrológicas dos mananciais de água do Estado

O presente Relatório - Hidroclimatologia, é composto de sete capítulos, onde se abordam os seguintes temas

- a caracterização do regime pluviométrico e clima,
- a definição de zonas hidrológicas homogêneas,
- a quantificação dos deflúvios das bacias,
- a quantificação das demandas por unidade de análise,
- a avaliação das disponibilidades hídricas,
- os estudos de inundações e secas

Neste primeiro capítulo são mostrados os objetivos e abrangências do PERH, além de situá-lo no contexto espacial

O segundo capítulo trata de caracterizar os diferentes meteoros da bacia, dando ênfase especial à pluviometria. O produto da análise deste estudo resulta na classificação climática de toda a área drenada pelo Rio Jaguaribe

No terceiro capítulo são definidas, a partir das áreas físico-climáticas semelhantes, as Zonas



Hidrológicas Homogêneas A metodologia utilizada é puramente qualitativa, já que consta exclusivamente de uma síntese cartográfica

No capítulo de número quatro são estimadas, a partir do modelo chuva x deflúvio - MODHAC, as potencialidades dos Recursos Hídricos de cada uma das unidades hidrológicas da bacia

As demandas de água serão apresentadas para cada unidade municipal, distribuídas entre rural, urbana, industrial e para irrigação, no capítulo de número cinco

O sexto capítulo mostra a simulação de operação dos reservatórios e suas respectivas curvas de garantia versus vazão regularizável. Os açudes de pequeno e médio porte tiveram suas disponibilidades analisadas com base nos seus elementos geométricos

No último capítulo são estudados, para diversos períodos de recorrência, os níveis alcançados pelas cheias nos pontos críticos da bacia, e, por outro lado, é mostrado, para cada unidade municipal, o índice de aridez respectivo

Conforme foi estabelecido anteriormente, a divisão de bacias adotada pelo PERH é aproximadamente a mesma utilizada pelo PEI - Plano Estadual de Irrigação (SRH-CE, 1988), onde os 148 016 km² de área do Ceará foram divididos em 11 unidades hidrográficas

O Bloco 1 do Plano, ora objeto de estudo, abrange toda a Bacia do Jaguaribe, com 75 966 km² de área, e corresponde a quase 50 % do total do Estado

O mapa da figura 1.1 apresenta um esquema figurativo de abrangência da área do estudo

2 CARACTERIZAÇÃO DO REGIME PLUVIOMÉTRICO E CLIMA

2.1 Generalidades

As chuvas do Nordeste do Brasil apresentam, de maneira geral, uma variabilidade espacial e temporal muito acentuada, para períodos diário, mensal, estacional e anual. No Estado do Ceará, em particular, essa variabilidade se faz sentir com muita frequência, trazendo consequências constrangedoras nas áreas de âmbito sócio-econômico desta região. O problema, dado à sua magnitude, tem sido alvo de constante preocupação dos órgãos governamentais e assunto de grande interesse na comunidade científica nacional e internacional. A análise precisa desse evento oferece uma contribuição indispensável às áreas que têm o recurso hídrico como demanda principal, ou como a fonte de sobrevivência de atividades urbana e rural

A Bacia do Rio Jaguaribe representa aproximadamente 50% da área do Ceará e, portanto,

sujeita à mesma variabilidade que apresenta a distribuição da precipitação

Os dados de precipitação usados para análise da distribuição da chuva na Bacia do Rio Jaguaribe foram adquiridos nos arquivos do Banco de Dados da SUDENE e as falhas existentes nas séries mensais preenchidas pelo "Método do Vetor Regional" (Hiez e Rancan, 1983). Selecionaram-se os postos de forma a se ter um período homogêneo (1939 a 1988), a fim de que a análise apresente uma configuração a mais realista possível. As isoietas foram traçadas de forma a se conservar um espaçamento uniforme de 100 mm entre isoietas até a lâmina de 800 mm, e de 200 mm a partir deste valor

Além da precipitação, consta neste enfoque climático uma análise geral dos parâmetros observados em 11 estações meteorológicas distribuídas ao longo da Bacia. Os dados das estações foram adquiridos junto ao INEMET - Instituto Nacional de Meteorologia, na forma de médias mensais, para os períodos especificados no quadro 2.1 de localização das estações, mostrado a seguir

Apesar da heterogeneidade dos períodos de observação, mostrada no quadro 2.1, consideram-se representativas aquelas séries que apresentam uma certa estabilidade na sua distribuição temporal, a exemplo da temperatura

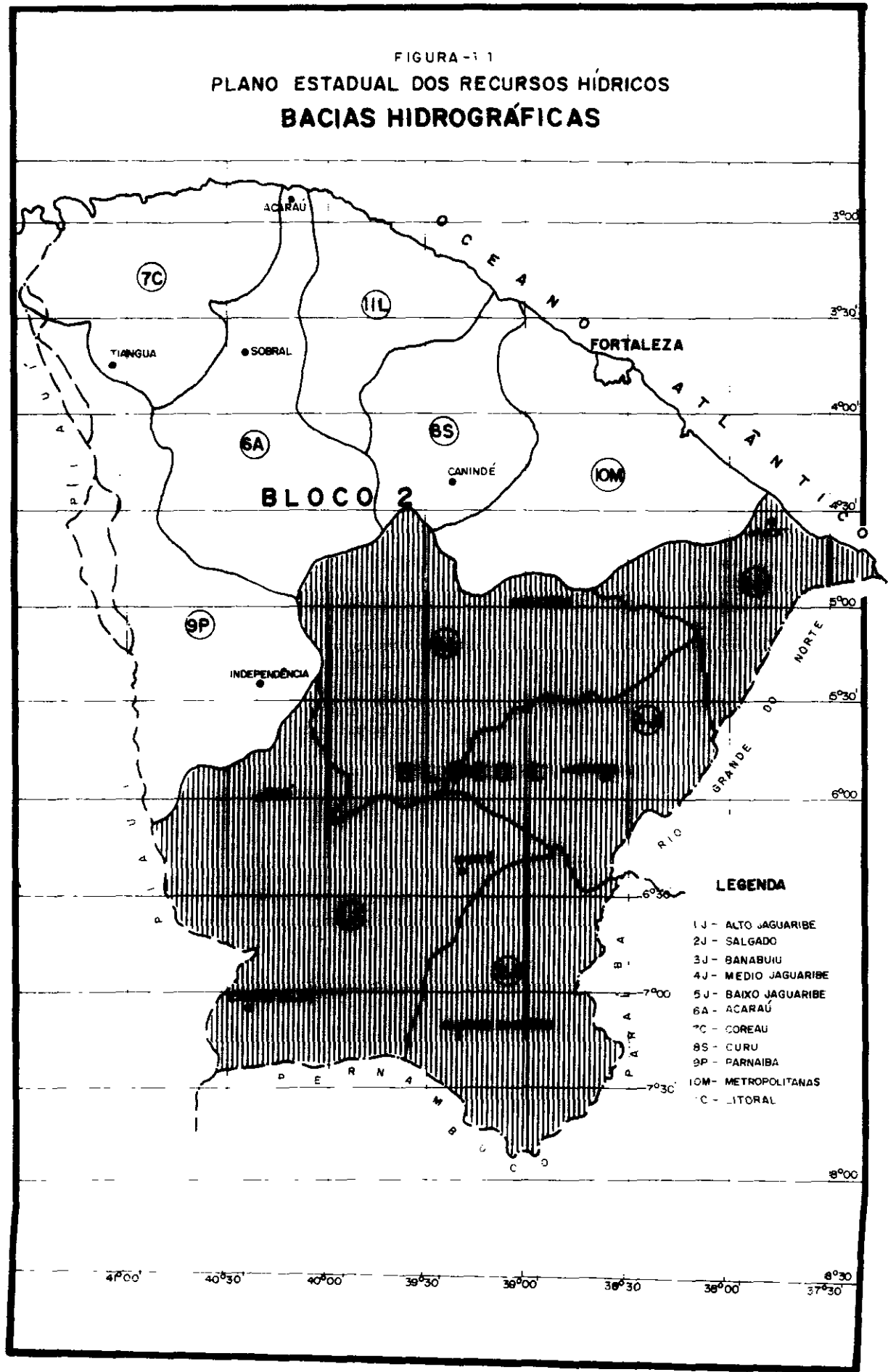
2.2 Aspectos Sinóticos e Dinâmicos da Atmosfera

O conhecimento dos aspectos sinóticos e dinâmicos da atmosfera que tenham influência direta ou indireta no estado do tempo e do clima no Nordeste do Brasil, e no Ceará em particular, tem sido um desafio constante no meio científico. Um dos problemas relevantes é o conhecimento limitado acerca da periodicidade de ocorrência de eventos atmosféricos na escala sinótica, bem como da magnitude de suas implicações. Tem-se avançado muito neste campo da ciência, com resultados já bastante encorajadores

Na região norte do Nordeste do Brasil, e aqui está inserida a Bacia do Rio Jaguaribe, vários são os sistemas de tempo geradores de precipitação na estação chuvosa, bem como aqueles responsáveis pelos anos de escassez ou de excesso de chuva. Há uma preocupação em encontrar, também, a influência de eventos climáticos anômalos em partes distantes do globo com as chuvas do Nordeste do Brasil

As frentes frias que migram do sul da América do Sul em direção ao Oceano Atlântico, passando pelos Estados do Sul e Sudeste do Brasil, exercem influência significativa na formação de nebulosidades, convecção continental, nas proximidades do norte do Nordeste. Outro sistema de grande escala que deve ser destacado é a existência de vórtices ciclônicos em altos níveis, em geral no período de dezembro a fevereiro, cuja influência no regime depende sobretudo da localização do seu centro, ou seja, sua presença pode ou não contribuir

FIGURA - 1 1
PLANO ESTADUAL DOS RECURSOS HÍDRICOS
BACIAS HIDROGRÁFICAS



LEGENDA

- 1J - ALTO JAGUARIBE
- 2J - SALGADO
- 3J - BANABUIU
- 4J - MÈDIO JAGUARIBE
- 5J - BAIXO JAGUARIBE
- 6A - ACARAU
- 7C - COREAU
- 8S - CURU
- 9P - PARNAIBA
- 10M - METROPOLITANAS
- C - LITORAL

QUADRO 2.1
ESTAÇÕES METEOROLÓGICAS NA BACIA DO RIO JAGUARIBE

ESTAÇÃO	LATITUDE	LONGITUDE	ALTITUDE	PERÍODO DE DADOS
Aracati	4°34'	37°46'	13	1958 - 1968
Barbalha	7°19'	39°18'	409	1979 - 1988
Campos Sales	7°00'	40°23'	551	1978 - 1987
Crateús	5°15'	40°40'	300	1979 - 1988
Iguatu	6°22'	39°18'	79	1931 - 1960
Jaguaruana	4°47'	37°46'	12	1979 - 1988
Juaz. Norte	7°21'	39°16'	415	1952 - 1966
Morada Nova	6°01'	38°28'	44	1978 - 1987
Quixadá	4°58'	39°01'	180	1931 - 1960
Quixeramobim	5°12'	39°18'	205	1931 - 1960
Tauá	6°00'	40°25'	399	1977 - 1986

na ocorrência de chuvas em certa área. Por último, a Zona de Convergência Intertropical que representa o sistema responsável pela estabilização da quadra chuvosa no setor norte do Nordeste, com oscilação latitudinal, atingindo sua posição máxima, em média, no Hemisfério Sul no mês de março.

2.3 Análise de Elementos Climáticos na Bacia do Rio Jaguaribe

2.3.1 Distribuição da Climatologia Anual da Precipitação

A climatologia da precipitação anual na Bacia do Rio Jaguaribe, figura 2.1, apresenta uma distribuição espacial bastante irregular, com isoietas oscilando entre 500 e 1000 mm. A área de maior extensão onde se encontram os menores valores climatológicos da precipitação compreende o setor oeste, envolvendo o Sertão dos Inhamuns, chegando a atingir valores inferiores a 500 mm, justamente onde se encontram as cabeceiras do Rio Jaguaribe. Os maiores valores climatológicos se observam na Região do Cariri, norte da Bacia e Serra do Pereiro.

O regime mensal de chuva apresenta um pico mínimo no mês de setembro ou outubro, quando se tem o início do ano hidrológico. O período chuvoso se inicia na parte sul da Bacia, no mês de novembro, atingindo um máximo em fevereiro, e se generaliza no restante da Bacia a partir do mês de janeiro, aproximadamente, com um máximo em abril. Os totais mensais de precipitação na Bacia são acentuadamente variáveis e, portanto, os limites de início da estação chuvosa e a ocorrência de picos (máximo e mínimo) são flutuantes de um ano para o outro. No mapa de isoietas, em anexo, constam histogramas representativos da distribuição temporal da climatologia da precipitação.

A variabilidade anual da precipitação foi analisada pelo coeficiente de variação, também conhecido como dispersão relativa, ou relação entre o desvio padrão e a climatologia do período. O mapa de ISO-CV, em anexo, e a figura 2.2 mostram que o campo de distribuição deste parâmetro é regularmente uniforme, com valores oscilando entre 0,30 e 0,40 na maior parte da Bacia e, no restante, entre 0,40 e 0,70. Estes dados indicam que a distribuição espacial da precipitação média anual apresenta uma dispersão relativa ainda considerável.

2.3.2 Análise Estatística das Precipitações

2.3.2.1 O trimestre e o semestre mais chuvosos

A acentuada variabilidade da precipitação dentro de um período de tempo (dia, mês, estação, etc.) é a causa principal da variação na frequência do trimestre ou do semestre mais chuvoso - uma única chuva pode deslocar um destes períodos para o mês subsequente ou mesmo para um período distanciado do mais frequente. Considerando estes fatos, observou-se que os trimestres mais frequentes na Bacia do Jaguaribe referem-se a fevereiro/março/abril, março/abril/maio. Quanto ao semestre, também detectou-se dois mais frequentes: um, relativo ao período de dezembro a maio, e, outro, de janeiro a junho.

No Anexo - Análise Estatística das Precipitações, estão listadas todas as estações do Jaguaribe com o mês, o trimestre e o semestre mais chuvosos.

2.3.2.2 Análise de frequência das precipitações

- A nível anual

Foram estudadas as precipitações anuais para diversos períodos de retorno. Para isso,

FIGURA-21
PLANO ESTADUAL DOS RECURSOS HÍDRICOS
MAPA DE ISOIETAS MÉDIAS ANUAIS

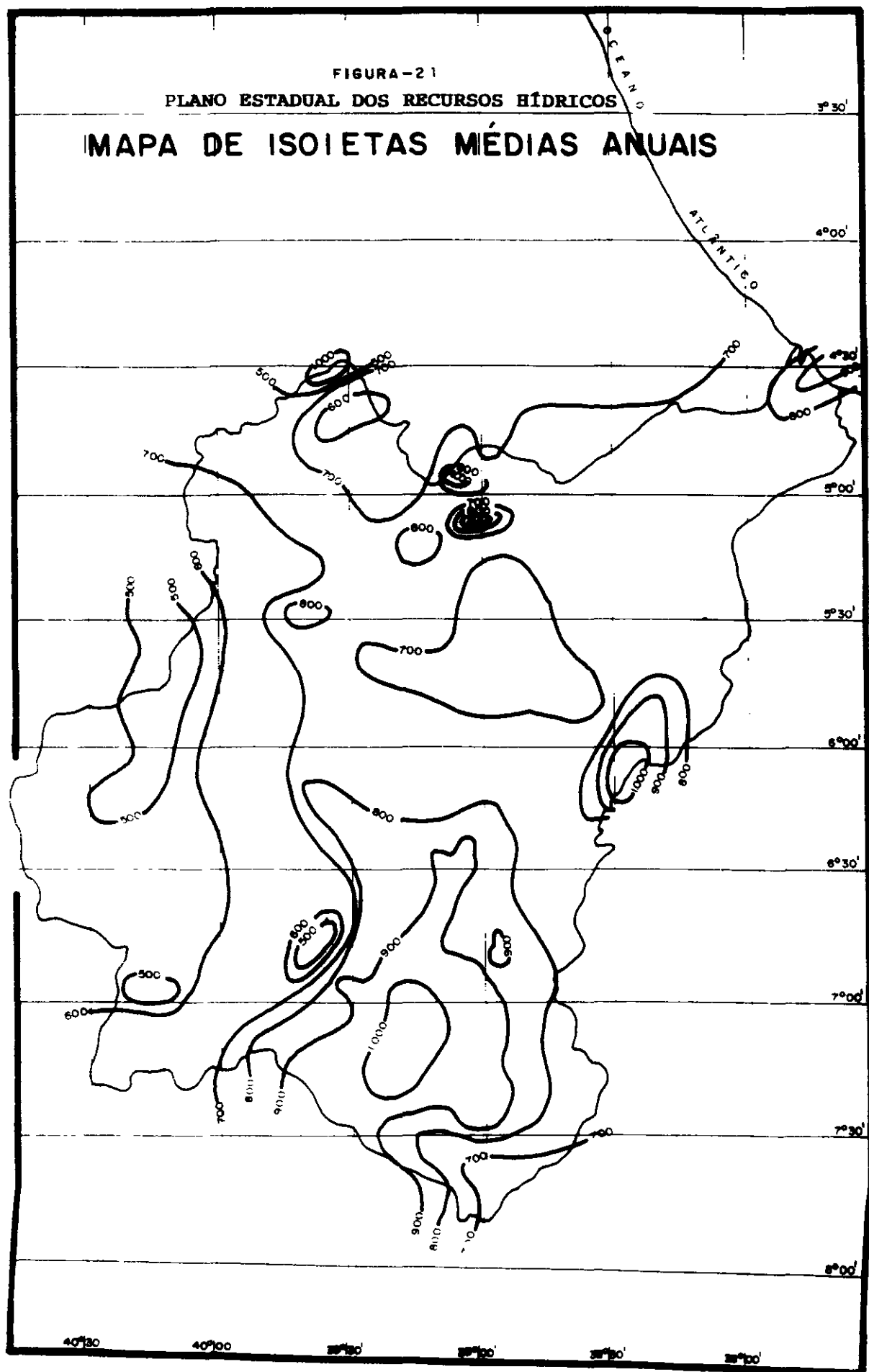
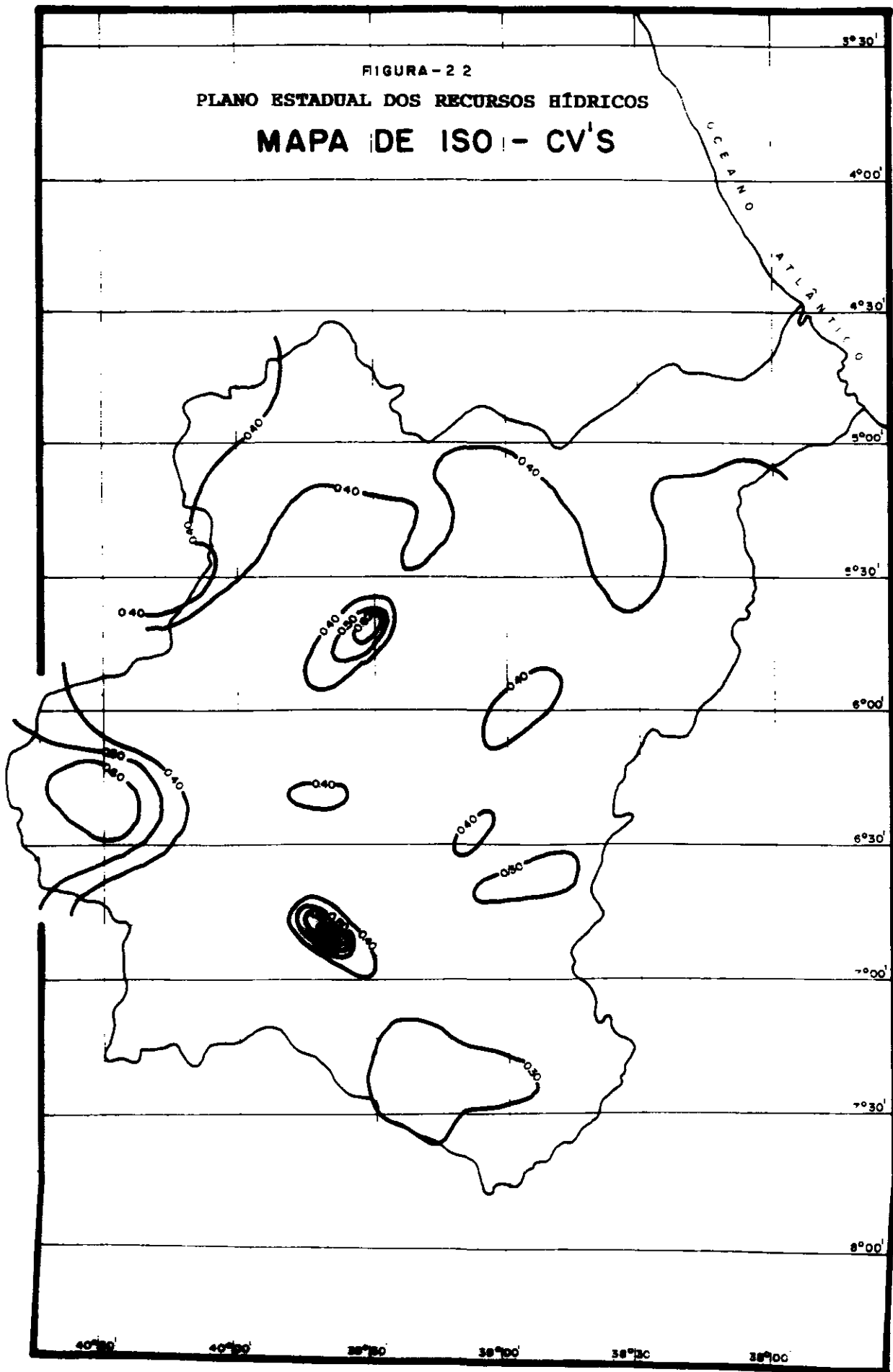


FIGURA - 2 2
 PLANO ESTADUAL DOS RECURSOS HÍDRICOS
 MAPA DE ISO - CV'S



ajustou-se a distribuição Pearson III aos totais anuais de cada estação, como mostram os resultados do Anexo - Análise Estatística das Precipitações. Nesse volume estão os resultados da análise de frequência da precipitação anual para todos os postos.

A nível mensal

Devido à concentração das chuvas no período fevereiro/ maio, ajustou-se a distribuição Pearson III aos totais desses meses, obtendo-se, para vários períodos de retorno, o valor da chuva mensal de cada estação, para o quadrimestre supracitado.

Os resultados para cada estação são mostrados no Anexo - Análise Estatística das Precipitações.

- A nível diário

Foi de dois tipos a análise realizada. No primeiro tipo, procurou-se a frequência de ocorrência de pelo menos n dias de chuva em cada mês, com n variando de 1 a 25 dias.

Nos meses do trimestre mais úmido de cada estação, verificou-se que a probabilidade de ocorrência de até 8 dias de chuva é bastante alta. Em alguns postos, essa probabilidade supera 90%, porém nas estações em locais mais secos chega-se a valores abaixo de 60%. Nos meses secos, as frequências são muito baixas.

Os resultados dessa análise para os postos da Bacia do Jaguaribe estão no Anexo - Análise Estatística das Precipitações.

O outro tipo de análise de frequência foi das máximas precipitações diárias, com ajuste de distribuição Pearson III. Dois tipos de séries foram analisadas:

- série anual, composta do maior valor de chuva para cada ano que compõe a série da estação,
- série parcial, composta dos n maiores valores da série histórica disponível.

Para a estimativa dos parâmetros utilizou-se o método dos momentos.

Os resultados para cada estação são mostrados no Anexo - Análise Estatística das Precipitações.

2 3 3 Distribuição da Temperatura

O campo de temperatura na superfície da Bacia do Rio Jaguaribe é bastante estável, apresentando pouca variação na magnitude de uma série de valores em uma estação, ou mesmo dentro da referida Bacia para um período de observação particular. Vale salientar que as temperaturas são medidas em abrigo meteorológico, portanto temperatura ambiente, nos horários sinóticos de

12 00, 18 00 e 24 00 TMG (Tempo Médio de Greenwich)

2 3 3 1 Temperatura média compensada

A temperatura média compensada é obtida a partir de temperaturas observadas nas estações meteorológicas nos horários sinóticos, calculada pela fórmula estabelecida pela OMM (Organização Meteorológica Mundial)

$$T_{comp} = \frac{T_{12} + 2T_{24} + T_{máx} + T_{mín}}{5}$$

onde,

- T₁₂ - Temp observada às 12 00 TMG
- T₂₄ - Temp observada às 24 00 TMG
- T_{máx} - Temperatura máxima do dia
- T_{mín} - Temperatura mínima do dia

O campo de temperatura média compensada na Bacia do Rio Jaguaribe apresenta valores que variam de 23 0°C a 29 3°C, expressando maiores valores na estação seca (outubro/novembro). O quadro 2 2 mostra os valores médios por estação e na Bacia, onde se nota a estabilidade desse parâmetro.

2 3 3 2 Temperatura média das máximas

A temperatura máxima no abrigo meteorológico corresponde ao pico de temperatura observada ao longo do dia. A observação é feita uma só vez e normalmente seu registro se dá nas proximidades do horário sinótico das 15 00 TMG.

A temperatura média das máximas na bacia oscila de 28 9°C a 35 8°C dentre todas as estações e em todos os meses do ano. As maiores temperaturas médias são observadas nos meses de outubro/novembro.

O quadro 2 3 mostra os valores médios por estação e na Bacia, onde se nota a estabilidade desse parâmetro.

2 3 3 3 Temperatura média das mínimas

A temperatura mínima ambiental corresponde à menor temperatura registrada, uma única vez, durante um dia particular, ocorrendo normalmente durante a madrugada.

O campo de temperatura mínima apresenta, ao longo do ano, na Bacia do Rio Jaguaribe, uma oscilação de valores que vão desde 18 6°C a 26 3°C, com um pico mínimo nos meses de junho/julho.

O quadro 2 4 mostra os valores mensais médios para cada estação e para toda a Bacia.

2 3 3 4 Gráficos de distribuição das temperaturas

As temperaturas médias compensadas máxima e mínima apresentam comportamentos

QUADRO 2.2
TEMPERATURA MÉDIA COMPENSADA (°C)

ESTAÇÃO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Aracati	26.5	26.5	26.4	26.0	26.2	25.8	25.3	25.3	25.5	26.1	26.3	26.5
Barbalha	26.5	25.2	24.5	24.6	24.4	24.0	24.0	25.2	26.4	27.2	27.0	26.5
Campos Sales	24.9	24.5	23.3	23.8	23.6	23.0	23.4	24.6	25.9	26.8	26.7	26.6
Crateús	27.6	26.2	25.6	25.6	25.6	26.5	26.0	27.2	28.1	29.0	29.3	28.8
Iguatu	28.4	27.4	26.6	26.3	26.0	25.8	26.0	27.0	28.2	29.0	29.2	29.1
Jaguaruana	27.8	27.5	27.0	27.1	27.0	26.3	27.0	27.5	27.5	27.6	27.9	28.0
Juazeiro Norte	27.0	25.1	25.4	25.3	25.6	24.5	24.5	25.3	26.7	27.3	28.3	28.0
Morada Nova	28.1	27.3	26.8	26.8	26.8	26.1	26.1	26.6	27.4	27.7	28.0	28.1
Quixadá	27.4	27.0	26.6	26.4	26.2	26.0	26.1	26.5	27.0	27.3	27.5	27.5
Quixeramobim	29.0	28.4	27.6	27.1	26.7	26.5	26.9	27.7	28.3	28.6	28.7	29.1
Tauá	27.2	26.0	25.9	25.1	24.4	24.8	25.2	26.2	27.4	28.0	28.2	28.0
Na Bacia	27.3	26.5	26.0	25.8	25.7	25.3	25.5	26.3	27.1	27.7	27.9	27.8

similares, ou seja, as curvas médias ao longo do ano desses parâmetros são semelhantes na sua forma, mas defasadas por um delta de temperatura. Os gráficos das figuras 2.3 a 2.5 mostram, por estação, essa distribuição.

A série de Aracati apresenta uma distribuição estranha ao comportamento normal da temperatura, deixando entender que existe algum tipo de problema na sua série de observações. Mesmo assim, as curvas dão uma idéia da configuração esperada.

2.3.4 Umidade e Insolação

A umidade relativa é observada três vezes ao dia nos horários sinóticos, obtida a partir das temperaturas do bulbo seco e úmido de um psicrômetro, ou lida diretamente do registro do hidrógrafo. As três observações apresentam valores bem distintos, o que era de se esperar e, portanto, a média dos mesmos não manifesta o estado do tempo naquele dia, mas sobretudo expressa uma noção da umidade atmosférica naquele lugar.

Observando o quadro 2.5 nota-se que há um máximo nos meses de março ou abril e um mínimo em setembro ou outubro - este período é corroborado como o período de maior (menor) ocorrência de chuva.

A insolação é um parâmetro que expressa o tempo em que o sol esteve exposto, sem o impedimento da nebulosidade, na área da estação meteorológica. O instrumento de medição é o heliógrafo, que registra através da queima uma fita heliográfica posta sob uma bola de cristal onde o sol incide seus raios. O maior tempo possível de insolação restringe-se, portanto, ao espaço entre o nascer e o pôr-do-sol.

A distribuição da insolação ao longo do ano apresenta, em geral, uma configuração inversa à umidade relativa. Os gráficos das figuras 2.6 a 2.10 mostram o comportamento desses dois parâmetros. O quadro 2.6 apresenta a distribuição mensal da insolação nas estações da Bacia do Jaguaribe.

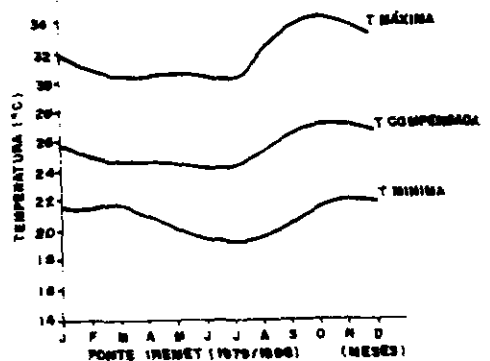
QUADRO 2.3
TEMPERATURA MÉDIA DAS MÁXIMAS (°C)

ESTAÇÃO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Aracati	29.1	29.2	29.2	29.4	29.3	28.8	28.6	28.4	28.4	28.7	27.4	28.3
Barbalha	31.7	30.9	30.3	30.2	30.5	30.2	30.0	31.9	33.3	34.4	34.0	33.2
Campos Sales	30.8	30.3	29.3	29.8	29.4	29.5	29.8	31.3	32.6	33.1	32.9	32.3
Crateús	33.8	32.2	31.0	30.8	31.4	31.8	32.6	33.9	35.0	35.5	35.4	34.7
Iguatu	34.3	33.0	31.8	31.4	31.2	31.4	32.0	33.4	34.9	35.7	35.5	35.1
Jaguaruana	33.4	33.1	31.8	32.2	32.2	31.7	32.4	33.5	34.3	34.3	34.1	33.8
Juazeiro Norte	31.4	29.8	28.9	29.1	29.3	29.2	29.2	30.2	32.0	32.7	32.5	31.8
Morada Nova	35.2	33.7	32.7	32.1	32.2	31.9	32.4	33.8	35.1	35.8	35.8	35.5
Quixadá	34.5	33.9	32.8	32.5	32.2	32.2	32.8	33.6	34.5	35.0	35.0	34.8
Quixeramobim	33.5	32.4	31.1	30.4	29.8	30.0	30.9	32.1	33.1	33.8	33.9	33.8
Tauá	32.2	31.0	30.7	30.6	30.3	30.7	31.2	32.3	33.5	33.9	33.8	33.3
Na Bacia	32.7	31.8	30.9	30.8	30.7	30.7	31.1	32.2	33.3	33.9	33.6	33.3

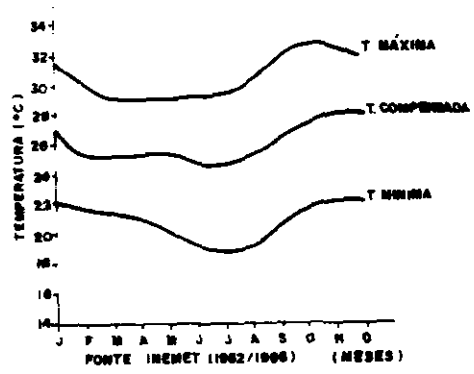
FIGURA - 2.3

TEMPERATURA MÁXIMA, MÍNIMA E COMPENSADA

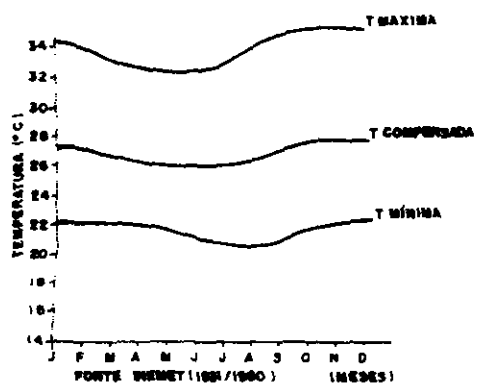
ESTAÇÃO BARBALHA - CE.



ESTAÇÃO JUAZ DO NORTE - CE.



ESTAÇÃO QUIXADÁ - CE.



ESTAÇÃO QUIXERAMOBIM - CE.

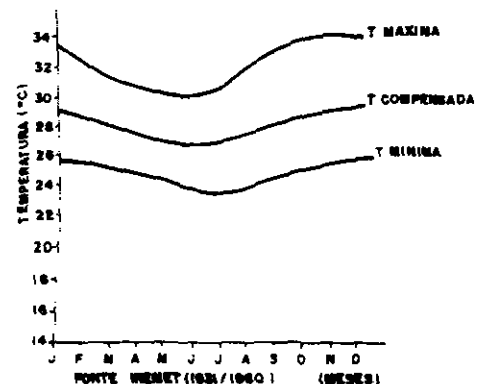
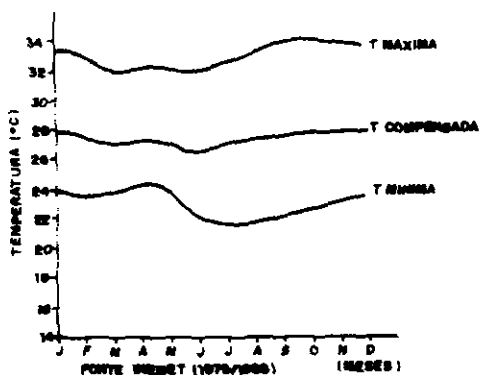


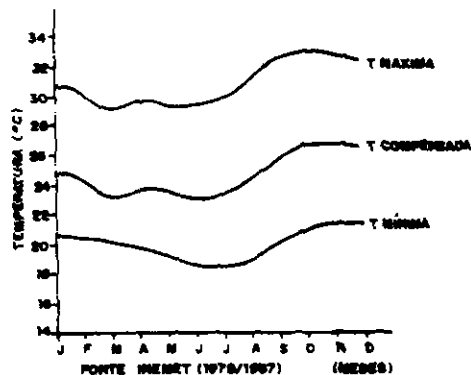
FIGURA - 2.4

TEMPERATURA MÁXIMA, MÍNIMA E COMPENSADA

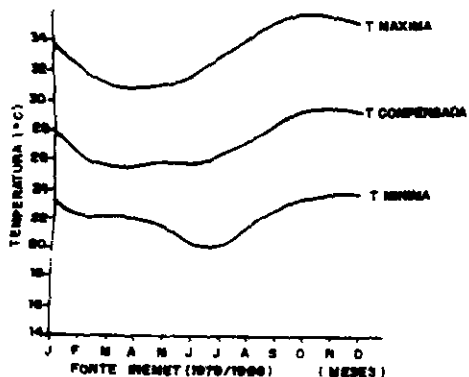
ESTAÇÃO JAGUARUANA - CE



ESTAÇÃO CAMPOS SALES - CE



ESTAÇÃO CRATEÚS - CE



ESTAÇÃO TAUÁ - CE

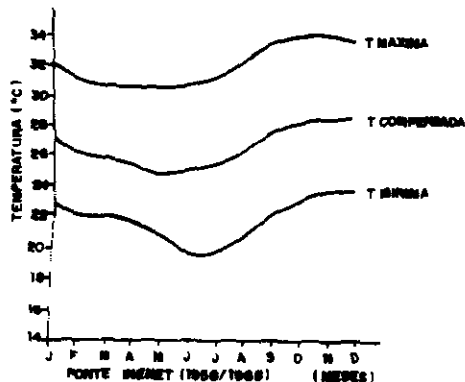
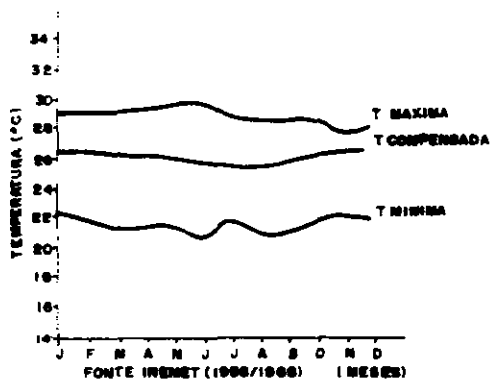


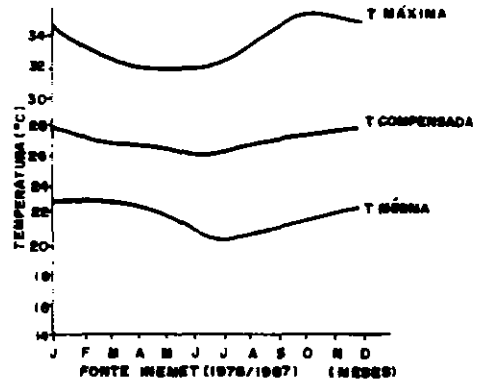
FIGURA - 2.5

TEMPERATURA MÁXIMA, MÍNIMA E COMPENSADA

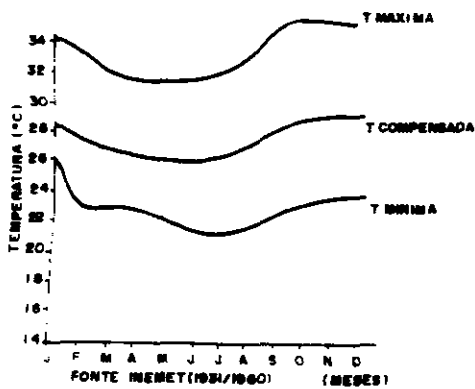
ESTAÇÃO ARACATI - CE



ESTAÇÃO MORADA NOVA - CE



ESTAÇÃO IGUATU - CE



QUADRO 2.4
TEMPERATURA MÉDIA DAS MÍNIMAS (°C)

ESTAÇÃO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Aracati	22.3	21.8	21.5	21.2	21.7	20.5	22.1	20.8	20.7	21.4	22.2	21.6
Barbalha	21.5	21.3	21.9	20.8	20.1	19.3	19.2	19.5	20.5	21.5	22.1	21.9
Campos Sales	20.7	20.4	20.3	19.7	19.2	18.2	18.7	19.0	20.4	21.1	21.4	21.5
Crateús	23.1	22.3	22.2	21.8	21.2	20.1	20.1	21.2	22.2	23.2	23.2	23.2
Iguatu	26.3	23.3	22.8	22.7	22.0	21.2	21.0	21.4	22.4	23.1	23.5	23.7
Jaguaruana	24.0	23.7	23.7	24.4	24.1	22.0	21.5	21.4	22.2	22.8	23.1	23.7
Juazeiro Norte	22.2	21.7	21.4	21.2	20.3	19.2	18.8	19.2	20.7	21.6	22.1	22.1
Morada Nova	23.1	22.9	23.0	22.9	22.4	21.1	20.5	20.4	21.4	21.9	22.4	22.7
Quixadá	22.2	22.1	22.0	21.9	21.7	20.7	20.6	20.3	21.1	21.7	22.0	22.1
Quixeramobim	25.8	25.5	25.0	24.6	24.1	23.5	23.4	23.8	24.5	24.9	25.2	25.6
Tauá	22.7	22.0	22.1	21.3	20.7	19.5	19.8	20.8	22.0	22.8	23.0	23.1
Na Bacia	23.1	22.4	22.3	22.0	21.6	20.5	20.5	20.7	21.6	22.4	22.7	22.8

2.3.5 Velocidade e Direção do Vento

A intensidade do vento é medida nos horários sinóticos de observação, a uma altitude de 10 metros em relação à estação. O período de observação é razoavelmente representativo, o que nos dá uma idéia geral do comportamento do vento na Bacia. O quadro 2.7 mostra as flutuações desse parâmetro para cada localidade indicada e uma média para a Bacia.

A direção do vento é um parâmetro medido também nos três horários sinóticos, indicando a direção de onde o vento se origina. Pode-se observar que o vento em direção predominante está dentro do quadrante Nordeste/Sudeste. No período de outubro a março o vento se mostra predominante de Este a Nordeste e no período de abril a setembro de Este a Sudeste, como mostra o quadro 2.8. É bem verdade que há uma certa oscilação na direção dos ventos, pois dentro dos períodos acima especificados ocorrem anomalias decorrentes de eventos extremos que influenciam no deslocamento de ventos.

O esquema mostrado na figura 2.11 melhora o entendimento.

2.3.6 Evaporação

Os dados de evaporação foram observados a partir de leituras no tanque "Classe A", representando, portanto, o volume de água desprendido de uma superfície líquida plana para a atmosfera. Salienta-se que esta evaporação superestima o valor esperado para um açude de pequeno e médio porte. Logo, a análise desse parâmetro exige uma correção quando extrapolado para uma grande área, a exemplo da Bacia do Rio Jaguaribe - o fator de correção é da ordem de 0,7 a 0,8.

O quadro 2.9 mostra a média mensal da evaporação do tanque "Classe A" para as estações meteorológicas existentes na Bacia.

2.4 O Balanço Hídrico

O balanço hídrico se fundamenta na aplicação do princípio da conservação da massa à água, para um determinado local ou área. A aplicação desse princípio permite evidenciar que a variação da quantidade d'água (existente num determinado "volume de controle"), deve ser igual à diferença entre o ganho (resultante da condensação local e das precipitações) e o consumo (representado pelo escoamento superficial e profundo e pela evaporação ou evapotranspiração). Na prática, porém, a quantificação dos termos que figuram na equação do balanço hídrico apresenta, como é sabido, sérias limitações. Por essa razão, é comum o emprego de métodos empíricos que fornecem estimativas desse balanço.

O método do balanço hídrico preconizado por Thornthwaite & Mather (1955) tem sido largamente utilizado quando se pretende obter estimativas climatológicas dos termos da referida equação e não se dispõe de dados que possibilitem estudos mais refinados. É preciso, porém, esclarecer que esse método não é necessariamente capaz de fornecer resultados absolutos quando aplicados fora da área para a qual foi desenvolvido. A aplicação do método de Thornthwaite & Mather permite, portanto, obter estimativas climáticas comparáveis de parâmetros que figuram na equação do balanço hídrico.

O método de Thornthwaite & Mather para estimativa do balanço hídrico admite que o solo age como um reservatório de água, com capacidade de armazenamento bem definida (função de suas propriedades físicas e da profundidade média da zona radicular das plantas nele situadas). As seguintes hipóteses simplificadoras são resumidas:

- 1) o solo perde água para a atmosfera (evapotranspiração) segundo uma lei exponencial,

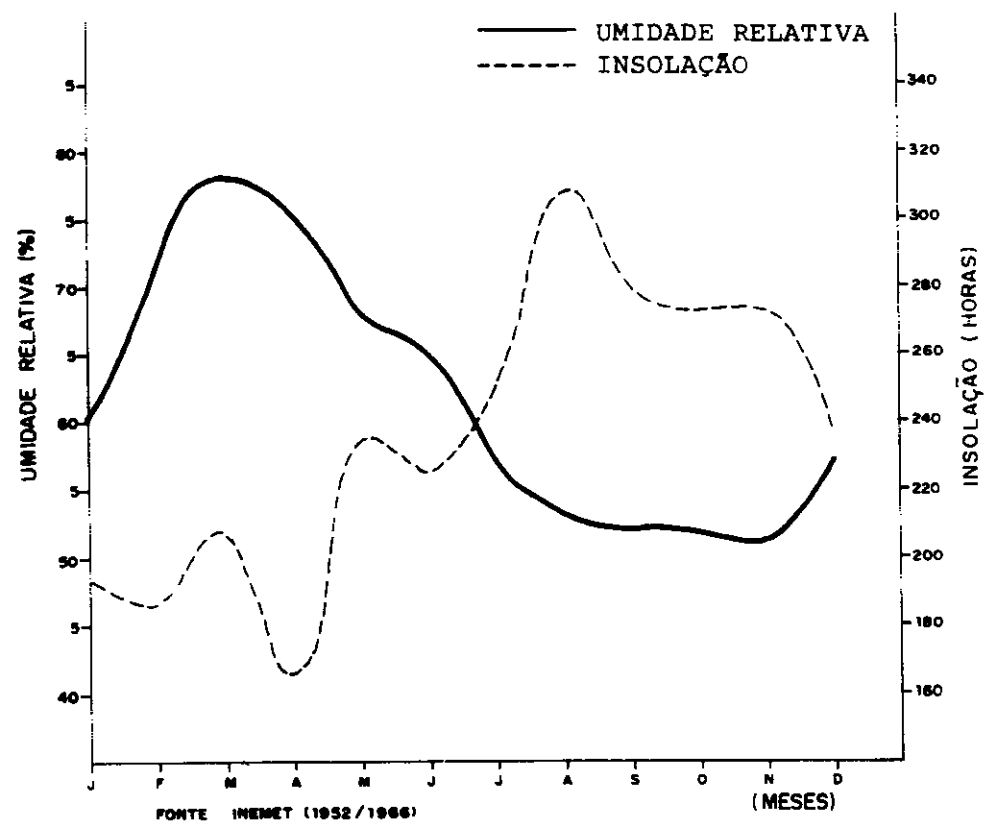
QUADRO 2.5
UNIDADE RELATIVA (%)

ESTAÇÃO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Aracati	60	65	68	69	67	75	61	55	62	63	75	77
Barbalha	69	74	80	78	71	65	60	53	49	49	53	60
Campos Sales	66	73	80	75	67	62	60	50	48	47	54	57
Crateús	60	71	79	79	72	64	54	50	44	43	46	49
Iguatu	61	69	76	77	73	66	59	54	50	50	52	55
Jaguaruana	71	75	82	81	79	77	73	68	68	67	68	70
Juazeiro Norte	60	71	78	76	68	65	57	53	52	52	51	57
Morada Nova	64	71	77	79	76	73	67	63	60	60	60	62
Quixadá	63	67	69	70	71	69	66	64	62	61	62	62
Quixeramobim	56	63	70	73	72	66	56	51	51	51	52	53
Tauá	62	68	73	74	70	61	55	50	46	47	46	50
Na Bacia	63	70	74	76	71	68	61	56	54	54	56	59

QUADRO 2.6
DADOS DE INSOLAÇÃO (HORAS)

ESTAÇÃO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Aracati	244	203	203	192	187	251	267	287	302	318	299	278
Barbalha	214	192	198	205	241	236	258	283	272	276	260	234
Campos Sales	186	157	175	194	237	252	262	281	267	264	250	217
Crateús	169	155	148	159	198	215	248	263	255	253	233	192
Iguatu	172	111	82	84	109	138	186	224	213	222	204	193
Jaguaruana	240	165	182	173	184	238	256	281	267	292	268	238
Juazeiro Norte	193	186	208	166	235	224	248	308	279	272	273	238
Morada Nova	243	192	194	206	233	242	264	264	270	286	267	259
Quixadá	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Quixeramobim	232	198	202	206	230	234	266	296	283	294	262	257
Tauá	178	144	164	184	201	230	252	261	254	254	232	196
Na Bacia	207	170	176	177	206	226	251	275	266	273	255	230

FIGURA 2.6
UMIDADE RELATIVA E INSOLAÇÃO
ESTAÇÃO JUAZEIRO DO NORTE



ESTAÇÃO MORADA NOVA

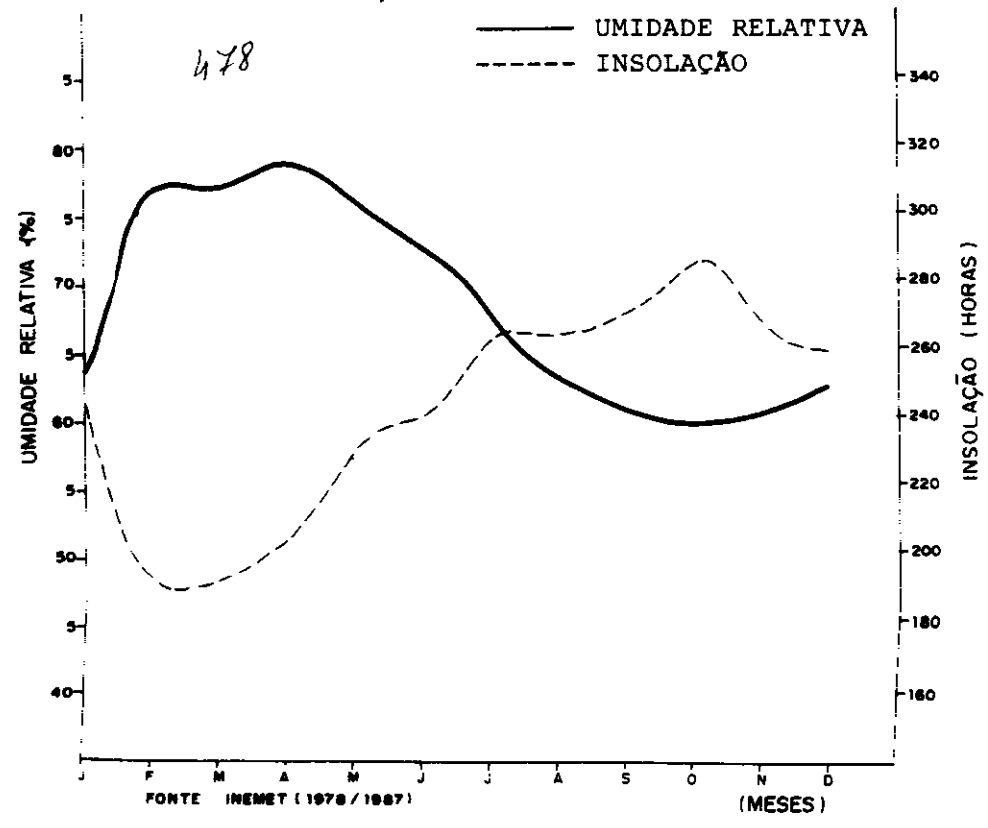
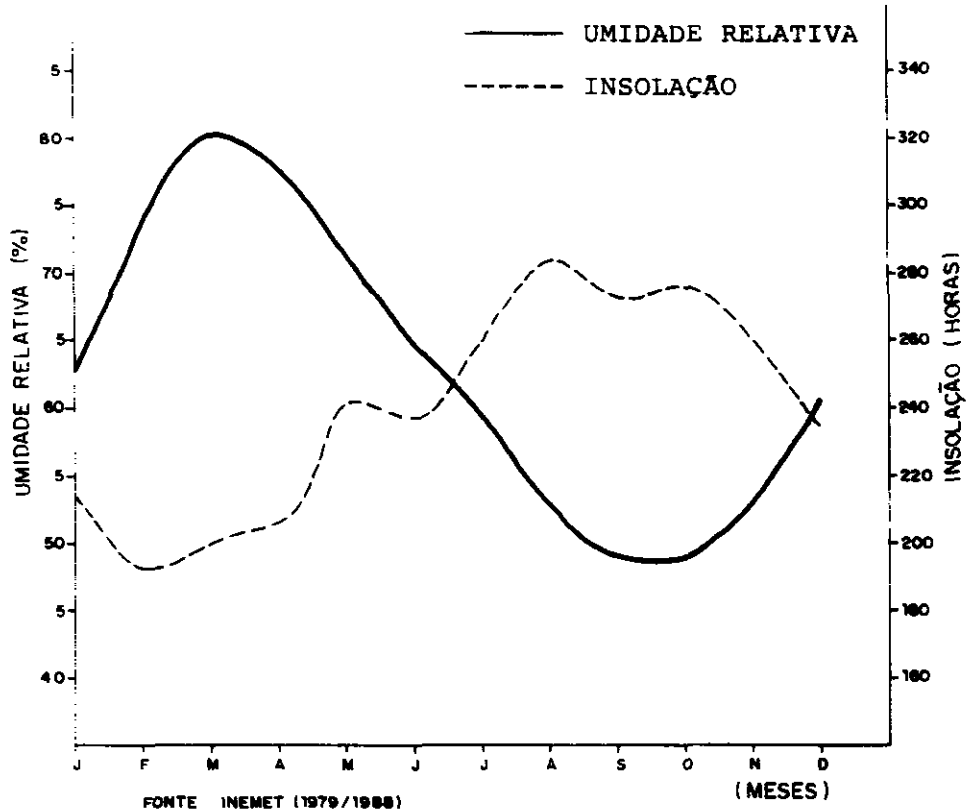


FIGURA 2.7
UMIDADE RELATIVA E INSOLAÇÃO
 ESTAÇÃO BARBALHA



ESTAÇÃO ARACATI

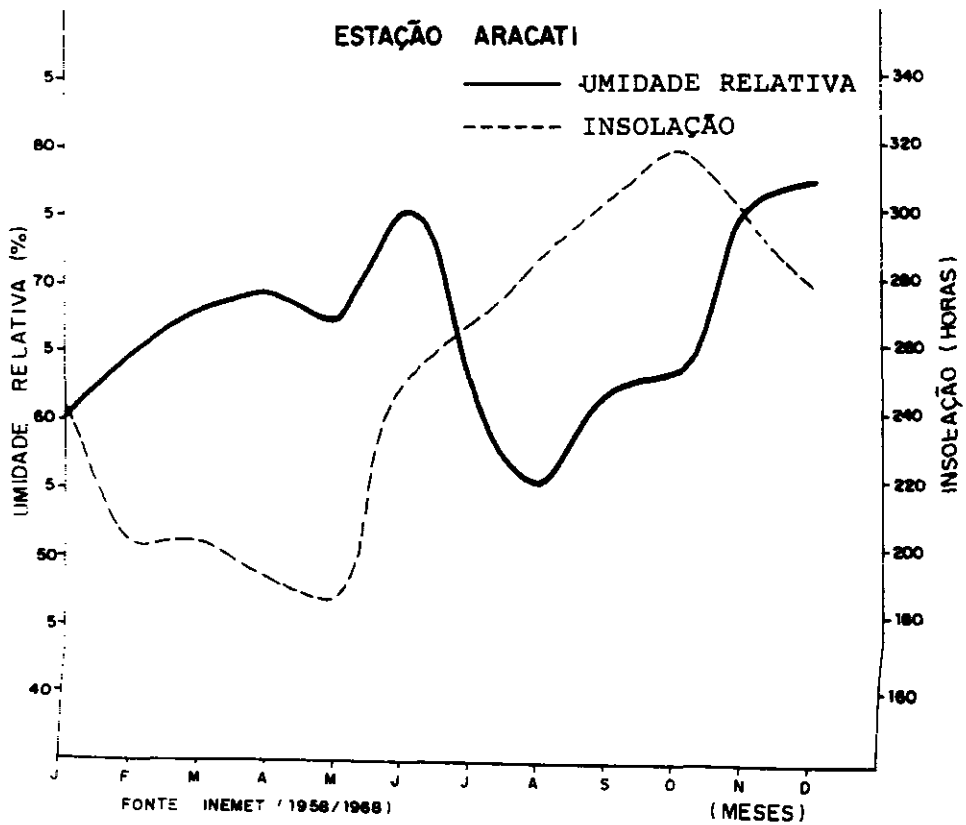
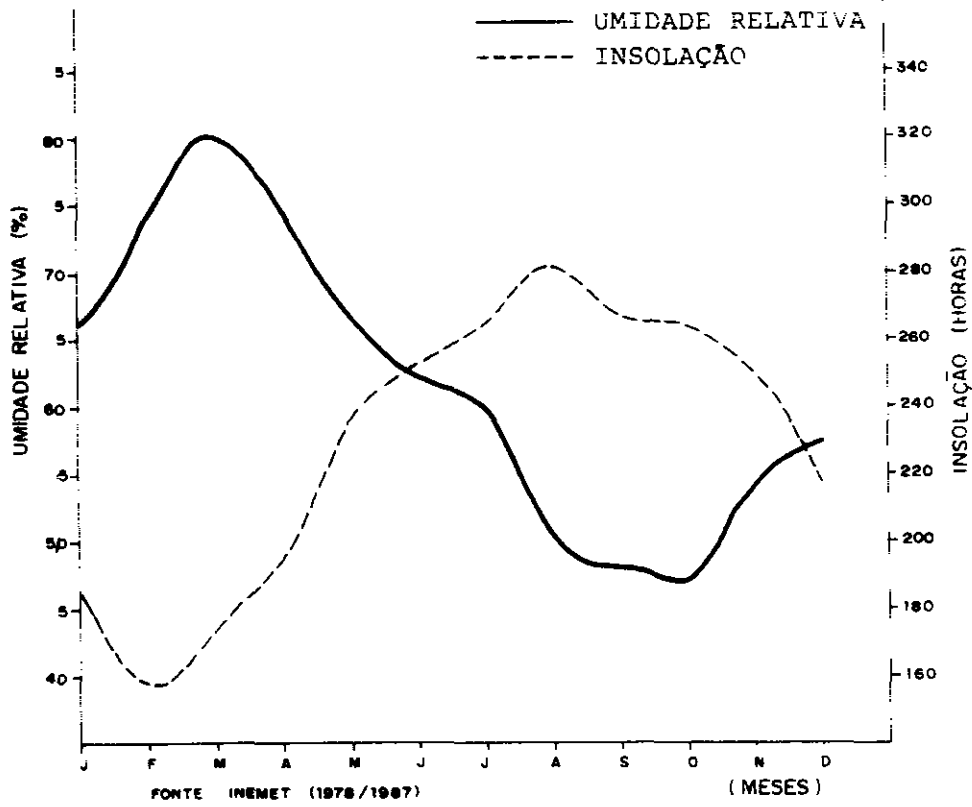


FIGURA 2.8
UMIDADE RELATIVA E INSOLAÇÃO
 ESTAÇÃO CAMPOS SALES



ESTAÇÃO CRATEÚS

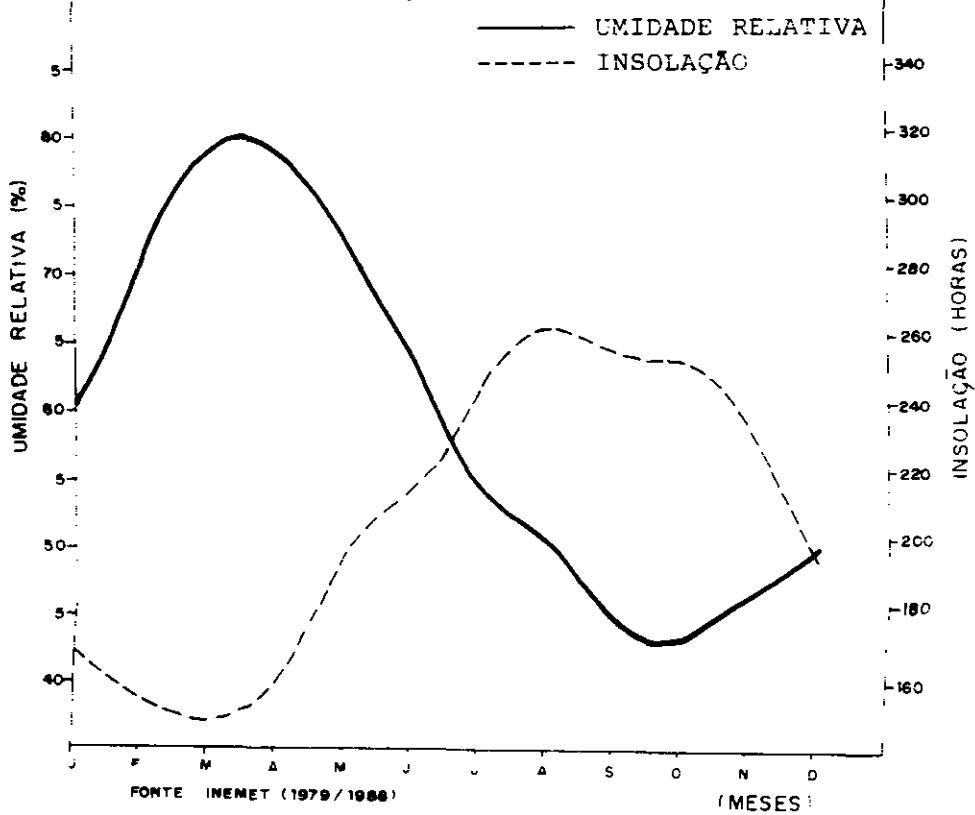
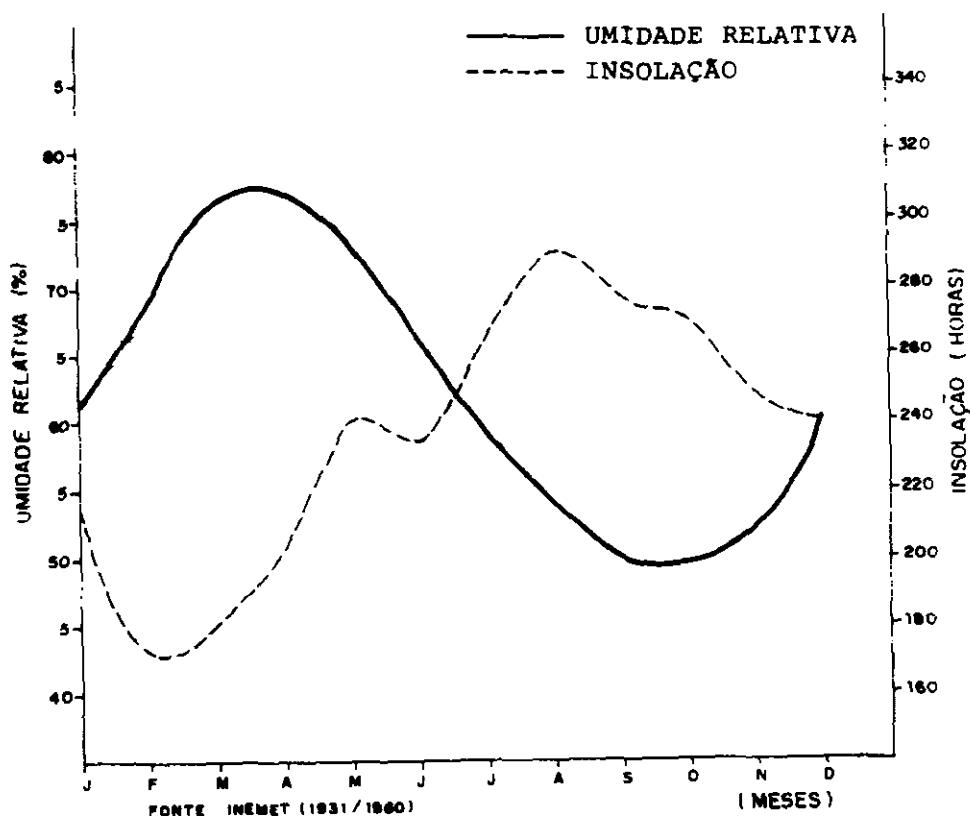


FIGURA 2.9
UMIDADE RELATIVA E INSOLAÇÃO
 ESTAÇÃO IGUATU (SUASSURANA)



ESTAÇÃO JAGUARUANA

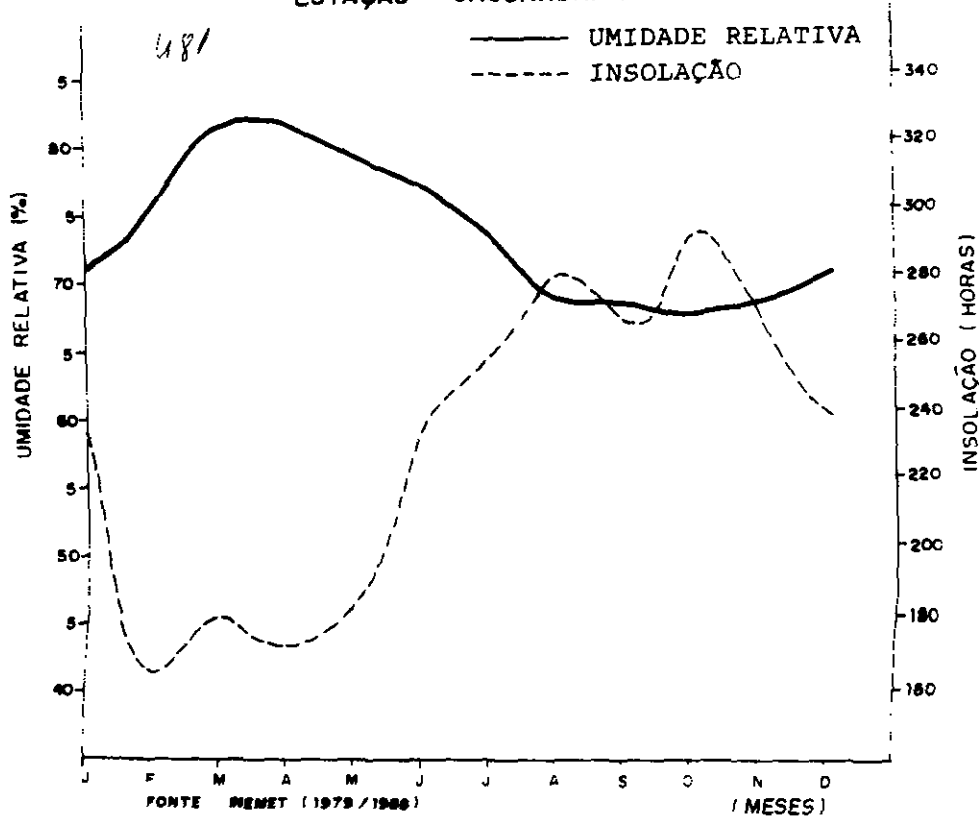
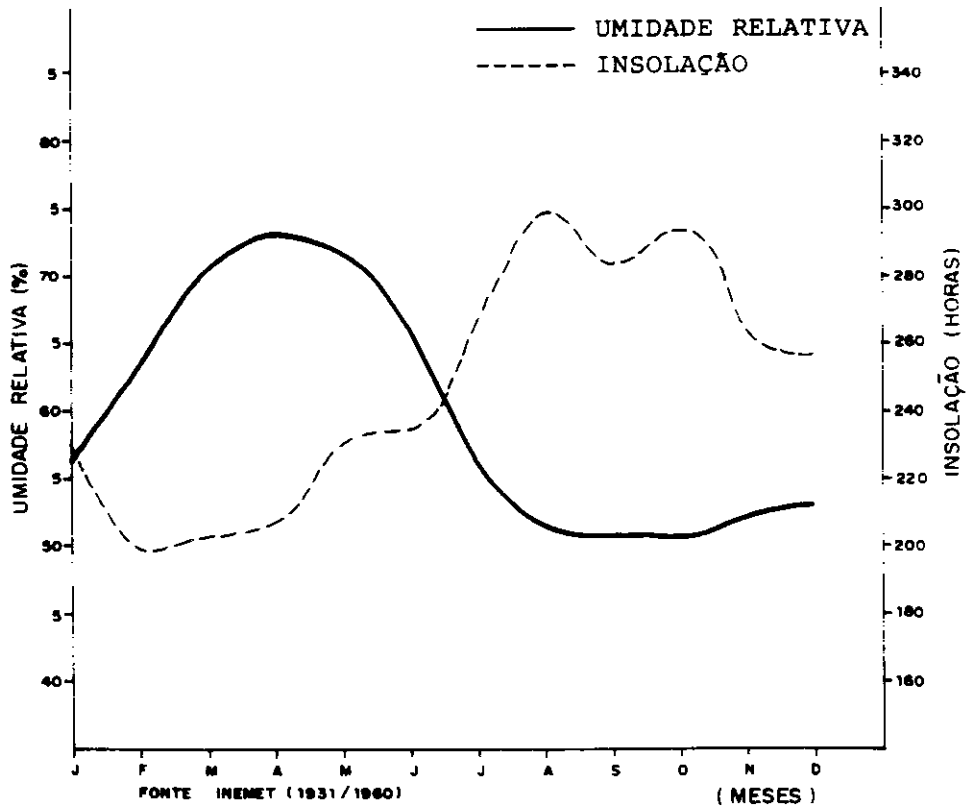
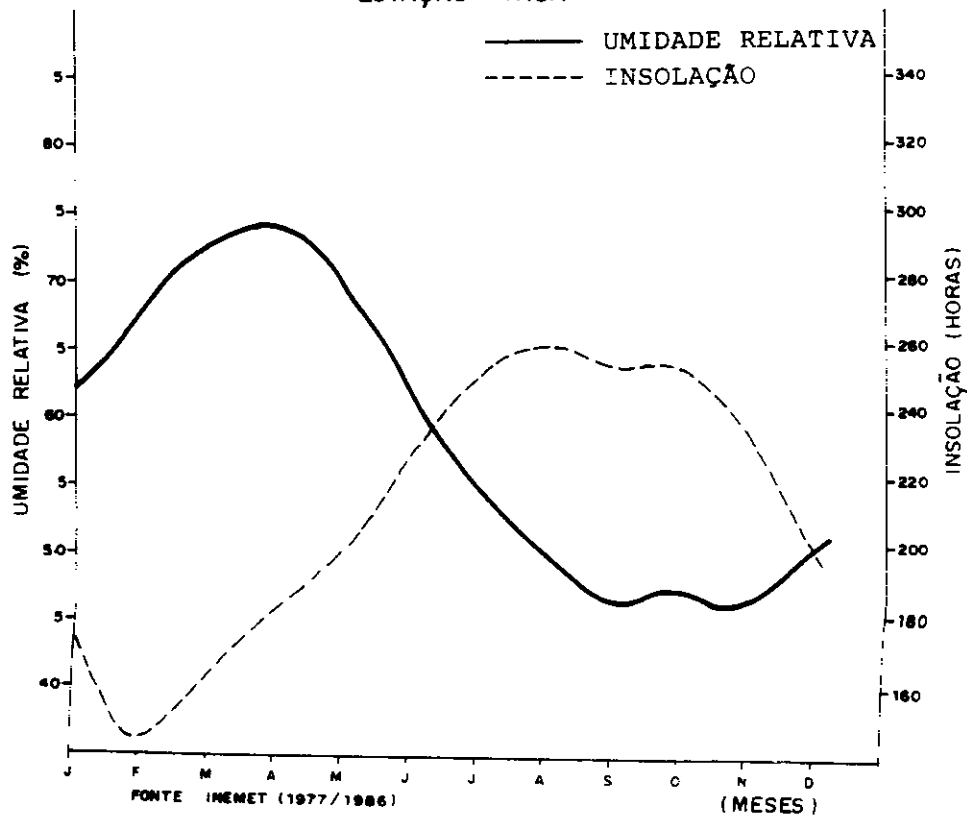


FIGURA 2.10
UMIDADE RELATIVA E INSOLAÇÃO
 ESTAÇÃO QUIXERAMOBIM



ESTAÇÃO TAUÁ



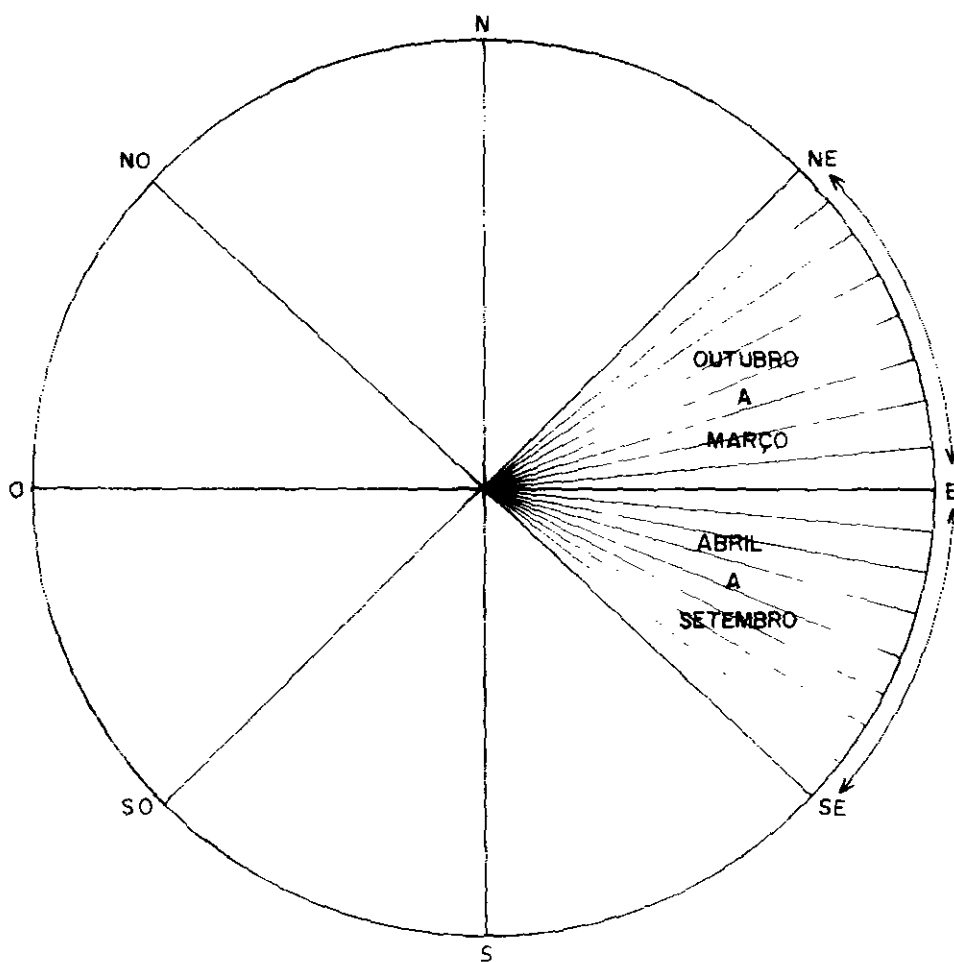
QUADRO 2.7
VELOCIDADE DO VENTO (m/s)

ESTAÇÃO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Aracati	4.2	4.1	3.2	3.0	2.9	3.2	5.1	5.7	5.9	5.8	5.3	5.0
Barbalha	1.5	1.5	1.4	1.6	1.8	2.3	3.3	2.7	2.5	2.0	1.9	1.7
Campos Sales	3.4	3.3	2.9	3.7	4.0	4.7	4.6	5.1	4.8	4.5	3.9	3.8
Crateús	3.1	2.7	2.2	2.3	2.6	2.9	3.7	3.5	3.4	3.6	3.7	3.4
Iguatu	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Jaguaruana	4.1	3.5	2.7	2.5	2.6	2.8	3.3	3.9	4.7	5.1	5.0	4.6
Juazeiro Norte	2.3	2.2	1.9	2.0	2.2	2.5	2.7	2.9	2.7	2.1	2.3	2.2
Morada Nova	3.5	2.8	2.4	2.2	2.4	2.7	3.0	3.5	3.9	4.0	4.1	4.0
Quixadá	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Quixeramobim	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tauá	2.6	2.3	2.0	2.1	2.2	2.7	2.7	2.8	2.7	2.8	2.6	2.6
Na Bacia	3.1	2.8	2.3	2.4	2.6	3.0	3.6	3.8	3.8	3.7	3.6	3.4

QUADRO 2.8
DIREÇÃO DO VENTO

ESTAÇÃO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Aracati	E	SeE	SeE	Se	Se	Se	E	E	Se	E	E	E
Barbalha	NeN	NE	ENE	SeE	SeE	SeS	SeS	SeE	SeE	SeNe	ENE	ENE
Campos Sales	ENE	SeE	ENE	SeE	SeE	SeE	SeE	SeE	ENE	ENE	ENE	SeE
Crateús	ENE	ENE	ENE	ESe	ESe	ESe	SeE	ESe	ESe	ESe	ENE	ENE
Iguatu	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Jaguaruana	ENE	ENE	ENE	SeE	SeE	SeE	ESe	SeE	ESe	ENE	ENE	ENE
Juazeiro Norte	CSe	CE	CE	CE	CSe	CSe	CSe	SeS	CSe	CSe	CNe	CE
Morada Nova	ENE	ENE	ENE	SeE	ENE	ENE	ENE	ENE	ENE	ENE	ENE	ENE
Quixadá	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Quixeramobim	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tauá	Se	Se	E	Se	Se	Se	Se	Se	Se	E	Se	E
Na Bacia	ENE	ENE	ENE	ESe	ESe	ESe	ESe	ESe	ESe	ENE	ENE	ENE
Obs. E-Este	N-Norte,		Ne-Nordeste,			C-Calm,		S-Sul;		Se-Sudeste		

FIGURA 2.11
GRÁFICO DE DIREÇÃO DO VENTO



- ii) toda a precipitação é usada para reabastecer o solo, até que este atinja sua capacidade máxima de armazenamento

A fundamentação teórica sobre o balanço hídrico é vastamente encontrada em bibliografias, tais como MOTA (1979), VAREJÃO-SILVA et al (1978), CAMARGO & ORTOLANI (1966, 1972) e BRAGA (1984), o que tornaria exaustivo sua explanação mais uma vez neste enfoque climático

A aplicação da metodologia do balanço hídrico resultou na elaboração de um quadro de parâmetros para cada estação meteorológica, demonstrado a seguir. Foi usada uma capacidade de armazenamento de 100 mm, por ser considerada representativa das condições naturais do solo e, simultaneamente, atende às características radiculares de boa parte das culturas tradicionais (milho, feijão, mandioca, etc.) Os quadros 2 10 a 2 20, mostrados a seguir, apresentam o Balanço Hídrico para cada uma das estações da Bacia

2 5 Classificação Climática

Os valores climatológicos de temperatura e precipitação, bem como os parâmetros obtidos como função destes (ver quadro de índices gerados pelo balanço hídrico), permitem caracterizar o clima da área em estudo. Dois métodos foram usados para classificar o clima na Bacia do Rio Jaguaribe, descritos a seguir

2 5 1 Classificação Segundo Wilhelm Koeppen

A classificação climática de Koeppen estabelece cinco zonas diferentes de clima na Terra, associando-as segundo o padrão de vegetação relacionado a valores numéricos de temperatura e precipitação. A Bacia de Drenagem do Rio Jaguaribe encontra-se na zona classificada como Zona de Climas Secos, subclassificada como zona de clima B. Devido à distribuição temporal da precipitação na Bacia abranger as estações de verão e outono, as chuvas são classificadas como irregulares do tipo BWx'. Com relação ao aspecto térmico da área, com temperatura média anual superior a 18°C, o clima é do tipo muito quente, ou megatérmico

2 5 2 Thornthwaite

A classificação climática segundo Thornthwaite, além da precipitação e da temperatura, introduz a evapotranspiração potencial como elemento determinante do clima, onde a sua qualidade é identificada considerando a necessidade hídrica pré-estabelecida. Quatro parâmetros são, também, obtidos de forma indireta para auxiliar na classificação de tipos e subtipos climáticos, que são índice de umidade, índice de aridez, índice hídrico e índice de eficiência térmica

- a) índice de umidade, que corresponde ao excesso de água expresso pela porcentagem do excedente (obtido no

balanço hídrico) pela correspondente evapotranspiração, dado por

$$Iu = \frac{\text{Exc}}{\text{EVP}} \times 100$$

Os índices apresentados no quadro 2 20 são de magnitude baixa, entre 0 e 23%, mostrando que poucas são as localidades e meses onde ocorre excesso de umidade. Somente as localidades de Aracati, Barbalha e Juazeiro do Norte apresentam excesso hídrico correspondente ao período de fevereiro, março e abril

- b) índice de aridez, que é a deficiência percentual da evapotranspiração potencial, calculado pela expressão abaixo

$$Ia = \frac{\text{Def}}{\text{EVP}} \times 100$$

Os índices de aridez, ou deficiência hídrica, quadro 2 20, expressam a ocorrência de deficiência da ordem de 40 a 65% de umidade no solo durante o ano, na capacidade de armazenamento de 100 mm, ou, ainda, a deficiência hídrica do período é em torno da metade da evapotranspiração do mesmo período

- c) índice hídrico, que representa o excesso ou a falta d'água ao longo das estações do ano, dado por

$$Im = (Iu - 0,6 Ia)$$

Os índices hídricos, ou índice efetivo de umidade, são, em geral, negativos (quadro 2 20), significando que mesmo dentro da estação chuvosa quando ocorre excesso, é possível a ocorrência de deficiência de umidade no solo

Considerando o balanço hídrico de cada estação abaixo, com uma capacidade de armazenamento de 100 mm, foram gerados os índices constantes na Tabela 1. Além destes, obteve-se o índice de eficiência térmica representado pela evapotranspiração potencial e a sua variação estacional

A análise dos parâmetros do balanço hídrico permite mostrar que na Bacia do Rio Jaguaribe a classificação climática é de certa forma homogênea, ou seja, 80% das estações acima, o balanço hídrico expressa a mesma classificação climática. São os seguintes os tipos e subtipos climáticos

- i - semi-árido, tipo D, com o índice efetivo de umidade, ou índice hídrico, variando entre -20 e -40%,
 ii - seco e subúmido, tipo C1, visto que os índices efetivos de umidade oscilam entre 0 e -20,



QUADRO 2.9
QUADRO DE EVAPORAÇÃO (mm)

ESTAÇÃO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Aracati	144	129	128	99	128	162	197	235	244	248	201	176
Barbalha	147	118	96	105	163	192	226	266	275	274	243	216
Campos Sales	175	151	119	138	176	218	290	353	350	333	305	262
Crateús	286	160	140	122	182	233	314	369	420	447	431	388
Iguatu	177	111	82	84	109	138	186	224	213	222	204	193
Jaguaruana	198	148	97	115	118	148	175	216	235	249	231	211
Juazeiro Norte	211	133	95	101	130	151	193	225	262	268	261	222
Morada Nova	224	177	122	105	122	150	194	261	305	281	272	263
Quixadá	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Quixeramobim	170	124	102	83	88	109	151	182	188	199	184	185
Tauá	214	134	290	122	133	184	219	243	271	304	293	284
Na Bacia	194	139	127	107	135	169	215	257	276	283	262	240
Média Anual na Bacia = 2.404 mm												

QUADRO 2.10
BALANÇO HÍDRICO SEGUNDO THORNTHWAITTE E MATHER

Lat. (gg.mm) -4.34
LOCAL: ARACATI Cap. Armaz. 100 mm

MÊS	T °C	P mm	EVP mm	P-EVP mm	ARM mm	ALT mm	EVR mm	EXC mm	DEF mm
jan	26.5	75,0	143	-68	0	0	75	0	68
fev	26.5	143.0	129	14	14	14	129	0	0
mar	26.4	233.0	138	95	100	86	138	9	0
abr	26.0	222.0	125	97	100	0	125	97	0
mai	26.2	136.0	132	4	100	0	132	4	0
jun	25.8	48.0	120	-72	49	-51	99	0	21
jul	25.3	21.0	116	-95	19	-30	51	0	65
ago	25.3	3.0	117	-114	6	-13	16	0	101
set	25.5	3.0	118	-115	2	-4	7	0	111
out	26.1	5.0	133	-128	1	-1	6	0	127
nov	26.3	7.0	134	-127	0	-1	8	0	126
dez	26.5	27.0	144	-117	0	0	27	0	117
ANO	26.0	923.0	1549	-626	391	0	813	110	736



QUADRO 2.11
BALANÇO HÍDRICO SEGUNDO THORNTHWAITTE E MATHER

Lat. (gg.mm) -7
LOCAL: CAMPOS SALES Cap. Armaz. 100 mm

MES	T °C	P mm	EVP mm	P-EVP mm	ARM mm	ALT mm	EVR mm	EXC mm	DEF mm
jan	24.9	87.0	119	-32	0	0	87	0	32
fev	24.5	120.0	101	19	19	19	101	0	0
mar	23.3	169.0	94	75	94	75	94	0	0
abr	23.8	100.0	96	4	98	4	96	0	0
mai	23.6	38.0	95	-57	55	-43	81	0	14
jun	23.0	9.0	84	-75	26	-29	38	0	46
jul	23.4	3.0	92	-89	11	-15	18	0	74
ago	24.6	1.0	109	-108	4	-7	8	0	101
set	25.9	3.0	126	-123	1	-3	6	0	120
out	26.8	11.0	145	-134	0	-1	12	0	133
nov	26.7	32.0	143	-111	0	0	32	0	111
dez	26.6	56.0	145	-89	0	0	56	0	89
ANO	24.8	629.0	1349	-720	308	0	629	0	720



QUADRO 2.12
BALANÇO HÍDRICO SEGUNDO THORNTHWAITTE E MATHER

LOCAL: JAGUARUANA Lat. (gg.mm) -4.47
Cap. Armaz. 100 mm

MÊS	T °C	P mm	EVP mm	P-EVP mm	ARM mm	ALT mm	EVR mm	EXC mm	DEF mm
jan	27.8	47.0	156	-109	0	0	47	0	109
fev	27.5	106.0	137	-31	0	0	106	0	31
mar	27.0	223.0	144	79	79	79	144	0	0
abr	27.1	208.0	141	67	100	21	141	46	0
mai	27.0	112.0	141	-29	75	-25	137	0	4
jun	26.3	43.0	125	-82	33	-42	85	0	40
jul	27.0	24.0	141	-117	10	-23	47	0	94
ago	27.5	4.0	148	-144	2	-8	12	0	136
set	27.5	3.0	145	-142	1	-1	4	0	141
out	27.6	2.0	151	-149	0	-1	3	0	148
nov	27.9	5.0	151	-146	0	0	5	0	146
dez	28.0	12.0	157	-145	0	0	12	0	145
ANO	27.3	739.0	1737	-948	300	0	743	46	994



QUADRO 2.13
BALANÇO HÍDRICO SEGUNDO THORNTHWAITTE E MATHER

LOCAL: TAUÁ		Lat. (gg.mm) -6		Cap. Armaz. 100 mm					
MÊS	T °C	P mm	EVP mm	P-EVP mm	ARM mm	ALT mm	EVR mm	EXC mm	DEF mm
jan	27.2	62.0	151	-89	0	0	62	0	89
fev	26.0	84.0	119	-35	0	0	84	0	35
mar	25.9	155.0	128	27	27	27	128	0	0
abr	25,1	117.0	109	8	35	8	109	0	0
mai	24.4	48.0	100	-52	21	-14	62	0	38
jun	24.8	17.0	103	-86	9	-12	29	0	74
jul	25.2	9.0	113	-104	3	-6	15	0	98
ago	26.2	4.0	131	-127	1	-2	6	0	125
set	27.4	2.0	145	-143	0	-1	3	0	142
out	28.0	5.0	155	-150	0	0	5	0	150
nov	28.2	12.0	155	-143	0	0	12	0	143
dez	28.0	29.0	158	-129	0	0	29	0	129
ANO	26.4	544.0	1567	-1023	96	0	544	0	1023



QUADRO 2.14
BALANÇO HÍDRICO SEGUNDO THORNTHWAITTE E MATHER

LOCAL: BARBALHA

Lat. (gg.mm) -7.19
Cap. Armaz. 100 mm

MÊS	T °C	P mm	EVP mm	P-EVP mm	ARM mm	ALT mm	EVR mm	EXC mm	DEF mm
jan	25.6	188.0	129	59	59	59	129	0	0
fev	25.2	213.0	109	104	100	41	109	63	0
mar	24.5	310.0	108	202	100	0	108	202	0
abr	24.6	166.0	104	62	100	0	104	62	0
mai	24.4	54.0	104	-50	61	-39	93	0	11
jun	24.0	18.0	94	-76	28	-33	51	0	43
jul	24.0	12.0	98	-86	12	-16	28	0	70
ago	25.2	8.0	116	-108	4	-8	16	0	100
set	26.4	13.0	134	-121	1	-3	16	0	118
out	27.2	38.0	149	-111	0	-1	39	0	110
nov	27.0	37.0	143	-106	0	0	37	0	106
dez	26.5	98.0	146	-48	0	0	98	0	48
ANO	25.4	1155.0	1434	-279	465	0	828	327	606



QUADRO 2.15
BALANÇO HÍDRICO SEGUNDO THORNTHWAITE E MATHER

LOCAL: CRATEÚS		Lat. (gg.mm) -5.15 Cap. Armaz. 100 mm							
MÊS	T °C	P mm	EVP mm	P-EVP mm	ARM mm	ALT mm	EVR mm	EXC mm	DEF mm
jan	27.6	96.0	153	-57	0	0	96	0	57
fev	26.2	153.0	120	33	33	33	120	0	0
mar	25.6	234.0	120	114	100	67	120	47	0
abr	25.6	163.0	115	48	100	0	115	48	0
mai	25.6	63.0	118	-55	58	-42	105	0	13
jun	25.5	21.0	112	-91	23	-35	56	0	56
jul	26.0	12.0	125	-113	8	-15	27	0	98
ago	27.2	4.0	145	-141	2	-6	10	0	135
set	28.1	6.0	151	-145	0	-2	8	0	143
out	29.0	11.0	164	-153	0	0	11	0	153
nov	29.3	17.0	160	-143	0	0	17	0	143
dez	28.8	44.0	163	-119	0	0	44	0	119
ANO	27.0	824.0	1646	-822	324	0	729	95	917



QUADRO 2.16
BALANÇO HÍDRICO SEGUNDO THORNTHWAITTE E MATHER

Lat. (gg.mm) -7.21
LOCAL: JUAZEIRO DO NORTE Cap. Armaz. 100 mm

MES	T °C	P mm	EVP mm	P-EVP mm	ARM mm	ALT mm	EVR mm	EXC mm	DEF mm
jan	27.0	96.0	148	-52	0	0	96	0	52
fev	25.1	217.0	106	111	100	100	106	11	0
mar	25.4	249.0	120	129	100	0	120	129	0
abr	25.3	125.0	113	12	100	0	113	12	0
mai	25.6	33.0	120	-87	42	-58	91	0	29
jun	24.5	32.0	99	-67	21	-21	53	0	46
jul	24.5	10.0	102	-92	9	-12	22	0	80
ago	25.3	10.0	116	-106	3	-6	16	0	100
set	26.7	2.0	139	-137	1	-2	4	0	135
out	27.3	13.0	149	-136	0	-1	14	0	135
nov	28.3	61.0	155	-94	0	0	61	0	94
dez	28.0	74.0	158	-84	0	0	74	0	84
ANO	26.1	922.0	1525	-603	376	0	770	152	755



QUADRO 2.17
BALANÇO HÍDRICO SEGUNDO THORNTHWAITTE E MATHER

LOCAL: IGUATU		Lat. (gg.mm) -6.19 Cap. Armaz. 100 mm							
MÊS	T °C	P mm	EVP mm	P-EVP mm	ARM mm	ALT mm	EVR mm	EXC mm	DEF mm
jan	28.4	84.0	160	-76	0	0	84	0	76
fev	27.4	134.0	138	-4	0	0	134	0	4
mar	26.6	207.0	141	66	66	66	141	0	0
abr	26.3	174.0	126	48	100	34	126	14	0
mai	26.0	90.0	123	-33	72	-28	118	0	5
jun	25.8	30.0	115	-85	31	-41	71	0	44
jul	26.0	14.0	123	-109	10	-21	35	0	88
ago	27.0	6.0	141	-135	3	-7	13	0	128
set	28.2	8.0	151	-143	1	-2	10	0	141
out	29.0	13.0	164	-151	0	-1	14	0	150
nov	29.2	13.0	161	-148	0	0	13	0	148
dez	29.1	28.0	167	-139	0	0	28	0	139
ANO	27.4	801.0	1710	-909	283	0	787	14	923

000119



QUADRO 2.18
BALANÇO HÍDRICO SEGUNDO THORNTHWAITE E MATHER

LOCAL: MORADA NOVA
Lat. (gg.mm) -6.01
Cap. Armaz. 100 mm

MES	T °C	P mm	EVP mm	P-EVP mm	ARM mm	ALT mm	EVR mm	EXC mm	DEF mm
jan	28.1	76.0	160	-84	0	0	76	0	84
fev	27.3	89.0	135	-46	0	0	89	0	46
mar	26.8	206.0	144	62	62	62	144	0	0
abr	26.8	160.0	138	22	84	22	138	0	0
mai	26.8	95.0	141	-46	53	-31	126	0	15
jun	26.1	45.0	122	-77	25	-28	73	0	49
jul	26.1	16.0	126	-110	8	-17	33	0	93
ago	26.6	3.0	138	-135	2	-6	9	0	129
set	27.4	2.0	145	-143	0	-2	4	0	141
out	27.7	2.0	152	-150	0	0	2	0	150
nov	28.0	2.0	152	-150	0	0	2	0	150
dez	28.1	17.0	161	-144	0	0	17	0	144
ANO	27.2	713.0	1714	-1001	234	0	713	0	1001



QUADRO 2.19
BALANÇO HÍDRICO SEGUNDO THORNTHWAITE E MATHER

LOCAL: QUIXADÁ		Lat. (gg.mm) -4.58		Cap. Armaz. 100 mm					
MES	T °C	P mm	EVP mm	P-EVP mm	ARM mm	ALT mm	EVR mm	EXC mm	DEF mm
jan	27.4	59.0	153	-94	0	0	59	0	94
fev	27.0	121.0	132	-11	0	0	121	0	11
mar	26.6	205.0	141	64	64	64	141	0	0
abr	26.4	197.0	130	67	100	36	130	31	0
mai	26.2	104.0	130	-26	77	-23	127	0	3
jun	26.0	44.0	121	-77	36	-41	85	0	36
jul	26.1	33.0	128	-95	14	-22	55	0	73
ago	26.5	3.0	139	-136	4	-10	13	0	126
set	27.0	5.0	139	-134	1	-3	8	0	131
out	27.3	2.0	148	-146	0	-1	3	0	145
nov	27.5	18.0	148	-130	0	0	18	0	130
dez	27.5	20.0	154	-134	0	0	20	0	134
ANO	26.8	811.0	1663	-852	296	0	780	31	883

000121

**QUADRO 2.20****BALANÇO HÍDRICO SEGUNDO THORNTONWAITE E MATHER**

		Lat. (gg.mm) -5.12							
		Cap. Armaz. 100 mm							
LOCAL: QUIXERAMOBIM									
MÊS	T °C	P mm	EVP mm	P-EVP mm	Alt. mm	ALT mm	EVR mm	EXC mm	DEF mm
jan	29.0	61.0	166	-105	0	0	61	0	105
fev	28.4	95.0	143	-48	0	0	95	0	48
mar	27.6	191.0	151	40	40	40	151	0	0
abr	27.1	188.0	141	47	87	47	141	0	0
mai	26.7	124.0	141	-17	75	-12	136	0	5
jun	26.5	53.0	133	-80	34	-41	94	0	39
jul	26.9	32.0	141	-109	11	-23	55	0	86
ago	27.7	11.0	148	-137	3	-8	19	0	129
set	28.3	3.0	151	-148	1	-2	5	0	146
out	28.6	2.0	161	-159	0	-1	3	0	158
nov	28.7	5.0	157	-152	0	0	5	0	152
dez	29.1	20.0	167	-147	0	0	20	0	147
ANO	27.9	785.0	1800	-1015	251	0	785	0	1015

QUADRO 2.21**ÍNDICES GERADOS PELO BALANÇO HÍDRICO**

ESTAÇÃO	ÍND. ARIDEZ	ÍND. EFET. UMIDADE	ÍND. HÍDRICO	CLASSIFICAÇÃO CLIMÁTICA
Aracati	47,5	7,1	-21,4	DdA'a'
Campos Sales	53,3	0,0	-32,0	DdA'a'
Crateús	55,7	5,8	-27,6	DdA'a'
Iguatu	54,0	0,8	-31,6	DdA'a'
Jaguaruana	57,2	2,6	-31,7	DdA'a'
Juazeiro do Norte	49,5	10,0	-19,7	CldA'a'
Morada Nova	58,4	0,0	-35,0	DdA'a'
Quixadá	53,1	1,9	-30,0	DdA'a'
Quixeramobim	56,4	0,0	-33,8	DdA'a'
Tauá	65,3	0,0	-39,2	DdA'a'
Barbalha	42,2	22,8	2,5	ClWA'a'



- iii - pequeno ou nenhum excesso de água no decorrer do período, subtipo d, definido pela variação anual do índice de aridez,
- iv - clima megatérmico, tipo A', determinado pelo índice de eficiência térmica, dado pelo acumulado da evapotranspiração no ano, função direta da temperatura e do comprimento do dia,
- v - baixa variação estacional, subtipo a', que expressa a percentagem da evapotranspiração na estação de verão

Fórmulas que classificam o clima da Bacia do Rio Jaguaribe (DdA'a' e C1dA'a')

3 ZONAS HIDROLÓGICAS HOMOGÊNEAS

3.1 Objetivos

Com o objetivo de regionalizar parâmetros e variáveis hidrológicas a fim de se conhecer a distribuição temporal e espacial da água, será desenvolvido neste capítulo um mapeamento de fatores e classes físico-climáticas homogêneas, para toda a Bacia do Rio Jaguaribe

Estes mapas serão oportunamente utilizados como referencial na escolha de parâmetros iniciais para a calibração do modelo de geração de vazões - MODHAC. Serão, também, uma ferramenta preciosa para a obtenção de relações matemáticas entre a área drenada e o deflúvio médio, quando da avaliação das potencialidades nas pequenas e microbacias

3.2 Generalidades

Segundo NOUVELOT (*), os critérios de regionalização são todos calcados em hipóteses similares que consistem em admitir que para uma zona físico-climática homogênea corresponde uma zona hidrológica teoricamente homogênea

O mesmo autor define os fatores condicionantes do regime hidrológico, e os agrupa nos dois blocos seguintes

- a) os fatores perenes
 - topografia da bacia relevo, superfície e forma
 - situação longitude, latitude e altitude
 - aspecto da rede hidrográfica
 - natureza do subsolo e do solo
- b) os fatores variáveis no tempo
 - fatores climáticos precipitações, temperatura, umidade, evapotranspiração, vento, pressão atmosférica, circulação geral, etc
 - cobertura vegetal

- estado de saturação do solo e do subsolo

A propriedade destes fatores não se comportarem como variáveis independentes, e sim, estarem ligados por relações mais ou menos estreitas ou complexas, levou o autor a hierarquizá-los segundo a qualidade de serem primárias e com determinação quantitativa relativamente rápida e fácil. Daí fixar-se apenas no clima, solo, relevo e cobertura vegetal

3.3 Antecedentes

O primeiro agrupamento hidrológico homogêneo mapeado para a totalidade da Bacia do Rio Jaguaribe aconteceu por ocasião do Estudo Geral de Base do Vale do Jaguaribe, desenvolvido pelo convênio SUDENE/ASMIC e publicado no TOMO V IV Hidrologia, em 1967

O zoneamento constou de três fatores distribuídos nas dez classes seguintes

- PRECIPITAÇÃO

- H1 - Precipitações anuais menores que 600mm
- H2 - Precipitações anuais entre 600 e 800 mm
- H3 - Precipitações anuais superiores a 800 mm

- PERMEABILIDADE

- P1 - Terrenos impermeáveis
- P2 - Terrenos ligeiramente permeáveis
- P3 - Terrenos permeáveis

- RELEVO

- R1 - Relevo muito fraco
- R2 - Relevo fraco
- R3 - Relevo moderado
- R4 - Relevo bastante forte

Os diferentes limites de classes de precipitação, permeabilidade e relevo foram traçados em uma carta na escala de 1:1 000 000, podendo ser distinguidos 36 setores geográficos diferentes que foram conjugados por razões práticas e materiais nas 18 ZHH seguintes

- 1-H3-P3-R1 - Dunas de Aracati - leste da Chapada do ARARIPE
- 2-H3-P2-R3 - leste de Milagres
- 3-H3-P2-R4 - leste do Carril - Regiões de Porteiras e Mauriti
- 4-H3-P1-R3 - sul de Aurora - oeste de Várzea Alegre

(*) NOUVELOT, J F Planification D'Implantation de Bassins versants Representatifs Application A L'Aire de la SUDENE SUDENE/ORSTOM, 1974

- 5-H3-P1-R4 - Serras de Carriagu e de Pereiro - sudeste de Mauriti
- 6-H2-P3-R1 - Mauriti da Chapada do Araripe - Chapada do APODI
- 7-H2-P2-R1 - Baixo Jaguaribe
- 8-H2-P2-R3 - Bacias de Iguatu e de Icó
- 9-H2-P2-R4 - norte de Araripe - sul de Jati - leste de Mauriti
- 10-H2-P1-R1 - Baixo Banabuiú e Baixo Palhano
- 11-H2-P1-R2 - Do lado de Quixeramobim em Solonópole e Orós
Baixo Figueiredo - Alto Sitiá - norte de Santo Antônio de Russas
- 12-H2-P1-R3 - Região de Lavras, entre Bastiões e Jaguaribe, do lado de Iguatu em Senador Pompeu, Boa Viagem e Custódia - Alto Palhano
- 13-H2-P1-R1 - Região de Jati - Regiões de Assaré, Aiuaaba, Cococi, depois do lado de Saboeiro em Mombaça
- extremo noroeste da bacia - ao lado leste de Icó ao norte de Jaguaribe
- 14-H1-P3-R1 - extremo oeste da Chapada do Araripe
- 15-H1-P2-R3 - sul de Campos Sales
- 16-H1-P1-R1 - sudeste de Tauá
- 17-H1-P1-R3 - Campos Sales Alto Jaguaribe a montante de Arneiroz
- 18-H1-P1-R4 - Região de Parambu

A figura 3 1, mostrada a seguir, apresenta o mapa de ZHH desenvolvido pelo GVJ

Em 1974, JF NOUVELOT desenvolveu para todo o Nordeste o estudo "Planificação da Implantação de Bacias Representativas", contemplando a área com um mapeamento de ZHH

O mapa foi apresentado em escala gráfica, sendo que a cartografia de estudo variou em escalas de 1 250 000 a 1 5 000 000 predominando a escala de 1 1 000 000

No estudo foram considerados quatro fatores para o estabelecimento de zonas físico-climáticas homogêneas (precipitação, permeabilidade, relevo e altitude) Depois de diferentes arranjos entre classes e fatores chegou-se ao agrupamento final com 207 ZHH

Publicado em 1980, o PLIRHINE - Plano de Aproveitamento Integrado dos Recursos Hídricos do Nordeste do Brasil definiu para esta área 145 ZHH

Os fatores físico-climáticos analisados foram os mesmos estudados por NOUVELOT, havendo apenas diferenciação quanto ao modo de estabelecimento de classes

A cartografia utilizada era na escala de 1 2 500 000, obtida das reduções fotográficas da Carta Internacional do Mundo ao Milionésimo do IBGE, datadas de 1970 a 1974

3 4 Metodologia

Mediante a superposição de mapeamentos de diversos fatores físicos e climáticos susceptíveis de terem relação com as características hidrológicas da bacia, se obterá a síntese cartográfica das "Zonas Hidrológicas Homogêneas"

Os fatores selecionados serão divididos em classes, conforme a natureza específica de cada um. Apesar de basear-se em quantificações, o estabelecimento de intervalos de classes é puramente qualitativo, pois na síntese é cartográfico. Só se cogitará encontrar relações funcionais entre a lâmina escoada e os referidos indicadores em estudos posteriores sobre a potencialidade de pequenas e microbacias

Os limites de cada ZHH não serão totalmente rígidos e adotados uma vez por todos. Dependerão dos indicadores físico-climáticos das zonas vizinhas, de sua área e razões práticas que se pronunciarem por ocasião da conformação dos agrupamentos sobre a base cartográfica

A base cartográfica utilizada será a de 1 250 000 elaborada pelo DSG do Exército/Projeto Radan (cartas imagens de radar 1975/76), com curvas de nível a cada 80 ou 100 m

3 4 1 Fatores Físico-Climáticos Envolvidos

Segundo o PLIRHINE ^(*), a escolha dos indicadores físico-climáticos é condicionada tanto pelo seu teor de representatividade e consequente capacidade de caracterização/diferenciação regional, quanto pela disponibilidade de informações e nível de precisão requerido

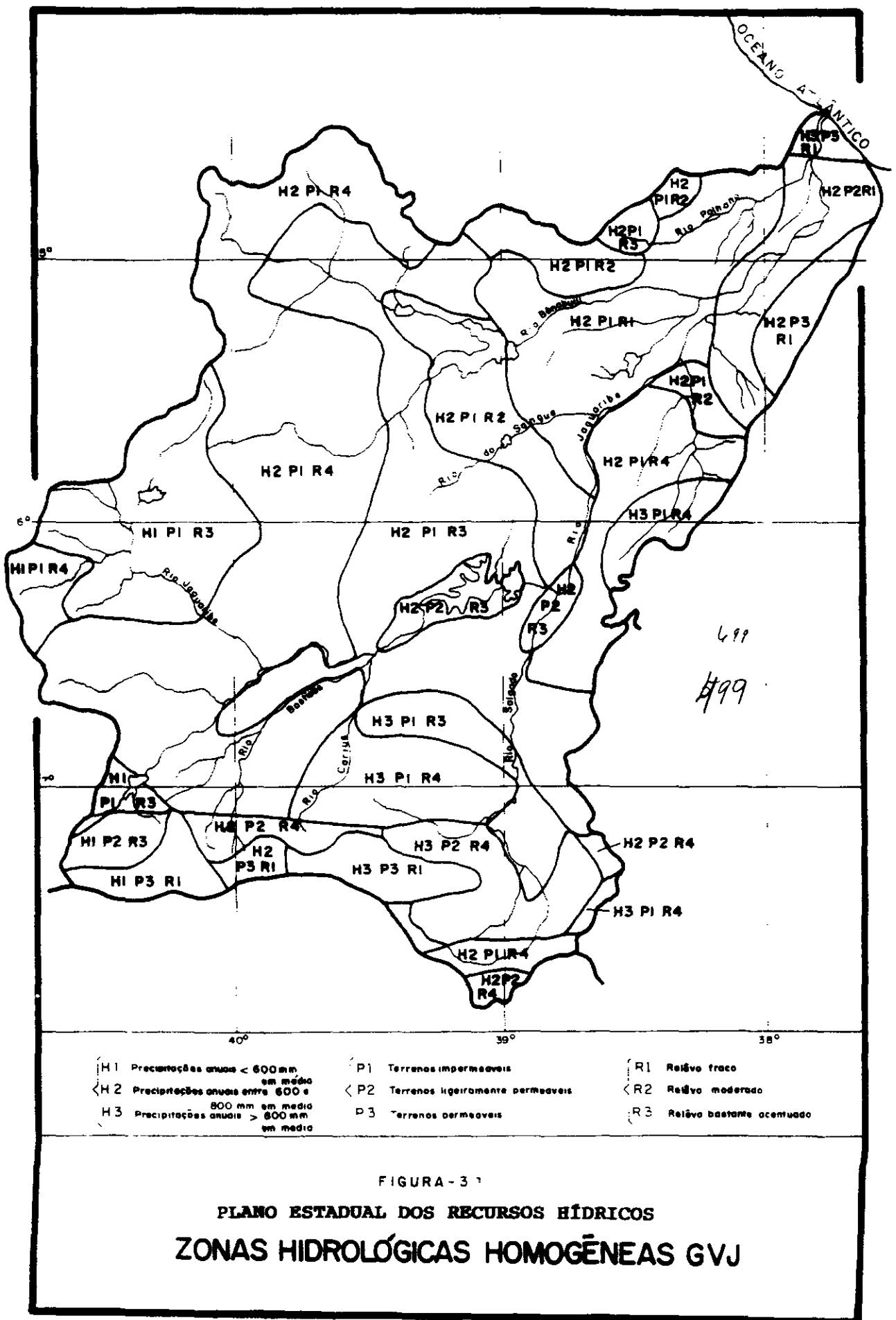
No âmbito da Bacia do Rio Jaguaribe se considerou relevante a influência do clima, da topografia, da situação espacial e da natureza do solo na formação do escoamento superficial

A cobertura vegetal foi abandonada pelo fato de ser constante a ação do homem na modificação dos fitossistemas envolvidos, além da vegetação depender fortemente das variações climáticas

Finalmente, os fatores condicionantes do regime hidrológico considerados neste estudo, foram os seguintes

- precipitação
- permeabilidade
- relevo
- altitude

(*) PLIRHINE - Plano de Aproveitamento Integrado dos Recursos Hídricos do Nordeste do Brasil - SUDENE, 1980



3.4.2 Síntese Cartográfica da Precipitação

O indicador climático considerado mais relevante no tocante ao escoamento superficial, no caso a precipitação, foi definido segundo o mapa de isoietas anuais mostrado no Capítulo 2. O referido mapa é também apresentado em anexo na escala 1:250.000, juntamente com os ietogramas mensais representativos de diversas regiões da Bacia.

As isozonas foram estratificadas segundo intervalos de classe de 100 mm, nas áreas onde a precipitação varia de 500 a 800 mm, para precipitações superiores a 800 mm foram considerados intervalos de 200 mm entre as isoietas.

A síntese cartográfica apresenta a Bacia dividida em quatro grandes zonas de distintos regimes pluviométricos.

ZONAS CLASSES

- H1 - Totais anuais médios inferiores a 600 mm
- H2 - Totais anuais médios entre 600 e 800 mm
- H3 - Totais anuais médios entre 800 e 1000 mm
- H4 - Totais anuais médios superiores a 1000 mm

3.4.3 Síntese Cartográfica da Permeabilidade

Numa região climatológica homogênea, o escoamento superficial vai depender principalmente da natureza geológica das rochas, sendo, portanto, a permeabilidade o fator físico mais relevante na definição do regime hidrológico da Bacia.

A permeabilidade está geologicamente associada à porosidade, granulometria e fendas que um determinado tipo de rocha possa apresentar.

Visando a identificação das características de permeabilidade geológica, a Bacia do Jaguaribe foi zoneada segundo os quatro grupos de solos definidos conforme concertos firmados pelo Soil Conservation Service.

As classes de solos preconizadas pelo SCS, foram identificadas no mapa de solos do Zoneamento Agrícola do Estado do Ceará, a partir do agrupamento de unidades de solo segundo suas características físicas e morfológicas.

O SCS apresenta suas quatro classes de solos com a seguinte configuração:

- A - SOLOS DE PERMEABILIDADE ELEVADA
- B - SOLOS PERMEÁVEIS
- C - SOLOS DE FRACA PERMEABILIDADE
- D - SOLOS QUASE IMPERMEÁVEIS

Maiores detalhes sobre as características destes solos são mostrados na legenda da síntese cartográfica apresentada na figura 3.2, ou nos mapas na escala 1:250.000, em anexo.

3.4.4 Síntese Cartográfica do Relevo

Entre bacias com solos de igual permeabilidade, o relevo será o principal fator de distribuição das precipitações entre o escoamento superficial e a infiltração.

Para o zoneamento do relevo será utilizado o mesmo mapa obtido quando da elaboração do capítulo Nível de Açudagem do Relatório de Diagnóstico.

A metodologia baseia-se no conceito de declividade média entre curvas de nível e seguiu, em síntese, o seguinte roteiro:

- inicialmente obteve-se o comprimento das curvas de nível de 80 em 80 m da carta 1:250.000,
- calculou-se o comprimento médio das curvas de nível e planimetrou-se a área da faixa formada pelas mesmas,
- a declividade média foi obtida pela divisão do desnível entre as curvas, 80 m, e a relação área por comprimento médio das curvas,
- o relevo considerado muito forte foi obtido diretamente da carta 1:100.000, correspondendo às regiões montanhosas.

Conforme o valor encontrado para a declividade média, o relevo foi classificado nos seguintes tipos:

ZONAS DECLIVIDADE MÉDIA CLASSE DE RELEVO

- | | | |
|------|-------------------------|-------------|
| R1 - | Menor que 6,00 m/km | Muito suave |
| R2 - | Entre 6,00 e 9,00 m/km | Suave |
| R3 - | Entre 9,00 e 13,00 m/km | Moderado |
| R4 - | Acima de 13,00 m/km | Forte |
| R5 - | Zonas montanhosas | Muito forte |

O mapa da figura 3.3, juntamente com os mapas em anexo na escala 1:250.000, apresentam a síntese cartográfica do relevo.

3.4.5 Síntese Cartográfica da Altitude

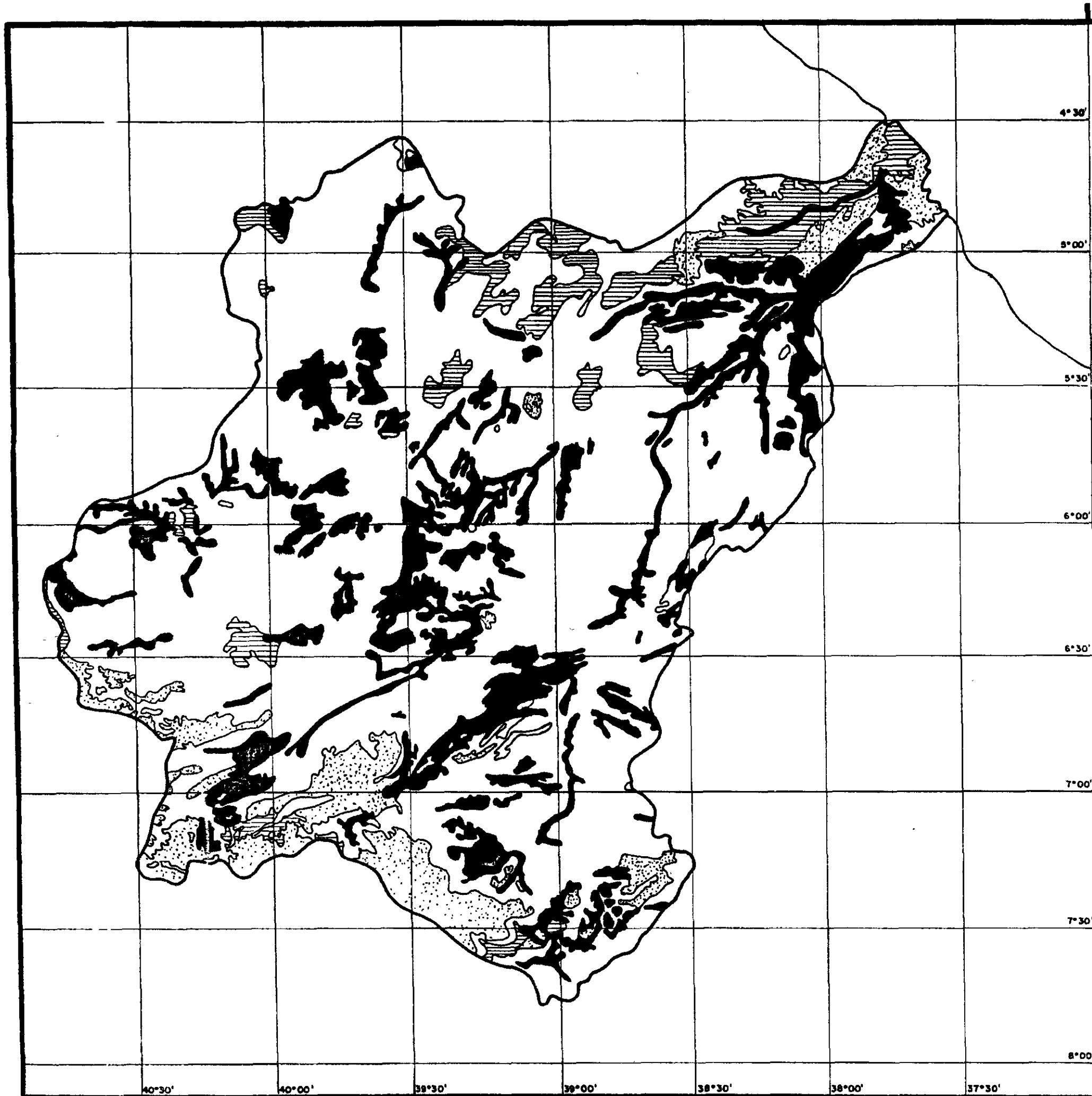
O fator altitude não participará diretamente da divisão da bacia em setores homogêneos, se constituindo, portanto, num critério secundário usado apenas como auxiliar nas decisões sobre o zoneamento.

O próprio conceito de declividade média utilizado na obtenção do relevo, embutiu os efeitos da altitude, tornando-se desnecessária a sua reapresentação como fator original.


As altitudes foram subdivididas em 3 classes:


ZONAS CLASSES

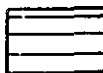
- A1 - Baixa altitude (menor que 160 m)
- A2 - Média altitude (160 a 560 m)

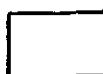


LEGENDA

- 

BAIXO POTENCIAL DE ESCOAMENTO: SOLOS MUITO PERMEÁVEIS TENDO ALTA TAXA DE INFILTRAÇÃO MESMO QUANDO CONTINUAMENTE UMEDECIDOS, CONSISTINDO PRINCIPALMENTE DE SOLOS PROFUNDOS BEM A EXCESSIVAMENTE DRENADOS, ARENOSO A CASCALHENTO, ALTA TAXA DE TRANSMISSÃO D'ÁGUA.
- 

SOLOS TENDO MODERADAS TAXAS DE INFILTRAÇÃO (ACIMA DA MÉDIA) MESMO QUANDO CONTINUAMENTE UMEDECIDOS MODERADAMENTE PROFUNDOS A PROFUNDOS MODERADAMENTE A BEM DRENADOS, COM TEXTURA MODERADAMENTE FINA A MODERAMENTE GROSSA, MODERADA TAXA DE TRANSMISSÃO D'ÁGUA.
- 

SOLOS TENDO BAIXA TAXA DE INFILTRAÇÃO (ABAIXO DA MÉDIA) QUANDO CONTINUAMENTE UMEDECIDOS, CONSISTINDO PRINCIPALMENTE DE SOLOS COM UM EXTRATO QUE IMPEDIRIA O MOVIMENTO ESCENDENTE DA ÁGUA, SOLOS COM TEXTURA MODERADAMENTE FINA A MODERADA, ALTA PERCENTAGEM DE ARGILA E COLÓIDE, BAIXA TAXA DE TRANSMISSÃO D'ÁGUA.
- 

ALTO POTENCIAL DE ESCOAMENTO SOLOS TENDO MUITO BAIXA TAXA DE INFILTRAÇÃO QUANDO CONTINUAMENTE UMEDECIDOS, CONSISTINDO PRINCIPALMENTE DE SOLOS ARGILOSOS COM ALTO POTENCIAL DE EXPANSÃO, SOLOS EM LENÇOL FREÁTICO PERMANENTEMENTE ALTO, SOLOS COM CAMADA ARGILOSA À SUPERFÍCIE, SOLOS RASOS SOBRE CAMADAS IMPERMEÁVEIS PRÓXIMO A SUPERFÍCIE, MUITO BAIXA DE TRANSMISSÃO D'ÁGUA.

FIGURA-3.2
PLANO ESTADUAL DOS RECURSOS HÍDRICOS
MAPA DE PERMEABILIDADE

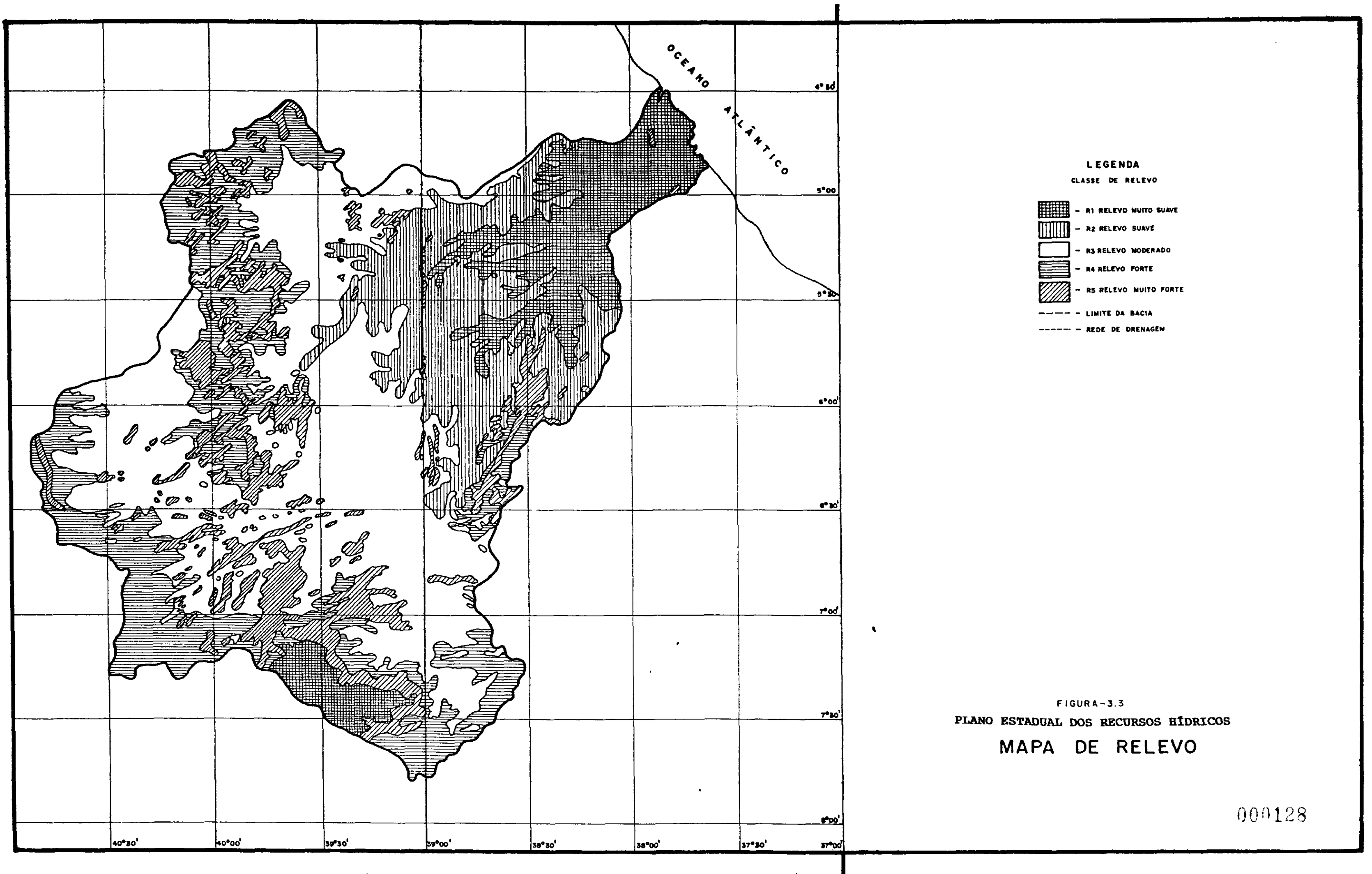
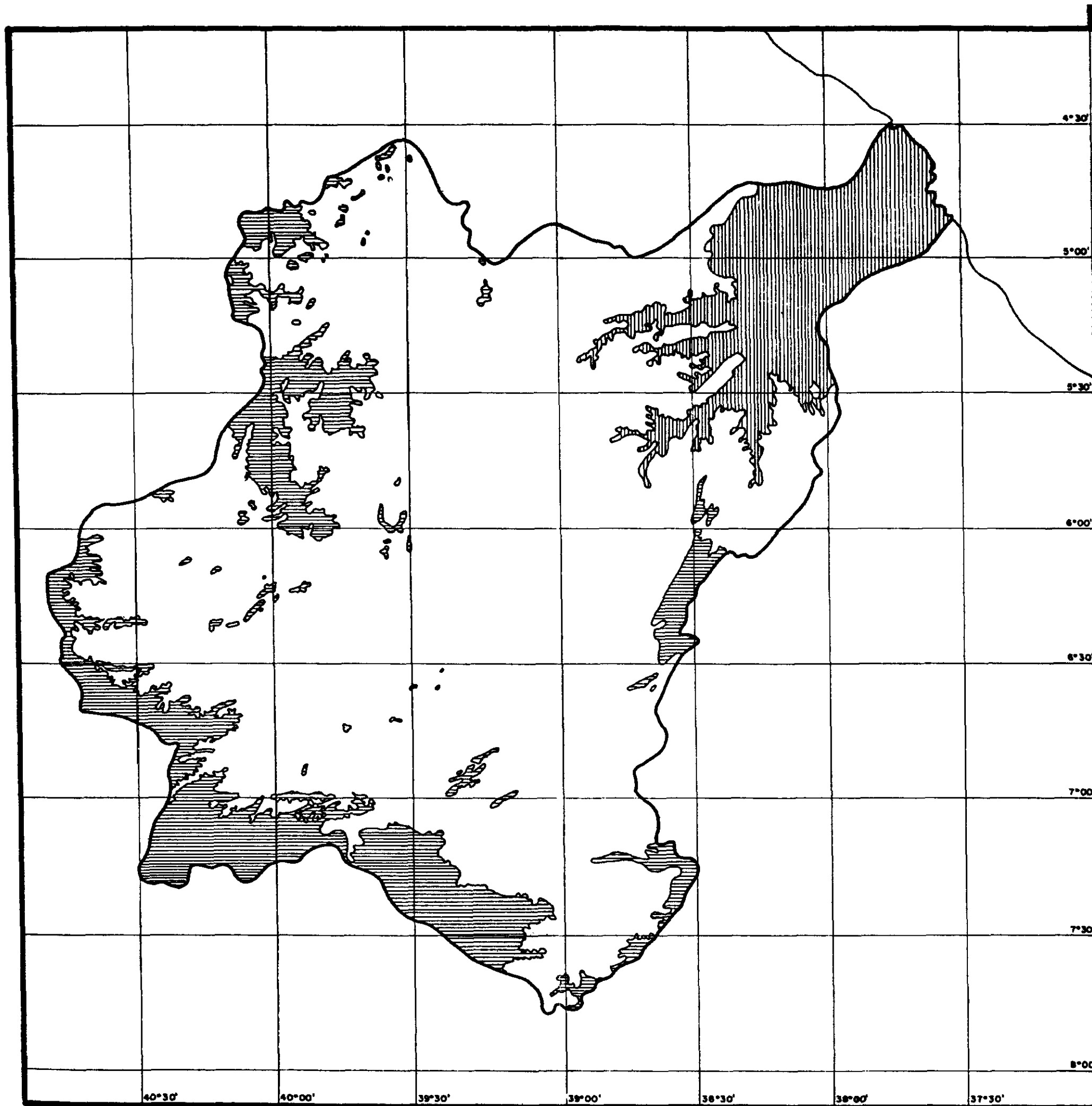


FIGURA-3.3
 PLANO ESTADUAL DOS RECURSOS HÍDRICOS
 MAPA DE RELEVO

000128



LEGENDA



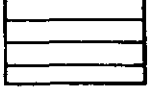
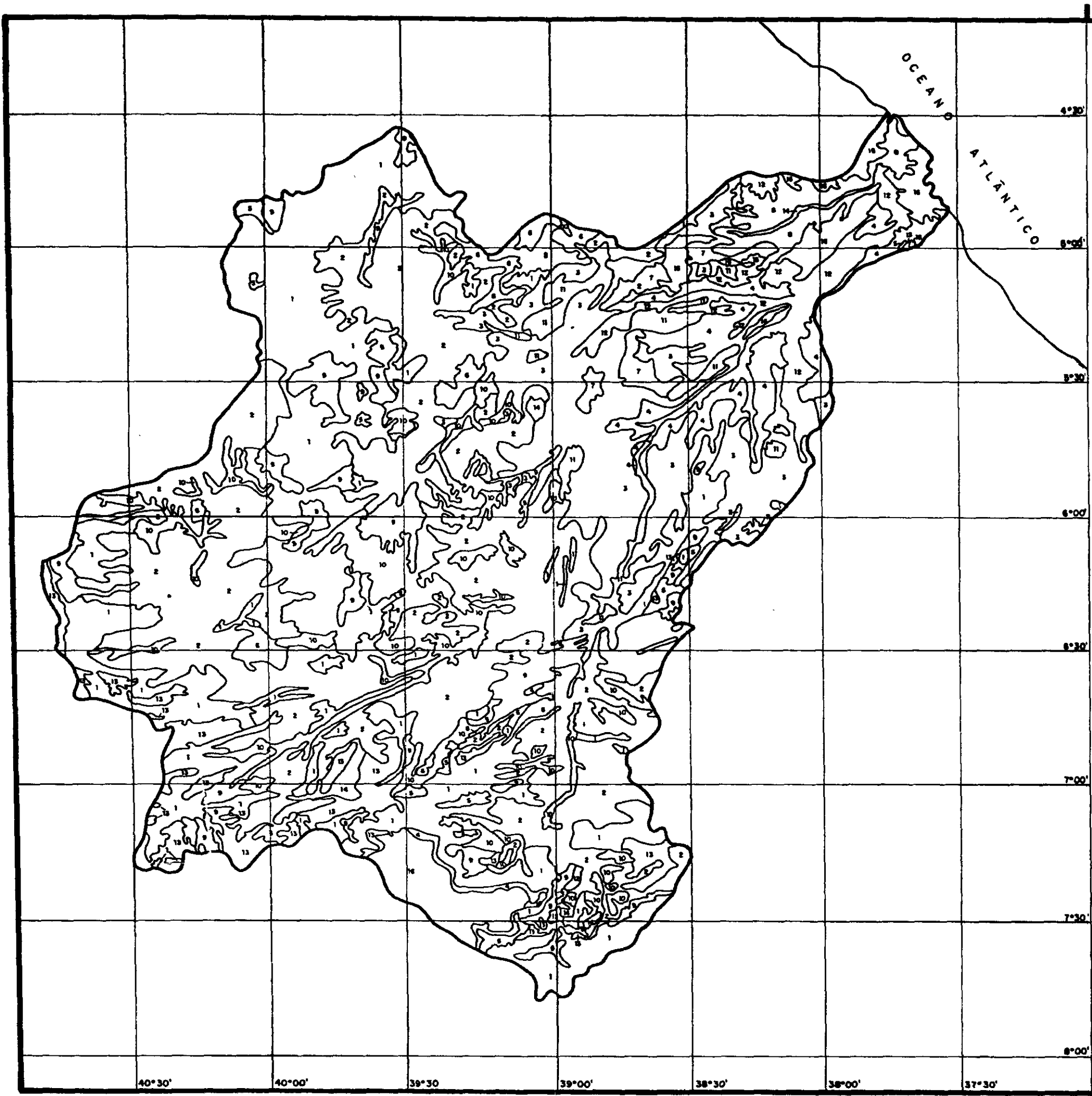
-  - 0 - 160 m - BAIXA ALTITUDE
-  - 160 - 560 m - MÉDIA ALTITUDE
-  - > 560 m - ELEVADA ALTITUDE

FIGURA-3.4
 PLANO ESTADUAL DOS RECURSOS HÍDRICOS
 MAPA DE ALTITUDE

000129



LEGENDA

PERMEABILIDADE RELEVO	A	B	C	D
R1	1	5	9	13
R2	2	6	10	14
R3	3	7	11	15
R4	4	8	12	16

FIGURA-3.5
 PLANO ESTADUAL DOS RECURSOS HÍDRICOS
 ZONAS FÍSICAS HOMOGÊNEAS

000130

QUADRO 3.1
 PERCENTUAIS DAS ZONAS FÍSICAS HOMOGÊNEAS NAS
 BACIAS DOS POSTOS FLUVIOMÉTRICOS

POSTOS FLUVIOMÉTRICOS	ZONAS FÍSICAS HOMOGÊNEAS (%)															
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16
Arneiroz	20,2	61,1	-	-	-	0,6	-	-	7,8	9,2	-	-	1,1	-	-	-
Malhada	40,5	18,2	-	-	-	-	-	-	4,4	4,3	-	-	31,5	1,2	-	-
Jucás	30,7	45,4	-	-	-	2,0	-	-	4,5	7,0	-	-	10,2	0,3	-	-
Sítio Conceição	39,9	26,1	-	0,2	3,6	1,3	-	-	5,8	0,1	-	-	14,0	-	-	8,9
Sítio Poço Dantas	17,7	21,4	4,9	-	-	-	-	-	7,3	6,3	-	-	30,3	6,9	-	-
Poço dos Paus	39,5	26,6	-	0,2	3,6	1,3	-	-	5,8	0,4	-	-	13,9	-	-	8,8
Cariús	27,6	24,8	3,2	0,1	1,5	0,5	-	-	10,9	4,2	-	-	25,5	4,5	-	3,6
Corredores	29,3	40,2	0,9	0,02	0,4	1,6	-	-	5,0	6,3	-	-	13,7	0,9	-	1,0
Iguatu	28,4	41,3	0,8	0,02	0,4	1,5	-	-	5,0	6,9	-	-	13,3	1,4	-	0,9
Suassurana	23,1	17,8	-	-	-	-	-	-	11,1	48,0	-	-	-	-	-	-
Orós	27,6	41,2	0,7	0,01	0,3	1,3	-	-	5,0	11,1	-	-	10,9	1,1	-	0,8
Sítio Lapinha	38,5	11,5	-	7,5	0,3	-	-	-	9,1	12,0	-	-	2,5	-	-	18,5
Sítio Oitis	29,6	0,1	-	0,1	2,8	-	-	-	3,4	0,01	-	-	1,0	-	-	62,9
Podimirim	26,2	12,4	-	0,1	2,2	-	-	-	7,5	5,2	-	-	8,0	1,8	-	36,6
Lavras da Mangabeira	29,2	27,9	-	1,5	1,3	0,6	-	-	5,8	7,3	-	-	4,3	0,9	-	21,2
Ponte Patos	27,7	29,3	-	1,5	1,2	1,1	-	-	5,4	9,3	-	-	4,0	0,8	-	19,7
Santo Antônio	26,5	31,6	0,1	1,5	1,1	1,0	-	-	5,8	10,1	-	-	3,7	0,7	-	17,9
Icó	24,2	32,3	0,9	1,4	1,0	0,9	-	-	5,4	13,5	0,2	-	3,3	0,7	-	16,3
Jaguaribe	26,8	36,5	3,0	0,5	0,7	1,1	-	-	5,2	11,2	0,5	-	7,8	0,9	-	5,9
Castanhão	24,0	34,1	8,9	1,4	0,6	0,9	0,1	-	4,8	10,4	0,7	1,2	6,8	0,9	-	5,1
Peixe Gordo	23,2	32,2	11,2	2,5	0,7	0,9	0,1	-	4,6	9,8	1,1	1,5	6,5	0,8	-	4,8
Boqueirão do Patu	29,3	41,3	1,8	-	1,4	-	-	-	20,4	5,7	-	-	-	-	-	-
Senador Pompeu	32,0	39,6	2,1	-	0,4	-	-	-	17,2	8,2	-	-	-	0,5	-	-
Quixeramobim	55,7	31,4	0,6	-	22,2	1,4	-	-	6,7	1,9	-	-	-	-	-	-
Boqueirão Pedras Brancas	4,4	29,3	23,5	-	-	21,6	-	-	-	2,2	19,0	-	-	-	-	-
Morada Nova II	31,5	31,4	13,7	0,5	1,0	4,2	0,8	-	7,4	4,0	3,0	1,2	-	0,2	0,1	-
Boqueirão do Meio	30,7	30,7	13,7	0,8	1,0	4,1	1,0	-	7,2	3,9	4,0	1,5	-	0,2	0,9	-

502



000132

A3 Elevada altitude (maior que 560 m)

A figura 3 4, juntamente com os mapas em anexo apresentam a síntese cartográfica da altitude

3 4 6 Síntese Cartográfica Parcial - Zonas Físicas Homogêneas

A delimitação dos setores físicos homogêneos foi obtida por superposição dos mapas de permeabilidade e relevo, ficando o fator altitude sendo usado apenas como informação suplementar na definição das linhas limítrofes das áreas superpostas

Segundo o PLIRHINE, como critério simplificador, a fim de se evitar um excessivo número de zonas, deve-se, eventualmente, fazer concessões de traçado em alguns contornos dos mapeamentos parciais, quando superpostos, de modo que venham a coincidir. Desta forma, os fracionamentos desprovidos de significância foram abandonados

As classes de relevo R4 e R5 foram fundidas em uma só (R4/5), com o objetivo já demonstrado no parágrafo anterior

Do procedimento adotado resultaram 16 Zonas Físicas Homogêneas, cuja síntese cartográfica é mostrada em anexo numa carta 1 250 000 e no mapa da figura 3 5

Os quadros 3 1 e 3 2, a seguir, apresentam os percentuais de cada zona física homogênea nas bacias dos postos fluviométricos e dos açudes

3 4 7 Síntese Cartográfica Final - Zonas Hidrológicas Homogêneas

No fim deste estudo, essencialmente cartográfico, pode-se dispor de quatro mapeamentos - sínteses com diferentes zonas homogêneas que tratam da pluviosidade anual, permeabilidade, relevo e altitude

Na montagem do mapa foram considerados inicialmente sobrepostos os fatores físicos já descritos no item anterior sendo que, agora, reagrupados de modo a não permitirem o aparecimento de um excessivo número de pequenas zonas

As classes de relevo (R1) e (R2) foram, também, fundidas em uma só (R 1/2), as classes de permeabilidade (PA, PB, PC, PD) foram reagrupadas duas a duas, resultando em (PAB) e (PCD)

As altitudes ficaram com apenas dois grupamentos, (Ab) - altitudes baixas e (Am) - altitudes médias e elevadas

As Isoietas Médias Anuais foram lançadas sobre a síntese cartográfica, mas preferiu-se deixar em aberto o cruzamento das áreas físicas homogêneas com as climáticas, não estabelecendo a formação de novo zoneamento, no intuito de evitar os funcionamentos desprovidos de reais diferenças hidrológicas sob o ponto de vista do escoamento

A Síntese Cartográfica Final define a formação de nove grandes zonas hidrológicas homogêneas, e é mostrada, a seguir, na figura 3 6

4 ESTUDO DOS DEFLÚVIOS

Na 1ª etapa do PERH, denominada Diagnóstico, foi realizado um minucioso levantamento das informações hidrométricas existentes sobre a Bacia do Jaguaribe. Os dados existentes estavam dispersos pelos diversos órgãos que lidam com o gerenciamento do uso dos recursos hídricos, tais como SUDENE, DNOCS, DNAEE e outros

Esses dados foram submetidos a uma rigorosa triagem, que constou da análise de consistência e homogeneização das séries pluviométricas e fluviométricas disponíveis, além da obtenção de outros períodos de vazões diárias via traçado de curvas-chaves e aplicação dos níveis observados às mesmas

Nesta 2ª Etapa - Estudos de Base, objetiva-se conseguir séries fluviométricas de longo período nos locais em que há açudes construídos, com capacidade de acumulação de no mínimo 10 000 000 de m³, para posterior avaliação da capacidade de regularização de cada um deles

Como na maioria dos locais desses açudes não estão disponíveis séries fluviométricas, ou, nos raros casos em que existem, possuem pouca disponibilidade de dados, fez-se necessária a aplicação de um modelo chuva x deflúvio para extensão e geração de novas séries de vazões mensais

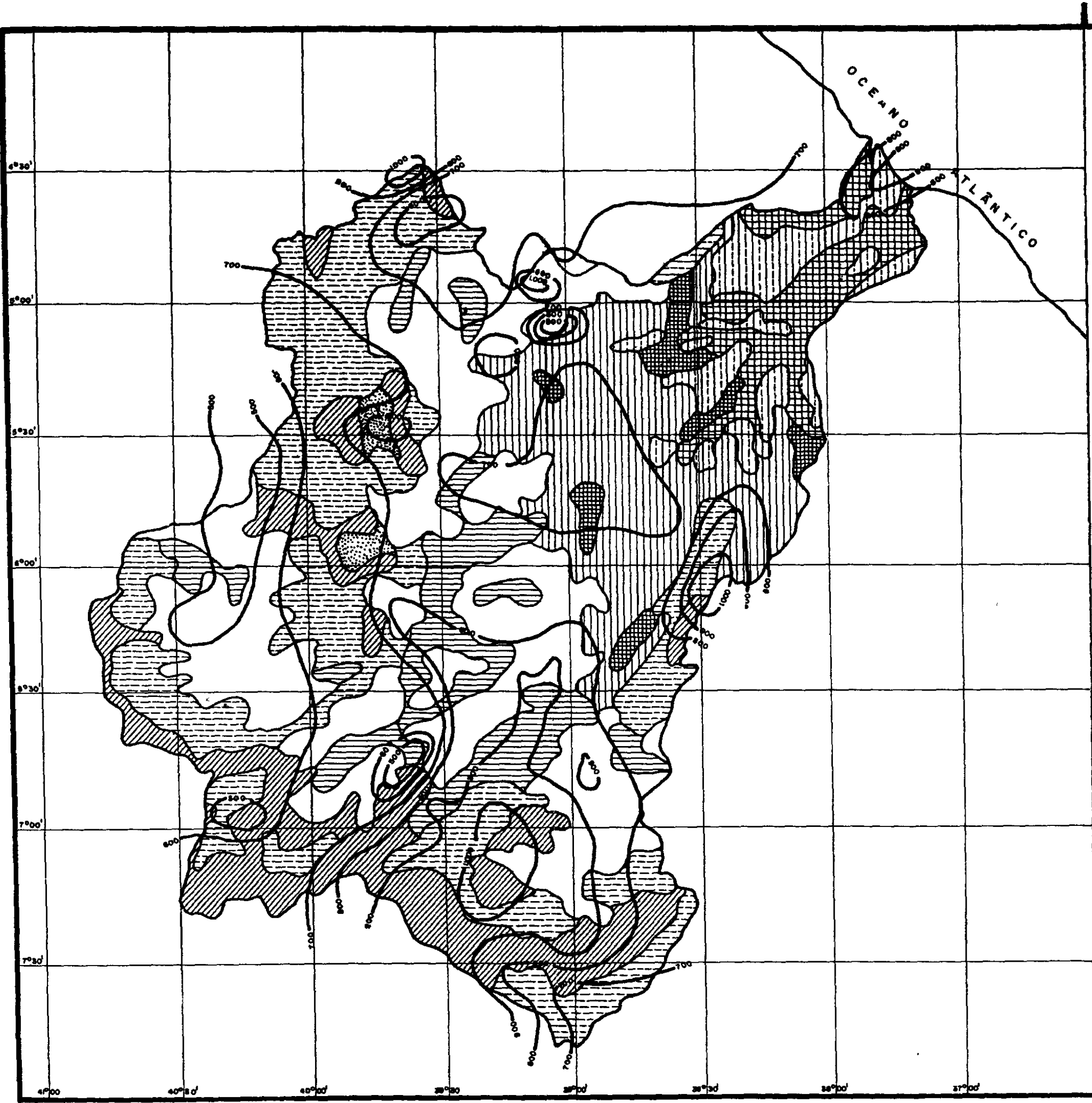
Para isso, utilizou-se o modelo MODHAC^(*) em conjunto com um zoneamento fisiográfico, explicado no capítulo 3, para estimativa dos parâmetros do modelo nos locais onde não existem séries observadas de vazões

Neste capítulo serão descritos os processos e os resultados obtidos na obtenção das séries fluviométricas nos locais de interesse, bem como serão avaliados os resultados obtidos quanto à confiabilidade das séries restantes

Outro ponto analisado diz respeito à análise dos açudes com menos de 10 000 000 de m³ de capacidade, ou aqueles com capacidade superior a essa, mas que não estavam disponíveis suas curvas cota x área x volume

Nesses casos, estimou-se o volume médio anual afluente a cada um, com base em uma metodologia descrita neste capítulo, em que se

(*) LANNA, Antonio Eduardo e Schwarzbach, Mirim. Modelo Hidrológico Autocalibrável. Instituto de Pesquisas Hidráulicas UFRGS 1989



LEGENDA









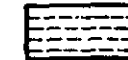
-  R 1/2 - Ab - PAB
-  R 1/2 - Am - PAB
-  R 1/2 - Ab - PCD
-  R 1/2 - Am - PCD
-  R 3 - Am - PAB
-  R 3 - Am - PCD
-  R 4/5 - Am - PAB
-  R 4/5 - Ab - PCD
-  R 4/5 - Am - PCD

FIGURA - 3.6
 PLANO ESTADUAL DOS RECURSOS HÍDRICOS
 ZONAS HIDROLÓGICAS HOMOGÊNEAS

QUADRO 3.2
 PERCENTUAIS DAS ZONAS FÍSICAS HOMOGÊNEAS NAS
 BACIAS DOS GRANDES AÇUDES

BACIAS HIDROGRÁFICAS AÇUDES	PERCENTUAIS DAS ZONAS FÍSICAS HOMOGÊNEAS															
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16
Banabuiú	1,0	29,7	50,6	-	-	7,8	-	-	-	4,9	5,4	-	-	0,6	-	-
Cais	60,9	39,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Boa Viagem	64,6	1,6	-	-	33,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Campinas	69,3	-	-	-	-	-	-	-	30,7	-	-	-	-	-	-	-
Poço da Pedra	42,8	-	-	-	-	-	-	-	7,0	-	-	-	50,2	-	-	-
Thomas Osterne	60,4	-	-	16,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	23,3
Lima Campos	-	71,8	-	-	-	-	-	-	-	28,2	-	-	-	-	-	-
Ema	71,1	-	28,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Manoel Lopes	-	-	100,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Joaquim Favora	2,0	10,5	87,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ingazeiro	65,8	15,1	-	-	6,4	-	-	-	5,1	13,9	-	-	-	-	-	-
Marengo	-	100,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Quixabinha	90,5	-	-	-	-	-	-	-	9,5	-	-	-	-	-	-	-
Bom	100,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Poço do Barro	-	-	35,2	15,1	-	-	-	-	-	-	14,1	-	-	-	-	-
Cipoadá	-	-	70,3	-	-	-	-	-	-	-	2,8	3,7	-	-	-	-
Orós	27,7	41,2	0,7	0,001	0,3	1,3	-	-	5,0	11,0	-	-	10,9	1,1	-	0,8
Cedro	-	67,3	-	-	-	32,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Floresta	-	44,0	-	-	-	56,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pedras Brancas	4,5	29,5	23,6	-	-	21,7	-	-	-	2,2	19,1	-	-	-	-	-
Riacho dos Tanques	-	100,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Riacho Verde	-	72,1	-	-	-	27,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nobre	-	100,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Quixeramobim	54,6	30,8	0,6	-	2,2	1,4	-	-	6,6	3,8	-	-	-	-	-	-
Stº Antº de Russas	10,2	2,5	15,2	2,1	-	-	25,3	25,9	-	-	1,7	-	-	5,0	11,7	0,3
Cobras	100,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Patu	29,1	41,0	1,7	-	1,4	-	-	-	20,3	5,7	-	-	-	-	-	-
Vitoriano	-	100,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
São Bernardo	-	57,6	1,8	-	-	-	-	-	-	40,6	-	-	-	-	-	-
Poço do Bento	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100,0	-	-
Riacho do Sangue	-	56,4	31,4	-	-	-	-	-	-	4,1	5,3	2,8	-	-	-	-
Jenipapeiro	-	78,0	-	-	-	-	-	-	-	22,0	-	-	-	-	-	-
Várzea do Boi	8,4	69,2	-	-	-	1,0	-	-	-	8,7	12,7	-	-	-	-	-
Favelas	40,6	41,3	-	-	-	-	-	-	16,6	1,5	-	-	-	-	-	-
Broco	-	89,2	-	-	-	-	-	-	-	10,8	-	-	-	-	-	-
Mucuí	12,8	87,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Puiú	35,3	36,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Riacho dos Carneiros	58,3	8,1	-	6,4	11,1	-	-	-	21,1	-	-	-	7,2	-	-	-
Prazeres	88,4	7,1	-	-	-	-	-	-	2,3	7,5	-	-	-	-	-	6,3
													4,5			

503



00.134

procurou associar os resultados do MODHAC com as características físico-climáticas das bacias hidrográficas dos açudes

4 1 O Modhac

O Modelo Hidrológico Autocalibrável - MODHAC, desenvolvido no IPH-UFRGS, é um modelo hidrológico do tipo concentrado no espaço, visto que não considera a variação espacial das características fisiográficas intervenientes no processo de transformação chuva x deflúvio

Os bons resultados fornecidos pelo modelo quando de sua aplicação às condições físicas e climáticas da Região Nordeste do Brasil, levou à sua escolha. Vale salientar que o MODHAC é resultado do aperfeiçoamento do MOHTSAR (Modelo Hidrológico para o trópico Semi-Árido, Marwell e Lanna, 1986), desenvolvido com vistas à região nordestina

4 1 1 Concepção Básica do Modelo

Na figura 4 1, obtida junto aos autores do modelo, pode ser observado o esquema da concepção do mesmo

Por essa concepção, o armazenamento da água na bacia é feito por três reservatórios fictícios, quais sejam, os reservatórios superficial, subsuperficial e subterrâneo

O processo de transformação chuva x deflúvio é descrito a seguir, utilizando-se para isso as considerações dos autores. O texto transcrito a seguir faz parte da publicação sobre o modelo na revista Recursos Hídricos do IPH

A chuva precipitada passa inicialmente por um filtro de ajuste, que tem por função a introdução de correções de erros de observação originados na baixa densidade de pluviômetros na bacia. O volume corrigido de chuva alimenta inicialmente a evapotranspiração potencial, até ser anulado ou saciá-la. No caso da chuva ser anulada pela evaporação, a bacia se encontra no estágio de ressecamento. Na outra situação o estágio é de umedecimento

No estágio de ressecamento, a água remanescente no reservatório superficial é inicialmente usada para suprir a evapotranspiração potencial remanescente. Em seguida, é executada a percolação da água do reservatório superficial para o subsuperficial. Caso a evapotranspiração potencial não estiver inteiramente suprida, a água armazenada no reservatório subsuperficial passará a ser apropriada para tal

Em sequência, haverá a percolação da água armazenada nos reservatórios subsuperficial e subterrâneo para a superfície, dar lo origem ao escoamento subterrâneo ou de base. Por último, haverá a fuga de água por infiltração profunda a partir do reservatório subterrâneo

No estágio de umedecimento, a chuva remanescente, após a evaporação potencial ter sido totalmente suprida, é interceptada pelo reservatório superficial, até enchê-lo. O extravasamento desse reservatório passa por um processo superficial de separação, que o dividirá entre uma parcela que formará o escoamento superficial direto e outra que será infiltrada

A água infiltrada soma-se à percolação do reservatório superficial. O volume resultante passa por um processo de separação subsuperficial que o distribuirá entre os reservatórios subsuperficial e subterrâneo. Na eventualidade do reservatório subsuperficial encher, seu extravasamento dará lugar à "recusa à infiltração" que formará o escoamento hipodérmico, suplementando o escoamento superficial direto

Como na fase de ressecamento, a sequência final será a percolação dos reservatórios subsuperficial e subterrâneo, formando o escoamento subterrâneo ou de base e a infiltração profunda

Os escoamentos superficial e subterrâneo são propagados de forma simplificada até o exutório da bacia

4 1 2 Alteração da Concepção Original

Por ocasião de uma reunião técnica entre as consultoras que elaboraram o PERH e o Prof. Antônio Eduardo Lanna, optou-se por realizar pequenas modificações na estrutura original do modelo, com vistas a adaptá-lo ainda melhor às condições climáticas do semi-árido nordestino

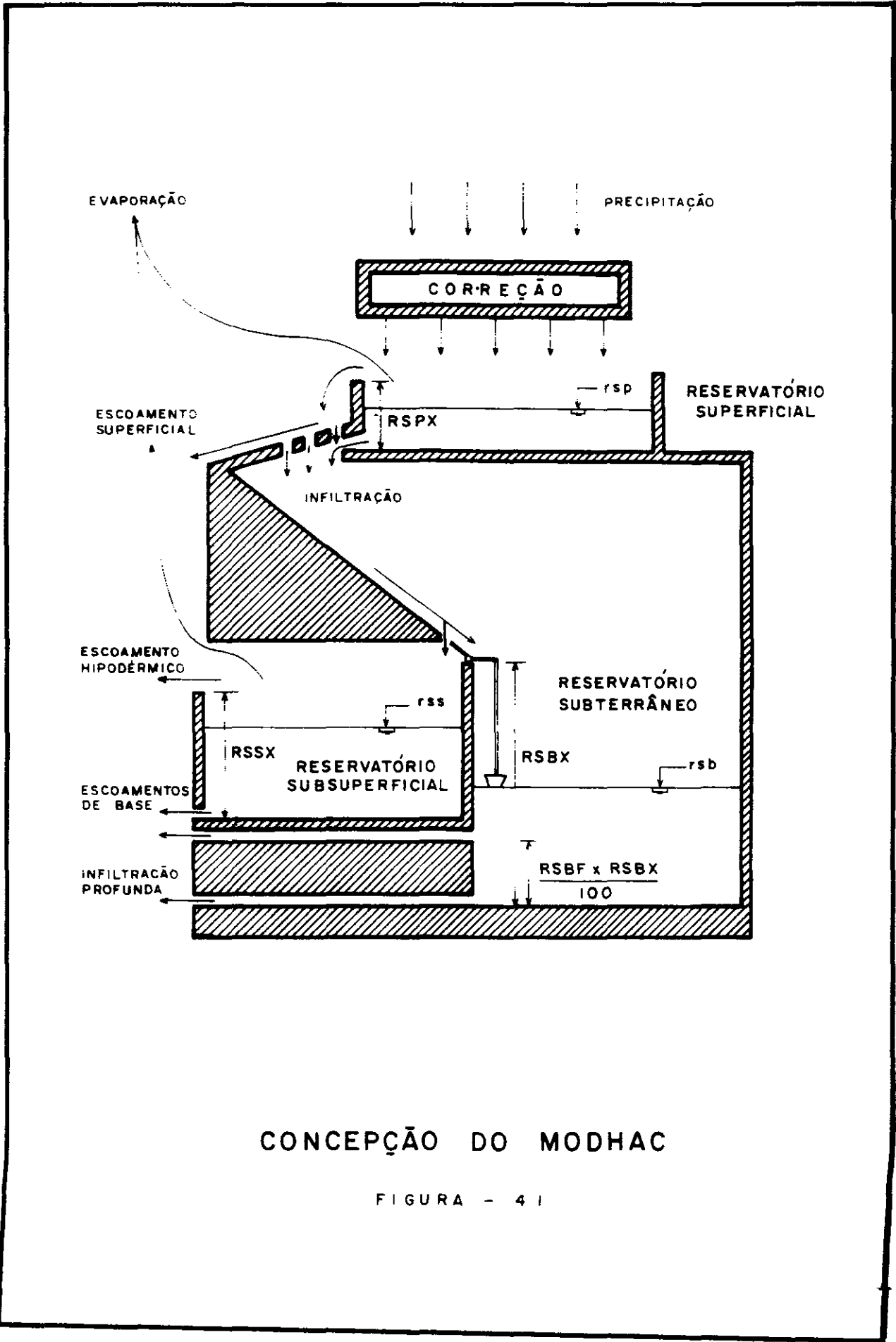
Como se sabe, o regime pluviométrico predominante no Nordeste apresenta grandes variações temporais e espaciais, resultantes do fato de a maior parte das chuvas que ocorrem serem dos tipos convectiva e orográfica

Por isso, a retirada da evapotranspiração média da bacia, da chuva média, tende a subestimar os valores da chuva remanescente. Isso se deve ao fato de que a chuva média diária nas bacias é resultado da ocorrência, na maioria das vezes, de chuvas isoladas, ou seja, considerou-se a evapotranspiração potencial constante em toda a bacia, como se fosse possível retirá-la nos locais onde os valores de precipitação são nulos

Optou-se, então, por retirar a ETP de cada posto pluviométrico antes de calcular a chuva média, sendo que os valores de ETP remanescente também foram ponderados, tais quais os valores de chuva, por polígonos de Thiessen

Os resultados obtidos com base nessa nova concepção foram sempre melhores

000135



CONCEPÇÃO DO MODHAC

FIGURA - 41

4 2 Dados Disponíveis

4 2 1 Séries Pluviométricas Diárias

Estavam disponíveis 192 séries pluviométricas diárias, que foram submetidas a uma análise de consistência e homogeneização, conforme pode ser visto no Relatório de Diagnóstico

Da consistência e homogeneização das séries resultaram séries bastante confiáveis, pois aqueles meses em que seus totais mensais mostraram-se incompatíveis foram removidos do arquivo, muitas foram as lacunas encontradas, o que levou a uma tentativa de preencher algumas delas

- Preenchimento das Falhas

O Método do Vetor Regional, utilizado na 1ª Etapa do PERH, preenche falhas a níveis mensal e anual, para todos os meses isolados que possuíam falhas existia um valor mensal estimado pelo método, e o problema que se apresentou, por isso, foi estimar os totais diários que somados dessem um valor compatível com o calculado pelo vetor

Desenvolveu-se, então, um programa computacional para preenchimento de falhas por correlação, sendo que o total mensal calculado é compatibilizado com o valor estimado pelo vetor regional, ao distribuir-se os desvios proporcionalmente a cada valor diário

Os resultados das correlações encontradas, no entanto, foram, em sua grande maioria, muito ruins, já que os coeficientes de correlação encontrados raramente ultrapassaram a 0,5. Decidiu-se, assim, trabalhar o mínimo possível com o preenchimento, sendo que este só foi necessário no cálculo da chuva média dos açudes de pequenas bacias hidrográficas, cuja densidade de postos era pequena

Porém, havia meses em que o total mensal calculado pelo vetor regional era zero ou próximo de zero, com valores de 1 a 5 mm. Nesses casos, tendo em vista que valores dessa ordem ocorrendo isoladamente em meses secos não geram escoamentos, atribuiu-se zero aos totais diários, sem prejuízo aos resultados globais do modelo

4 2 2 Séries Pluviométricas Mensais

Do diagnóstico resultaram 27 estações com dados disponíveis de vazões, sendo que, em alguns casos, a qualidade das séries foi comprometida por problemas de localização ou mal gerenciamento da estação

Foi necessária, então, uma seleção prévia das séries efetivamente utilizáveis, para obter-se os parâmetros do modelo coerentes com o comportamento intrínseco da bacia, sem influência exagerada de barramentos. As séries escolhidas representam, por isso, áreas com açudagem desprezível

As séries selecionadas estão no item 4 4 1 deste capítulo

4 3 Obtenção das Precipitações e Evapotranspirações Médias

4 3 1 O Método de Thiessen

Os polígonos de Thiessen são largamente conhecidos e utilizados em estudos similares. Neste estudo, no entanto, a utilização do método tradicional, com traçado manual dos polígonos, seria impraticável, pois o número de polígonos a ser traçado era exageradamente alto

A solução encontrada foi buscar rotinas computacionais que calculassem os coeficientes de Thiessen com a precisão adequada. As duas soluções utilizadas serão descritas a seguir

4 3 1 1 Thiessen/Monte Carlo

Esse método é descrito em "Fundamentos de Hidrologia" (Sanchez, 1986), e consta dos seguintes passos

- define-se a bacia hidrográfica pelas coordenadas de um número de pontos que represente adequadamente a forma da mesma,
- determinam-se as coordenadas dos postos pluviométricos,
- define-se, no computador, o menor retângulo que contenha a bacia em estudo,
- geram-se n pontos aleatórios de distribuição uniforme nesse espaço retangular, sendo n igual a 300 vezes o número de postos pluviométricos,
- na tela do computador, a bacia hidrográfica está com a cor clara, e os pontos fora dela, escuros,
- se o ponto gerado é claro (dentro da bacia), calcula-se sua distância a todos os postos existentes (dentro e fora da bacia), alocando-se o ponto ao posto mais próximo,
- após a geração dos n pontos, calcula-se o coeficiente de cada posto (C_i) como

$$C_i = \frac{P_i}{n_i}$$

P_i = nº de pontos alocados ao posto i

n_i = nº de pontos aleatórios gerados, que caíram na bacia

- repete-se essa operação 20 vezes e tira-se a média de cada coeficiente calculado, que será o coeficiente de cada posto

Esse método foi aplicado, dando resultados com boa precisão, porém com um tempo computacional exagerado para um PC-XT. Como a

quantidade de "polígonos" por bacia era grande, pois variava de acordo com as disponibilidades de postos em cada ano, chegou-se a processamentos de 20 a 30 horas por bacia, tornando o método pouco prático, apesar de mais rápido que o gráfico

O método computacional a seguir descrito, desenvolvido pelo Eng^o Eduardo Sávio, consultor da SIRAC em Informática, solucionou o problema de tempo de processamento

4 3 1 2 Método das malhas retangulares

Esse método, ao contrário do anterior, é determinístico, e funciona da seguinte forma

- na tela do computador é traçada a bacia hidrográfica, em cor clara, e o menor retângulo que a contenha,
- esse retângulo é dividido em malhas retangulares, sendo selecionadas aquelas que estão contidas no interior da bacia,
- calcula-se a distância de cada malha aos postos pluviométricos, alocando-se cada uma ao posto mais próximo

O coeficiente do posto será

$$C_i = \frac{m_i}{M}, \text{ sendo:}$$

m_i = n^o de malhas alocadas ao posto i
 M = n^o total de malhas dentro da bacia

A precisão desse método foi ainda melhor, além de reduzir o tempo de processamento da ordem de 40 vezes

4 3 2 Seleção dos Postos Pluviométricos por Bacia Hidrográfica

O sistema de cálculo da precipitação média desenvolvido na SIRAC procura trabalhar com o maior número de postos possíveis dentro da bacia, mesmo que para isso seja necessário calcular coeficientes diferentes para cada ano, com a inclusão ou exclusão de algum posto

Dessa forma, não se demorou na seleção dos postos pluviométricos por período, pois o próprio sistema inclui ou exclui os postos em cada ano de cálculo da chuva média

Para cada posto pluviométrico alocou-se uma série correspondente de 12 valores totais mensais de evapotranspiração potencial, calculados pelo método de Hargreaves^(*). Essas séries foram utilizadas para extrair da chuva de cada posto a ETP, fazendo a média diária como o total mensal dividido pelo número de dias

4 3 3 As Precipitações e as Evapotranspirações Médias

Calculados os coeficientes de Thiessen para cada posto, a precipitação e a evapotranspiração médias serão calculadas da seguinte forma

$$X(m) = \sum_{i=1}^P Xr(i), \text{ sendo:}$$

X_m = precipitação (evapotranspiração) média no dia m ,

P = n^o de postos pluviométricos,

$Xr(i)$ = precipitação (evapotranspiração) residual do posto i no dia m , sendo que

$Xr(i)$ = é calculado da seguinte forma, para cada posto

a) se $p(i) > etp(i)$, então $Pr(i) = p(i) - etp(i)$
 $Er(i) = 0$

b) se $p(i) < etp(i)$, então $Pr(i) = 0$
 $Er(i) = etp(i) - p(i)$

4 4 Ajuste do Modelo às Séries de Vazões

Os principais passos desenvolvidos para o ajuste do MODHAC às séries de vazões foram

- seleção das séries,
- seleção dos períodos de ajuste,
- ajuste,
- verificação, em alguns postos, em outros períodos

Esses passos serão comentados a seguir

4 4 1 Seleção das Séries

Como foi brevemente comentado anteriormente, nem todas as séries disponíveis possuem dados adequados ao ajuste do modelo, seja por má localização, sofrendo influências de remanso, ou por terem sido mal gerenciados

Por isso, das 27 séries existentes foram selecionadas 16 séries, bem distribuídas ao longo das bacias, quais sejam

- Rio Jaguaribe nos seguintes postos
 Arneiroz
 Corredores
 Iguatu
- Riacho da Conceição em Malhada
- Rio dos Bastiões em Sítio Poço Dantas
- Rio Cariús em Cariús
- Rio Trussu em Sussuarana

(*) Hargreaves, George H. Disponibilidades e deficiências de umidade para a produção agrícola no Ceará, Brasil

- Riacho dos Porcos em Podimirim
- Rio Salgado em Lavras da Mangabeira
- Icó
- Santo Antonio
- Sítio Lapinha
- Rio Patu em Boq do Patu
- Rio Banabuiú em Senador Pompeu
- Rio Quixeramobim em Quixeramobim
- Rio Sitiá em Pedras Brancas

Os postos restantes foram descartados nos seguintes motivos

- dados de má qualidade é o caso das estações Castanhão e Sítio Conceição,
- dados em períodos curtos e até a metade do século, pouco representativos das condições atuais de nível de açudagem, desmatamento, e outros, como é o caso das demais estações

4 4 2 Seleção dos Períodos de Ajuste e Verificação

Os períodos de ajuste foram selecionados de forma a representar o mais próximo possível as condições de escoamento atuais

Como se sabe, no semi-árido Nordestino há uma grande intervenção do homem nas condições de escoamento, principalmente pelo crescente nível de açudagem. Por isso, uma observação das séries de antes da metade do século indicam um volume escoado maior que nos anos recentes, dado à pouca existência de açudes, se comparadas com os níveis atuais

O objetivo principal da utilização do MODHAC é a obtenção de séries mensais de vazões para operação dos reservatórios fluviais, o que leva a uma tentativa de representação das condições atuais de escoamento

Fosse o objetivo a recuperação das séries históricas nos postos fluviométricos, o ajuste teria que ser feito por períodos, com parâmetros variáveis ao longo do tempo

Pelo exposto, optou-se por ajustar o modelo aos períodos mais recentes, sendo selecionados aqueles no quadro

4 4 3 Resultados dos Ajustes

Em geral foram muito bons os ajustes obtidos com o MODHAC. Verifica-se que para os períodos mais longos de ajuste (maiores que 6 a 7 anos), a qualidade diminui, devido ao fato de haver modificações substanciais nas condições de escoamento, como o grande número de açudes construídos na década de 80 em todo o Estado

Os parâmetros principais de ajuste do modelo são

RSPX - Capacidade máxima do reservatório superficial (mm),

RSSX - idem, subsuperficial (mm),
 RSBX - idem, subterrâneo (mm),
 IMÍN - infiltração mínima (mm/dia),
 IMÁX - infiltração máxima (mm/dia),
 IDEC - coeficiente de infiltração,
 CEVA - parâmetro da lei de evapotranspiração do solo,
 ASS - expoente da lei de esvaziamento do reservatório subsuperficial

Os valores desses parâmetros por estação e os principais indicadores de ajuste estão no quadro 4 2

Verifique-se que se utilizou somente a calibração automática para ajuste, e da função-objetivo (F O) do tipo 1 (mínimos quadrados), que ajusta melhor os picos

A escolha da F O N° 1 deveu-se ao fato de objetivar-se a operação de açudes do semi-árido, que em geral funcionam enchendo no 1° semestre e esvaziando no 2° semestre do ano hidrológico. Fosse o objetivo uma captação a fio d'água, procurar-se-ia ajustar melhor os períodos de recessão

Nas figuras 4 2 a 4 17 podem ser observados os resultados dos ajustes

4 4 4 Verificação dos Ajustes

Naqueles postos em que havia disponibilidade de dados foram realizadas verificações dos ajustes. Essas são mostradas nas figuras 4 18 a 4 21

4 5 Extensão Temporal das Séries dos Postos Fluviométricos

Para os 16 postos fluviométricos foram gerados 50 anos de vazões, de 1939 a 1988, à exceção dos postos Patu e Pedras Brancas, que possuíam diferentes disponibilidades de dados pluviométricos na bacia

No quadro 4 3, a seguir, são resumidos os resultados gerais para cada estação, quais sejam, lâmina média precipitada, lâmina média escoada e coeficiente de escoamento

Esses resultados, como será visto ainda neste capítulo, serão utilizados para a estimativa da lâmina média escoada anual nas pequenas e microbacias

As séries mensais geradas podem ser vistas no Anexo - deflúvios

4 6 Geração das Séries de Vazões Afluentes aos Grandes Açudes

Foram selecionados 29 grandes açudes, cujas capacidades superam a 10 000 000 m³, para



PLANO ESTADUAL DOS RECURSOS HÍDRICOS

QUADRO 4.1

PERÍODOS DE AJUSTE/VERIFICAÇÃO

RIO OU RIACHO	POSTO	PERÍODO	
		AJUSTE	VERIFICAÇÃO
JAGUARIBE	ARNEIROZ	1976-1981	1967-1973
CONCEIÇÃO	MALHADA	1979-1988	
BASTIÕES	POÇO DANTAS	1968-1981	-
CARIÚS	CARIÚS	1983-1988	-
JAGUARIBE	CORREDORES	1969-1974	-
JAGUARIBE	IGUATU	1973-1988	-
TRUSSU	SUASSURANA	1968-1975	1962-1965
PORCOS	PODIMIRIM	1981-1988	-
SALGADO	L.DA MANGABEIRA	1975-1981	1965-1969
SALGADO	SANTO ANTONIO	1965-1972	-
SALGADO	ICÓ	1976-1988	1967-1973
SALGADO	SÍTIO LAPINHA	1968-1974	-
PATU	BOQ. PATU	1965-1972	-
BANABUIÚ	SEN. POMPEU	1976-1988	-
QUIXERAMOBIM	QUIXERAMOBIM	1944-1955	-
SITIÁ	BOQ.P.BRANCAS	1936-1952	-

000140

PLANO ESTADUAL DOS RECURSOS HÍDRICOS
QUADRO 4.2
RESULTADOS DO AJUSTE E PARÂMETROS ÓTIMOS

ESTAÇÃO	RSPX (mm)	RSSX (mm)	IMAX (mm/dia)	IMIN (mm/dia)	IDEC	ASS	CEVA	LÂMINA PRECIPITADA (mm)	LÂMINA ESCOADA (mm)	
									Obs.	Calc.
Arneiroz	70,5	162,8	87,5	5,95	0,36	0,0050	0,999	1.875,7	177,6	165,6
Malhada	67,5	212,6	41,4	3,39	0,30	0,0012	0,993	4.627,0	394,7	393,5
Poco Dantas - Sítio	71,9	231,7	79,0	6,97	0,29	0,0016	0,983	6.322,5	473,1	596,8
Cariús	61,1	267,5	54,2	14,65	0,40	0,0007	0,765	2.747,7	273,5	417,9
Corredores	50,4	144,7	34,0	1,93	0,24	0,0036	0,968	2.729,2	195,2	182,7
Iguatu	21,4	271,0	67,6	2,28	0,21	0,0035	0,994	6.982,2	864,8	843,5
Suassurana	79,0	250,2	100,4	1,98	0,39	0,0012	0,550	5.435,9	646,7	709,0
Lapinha - Sítio	82,3	419,3	92,0	5,20	0,23	0,0001	0,567	6.013,6	572,1	609,2
Podimirim	56,9	207,8	53,8	4,57	0,17	0,0001	0,627	4.429,2	241,4	256,1
Lavras da Mangabeira	38,6	301,5	7,6	1,27	0,16	0,0018	0,766	3.940,7	416,6	441,9
Santo Antonio	68,2	262,6	60,5	0,21	0,19	0,0006	0,045	4.771,5	372,8	392,7
Icó	71,3	193,6	55,6	2,30	0,26	0,0022	1,000	7.573,5	819,0	725,7
Boqueirão do Patu	92,2	357,2	74,2	0,49	0,44	0,0002	0,265	3.590,5	340,3	289,3
Senador Pompeu	90,3	153,4	14,8	0,77	0,31	0,0014	0,962	5.789,7	714,7	636,1
Quixeramobim	18,7	91,8	91,6	10,80	0,01	0,0100	0,965	4.039,3	394,2	374,8
Boqueirão P. Brancas	33,3	113,7	89,3	4,20	0,20	0,0070	0,996	5.848,1	795,1	821,4

FIGURA 4.2

SIRAC - LTDA
 S R H - SECRETARIA ESTADUAL DOS RECURSOS HÍDRICOS
 P E R H - PLANO ESTADUAL DOS RECURSOS HÍDRICOS
 BLOCO 01 - BACIA DO JAGUARIBE
 LÂMINAS ESCOADAS MENSAIS (mm)

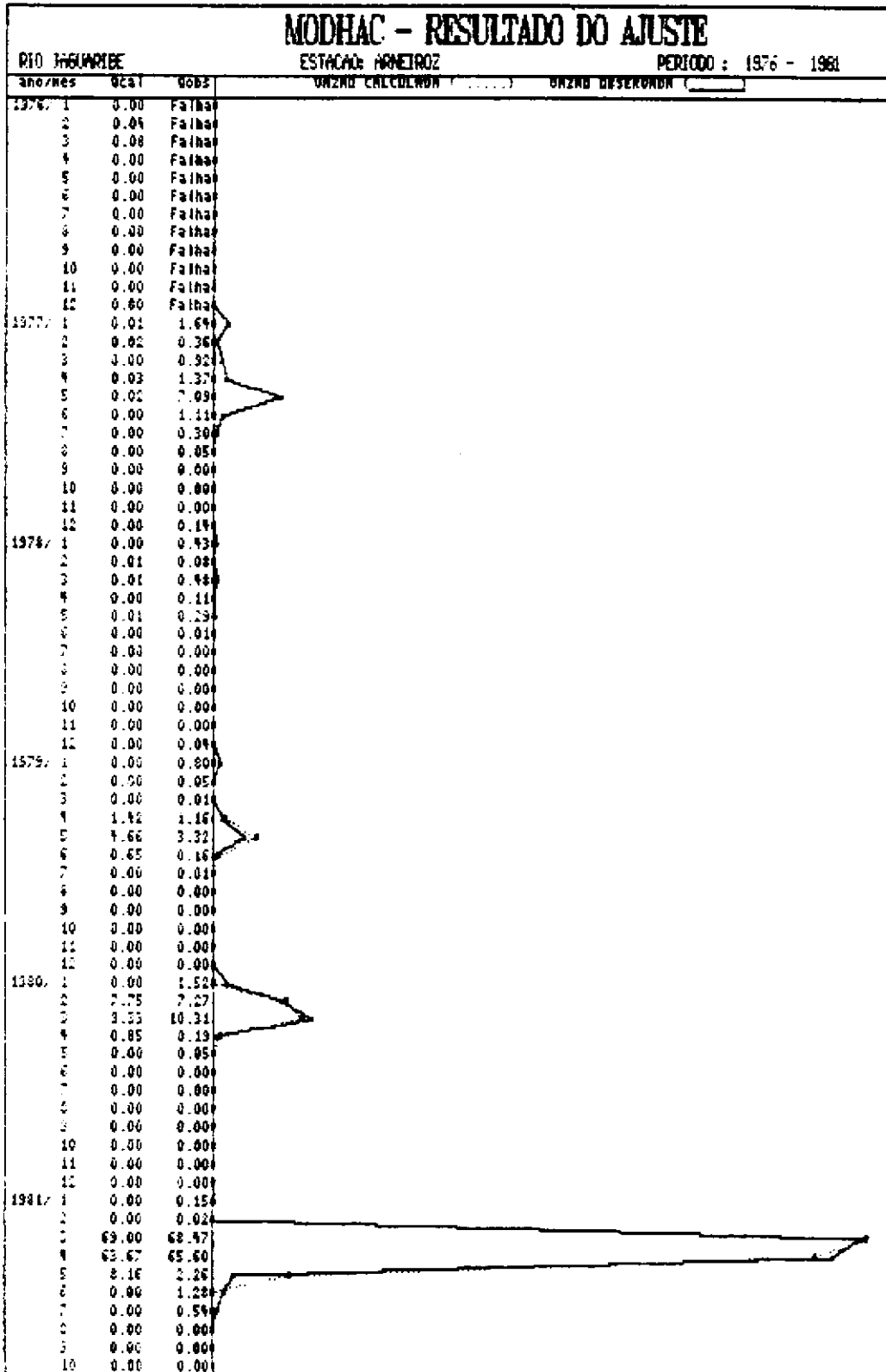




FIGURA 4.2 (continuação)

SIRAC - LTDA
S R H - SECRETARIA ESTADUAL DOS RECURSOS HÍDRICOS
P E R H - PLANO ESTADUAL DOS RECURSOS HÍDRICOS
BLOCO 01 - BACIA DO JAGUARIBE

LÂMINAS ESCODADAS MENSAS (mm)

RIO JAGUARIBE			MODHAC - RESULTADO DO AJUSTE	
ANO/MES	QCAL	QOBS	UNZAO CALCULADA	UNZAO OBSERVADA
11	0.00	0.00		
12	0.00	0.00		



FIGURA 4.3 (continuação)

SIRAC - LTDA

S. P. H. - SECRETARIA ESTADUAL DOS RECURSOS HÍDRICOS
I. E. M. H. - PLANO ESTADUAL DOS RECURSOS HÍDRICOS
BLOCO 01 - BARRA DO JAGUARIBE

LÂMINAS ESCOADAS MENSAS (mm)

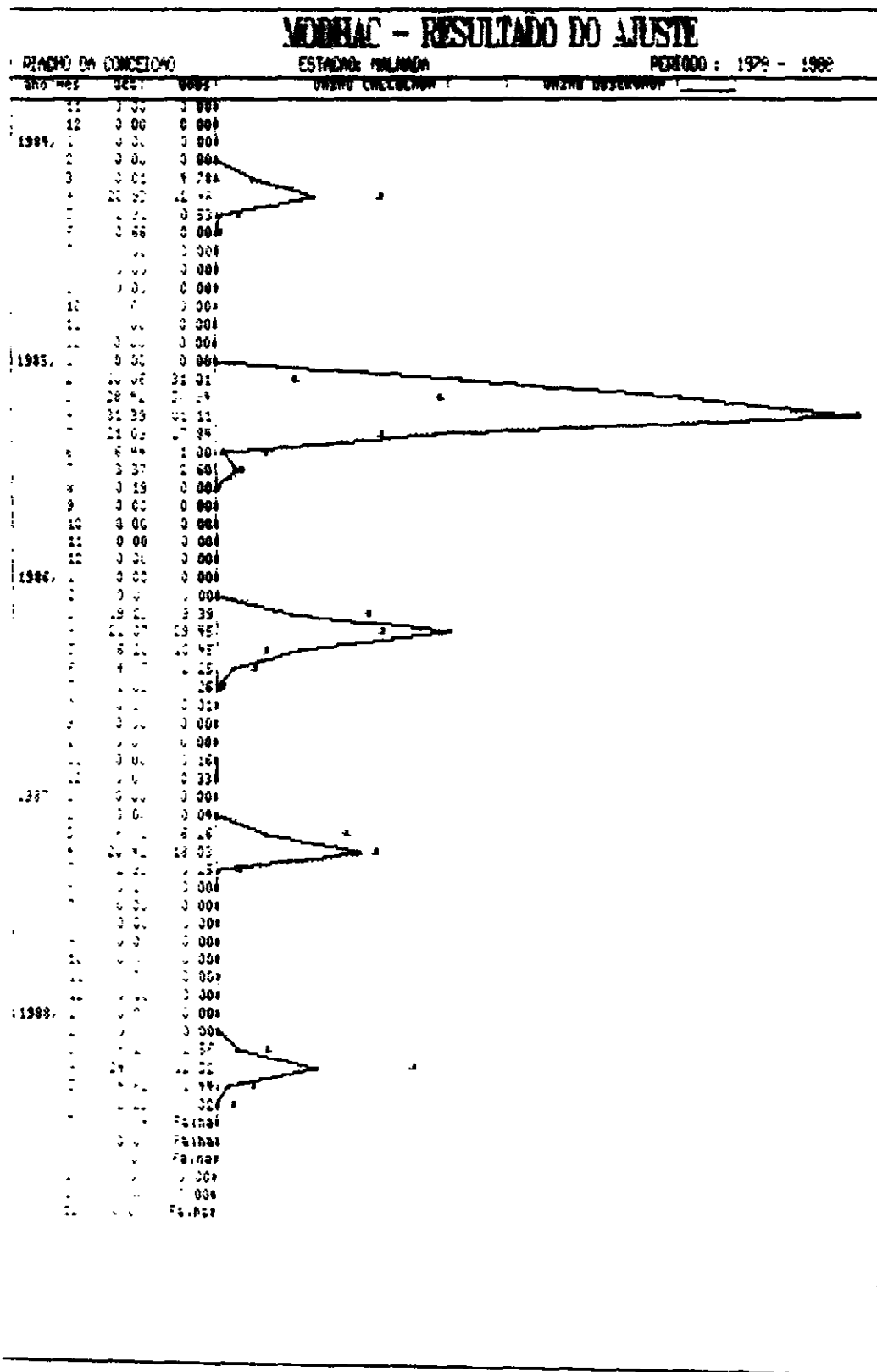




FIGURA 4.4
SIRAC - LTDA
 S R H - SECRETARIA ESTADUAL DOS RECURSOS HÍDRICOS
 P E R H - PLANO ESTADUAL DOS RECURSOS HÍDRICOS
 BLOCO 01 - BACIA DO JAGUARIBE
 LÂMINAS ESCOADAS MENSAIS (mm)

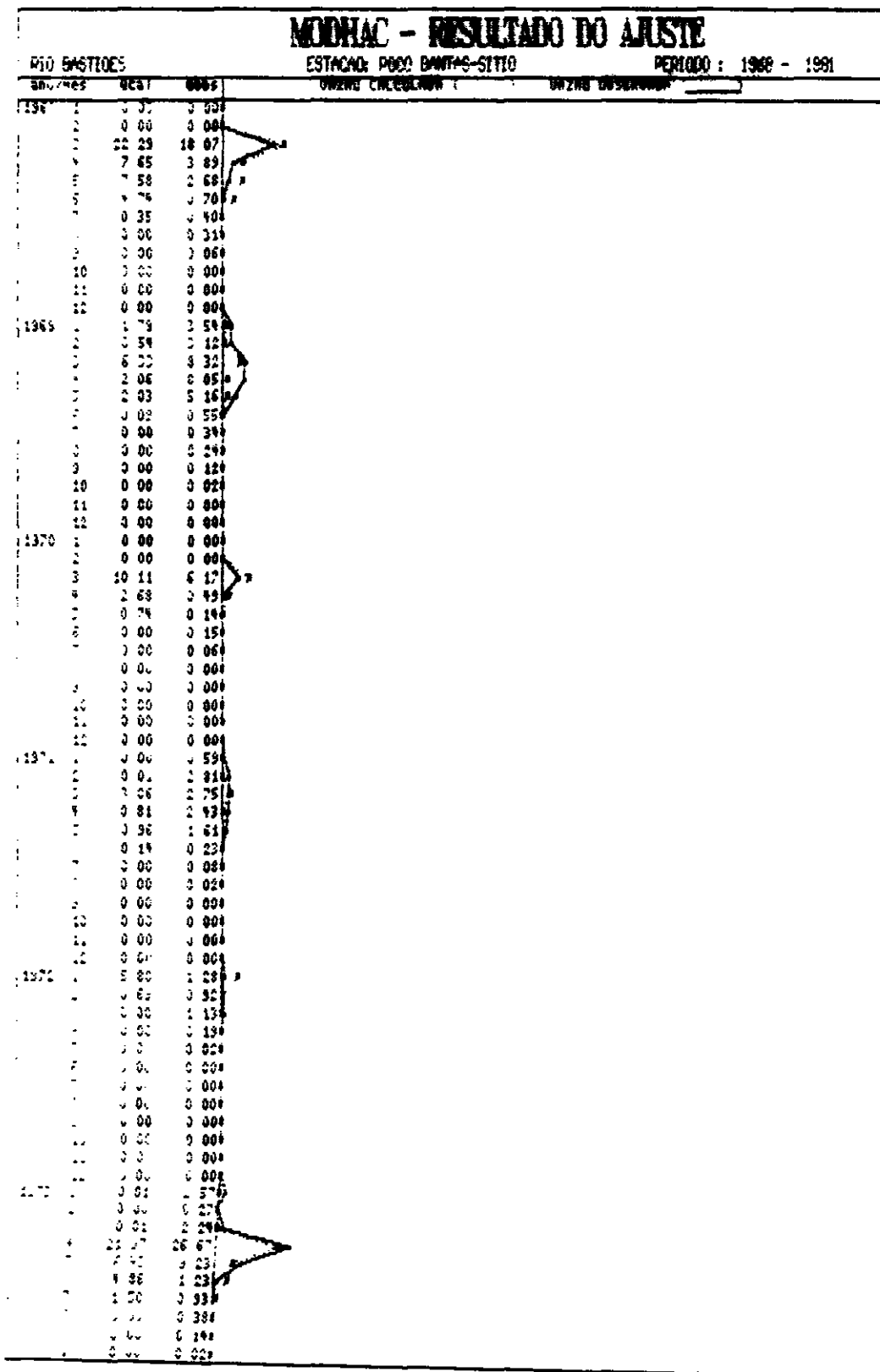




FIGURA 4.4 (continuação)

SIRAC - LTDA

S R H - SECRETARIA ESTADUAL DOS RECURSOS HÍDRICOS

F E R H - PLANO ESTADUAL DOS RECURSOS HÍDRICOS

BLOCO 01 - BACIA DO JAGUARIBE

LÂMINAS ESCOADAS MENSAIS (mm)

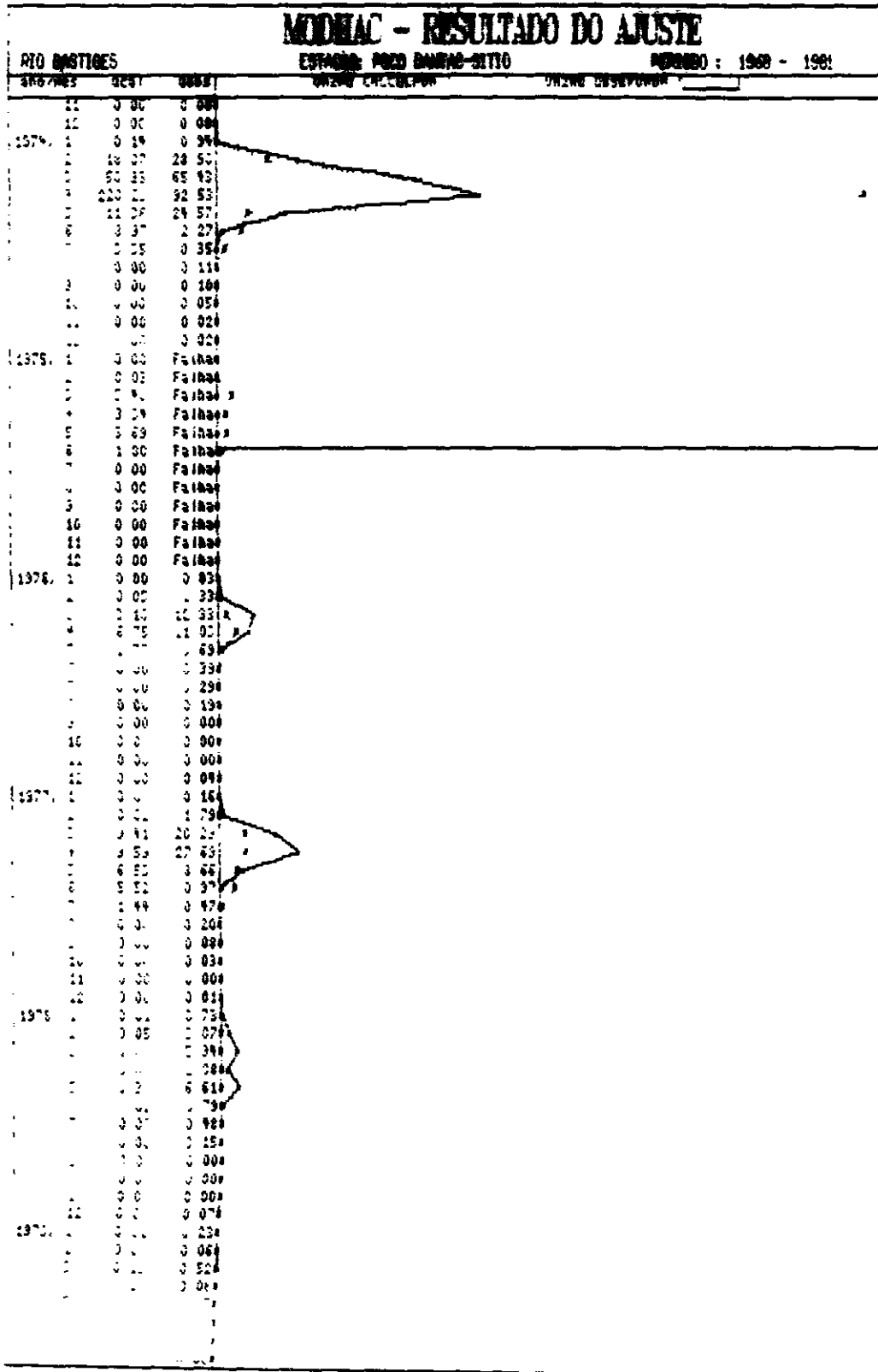




FIGURA 4.4 (continuação)

SIRAC - LTDA
S R H - SECRETARIA ESTADUAL DOS RECURSOS HÍDRICOS
P E R H - PLANO ESTADUAL DOS RECURSOS HÍDRICOS
BLOCO 01 - BACIA DO JAGUARIBE

LÂMINAS ESCOADAS MENSAIS (mm)

MODHAC - RESULTADO DO AJUSTE				
SÍTIO BASTIÕES		ESTAÇÃO: POÇO DANTAS-SITTA		PERÍODO: 1969 - 1991
MÊS	QCS	QOBS	UNID. CALCULADA	UNID. OBSERVADA
1	0 00	0 000		
2	0 00	0 000		
3	0 00	0 000		
4	0 00	0 000		
5	0 00	0 000		
6	0 00	0 000		
7	0 00	0 000		
8	0 00	0 000		
9	0 00	0 000		
10	0 00	0 000		
11	0 00	0 000		
12	0 00	0 000		
13	0 00	0 290		
14	0 00	0 120		
15	19 84	16 02		
16	21 23	18 20		
17	7 02	0 000		
18	1 32	0 000		
19	0 00	0 000		
20	0 00	0 000		
21	0 00	0 000		
22	0 00	0 000		
23	0 00	0 000		
24	0 00	0 000		
25	0 00	0 000		
26	0 00	0 000		
27	0 00	0 000		
28	0 00	0 000		
29	0 00	0 000		
30	0 00	0 000		
31	0 00	0 000		



FIGURA 4.5

SIRAC - LTDA

S. E. H. - SECRETARIA ESTADUAL DOS RECURSOS HÍDRICOS

ANEXO ESTADUAL DOS RECURSOS HÍDRICOS

BLOCO 01 - BACIA DO JAGUARIBÓ

LÂMINAS ESCOADAS MENSAIS (mm)

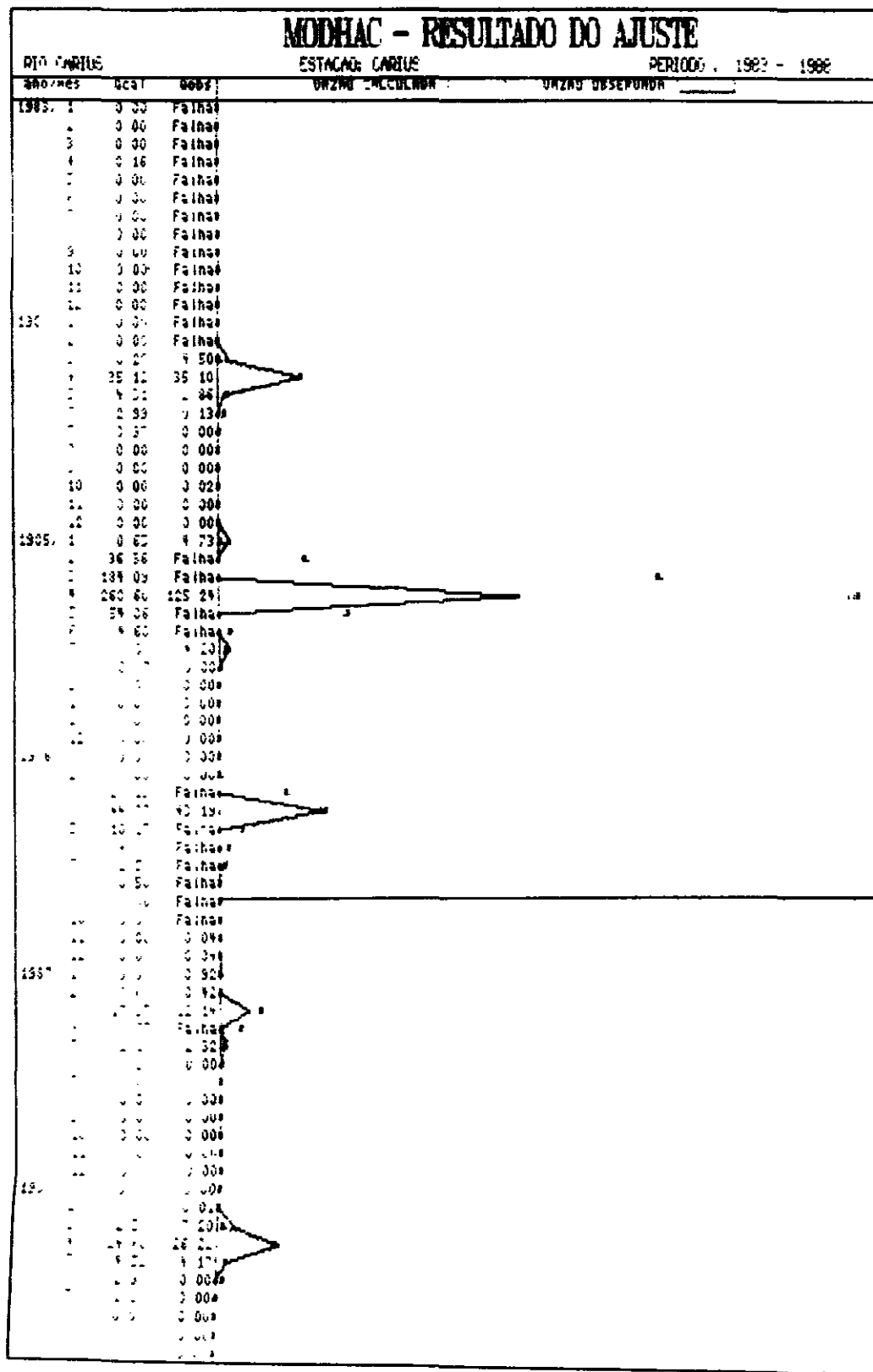




FIGURA 4.6

SIRAC - LTDA

S R H - SECRETARIA ESTADUAL DOS RECURSOS HÍDRICOS

F E R H - PLANO ESTADUAL DOS RECURSOS HÍDRICOS

BLOCO 01 - BACIA DO JAGUARIBE

LAMINAS ESCOADAS MENSIS (mm)

RIO JAGUARIBE			ESTACÃO CORREDORES		PERÍODO: 1968 - 1974
ano/mes	QCS	QOBS	UNZAD CALCULADA	UNZAD OBSERVADA	
1968	1	0 00	Falha		
	2	0 00	Falha		
	3	08 10	Falha		
	4	10 21	Falha		
	5	3 04	Falha		
	6	3 35	Falha		
	7	3 00	Falha		
	8	3 00	Falha		
	9	0 00	Falha		
	10	0 00	Falha		
	11	0 00	Falha		
	12	1 00	Falha		
1969	1	1 55	3 98		
	2	1 11	1 76		
	3	12 07	16 67		
	4	13 36	19 63		
	5	1 00	1 00		
	6	0 00	0 35		
	7	0 00	0 13		
	8	0 00	0 31		
	9	0 00	0 00		
	10	0 00	0 00		
	11	0 00	0 00		
	12	0 00	0 00		
1970	1	0 00	3 04		
	2	0 00	0 08		
	3	15 01	6 34		
	4	0 00	0 34		
	5	0 00	0 05		
	6	0 00	0 01		
	7	0 00	0 00		
	8	0 00	0 00		
	9	0 00	0 00		
	10	0 00	0 00		
	11	0 00	0 00		
	12	0 00	0 00		
1971	1	0 00	0 69		
	2	0 00	1 56		
	3	0 00	1 30		
	4	0 00	0 00		
	5	0 00	0 00		
	6	0 00	0 00		
	7	0 00	0 00		
	8	0 00	0 00		
	9	0 00	0 00		
	10	0 00	0 00		
	11	0 00	0 00		
	12	0 00	0 00		
1972	1	0 00	1 28		
	2	0 00	0 51		
	3	0 00	0 56		
	4	0 00	0 09		
	5	0 00	0 02		
	6	0 00	0 01		
	7	0 00	0 00		
	8	0 00	0 00		
	9	0 00	0 00		
	10	0 00	0 00		
	11	0 00	0 00		
	12	0 00	0 00		
1973	1	0 00	1 55		
	2	0 00	0 27		
	3	0 00	1 99		
	4	0 00	0 73		
	5	0 00	0 00		
	6	0 00	0 00		
	7	0 00	0 00		
	8	0 00	0 00		
	9	0 00	0 00		
	10	0 00	0 00		
	11	0 00	0 00		
	12	0 00	0 00		



FIGURA 4.6 (continuação)

SIRAC - LTDA
 S. P. H. - SECRETARIA ESTADUAL DOS RECURSOS HÍDRICOS
 F. E. P. - FUNDAMENTO ESTADUAL DOS RECURSOS HÍDRICOS
 BLOCO 01 - BACIA DO JAGUARIBI
 LÂMINAS ESCOADAS MENSAIS (mm)

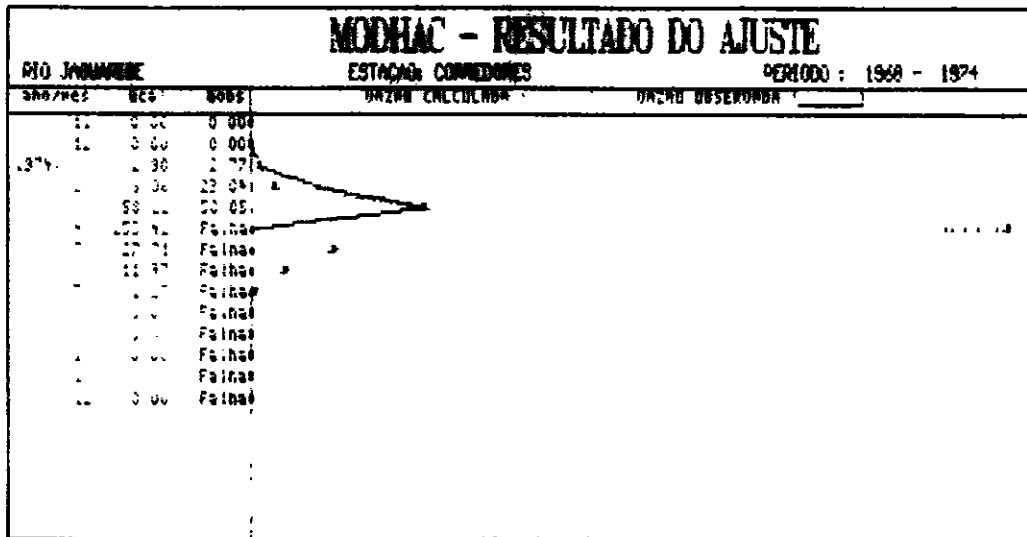




FIGURA 4.7

SIRAC - LTDA

S R H - SECRETARIA ESTADUAL DOS RECURSOS HÍDRICOS
P E R H - PLANO ESTADUAL DOS RECURSOS HÍDRICOS
BLOCO 01 - BACIA DO JAGUARIBE

LÂMINAS ESCODADAS MENSAIS (mm)

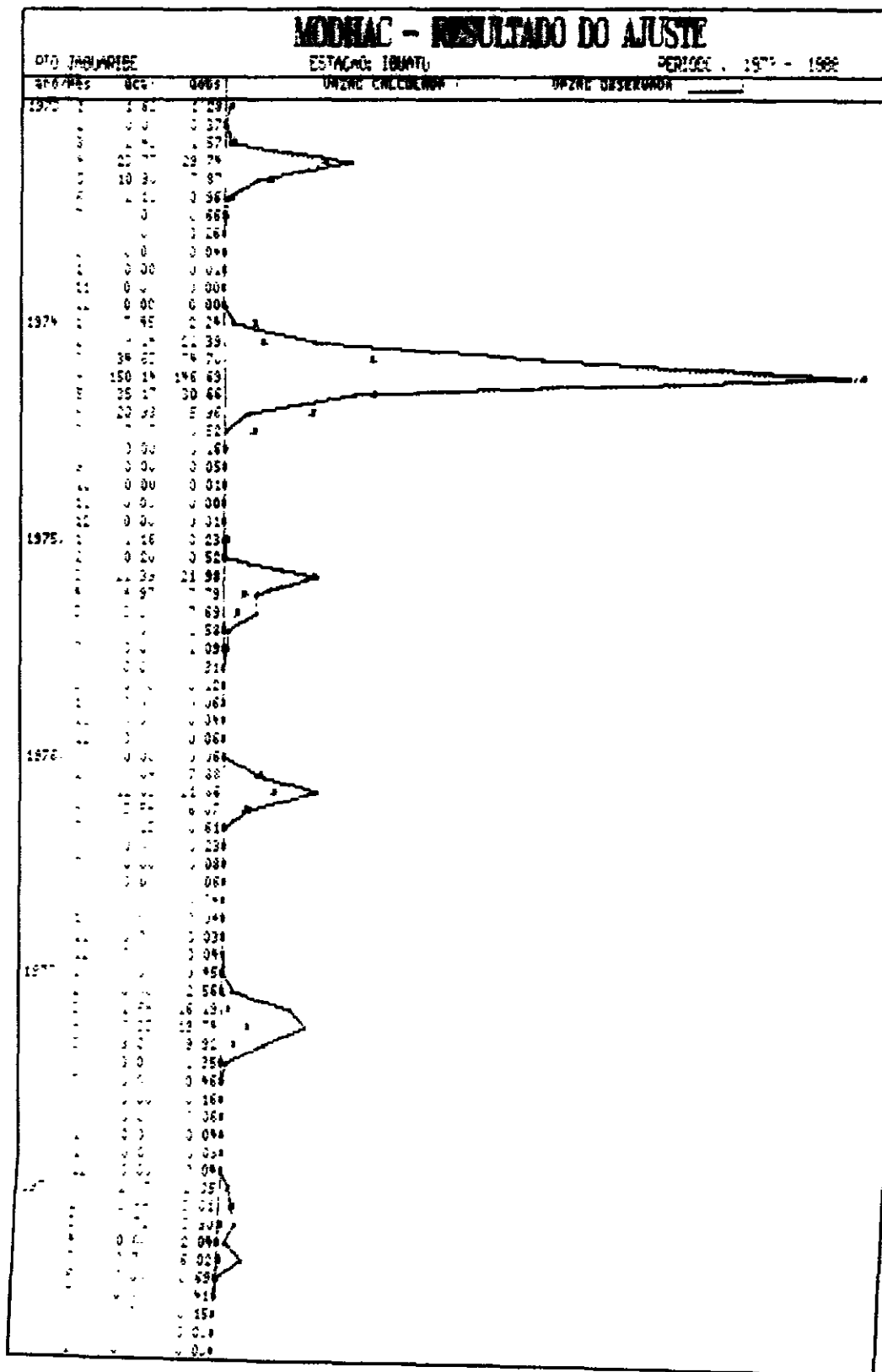




FIGURA 4.7 (continuação)

SIRAC - LTDA

S R H - SECRETARIA ESTADUAL DOS RECURSOS HÍDRICOS

P E F H - PLANO ESTADUAL DOS RECURSOS HÍDRICOS

BLOCO 01 - BACIA DO JAGUARIBE

LAMINAS ESCUADAS MENSÁIS (mm)

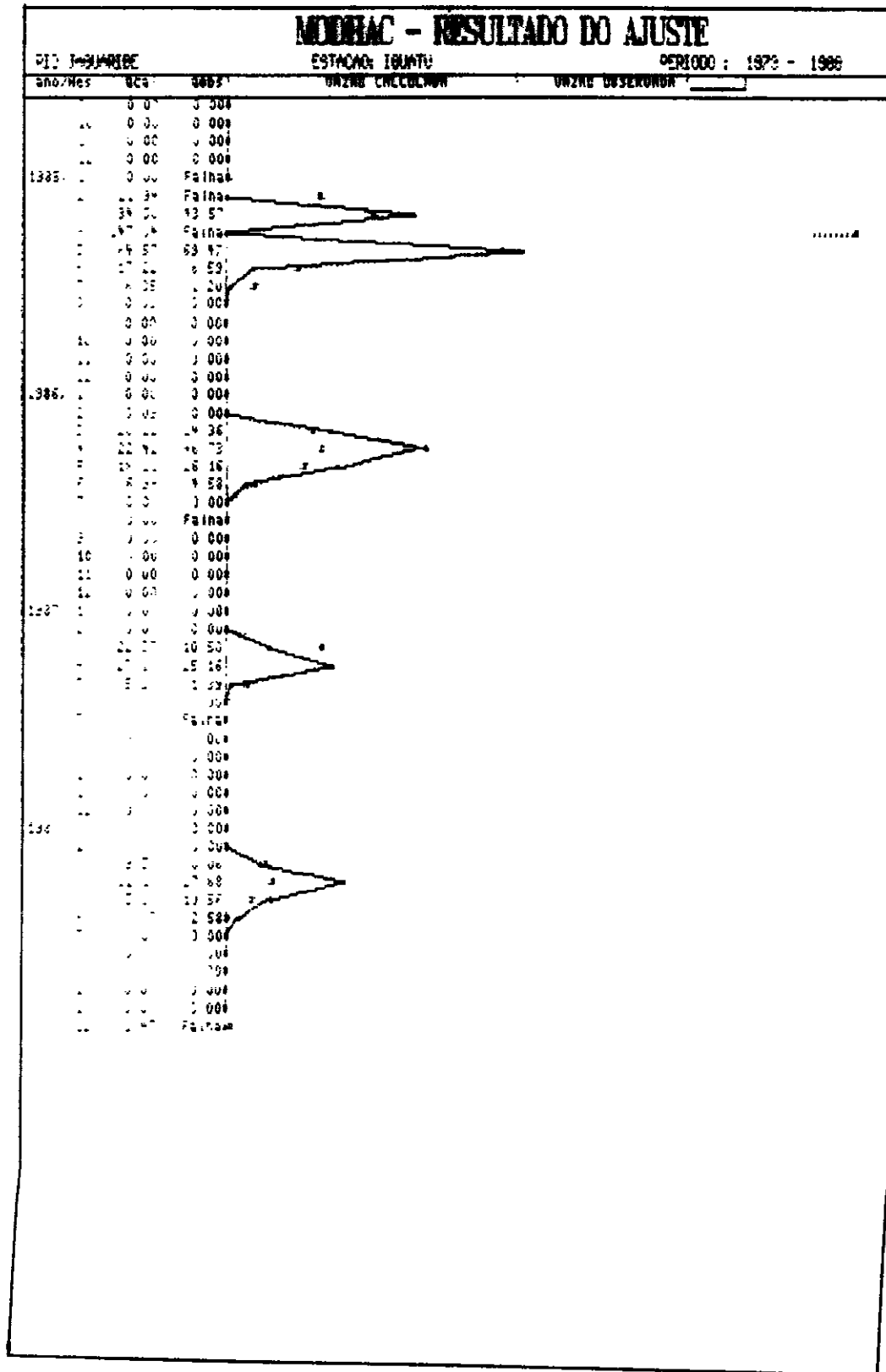




FIGURA 4.8

SIRAC - LTDA
 S R H - SECRETARIA ESTADUAL DOS RECURSOS HÍDRICOS
 P E R H - PLANO ESTADUAL DOS RECURSOS HÍDRICOS
 BLOCO 01 - BACIA DO JAGUARIBE
 LÂMINAS ESCODADAS MENSIS (mm)

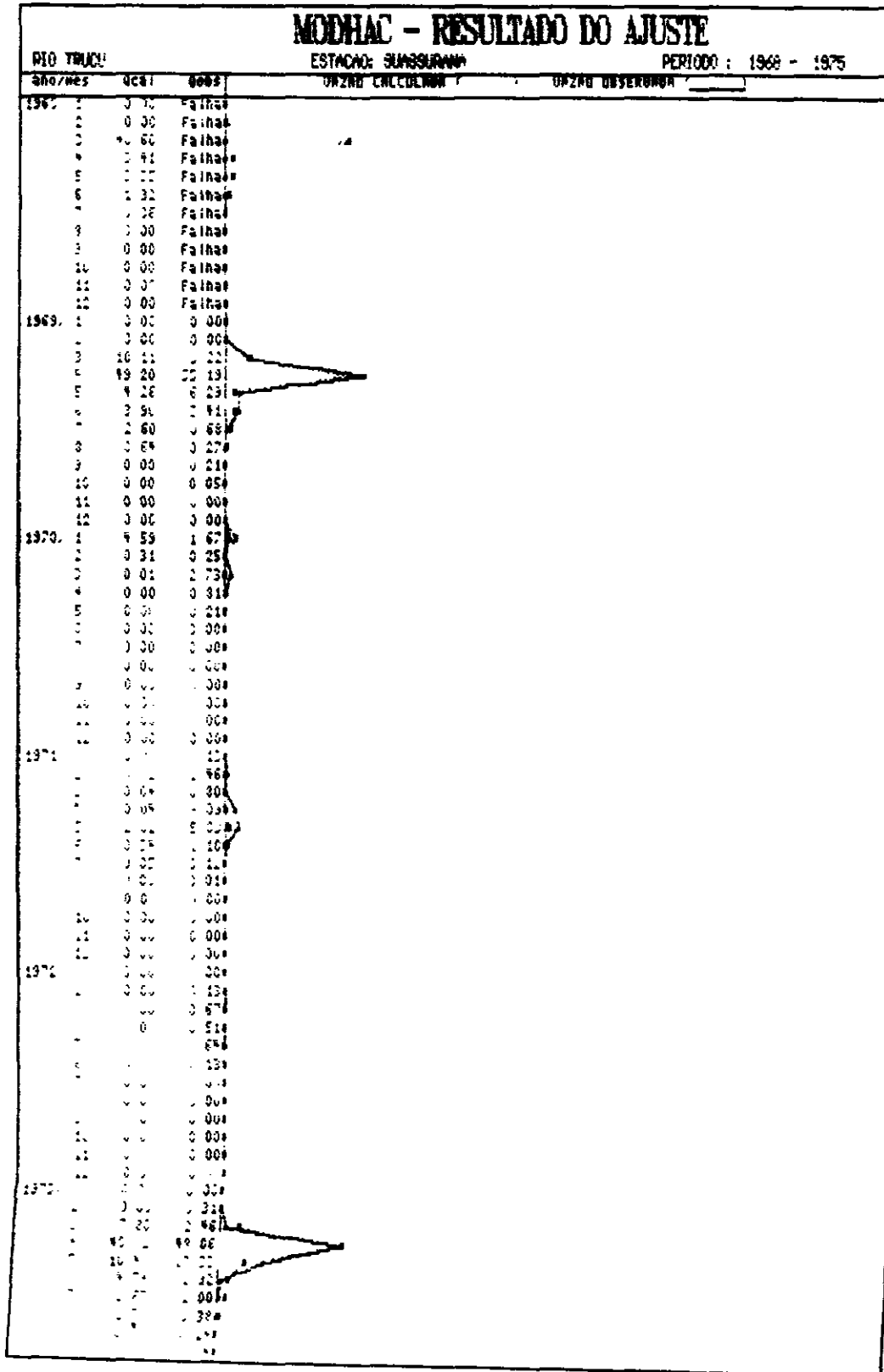




FIGURA 4.8 (continuação)

SIRAC - LTDA
S R H - SECRETARIA ESTADUAL DOS RECURSOS HÍDRICOS
P E R H - PLANO ESTADUAL DOS RECURSOS HÍDRICOS
BLOCO 01 - BACIA JAGUARIBE

LÂMINAS ESCOADAS m. SAIS (mm)

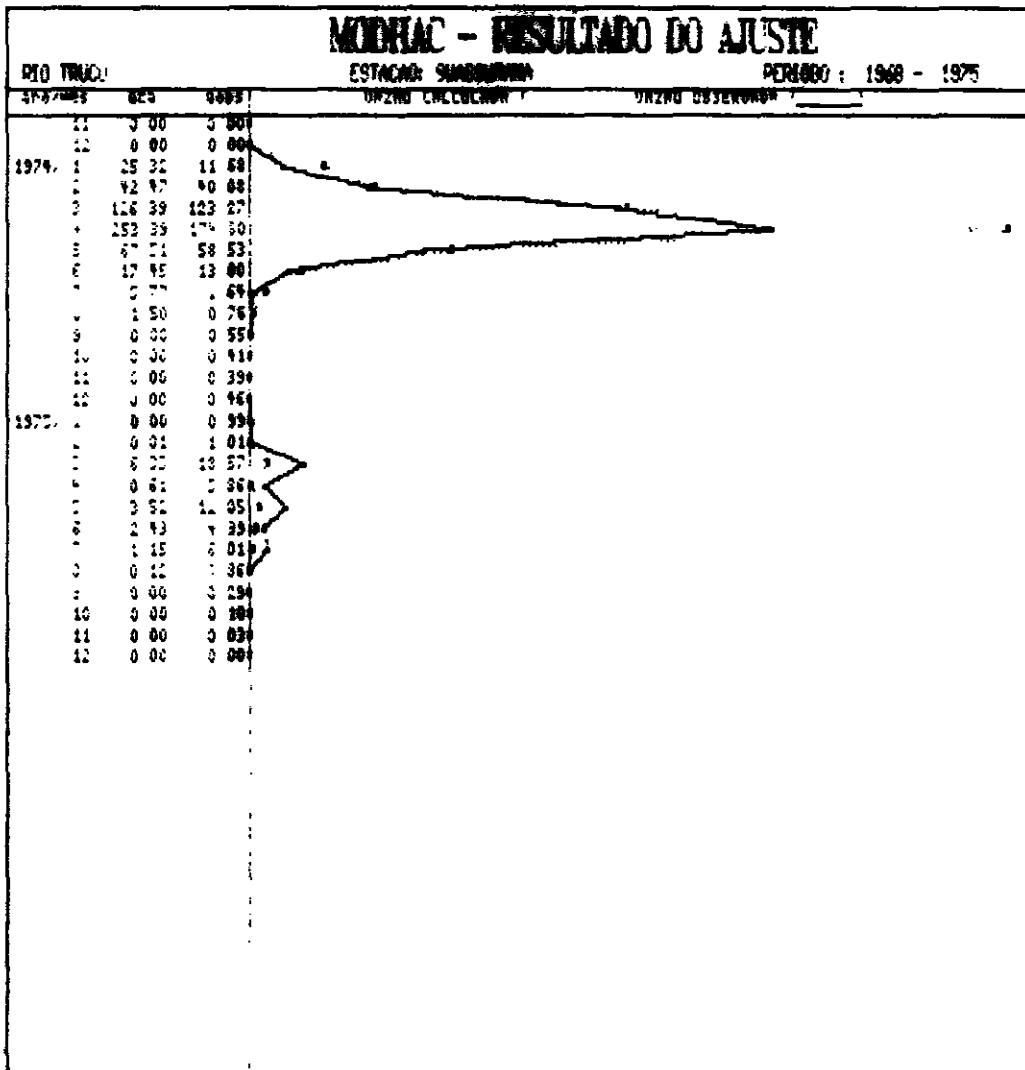




FIGURA 4.9

SIRAC - LTDA

S. R. H. - SECRETARIA ESTADUAL DOS RECURSOS HÍDRICOS

F. E. H. - PLANO ESTADUAL DOS RECURSOS HÍDRICOS

BLOCO 01 - BACIA DO JAGUARIBE

LÂMINAS ESCOADAS MENSAIS (mm)

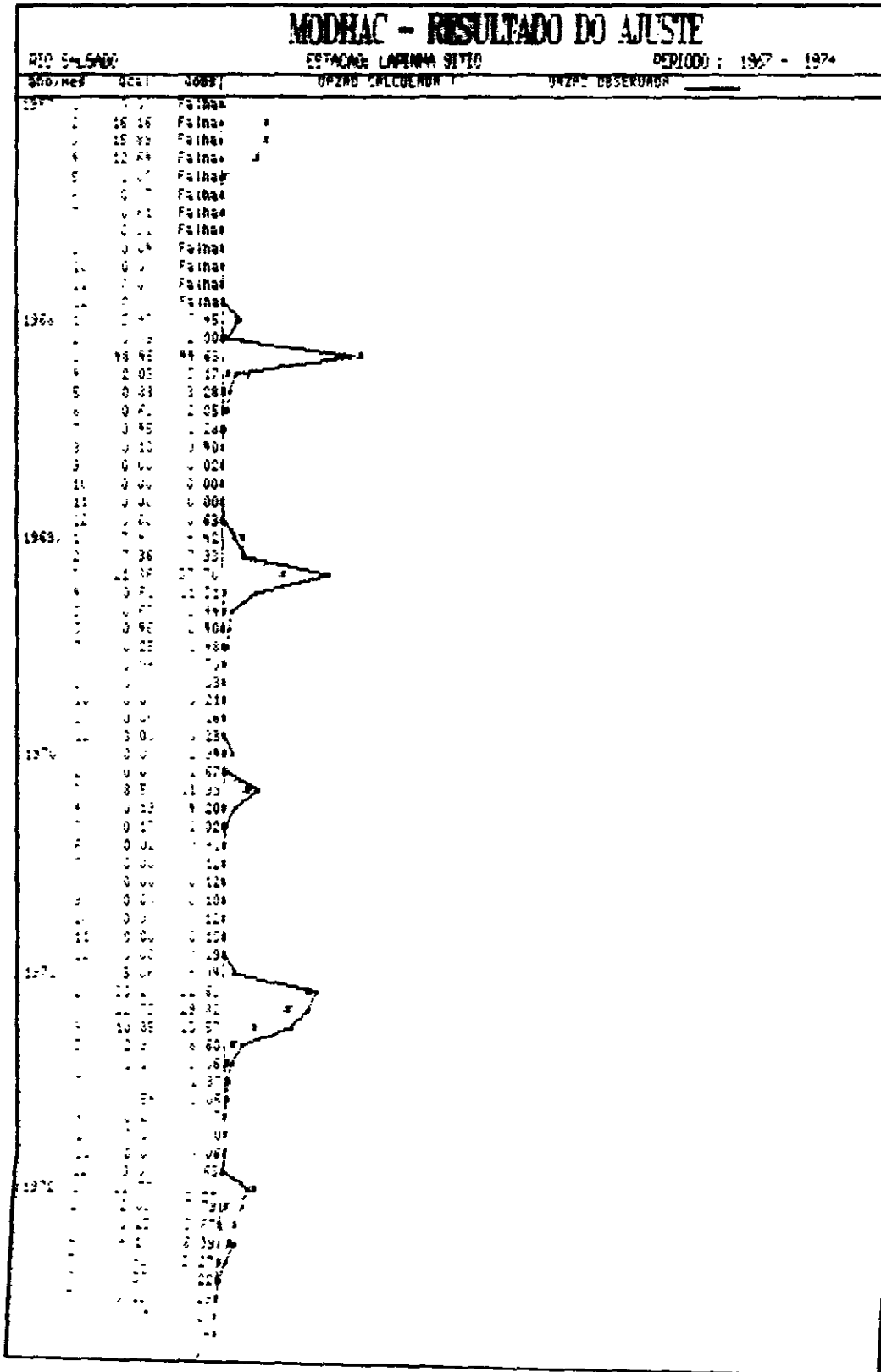




FIGURA 4.9 (continuação)

SIRAC - LTDA
 S R H - SECRETARIA ESTADUAL DOS RECURSOS HÍDRICOS
 F E R H - PLANO ESTADUAL DOS RECURSOS HÍDRICOS
 BLOCO 01 - BACIA DO JAGUARIBE
 LÂMINAS ESCODADAS MENSAIS (mm)

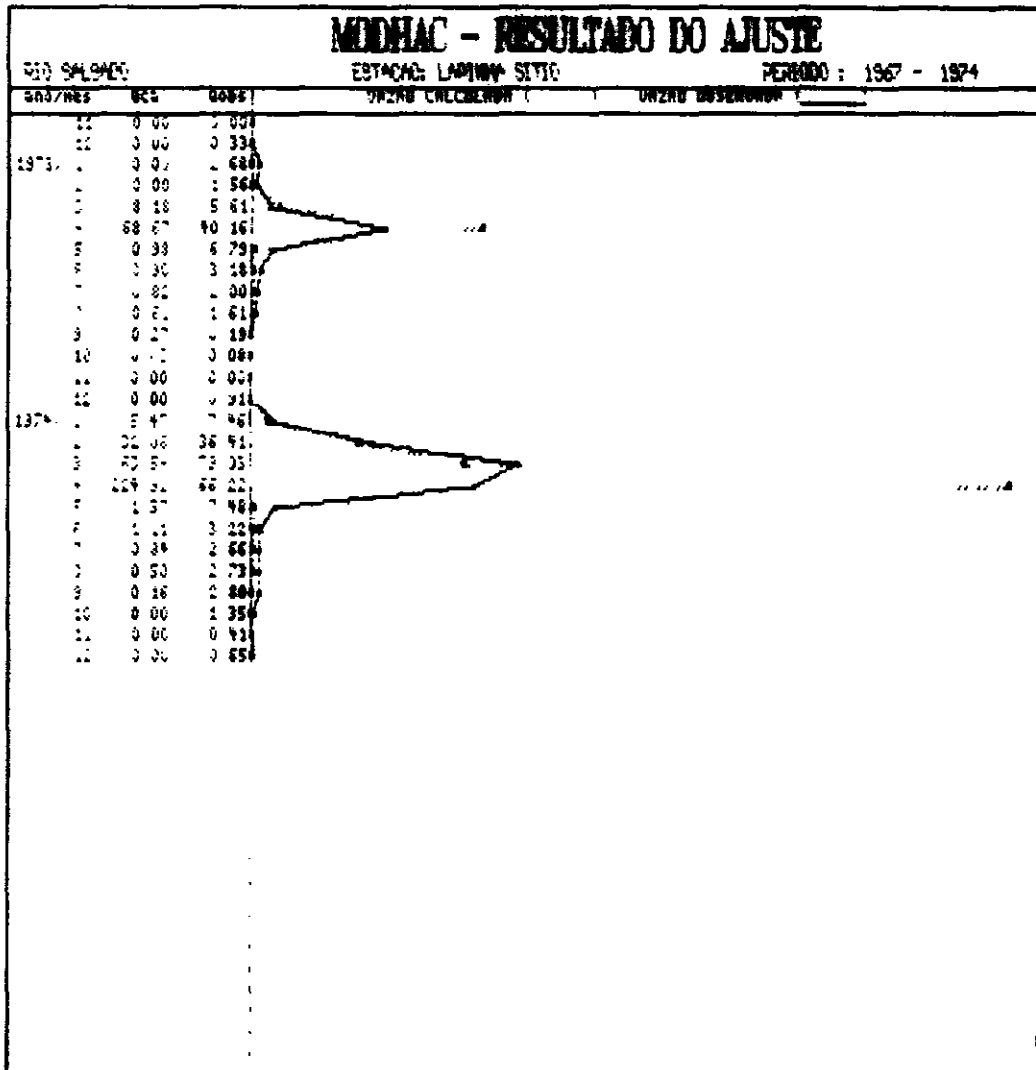




FIGURA 4.10

SIRAC - LTDA

S R H - SECRETARIA ESTADUAL DOS RECURSOS HÍDRICOS

P E R H - PLANO ESTADUAL DOS RECURSOS HÍDRICOS

BLOCO 01 - BACIA DO JAGUARIBE

LÂMINAS ESCODADAS MENSAS (mm)

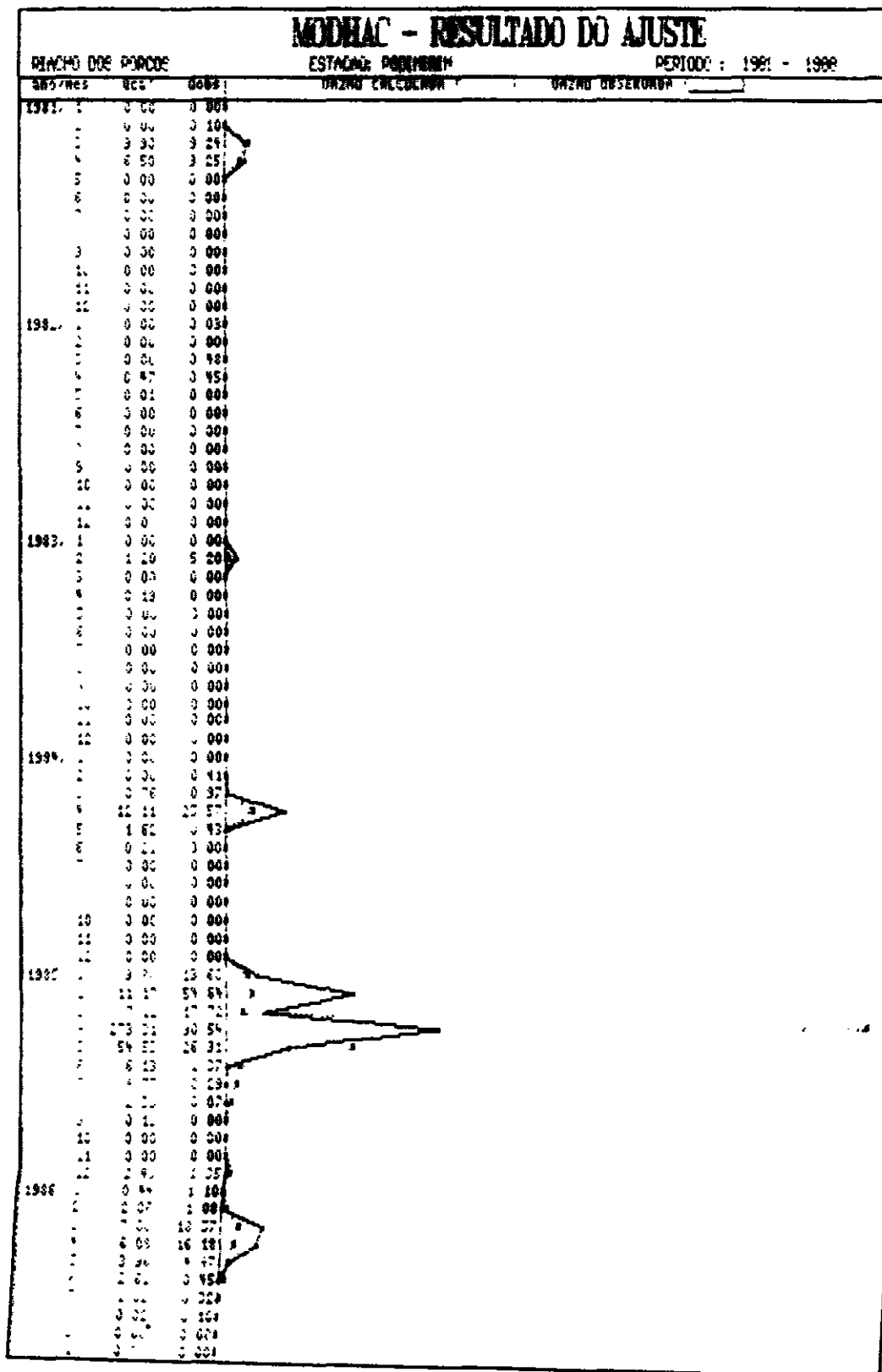




FIGURA 4.10 (continuação)

SIRAC - LTDA

S R H - SECRETARIA ESTADUAL DOS RECURSOS HÍDRICOS

P E R H - PLANO ESTADUAL DOS RECURSOS HÍDRICOS

BLOCO 01 - BACIA DO JAGUARIBE

LÂMINAS ESCODADAS MENSIS (mm)

REACHE DOS POÇOS			MODIAC - RESULTADO DO AJUSTE	
SHO 463	JES	Q002	ESTACAO: POMBOM	PERIODO : 1991 - 1998
			UNZAS CALCULADA	UNZAS OBSERVADA
21	0 0	0 120		
22	0 00	0 094		
1987	0 00	0 004		
2	0 00	0 004		
	0 77	0 104		
	1 71	1 714		
	1 5	0 074		
	1 1	0 304		
	1 01	0 004		
	0 00	0 004		
	0 00	0 004		
	0 00	0 004		
	0 00	0 004		
	0 00	0 004		
	0 00	0 004		
1988	1 77	1 364		
	1 11	1 254		
	0 00	0 304		
	1 77	12 034		
5	0 14	2 074		
7	1 10	0 024		
	0 04	0 004		
8	0 00	0 004		
9	0 00	0 004		
10	0 00	Falha		
11	0 00	Falha		
12	1 07	Falha		

000160



FIGURA 4.11

SIRAC - LTDA
 S R H - SECRETARIA ESTADUAL DOS RECURSOS HÍDRICOS
 P E H - PLANO ESTADUAL DOS RECURSOS HÍDRICOS
 BLOCO 01 - BACIA DO JAGUARIBI

LÂMINAS ESCOADAS MENSAIS (mm)

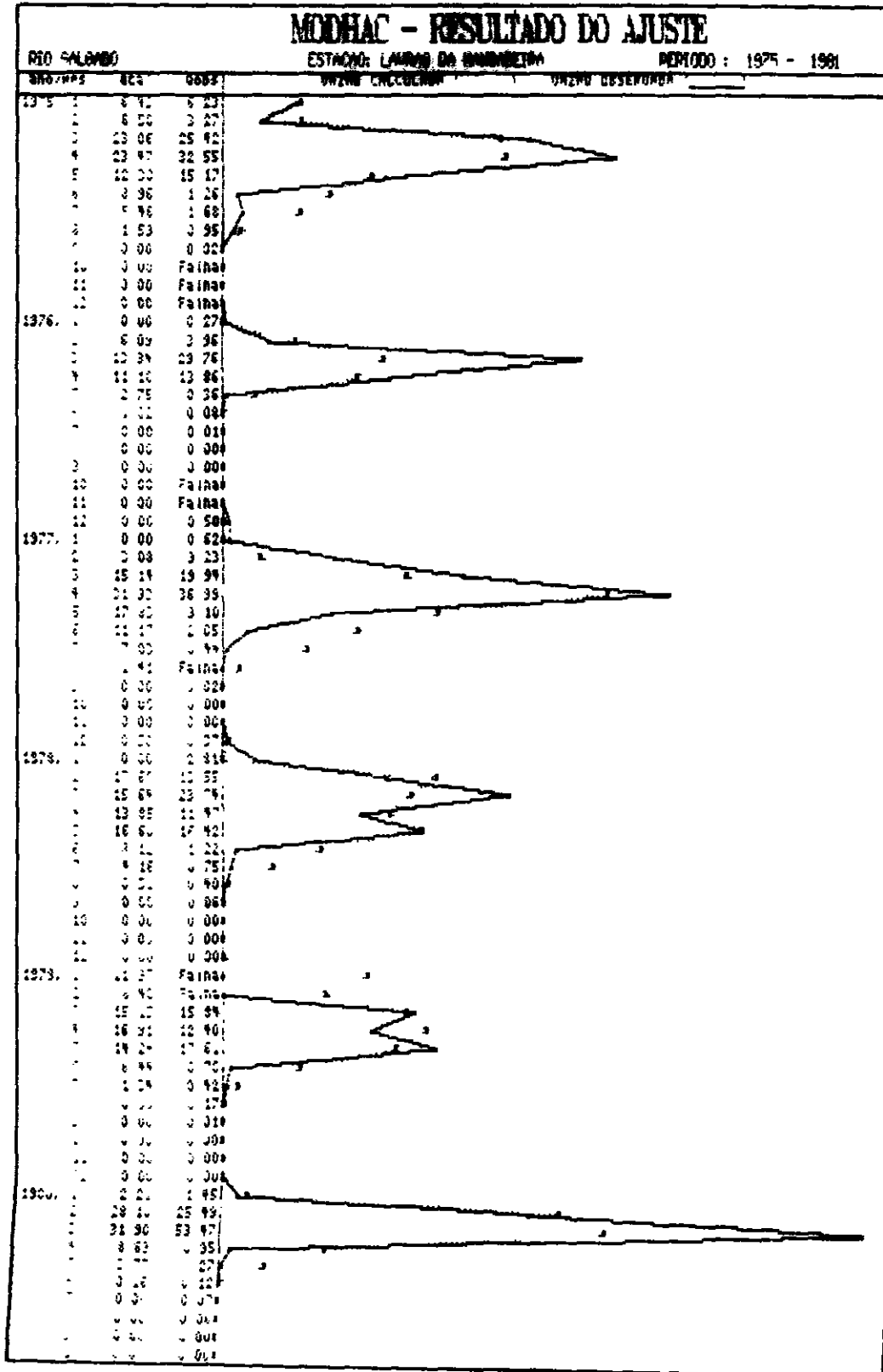




FIGURA 4.11 (continuação)

SIRAC - LTDA
S. R. H. - SECRETARIA ESTADUAL DOS RECURSOS HÍDRICOS
P. E. H. H. - PLANO ESTADUAL DOS RECURSOS HÍDRICOS
BLOCO 01 - BACIA DO JAGUARIBE
LÂMINAS ESCOADAS MENSIS (mm)

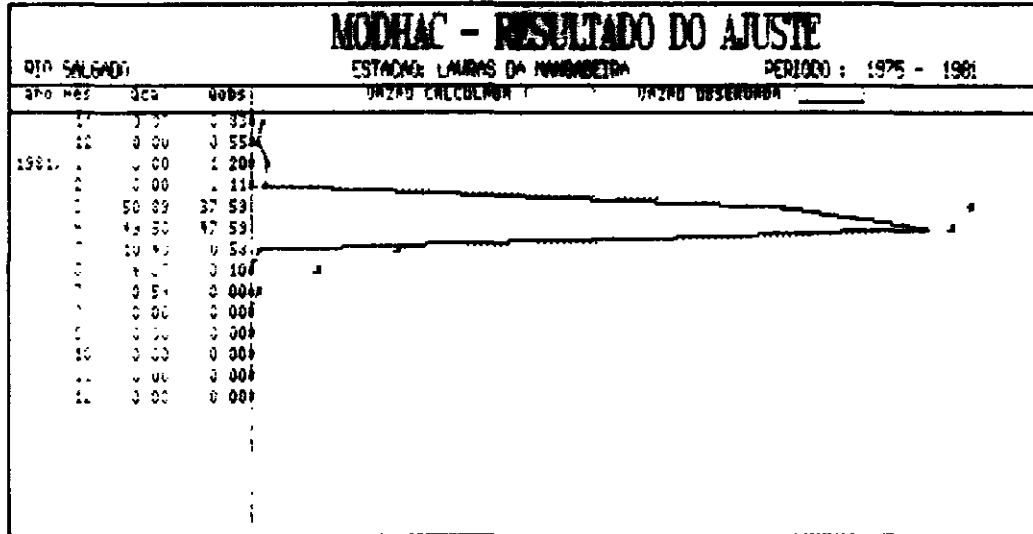




FIGURA 4.12

SIRAC - LTDA
S R H - SECRETARIA ESTADUAL DOS RECURSOS HÍDRICOS
P E R H - PLANO ESTADUAL DOS RECURSOS HÍDRICOS
BLOCO 01 - BACIA DO JAGUARIBE
LÂMINAS ESCOADAS MENSAIS (mm)

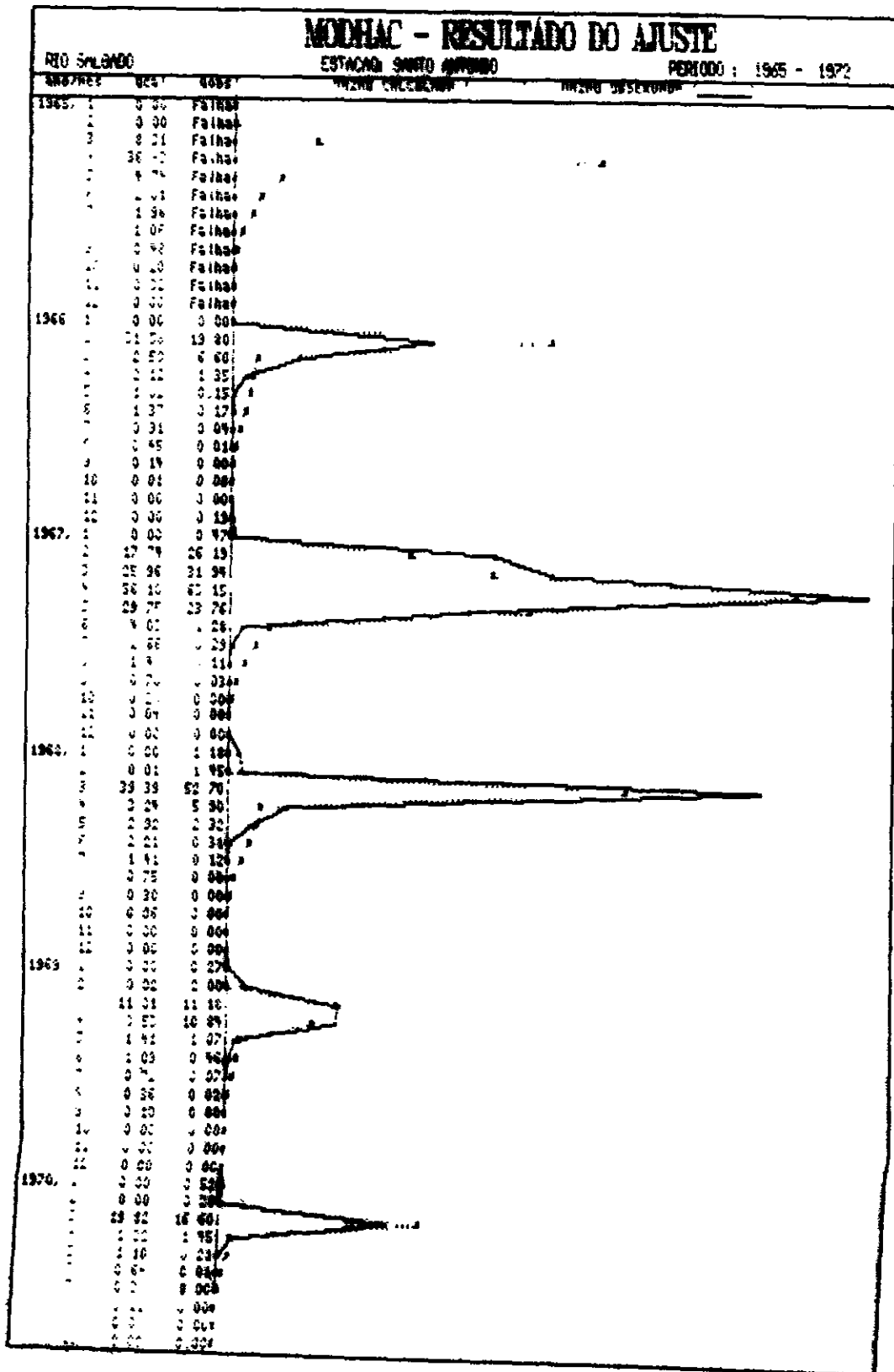




FIGURA 4.12 (continuação)

SIRAC - LTDA
 S R H - SECRETARIA ESTADUAL DOS RECURSOS HÍDRICOS
 P E R H - PLANO ESTADUAL DOS RECURSOS HÍDRICOS
 BLOCO 01 - BACIA DO JAGUARIBÉ

LÂMINAS ESCODADAS MENSAIS (mm)

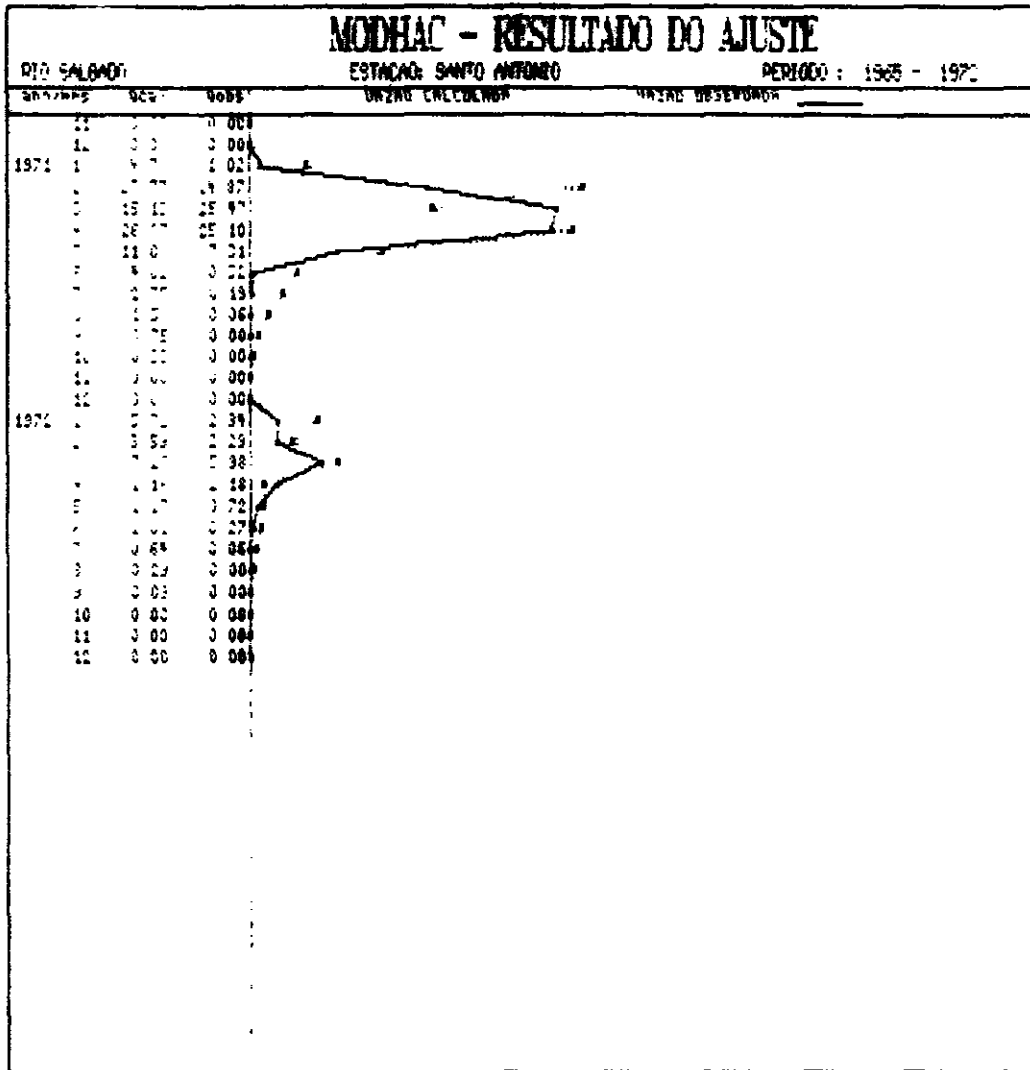




FIGURA 4.13

SIRAC - LTDA
S R H - SECRETARIA ESTADUAL DOS RECURSOS HÍDRICOS
P E R H - PLANO ESTADUAL DOS RECURSOS HÍDRICOS
BLOCO 01 - BACIA DO JAGUARIBE
LÂMINAS ESCOADAS MENSUAIS (mm)

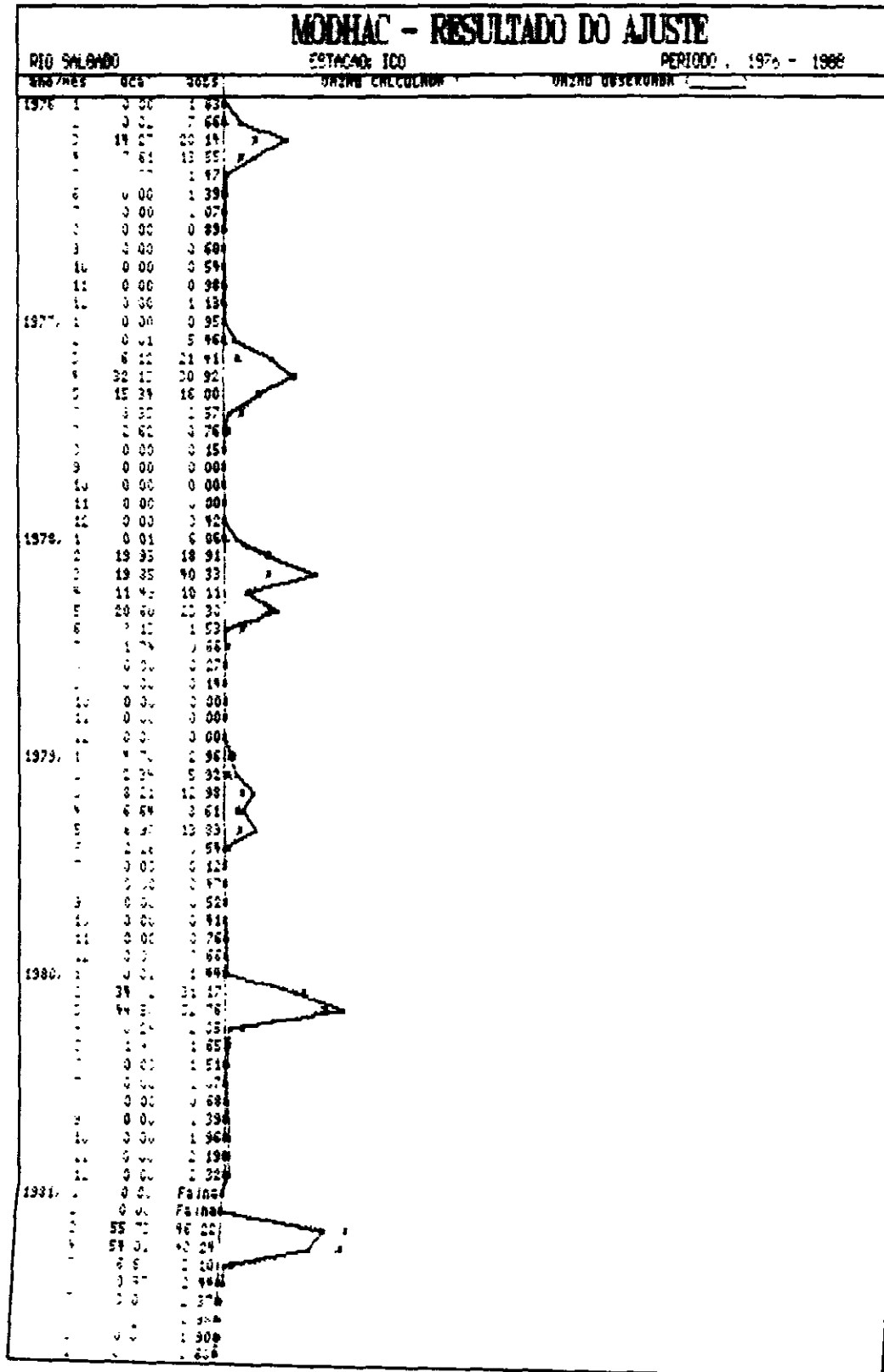




FIGURA 4.13 (continuação)

SIRAC - LTDA
S R H - SECRETARIA ESTADUAL DOS RECURSOS HÍDRICOS
P E R H - PLANO ESTADUAL DOS RECURSOS HÍDRICOS
BLOCO 01 - BACIA DO JAGUARIBE
LÂMINAS ESCOADAS MENSAIS (mm)

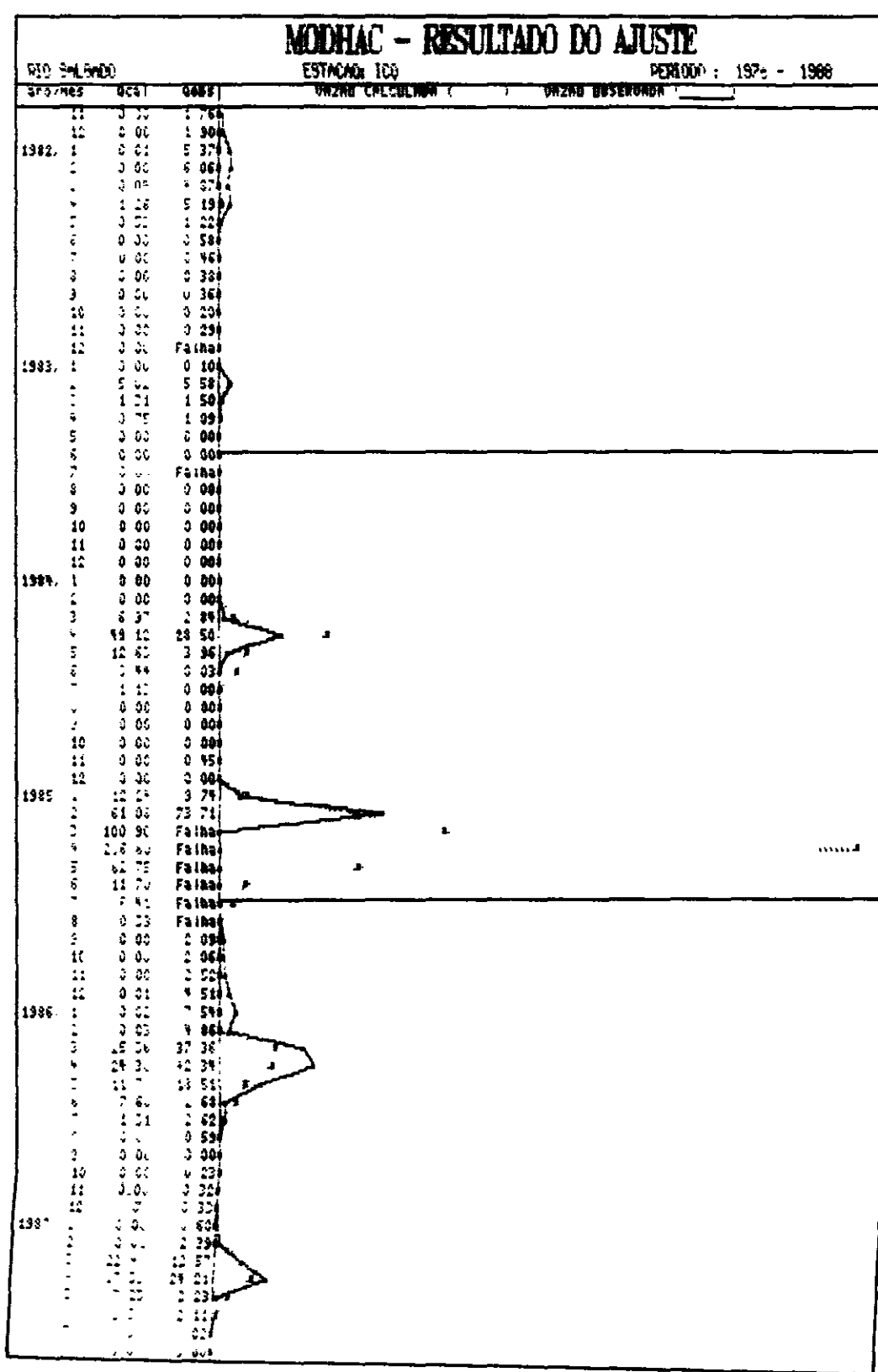




FIGURA 4.13 (continuação)

SIRAC - LTDA
S R H - SECRETARIA ESTADUAL DOS RECURSOS HÍDRICOS
P E R H - PLANO ESTADUAL DOS RECURSOS HÍDRICOS
BLOCO 0: - BACIA DO JAGUARIBL

LAMINAS ESCOADAS MENSALIS (mm)

RIO SALGADO			MODHAC - RESULTADO DO AJUSTE	
ANO	MES	SCS	ESTACÃO: 100	PERÍODO: 1970 - 1980
		CODE	UNZAS CALCULADA	UNZAS OBSERVADA
	1	0.00	0.000	
	2	0.00	0.000	
	3	0.00	0.000	
	4	0.00	0.000	
1980	5	0.00	0.000	
	6	0.01	2.200	
	7	0.01	19.00	
	8	0.01	20.81	
	9	0.01	11.00	
	10	0.01	0.000	
	11	0.00	0.000	
	12	0.00	0.000	
	1	0.00	0.000	
	2	0.00	0.000	
	3	0.00	0.000	
	4	0.00	0.000	
	5	0.00	0.000	
	6	0.00	0.000	
	7	0.00	0.000	
	8	0.00	0.000	
	9	0.00	0.000	
	10	0.00	0.000	
	11	0.00	0.000	
	12	0.00	Falha	



FIGURA 4.14

SIRAC - LTDA

S F H - SECRETARIA ESTADUAL DOS RECURSOS HÍDRICOS

I E I H PLANO ESTADUAL DOS RECURSOS HÍDRICOS

BLOCO 01 - BACIA DO JAGUARIBE

LÂMINAS ESCOADAS MENSAIS (mm)

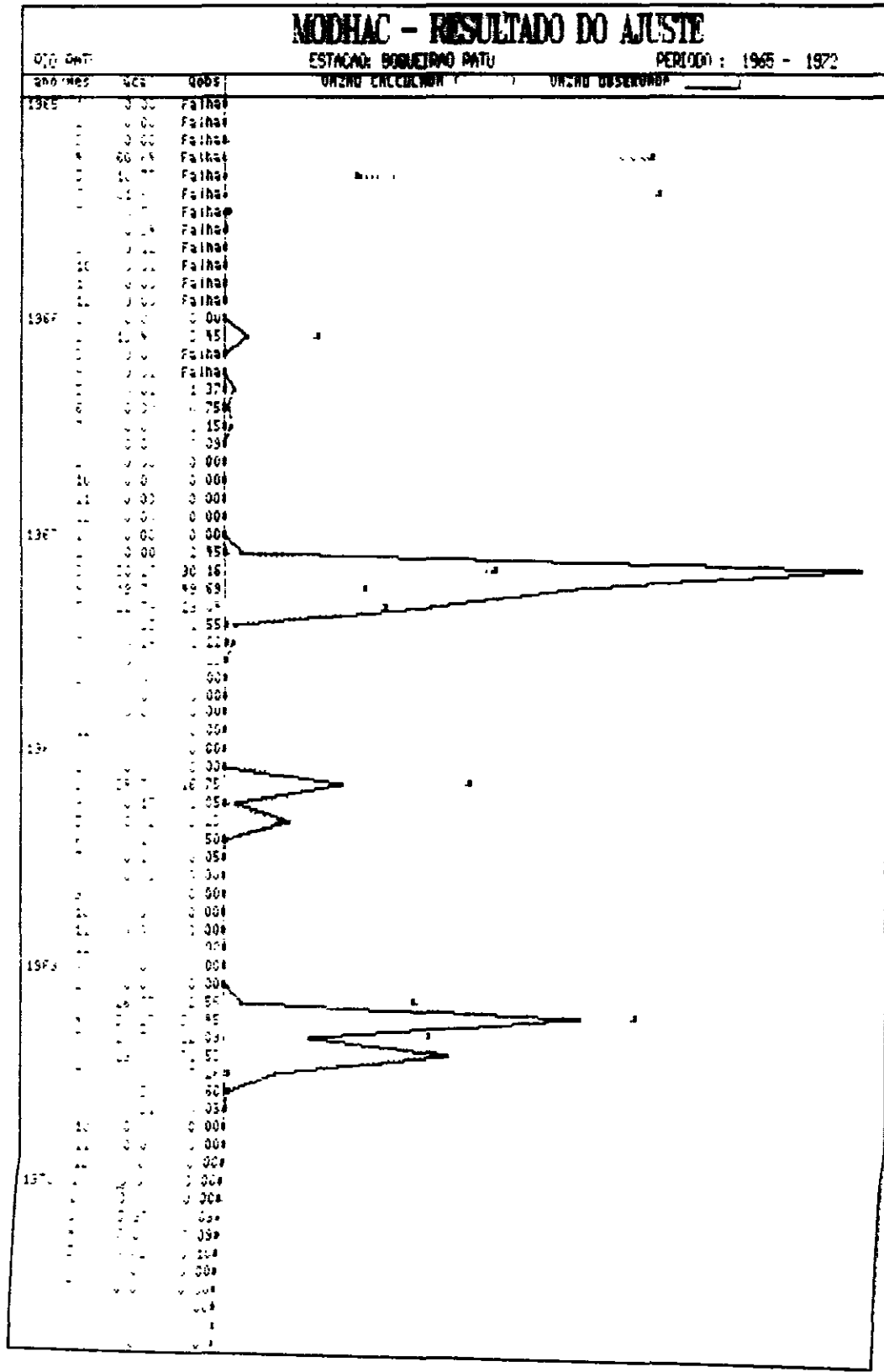




FIGURA 4.14 (continuação)

SIRAC - LTDA
S R H - SECRETARIA ESTADUAL DOS RECURSOS HÍDRICOS
P E R H - PLANO ESTADUAL DOS RECURSOS HÍDRICOS
BLOCO 01 - BACIA DO JAGUARIBE

LÂMINAS ESCOADAS MENSAIS (mm)

RIO PATU			ESTAÇÃO: BOQUEIRO PATU		PERÍODO: 1965 - 1972
ANO/MES	QES	QOBS	UNIDADE: CMC/CM²	UNIDADE: OBSERVADA	
..	0 00	0 000			
12	0 00	0 000			
1971	0 00	0 000			
1	0 00	0 000			
2	0 00	0 000			
3	0 00	0 000			
4	0 00	1 230			
5	0 00	6 370			
6	0 00	3 050			
7	0 00	0 580			
8	0 00	0 000			
9	0 00	0 000			
10	0 00	0 000			
11	0 00	0 000			
12	0 00	0 000			
1972	0 00	0 000			
1	0 00	0 060			
2	0 00	0 160			
3	0 00	5 270			
4	0 00	0 600			
5	0 00	1 030			
6	0 00	0 060			
7	0 00	0 540			
8	0 00	0 020			
9	0 00	0 000			
10	0 00	0 000			
11	0 00	0 000			
12	0 00	0 130			



FIGURA 4.15

SIRAC - LTDA

S R H - SECRETARIA ESTADUAL DOS RECURSOS HÍDRICOS

P E R H - PLANO ESTADUAL DOS RECURSOS HÍDRICOS

BLOCO 01 - BACIA DO JAGUARIBE

LÂMINAS ESCOADAS MENSAIS (mm)

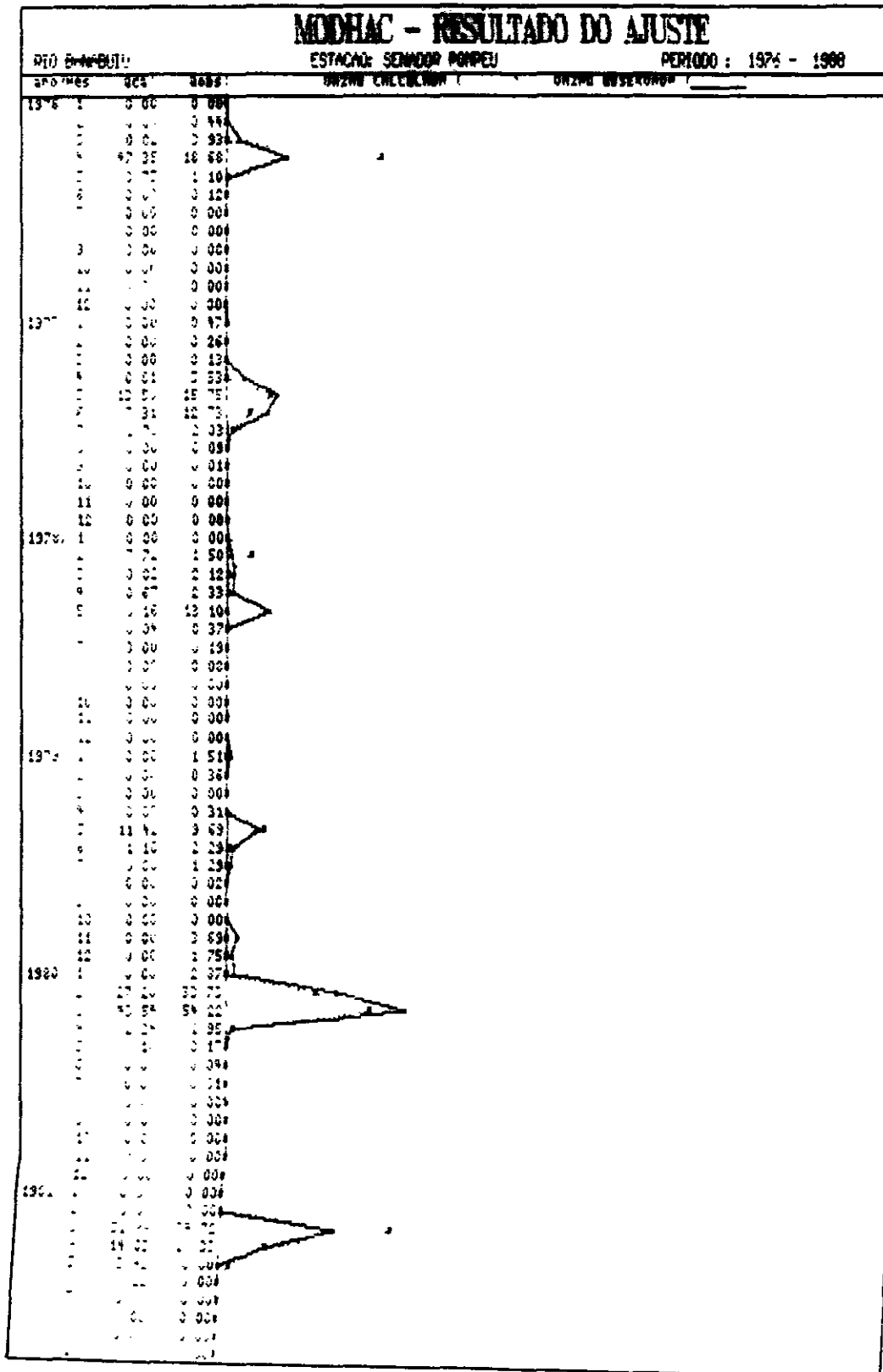




FIGURA 4.15 (continuação)

SIRAC - LTDA

S R H - SECRETARIA ESTADUAL DOS RECURSOS HÍDRICOS

P E R H - PLANO ESTADUAL DOS RECURSOS HÍDRICOS

BLOCO 01 - BACIA DO JAGUARIBE

LAMINAS ESCOADAS MENSALIS (mm)

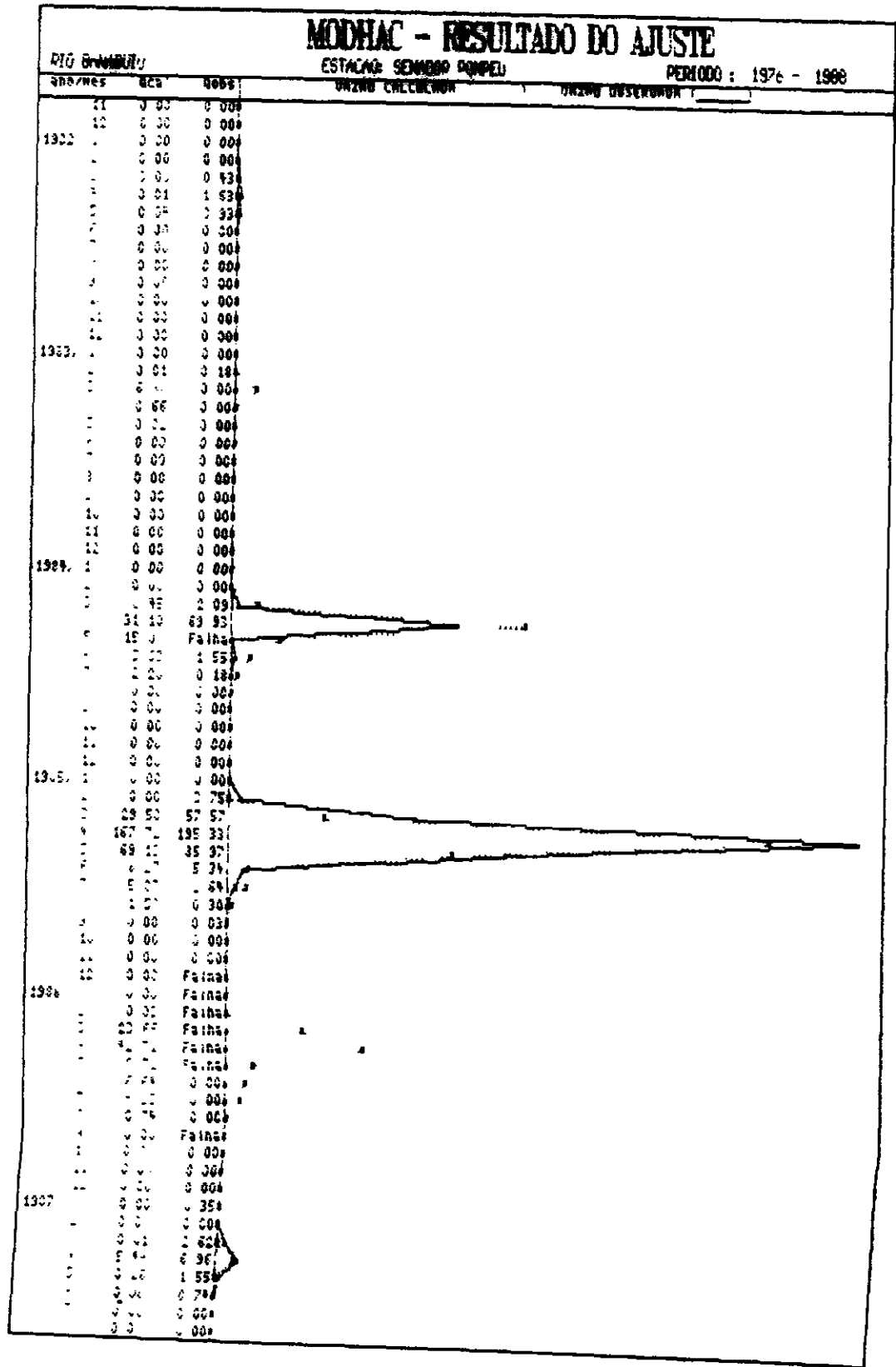




FIGURA 4.15 (continuação)

SIRAC - LTDA
 S E R H SECRETARIA ESTADUAL DOS RECURSOS HÍDRICOS
 F E R H - PLANO ESTADUAL DOS RECURSOS HÍDRICOS
 BLOCO 01 - BACIA DO JAGUARIBE
 LAMINAS ESCODADAS MENSALIS (mm)

MUDHAC - RESULTADO DO AJUSTE		
REG. BARRIL:	ESTACIO: SENHOR POMPEI:	PERIODO: 1974 - 1980
ANO MES	QZS	QZS
	UNID. CALCULADA	UNID. OBSERVADA
74	1	0 00
74	2	3 00
74	3	3 00
74	4	3 00
74	5	3 00
74	6	3 00
74	7	3 00
74	8	3 00
74	9	3 00
74	10	3 00
74	11	3 00
74	12	3 00
75	1	3 00
75	2	3 00
75	3	3 00
75	4	3 00
75	5	3 00
75	6	3 00
75	7	3 00
75	8	3 00
75	9	3 00
75	10	3 00
75	11	3 00
75	12	3 00
76	1	3 00
76	2	3 00
76	3	3 00
76	4	3 00
76	5	3 00
76	6	3 00
76	7	3 00
76	8	3 00
76	9	3 00
76	10	3 00
76	11	3 00
76	12	3 00
77	1	3 00
77	2	3 00
77	3	3 00
77	4	3 00
77	5	3 00
77	6	3 00
77	7	3 00
77	8	3 00
77	9	3 00
77	10	3 00
77	11	3 00
77	12	3 00
78	1	3 00
78	2	3 00
78	3	3 00
78	4	3 00
78	5	3 00
78	6	3 00
78	7	3 00
78	8	3 00
78	9	3 00
78	10	3 00
78	11	3 00
78	12	3 00
79	1	3 00
79	2	3 00
79	3	3 00
79	4	3 00
79	5	3 00
79	6	3 00
79	7	3 00
79	8	3 00
79	9	3 00
79	10	3 00
79	11	3 00
79	12	3 00
80	1	3 00
80	2	3 00
80	3	3 00
80	4	3 00
80	5	3 00
80	6	3 00
80	7	3 00
80	8	3 00
80	9	3 00
80	10	3 00
80	11	3 00
80	12	3 00



FIGURA 4.16 (continuação)

SIRAC - LTDA
 S.P.H. - SECRETARIA ESTADUAL DOS RECURSOS HÍDRICOS
 P.L.R. - PLANO ESTADUAL DOS RECURSOS HÍDRICOS
 BLOCO 01 - BACIA DO JAGUARIB
 LÂMINAS ESCODAS MENSAIS (mm)

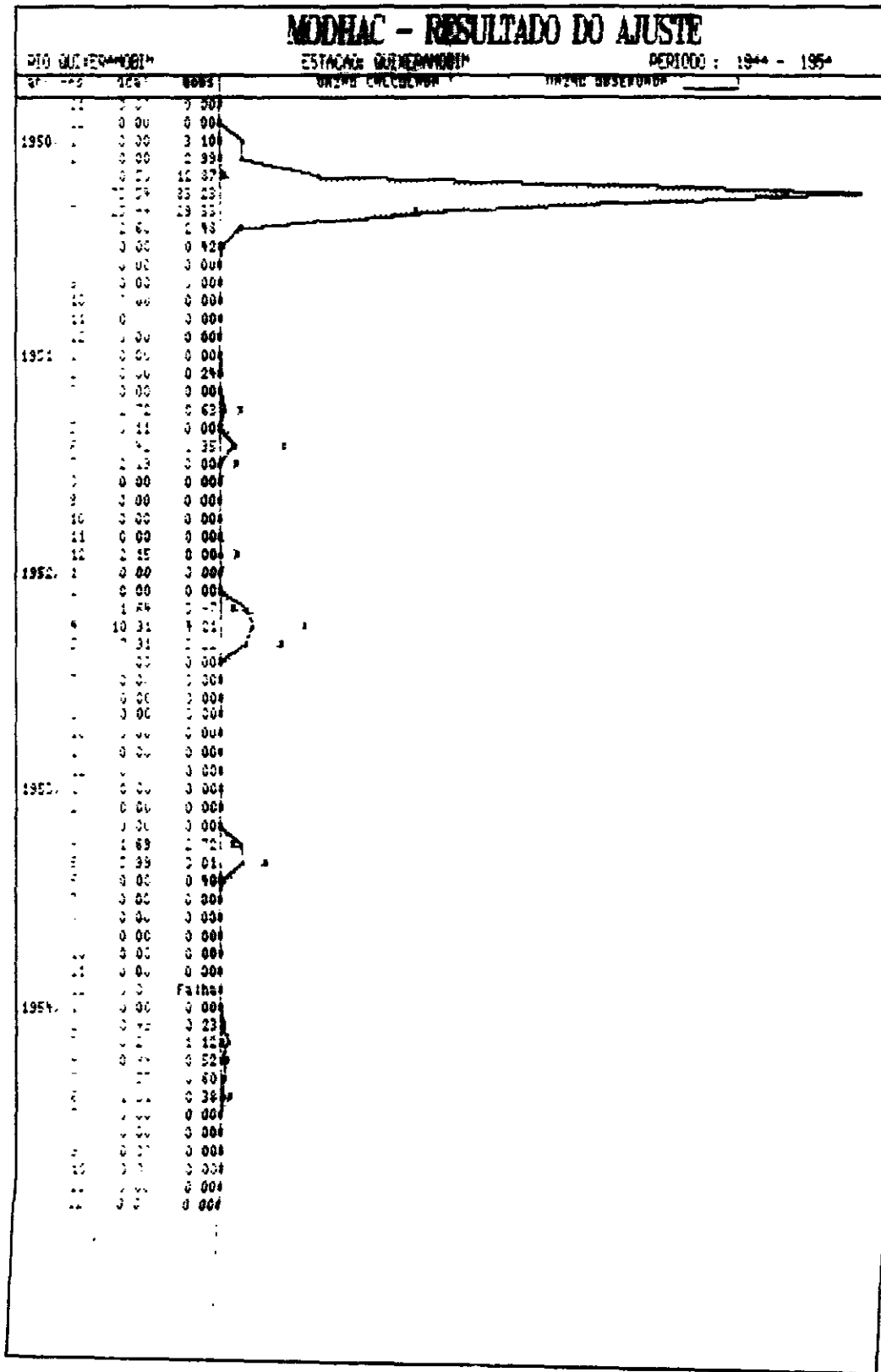




FIGURA 4.17

SIRAC - LTDA

S R H SECRETARIA ESTADUAL DOS RECURSOS HÍDRICOS

P E R H - PLANO ESTADUAL DOS RECURSOS HÍDRICOS

BLOCO 01 - BACIA DO JAGUARIBE

LÂMINAS ESCOADAS MENSAIS (mm)

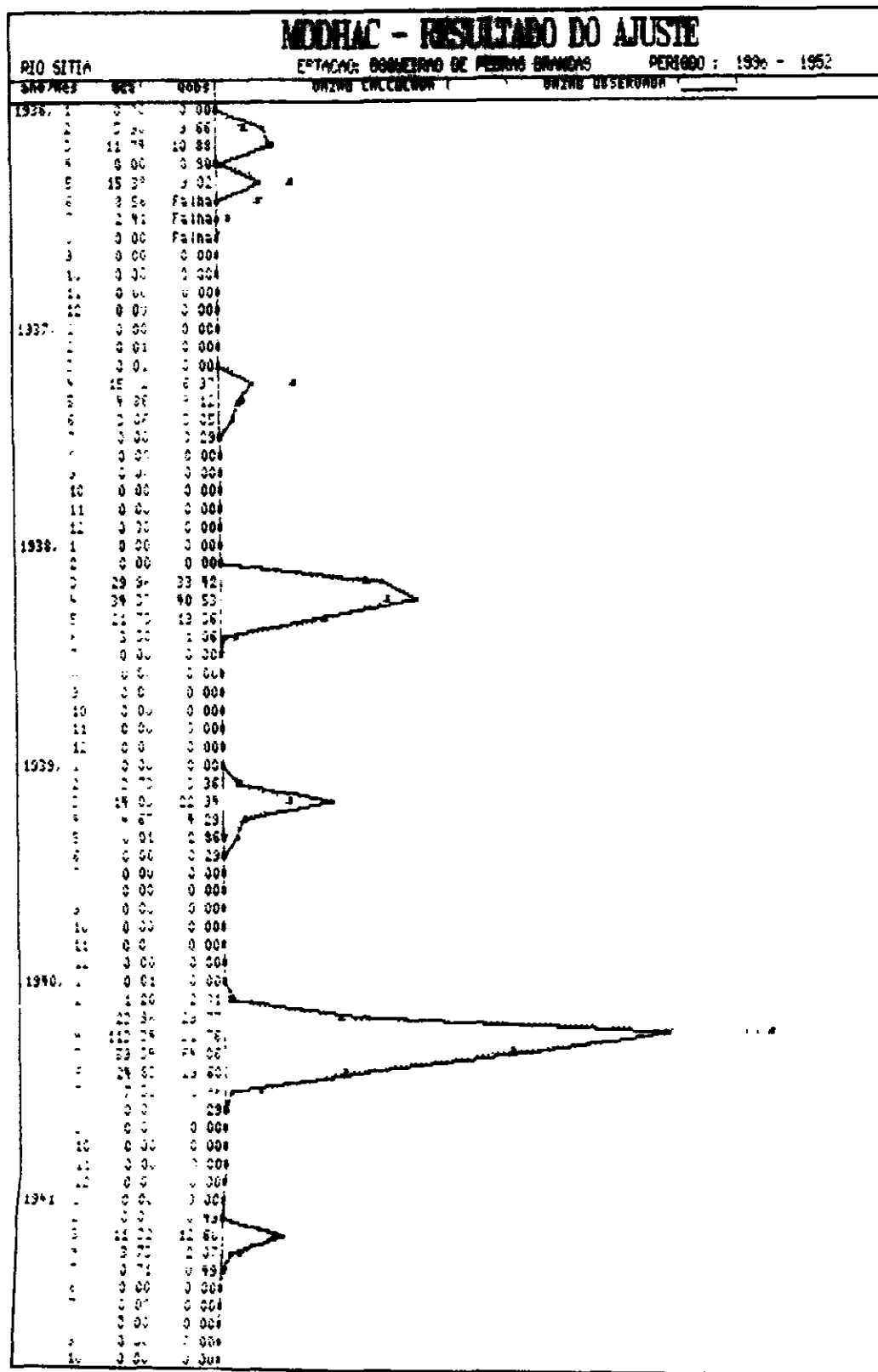




FIGURA 4.17 (continuação)

SIRAC - LTDA
 S R H - SECRETARIA ESTADUAL DOS RECURSOS HÍDRICOS
 P E R H - PLANO ESTADUAL DOS RECURSOS HÍDRICOS
 BLOCO 01 - BACIA DO JAGUARIBE
 LÂMINAS ESCOADAS MENSAIS (mm)

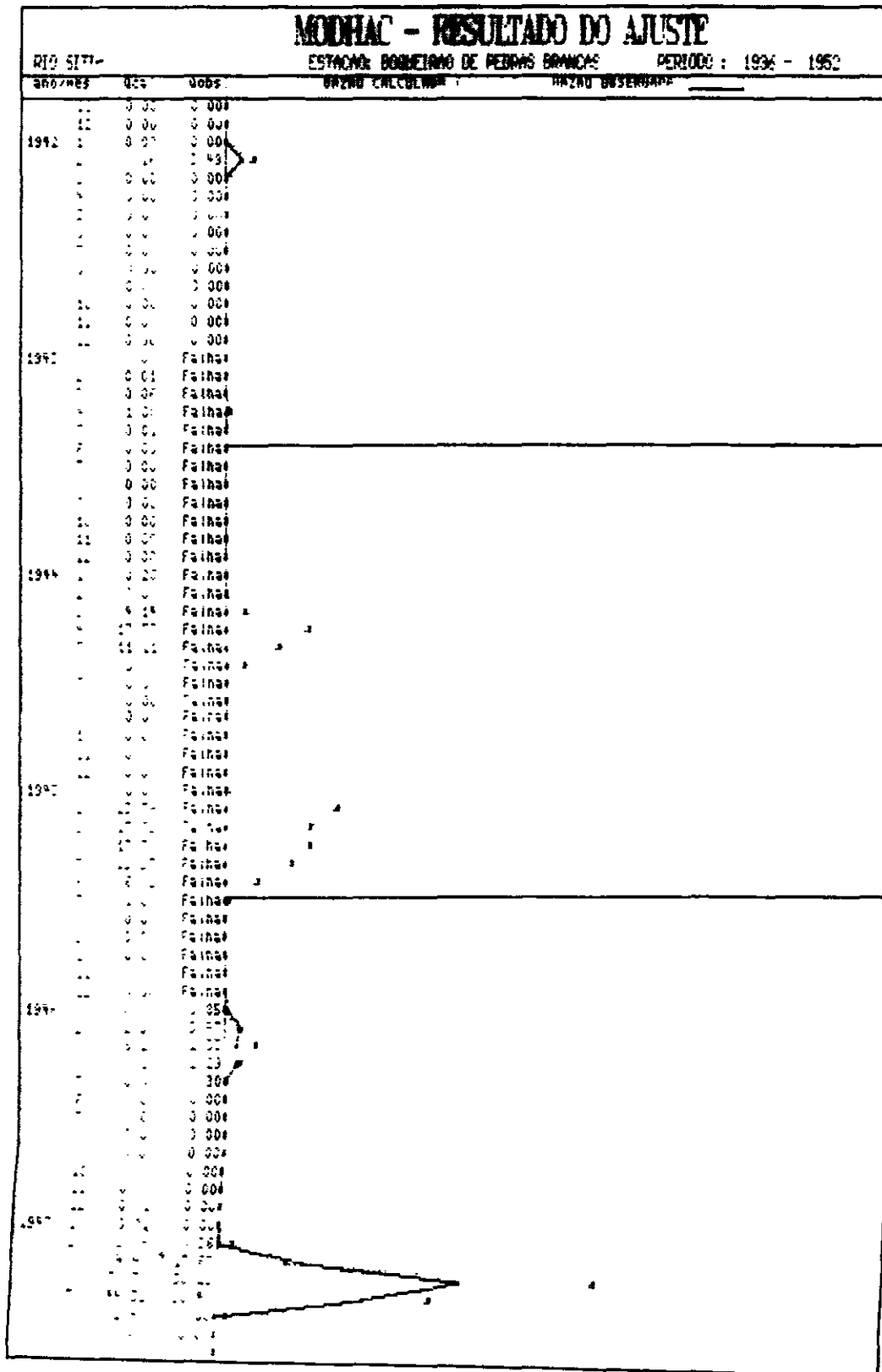




FIGURA 4.17 (continuação)
SIRAC - LTUA
S R H - SECRETARIA ESTADUAL DOS RECURSOS HÍDRICOS
P E R H - PLANO ESTADUAL DOS RECURSOS HÍDRICOS
BLOCO 01 - BACIA DO JAGUARIBE

LÂMINAS ESCODADAS MENSAS (mm)

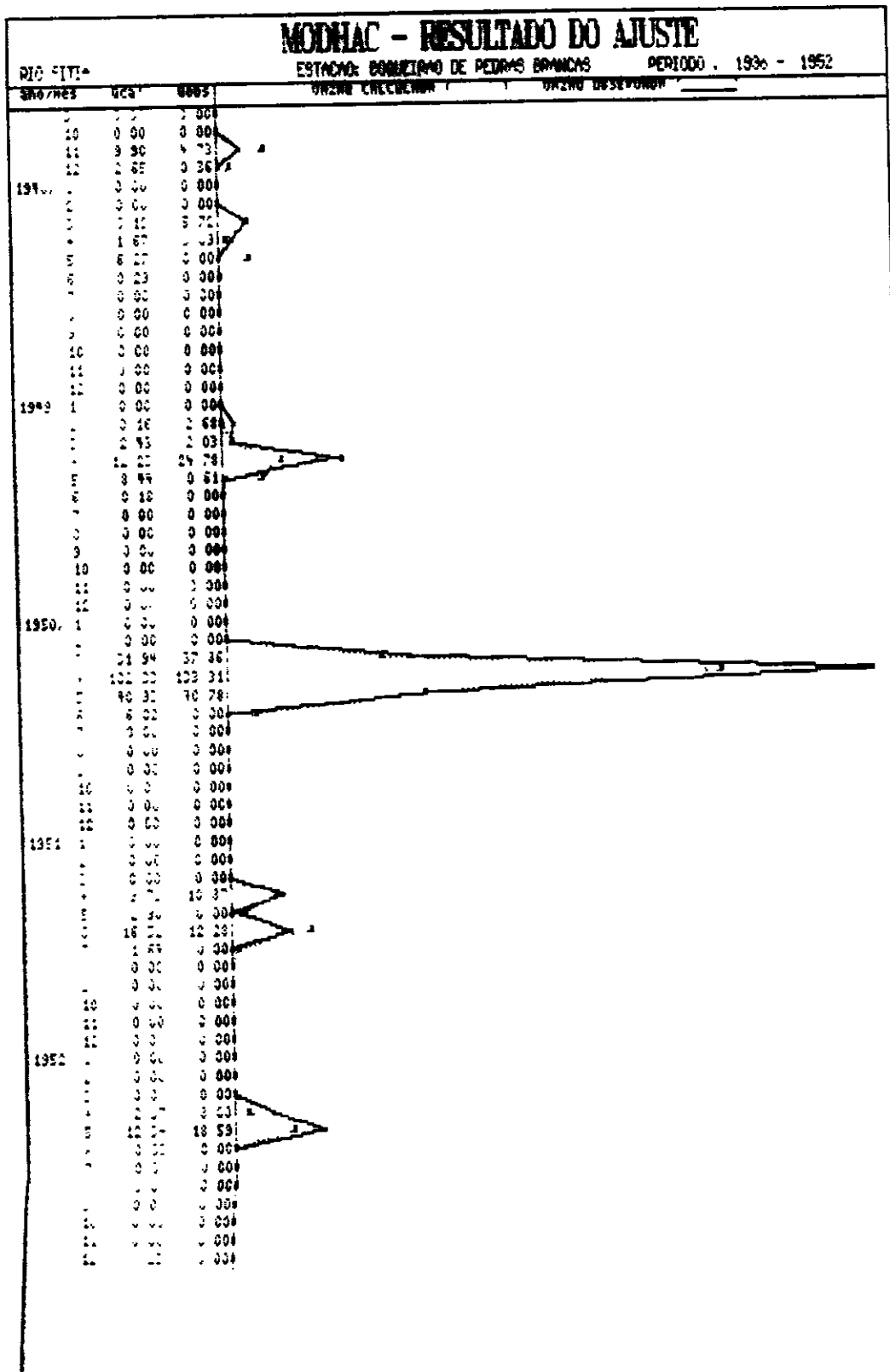


FIGURA 4.18
SIRAC - LTDA
 SECRETARIA ESTADUAL DOS RECURSOS HÍDRICOS
 PLANILHA - PLANO ESTADUAL DOS RECURSOS HÍDRICOS
 BLOCO 01 - BACIA DO JAGUARIBE
 LÂMINAS ESCOADAS MENSAIS (mm)

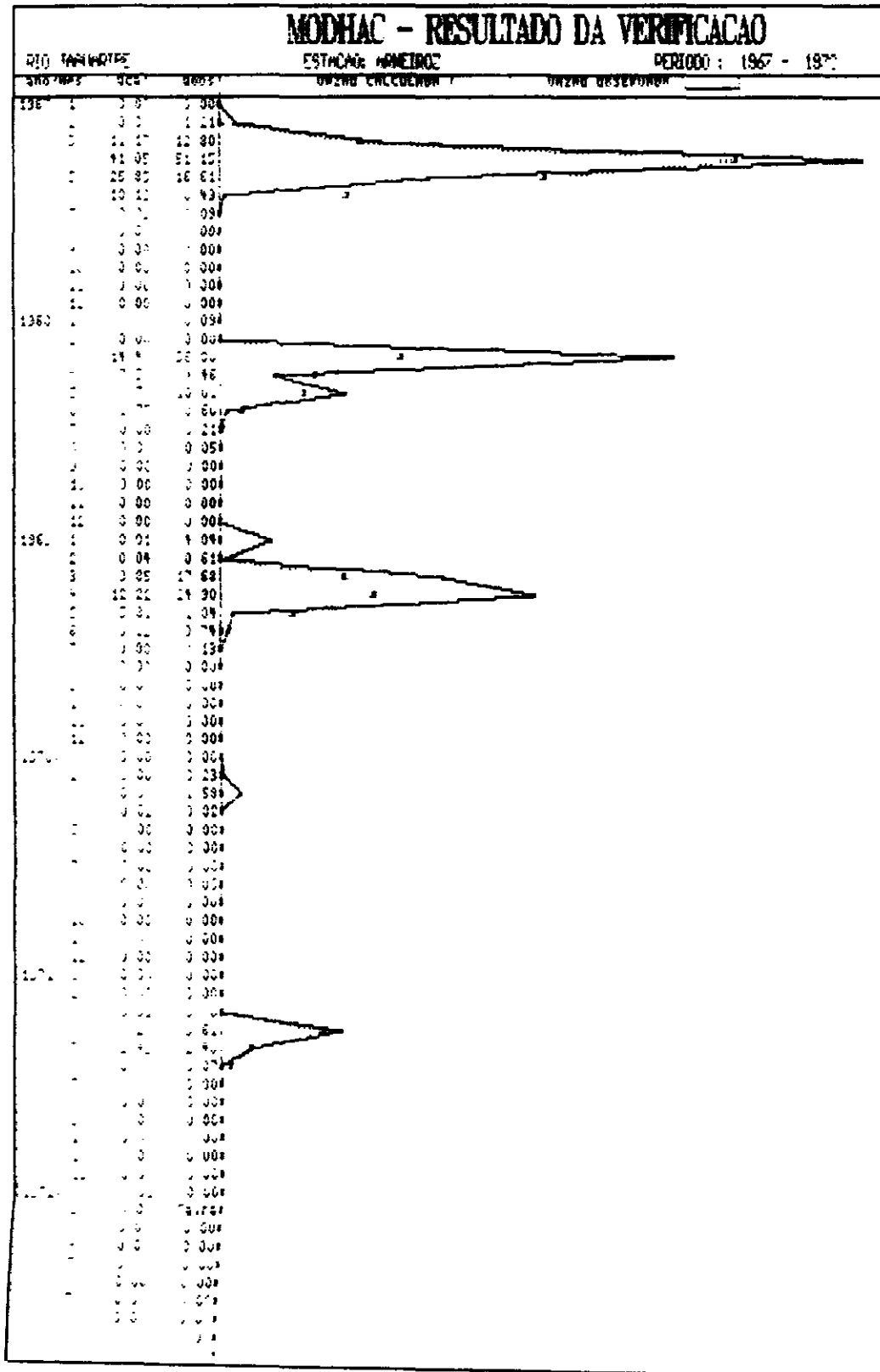




FIGURA 4.18 (continuação)

SIRAC - LTDA
S R H - SECRETARIA ESTADUAL DOS RECURSOS HÍDRICOS
P E R H - PLANO ESTADUAL DOS RECURSOS HÍDRICOS
BLOCO 01 - BACIA DO JAGUARIBE
LÂMINAS ESCOADAS MENSAIS (mm)

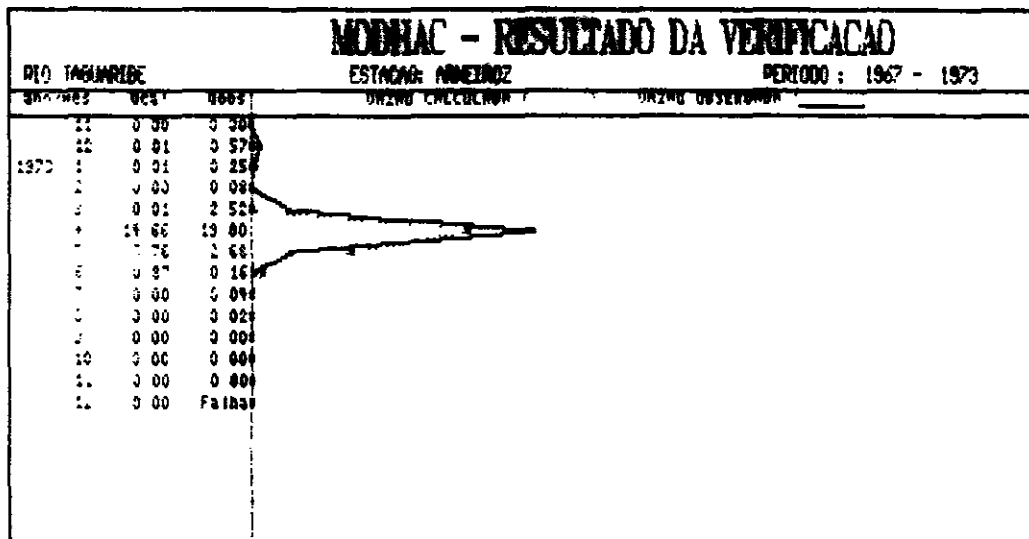




FIGURA 4.19

SIRAC - LTUA

SREH - SECRETARIA ESTADUAL DOS RECURSOS HÍDRICOS
P.L.I.P. - PLANO ESTADUAL DOS RECURSOS HÍDRICOS
BLOCO 01 - BACIA DO JAGUARIBE

LÂMINAS ESCOADAS MENSAIS (mm)

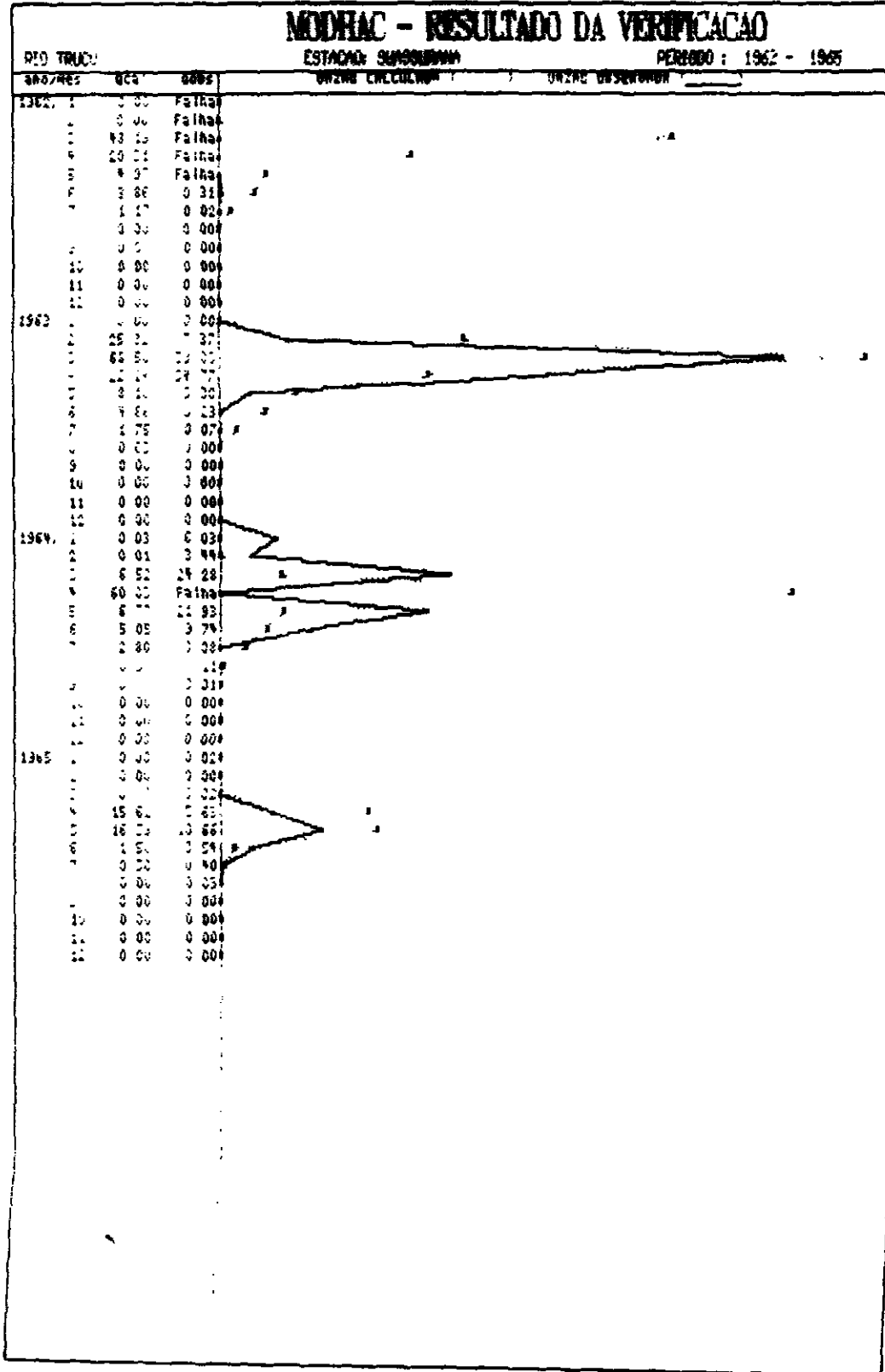




FIGURA 4.20

SIRAC - LTDA
 S. R. H. - SECRETARIA ESTADUAL DOS RECURSOS HÍDRICOS
 P. E. R. H. - PLANO ESTADUAL DOS RECURSOS HÍDRICOS
 BLOCO 01 - HACIA DO JAGUARIBI
 LÂMINAS ESCODADAS MENSAIS (mm)

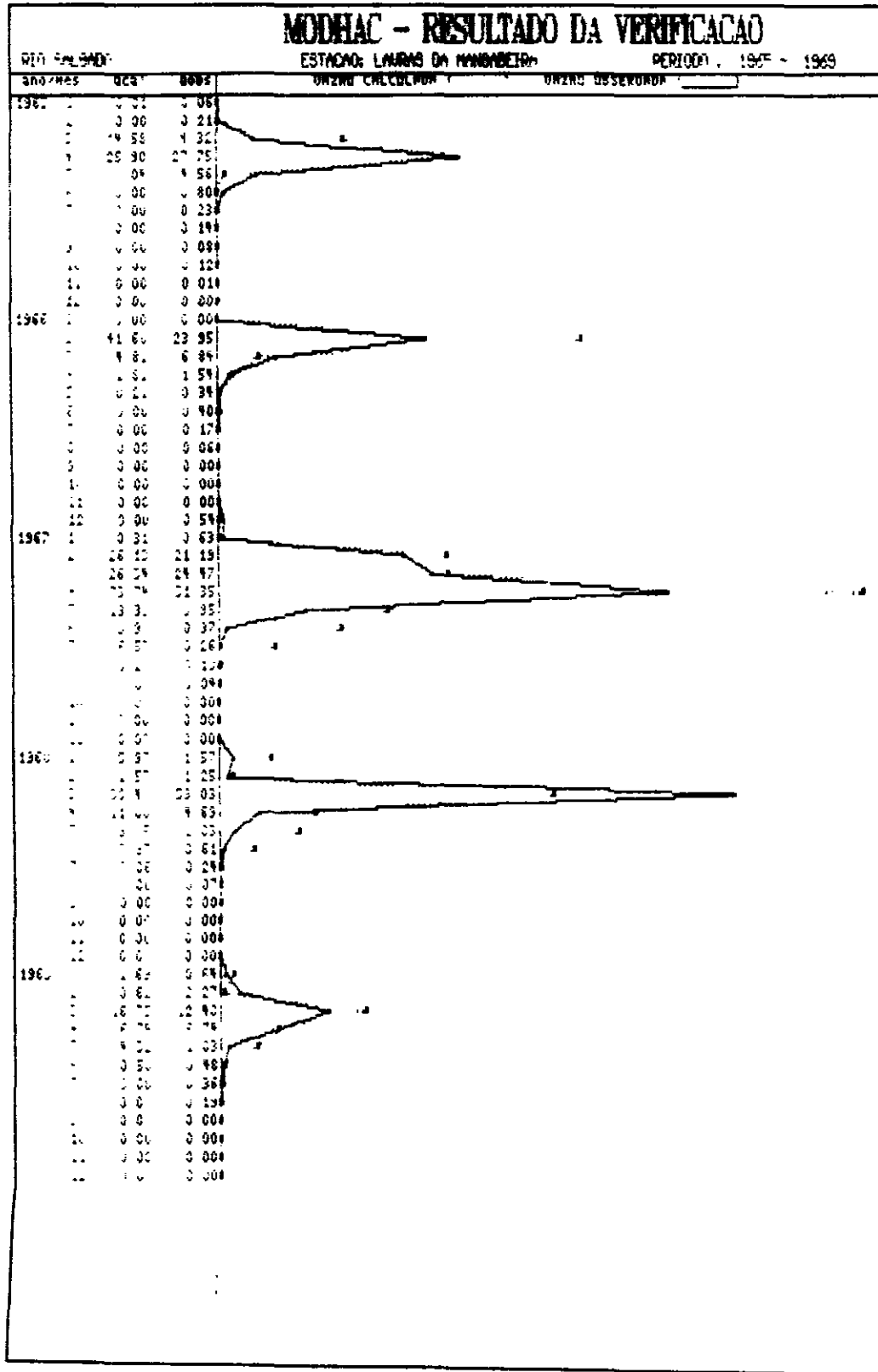




FIGURA 4.21
SIRAC - LTDA
 S R H - SECRETARIA ESTADUAL DOS RECURSOS HÍDRICOS
 F E R H - PLANO ESTADUAL DOS RECURSOS HÍDRICOS
 BLOCO 01 - BACIA DE JAGUARIBE

LÂMINAS ESCOADAS MENSAIS (mm)

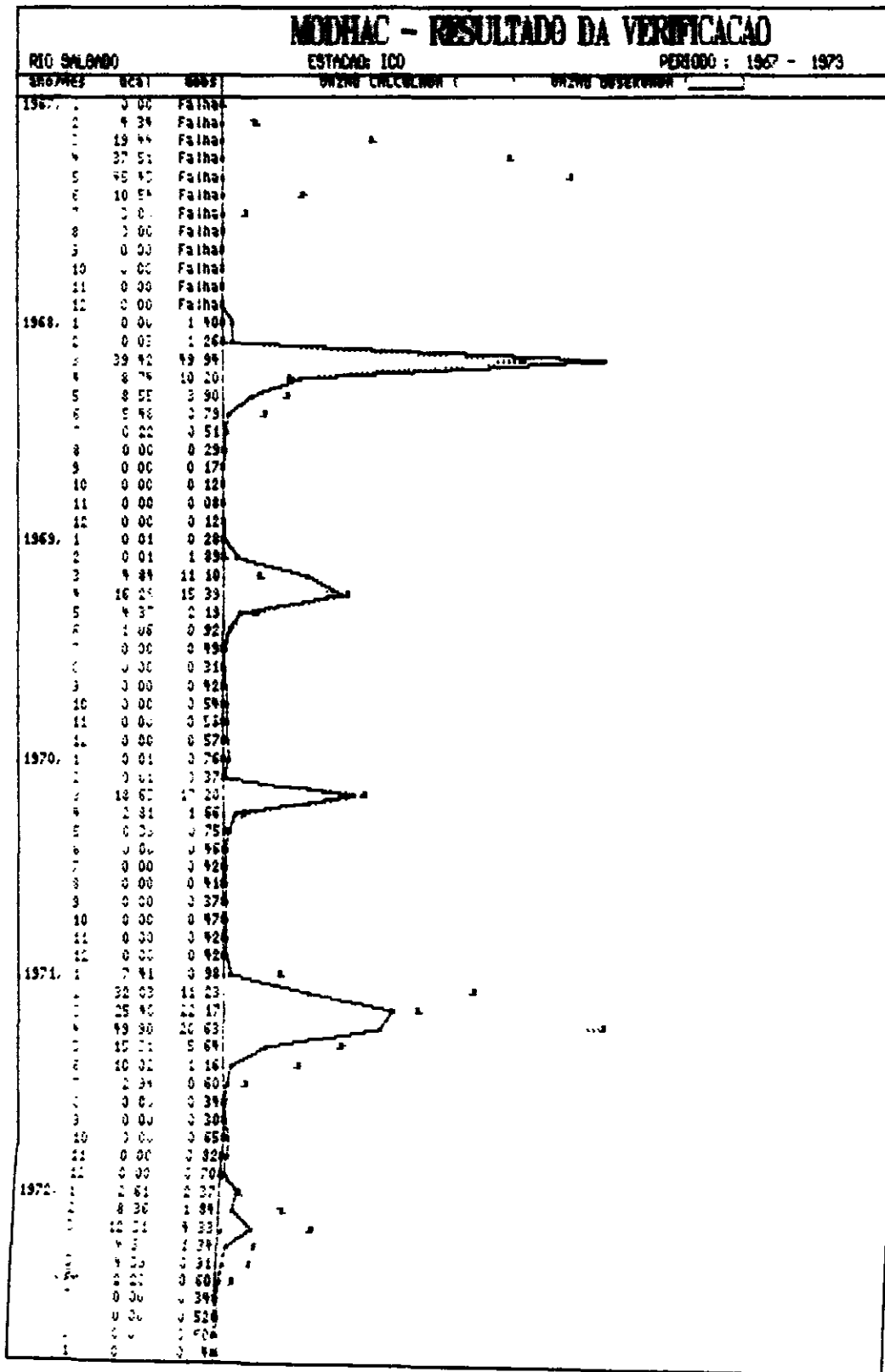
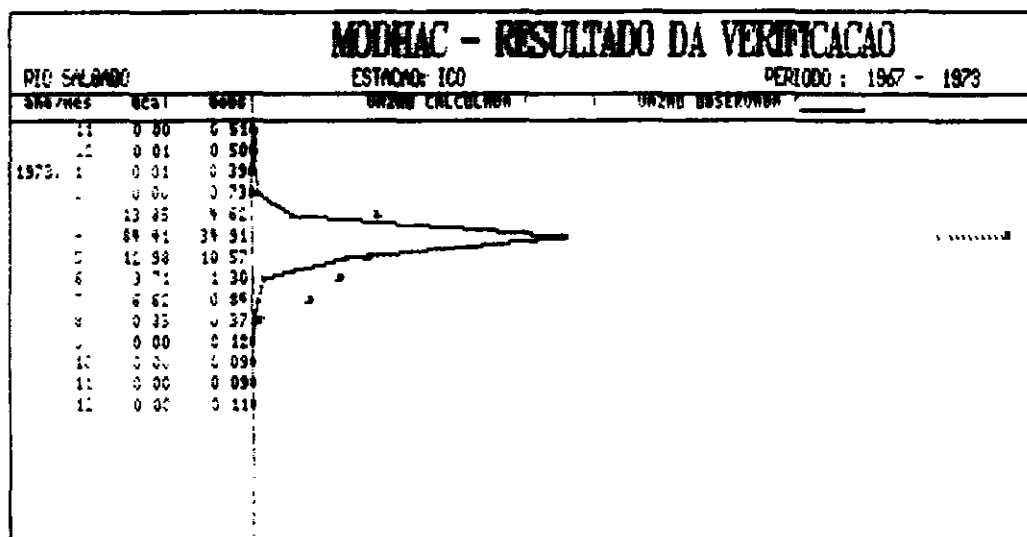




FIGURA 4.21 (continuação)

SIRAC - LTDA
S. P. H. - SECRETARIA ESTADUAL DOS RECURSOS HÍDRICOS
P. E. H. - PLANO ESTADUAL DOS RECURSOS HÍDRICOS
BLOCO 01 - BACIA DO JAGUARIBI
LÂMINAS ESCOADAS MENSAIS (mm)



PLANO ESTADUAL DOS RECURSOS HÍDRICOS
QUADRO 4.3
PARÂMETROS MÉDIOS DE ESCOAMENTO NAS
ESTAÇÕES FLUVIOMÉTRICAS
PERÍODO: 1939-1988 (50 anos)

ESTAÇÃO	\bar{P} (mm)	\bar{Q} (mm)	C.E. (%)
ARNEIROZ	563,2	41,6	7,4
MAIHADA	584,5	29,0	4,9
POÇO DANTAS - Sítio	709,8	41,3	5,8
CARIÚS	1036,3	44,6	4,3
CORREDORES	640,3	50,5	7,9
IGUATU	640,6	48,5	7,6
SUASSURANA	739,6	64,2	8,7
SÍTIO LAPINHA	1029,0	62,2	6,0
PODIMIRIM	858,9	52,4	6,1
LAVRAS DA MANGABEIRA	921,2	83,6	9,1
SANTO ANTONIO	912,4	74,6	8,2
ICÓ	912,0	87,7	9,6
BOQUEIRÃO DO PATU */	791,9	73,8	9,3
SENADOR POMPEU	725,2	55,0	7,6
QUIXERAMOBIM	639,1	65,2	10,2
BOQUEIRÃO P. BRANCAS **/	774,0	112,8	14,6

*/ 1912 a 1972.

**/ 1912 a 1988.

serem avaliados quanto às respectivas capacidades de regularização

Para isso, fez-se necessária a geração de séries de vazões mensais afluentes aos mesmos, fazendo uso do MODHAC

Apesar da existência de um número maior de açudes com capacidade superior à supracitada, muitos não possuem curva cota x área x volume, o que impede de simulá-los a nível mensal. Estes, no entanto, foram somados aos açudes com menos de 10 000 000 m³, para os quais outra metodologia foi adotada, como será visto no Capítulo 6

As principais características dos 29 açudes selecionados encontram-se no quadro 4.4, a seguir

4.6.1 Parâmetros do MODHAC para cada Açude

Os parâmetros do MODHAC utilizados na geração das séries de vazão dos açudes foram escolhidos com base nos parâmetros do posto fluviométrico, no qual na maior parte das vezes, a bacia do açude estava inserida

No caso dos açudes do Médio e Baixo Vale, escolheu-se os parâmetros daqueles postos que drenam bacias semelhantes, e que estão mais próximos do açude, tendo como base o zoneamento fisiográfico do Capítulo 3

No quadro 4.5, a seguir, apresenta-se o período simulado e o posto cujos parâmetros foram os utilizados na simulação

O período foi condicionado à maior série de precipitações médias possível de obter para as bacias dos açudes

4.6.2 Séries Geradas

Das 29 séries geradas, 3 apresentam uma particularidade em comum, por estarem a jusante de outros grandes açudes

Riacho do Sangue, com Açude São Bernardo a montante.

Quixeramobim, com Açude Boa Viagem a montante,

Banabuiú, com Açude Quixeramobim e Açude Patu a montante

Nesses casos, as vazões geradas dizem respeito somente a área da bacia efetivamente controlada pelo açude

As séries geradas podem ser observadas no Anexo - Deflúvios

No quadro 4.6 são apresentadas as principais características das séries geradas

4.7 Avaliação das Potencialidades das Pequenas e Microbacias

Devido ao grande número de pequenas e microbacias que drenam áreas cujas águas vão alimentar milhares de pequenos açudes, foi necessária uma metodologia para estimativa do volume médio anual afluente a cada açude, para estimativa da disponibilidade dos mesmos

O volume afluente anual é resultado de vários fatores. Os mais importantes, no entanto, pela experiência hidrológica, são a área da bacia, a precipitação e a evapotranspiração potencial. Outros fatores, também importantes, porém de menor peso, são a cobertura vegetal, densidade de drenagem, comprimento e declividade do rio principal

Os últimos parâmetros, porém, são de difícil avaliação, seja pela ausência de informação, como é o caso da cobertura vegetal, ou pela grande quantidade de pequenas e microbacias a analisar, como é o caso dos parâmetros densidade de drenagem, comprimento e declividade do rio principal

Por isso, foi procedida a uma regionalização do volume médio anual afluente, tendo em conta a área da bacia, a precipitação média anual sobre a mesma e a evapotranspiração potencial média. É o que será descrito a seguir

4.7.1 Regionalização do Volume Médio Afluente Anual

Utilizou-se, como bibliografia para este estudo de regionalização, o Guia Metodológico Para Regionalização de Vazões, Volume I, elaborado para a ELETROBRÁS pelo Instituto de Pesquisas Hidráulicas da UFRGS, além do Volume II do mesmo, que mostra a regionalização das vazões para parte da Região Sul do Brasil

No trabalho supracitado, comenta-se a grande correlação entre os parâmetros anteriormente citados com a vazão média de longo período, principalmente a área da bacia

Pela experiência sabe-se que quanto maior a área da bacia, menor a vazão específica ($q = Q/A$). Existem, porém, situações em que isso não ocorre, fugindo à regra

Pelo exposto, tem-se normalmente relacionado vazão com área e precipitação de forma não-linear, por exemplo

$$Q = C.A^{0.1}.P^{0.2}$$

sendo Q, a vazão de longo período, A, a área da bacia e P, a precipitação total média anual

PLANO ESTADUAL DOS RECURSOS HÍDRICOS

QUADRO 4.4

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DOS AÇUDES

AÇUDE	RIACHO OU RIO BARRADO	ÁREA DA BACIA HIDROGRÁFICA (km ²)	VOLUME MÍNIMO OPERACIONAL (m ³)	VOLUME MÁXIMO OPERACIONAL (m ³)
Banabuiú	Banabuiú	14.931,0	29.070.000	1.800.000.000
Moquẽm	Moquẽm	7,8	2.400	17.149.000
Boa Viagem	Boa Viagem	11,0	-	47.053.000
Poço da Pedra	Conceição	841,0	2.290.000	50.000.000
Thomãs Osterne	Umari	95,0	600.000	28.790.000
Lima Campos	São João	371,0	860.000	63.650.000
Ema	Bom Sucesso	82,0	535.920	10.395.360
Joaquim Távora	Feticiceiro	124,0	2.010.000	23.660.000
Ingazeiro	Rosário	274,0	-	11.325.600
Quixabinha	Do Boi	83,0	350.000	32.510.000
Poço do Barro	Livramento	369,0	980.000	52.000.000
Cipoada	Santa Rosa	342,0	-	17.254.500
Orós	Jaguaribe	24.583,0	413.120.000	1.956.260.000
Cedro	Sitiã	213,0	-	126.000.000
Pedras Brancas	Sitiã	1.787,0	12.790.000	434.050.000
Riacho dos Tanques	Muxurê	21,0	-	12.788.375
Riacho Verde	Pirabiú	14,0	-	14.672.000
Nobre	Nobre	16,0	-	22.094.500
Quixeramobim	Quixeramobim	7.688,0	500.000	54.000.000
Stº Antº de Russas	Palhano	635,0	-	29.720.000
Patu	Patu	1.012,0	330.000	71.830.000
São Bernardo	Do Sangue	33,0	-	12.754.400
Poço do Bento	Do Sangue	23,0	-	15.147.500
Riacho do Sangue	Do Sangue	1.334,0	6.940.000	61.420.000
Várzea do Boi	Carrapateiras	1.256,0	760.000	51.820.000
Favelas	Favelas	656,0	-	30.100.000
Broco	Catingueira	83,0	-	17.508.400
Riacho dos Carneiros	Carás	477,0	-	37.180.000
Prazeres	Das Cuncas	141,0	-	32.500.000

PLANO ESTADUAL DOS RECURSOS HÍDRICOS
QUADRO 4.5
PERÍODOS SIMULADOS E POSTOS FLUVIOMÉTRICOS SELECIONADOS

AÇUDE	PERÍODO SIMULADO	POSTO FLUVIOMÉTRICO USADO P/TRANSPOR PARÂMETROS
Banabuiú	1920 - 1988	Senador Pompeu
Boa Viagem	1951 - 1988	Quixeramobim
Poço da Pedra	1916 - 1988	Malhada
Thomás Osterne	1961 - 1988	Lapinha - Sítio
Lima Campos	1925 - 1988	Icô/Stº Antônio
Ema	1931 - 1988	Patu
Joaquim Távora	1934 - 1988	Icô/Stº Antônio
Ingazeiro	1947 - 1988	Lavras da Mangabeira
Quixabinha	1960 - 1988	Lapinha - Sítio
Poço do Barro	1959 - 1988	Senador Pompeu
Cipoada	1952 - 1988	Patu
Orós	1920 - 1988	Iguatu
Cedro	1913 - 1988	Pedras Brancas
Poço do Bento	1917 - 1988	Patu
Riacho dos Tanques	1962 - 1988	Patu
Riacho Verde	1962 - 1988	Quixeramobim
Nobre	1931 - 1988	Patu
Riacho do Sangue	1936 - 1988	Patu
Stº Antonio de Russas	1948 - 1988	Patu
Várzea do Boi	1932 - 1988	Arneiroz
São Bernardo	1928 - 1988	Patu
Favelas	1962 - 1983	Arneiroz
Broco	1913 - 1972	Arneiroz
Riacho dos Carneiros	1912 - 1988	Lapinha - Sítio
Prazeres	1935 - 1988	Arneiroz
Muquém	1935 - 1982	Arneiroz
Quixeramobim	1939 - 1988	Quixeramobim
Pedras Brancas	1912 - 1988	Pedras Brancas
Patu	1912 - 1972	Patu

955



000187

PLANO ESTADUAL DOS RECURSOS HÍDRICOS
QUADRO 4.6
CARACTERÍSTICAS MÉDIAS ANUAIS DAS SÉRIES DE VAZÕES DOS AÇÚDES

BACIA DO AÇUDE	LÂMINA MÉDIA PRECIPITADA (mm)	LÂMINA MÉDIA ESCOADA (mm)	COEF. DE ESCOAMENTO (%)	COEF. DE VARIAÇÃO DOS DEFLÚVIOS ANUAIS
Banabuiú	733,0	52,3	7,1	1,76
Boa Viagem	582,1	61,1	10,5	1,29
Poço da Pedra	678,3	77,1	11,4	1,40
Thomas Osterne	973,6	91,6	9,4	1,24
Lima Campos	870,8	96,8	11,1	1,53
Ema	847,8	106,3	12,5	0,83
Joaquim Távora	738,6	61,5	8,3	1,41
Ingazeiro	1.175,2	230,2	19,6	1,29
Quixabinha	899,6	66,3	7,4	1,27
Poço do Barro	811,2	83,8	10,3	0,93
Cipoda	841,7	76,6	9,1	1,11
Orós	691,1	59,6	8,6	1,24
Cedro	863,9	119,0	13,8	1,30
Poço do Bento	721,9	62,1	8,6	1,22
Riacho dos Tanques	775,8	53,3	6,9	1,16
Riacho Verde	705,7	80,1	11,4	1,12
Nobre	724,2	47,5	6,6	1,26
Riacho do Sangue	742,2	74,1	10,0	1,54
Stº Antº de Russas	763,0	80,8	10,6	1,08
Várzea do Boi	519,4	33,9	6,5	1,57
São Bernardo	767,6	72,6	9,5	1,05
Favelas	584,3	43,8	7,5	1,83
Broco	582,4	48,9	8,4	1,38
Riacho dos Carneiros	1.063,9	102,4	9,6	1,22
Prazeres	782,1	125,7	16,1	1,03
Muquem	750,3	117,1	15,6	0,95

Para a região do Alto Paraguai, o estudo supracitado encontrou uma relação do tipo acima

Para este estudo, procurou-se estimar o volume médio anual afluente V (hm³) como função das seguintes características físicas e meteorológicas da bacia hidrográfica

- A - Área da bacia, km²,
- P - Precipitação anual média, mm,
- ETP - Evapotranspiração pot anual, mm,
- PE - Permeabilidade média, cm/h,
- R - Declividade média da bacia, m/km

Procurou-se o ajuste a uma equação não-linear, do tipo

$$V = K A^a P^b PE^c ETP^d R^e$$

Ao aplicar-se os logaritmos naturais em ambos os lados da equação, consegue-se linearizá-la, transformando-a em uma equação de regressão múltipla linear, para a qual existem pacotes computacionais de fácil aplicação. Chega-se, assim, a

$$\ln V = \ln K + a \ln A + b \ln P + c \ln PE + d \ln ETP + e \ln R$$

O método de seleção de quais das variáveis supracitadas devem ser utilizadas na regressão foi o "Stepwise" (*). Esse método procura selecionar quais as variáveis que possuem significância para a regressão

Os dois primeiros mostram os resultados do ajuste, com os coeficientes da equação logaritimizada e a análise de variância para a regressão

Os resultados podem ser vistos nos quadros 4 7 e 4 8

A equação resultante, portanto, foi

$$V = 1,5 \times 10^5 A^{0,964615} P^{1,303455}$$

Com V em hm³, A em km² e P em mm

Os indicadores do ajuste são

coeficiente de determinação não-tendencioso, ajustado pelos graus de liberdade $R^2 = 0,980$,

erro padrão da estimativa $E_p = e$
 $0,289415 = 1,336$

As figuras 4 22 e 4 23 apresentam a plotagem dos volumes calculados contra os observados, ao longo da reta de 45° e com envoltórias de 30% de erro

Como na figura 4 22 há uma grande concentração de pontos para valores baixos de V , optou-se por mostrar esses valores na figura 4 23, onde utilizou-se somente os valores de $V \leq 200$ hm³

Como pode ser visto, o ajuste é muito bom, e espera-se valores confiáveis de volume escoado fornecido pelo modelo

4 7 2 Cálculo dos Volumes Afluentes

A equação de regionalização obtida foi aplicada a uma amostra de 287 açudes, que fazem parte da amostra a ser analisada no Capítulo 6, e cujos resultados quanto à disponibilidade hídrica serão extrapolados para os demais açudes

4 8 Conclusões

4 8 1 Quanto às Séries dos Postos Fluviométricos

Como pôde ser observado dos resultados obtidos do ajuste e verificação do MODHAC, além dos parâmetros, como lâmina média escoada e coeficiente de escoamento, as séries de vazões que foram estendidas pelo modelo são bastante confiáveis

Deve-se ressaltar duas séries cujos coeficientes de escoamento foram um pouco acima dos demais, são elas Quixeramobim (10,2%), e Boqueirão de Pedras Brancas (14,6%)

Esse fato deveu-se ao período de ajuste dessas estações, de 1944 a 1955 para a primeira e de 1936 a 1952 para a segunda. Como é sabido, as bacias drenadas nestes períodos não possuíam o nível de açudagem atingido em épocas recentes, e que são observados nestas bacias e em bacias de outras estações

Dessa forma, a pouca interceptação superficial resulta em coeficientes de escoamento ligeiramente superiores à média dos demais postos. Esses resultados, no entanto, não chegam a comprometer o resultado global

4 8 2 Quanto aos Parâmetros do Modelo

O quadro 4 2, já apresentado no início deste capítulo, apresenta os parâmetros de ajuste para cada estação fluviométrica

Observando-se os resultados, pode-se concluir que

- há uma grande compatibilidade entre os principais parâmetros do modelo para os postos localizados na região do Alto Jaguaribe, e que estão submetidos a condições geológicas semelhantes, quais sejam, Arneiroz, Malhada, Sítio Poço Dantas, Carús, Corredores e Suassurana,

(*) Ver Haan, Charles T "Statistical Methods in Hydrology" Cap 10. Os resultados podem ser vistos nos quadros 4 7 e 4 8



QUADRO 4.7

RESULTADOS DO AJUSTE DO MODELO				
VARIAVEL	COEFICIENTE	ERRO PADRAO	VALOR T	PROB(> T)
CONSTANTE	-11.107589	1.634368	-6.7963	.0000
LOG A	0.964815	0.021415	45.0533	.0000
LOG P	1.303455	0.242835	5.3677	.0000

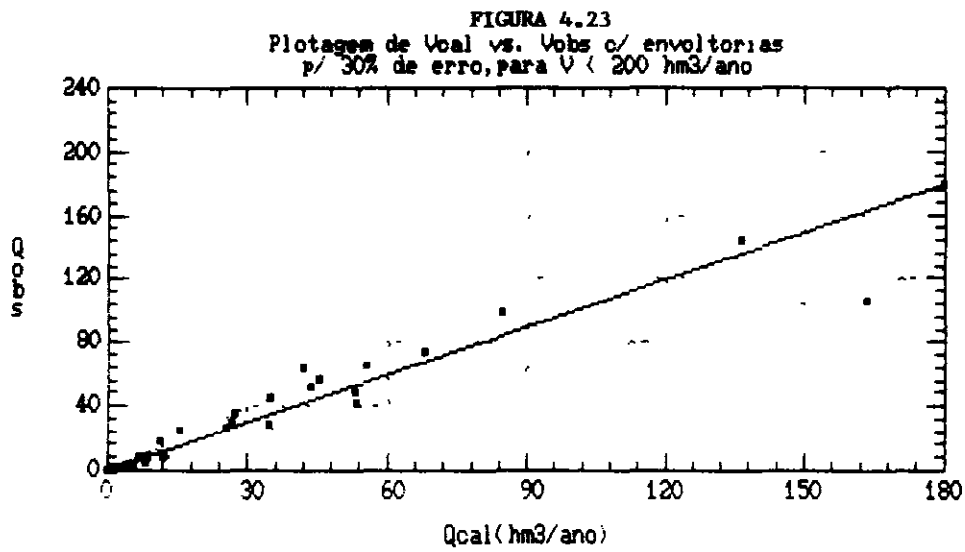
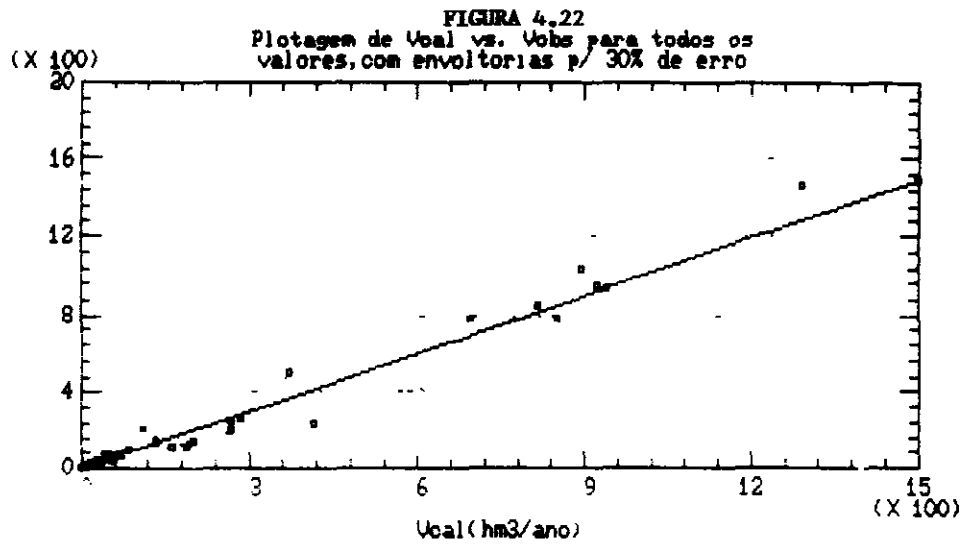
QUADRO 4.8

ANALISE DE VARIANCIA PARA TODA A REGRESSAO					
ORIGEM	SOMA DOS QUADRADOS	GL	MED. DOS QUAD.	VALOR F	PROB(>F)
MODELO	170.0260	2	85.0130	1014.9444	.0000
ERRO	3.266688	39	.083761		
TOTAL (CORR.)	173.29267	41			

R-2 = 0.981149

R-2 (AJUSTADO PARA OS G.L.) = 0.980183

ERRO PADRAO DA ESTIMATIVA(DOS LOGARITMOS) =0.289415



- o posto de Iguatu, por abranger regiões sedimentares em sua bacia, teve uma diminuição no parâmetro RSPX (armazenamento superficial), como era de se esperar pois, segundo o autor, esse parâmetro cresce em regiões cristalinas,

na região do Rio Salgado, as estações Santo Antônio e Icó estão muito próximas e apesar do período diferente do ajuste, os parâmetros são bastante parecidos, o que demonstra o ajuste correto do modelo

na Bacia do Banabuiú, as estações de Boqueirão do Patu e Senador Pompeu, muito próximas e drenando regiões semelhantes apresentam parâmetros parecidos, variando apenas o parâmetro RSSX (armazenamento sub-superficial), que na estação Patu é bem superior devido à pequena açudagem existente, que é maior na bacia do posto Senador Pompeu

na mesma bacia, as estações Quixeramobim e Boqueirão de Pedras Brancas também apresentaram compatibilidade de resultados, sendo que os parâmetros RSPX e RSSX foram inferiores aos encontrados para os demais postos da bacia. Isso se deve ao fato de o ajuste ter sido realizado para períodos das décadas de 30 a 50, quando a pequena açudagem era bem menor que em épocas recentes, permitindo volumes escoados ligeiramente superiores aos atualmente observados

Como pôde ser notado, os parâmetros encontrados são perfeitamente compatíveis com os resultados esperados. Os valores obtidos estiveram sempre dentro dos definidos pelos autores do modelo

4.8.3 Quanto às Séries dos Açudes

No quadro 4.6 puderam ser observados os principais resultados das séries geradas para os açudes

Vê-se claramente uma compatibilidade entre esses resultados e o esperado para cada região em que está localizada cada açude

As séries são, por isso, confiáveis, e podem ser usadas nos estudos de disponibilidade

4.8.4 Quanto à Disponibilidade para a Pequena e Média Açudagem

Os volumes médios anuais afluentes estimados com base no estudo de regionalização dos mesmos podem ser considerados confiáveis, tendo em conta que

foram estimados com base em metodologia consagrada e recomendada em publicação especializada sobre o assunto,

- o ajuste obtido foi bastante aceitável, com coeficiente de determinação de 0,98,

- os volumes resultantes indicam coeficientes de escoamento dentro dos limites esperados, mostrando compatibilidade com os resultados do MODHAC

5 ESTUDO DE DEMANDAS

5.1 Considerações Iniciais

O presente capítulo tem por objetivo apresentar a demanda relativa aos usos consuntivos e não consuntivos da água na Bacia do Rio Jaguaribe, conforme os tipos descritos a seguir

a) Usos consuntivos

- abastecimento humano,
- consumo animal,
- irrigação,
- abastecimento industrial,
- piscicultura

b) Usos não-consuntivos

- geração de energia elétrica,
- navegação

5.2 Abastecimento Humano

5.2.1 Divisão Populacional

Com o propósito de se estimar as demandas de água para a população são consideradas duas grandes categorias

- as populações rurais (demanda rural difusa), as quais se encontram dispersas no espaço territorial,
- as populações urbanas concentradas nas cidades

5.2.2 Projeção Populacional de 10 em 10 anos até o ano 2020

Para a projeção dessas populações procurou-se inicialmente avaliar os resultados do PLIRHINE (*), cuja metodologia é considerada bastante apropriada ao estudo de demanda d'água. O

(*) MINTER/SEDENE, Plano de Aproveitamento Integrado do Nordeste, Recife-PE, 1980

argumento é que nos modelos de projeção apresentados pelo citado estudo se busca avaliar as quantidades de água que devem satisfazer aos seus usuários mediante consulta a dados e informações existentes, planos oficiais e programas de governos, federal e estadual. Com base nessa valiosa gama de informações, prospecções adicionais foram realizadas e permitiram a obtenção dos fatores de demanda para os vários usos de água da região, projetados até o horizonte do PLIRHINE (ano 2 000)

Porém, baseando-se nos Censos Demográficos mais recentes (1960, 1970 e 1980) e estimativas para o ano de 1990 fornecidas pelo IBGE, verificam-se inúmeras distorções nos resultados obtidos pelo PLIRHINE, os quais, em certos casos, atingem níveis bastante elevados. Essas distorções foram constatadas a partir de comparações entre as projeções realizadas pelo PLIRHINE para o ano de 1980 e os dados reais apropriados pelo Censo Demográfico do IBGE para o mesmo ano.

Considerando, então, a existência de diversas distorções nessas projeções, partiu-se para a escolha de uma metodologia mais apropriada. Na realidade, selecionar um método sem margem de erro é uma tarefa quase impossível, haja vista que certas variáveis que compõem os modelos de projeção geralmente não são consistentes com o tempo.

No caso do presente estudo foram utilizados, para efeito de projeção da população, os métodos tradicionais do crescimento geométrico, aritmético, misto (geométrico e aritmético) e da curva logística para os municípios da Bacia do Rio Jaguaribe, cujas definições são apreentadas a seguir.

a) Método de crescimento geométrico

Neste método a previsão é feita em função de no mínimo dois dados censitários que conduzem a um crescimento ilimitado.

A taxa de crescimento é dada por

$$r = \sqrt[n-1]{\frac{P_2}{P_1}} - 1$$

onde

r = taxa geométrica média anual de crescimento,

P_2 = população total no período t_2 ,

P_1 = população total no período t_1 ,

n = número de períodos (anos) entre t_1 e t_2 .

Uma vez estimada a taxa geométrica anual de crescimento histórica, é possível projetar a população futura utilizando a seguinte fórmula

$$P_1 = P_0 (1 + r)^i$$

onde,

P_1 = população projetada para o ano i ,

P_0 = população inicial, isto é, no ano base,

r = taxa geométrica média anual de crescimento (decimal),

i = número de anos entre o ano base e o ano para o qual se pretende projetar a população futura.

b) Método de crescimento aritmético

Este método funciona na pressuposição de que a população cresce num ritmo de progressão aritmética.

Desde que se conheçam dois dados de população P_1 e P_2 , que correspondem aos anos T_1 e T_2 , pode-se determinar a razão r de crescimento aritmético pela seguinte expressão

$$r = \frac{P_2 - P_1}{P_1 (T_2 - T_1)}$$

Se chamarmos de P_0 a população inicial, depois de 1 ano será.

$$P_1 = P_0 + r P_0$$

Assumindo para os anos seguintes a mesma lógica, depois de n anos torna-se-á

$$P_1 = P_0 + n r P_0 + (t_1 - t_0) r$$

onde

P_1 = população projetada para o ano i ,

P_0 = população inicial, isto é, no ano base,

r = taxa aritmética anual de crescimento (decimal),

n = número de período (anos) entre t_1 e t_0 .

c) Método de crescimento misto

Este método se baseia no comportamento tradicional da curva de crescimento populacional que segue, num primeiro estágio, uma tendência de crescimento geométrico, quando, então, num estágio posterior, passa a crescer num ritmo mais lento, baseado na progressão aritmética.

No caso do presente estudo foi admitido que até o ano 2 000 a população seguiria a tendência de crescimento geométrico, com taxa anual correspondente ao período 1970/80 e, daí, então, atingiria o ano 2020 em ritmo de crescimento aritmético.

d) Método da curva logística

Neste método a previsão é feita em função de no mínimo três dados censitários e estabelece uma população limite (saturação).

As características básicas do método são as seguintes:

- i) em um primeiro estágio o crescimento populacional é rápido em função da

maior proporção entre os recursos econômicos disponíveis e a sua demanda

- ii) a segunda fase do crescimento populacional apresenta uma taxa de projeção proporcionalmente menor em consequência de uma relação menos favorável entre os recursos econômicos e a população.
- iii) o terceiro estágio se configura pelo decréscimo da taxa de crescimento em virtude das limitações do desenvolvimento econômico e dos limites de expansão da população

A equação logística é dada pela seguinte fórmula

$$P = \frac{P_s}{1 + e^{-a(P - b)}}$$

onde

- P = população num determinado ano,
- P_s = população limite (saturação),
- a = base dos logaritmos neperianos = 2,7182,
- a e b = parâmetros da curva,
- t = intervalo em anos entre o ano determinado e do (ano base)

Desde que o ponto (P₀, T₀) da curva esteja no eixo das ordenadas e dela também façam parte dois outros pontos (P₁, T₁) e (P₂, T₂), de modo que T₂ = 2T₁, P₀ < P₁ < P₂ e (P₁)² > P₀ P₂, os valores de P_s, a e b podem ser calculados pelas expressões

$$P_s = \frac{2P_0 P_1 P_2 - (P_1)^2 (P_0 + P_2)}{P_0 P_2 - (P_1)^2}$$

$$a = \frac{\log P_s - P_0}{0,4343 P_0}$$

$$b = \frac{\log P_0 (P_s - P_1)}{0,4343 T_1 - P_1 (P_s - P_0)}$$

Evidentemente, será escolhido o método de previsão que seguir melhor a tendência histórica de crescimento populacional, bem como as perspectivas de desenvolvimento econômico e social factíveis ao padrão de cada município

Assim, comparando-se os resultados das projeções das populações urbanas e rurais no horizonte de 1990 e 2020, pode-se constatar diferenças entre os métodos utilizados

Porém, partindo do pressuposto de que o crescimento populacional apresenta três fases distintas (a primeira correspondente a um crescimento acelerado, a segunda correspondente a um crescimento retardado, e a última a um crescimento tendente à estabilização) e que o método de previsão da curva logística, quando calculado, estabelece esse comportamento, concluiu-se que as projeções obtidas por este método representam, com maior segurança, a evolução natural do crescimento populacional dos municípios da bacia do Rio Jaguaribe nesses próximos anos

Como se sabe, o processo da curva logística é realizado somente quando a população apresenta essas três fases distintas, conforme se pode visualizar na figura 5.1

Apesar da Bacia do Rio Jaguaribe caracterizar-se pela maior concentração na zona rural, com 63,0% de sua população, observou-se, segundo os últimos Censos Demográficos do IBGE (1960, 1970 e 1980), a tendência de crescimento das populações urbanas, notadamente nos centros maiores, como é o caso de Crato, Juazeiro do Norte, Barbalha e Iguatu

Todavia, ressalte-se que a região em estudo e o Estado como um todo, vem sofrendo perdas significativas da população rural, resultantes tanto das migrações internas como dos movimentos para fora do Estado

Por tais circunstâncias e que para diversos municípios não é possível projetar, pelo método da curva logística, a população rural (ou urbana, em alguns casos) para os anos de 1990, 2000, 2010 e 2020

Para não excluir a possibilidade de utilização do referido método, partiu-se então, em busca de algumas soluções viáveis à obtenção da curva logística nos casos em que não foi possível se efetuar a projeção, seja para o meio rural e/ou mesmo para o meio urbano

As soluções foram as seguintes

1º caso - É interessante notar que apesar da ocorrência de decréscimo da população rural (ou urbana, em poucos casos), pode-se verificar um crescimento da população total seguindo a mesma tendência da curva logística, haja vista que uma das populações segue o mesmo comportamento evolutivo do referido método. Nesses casos é possível obter a projeção da população inicialmente não estimada através da diferença dos valores da população total projetada pelos valores da população urbana (ou rural) também projetada

2º caso - Para aqueles municípios onde não foi possível utilizar o método da curva logística, em qualquer uma das populações (total, urbana e rural), de acordo com a solução apresentada no 1º caso, solucionou-se o problema através do método conhecido como de curvas de crescimento de outras

idades Trata-se de um método que, por analogia, supõe-se que o crescimento de uma população terá a mesma tendência de outras populações maiores e semelhantes às consideradas para projeção

As populações (totais, urbanas e/ou rurais) selecionadas para comparação, além de possuírem características parecidas devem ser maiores que a população em estudo. Pressupõe-se, ainda, que para o sucesso do método essas populações devem ser da mesma região geoeconômica e ter alcançado num passado não muito longínquo (cerca de 30 anos) a população atual objeto de estudo

Considerando essas premissas, traçam-se, num sistema de coordenadas, as curvas de crescimento das populações, depois de marcados os anos no eixo das abscissas e as populações no eixo das ordenadas

A figura 5.2 demonstra o procedimento de determinação do crescimento populacional pelo método de comparação gráfica

No caso do presente estudo verificou-se que em 39,5% dos municípios não foi possível utilizar o método da curva logística na população total, 86,4% na população urbana e 95,1% na população rural. Assim, nesses casos, adotou-se o método de comparação gráfica, baseando-se, principalmente, no pressuposto de que as populações escolhidas devem pertencer a uma mesma região geoeconômica e que alcançaram o patamar populacional atual do município em análise num passado não muito longínquo, em torno de 20 a 25 anos

Finalmente, vale salientar que os valores das populações projetadas para 1990 foram corrigidos pelas estimativas realizadas pela Fundação IBGE para o mesmo ano, com vistas a corrigir possíveis erros de superestimação ou subestimação. A partir dos valores corrigidos das populações de 1990, considerou-se que o comportamento evolutivo dessas populações seguisse a mesma tendência de crescimento obtida pelo método da curva logística até o ano 2020

O quadro 5.1 a seguir, apresenta os resultados obtidos com a projeção das populações rurais e urbanas até o ano 2020 dos municípios da Bacia do Rio Jaguaribe. Os cálculos das projeções basearam-se nos Censos Demográficos de 1960, 1970 e 1980 e estimativas para 1990 da Fundação IBGE. Para os distritos que se tornaram municípios após 1980, não foram consideradas as suas populações de 1960, 1970 e 1980 nas projeções dos municípios que os abrangiam, como é o caso de Milhã, Deputado Irapuan Pinheiro, Icapuí, Banabuiú, Ibicuringa, Madalena, Quixelô, Tarrafas, Salitre, Ererê e Potiretama

5.2.3 Dotações de Água

Os coeficientes de dotação "per capita" para as populações rurais e urbanas dependem das características do sistema de abastecimento d'água e dos padrões de demanda. Obviamente, num grande

centro urbano essas características são bastante distintas daquelas apresentadas em centros menores, fato que é comprovado pela correlação positiva entre as taxas "per capita" e o tamanho das cidades. Por outro lado, a demanda doméstica d'água no meio rural distingue tanto em termos quantitativos como qualitativos quando comparada aos centros urbanos, o que demonstra ser necessário estratificar os coeficientes médios de consumo "per capita" de água no meio rural e urbano

No que se refere às dotações de água "per capita" para a população rural, não existe uma pesquisa específica para regiões como o Vale do Jaguaribe sobre os coeficientes médios de consumo

Segundo o PLIRHINE, estima-se que populações de baixa renda e não servidas por sistemas de abastecimento demandam diariamente em torno de 50 a 70 l/dia, conforme as dotações descritas a seguir

Necessidade	Litros por dia
-----	-----
Bebida	2 a 3
Preparo de alimentos	3 a 5
Asseio corporal	25 a 32
Lavagem de roupa	20 a 30
Limpeza de casa e utensílios de cozinha	20 a 30
Total diário	70 a 100 l/dia

Para efeito de dimensionamento da demanda "per capita" da população rural, o referido estudo admitiu que em 1980 as necessidades mínimas eram atendidas com 70 l/hab/dia e sugeriu que até o ano 2000 esta atinja 100 l/hab/dia num ritmo de crescimento aritmético. Nesse caso, teríamos as seguintes dotações seguindo uma evolução temporal conforme os valores demonstrado a seguir

No caso dos coeficientes de demanda aplicáveis às áreas urbanas, especialmente para o abastecimento humano, o PLIRHINE utilizou o critério de estratificação baseada no tamanho das cidades, cujos valores sugeridos evoluem progressivamente até o ano 2000. Esta projeção considera entre outros aspectos as transformações naturais de melhoria da distribuição da renda, da melhoria dos serviços públicos (limpeza, áreas de lazer, jardins, etc.) e do maior índice de pequenas indústrias dispersas no meio urbano

O quadro 5.3, a seguir, apresenta as referidas dotações "per capita" para o meio urbano, partindo de uma situação média em 1980 para um estado desejável no ano 2000

5.2.4 Evolução das Demandas

O cálculo das demandas de águas para o abastecimento humano no meio rural e urbano baseou-se na aplicação dos coeficientes apresentados no item 5.2.3 às populações projetadas até o ano 2020 destacadas no item 5.2.2. Note-se que devido

Figura 5.1 - Traçado da curva logística

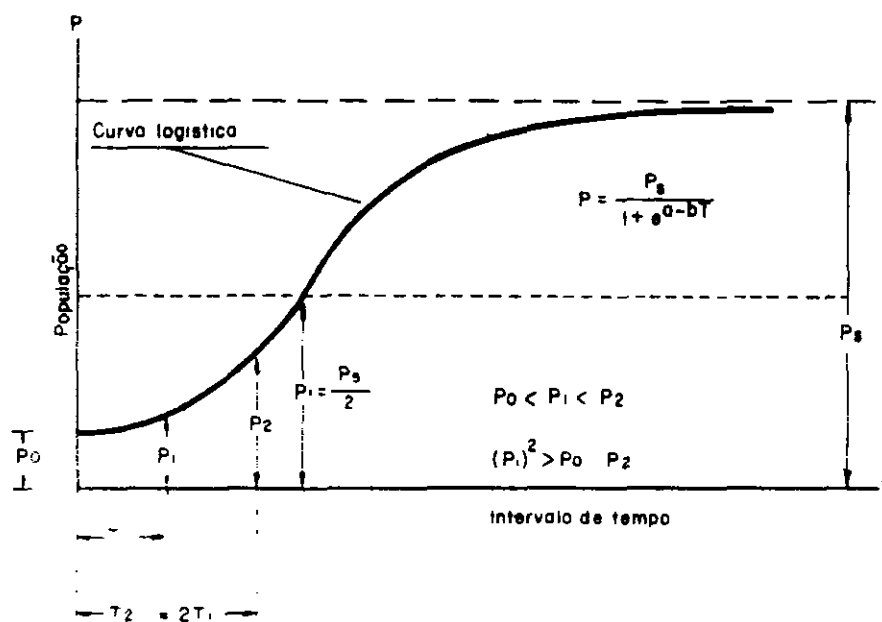
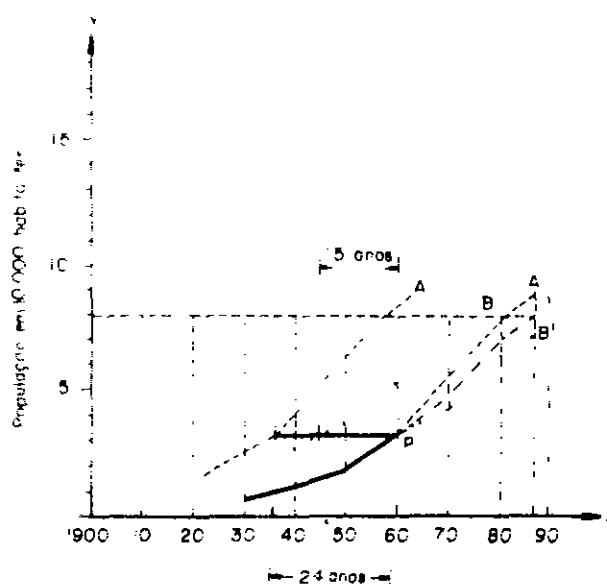


Figura 5.2

Prolongamento da curva de crescimento de uma população, em função das curvas de duas outras





PLANO ESTADUAL DOS RECURSOS HÍDRICOS
QUADRO 5.1
PROJEÇÃO DA POPULAÇÃO RURAL E URBANA
ATÉ O ANO 2020 DOS MUNICÍPIOS DA BACIA DO RIO JAGUARIBE

MUNICÍPIOS	A N O S			
	1990	2000	2010	2020
- Abaiara				
População urbana	1.083	1.233	1.404	1.598
População rural	5.688	5.747	5.806	5.866
- Acopiara				
População urbana	18.347	21.359	22.988	23.770
População rural	38.012	35.107	33.495	32.715
- Aiuaba				
População urbana	1.906	1.906	1.906	1.906
População rural	15.268	15.305	15.310	15.311
- Altaneira				
População urbana	2.480	2.530	2.580	2.632
População rural	3.166	3.207	3.223	3.229
- Alto Santo				
População urbana	3.643	4.255	4.970	5.806
População rural	10.428	10.464	10.500	10.535
- Antonina do Norte				
População urbana	2.909	2.914	2.914	2.914
População rural	3.326	3.320	3.319	3.319
- Aracati				
População urbana	40.121	63.514	100.547	159.173
População rural	34.002	34.039	34.076	34.113
- Araripe				
População urbana	4.529	4.533	4.534	4.534
População rural	11.400	11.785	11.917	11.994
- Arneiroz				
População urbana	1.134	1.145	1.148	1.148
População rural	6.250	6.250	6.250	6.250

000197



PLANO ESTADUAL DOS RECURSOS HÍDRICOS
QUADRO 5.1 (CONTINUAÇÃO)
PROJEÇÃO DA POPULAÇÃO RURAL E URBANA
ATÉ O ANO 2020 DOS MUNICÍPIOS DA BACIA DO RIO JAGUARIBE

MUNICÍPIOS	A N O S			
	1990	2000	2010	2020
- Assaré				
População urbana	6.626	7.993	9.642	11.632
População rural	17.250	14.749	12.611	10.783
- Aurora				
População urbana	7.860	8.139	8.264	8.318
População rural	17.629	17.356	17.232	17.178
- Baixio				
População urbana	1.923	2.109	2.259	2.373
População rural	4.259	4.263	4.264	4.264
- Banabuiú				
População urbana	401	426	454	483
População rural	14.909	15.155	15.405	15.660
- Barbalha				
População urbana	26.106	35.220	47.517	64.107
População rural	13.558	9.001	5.976	3.967
- Barro				
População urbana	5.087	5.454	5.621	5.693
População rural	15.367	15.373	15.373	15.373
- Boa Viagem				
População urbana	13.893	15.733	16.530	16.842
População rural	40.628	40.661	40.666	40.666
- Brejo Santo				
População urbana	15.539	17.733	18.947	19.554
População rural	19.748	20.622	21.534	22.487
- Campos Sales				
População urbana	13.022	14.392	15.127	15.492
População rural	12.719	11.354	10.620	10.255



PLANO ESTADUAL DOS RECURSOS HÍDRICOS
QUADRO 5.1 (CONTINUAÇÃO)
PROJEÇÃO DA POPULAÇÃO RURAL E URBANA
ATÉ O ANO 2020 DOS MUNICÍPIOS DA BACIA DO RIO JAGUARIBE

MUNICÍPIOS	A N O S			
	1990	2000	2010	2020
- Caririagu				
População urbana	6.234	6.456	6.538	6.567
População rural	17.722	15.153	12.956	11.078
- Cariús				
População urbana	4.453	5.907	7.836	10.395
População rural	13.247	12.035	10.933	9.933
- Catarina				
População urbana	2.842	3.770	5.000	6.632
População rural	5.438	4.940	4.488	4.077
- Cedro				
População urbana	11.408	12.530	13.763	15.116
População rural	15.958	15.461	14.980	14.514
- Crato				
População urbana	78.392	121.644	152.472	183.201
População rural	14.786	9.816	6.517	4.327
- Ererê				
População urbana	1.706	1.757	1.780	1.790
População rural	5.644	5.121	4.646	4.216
- Farias Brito				
População urbana	7.615	9.187	11.083	13.370
População rural	12.552	10.732	9.176	7.845
- Granjeiro				
População urbana	1.061	1.091	1.122	1.155
População rural	5.228	5.157	5.088	5.019
- Ibicuitinga				
População urbana	1.558	1.568	1.570	1.570
População rural	10.483	10.630	10.682	10.701

000199



PLANO ESTADUAL DOS RECURSOS HÍDRICOS
QUADRO 5.1 (CONTINUAÇÃO)
PROJEÇÃO DA POPULAÇÃO RURAL E URBANA
ATÉ O ANO 2020 DOS MUNICÍPIOS DA BACIA DO RIO JAGUARIBE

MUNICÍPIOS	A N O S			
	1990	2000	2010	2020
- Icapuí				
População urbana	1.682	1.639	1.630	1.626
População rural	13.733	13.888	13.916	13.923
- Icó				
População urbana	30.275	47.928	75.875	120.117
População rural	43.464	43.511	43.558	43.605
- Iguatu				
População urbana	57.144	62.944	65.784	67.069
População rural	17.176	11.697	8.925	7.654
- Ipaumirim				
População urbana	4.973	4.818	4.932	4.987
População rural	7.320	7.153	7.058	7.008
- Iracema				
População urbana	6.012	6.335	6.417	6.437
População rural	10.059	9.739	9.657	9.637
- Dep. Irapuan Pinheiro				
População urbana	458	533	621	723
População rural	9.091	8.575	8.089	7.630
- Itaipava				
População urbana	4.026	5.588	7.481	10.198
População rural	2.275	2.275	2.275	2.275
- Itatira				
População urbana	3.963	6.127	8.159	9.611
População rural	13.595	12.376	11.267	10.257
- Jaguaratama				
População urbana	5.032	8.930	15.849	28.128
População rural	12.881	11.727	10.676	9.719



PLANO ESTADUAL DOS RECURSOS HÍDRICOS
QUADRO 5.1 (CONTINUAÇÃO)
PROJEÇÃO DA POPULAÇÃO RURAL E URBANA
ATÉ O ANO 2020 DOS MUNICÍPIOS DA BACIA DO RIO JAGUARIBE

MUNICÍPIOS	A N O S			
	1990	2000	2010	2020
- Jaguaribara				
População urbana	2.233	2.247	2.250	2.250
População rural	7.311	6.656	6.060	5.517
- Jaguaribe				
População urbana	15.276	16.336	16.794	16.982
População rural	17.356	16.736	16.447	16.322
- Jaguaruana				
População urbana	10.390	11.200	11.590	11.767
População rural	18.007	18.017	18.018	18.018
- Jardim				
População urbana	4.756	5.413	6.162	7.014
População rural	20.308	21.998	23.410	24.553
- Jati				
População urbana	2.834	3.225	3.671	4.177
População rural	7.237	8.004	8.852	9.790
- Juazeiro do Norte				
População urbana	174.640	236.393	319.983	433.130
População rural	6.517	4.326	2.872	1.907
- Jucás				
População urbana	4.804	4.809	4.809	4.809
População rural	17.349	15.762	14.319	13.009
- Lavras da Mangabeira				
População urbana	12.187	12.415	12.493	12.519
População rural	18.802	18.216	17.649	17.099
- Limoeiro do Norte				
População urbana	17.813	24.032	32.422	43.742
População rural	26.336	30.845	34.084	36.222

000201



PLANO ESTADUAL DOS RECURSOS HÍDRICOS
QUADRO 5.1 (CONTINUAÇÃO)
PROJEÇÃO DA POPULAÇÃO RURAL E URBANA
ATÉ O ANO 2020 DOS MUNICÍPIOS DA BACIA DO RIO JAGUARIBE

MUNICÍPIOS	A N O S			
	1990	2000	2010	2020
- Madalena				
População urbana	4.501	4.761	4.847	4.873
População rural	6.453	5.875	5.348	4.869
- Mauriti				
População urbana	9.827	12.241	14.950	17.864
População rural	30.110	30.689	30.943	31.052
- Milagres				
População urbana	8.324	8.645	8.770	8.818
População rural	15.851	15.918	15.938	15.945
- Milhã				
População urbana	4.136	4.378	4.472	4.506
População rural	11.136	11.213	11.233	11.238
- Missão Velha				
População urbana	9.382	9.515	9.579	9.610
População rural	18.683	16.974	15.421	14.010
- Mombaça				
População urbana	15.201	16.716	17.371	17.632
População rural	39.334	39.581	39.665	39.694
- Monsenhor Tabosa				
População urbana	5.084	5.331	5.419	5.448
População rural	12.952	12.995	13.004	13.006
- Morada Nova				
População urbana	31.728	39.502	43.064	44.416
População rural	41.828	41.830	41.831	41.831
- Nova Olinda				
População urbana	4.356	5.506	6.733	7.958
População rural	6.590	6.500	6.412	6.325

00-0202



PLANO ESTADUAL DOS RECURSOS HÍDRICOS
QUADRO 5.1 (CONTINUAÇÃO)
PROJEÇÃO DA POPULAÇÃO RURAL E URBANA
ATÉ O ANO 2020 DOS MUNICÍPIOS DA BACIA DO RIO JAGUARIBE

MUNICÍPIOS	A N O S			
	1990	2000	2010	2020
- Orós				
População urbana	13.017	13.062	13.070	13.071
População rural	11.920	11.962	11.973	11.976
- Palhano				
População urbana	3.119	4.937	7.815	12.372
População rural	5.953	6.975	8.044	9.127
- Parambu				
População urbana	7.865	8.463	8.658	8.718
População rural	25.144	27.120	28.164	28.686
- Pedra Branca				
População urbana	7.233	7.234	7.234	7.234
População rural	33.651	38.082	42.576	47.022
- Penaforte				
População urbana	1.690	1.923	2.188	2.490
População rural	4.632	4.668	4.683	4.688
- Pereiro				
População urbana	4.576	5.245	5.673	5.924
População rural	11.173	11.192	11.197	11.198
- Piquet Carneiro				
População urbana	3.492	3.500	3.501	3.501
População rural	12.271	12.272	12.272	12.272
- Porteiras				
População urbana	2.605	2.723	2.764	2.776
População rural	12.156	12.180	12.184	12.185
- Potengi				
População urbana	3.373	3.388	3.392	3.392
População rural	5.876	5.859	5.856	5.856



PLANO ESTADUAL DOS RECURSOS HÍDRICOS
QUADRO 5.1 (CONTINUAÇÃO)
PROJEÇÃO DA POPULAÇÃO RURAL E URBANA
ATÉ O ANO 2020 DOS MUNICÍPIOS DA BACIA DO RIO JAGUARIBE

MUNICÍPIOS	A N O S			
	1990	2000	2010	2020
- Potiretama				
População urbana	1.380	1.720	2.144	2.673
População rural	5.168	5.204	5.241	5.278
- Quixadá				
População urbana	26.833	29.347	30.497	30.985
População rural	47.717	45.203	44.053	43.565
- Quixelô				
População urbana	1.722	1.773	1.784	1.786
População rural	15.342	15.357	15.358	15.358
- Quixeramobim				
População urbana	19.395	25.892	33.435	41.594
População rural	35.212	33.357	32.508	32.147
- Quixerê				
População urbana	4.696	5.847	6.374	6.574
População rural	9.759	9.760	9.760	9.760
- Russas				
População urbana	26.716	33.262	36.261	37.297
População rural	18.193	18.194	18.194	18.194
- Saboeiro				
População urbana	3.701	3.705	3.705	3.705
População rural	14.482	13.156	11.953	10.859
- Salitre				
População urbana	2.119	2.342	2.462	2.521
População rural	8.414	7.511	7.025	6.784
- Santana do Cariri				
População urbana	5.880	7.432	9.088	10.741
População rural	11.976	11.812	11.652	11.494

000204



PLANO ESTADUAL DOS RECURSOS HÍDRICOS
QUADRO 5.1 (CONTINUAÇÃO)
PROJEÇÃO DA POPULAÇÃO RURAL E URBANA
ATÉ O ANO 2020 DOS MUNICÍPIOS DA BACIA DO RIO JAGUARIBE

MUNICÍPIOS	A N O S			
	1990	2000	2010	2020
- São João do Jaguaribe				
População urbana	2.399	2.802	3.273	3.823
População rural	7.268	7.293	7.317	7.342
- Senador Pompeu				
População urbana	12.742	13.511	14.012	14.322
População rural	17.823	18.030	18.114	18.147
- Solonópole				
População urbana	3.687	3.730	3.738	3.740
População rural	14.213	14.268	14.281	14.283
- Tabuleiro do Norte				
População urbana	13.128	15.538	16.859	17.495
População rural	15.367	15.369	15.369	15.369
- Tauá				
População urbana	18.144	18.499	18.589	18.612
População rural	36.363	36.053	35.970	35.948
- Tarrafas				
População urbana	862	908	928	935
População rural	9.816	10.139	10.472	10.817
- Umari				
População urbana	1.654	1.876	2.018	2.102
População rural	6.956	7.008	7.026	7.032
- Várzea Alegre				
População urbana	12.034	12.695	13.393	14.129
População rural	21.051	20.395	19.760	19.145
- TOTAL DA BACIA				
POPULAÇÃO URBANA	936.977	1.073.359	1.433.498	1.766.694
POPULAÇÃO RURAL	1.254.315	1.224.298	1.204.974	1.092.322



QUADRO - 5.2

DOTAÇÕES EM l/hab/dia PARA A DEMANDA DOMÉSTICA NO MEIO RURAL
COM EVOLUÇÃO PROGRESSIVA ATÉ O ANO 2000

ANO	DOTAÇÃO EM l/hab		DOTAÇÃO ANUAL EM 10 ⁶ m ³ /1000 hab/ano
	DIÁRIO	ANUAL	
1980	70	25.500	0,026
1985	78	28.470	0,028
1990	85	31.025	0,031
1995	93	33.945	0,034
2000	100	36.500	0,037

QUADRO - 5.3

DOTAÇÕES EM l/hab/dia PARA A DEMANDA DE ÁGUA NO MEIO URBANO
COM EVOLUÇÃO PROGRESSIVA ATÉ O ANO 2000

ANOS	CATEGORIAS DE CIDADES OU POVOADOS					
	I	II	III	IV	V	VI
1980	120	150	175	200	270	350
1985	135	170	210	245	310	425
1990	145	185	230	270	330	440
1995	147	195	242	290	345	480
2000	150	200	250	300	350	495

Categorias: I - Municípios até 5.000 habitantes urbanos
II - De 5.000 - 10.000 habitantes urbanos
III - De 10.000 - 20.000 habitantes urbanos
IV - De 20.000 - 100.000 habitantes urbanos
V - De 100.000 - 500.000 habitantes urbanos
VI - Acima de 500.000 habitantes urbanos

à falta de previsões quanto a possíveis mudanças nos coeficientes de demanda "per capita" a partir do ano 2 000, considerou-se os mesmos constantes até o ano 2020

A equação geral das demandas de abastecimento humano é

$$DPR_{ij} = PR_{ij} \cdot CD_j$$

onde

DPR = demanda de água para abastecimento da população

i = município

j = ano considerado na projeção (1990, 2000, 2010 e 2020)

CD_j = coeficiente de demanda no ano j

O quadro 5.4 apresenta os valores de demandas urbanas e rurais prospectadas de 10 em 10 anos até o ano 2020

5.3 Consumo Animal

O estabelecimento das demandas para o abastecimento da pecuária foi feito em função de uma unidade hipotética denominada BEDA (bovino equivalente para demanda de água), conforme definição apresentada no PLIRHINE. Esta unidade agrega a projeção dos bovinos, equídeos, ovinos, caprinos e suínos, fazendo com que cada espécie usuária de água pondere em relação ao bovino

A unidade BEDA corresponde à seguinte equação

$$BEDA_{ij} = BOV_{ij} + \frac{1}{4} \cdot OV/CAP_{ij} + \frac{1}{4} \cdot EQUI_{ij} + \frac{1}{4} \cdot SUI_{ij}$$

onde

i = município considerado

j = ano de projeção considerado

BOV = bovinos e bufalinos

OV/CAP = ovinos e/ou caprinos

EQUI = equídeos (equinos + asininos + muareis)

SUI = suínos

As projeções dos efetivos pecuários até o final do plano foram realizadas utilizando três tipos de regressões: linear, exponencial e geométrica, escolhendo-se, entre os três, a de melhor ajuste encontrado

Todavia, os coeficientes de correlação encontrados estão na sua maioria abaixo do valor considerado aceitável, tornando, em princípio, inviável a utilização das regressões para as projeções. Ao nível dos valores de BEDA para cada município, constatou-se que somente 37,3% das projeções obtiveram coeficientes de correlação acima de 0,75, ou seja, quase 2/3 das regressões não apresentaram confiabilidade

Isto se deve sobretudo pelo comportamento histórico da pecuária bovina no período considerado na estimativa das regressões, cuja fonte dos dados foi a publicação anual da FIBGE "Produção da Pecuária Municipal" dos anos de 1974 a 1987. Justamente nesse período o Estado do Ceará enfrentou seis estiagens prolongadas, provocando com isso desfalques substanciais nos efetivos pecuários. A crise no setor se agravou a partir do momento em que os problemas de natureza econômica dos pecuaristas se avolumaram, fazendo com que os mesmos recorressem à venda de grande parte de seus plantéis, principalmente das matrizes

Por tais circunstâncias é que se torna difícil a definição de um método que apresente com grau de confiança aceitável a taxa de crescimento para projeção do BEDA da Bacia do Rio Jaguaribe no período de 1990 a 2020

A solução encontrada para a determinação da taxa de variação do crescimento da unidade BEDA para cada um dos municípios foi a de atribuir um valor médio para o conjunto destes. Este valor foi encontrado mediante a variação do somatório dos valores da unidade BEDA de todos os municípios da bacia no período de 1990 a 2020, obtida a partir das já referidas regressões. A taxa média encontrada de 2,56% a a é considerada viável, face às elevadas margens de variações nas taxas obtidas pelos municípios, como foram constatadas, por exemplo, nos municípios com taxas negativas, que variam de -0,4% a -1,8%, e com taxas positivas, que variam de 0,2% a 9,9%. Dessa forma, a taxa média anual de 2,56% evita erros de subestimação ou superestimação nos valores das demandas da pecuária de vários municípios da Bacia

Outra limitação encontrada no cálculo da demanda da pecuária diz respeito à falta de informações da série histórica dos efetivos pecuários de alguns distritos que se tornaram municípios após a última publicação anual de 1987 da FIBGE "Produção da Pecuária Municipal". Solucionou-se este problema através dos dados concernentes à participação da área geográfica desses ex-distritos em relação aos municípios dos quais faziam parte, ponderando, para cada ano, os valores de unidade BEDA a partir de sua proporcionalidade em termos de área

Para o cálculo de demanda de água dos rebanhos aplicou-se o mesmo coeficiente selecionado pelo PLIRHINE, que admite um consumo médio constante de 50 l/cab/dia por cada unidade BEDA

A equação geral das demandas de água para os rebanhos é

$$DPEC_{ij} = BEDA_{ij} \times CD_j$$

onde

DPEC = demanda para abastecimento pecuário

BEDA = bovinos equivalentes para demanda de água



PLANO ESTADUAL DOS RECURSOS HÍDRICOS
QUADRO 5.4
DEMANDAS URBANAS E RURAIS PROSPECTADAS
DE 10 EM 10 ANOS ATÉ O ANO 2020

(em 1.000 m³/ano)

MUNICÍPIOS	A N O S			
	1990	2000	2010	2020
- Abaiara				
Demanda urbana	57	68	77	87
Demanda rural	176	210	212	214
- Acopiara				
Demanda urbana	1.540	1.949	2.098	2.169
Demanda rural	1.179	1.281	1.223	1.194
- Aiuaba				
Demanda urbana	97	104	104	104
Demanda rural	474	559	559	559
- Altaneira				
Demanda urbana	131	139	141	144
Demanda rural	98	117	118	118
- Alto Santo				
Demanda urbana	193	233	272	318
Demanda rural	324	382	383	385
- Antonina do Norte				
Demanda urbana	154	160	160	160
Demanda rural	103	121	121	121
- Aracati				
Demanda urbana	3.954	6.955	11.010	17.429
Demanda rural	1.055	1.242	1.244	1.245
- Araripe				
Demanda urbana	240	248	248	248
Demanda rural	354	430	435	438
- Arneiroz				
Demanda urbana	60	63	63	63
Demanda rural	194	228	228	228

000208



PLANO ESTADUAL DOS RECURSOS HÍDRICOS
QUADRO 5.4 (CONTINUAÇÃO)
DEMANDAS URBANAS E RURAIS PROSPECTADAS
DE 10 EM 10 ANOS ATÉ O ANO 2020

(em 1.000 m³/ano)

MUNICÍPIOS	A N O S			
	1990	2000	2010	2020
- Assaré				
Demanda urbana	447	583	704	849
Demanda rural	535	538	460	394
- Aurora				
Demanda urbana	531	594	603	607
Demanda rural	547	633	627	627
- Baixio				
Demanda urbana	102	115	124	130
Demanda rural	132	156	156	156
- Banabuiú				
Demanda urbana	21	23	25	26
Demanda rural	463	553	562	572
- Barbalha				
Demanda urbana	2.573	3.857	5.203	7.020
Demanda rural	421	329	218	145
- Barro				
Demanda urbana	343	398	410	416
Demanda rural	477	561	561	561
- Boa Viagem				
Demanda urbana	1.160	1.436	1.508	1.537
Demanda rural	1.260	1.484	1.484	1.484
- Brejo Santo				
Demanda urbana	1.304	1.618	1.729	1.784
Demanda rural	613	753	786	821
- Campos Sales				
Demanda urbana	1.093	1.313	1.380	1.414
Demanda rural	395	414	388	374



PLANO ESTADUAL DOS RECURSOS HÍDRICOS
QUADRO 5.4 (CONTINUAÇÃO)
DEMANDAS URBANAS E RURAIS PROSPECTADAS
DE 10 EM 10 ANOS ATÉ O ANO 2020

(em 1.000 m³/ano)

MUNICÍPIOS	A N O S			
	1990	2000	2010	2020
- Caririáçu				
Demanda urbana	421	471	477	479
Demanda rural	550	553	473	404
- Cariús				
Demanda urbana	236	323	429	569
Demanda rural	411	439	399	363
- Catarina				
Demanda urbana	150	206	274	363
Demanda rural	169	180	164	149
- Cedro				
Demanda urbana	958	1.143	1.256	1.379
Demanda rural	495	564	547	530
- Crato				
Demanda urbana	7.726	13.320	16.696	20.061
Demanda rural	459	358	238	158
- Ererê				
Demanda urbana	90	96	97	98
Demanda rural	175	187	170	154
- Farias Brito				
Demanda urbana	514	671	809	976
Demanda rural	389	392	335	286
- Granjeiro				
Demanda urbana	56	60	61	63
Demanda rural	162	188	186	183
- Ibicuitinga				
Demanda urbana	82	86	86	86
Demanda rural	325	388	390	391



PLANO ESTADUAL DOS RECURSOS HÍDRICOS
QUADRO 5.4 (CONTINUAÇÃO)
DEMANDAS URBANAS E RURAIS PROSPECTADAS
DE 10 EM 10 ANOS ATÉ O ANO 2020

(em 1.000 m³/ano)

MUNICÍPIOS	A N O S			
	1990	2000	2010	2020
- Icapuí				
Demanda urbana	89	90	89	89
Demanda rural	426	507	508	508
- Icó				
Demanda urbana	2.984	5.248	8.308	13.153
Demanda rural	1.348	1.588	1.590	1.592
- Iguatu				
Demanda urbana	5.632	6.892	7.203	7.344
Demanda rural	533	427	326	279
- Ipaumirim				
Demanda urbana	243	264	270	273
Demanda rural	227	261	258	256
- Iracema				
Demanda urbana	406	462	468	470
Demanda rural	312	355	352	352
- Dep. Irapuan Pinheiro				
Demanda urbana	24	29	34	40
Demanda rural	282	313	295	278
- Itaiçaba				
Demanda urbana	213	306	410	558
Demanda rural	71	83	83	83
- Itatira				
Demanda urbana	210	335	447	526
Demanda rural	422	452	411	374
- Jaguaratama				
Demanda urbana	340	652	1.157	2.053
Demanda rural	400	428	390	355

000211



PLANO ESTADUAL DOS RECURSOS HÍDRICOS
QUADRO 5.4 (CONTINUAÇÃO)
DEMANDAS URBANAS E RURAIS PROSPECTADAS
DE 10 EM 10 ANOS ATÉ O ANO 2020

(em 1.000 m³/ano)

MUNICÍPIOS	A N O S			
	1990	2000	2010	2020
- Jaguaribara				
Demanda urbana	118	123	123	123
Demanda rural	227	243	221	201
- Jaguaribe				
Demanda urbana	1.282	1.491	1.532	1.550
Demanda rural	538	611	600	596
- Jaguaruana				
Demanda urbana	872	1.022	1.058	1.074
Demanda rural	552	658	658	658
- Jardim				
Demanda urbana	252	296	337	384
Demanda rural	630	803	854	896
- Jati				
Demanda urbana	150	177	201	229
Demanda rural	225	292	323	357
- Juazeiro do Norte				
Demanda urbana	21.035	30.199	40.878	55.332
Demanda rural	202	158	105	70
- Jucás				
Demanda urbana	254	263	263	263
Demanda rural	538	575	522	475
- Lavras da Mangabeira				
Demanda urbana	1.023	1.133	1.140	1.142
Demanda rural	583	665	644	624
- Limoeiro do Norte				
Demanda urbana	1.495	2.193	2.959	3.991
Demanda rural	817	1.126	1.244	1.322

000212



PLANO ESTADUAL DOS RECURSOS HÍDRICOS
QUADRO 5.4 (CONTINUAÇÃO)
DEMANDAS URBANAS E RURAIS PROSPECTADAS
DE 10 EM 10 ANOS ATÉ O ANO 2020

(em 1.000 m³/ano)

MUNICÍPIOS	A N O S			
	1990	2000	2010	2020
- Madalena				
Demanda urbana	238	260	265	267
Demanda rural	200	214	195	178
- Mauriti				
Demanda urbana	664	894	1.091	1.304
Demanda rural	934	1.120	1.129	1.133
- Milagres				
Demanda urbana	562	631	640	644
Demanda rural	492	581	582	582
- Milhã				
Demanda urbana	219	240	245	247
Demanda rural	345	409	410	410
- Missão Velha				
Demanda urbana	634	695	699	702
Demanda rural	580	620	563	511
- Mombaça				
Demanda urbana	1.276	1.525	1.585	1.609
Demanda rural	1.220	1.445	1.448	1.449
- Monsenhor Tabosa				
Demanda urbana	343	389	396	398
Demanda rural	402	474	475	475
- Morada Nova				
Demanda urbana	3.127	4.325	4.716	4.864
Demanda rural	1.298	1.527	1.527	1.527
- Nova Olinda				
Demanda urbana	231	301	369	436
Demanda rural	204	237	234	231

000213



PLANO ESTADUAL DOS RECURSOS HÍDRICOS
QUADRO 5.4 (CONTINUAÇÃO)
DEMANDAS URBANAS E RURAIS PROSPECTADAS
DE 10 EM 10 ANOS ATÉ O ANO 2020

(em 1.000 m³/ano)

MUNICÍPIOS	A N O S			
	1990	2000	2010	2020
- Orós				
Demanda urbana	1.093	1.192	1.193	1.193
Demanda rural	370	437	437	437
- Palhano				
Demanda urbana	165	270	428	677
Demanda rural	185	255	294	333
- Parambu				
Demanda urbana	531	618	632	636
Demanda rural	780	990	1.028	1.047
- Pedra Branca				
Demanda urbana	488	528	528	528
Demanda rural	1.044	1.390	1.554	1.716
- Penaforte				
Demanda urbana	89	105	120	136
Demanda rural	144	170	171	171
- Pereiro				
Demanda urbana	242	287	311	324
Demanda rural	347	409	409	409
- Piquet Carneiro				
Demanda urbana	185	192	192	192
Demanda rural	381	448	448	448
- Porteiras				
Demanda urbana	138	149	151	152
Demanda rural	377	445	445	445
- Potengi				
Demanda urbana	179	185	186	186
Demanda rural	182	214	214	214



PLANO ESTADUAL DOS RECURSOS HÍDRICOS
QUADRO 5.4 (CONTINUAÇÃO)
DEMANDAS URBANAS E RURAIS PROSPECTADAS
DE 10 EM 10 ANOS ATÉ O ANO 2020

(em 1.000 m³/ano)

MUNICÍPIOS	A N O S			
	1990	2000	2010	2020
- Potiretama				
Demanda urbana	73	94	117	146
Demanda rural	160	190	191	193
- Quixadá				
Demanda urbana	2.644	3.213	3.339	3.393
Demanda rural	1.480	1.650	1.608	1.590
- Quixelô				
Demanda urbana	91	97	98	98
Demanda rural	476	561	561	561
- Quixeramobim				
Demanda urbana	1.628	2.835	4.271	5.314
Demanda rural	1.092	1.217	1.186	1.173
- Quixerê				
Demanda urbana	249	427	465	480
Demanda rural	302	356	356	356
- Russas				
Demanda urbana	2.633	3.642	3.970	4.084
Demanda rural	564	664	664	664
- Saboeiro				
Demanda urbana	196	203	203	203
Demanda rural	449	480	436	396
- Salitre				
Demanda urbana	112	128	135	138
Demanda rural	261	274	256	247
- Santana do Cariri				
Demanda urbana	397	542	663	980
Demanda rural	371	431	425	419

PLANO ESTADUAL DOS RECURSOS HÍDRICOS
QUADRO 5.4 (CONTINUAÇÃO)
DEMANDAS URBANAS E RURAIS PROSPECTADAS
DE 10 EM 10 ANOS ATÉ O ANO 2020

MUNICÍPIOS	(em 1.000 m ³ /ano)			
	1990	2000	2010	2020
- São João do Jaguaribe				
Demanda urbana	127	153	179	209
Demanda rural	225	266	267	268
- Senador Pompeu				
Demanda urbana	1.070	1.233	1.279	1.307
Demanda rural	553	658	661	662
- Solonópole				
Demanda urbana	195	204	205	205
Demanda rural	441	521	521	521
- Tabuleiro do Norte				
Demanda urbana	1.102	1.418	1.538	1.596
Demanda rural	477	561	561	561
- Tauá				
Demanda urbana	1.523	1.688	1.696	1.698
Demanda rural	1.128	1.316	1.313	1.312
- Tarrafas				
Demanda urbana	46	50	51	52
Demanda rural	305	370	382	395
- Umarí				
Demanda urbana	88	103	110	115
Demanda rural	216	256	256	257
- Várzea Alegre				
Demanda urbana	1.010	1.158	1.222	1.289
Demanda rural	653	744	721	699
- TOTAL DA BACIA				
DEMANDA URBANA	84.443	117.381	146.209	182.975
DEMANDA RURAL	38.906	44.685	43.979	43.520

CD = coeficiente de demanda
 i = município considerado
 j = ano de projeção considerado

O quadro 5.5 apresenta os valores de demandas de água para a pecuária nos anos de 1990, 2000, 2010 e 2020

5.4 Irrigação

Para o cálculo da demanda para irrigação foi feito um levantamento de todos os projetos existentes e programados para a Bacia do Rio do Jaguaribe. Os dados utilizados foram tirados diretamente dos relatórios de cada projeto, do "Inventário dos Perímetros de Irrigação do Nordeste", do PLIRHINE, e do "Relatório de Impacto de Meio Ambiente", do Projeto Castanhão.

Vale salientar que o PLIRHINE fez uma revisão nas avaliações das demandas de água dos perímetros irrigados do Nordeste, tendo por base alguns perímetros selecionados como representativos. Para cada perímetro representativo o PLIRHINE investigou, com precisão, praticamente a nível de projeto final, as demandas de água para irrigação, e a partir destas, através de um coeficiente de ajuste para as demandas de irrigação, corrigiu os valores originalmente calculados. Entretanto, quando a demanda original apresentou valores maiores que a demanda ajustada, considerou-se a demanda original.

Para efeito de projeções de demanda de água para irrigação até o ano 2020, foi levantada junto aos órgãos ligados ao setor qual a real política de implantação de novos grandes projetos, que leva em conta principalmente a análise das características dos solos, estudos de aptidão agrícola e a identificação das terras mais propícias à irrigação em relação aos recursos hídricos de superfície na Bacia do Rio do Jaguaribe.

O quadro 5.6 apresenta, por projeto, a situação atual, a estimativa de implantação e de demanda da grande irrigação pública.

No que se refere à pequena e média irrigação pública, as projeções foram realizadas a partir da identificação das áreas e do estabelecimento das metas e projetos apresentados no Programa Estadual de Irrigação, elaborado sob responsabilidade da Secretaria dos Recursos Hídricos do Ceará.

Os quadros 5.7 e 5.8 destacam, por bacia, as metas da pequena e média irrigação pública, mostrando as seguintes informações:

- bacia,
- situação atual
- área a ser irrigada
- recursos hídricos necessários

O quadro 5.9 apresenta, segundo dados fornecidos pela FUNCEME - Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos, a área atual irrigada por particulares. A demanda hídrica da pequena irrigação privada por município é estimada em 6m³/ha/ano, conforme pode ser verificado no quadro citado.

5.5 Abastecimento Industrial

No caso da demanda de água pelo setor industrial foi feito um levantamento de todas as indústrias por municípios, tendo como fonte de consulta o "Cadastro Industrial do Ceará" da Secretaria da Indústria e Comércio do Estado, realizado no ano de 1989.

Segundo a mesma fonte, existem 37 municípios com indústrias, o que corresponde a 46,3% dos municípios situados dentro da Bacia do Rio Jaguaribe.

Para o cálculo da demanda para a indústria só foram consideradas aquelas com mais de 20 funcionários, haja vista que a demanda das pequenas indústrias é computada dentro do abastecimento doméstico urbano. Pelo mesmo ponto de vista, as indústrias da construção civil não foram incluídas no cálculo, sobretudo pelo porte das mesmas e por se localizarem espacialmente distribuídas em diversos municípios, inclusive do meio rural.

Com relação à estimativa de demanda de água procedeu-se da mesma forma de um dos métodos do PLIRHINE, que foi o de atribuir uma demanda unitária por funcionário, de acordo com o seu ramo de atividade. Assim, tomando-se por base os coeficientes de demanda oriundos do PLIRHINE (m³/operário/dia) e as informações constantes no Cadastro Industrial, no que se refere ao gênero de indústria e ao número de pessoal ocupado, estimaram-se as demandas de água para uso industrial, até o ano 2020.

Por sua vez, as projeções da demanda industrial foram analisadas de duas maneiras: uma mantendo-a constante e outra admitindo que esta cresça na mesma proporção da população urbana do respectivo município. No presente estudo admitiu-se que a demanda industrial evoluirá de acordo com o comportamento de crescimento da população urbana.

A equação geral das demandas de água para as indústrias é

$$DAI_{ij} = PO_{ij} \times CD_{ij}$$

onde

DAI = demanda de água na indústria
 PO = número de pessoal ocupado
 CD = coeficiente de demanda de água relacionado ao gênero da indústria

PLANO ESTADUAL DOS RECURSOS HÍDRICOS
QUADRO 5.5
VALORES DE DEMANDAS DE ÁGUA PARA A PECUÁRIA
NOS ANOS DE 1990, 2000, 2010 E 2020 (em m³/ano)

MUNICÍPIOS	A N O S			
	1990	2000	2010	2020
Abaiara	120.541	155.208	199.846	257.321
Acopiara	1.440.765	1.855.125	2.388.655	3.075.626
Aiuaba	729.015	938.678	1.208.639	1.556.241
Altaneira	39.110	50.358	64.841	83.489
Alto Santo	481.818	620.388	798.810	1.028.545
Antonina do Norte	162.024	208.622	268.621	345.875
Aracati	400.113	515.185	663.347	854.121
Araripe	381.516	491.240	632.515	814.422
Arneiroz	424.240	546.251	703.348	905.625
Assaré	416.262	535.979	690.121	888.595
Aurora	357.591	460.434	592.850	763.350
Baixio	113.606	146.279	188.347	242.515
Banabuiú	694.015	893.613	1.150.607	1.481.513
Barbalha	247.488	318.666	410.310	528.313
Barro	437.069	562.770	724.617	933.011
Boa Viagem	1.197.164	1.541.468	1.984.778	2.555.585
Brejo Santo	621.796	800.624	1.030.876	1.327.348
Campos Sales	576.828	742.724	956.323	1.231.355
Caririáçu	340.490	438.415	564.498	726.844
Cariús	428.109	551.233	709.762	913.884
Catarina	348.393	448.591	577.601	743.715
Cedro	459.444	591.580	761.712	980.775

PLANO ESTADUAL DOS RECURSOS HÍDRICOS
QUADRO 5.5
VALORES DE DEMANDAS DE ÁGUA PARA A PECUÁRIA
NOS ANOS DE 1990, 2000, 2010 E 2020 (em m³/ano)

(Continuação)

MUNICÍPIOS	A N O S			
	1990	2000	2010	2020
Crato	413.728	532.716	685.920	883.185
Ererê	194.105	249.930	321.807	414.356
Farias Brito	232.359	299.185	385.228	496.017
Granjeiro	97.911	126.070	162.327	209.011
Ibicuitinga	277.459	357.256	459.999	592.292
Icapuí	113.698	146.398	188.500	242.711
Icó	1.018.770	1.311.768	1.689.019	2.174.768
Iguatu	556.935	717.110	923.343	1.188.889
Ipaumirim	181.533	233.742	300.964	387.519
Itacema	311.185	400.682	515.914	664.287
Deputado Irapuan Pinheiro	318.123	409.615	527.416	679.097
Itaipava	84.078	108.259	139.393	179.481
Itatira	552.884	711.893	916.626	1.180.242
Jaguaretama	870.324	1.120.629	1.442.910	1.857.880
Jaquaribara	515.581	663.862	854.782	1.100.611
Jaguaribe	1.334.659	1.718.507	2.212.731	2.849.097
Jaguaruana	478.041	615.526	792.544	1.020.474
Jardim	276.907	356.545	459.084	591.114
Jati	421.429	542.632	698.687	899.624
Juazeiro do Norte	221.281	284.921	366.862	472.369
Jucás	507.277	653.170	841.015	1.082.884
Lavras da Mangabeira	521.457	671.428	864.524	1.113.154
Limoeiro do Norte	363.449	467.977	602.562	775.855
Madalena	661.880	852.237	1.097.331	1.412.915
Mauriti	656.270	845.013	1.088.030	1.400.940

PLANO ESTADUAL DOS RECURSOS HÍDRICOS
QUADRO 5.5
VALORES DE DEMANDAS DE ÁGUA PARA A PECUÁRIA
NOS ANOS DE 1990, 2000, 2010 E 2020 (em m³/ano)

(Continuação)

MUNICÍPIOS	A	N	O	S
	1990	2000	2010	2020
Milagres	560.421	721.598	929.122	1.196.331
Milhã	179.690	231.369	297.908	383.584
Missão Velha	482.950	621.846	800.683	1.030.953
Mombaça	1.311.901	1.689.204	2.175.000	2.800.515
Monsenhor Tabosa	238.801	307.480	395.908	509.769
Morada Nova	2.054.129	2.644.897	3.405.540	4.384.949
Nova Olinda	130.725	168.322	216.729	279.059
Orós	351.951	453.172	583.500	751.310
Palhano	151.074	194.523	250.466	322.498
Parambu	1.111.863	1.431.635	1.843.358	2.373.494
Pedra Branca	669.958	862.638	1.110.723	1.430.159
Penaforte	255.445	328.911	423.502	545.298
Pereiro	272.493	350.862	451.766	581.691
Piquet Carneiro	348.374	448.566	577.569	743.674
Porteiras	285.266	367.309	472.943	608.957
Potengi	192.191	247.465	318.633	410.270
Potiretama	196.458	252.959	325.708	419.379
Quixadá	1.985.578	2.556.631	3.291.890	4.238.614
Quixelô	302.257	389.186	501.112	645.228
Quixeramobim	1.943.946	2.503.025	3.222.869	4.149.742
Quixerê	222.869	286.966	369.495	475.759
Russas	698.847	899.835	1.158.618	1.491.829

PLANO ESTADUAL DOS RECURSOS HÍDRICOS
QUADRO 5.5
VALORES DE DEMANDAS DE ÁGUA PARA A PECUÁRIA
NOS ANOS DE 1990, 2000, 2010 E 2020 (em m³/ano)

(Continuação)

MUNICÍPIOS	A	N	O	S
	1990	2000	2010	2020
Saboeiro	586.610	755.319	972.541	1.252.236
Salitre	422.874	544.493	701.083	902.709
Santana do Cariri	236.411	304.403	391.946	504.667
São João do Jaguaribe	163.867	210.995	271.675	349.807
Senador Pompeu	598.399	770.499	992.086	1.277.402
Solonópole	919.709	1.184.217	1.524.786	1.963.303
Tabuleiro do Norte	358.978	462.220	595.150	766.310
Tauã	1.755.449	2.260.316	2.910.359	3.747.357
Tarrafas	261.689	544.493	701.083	902.709
Umari	183.376	236.115	304.019	391.453
Várzea Alegre	589.658	759.244	977.594	1.258.743
TOTAL	41.622.927	53.593.673	69.006.677	88.852.516

590



050221

PLANO ESTADUAL DOS RECURSOS HÍDRICOS
QUADRO 5.6
SITUAÇÃO ATUAL, ESTIMATIVA DE IMPLANTAÇÃO E
DE DEMANDA HÍDRICA DOS GRANDES PROJETOS PÚBLICOS

PROJETO	ÁREA PROJETADA ha	ÁREA IMPLANTADA ha	DEMANDA 1.000 m ³ /ano 1990	ESTIMATIVA DE IMPLANTAÇÃO (ha)			ESTIMATIVA DE DEMANDA 1.000 m ³ /ano		
				2000	2010	2020	2000	2010	2020
Jaguaruana	200	200	3.558	-	-	-	3.558	3.558	3.558
Riacho do Sangue	94	94	1.692	-	-	-	1.692	1.692	1.692
Morada Nova	8.300	2.607	48.855	2.393	3.300	-	93.700	155.542	155.542
Leão-Lima Campos	3.000	1.913	36.060	1.087	-	-	56.550	56.550	56.550
Várzea do Boi	287	287	5.462	-	-	-	5.462	5.462	5.462
Açude Público Ema	42	42	729	-	-	-	729	729	729
Quixabinha	120	120	1.495	-	-	-	1.495	1.495	1.495
Santo Antônio de Russas	189	189	3.342	-	-	-	3.342	3.342	3.342
Aluviões de Iguatu	3.000	-	-	1.000	2.000	-	18.000	54.000	54.000
Cariús - Aspersão	1.806	-	-	1.000	806	-	12.190	22.015	22.015
Cariús - Gravitário	906	-	-	906	-	-	28.195	28.195	28.195
Quixerê - Aspersão	35	-	-	35	-	-	499	499	499
Quixerê - Gravitário	450	-	-	450	-	-	8.978	8.978	8.978
Baixo Jaguaribe	25.709	-	-	5.000	5.000	15.709	99.550	199.100	511.866
Chapada do Moura	3.600	-	-	1.000	2.600	-	18.000	64.800	64.800
Carás - Aspersão	693	-	-	693	-	-	10.416	10.416	10.416
Carás - Gravitário	149	-	-	149	-	-	4.321	4.321	4.321
Salgado	3.000	-	-	1.000	2.000	-	18.000	54.000	54.000
Zona de Transição Sul	8.000	-	-	1.000	2.000	5.000	15.380	46.140	123.040
Poço do Barro	540	-	-	540	-	-	8.245	8.245	8.245
Chapada do Apodi	11.055	5.055	95.893	5.000	1.000	-	190.743	209.713	209.713
Zona de Transição Norte	8.795	-	-	1.000	2.000	5.795	15.380	46.140	135.267
Açude Favelas	250	-	-	250	-	-	4.758	4.758	4.758
Jaguaruana - Aracati	25.000	-	-	5.000	10.000	10.000	90.000	180.000	450.000
Jaguaribara - Castanhão	10.000	-	-	5.000	5.000	-	90.000	180.000	180.000
Chapadões de Russas	25.000	-	-	5.000	10.000	10.000	90.000	180.000	450.000
TOTAL	140.220	10.507	197.086	37.503	45.706	46.504	889.183	1.529.690	2.548.483

PLANO ESTADUAL DOS RECURSOS HÍDRICOS
QUADRO 5.7
SITUAÇÃO ATUAL, ESTIMATIVA DE IMPLANTAÇÃO
E DE DEMANDA HÍDRICA DA PEQUENA IRRIGAÇÃO PÚBLICA

BACIA	REGIÃO	ÁREA PROJEIADA (ha)	ÁREA IMPLANTADA (ha)	DEMANDA 1.000 m ³ /ano 1990	ESTIMATIVA DE IMPLANTAÇÃO (ha)			ESTIMATIVA DE DEMANDA 1.000 m ³ /ano		
					2000	2010	2020	2000	2010	2020
Alto Jaguaribe	Iguatu	3.500	3.000	54.000	500	-	-	63.000	63.000	63.000
Salgado	Cariri/Salgado	3.200	2.000	36.000	1.200	-	-	57.600	57.600	57.600
Bmaburã	Montante de Morada Nova	1.400	400	7.200	1.000	-	-	25.200	25.200	25.200
Médio e Baixo Jaguaribe	Médio Jaguaribe	2.900	1.150	20.700	1.750	-	-	52.200	52.200	52.200
	Ilha de Limoeiro	3.150	1.650	29.700	1.500	-	-	56.700	56.700	56.700
	Ilha de Russas	2.000	1.000	18.000	1.000	-	-	36.000	36.000	36.000
	Riacho do Sangue Palhano	250 300	50 50	900 900	200 250	- -	- -	4.500 5.400	4.500 5.400	4.500 5.400
TOTAL		16.700	9.300	167.400	7.400	-	-	300.600	300.600	300.600

PLANO ESTADUAL DOS RECURSOS HÍDRICOS
QUADRO 5.8
ÁREA A SER IRRIGADA E OS RECURSOS
HÍDRICOS NECESSÁRIOS À MÉDIA IRRIGAÇÃO PÚBLICA

BACIA	ÁREA A SER IRRIGADA (ha)	DEMANDA NECESSÁRIA 1.000 m ³ /ano	ESTIMATIVA DE DEMANDA 1.000 m ³ /ano		
			2000	2010	2020
Alto Jaguaribe	530	9.540	9.540	9.540	9.540
Salgado	340	6.120	6.120	6.120	6.120
Banabuiú	730	13.140	13.140	13.140	13.140
Baixo e Médio Jaguaribe	1.480	26.640	26.640	26.640	26.640
TOTAL	3.080	55.440	55.440	55.440	55.440



PLANO ESTADUAL DOS RECURSOS HÍDRICOS
QUADRO 5.9
ÁREA IRRIGADA ATUAL E ESTIMATIVA DE DEMANDA
HÍDRICA DA PEQUENA IRRIGAÇÃO PRIVADA

MUNICÍPIO	ÁREA IRRIGADA ATUAL (ha)	DEMANDA ATUAL 1.000 m ³ /ano	ESTIMATIVA DE DEMANDA 1.000 m ³ /ano		
			2000	2010	2020
Abaiara	87,2	0,523	0,523	0,523	0,523
Acopiara	971,5	5,829	5,829	5,829	5,829
Aiuaba	77,0	0,462	0,462	0,462	0,462
Altaneira	26,0	0,156	0,156	0,156	0,156
Alto Santo	1.026,6	6,156	6,156	6,156	6,156
Antonina do Norte	77,4	0,464	0,464	0,464	0,464
Aracati	1.767,1	10,603	10,603	10,603	10,603
Araripe	128,1	0,769	0,769	0,769	0,769
Arneiroz	28,9	0,173	0,173	0,173	0,173
Assaré	295,6	1,774	1,774	1,774	1,774
Aurora	920,2	5,521	5,521	5,521	5,521
Baixio	579,9	3,479	3,479	3,479	3,479
Barbalha	591,1	3,547	3,547	3,547	3,547
Barro	199,3	1,196	1,196	1,196	1,196
Boa Viagem	262,9	1,577	1,577	1,577	1,577
Brejo Santo	443,0	2,658	2,658	2,658	2,658
Campos Sales	116,5	0,699	0,699	0,699	0,699
Caririçu	30,8	0,185	0,185	0,185	0,185
Cariús	780,7	4,684	4,684	4,684	4,684
Catarina	38,0	0,228	0,228	0,228	0,228
Cedro	842,3	5,054	5,054	5,054	5,054
Crato	1.109,5	6,657	6,657	6,657	6,657
Farias Brito	412,1	2,473	2,473	2,473	2,473
Granjeiro	287,5	1,725	1,725	1,725	1,725
Icapuí	66,5	0,399	0,399	0,399	0,399
Icó	4.076,6	24,459	24,459	24,459	24,459
Iguatu	4.277,8	25,667	25,667	25,667	25,667
Ipauimirim	1.039,0	6,234	6,234	6,234	6,234
Iracema	1.433,0	8,598	8,598	8,598	8,598
Itaíçaba	118,3	0,709	0,709	0,709	0,709
Itatira	179,5	1,077	1,077	1,077	1,077
Jaguaretama	1.032,7	6,196	6,196	6,196	6,196
Jaguaribara	1.877,5	11,265	11,265	11,265	11,265
Jaguaribe	1.972,0	11,832	11,832	11,832	11,832
Jaguaruana	1.521,3	9,128	9,128	9,128	9,128
Jardim	415,1	2,491	2,491	2,491	2,491
Jati	103,5	0,621	0,621	0,621	0,621
Juazeiro do Norte	506,0	3,036	3,036	3,036	3,036
Jucás	585,8	3,514	3,514	3,514	3,514
Lavras da Mangabeira	3.171,5	19,029	19,029	19,029	19,029
Limoeiro do Norte	2.768,3	16,609	16,609	16,609	16,609
Mauriti	260,6	1,563	1,563	1,563	1,563

030225



PLANO ESTADUAL DOS RECURSOS HÍDRICOS
QUADRO 5.9
ÁREA IRRIGADA ATUAL E ESTIMATIVA DE DEMANDA
HÍDRICA DA PEQUENA IRRIGAÇÃO PRIVADA

(Continuação)

MUNICÍPIO	ÁREA IRRIGADA ATUAL (ha)	DEMANDA ATUAL 1.000 m ³ /ano	ESTIMATIVA DE DEMANDA 1.000 m ³ /ano		
			2000	2010	2020
Milagres	198,8	1,193	1,193	1,193	1,193
Milná	281,0	1,686	1,686	1,686	1,686
Missão Velha	399,9	2,399	2,399	2,399	2,399
Mombaça	388,8	2,332	2,332	2,332	2,332
Monsenhor Tabosa	143,5	0,861	0,861	0,861	0,861
Morada Nova	4.810,6	28,864	28,864	28,864	28,864
Nova Olinda	20,8	0,124	0,124	0,124	0,124
Orós	467,8	2,807	2,807	2,807	2,807
Parambu	108,0	0,648	0,648	0,648	0,648
Pedra Branca	111,0	0,666	0,666	0,666	0,666
Penaforte	39,0	0,234	0,234	0,234	0,234
Pereiro	543,4	3,260	3,260	3,260	3,260
Piquet Carneiro	189,0	1,134	1,134	1,134	1,134
Porteiras	96,5	0,579	0,579	0,579	0,579
Potengi	97,0	0,582	0,582	0,582	0,582
Quixadá	2.957,7	17,746	17,746	17,746	17,746
Quixelô	1.430,9	8,585	8,585	8,585	8,585
Quixeramobim	4.291,5	25,749	25,749	25,749	25,749
Quixeré	516,5	3,099	3,099	3,099	3,099
Russas	1.815,0	10,890	10,890	10,890	10,890
Saboeiro	103,6	0,622	0,622	0,622	0,622
Santana do Cariri	472,5	2,835	2,835	2,835	2,835
São João do Jaguaribe	1.152,2	6,913	6,913	6,913	6,913
Senador Pompeu	224,0	1,344	1,344	1,344	1,344
Solonópole	931,4	5,588	5,588	5,588	5,588
Tabuleiro do Norte	823,6	4,942	4,942	4,942	4,942
Tauá	477,7	2,866	2,866	2,866	2,866
Umarí	557,4	3,344	3,344	3,344	3,344
Várzea Alegre	1.902,9	11,417	11,417	11,417	11,417
TOTAL	62.056,2	372,328	372,328	372,328	372,328

030226

- i = tipologia (gênero) da indústria num determinado município
- j = ano de projeção considerado

Os quadros 5 10, 5 11 e 5 12 apresentados a seguir fornecem as referidas dotações adotadas para efeito de cálculo de demandas e mostram a sua evolução até o ano 2020

5 6 Demanda de Água para Outros Fins

5 6 1 Piscicultura

Apesar da Região Nordeste possuir condições bastante favoráveis - clima e reservas hídricas - não se encontra disseminada na Bacia do Rio Jaguaribe a prática racional e intensiva da piscicultura. Na realidade, essa atividade da região em estudo não apresenta de forma consuntiva com seus recursos hídricos, como ocorre na agricultura intensiva e na produção de alevinos.

Assim como a demanda de água pela piscicultura se refere apenas às atividades de produção de alevinos, não sendo considerada a prática extensiva, realizada em açudes e outros tipos de represamentos, onde ocorre a perda de água somente pela forma natural da evaporação/infiltração, torna-se irrelevante considerar a sua demanda no âmbito do presente estudo, devido à existência de apenas uma estação de piscicultura no Vale, localizado em Icó.

5 6 2 Geração de Energia Elétrica

O primeiro estudo que cogitava o aproveitamento dos recursos hídricos da Bacia do Rio Jaguaribe para a geração de energia elétrica foi feito por ocasião da construção do açude Orós.

Como se pode constatar, apesar de se cogitar na construção de obras para geração de energia hidrelétrica no Açude Orós e outros, como o Banabuiú e Pedra Branca, a região em estudo não conta ainda com empreendimentos dirigidos para este fim.

Durante a elaboração do relatório do projeto básico da Barragem de Castanhão, ficou constatado que a "decisão de liberação ou acumulação de água para geração de energia elétrica será sempre tomada em função das necessidades presentes e futuras da irrigação a cada momento".

Pode-se concluir observando estas considerações, que por falta de uma política efetiva para geração do setor elétrico, na Bacia do Rio Jaguaribe e conseqüentemente, de estimativas quanto às vazões turbinadas para geração de energia, deve-se considerar desprezível para o presente estudo a demanda de água para essa atividade.

5 6 3 Navegação

Entre os usos múltiplos da água cuja quantificação apresenta-se inexequível em função da indisponibilidade de dados, merece consideração, mesmo que de forma qualitativa, a navegação.

Efetivamente, o aproveitamento dos recursos hídricos da Bacia do Rio Jaguaribe para a navegação é restrito ao interior dos grandes reservatórios, como o Orós e o Banabuiú. Nestes açudes, a movimentação de cargas se limita apenas ao transporte, quase sempre individual de canoas e barcas, não direcionado a fins comerciais.

Segundo o Plano de Utilização Integrada dos Recursos Hídricos da Bacia do Rio Jaguaribe do Convênio DNAEE/SOSP, a navegação comercial na região em estudo não terá significado mesmo que no futuro seja concretizada a transposição das águas do São Francisco para a Bacia do Jaguaribe, pois a vazão que poderá vir a ser disponível será muito reduzida.

5 7 Agregação das Demandas Totais de Água na Bacia do Rio Jaguaribe

O quadro 5 13 apresenta a agregação das demandas totais de água para os municípios da Bacia do Rio Jaguaribe.

Observe-se, de acordo com os dados disponíveis, que a demanda hídrica anual da Bacia do Rio Jaguaribe no ano de 1990 é de aproximadamente $362,1 \times 10^6 \text{ m}^3$. Para o ano 2000 é prevista uma demanda de água de $1.355,4 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{ano}$, enquanto para os anos de 2010 e 2020, são projetados os respectivos valores $1.920,8 \times 10^6 \text{ m}^3$ e $2.639,6 \times 10^6 \text{ m}^3$. Ainda no quadro 5 13 são apresentadas as demandas de água para os diversos tipos (abastecimento humano, consumo animal, irrigação e abastecimento industrial), destacando-se a parcela mais significativa da demanda para irrigação chegando a atingir no ano de 2020 a quase 90,0%.

Além disso, verificando-se os relatórios anteriores (PLIRHINE e Plano Diretor de Recursos Hídricos - PDRH), que também estimaram a demanda de água na Bacia do Rio Jaguaribe, pode-se comparar os resultados obtidos pelo PERH, inclusive em termos de taxa de crescimento.

PLIRHINE

... demanda em 1990... $900 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{ano}$

(*) Convênio Secretaria de Obras e Serviços Públicos do Estado do Ceará/DNAEE, Plano de Utilização Integrada dos Recursos Hídricos da Bacia do Rio Jaguaribe, Fortaleza, 1984.

(**) DNOS/Consórcio HIDROSERVICE/NORONHA Relatório do Projeto Básico da Barragem de Castanhão São Paulo, outubro de 1989.



QUADRO - 5.10
DEMANDAS UNITÁRIAS INDUSTRIAIS
POR RAMO DE ATIVIDADE

R A M O	DEMANDA UNITÁRIA (l/emp./dia)
- Óleos vegetais	1.500
- Alimentação em geral	1.500
- Indústria química	9.800
- Plásticos e resinas	820
- Material de construção	260
- Móveis	200
- Borracha	20
- Produtos para calçados	200
- Têxtil	1.500

FONTE DOS DADOS BÁSICOS: Plano de Utilização Integrada dos Recursos Hídricos da Bacia do Rio Jaguaribe, Convênio DNAEE/SOSP, 1984.

QUADRO - 5.11
DEMANDAS UNITÁRIAS AGROINDUSTRIAIS

R A M O	DEMANDA UNITÁRIA (m ³ /operário/dia)
- Frigoríficos e abatedouros	8
- Laticínios	10
- Conservas vegetais	7
- Açúcar	37
- Cervejaria e bebidas	10
- Tinturaria e acabamento têxtil	2,5
- Curtumes e peles	2,8
- Moagem de grãos	2
- Saboaria e detergentes	2
- Preparação de alimentos	5

FONTE DOS DADOS BÁSICOS: Pesquisa da The Resources Agency of Califórnia (RAC, 1964).

PLANO ESTADUAL DOS RECURSOS HÍDRICOS
QUADRO 5.12
DEMANDAS INDUSTRIAIS POR MUNICÍPIO DO VALE DO RIO JAGUARIBE

MUNICÍPIO	RAMO DE ATIVIDADE	DEMANDA DIÁRIA m ³ /op/dia	PESSOAL OCUPADO 1989	DEMANDA m ³ /ano - HÍDRICA			
				1990	2000	2010	2020
Acopiara	Beneficiamento de algodão	2,50	60	45.000	49.072	53.512	58.354
	Minerais não metálicos	0,26	30	2.340	2.552	2.783	3.034
	Fiação e tecelagem	2,50	30	22.500	24.536	26.756	29.177
Alto Santo	Minerais não metálicos	0,26	50	3.900	4.557	5.326	6.223
Aracati	Produtos alimentícios	5,00	537	805.500	1.275.065	2.018.363	3.194.964
	Minerais não-metálicos	0,26	537	41.886	66.303	104.955	166.138
	Bebidas	10,00	66	198.000	313.424	496.134	785.354
Araripe	Produtos alimentícios	5,00	20	30.000	30.012	30.024	30.036
Aurora	Beneficiamento de algodão	2,50	78	58.500	59.615	60.751	61.909
Barbalha	Produtos alimentícios	5,00	364	546.000	736.633	993.824	1.340.813
	Fiação e tecelagem	2,50	25	18.750	25.296	34.129	46.044
	Minerais não-metálicos	0,26	821	64.038	86.396	116.561	157.258
	Prod. farmacêuticos e veterinários	9,80	26	76.440	103.129	139.135	187.714
Barro	Minerais não-metálicos	0,26	45	3.510	3.644	3.784	3.928
Brejo Santo	Minerais não-metálicos	0,26	20	1.560	1.684	1.818	1.963
Campos Sales	Beneficiamento de algodão	2,50	33	24.750	26.226	27.790	29.448

805



000229

PLANO ESTADUAL DOS RECURSOS HÍDRICOS
QUADRO 5.12
DEMANDAS INDUSTRIAIS POR MUNICÍPIO DO VALE DO RIO JAGUARIBE

(continuação)

MUNICÍPIO	RAMO DE ATIVIDADE	DEMANDA DIÁRIA m ³ /op/dia	PESSOAL OCUPADO 1989	DEMANDA m ³ /ano - HÍDRICA			
				1990	2000	2010	2020
Carriús	Beneficiamento de algodão	2,50	20	15.000	19.906	26.416	35.055
Cedro	Beneficiamento de algodão	2,50	90	67.500	74.120	81.390	89.372
Crato	Bebidas	10,00	35	105.000	139.340	184.912	245.387
	Beneficiamento de algodão	2,50	20	15.000	19.906	26.416	35.055
	Minerais não-metálicos	0,26	325	25.350	33.641	44.643	59.243
	Produtos alimentícios	5,00	21	31.500	41.802	55.473	73.616
	Mobiliário	0,20	27	1.620	2.150	2.853	3.786
	Calçados e acessórios do vestiário	0,20	119	7.140	9.475	12.574	16.686
	Celulose, papel e papelão	0,82	95	23.370	31.013	41.156	54.616
Icó	Beneficiamento de algodão	2,50	75	56.250	89.049	140.974	223.176
Iguatu	Produtos alimentícios	5,00	21	31.500	33.243	35.082	37.023
	Química	9,80	110	323.400	341.294	360.178	380.108
	Beneficiamento de algodão	2,50	200	150.000	158.300	167.059	176.302
	Minerais não-metálicos	0,26	40	3.120	3.293	3.475	3.667
Iracema	Química	9,80	30	88.200	90.160	92.163	94.211
Itacaba	Minerais não-metálicos	0,26	22	1.716	2.329	3.160	4.288
Jaguaribe	Produtos alimentícios	5,00	71	106.500	110.287	114.208	118.269
	Bebidas	10,00	35	105.000	108.733	112.600	116.603
	Fiação e tecelagem	2,50	30	22.500	23.300	24.128	24.986

PLANO ESTADUAL DOS RECURSOS HÍDRICOS
QUADRO 5.12
DEMANDAS INDUSTRIAIS POR MUNICÍPIO DO VALE DO RIO JAGUARIBE

(continuação)

MUNICÍPIO	RAMO DE ATIVIDADE	DEMANDA DIÁRIA m ³ /op/dia	PESSOAL OCUPADO 1989	DEMANDA m ³ /ano - HÍDRICA			
				1990	2000	2010	2020
Jaguariuna	Fiação e tecelagem	2,50	52	39.000	40.669	42.410	44.225
	Minerais não-metálicos	0,26	76	5.928	6.182	6.446	6.722
	Beneficiamento de algodão	2,50	35	26.250	27.374	28.545	29.767
Juazeiro do Norte	Confecção	2,50	40	30.000	40.711	55.245	74.969
	Minerais não-metálicos	0,26	30	2.340	3.175	4.309	5.848
	Produtos alimentícios	5,00	80	120.000	162.843	220.981	299.876
	Borracha	0,02	935	5.610	7.613	10.331	14.019
	Bebidas	10,00	43	129.000	175.056	237.554	322.366
	Química	9,80	134	393.960	534.612	725.480	984.492
	Produtos de matéria plástica	0,82	208	51.168	69.436	94.226	127.867
	Couros, peles e produtos similares	2,80	137	115.080	156.166	211.921	287.581
Beneficiamento de algodão	2,50	70	52.500	71.244	96.679	131.196	
Lavras da Mangabeira	Química	9,80	34	99.960	100.863	101.775	102.694
Limoeiro do Norte	Minerais não-metálicos	0,26	70	5.460	7.338	9.861	13.253
	Madeira	0,70	20	1.200	1.613	2.167	2.913
Milagres	Minerais não-metálicos	0,26	25	1.950	1.987	2.025	2.064
Missão Velha	Beneficiamento de algodão	2,50	20	15.000	15.120	15.242	15.364
Nova Olinda	Minerais não-metálicos	0,26	40	3.120	3.814	4.664	5.702
Orós	Beneficiamento de algodão	2,50	97	72.750	72.852	72.954	73.056

000231



PLANO ESTADUAL DOS RECURSOS HÍDRICOS
QUADRO 5.12
DEMANDAS INDUSTRIAIS POR MUNICÍPIO DO VALE DO RIO JAGUARIBE

(continuação)

MUNICÍPIO	RAMO DE ATIVIDADE	DEMANDA DIÁRIA m ³ /op/dia	PESSOAL OCUPADO 1989	DEMANDA m ³ /ano - HÍDRICA			
				1990	2000	2010	2020
Palhano	Minerais não-metálicos	0,26	20	1.560	1.637	1.717	1.801
Quixadá	Fiação e tecelagem	2,50	26	19.500	20.456	21.460	22.512
	Beneficiamento de algodão	2,50	210	157.500	165.225	173.330	181.832
	Química	9,80	70	205.800	215.895	226.484	237.593
Quixeramobim	Produtos alimentares	5,00	141	211.500	272.858	352.018	454.142
	Madeira	0,20	24	1.440	1.858	2.397	3.092
	Beneficiamento de algodão	2,50	97	72.750	93.856	121.084	156.212
Russas	Minerais não-metálicos	0,26	515	40.170	44.858	50.094	55.940
	Beneficiamento de algodão	2,50	40	30.000	33.501	37.411	41.778
Senador Pompeu	Produtos alimentícios	5,00	38	57.000	59.262	61.615	64.060
	Beneficiamento de algodão	2,50	45	33.750	35.090	36.482	37.930
Solonópole	Minerais não-metálicos	0,26	22	1.716	1.724	1.733	1.741
Tabuleiro do Norte	Beneficiamento de algodão	2,50	30	22.500	24.756	27.238	29.968
Tauá	Mobiliário	0,20	25	1.500	1.512	1.524	1.536
Várzea Alegre	Minerais não-metálicos	0,26	27	2.106	2.222	2.344	2.472
	Beneficiamento de algodão	2,50	32	24.000	25.318	26.708	28.175
T O T A L				5.175.408	6.638.181	8.730.959	11.758.564





PLANO ESTADUAL DOS RECURSOS HÍDRICOS
QUADRO 5.13
AGREGAÇÃO DAS DEMANDAS TOTAIS DE ÁGUA
PARA OS MUNICÍPIOS DA BACIA DO RIO JAGUARIBE

(em 1.000 m³/ano)

MUNICÍPIO	ANO	TIPOS DE DEMANDAS				TOTAL
		ABASTECIMENTO HUMANO	CONSUMO ANIMAL	IRRIGAÇÃO	ABASTECIMENTO INDUSTRIAL	
ABAIARA	1990	233,0	120,5	0,5	-	354,0
	2000	278,0	155,2	0,5	-	433,7
	2010	289,0	199,8	0,5	-	489,3
	2020	301,0	257,3	0,5	-	558,8
ACOPIARA	1990	2.719,0	1.440,8	5,8	69,8	4.235,4
	2000	3.230,0	1.855,1	5,8	76,2	5.167,1
	2010	3.321,0	2.388,7	5,8	83,1	5.798,6
	2020	3.363,0	3.075,6	5,8	90,6	6.535,0
AIUABA	1990	571,0	729,0	0,5	-	1.300,5
	2000	663,0	938,7	0,5	-	1.602,2
	2010	663,0	1.208,6	0,5	-	1.872,1
	2020	663,0	1.556,2	0,5	-	2.219,7
ALTANEIRA	1990	229,0	39,1	0,2	-	268,3
	2000	256,0	50,3	0,2	-	306,5
	2010	259,0	64,8	0,2	-	324,0
	2020	262,0	83,5	0,2	-	345,7
ALTO SANTO	1990	517,0	481,8	6,2	3,9	1.008,9
	2000	615,0	620,4	14.817,2	4,6	16.057,2
	2010	655,0	798,8	14.817,2	5,3	16.276,3
	2020	703,0	1.028,5	14.817,2	6,2	16.554,9
ANTONINA DO NORTE	1990	257,0	162,0	0,5	-	419,5
	2000	281,0	208,6	0,5	-	490,1
	2010	281,0	268,6	0,5	-	550,1
	2020	281,0	345,9	0,5	-	627,4
ARACATI	1990	5.009,0	400,1	10,6	1.045,4	6.465,1
	2000	8.197,0	515,2	93.180,6	1.654,8	103.547,6
	2010	12.254,0	663,3	183.180,6	2.619,5	198.717,4
	2020	18.674,0	854,1	453.180,6	4.146,5	476.855,2



PLANO ESTADUAL DOS RECURSOS HÍDRICOS
QUADRO 5.13 (CONTINUAÇÃO)
AGREGAÇÃO DAS DEMANDAS TOTAIS DE ÁGUA
PARA OS MUNICÍPIOS DA BACIA DO RIO JAGUARIBE

(em 1.000 m³/ano)

MUNICÍPIO	ANO	TIPOS DE DEMANDAS				TOTAL
		ABASTECIMENTO HUMANO	CONSUMO ANIMAL	IRRIGAÇÃO	ABASTECIMENTO INDUSTRIAL	
ARARIPE	1990	594,0	381,5	0,8	30,0	1.006,3
	2000	678,0	491,2	0,8	30,0	1.192,0
	2010	683,0	632,5	0,8	30,0	1.346,3
	2020	686,0	814,4	0,8	30,0	1.531,2
ARNEIROZ	1990	254,0	424,2	0,2	-	678,4
	2000	291,0	546,3	0,2	-	837,5
	2010	291,0	703,3	0,2	-	994,5
	2020	291,0	905,6	0,2	-	1.196,8
ASSARÉ	1990	982,0	416,3	1,8	-	1.400,1
	2000	1.121,0	536,0	1,8	-	1.658,8
	2010	1.164,0	690,1	1,8	-	1.855,9
	2020	1.243,0	888,6	1,8	-	2.133,4
AURORA	1990	1.078,0	357,6	5,5	58,5	1.499,6
	2000	1.227,0	460,4	826,5	59,6	2.573,5
	2010	1.232,0	592,9	826,5	60,7	2.712,1
	2020	1.234,0	763,4	826,5	61,9	2.885,8
BAIXIO	1990	234,0	113,6	3,5	-	351,1
	2000	271,0	146,3	3,5	-	420,8
	2010	280,0	188,3	3,5	-	471,8
	2020	286,0	242,5	3,5	-	532,0
BANABUIÇ	1990	464,0	694,0	-	-	1.158,0
	2000	576,0	893,6	-	-	1.469,6
	2010	587,0	1.150,6	-	-	1.737,6
	2020	598,0	1.481,5	-	-	2.079,5
BARBALHA	1990	2.994,0	247,5	3,5	705,2	3.950,2
	2000	4.186,0	318,7	12.444,5	951,5	17.900,7
	2010	5.421,0	410,3	12.444,5	1.283,6	19.559,4
	2020	7.165,0	528,3	12.444,5	1.731,8	21.869,6
BARRO	1990	820,0	437,1	1,2	3,5	1.261,8
	2000	959,0	562,8	499,2	3,6	2.024,6
	2010	971,0	724,6	499,2	3,8	2.198,6
	2020	977,0	933,0	499,2	3,9	2.413,1



PLANO ESTADUAL DOS RECURSOS HÍDRICOS
QUADRO 5.13 (CONTINUAÇÃO)
AGREGAÇÃO DAS DEMANDAS TOTAIS DE ÁGUA
PARA OS MUNICÍPIOS DA BACIA DO RIO JAGUARIBE

(em 1.000 m³/ano)

MUNICÍPIO	ANO	TIPOS DE DEMANDAS				TOTAL
		ABASTECIMENTO HUMANO	CONSUMO ANIMAL	IRRIGAÇÃO	ABASTECIMENTO INDUSTRIAL	
BOA VIAGEM	1990	2.420,0	1.197,2	1,6	-	3.624,8
	2000	2.920,0	1.541,5	1,6	-	4.463,1
	2010	2.992,0	1.984,8	1,6	-	4.978,4
	2020	3.021,0	2.555,6	1,6	-	5.578,2
BREJO SANTO	1990	1.917,0	621,8	2,7	1,6	2.543,1
	2000	2.371,0	800,6	2,7	1,7	3.176,0
	2010	2.515,0	1.030,9	2,7	1,8	3.550,4
	2020	2.605,0	1.327,3	2,7	2,0	3.937,0
CAMPOS SALES	1990	1.488,0	576,8	0,7	24,8	2.090,3
	2000	1.727,0	742,7	0,7	26,2	2.496,6
	2010	1.768,0	956,3	0,7	27,8	2.752,8
	2020	1.788,0	1.231,4	0,7	29,4	3.049,5
CARIRIAÇU	1990	971,0	340,5	0,2	-	1.311,7
	2000	1.024,0	438,4	376,2	-	1.838,6
	2010	950,0	564,5	376,2	-	1.890,7
	2020	883,0	726,8	376,2	-	1.986,0
CARIÚS	1990	647,0	428,1	4,7	15,0	1.094,8
	2000	762,0	551,2	43.364,7	19,9	44.697,8
	2010	828,0	709,8	53.189,7	26,4	54.753,9
	2020	932,0	913,9	53.189,7	35,1	55.070,7
CATARINA	1990	319,0	348,4	0,2	-	667,6
	2000	386,0	448,6	0,2	-	834,8
	2010	438,0	577,6	0,2	-	1.015,8
	2020	512,0	743,7	0,2	-	1.255,9
CEDRO	1990	1.453,0	459,4	5,1	67,5	1.985,0
	2000	1.707,0	591,6	647,1	74,1	3.019,8
	2010	1.803,0	761,7	647,1	81,4	3.293,2
	2020	1.909,0	980,8	647,1	89,4	3.626,3

000235



PLANO ESTADUAL DOS RECURSOS HÍDRICOS
QUADRO 5.13 (CONTINUAÇÃO)
AGREGAÇÃO DAS DEMANDAS TOTAIS DE ÁGUA
PARA OS MUNICÍPIOS DA BACIA DO RIO JAGUARIBE

(em 1.000 m³/ano)

MUNICÍPIO	ANO	TIPOS DE DEMANDAS				TOTAL
		ABASTECIMENTO HUMANO	CONSUMO ANIMAL	IRRIGAÇÃO	ABASTECIMENTO INDUSTRIAL	
CRATO	1990	8.185,0	413,7	6,7	209,0	8.814,4
	2000	13.678,0	532,7	25.689,7	277,3	40.177,7
	2010	16.934,0	685,9	25.689,7	368,0	43.677,6
	2020	20.219,0	882,2	25.689,7	488,4	47.280,3
ERERÊ	1990	265,0	194,1	-	-	459,1
	2000	283,0	249,9	-	-	532,9
	2010	267,0	321,8	-	-	588,8
	2020	252,0	414,4	-	-	666,4
FARIAS BRITO	1990	903,0	232,4	2,5	-	1.137,9
	2000	1.063,0	299,2	2,5	-	1.364,7
	2010	1.144,0	385,2	2,5	-	1.531,7
	2020	1.262,0	496,0	2,5	-	1.760,5
GRANJEIRO	1990	218,0	97,9	1,7	-	317,6
	2000	248,0	126,1	139,7	-	513,8
	2010	247,0	162,3	139,7	-	549,0
	2020	246,0	209,0	139,7	-	594,7
IBICUITINGA	1990	407,0	277,5	-	-	684,5
	2000	474,0	357,3	-	-	831,3
	2010	476,0	460,0	-	-	936,0
	2020	477,0	592,3	-	-	1.069,3
ICAPUI	1990	515,0	113,7	0,4	-	629,1
	2000	597,0	146,4	0,4	-	743,8
	2010	597,0	188,5	0,4	-	785,9
	2020	597,0	242,7	0,4	-	840,1
ICÓ	1990	4.332,0	1.018,8	36.084,5	56,3	41.491,6
	2000	6.836,0	1.311,8	78.268,5	89,0	86.505,3
	2010	9.898,0	1.689,0	78.268,5	141,0	89.996,5
	2020	14.745,0	2.174,8	78.268,5	223,2	95.411,5
IGUATU	1990	6.165,0	556,9	25,7	508,0	7.255,6
	2000	7.319,0	717,1	103.185,7	536,1	111.757,9
	2010	7.529,0	923,3	185.985,7	565,8	195.003,8
	2020	7.623,0	1.188,9	185.985,7	597,1	195.394,7



PLANO ESTADUAL DOS RECURSOS HÍDRICOS
QUADRO 5.13 (CONTINUAÇÃO)
AGREGAÇÃO DAS DEMANDAS TOTAIS DE ÁGUA
PARA OS MUNICÍPIOS DA BACIA DO RIO JAGUARIBE

(em 1.000 m³/ano)

MUNICÍPIO	ANO	TIPOS DE DEMANDAS				TOTAL
		ABASTECIMENTO HUMANO	CONSUMO ANIMAL	IRRIGAÇÃO	ABASTECIMENTO INDUSTRIAL	
IPAUMIRIM	1990	470,0	181,5	6,2	-	657,7
	2000	525,0	233,7	230,2	-	988,9
	2010	528,0	301,0	230,2	-	1.059,2
	2020	529,0	387,5	230,2	-	1.146,7
IRACEMA	1990	718,0	301,2	737,6	88,2	1.845,0
	2000	817,0	400,7	2.657,6	90,2	3.965,5
	2010	820,0	515,9	2.657,6	92,1	4.085,6
	2020	822,0	664,3	2.657,6	94,2	4.238,1
DEPUTADO IRAPUAN PINHEIRO	1990	306,0	318,1	-	-	624,1
	2000	342,0	409,6	-	-	751,6
	2010	329,0	527,4	-	-	856,4
	2020	318,0	679,1	-	-	997,1
ITAIÇABA	1990	284,0	84,1	0,7	1,7	370,5
	2000	389,0	108,3	3.265,7	2,3	3.765,3
	2010	493,0	139,4	3.265,7	3,2	3.901,3
	2020	641,0	179,5	3.265,7	4,3	4.090,5
ITATIRA	1990	632,0	552,9	1,2	-	1.186,1
	2000	787,0	711,9	1,2	-	1.500,1
	2010	858,0	916,6	1,2	-	1.775,8
	2020	900,0	1.180,2	1,2	-	2.081,4
JAGUARETAMA	1990	740,0	870,3	6,2	-	1.616,5
	2000	1.080,0	1.120,6	21.104,2	-	23.304,8
	2010	1.547,0	1.442,9	21.104,2	-	24.094,1
	2020	2.408,0	1.857,9	21.104,2	-	25.370,1
JAGUARIBARA	1990	345,0	515,6	11,3	-	871,9
	2000	366,0	663,9	99.336,3	-	100.366,2
	2010	344,0	854,8	189.336,3	-	190.535,1
	2020	324,0	1.100,6	189.336,3	-	190.760,9
JAGUARIBE	1990	1.820,0	1.334,7	11,8	234,0	3.400,5
	2000	2.102,0	1.718,5	3.279,8	242,3	7.342,6
	2010	2.132,0	2.212,7	3.279,8	250,9	7.875,4
	2020	2.146,0	2.849,1	3.279,8	259,9	8.534,8



PLANO ESTADUAL DOS RECURSOS HÍDRICOS
QUADRO 5.13 (CONTINUAÇÃO)
AGREGAÇÃO DAS DEMANDAS TOTAIS DE ÁGUA
PARA OS MUNICÍPIOS DA BACIA DO RIO JAGUARIBE

(em 1.000 m³/ano)

MUNICÍPIO	ANO	TIPOS DE DEMANDAS				TOTAL
		ABASTECIMENTO HUMANO	CONSUMO ANIMAL	IRRIGAÇÃO	ABASTECIMENTO INDUSTRIAL	
JAGUARUANA	1990	1.424,0	478,0	3.567,1	71,2	5.547,3
	2000	1.680,0	615,5	14.221,1	74,2	16.590,8
	2010	1.716,0	792,5	14.221,1	77,4	16.807,0
	2020	1.732,0	1.020,5	14.221,1	80,7	17.054,3
JARDIM	1990	882,0	276,9	2,5	-	1.161,4
	2000	1.099,0	356,5	525,5	-	1.981,0
	2010	1.191,0	459,1	525,5	-	2.175,6
	2020	1.280,0	591,1	525,5	-	2.396,6
JATI	1990	375,0	421,4	0,6	-	797,0
	2000	469,0	542,6	273,6	-	1.285,2
	2010	524,0	698,7	273,6	-	1.496,3
	2020	586,0	899,6	273,6	-	1.759,2
JUAZEIRO DO NORTE	1990	21.237,0	221,3	3,0	899,7	22.361,0
	2000	30.357,0	284,9	20.222,0	1.220,9	52.084,8
	2010	40.983,0	366,9	20.222,0	1.656,7	63.228,6
	2020	55.402,0	472,4	20.222,0	2.248,2	78.344,6
JUCÁS	1990	792,0	507,3	3,5	-	1.302,8
	2000	838,0	653,2	2.408,5	-	3.899,7
	2010	785,0	841,0	2.408,5	-	4.034,5
	2020	738,0	1.082,9	2.408,5	-	4.229,4
LAVRAS DA MANGABEIRA	1990	1.606,0	521,5	19,0	100,0	2.246,5
	2000	1.798,0	671,4	953,0	100,9	3.523,3
	2010	1.784,0	864,5	953,0	101,8	3.703,3
	2020	1.766,0	1.113,2	953,0	102,7	3.934,9
LIMOEIRO DO NORTE	1990	2.312,0	363,4	95.909,6	6,7	98.591,7
	2000	3.319,0	468,0	297.504,6	9,0	301.300,6
	2010	4.203,0	602,6	416.024,6	12,0	420.842,2
	2020	5.313,0	775,9	728.790,6	16,2	734.895,7



PLANO ESTADUAL DOS RECURSOS HÍDRICOS
QUADRO 5.13 (CONTINUAÇÃO)
AGREGAÇÃO DAS DEMANDAS TOTAIS DE ÁGUA
PARA OS MUNICÍPIOS DA BACIA DO RIO JAGUARIBE

(em 1.000 m³/ano)

MUNICÍPIO	ANO	TIPOS DE DEMANDAS				TOTAL
		ABASTECIMENTO HUMANO	CONSUMO ANIMAL	IRRIGAÇÃO	ABASTECIMENTO INDUSTRIAL	
MADALENA	1990	438,0	661,9	-	-	1.099,9
	2000	474,0	852,2	-	-	1.326,2
	2010	460,0	1.097,3	-	-	1.557,3
	2020	445,0	1.412,9	-	-	1.857,9
MAURITI	1990	1.598,0	656,3	1.496,6	-	3.750,9
	2000	2.014,0	845,0	2.596,6	-	5.455,6
	2010	2.220,0	1.088,0	2.596,6	-	5.904,6
	2020	2.437,0	1.400,9	2.596,6	-	6.434,5
MILAGRES	1990	1.054,0	560,4	1,2	2,0	1.617,6
	2000	1.212,0	721,6	592,2	2,0	2.527,8
	2010	1.222,0	929,1	592,2	2,0	2.745,3
	2020	1.226,0	1.196,3	592,2	2,1	3.016,6
MILHÃ	1990	564,0	179,7	1,7	-	745,4
	2000	649,0	231,4	1,7	-	882,1
	2010	655,0	297,9	1,7	-	954,6
	2020	657,0	383,6	1,7	-	1.042,3
MISSÃO VELHA	1990	1.214,0	483,0	2,4	15,0	1.714,4
	2000	1.315,0	621,8	31.996,4	15,1	33.948,3
	2010	1.262,0	800,7	67.996,4	15,2	70.074,3
	2020	1.213,0	1.031,0	67.996,4	15,4	70.255,8
MOMBAÇA	1990	2.496,0	1.311,9	2,3	-	3.810,2
	2000	2.970,0	1.689,2	1.636,3	-	6.295,5
	2010	3.033,0	2.175,0	1.636,3	-	6.844,3
	2020	3.058,0	2.800,5	1.636,3	-	7.494,8
MONSENHOR TABOSA	1990	745,0	238,8	0,9	-	984,7
	2000	863,0	307,5	0,9	-	1.171,4
	2010	871,0	395,9	0,9	-	1.267,8
	2020	873,0	509,8	0,9	-	1.383,7
MORADA NOVA	1990	4.425,0	2.054,1	48.883,9	-	55.363,0
	2000	5.852,0	2.644,9	135.384,9	-	143.881,8
	2010	6.243,0	3.405,5	227.986,9	-	237.635,4
	2020	6.391,0	4.384,9	304.886,9	-	315.662,8



PLANO ESTADUAL DOS RECURSOS HÍDRICOS
QUADRO 5.13 (CONTINUAÇÃO)
AGREGAÇÃO DAS DEMANDAS TOTAIS DE ÁGUA
PARA OS MUNICÍPIOS DA BACIA DO RIO JAGUARIBE

(em 1.000 m³/ano)

MUNICÍPIO	ANO	TIPOS DE DEMANDAS				TOTAL
		ABASTECIMENTO HUMANO	CONSUMO ANIMAL	IRRIGAÇÃO	ABASTECIMENTO INDUSTRIAL	
NOVA OLINDA	1990	435,0	130,7	0,1	3,1	568,9
	2000	538,0	168,3	0,1	3,8	710,2
	2010	603,0	216,7	0,1	4,7	824,5
	2020	667,0	279,1	0,1	5,7	951,9
ORÓS	1990	1.463,0	352,0	2,8	72,8	1.890,6
	2000	1.629,0	453,2	2,8	72,9	2.157,9
	2010	1.630,0	583,5	2,8	73,0	2.289,3
	2020	1.630,0	751,3	2,8	73,1	2.457,2
PALHANO	1990	350,0	151,1	-	1,6	502,7
	2000	525,0	194,5	5.983,0	1,6	6.704,1
	2010	722,0	250,5	5.983,0	1,7	6.957,2
	2020	1.010,0	322,5	5.983,0	1,8	7.317,3
PARAMBU	1990	1.311,0	1.111,9	0,6	-	2.423,5
	2000	1.608,0	1.431,6	0,6	-	3.040,2
	2010	1.660,0	1.843,4	0,6	-	3.504,0
	2020	1.683,0	2.373,5	0,6	-	4.057,1
PEDRA BRANCA	1990	1.532,0	670,0	0,7	-	2.202,7
	2000	1.918,0	862,6	796,7	-	3.577,3
	2010	2.082,0	1.110,7	796,7	-	3.989,4
	2020	2.244,0	1.430,2	796,7	-	4.470,9
PENAFORTE	1990	233,0	255,4	0,2	-	488,6
	2000	275,0	328,9	0,2	-	604,1
	2010	291,0	423,5	0,2	-	714,7
	2020	307,0	545,3	0,2	-	852,5
PEREIRO	1990	589,0	272,5	3,3	-	864,8
	2000	696,0	350,9	1.643,3	-	2.690,2
	2010	720,0	451,8	1.643,3	-	2.815,1
	2020	733,0	581,7	1.643,3	-	2.958,0
PIQUET CARNEIRO	1990	566,0	348,4	1,1	-	915,5
	2000	640,0	448,6	1,1	-	1.089,1
	2010	640,0	577,6	1,1	-	1.218,7
	2020	640,0	743,7	1,1	-	1.384,8



PLANO ESTADUAL DOS RECURSOS HÍDRICOS
QUADRO 5.13 (CONTINUAÇÃO)
AGREGAÇÃO DAS DEMANDAS TOTAIS DE ÁGUA
PARA OS MUNICÍPIOS DA BACIA DO RIO JAGUARIBE

(em 1.000 m³/ano)

MUNICÍPIO	ANO	TIPOS DE DEMANDAS				TOTAL
		ABASTECIMENTO HUMANO	CONSUMO ANIMAL	IRRIGAÇÃO	ABASTECIMENTO INDUSTRIAL	
PORTEIRAS	1990	515,0	285,3	0,6	-	800,9
	2000	594,0	367,3	0,6	-	961,9
	2010	596,0	472,9	0,6	-	1.069,5
	2020	597,0	609,0	0,6	-	1.206,6
POTENGI	1990	361,0	192,2	0,6	-	553,8
	2000	399,0	247,5	0,6	-	647,1
	2010	400,0	318,6	0,6	-	719,2
	2020	400,0	410,3	0,6	-	810,9
POTIRETAMA	1990	233,0	196,5	-	-	429,5
	2000	284,0	253,0	-	-	537,0
	2010	308,0	325,7	-	-	633,7
	2020	339,0	419,4	-	-	758,4
QUIXADÁ	1990	4.124,0	1.985,6	17,7	382,8	6.510,1
	2000	4.863,0	2.556,6	17.994,7	401,6	25.815,9
	2010	4.947,0	3.291,9	17.994,7	421,3	26.654,9
	2020	4.983,0	4.238,6	17.994,7	441,9	27.658,2
QUIXELÔ	1990	567,0	302,3	8,6	-	877,9
	2000	658,0	389,2	8,6	-	1.055,8
	2010	659,0	501,1	8,6	-	1.168,7
	2020	659,0	645,2	8,6	-	1.312,8
QUIXERAMO-BIM	1990	2.720,0	1.943,9	25,7	285,7	4.975,3
	2000	4.052,0	2.503,0	3.119,7	368,6	10.043,3
	2010	5.457,0	3.222,9	3.119,7	475,5	12.275,1
	2020	6.487,0	4.149,7	3.119,7	613,4	14.369,8
QUIXERÊ	1990	551,0	222,9	3,1	-	777,0
	2000	783,0	287,0	16.075,1	-	17.145,1
	2010	821,0	369,5	16.075,1	-	17.265,6
	2020	836,0	475,8	16.075,1	-	17.386,9
RUSSAS	1990	3.197,0	698,8	3.352,9	70,2	7.318,9
	2000	4.306,0	899,8	19.895,9	78,4	25.180,1
	2010	4.634,0	1.158,6	19.895,9	87,5	25.776,0
	2020	4.748,0	1.491,8	19.895,9	97,7	26.233,4

PLANO ESTADUAL DOS RECURSOS HÍDRICOS
QUADRO 5.13 (CONTINUAÇÃO)
AGREGAÇÃO DAS DEMANDAS TOTAIS DE ÁGUA
PARA OS MUNICÍPIOS DA BACIA DO RIO JAGUARIBE

(em 1.000 m³/ano)

MUNICÍPIO	ANO	TIPOS DE DEMANDAS				TOTAL
		ABASTECIMENTO	CONSUMO	IRRIGAÇÃO	ABASTECIMENTO	
		HUMANO	ANIMAL		INDUSTRIAL	
SABOEIRO	1990	645,0	586,6	0,6	-	1.232,2
	2000	683,0	755,3	0,6	-	1.438,9
	2010	639,0	972,5	0,6	-	1.612,1
	2020	599,0	1.252,2	0,6	-	1.851,8
SALITRE	1990	373,0	422,9	-	-	795,9
	2000	402,0	544,5	-	-	946,5
	2010	391,0	701,1	-	-	1.092,1
	2020	385,0	902,7	-	-	1.287,7
SANTANA DO CARIRI	1990	768,0	236,4	2,8	-	1.007,2
	2000	973,0	304,4	2,8	-	1.280,2
	2010	1.088,0	391,9	2,8	-	1.482,7
	2020	1.399,0	504,7	2,8	-	1.906,5
S. JOÃO DO JAGUARIBE	1990	352,0	163,9	6,9	-	522,8
	2000	419,0	211,0	4.318,9	-	4.948,9
	2010	446,0	271,7	4.318,9	-	5.036,6
	2020	477,0	349,8	4.318,9	-	5.145,7
SENADOR POMPEU	1990	1.623,0	598,4	1,3	90,8	2.313,5
	2000	1.891,0	770,5	711,3	94,4	3.467,2
	2010	1.940,0	992,1	711,3	98,1	3.741,5
	2020	1.969,0	1.277,4	711,3	102,0	4.059,7
SOLONÓPOLE	1990	636,0	919,7	1.697,6	1,7	3.255,0
	2000	725,0	1.184,2	34.089,6	1,7	36.000,5
	2010	726,0	1.524,8	34.089,6	1,7	36.342,1
	2020	726,0	1.963,3	34.089,6	1,7	36.780,6
TABULEIRO DO NORTE	1990	1.579,0	359,0	4,9	22,5	1.965,4
	2000	1.979,0	462,2	12.008,9	24,8	14.474,9
	2010	2.099,0	595,2	12.008,9	27,2	14.730,3
	2020	2.157,0	766,3	12.008,9	30,0	14.962,2
TAUÁ	1990	2.651,0	1.755,4	2,9	1,5	4.410,8
	2000	3.004,0	2.260,3	4.760,9	1,5	10.026,7
	2010	3.009,0	2.910,4	4.760,9	1,5	10.681,8
	2020	3.010,0	3.747,4	4.760,9	1,5	15.519,8



PLANO ESTADUAL DOS RECURSOS HÍDRICOS
QUADRO 5.13 (CONTINUAÇÃO)
AGREGAÇÃO DAS DEMANDAS TOTAIS DE ÁGUA
PARA OS MUNICÍPIOS DA BACIA DO RIO JAGUARIBE

(em 1.000 m³/ano)

MUNICÍPIO	ANO	TIPOS DE DEMANDAS				TOTAL
		ABASTECIMENTO HUMANO	CONSUMO ANIMAL	IRRIGAÇÃO	ABASTECIMENTO INDUSTRIAL	
TARRAFAS	1990	351,0	261,7	-	-	612,7
	2000	420,0	337,0	-	-	757,0
	2010	433,0	433,9	-	-	866,9
	2020	447,0	558,6	-	-	1.005,6
UMARI	1990	304,0	183,4	3,3	-	490,7
	2000	359,0	236,1	3,3	-	598,4
	2010	366,0	304,1	3,3	-	673,4
	2020	372,0	391,5	3,3	-	766,8
VÁRZEA ALEGRE	1990	1.663,0	589,7	11,4	26,1	2.290,2
	2000	1.902,0	759,2	11,4	27,5	2.700,1
	2010	1.943,0	977,6	11,4	29,1	2.961,1
	2020	1.988,0	1.258,7	11,4	30,6	3.288,7
TOTAL	1990	123.349,0	41.622,9	191.996,3	5.175,4	362.143,6
	2000	162.066,0	53.593,7	1.133.084,3	6.638,2	1.355.382,2
	2010	190.188,0	69.006,7	1.652.831,3	8.731,0	1.920.757,0
	2020	226.495,0	88.852,5	2.312.497,3	11.758,6	2.639.603,4
%	1990	34,1	11,5	53,0	1,4	100,0
	2000	11,9	4,0	83,6	0,5	100,0
	2010	9,9	3,6	86,1	0,4	100,0
	2020	8,6	3,4	87,6	0,4	100,0

000243

- . demanda em 2000... 1.231 x 10⁶ m³/ano
- . taxa méd.de cres.. 3,2% ao ano
- Plano Diretor de Recursos Hídricos
- . demanda em 1990... 704 x 10⁶ m³/ano
- . demanda em 2000... 1.181 x 10⁶ m³/ano
- . taxa méd.de cres.. 5,3% ao ano
- Plano Estadual dos Recursos Hídricos
- . demanda em 1990... 362 x 10⁶ m³/ano
- . demanda em 2000 .. 1.355 x 10⁶ m³/ano
- demanda em 2010... 1.921 x 10⁶ m³/ano
- demanda em 2020.. 2.640 x 10⁶ m³/ano
- taxa méd.de cres.. 6,8% ao ano

6 AVALIAÇÃO DAS DISPONIBILIDADES

Esta fase do Estudo constou da avaliação dos volumes superficiais disponíveis atualmente em toda a Bacia do Jaguaribe, incluindo desde os açudes de menor porte (aguadas) até os grandes açudes

Como pode ser observado no Capítulo 6 do Diagnóstico (Nível de Açudagem), existem 4.408 açudes na Bacia do Jaguaribe, representando cerca de 6.412 hm³ de volume acumulável

Desses açudes, no entanto, grande parte, principalmente a pequena açudagem, não possui informações completas de volume armazenável, razão pela qual esses volumes foram estimados com base na área máxima do espelho d'água (ver Capítulo 6 Diagnóstico)

Apresenta-se, pois, o problema de avaliar a disponibilidade hídrica de cada açude cadastrado, ou seja, qual volume pode ser efetivamente regularizado por eles

Já nos Termos de Referência do PERH definiu-se que, para os açudes com capacidade superior a 10.000.000 m³, seriam estimadas as suas curvas de garantia "versus" vazão regularizada, o que levou a uma simulação mensal de cada açude

Os açudes com capacidade inferior a 10.000.000 m³, definiu-se a metodologia desenvolvida pelo Prof. Nilson Beserra Campos^(*), que estima a relação entre o volume afluente e o volume regularizado pelo açude, com base em uma série de gráficos que relacionam o volume médio afluente anual, a evaporação do espelho d'água, o coeficiente

de variação dos deflúvios anuais e características físicas dos açudes

6.1 Avaliação das Disponibilidades dos Grandes Açudes

Esse item constou, basicamente, da simulação da operação dos açudes com mais de 10.000.000 m³ de capacidade, a fim de obter-se as curvas de garantia anual e mensal "versus" vazão regularizada

As vazões afluentes aos açudes foram geradas pelo MODHAC, como já foi explicado no Capítulo 4 - Estudo dos Deflúvios

Foram selecionados 29 açudes possíveis de serem simulados, pois possuíam dados de cota x área x volume. Os açudes que se enquadram no limite de armazenamento supracitado e que não possuíam esses dados, foram acrescentados aos demais açudes e estudados com base na metodologia descrita no item 6.2 deste capítulo

Os açudes simulados são mostrados no quadro 6.1. a seguir, com algumas de suas características físicas

6.1.1 Modelo de Simulação Individual nos Açudes

A simulação da operação dos açudes objetiva estabelecer a capacidade de regularização de oferta d'água de cada um, associada ao respectivo nível de garantia

A definição da curva vazão regularizável x frequência permite obter, para qualquer volume liberado no açude, o nível de garantia correspondente, considerada uma vazão contínua

A simulação mensal é resultado do seguinte balanço de volumes

Varição na reserva = volume afluente ao reservatório + precipitação direta sobre o espelho d'água - perdas por evaporação - perdas por sangria - volume retirado para satisfazer as demandas

Este balanço se traduz através da equação básica

$$V_i = V_{i-1} + C_i + VP_i - VE_i - S_i - Q_{ri}$$

onde

$$V_i = \text{volume acumulado na barragem do mês } i,$$

$$V_{i-1} = \text{volume acumulado na barragem do mês } i-1,$$

(*) CAMPOS, José Nilson B., A Procedure for Reservoir Sizing on Intermittent Rivers Under High Evaporation Rate, (C S U, 1987)

PLANO ESTADUAL DOS RECURSOS HÍDRICOS

QUADRO 6.1

AÇUDES SIMULADOS A NÍVEL MENSAL

ACUDE	RIACHO OU RIO BARRADO	ÁREA DA BACIA HIDROGRÁFICA (km ²)	VOLUME MÍNIMO OPERACIONAL (m ³)	VOLUME MÁXIMO OPERACIONAL (m ³)
Banabuiú	Banabuiú	14.931,0	29.170.000	1.800.000.000
Moquém	Moquém	7,8	2.400	17.149.000
Boa Viagem	Boa Viagem	11,0	2.000.000	47.053.000
Poço da Pedra	Conceição	841,0	2.290.000	50.000.000
Thomás Osterne	Umari	95,0	600.000	28.790.000
Líma Campos	São João	371,0	860.000	63.650.000
Ema	Bom Sucesso	82,0	535.920	10.395.360
Joaquim Távora	Feiticeiro	124,0	2.010.000	23.660.000
Ingazeiro	Rosário	274,0	1.000.000	11.325.600
Quixabinha	Do Boi	83,0	350.000	32.510.000
Poço do Barro	Livramento	369,0	980.000	52.000.000
Cipoada	Santa Rosa	342,0	1.000.000	17.254.500
Orós	Jaguaribe	24.583,0	413.120.000	1.956.260.000
Cedro	Sitiã	213,0	1.000.000	126.000.000
Pedras Brancas	Sitiã	1.787,0	12.790.000	434.050.000
Riacho dos Tanques	Muxuré	21,0	200.000	12.788.375
Riacho Verde	Pirabiú	14,0	200.000	14.672.000
Nobre	Nobre	16,0	200.000	22.094.500
Quixeramobim	Quixeramobim	7.688,0	500.000	54.000.000
Stº Antº de Russas	Palhano	635,0	3.000.000	29.720.000
Patu	Patu	1.012,0	300.000	71.830.000
São Bernardo	Do Sangue	33,0	300.000	12.754.400
Poço do Bento	Do Sangue	23,0	300.000	15.147.500
Riacho do Sangue	Do Sangue	1.334,0	6.940.000	61.420.000
Várzea do Boi	Carrapateiras	1.256,0	760.000	51.820.000
Favelas	Favelas	656,0	5.000.000	30.100.000
Broco	Catingueira	83,0	300.000	17.508.400
Riacho dos Carneiros	Carás	477,0	1.000.000	37.180.000
Prazeres	Das Cuncas	141,0	800.000	32.500.000





C_i = volume afluente à barragem, decorrente da bacia de contribuição no mês i ,

VP_i = volume decorrente da precipitação direta sobre o espelho d'água no mês i ,

VE_i = volume correspondente às perdas por evaporação,

S_i = volume sangrando no mês i ,

Q_{ri} = volume retirado no mês i , correspondente à vazão liberada

A caracterização geométrica do açude é retratada através das curvas cota x área x volume e da definição dos parâmetros de controle relativos ao volume máximo de acumulação e volume útil mínimo

Os valores das contribuições mensais C_i correspondem aos deflúvios determinados para a bacia de contribuição. As alturas de chuva P_i , de pequena influência no balanço, foram tomadas relativas ao posto de maior influência, segundo os polígonos de Thiessen no reservatório, enquanto que os índices de evaporação E_i correspondem às observações de Tanque Classe "A" corrigidos pelo valor de 0,80. A aplicação destas alturas à área média no passo fornece os volumes evaporados e precipitados no mês. Os volumes sangrados são determináveis a partir do conhecimento do volume máximo de acumulação

O método consiste em simular a operação para diversos valores de Q_r , considerada fixa e contínua em cada processamento. Quando o estado do reservatório não permite a vazão Q_r , estabelecida no processamento, identifica-se o colapso no mês, a relação n/m , onde n representa o número de meses em que ocorre colapso, e m (o número de meses total da série) define a frequência do colapso

A repetição do procedimento para diferentes Q_r possibilita traçar-se a curva vazão regularizável x frequência ou nível de garantia

É considerada falha anual quando pelo menos 1 mês no ano possui falha de suprimento. A

garantia anual é dada por $100 \times (1 - \frac{na}{ma})$, onde

na é o número de anos com falhas e ma o número total de anos

Os Açudes Banabuiú, Quixeramobim e Riacho do Sangue, que estão localizados a jusante de outros grandes açudes, foram simulados considerando como aflúncias as vazões naturais da bacia efetivamente controlada pelo açude, somadas aos vertimentos e à vazão liberada pelo açude de montante para 90% de garantia mensal

O Açude Orós, apesar de estar situado a jusante de alguns açudes de porte, foi simulado sem

considerá-los. Isso se deu pelo fato de as vazões afluentes ao mesmo terem sido geradas pelo MODHAC com os parâmetros calibrados para Iguatu, com todos os açudes de montante, ou seja, nos próprios parâmetros do modelo está embutida a retenção superficial causada pela existência desses açudes

Os resultados das simulações dos 29 açudes são traduzidos pelas curvas garantias x vazão regularizada de cada um, que podem ser observadas nas figuras 6.1 a 6.29 a seguir

No quadro 6.2 observa-se o rendimento de cada açude simulado. Esses valores foram também plotados no gráfico da figura 6.30, em função de V/va

Do quadro 6.2 pode-se verificar que alguns açudes encontram-se claramente superdimensionados, quais sejam, os Açudes Quixabinha, Cedro, Fuzo do Bento, Riacho dos Tanques, Riacho Verde, Nobre, Broco e Moquém. Estes nem aparecem no gráfico da figura 6.30

O gráfico da figura 6.30 foi zoneado em regiões de alto rendimento, médio rendimento e baixo rendimento, que em alguns casos estão associados a regiões úmidas de média umidade e seca. Essa associação não ocorre para todos os açudes, pois alguns possuem altos rendimentos por estarem subdimensionados, e não por se localizarem em regiões úmidas

6.2 Avaliação das Disponibilidades da Média e Pequena Açudagem

Os açudes de menor porte são na maioria das vezes construídos sem preocupação por parte dos proprietários de estabelecerem as relações geométricas entre cada cota do espelho d'água, as áreas inundadas e os respectivos volumes armazenados

Esse procedimento impossibilita que os açudes assim construídos possam vir a ter a sua operação convencionalmente simulada

Em face do problema supracitado, procurou-se introduzir neste item a metodologia desenvolvida pelo Prof. Nilson Beserra, que pode contornar essas dificuldades

6.2.1 Resumo da Metodologia

A metodologia consta de um modelo gráfico para dimensionamento hidrológico de reservatórios de águas superficiais situadas em regiões com rios intermitentes sujeitos a altas taxas de evaporação

O procedimento, com suporte teórico na teoria de Moran, consiste em uma coleção de gráficos ligando as seguintes variáveis: capacidade do reservatório, volume anual regularizado e probabilidade de esvaziamento da reserva



PLANO ESTADUAL DOS RECURSOS HÍDRICOS

FIGURA 6.1

SIRAC - LTDA

D. F. H. - SECRETARIA ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS

P. E. R. - PLANO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS

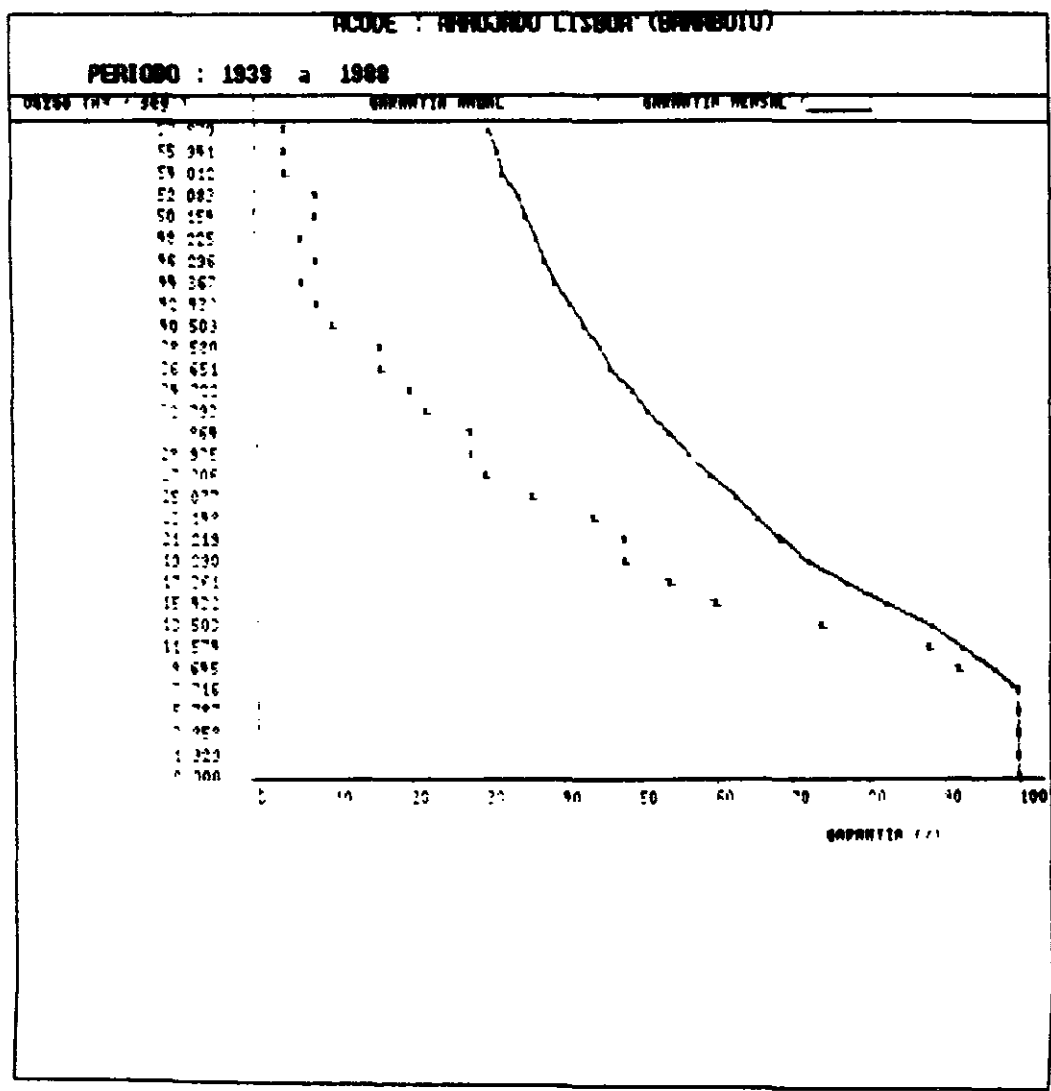
BLOCO DE FÁSCIA DE JAGUAPEIT

CURVA DE GARANTIA - VAZÃO REGULARIZADA

VOLUME MÁXIMO 1300 000 Hm³

VAZÃO REGULADA - GARANTIA MENSAL DE 90% = 12 75 m³/s

VAZÃO REGULADA - GARANTIA ANUAL DE 80% = 15 00 m³/s





PLANO ESTADUAL DOS RECURSOS HÍDRICOS

FIGURA 6.2

SIRAC - LTDA

S. R. H. - SECRETARIA ESTADUAL DOS RECURSOS HÍDRICOS

F. E. R. H. - PLANO ESTADUAL DOS RECURSOS HÍDRICOS

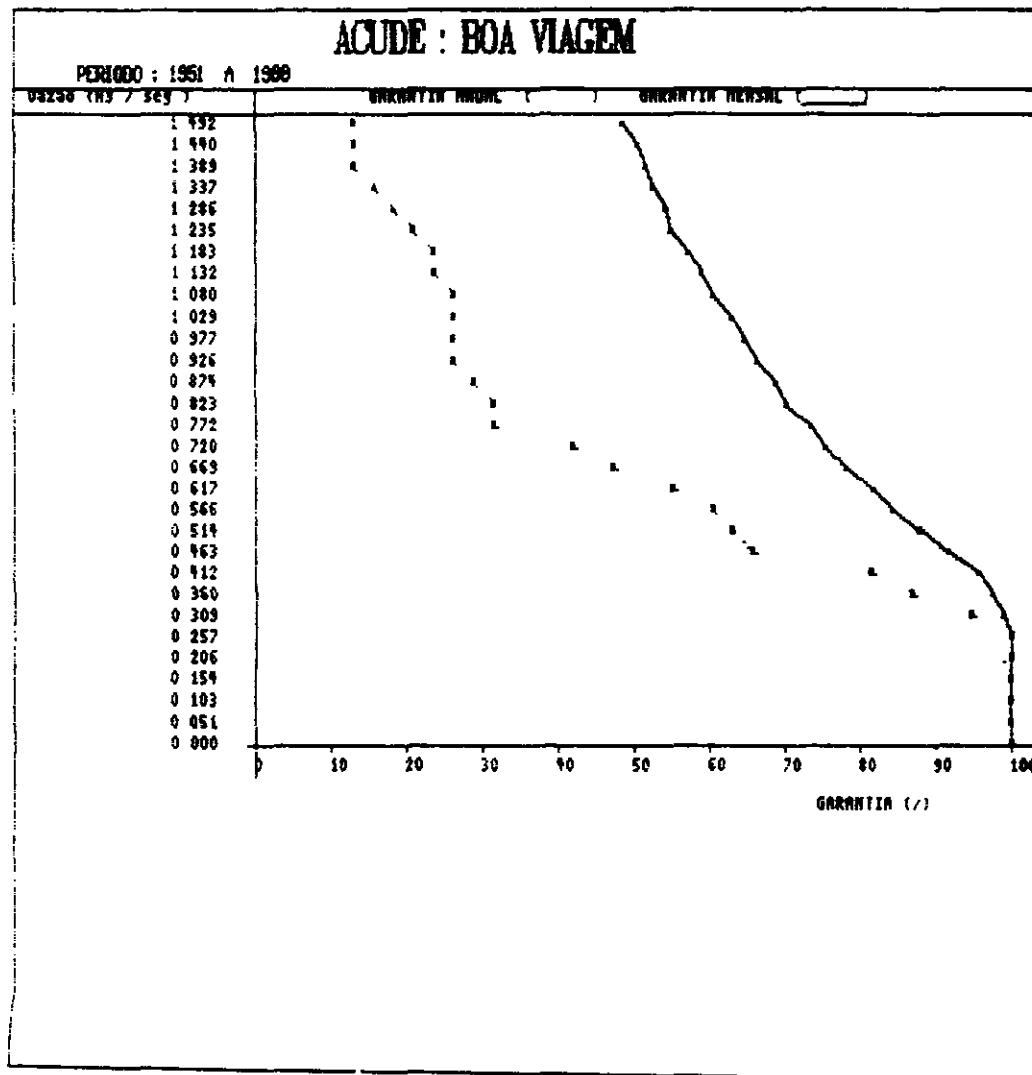
BLOCO 01 - BACIA D' JAGUARIBE

CURVA DE GARANTIA X VAZAO REGULARIZADA

VOLUME MAXIMO = 47 05 Hm3

VAZAO REGULARIZADA C/ GARANTIA MENSAL DE 90% = 0 488 m3/s

VAZAO REGULARIZADA C/ GARANTIA ANUAL DE 80% = 0 417 m3/s



000248



PLANO ESTADUAL DOS RECURSOS HÍDRICOS

FIGURA 6.3

SIRAC - LTDA

S R H - SECRETARIA ESTADUAL DOS RECURSOS HÍDRICOS

F E P H - PLANO ESTADUAL DOS RECURSOS HÍDRICOS

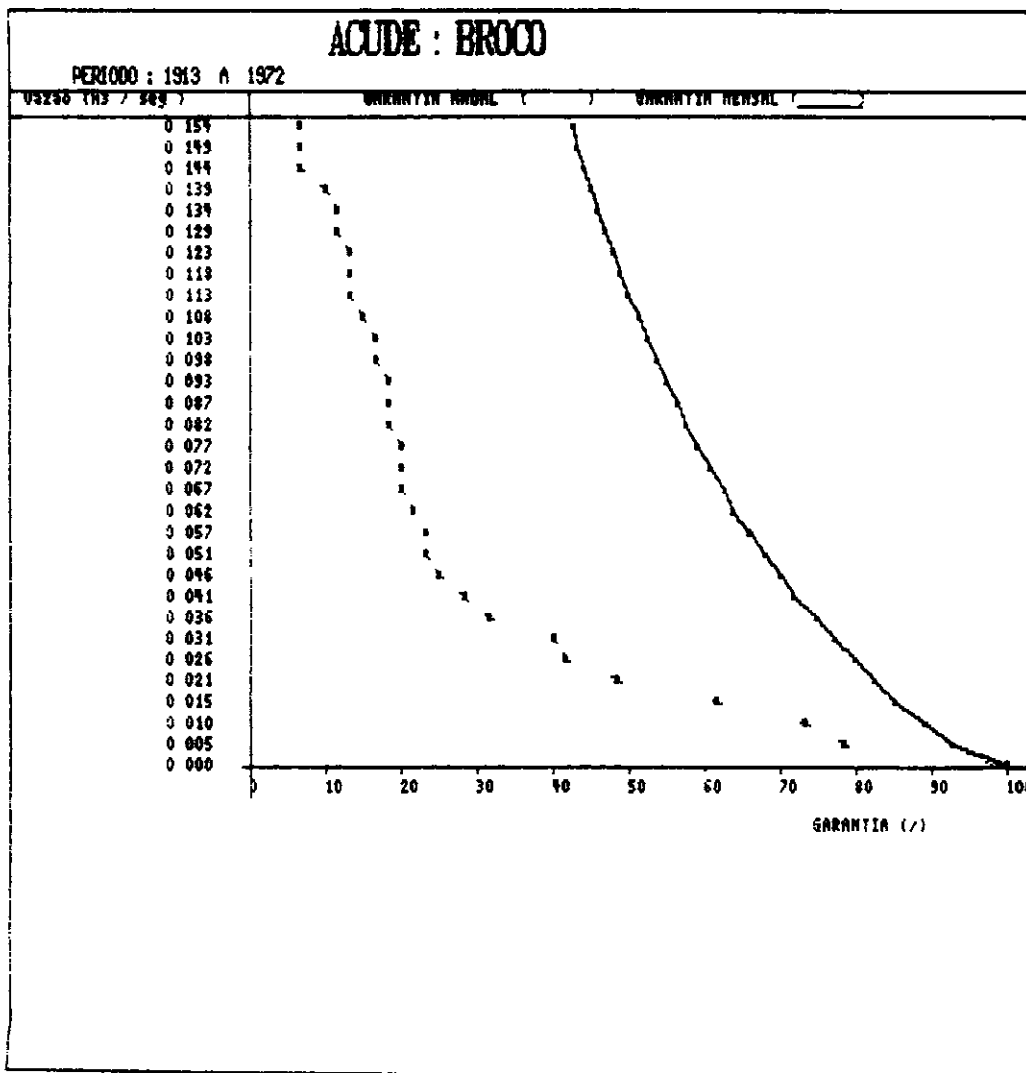
BLOCO 01 - BACIA DO JAGUARIBE

CURVA DE GARANTIA X VAZAO REGULARIZADA

VOLUME MAXIMO = 17 51 Hm3

VAZAO REGULARIZADA C/ GARANTIA MENSAL DE 90% = 0 009 m3/s

VAZAO REGULARIZADA C/ GARANTIA ANUAL DE 80% = 0 005 m3/s



000249



PLANO ESTADUAL DOS RECURSOS HÍDRICOS

FIGURA 6.4

SIRAC - LTDA

S R H - SECRETARIA ESTADUAL DOS RECURSOS HÍDRICOS

F E R H - PLANO ESTADUAL DOS RECURSOS HÍDRICOS

BLOCO 01 - BACIA DO JAGUARIBE

CURVA DE GARANTIA X VAZAO REGULARIZADA

VOLUME MAXIMO = 126 00 hm³

VAZAO REGULARIZADA C/ GARANTIA MENSAL DE 90% = 0 482 m³/s

VAZAO REGULARIZADA C/ GARANTIA ANUAL DE 80% = 0 518 m³/s

