

GOVERNO DO ESTADO



GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ
SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS - SRH

**PLANO DE APROVEITAMENTO MÚLTIPLO DOS
RECURSOS NATURAIS DA BACIA DO RIO TIMONHA**

Estudo Básico do Rio Timonha

Relatório

TEC CONSULT

FORTALEZA
JANEIRO 1995

GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ

SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS

PLANO DE APROVEITAMENTO MÚLTIPLO DOS RECURSOS NATURAIS DA BACIA DO RIO TIMONHA

ESTUDOS BÁSICOS



SECRETARIA DOS
RECURSOS HÍDRICOS - SRH



TEC-CONSULT LTDA

0167/01/A
ex.1

ULT - Consulta

Lote: 01617

Projeto X

Volume

Qtd. M

Qtd. M

Qtd. M

0167/01/A

Qtd. M

Qtd. M

Qtd. M

ções Ltda.

GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ

SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS

PLANO DE APROVEITAMENTO MÚLTIPLO DOS RECURSOS NATURAIS DA BACIA DO RIO TIMONHA

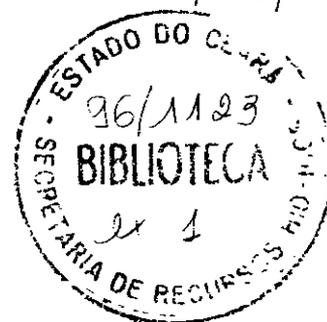
ESTUDOS BÁSICOS

Relatório Final

0167/01/A



TEC-CONSULT LTDA



TEC-CONSULT - Consultoria, Projetos, Irrigação, Comércio e Representações Ltda

000053



SUMÁRIO



SUMÁRIO

	Página
APRESENTAÇÃO.. .. .	1
1 - INTRODUÇÃO	3
2 - OBJETIVOS .. .	5
3 - CARACTERIZAÇÃO GERAL DA BACIA	7
3 1 - LOCALIZAÇÃO E ACESSO	8
4 - ESTUDOS EXISTENTES .. .	10
4 1 - ESTUDOS CARTOGRÁFICOS E AEROFOTOGRAFÉTICOS	11
5 - ESTUDOS PRELIMINARES REALIZADOS .. .	12
5 1 - ESTUDOS CARTOGRÁFICOS	13
5 2 - ESTUDOS DE FOTOINTERPRETAÇÃO	13
5.2.1 - Estudos dos Solos.....	13
5.2.3 - Conclusão .. .	20
6 - ESTUDOS HIDROCLIMATOLÓGICOS .. .	21
6 1 - CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DA BACIA HIDROGRÁFICA	22
6 2 - CARACTERIZAÇÃO CLIMÁTICA DA BACIA	24
6 3 - BALANÇO HÍDRICO	30
6 4 - CLASSIFICAÇÃO CLIMÁTICA	31
6 5 - CARACTERIZAÇÃO PLUVIOMÉTRICA	32
6.5.1 - Aspectos Meteorológicos e Regime Pluviométrico	32
6 5.2 - Regime Pluviométrico.....	32
6.5.3 - Análise de Frequência das Chuvas.....	34
7 - ESTUDO DOS DEFLÚVIOS .. .	37
7 1 - CONCLUSÕES	46
7 1.1 - Deflúvio .. .	46
7 1.2 - Volume Afluente Anual .. .	47
8 - ESTIMATIVA DAS DISPONIBILIDADES D'ÁGUA .. .	48
8 1 - CADASTRO HÍDRICO	49
8.1.1 - Estimativa do Potencial de Armazenagem e Regularização do Açude Itaúna a ser Construído no Boqueirão Itaúna .. .	50



9 - ESTUDO DA VEGETAÇÃO	51
10 - MEIO GEOLÓGICO - HIDROGEOLÓGICO	55
10 1 - GEOLOGIA REGIONAL DA BACIA	56
10 2 - HIDROGEOLOGIA DA BACIA	60
10.2.1 - Unidades Geológicas	60
10.2.2 - Sistemas Aquíferos	60
11 - GEOMORFOLOGIA.....	62



APRESENTAÇÃO



Este documento consolida os serviços executados através do Contrato Nº 41/95 firmado entre a TEC-CONSULT - Consultoria, Projetos, Irrigação, Comércio e Representações Ltda e a SRH - Secretaria dos Recursos Hídricos do Estado do Ceará, sobre a elaboração do Plano de Aproveitamento Múltiplo dos Recursos Naturais da Bacia do Rio Timonha

Fortaleza, novembro de 1995

1 - INTRODUÇÃO



1 - INTRODUÇÃO



Pela primeira vez a bacia do rio Timonha foi contemplada com um estudo com o objetivo de conhecer os seus recursos naturais e suas potencialidades de aproveitamento múltiplo

Como parte da bacia do rio Coreaú, a sub-bacia do rio Timonha foi objeto de citações em diversos estudos, mas não tinha ainda despertado maiores interesses por parte dos setores governamentais. No PERH (Plano Estadual dos Recursos Hídricos), a bacia do rio Timonha foi especificada como uma bacia independente, isto é, com características próprias

Esse estudo se propõe a realizar o primeiro plano específico de aproveitamento de seus recursos naturais, principalmente os recursos hídricos e estudo ambiental. O estudo dos recursos hídricos terá como objetivo principal, realizar o projeto básico de uma barragem de porte médio na bacia, com vistas ao abastecimento d'água do principal centro populacional da região, a cidade de Chaval, demais distritos e comunidades, o aproveitamento hidroagrícola dos melhores solos através da irrigação, incrementação da produção de peixes e controle ambiental do sistema lacustre da bacia



2 - OBJETIVOS



O objetivo mais destacável será o abastecimento d'água da cidade de Chaval, do distrito Passagem do Vaz e outras comunidades espalhadas na bacia, passíveis de serem atendidas pelo sistema

O futuro reservatório irá regularizar as águas do rio Timonha no trecho compreendido entre o boqueirão barrável denominado Itaúna e a cidade de Chaval possibilitando ainda a irrigação de grandes manchas de solos podzólicos/latossólicos em associação, cujas áreas representam mais de 8 000 ha de solos aptos para irrigação



3 - CARACTERIZAÇÃO GERAL DA BACIA



3.1 - LOCALIZAÇÃO E ACESSO

A bacia do rio Timonha, integrante da bacia do rio Coreaú, constitui o conjunto de bacias independentes posicionadas adjacentes à bacia do rio principal, Coreaú, drenando uma área de 1 851,4 km²

Domina todo o município de Chaval e parte dos municípios de Barroquinha, Granja, Viçosa do Ceará e Tianguá

Essa bacia, a mais ocidental do Ceará, é formada pelo rio Timonha e pela parcela cearense do rio Ubatuba, depois denominado São João da Praia, entre o Ceará e o Piauí. Estes dois rios, além de outros do vizinho estado do Piauí, deságuam na mesma foz denominada Barra do Timonha

O rio Timonha nasce na Serra da Pindaúba enquanto que o rio Ubatuba nasce na serra do mesmo nome

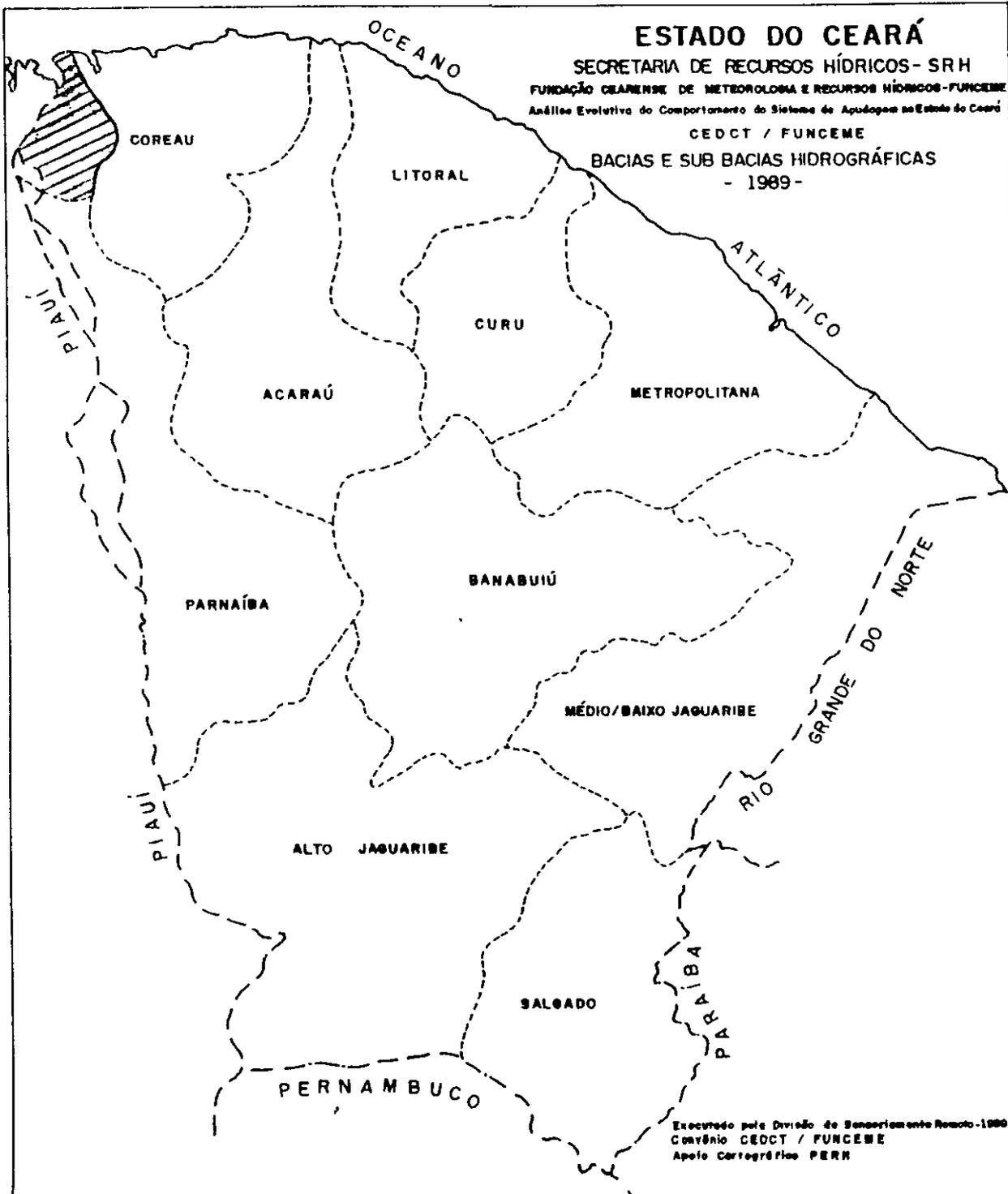
Limita-se ao norte com o Oceano Atlântico, ao leste com a bacia do rio Coreaú, ao sul com parte da bacia do Coreaú e da bacia do Parnaíba vertente do Ceará, e ao oeste com parcela da sub bacia do Longá da bacia do Parnaíba pertencentes ao vizinho estado do Piauí

O local barrável está situado no município de Chaval aproximadamente no meio da bacia, distando em torno de 70 km das nascentes do rio, no ponto das coordenadas geográficas 3° 8' 54" Sul e 41° 10' 00" Oeste

O acesso à bacia é feito a partir de Fortaleza até Sobral pela BR-222, daí até Granja pela CE-362. A partir de Granja trafega-se pela CE-402 passando por Camocim até atingir a sede do município de Chaval, principal cidade da bacia. Diversos acessos carroçáveis levam ao interior da bacia do Timonha. Já o acesso ao boqueirão Itaúna é feito a partir de Granja (posto de venda de gás butano) à direita, viaja-se em estrada carroçável por 15 km até o vilarejo Passagem do Vaz, distando daí mais 3,0 km até o boqueirão selecionado

A Figura 3.1 mostra a localização da bacia

FIGURA 3.1 - LOCALIZAÇÃO DA BACIA





4 - ESTUDOS EXISTENTES



4.1 - ESTUDOS CARTOGRÁFICOS E AEROFOTOGRAFÉTRICOS

- Cobertura com voo na escala 1 70 000 que é a base das cartas da SUDENE e voo realizado em escala 1 25 000
- Cartas planialtimétricas na escala 1 100 000 elaboradas pela SUDENE e Departamento do Serviço Geográfico do Exército, a partir de aerofotorestituição, com curvas de nível a cada 40 ou 50 m e que constituem o mais útil e confiável instrumento cartográfico disponível
- Cartas planialtimétricas na escala 1 250 000 elaboradas pelo D S G (Departamento do Serviço Geográfico do Exército), Projeto RADAMBRASIL São cartas emitidas através de imagens de radar, editadas em 1980, tendo por base imagens de 1975/76, com curvas de nível a cada 80 m ou 100 m e tonalidades diferentes de verde escuro, que permitem, a visualização do relevo
- Cartas planialtimétricas na escala 1 500 000 elaborada pelo Governo do Estado a partir de cartas em outras escalas, inclusive aquelas já citadas da SUDENE e ESG Apresenta confiabilidade satisfatória, com curvas de nível a cada 100 m
- Além desses estudos temos ainda o Zoneamento Agrícola do Estado do Ceará, de responsabilidade da Secretaria de Agricultura (1988), que contém um estudo pedológico cobrindo todo o estado, na escala 1 200 000
- Têm-se ainda o estudo denominado Monitoramento dos Espelhos D'água dos Açudes do Ceará elaborado pela FUNCEME em 1989
- Estudos de Reconhecimento Hidro-Ambiental dos Sistemas Lacustres Litorâneos da Costa Cearense, com o subtítulo, Estudo Preliminar dos Sistemas Reservatório-Lago no Litoral do Ceará Trata-se de um estudo preliminar de reconhecimento, realizado com a finalidade de favorecer a atividade turística através da construção de reservatórios a montante dos lagos e lagoas do litoral Entretanto, o procedimento para chegar as conclusões apresentadas no estudo, foi baseado em conceitos matemáticos e as avaliações são preliminares, sem embasamento de estudos aerofotogramétricos, geotécnicos, topográficos, etc



5 - ESTUDOS PRELIMINARES REALIZADOS



5.1 - ESTUDOS CARTOGRÁFICOS

Na cartografia da SUDENE anteriormente comentada, foi realizado a delimitação da bacia hidrográfica, identificação preliminar dos boqueirões barráveis, tendo em vista as comunidades passíveis de serem atendidas com o abastecimento d'água e obtenção de algumas informações físicas básicas para o estudo hidrológico perímetro da bacia, comprimento do talvegue, etc

Foram utilizadas as seguintes cartas

Folha Bitupitá, Índice de Nomenclatura 24-Y-A-V MI 555

Folha Chaval, Índice de Nomenclatura 24-Y-C-II MI 616

Folha Viçosa do Ceará, Índice de Nomenclatura 24-Y-C-V MI 679

Folha Granja, Índice de Nomenclatura 24-Y-C-III,

O projeto RADAMBRASIL na escala 1 500 000 foi também utilizado, servindo de base para a análise da geologia regional, cobertura vegetal e situação geográfica do açude

Na cartografia foi realizada a delimitação da bacia hidrográfica, identificado preliminarmente os boqueirões barráveis em número de dois, bem como algumas informações básicas para o estudo hidrológico perímetro da bacia, comprimento do talvegue, etc

5.2 - ESTUDOS DE FOTOINTERPRETAÇÃO

A fotointerpretação referente a área em estudo foi realizada nas fotos aéreas escala 1 25 000 contidos no intervalo dos números 43 197 a 57 096, num total de 200 fotos. O estudo de fotointerpretação foi realizado para toda a bacia do rio Timonha, portanto numa área de 1 850 ha. Nestas foram realizadas os seguintes estudos: definição da rede de drenagem, confirmação e delimitação da bacia hidrográfica, seleção do melhor boqueirão barrável, confirmação daquele que se apresenta com melhor performance de forma e altura em relação à bacia hidráulica e ao boqueirão barrável, bem como a provável linha de contorno d'água do açude (bacia hidráulica). Realizado ainda, a identificação e delimitação das manchas de solos e especificação da vegetação, com os subsídios obtidos no estudo pedológico contido no Zoneamento Agrícola do Estado do Ceará, escala 1 200 000, anteriormente citado.

5.2.1 - Estudos dos Solos

O estudo de solos, compreendeu duas fases

Fase 1

Tendo por base o estudo realizado para o Projeto Ándas - Tema Recursos Naturais e Meio Ambiente, 1994. Neste estudo a bacia foi analisada a nível de classes de solos, quanto foi verificado a ocorrência de podzólico vermelho-amarelo distrófico, solos litólicos distróficos, planossolo solódico, areias quartzosas distróficas e marinhas, solonchak sódico e solos indiscriminados de mangues. Estes solos podem ser encontrados formando manchas de solos individualizados e uniformes, mas muitas vezes são encontrados em associação.

• **Podzólico Vermelho-Amarelo Eutrófico e Distrófico**

Conceito - Compreende solos minerais não hidromérficos, com horizonte A ou E seguidos de B textural não plintico, argila de atividade alta ou baixa e teores de óxido de ferro menor que 11%, apresentando distinta individualização de horizontes São desenvolvidas de rochas do Pré-Cambriano, sedimentos do Grupo Barreiras (Terciário) ou em menor proporção de arenitos de Formação Açu do Cretáceo

Características Principais - São muito profundos, profundos e em menor escala rasos, podendo o horizonte superficial A ser fraco, moderado, ou ainda, chernozêmico A textura do horizonte diagnóstico B_t predomina a argilosa e média, sendo bem ou moderadamente drenados, constatando-se também solos com drenagem acentuada e imperfeita Esta classe de solos é encontrada em todos os tipos de relevo desde o plano até montanhoso Eventualmente, pedras podem estar presentes em alguns desses solos Sua coloração mais frequente é vermelho amarelado, podendo ser localizados solos com tonalidade bruno avermelhados e em menor escala bruno acinzentados

Estes solos podem ser eutróficos e distróficos com baixa a alta fertilidade natural, sendo que há um grande predomínio dos eutróficos, que apresentam valores de saturação de base média a alta, superiores a 50%, além de, baixa saturação com alumínio, menor acidez, bem como, uma quantidade significativa de minerais primários facilmente decomponíveis, os quais constituem fontes de nutrientes para as plantas

Exploração Agrícola - De um modo geral os podzólicos eutróficos possuem médio a alto potencial agrícola e seu uso se faz com culturas tradicionais de mandioca, milho, feijão, além do cultivo de cajueiro, algodão e com pastagem para a pecuária Nas áreas onde o clima é mais ameno, são bastante cultivados com fruticulturas Nos podzólicos distróficos, por apresentarem baixa fertilidade natural e acentuada acidez, recomenda-se o uso de fertilizantes e corretivos para diminuição prévia da acidez

Para um aproveitamento sustentável, estes solos exigem práticas de conservação simples onde os relevos são mais suaves e práticas mais complexas nos relevos mais movimentados

Nas áreas de clima mais secos recomenda-se uso da irrigação As maiores limitações destes solos restringem-se aos atributos ou caráter presente no solo, como fase pedregosa e/ou rochosa, a pequena profundidade topográfica do terreno e a transição abrupta entre os horizontes A e B_t que favorecem os processos erosivos

• **Planossolo Solódico**

Conceito - Compreende solos com B textural com argila de atividade alta e sequência de horizontes A - B_t - C ou A - E - B_t - C, com transição abrupta ou clara entre o horizonte superficial e o B_t, apresentando também, cores de redução e/ou mosqueado resultante da drenagem reduzida São em sua maioria originados de rochas do Pré-Cambriano, podendo ainda, serem provenientes de sedimentos argilosos e siltosos pertencentes ao Holoceno (áreas de várzeas), ou ainda, de argilitos e siltitos da formação Jaibaras

Características Principais - São solos moderadamente profundos a rasos, comumente entre 35 a 120 cm, sendo geralmente o horizonte A fraco, e raramente moderado

O horizonte subsuperficial B_t , normalmente, é de textura média ou argilosa, apresentando baixa permeabilidade, com problemas de encharcamento temporário durante o período chuvoso e ressecamento com fendilhamento durante a época seca. A coloração comumente é variada, ou com mosqueado, onde variam pouco a abundante, em face da drenagem imperfeita. Como outros atributos diagnósticos, estes solos apresentam estrutura forte ou moderada, primária ou colunar, de consistência extremamente dura quando seco.

Estes solos abrangem área de relevo plano ou suave ondulado, sendo bastante susceptíveis à erosão, podendo ocorrer, ou não, fase pedregosa ao longo do perfil, dificultando o uso de máquinas agrícolas. Das características físicas e morfológicas do horizonte subsuperficial B_t advêm as condições pouco favoráveis à penetração de raízes.

Do ponto de vista químico, são solos que, na maioria, apresentam altos valores de saturação e soma de bases trocáveis, além de apreciáveis quantidades de minerais primários de fácil decomposição (OLIVEIRA et al., 1992). A saturação com sódio trocável ($100 \text{ Na}^+/\text{T}$) apresenta valores compreendendo entre 8 e 20% (EMBRAPA, 1988b) nos horizontes inferiores, resultando dessa condição solos de baixa permeabilidade. São, em geral, de reação moderada ou praticamente neutra e raramente de reação alcalina.

Exploração Agrícola - Na exploração destes solos constatou-se, além da extração da Carnaúba, áreas cultivadas com algodão e uso extensivo de pastagens naturais com pecuária. São aproveitados também, em pequena escala, com culturas de subsistência de milho e feijão.

Como fatores limitantes ao emprego agrícola, destacam-se as condições físicas pouco favoráveis, a saturação com sódio trocável e a escassez de água na maior parte do ano, em algumas áreas onde estão situados.

• Solonchak Sódico

Conceito - Compreende solos minerais halomórficos, intermediários para solonetz, com sequência de horizonte A - C_{gz} ou A - C_{gz} (OLIVEIRA et al., 1992), ou seja, apresentam gleização e, ao mesmo tempo, horizonte sálico. Possuem altas concentrações de sais solúveis, tendo por isso, altos valores de condutividade elétrica ($\mu\text{mhos/cm}$ a 25°C) situando-se comumente entre 9 e 47 μmhos , havendo casos de alcançar cerca de 260 μmhos nos primeiros centímetros de solo durante o período seco (BRASIL, 1973). São originados de sedimentos fluviais de natureza e granulometria variada, referidos ao Holoceno.

Características Principais - São solos pouco diferenciados com o horizonte A, em geral, de 7 a 20 cm de espessura, sendo fraco e raramente moderado, de coloração escura, as vezes de tonalidade brunadas ou acastanhadas.



6 - ESTUDOS HIDROCLIMATOLÓGICOS



6.1 - CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DA BACIA HIDROGRÁFICA

O rio Timonha, pouco acima do local barrável recebe pela sua margem direita um importante tributário, o rio Sobradinho, cuja contribuição até o sítio barrável é quase equivalente ao rio principal. O açude Timonha ou Itaúna controlará cerca de 41,66% da área de 1 851,4 km² da bacia de drenagem do rio Timonha, ou seja 771,3 km² (Figura 6.1)

A bacia tem um relevo acidentado, montanhoso, próximo às suas nascentes. Os pontos mais elevados situam-se nas serras da Timbaúba e Serra de São Joaquim em altitudes de 698 m e 738 m, respectivamente. Logo depois, a bacia caminha suavemente para regiões mais baixas. No local do barramento a altitude já é bastante baixa, na cota 38.

No seu curso superior, o rio Timonha apresenta declividade acentuada, reduzindo-se bruscamente, e depois suavemente, à medida que caminha para o mar.

Seus principais parâmetros físicos são (Quadro 6.1)

QUADRO 6.1 - CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DA BACIA

Discriminação	Área km ²	Perímetro km	Talvegue km	Índice de Compacidade	Fator do Forma	Declividade ‰
Bacia do rio Timonha	1 851,4	232,0	100,5	1,500	0,18	0,99
Bacia no local da barragem	771,3	139,5	71,75	1,417	0,15	

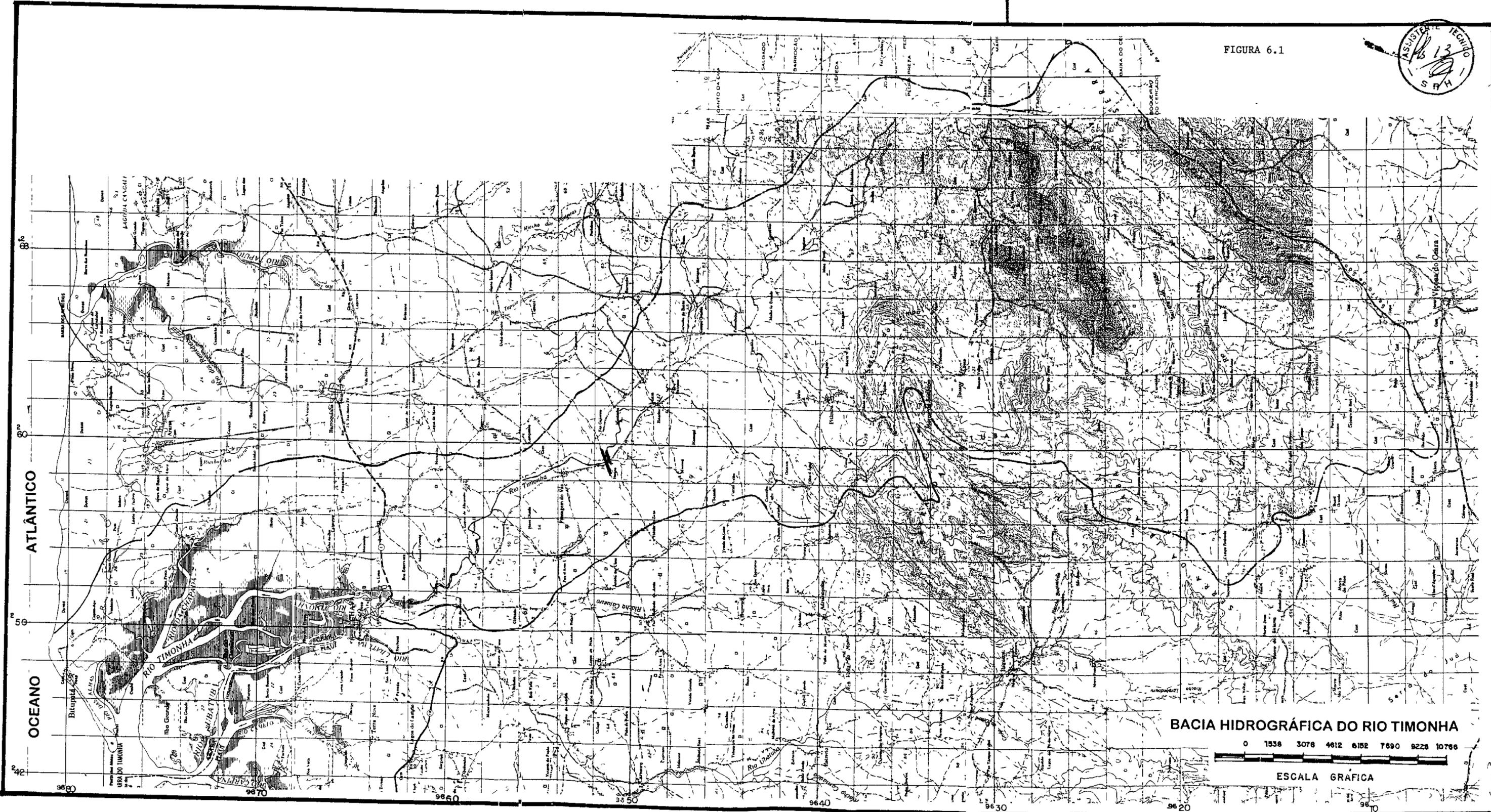
O zoneamento da bacia, isto é, a delimitação das áreas que têm o mesmo comportamento hidrológico, foi realizado segundo os conceitos quanto à permeabilidade, altitude, nível de açudagem, zoneamento físico-homogêneo, superpondo permeabilidade e relevo e zoneamento hidrológico, superpondo a pluviometria, relevo, permeabilidade e altitude.

• Zoneamento de Relevo

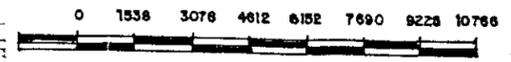
A capacidade de acumulação de um reservatório é diretamente relacionada com as condições de relevo de sua bacia hidráulica, sendo um elemento essencial nas relações de transformação área x volume.



FIGURA 6.1



BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO TIMONHA



ESCALA GRÁFICA

000025

Classes de Relevo da Bacia

R₁ - relevo muito suave ($1d \leq 6 \text{ ‰}$)

R₂ - relevo suave ($6 \leq 1d \leq 9 \text{ ‰}$)

. Zoneamento da Permeabilidade

Fator de marcante influência na geração dos escoamentos superficiais São dois os tipos de solos, classificados em relação à permeabilidade Tipo A e C

Tipo A - baixo potencial de escoamento Solos muito permeáveis com alta taxa de infiltração, mesmo quando continuamente umedecidos São solos profundos arenosos e bem ou excessivamente drenados

Tipo C - Solos de baixa infiltração (abaixo da média), quando continuamente umedecidos São solos de textura moderadamente fina, alta taxa de colóide e argila e baixa taxa de transmissão

. Zoneamento de Altitude

A bacia está classificada como na zona A₁, ou seja, de baixa altitude com $h \leq 100$ metros

. Zoneamento de Açudagem

A bacia do Timonha pode ser considerada com a de menor nível de açudagem do estado, não dispondo de nenhum açude de porte médio ou mesmo de pequeno porte A lâmina equivalente de armazenamento é portanto da classe LA ≤ 5 m, desprezível

. Zoneamento Físico Homogêneo

O cruzamento dos 4 tipos de relevo com a permeabilidade produziu a divisão da bacia em 8 zonas físicas homogêneas (Quadro 6 1')

QUADRO 6.1' - ZONEAMENTO FÍSICO HOMOGÊNEO

Bacia	Área km ²	Zonas Físicas Homogêneas (%)							
		1	2	3	4	5	6	7	8
Timonha	1 851,0	26,5	-	1,1	-	5,9	-	23,1	-
		9	10	11	12	13	14	15	16
		6,9	-	6,6	-	11,1	-	18,6	-

6 2 - CARACTERIZAÇÃO CLIMÁTICA DA BACIA

A estação meteorológica de Acaraú foi tomada como representativa da bacia, por ser a mais próxima do local em estudo, dentre as 6 únicas estações climáticas com dados de observação aprovados pelo INEMET (Instituto de Meteorologia do Ministério da Agricultura) considerados válidos nos estudos das bacias do Bloco 2 do PERH (Plano Estadual dos Recursos Hídricos)

Estação Climática - Acaraú

Código - 2759779

Localização Geográfica - 2° 53' de latitude e 40° 07' de longitude

Altitude - 7,0 m

Período de observações - 1976 - 1988

O clima é razoavelmente homogêneo. As variações climáticas são diretamente associadas às variações observadas na relação pluviometria x temperatura, ou melhor dizer índices pluviométricos maiores correspondem a temperaturas mais reduzidas.

A temperatura na orla mais litorânea da bacia oscila entre 26°C e 27,5°C

A umidade relativa do ar, sendo entre todos os parâmetros aquele mais intimamente ligado a pluviosidade sempre supera os 80% durante a quadra invernal. Devido a sua proximidade com o litoral, mantêm-se geralmente com um valor relativamente elevado entre 73 e 75% durante o período de estiagem.

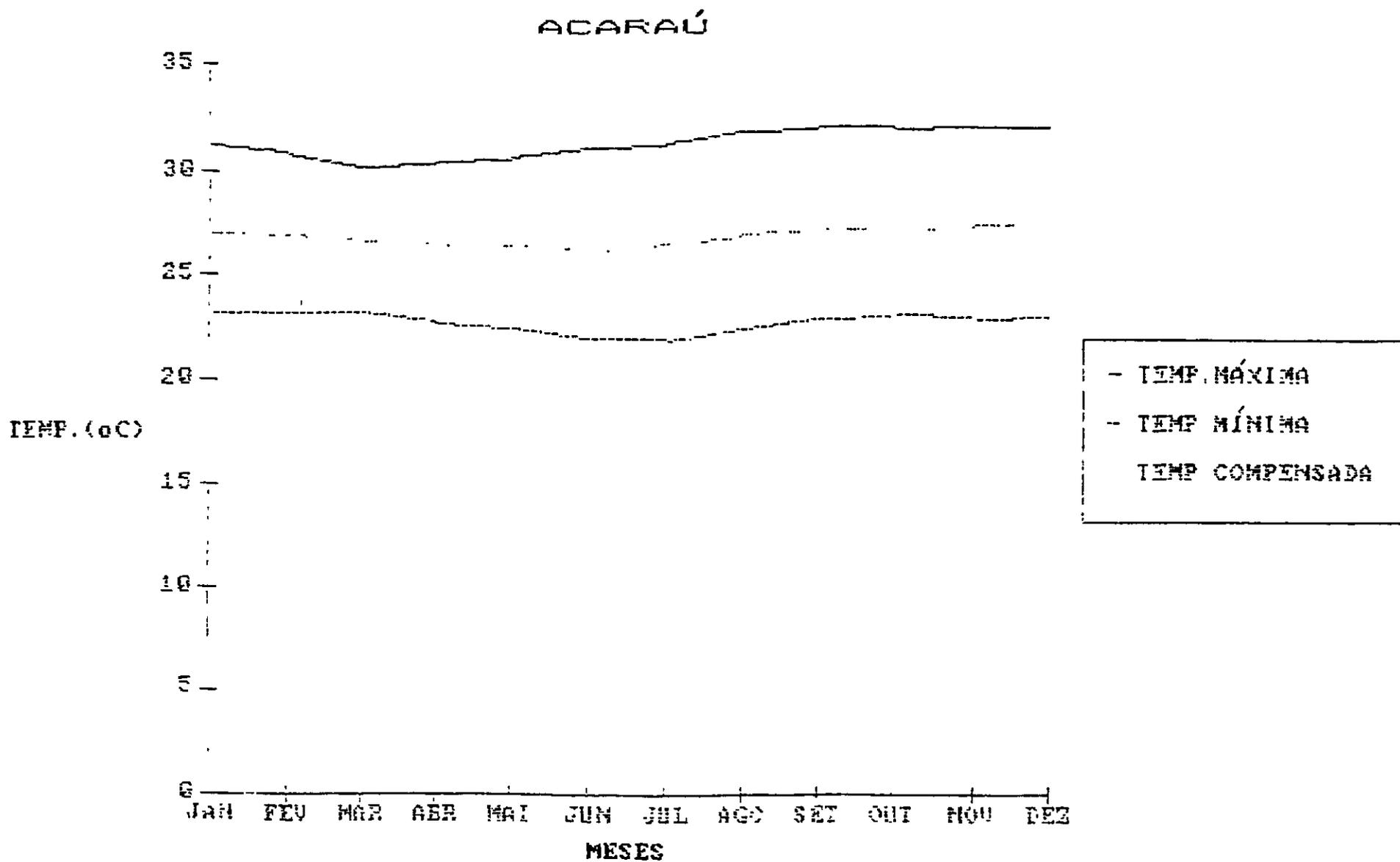
Os dados observados indicam os seguintes parâmetros: temperatura média mensal de 26,7°C, sendo mais quentes os meses de setembro, outubro e novembro mais frios os meses de junho e julho. Os meses mais chuvosos são também os mais úmidos, março, abril e maio. O valor médio da umidade relativa do ar é 76%. A insolação média anual é de 2 885 horas de radiação, enquanto que a mensal é de 240 horas. A velocidade média dos ventos é bastante alta, de 6,8 m/s, sendo durante os meses de setembro e outubro que ocorrem os ventos mais fortes, com direção predominante no sentido

leste/nordeste A evaporação média anual do tanque classe A é também muito alta, 2,427 mm, que representa uma média mensal de 202,3 mm (Quadro 6.2 e Figuras 6.2-a, 6.2-b e 6.2-c)

QUADRO 6.2 - CARACTERIZAÇÃO CLIMÁTICA DA ESTAÇÃO DE ACARAU

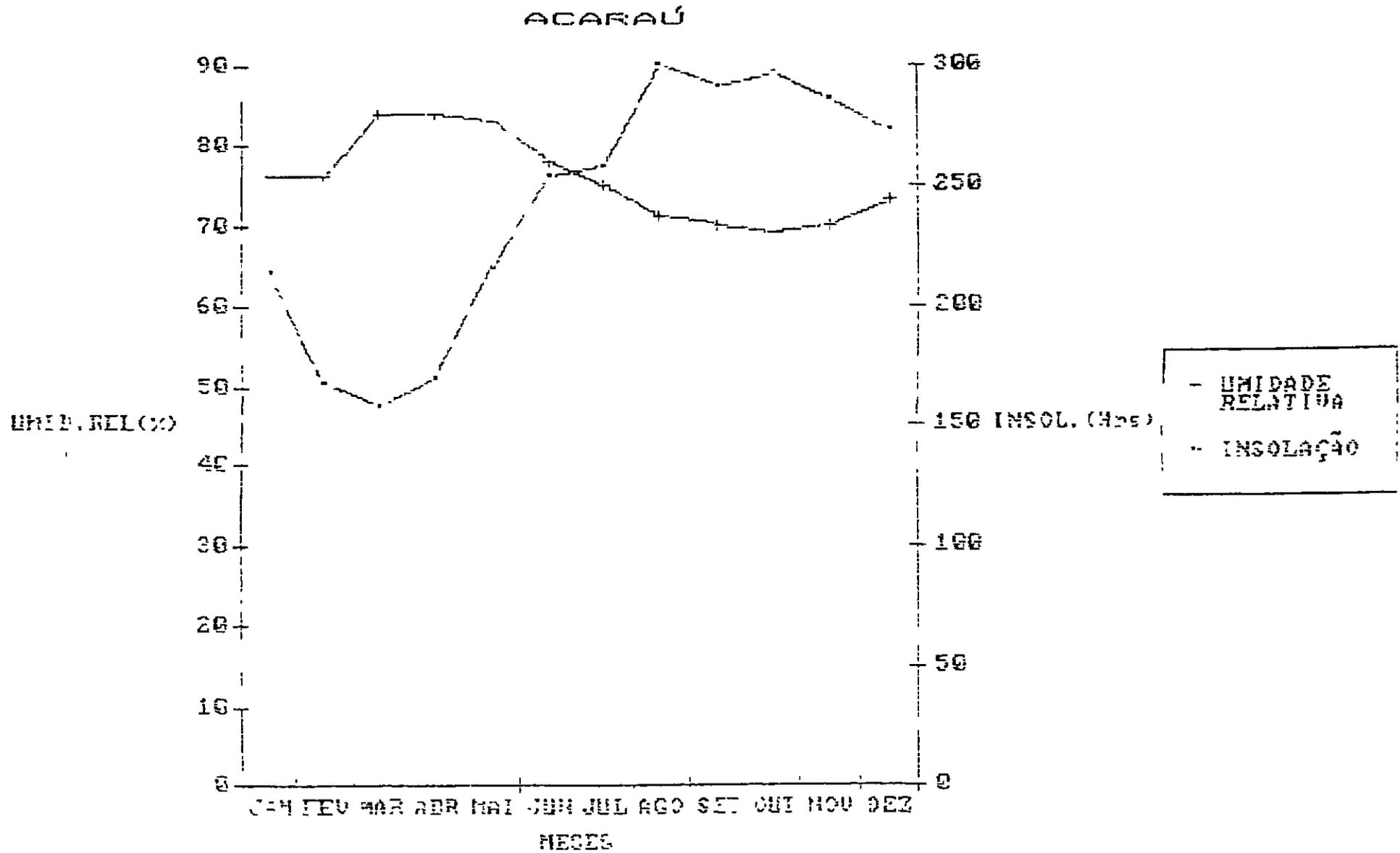
Características Climáticas	MESES												Total	Média
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez		
Pluviometria (mm)	87,5	169,0	315,6	296,1	181,5	57,0	18,9	3,9	3,4	1,5	6,6	26,5	1 167,5	97,3
Temp Média das Máximas (°C)	31,2	30,8	30,1	30,3	30,5	31,0	31,2	31,8	32,0	31,9	32,1	32,0		31,2
Temp Média das Mínimas (°C)	23,1	23,1	23,1	22,6	22,3	21,8	21,7	22,3	22,8	23,0	22,8	23,0		22,6
Temp Média (°C)	27,1	27,0	26,6	26,4	26,4	26,4	26,4	27,0	27,4	27,4	27,5	27,5		26,9
Temp Média Compensada (°C)	27,0	26,8	26,5	26,3	26,2	25,9	26,4	26,8	27,0	27,1	27,3	27,5		26,7
Umidade Relativa Média (%)	76,0	76,0	84,0	84,0	83,0	78,0	75,0	71,0	70,0	69,0	70,0	73,0		75,7
Insolação Média (horas)	214	168	158	170	216	254	258	300	291	297	286	273	2 885,0	240,4
Velocidade Média dos Ventos (m/s)	4,9	4,2	3,0	4,0	3,6	4,8	5,3	6,4	6,8	6,8	6,6	6,0		5,2
Evaporação Média Tanque Classe A (mm)	202	184	116	91	111	154	192	262	282	291	284	258	2 427,0	202,3
ETP (mm)	152	134	144	138	142	134	130	134	139	148	147	153	1 695	141,2

FIGURA 6.2-a - GRÁFICO DA TEMPERATURA DO POSTO DE ACARAÚ



Fonte: PERH, Estudos de Base I, 1992

FIGURA 6 2-b - GRÁFICO DA UMIDADE RELATIVA E INSOLAÇÃO DO POSTO DE ACARAU



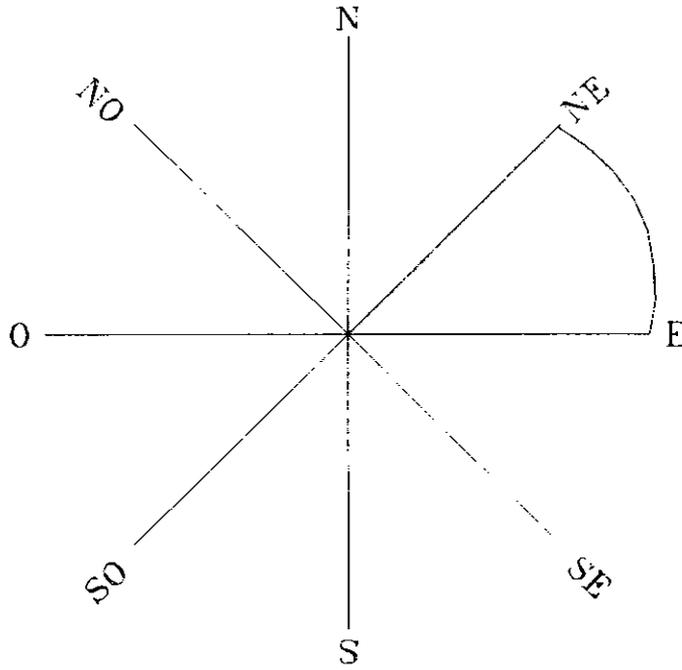
Fonte: PERH, Estudos de Base, I 1992

000030

FIGURA 6.2-c

DIREÇÃO PREDOMINANTE DO VENTO

ACARAÚ





6.3 - BALANÇO HÍDRICO

O balanço hídrico é fundamentado na aplicação do princípio da conservação de massa de água, para um determinado local ou área. A aplicação desse princípio permite evidenciar que a variação da quantidade de 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, esta, quantificação dos termos que figuram na questão do balanço hídrico apresenta, sérias limitações. Por essa razão, é comum o emprego de métodos empíricos que fornecem apenas estimativas desse balanço, principalmente porque utilizam pluviometrias médias mensais, sem considerar a distribuição das chuvas dentro de cada mês.

O método do balanço hídrico recomendado por Thornthwaite & Mather (1955) e largamente utilizado, quando se pretende obter estimativas climatológicas e não se dispõe dos dados que possibilitem estudos mais refinados.

O método admite que o solo funciona 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 aqui resumidas:

- o solo perde água para a atmosfera (evapotranspiração) segundo uma lei exponencial,
- toda a precipitação é usada para reabastecer o solo, até que esta atinja sua capacidade máxima de armazenamento,

Para a estação representativa da bacia, no caso Acaraú foi usada uma capacidade de armazenamento de 100 mm, por ser considerada representativa das condições naturais do solo e simultaneamente às características radiculares de boa parte das culturas exploradas na região (Quadro 6.3).

QUADRO 6.3 - BALANÇO HÍDRICO SEGUNDO THORNTHWAITTE E MATHER

Estação Acaraú					Lat (gg mm) -2 53				
					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	27,1	87,5	149	-62	0	0	88	0	62
Fev	27,0	169,0	131	38	38	38	131	0	0
Mar	26,6	315,6	141	175	100	62	141	113	0
Abr	26,4	296,1	131	165	100	0	131	165	0
Mai	26,4	181,5	134	48	100	0	134	48	0
Jun	26,4	57,0	130	-73	48	-21	109	0	21
Jul	26,4	18,9	134	-115	15	-47	52	0	82
Ago	27,0	3,9	143	-139	4	-35	15	0	128
Set	27,4	3,4	145	-142	1	-14	6	0	139
Out	27,4	1,5	151	-150	0	-5	3	0	149
Nov	27,5	6,6	147	-140	0	-2	7	0	140
Dez	27,5	26,5	152	-126	0	-1	27	0	126
Ano	26,9	1 167,5	1 688	-521	406	0	842	325	846



6.4 - CLASSIFICAÇÃO CLIMÁTICA

A classificação climática segundo Thornthwaite, além da precipitação e a temperatura, introduz a *evapotranspiração potencial como elemento determinante do clima, considerando a necessidade hídrica preestabelecida*

Para auxiliar na classificação dos tipos e subtipos climáticos são obtidos de forma indireta três parâmetros

- *índice de umidade* que corresponde ao excesso de água. É expresso pela percentagem do excedente, obtido no balanço hídrico, pela correspondente evapotranspiração

$$I_u = \frac{E_{xc}}{EVP} \times 100$$

- *índice de aridez* é a deficiência percentual da evapotranspiração potencial

$$I_a = \frac{D_{ef}}{EVP} \times 100$$

- *índice hídrico* é representado pelo excesso ou falta d'água ao longo das estações do ano

$$I_m = (I_u - 0,6 I_a)$$

Índice de Aridez	=	20,04%
Índice de Umidade	=	19,27%
Índice Hídrico	=	-10,80%

A bacia foi classificada como de clima úmido a subúmido com grande deficiência de água no verão e largo excesso no inverno, megatérmico e com vegetação durante o ano inteiro (Quadro 6.3)

QUADRO 6.4 - CLASSIFICAÇÃO CLIMÁTICA SEGUNDO THORNTHWAITTE

Estação	Índice de Aridez %	Índice de Umidade %	Índice Efetivo de Umidade ou Índice Hídrico	Classificação
Acaraú	20,04	19,27	-10,80	C ₂ S A' a'

C₂ - clima úmido a subúmido, com índice efetivo de umidade, ou índice hídrico, variando entre 20 a 0,

S - moderada deficiência de água no verão e moderado excesso no inverno,

A' - clima megatérmico - altas temperaturas durante todo o ano,

a' - subtipo climático com índice de eficiência térmica TE (evapotranspiração potencial concentrada no verão de 3 (três) meses < 48%) Quanto maior a percentagem menor o período vegetativo das culturas

6.5 - CARACTERIZAÇÃO PLUVIOMÉTRICA

6.5.1 - Aspectos Meteorológicos e Regime Pluviométrico

O regime de chuvas é regulado por três sistemas de tempo sinóticos as Frentes Frias, a Zona de Convergência Intertropical e os Vértices Ciclônicos, além de perturbações locais, a exemplo dos efeitos de ventos, convecção local, etc. A Zona de Convergência Intertropical é o sistema de tempo mais importante, uma vez que a sua influência ocorre sempre no período esperado de maior pluviosidade na região. O deslocamento da ZCIT (A Zona de Convergência Intertropical) está fortemente relacionado com a temperatura das águas do Oceano Atlântico.

Devido a sua proximidade com o litoral, a bacia tem um regime pluviométrico relativamente uniforme, o que pode ser constatado através do mapa de ISO-CV (Figura 6.5.1), onde observa-se que a região apresenta índices inferiores a 0,40, relativamente próximos à faixa 0,25, considerada o limite para o regime normal de chuvas.

Na bacia portanto, o regime de chuvas pode ser considerado aproximadamente normal, embora próximo a faixa limítrofe considerada ocorrência normal.

A bacia tem uma parte de sua área na zona litorânea úmida, com precipitações variando de 1 000 a 1 400 mm, tendo uma pluviometria média da ordem de 800 a 1 000 mm.

6.5.2 - Regime Pluviométrico

A bacia não dispõe de posto pluviométrico e fluviométrico com observações constituindo uma longa série de dados. O posto pluviométrico de Chaval, instalado pelo DNOCS em 1913, registra uma falha de observações de 32 anos contínuos, sendo por esse motivo descartado.

O PERH (Plano Estadual dos Recursos Hídricos) fundamentou todos os seus estudos relativos à bacia do rio Coreaú, no posto de Granja. Este dispõe da mais longa série de observações dentre aqueles postos selecionados para a bacia.

QUADRO 6.5.2 - CARACTERIZAÇÃO DO POSTO PLUVIOMÉTRICO SELECIONADO

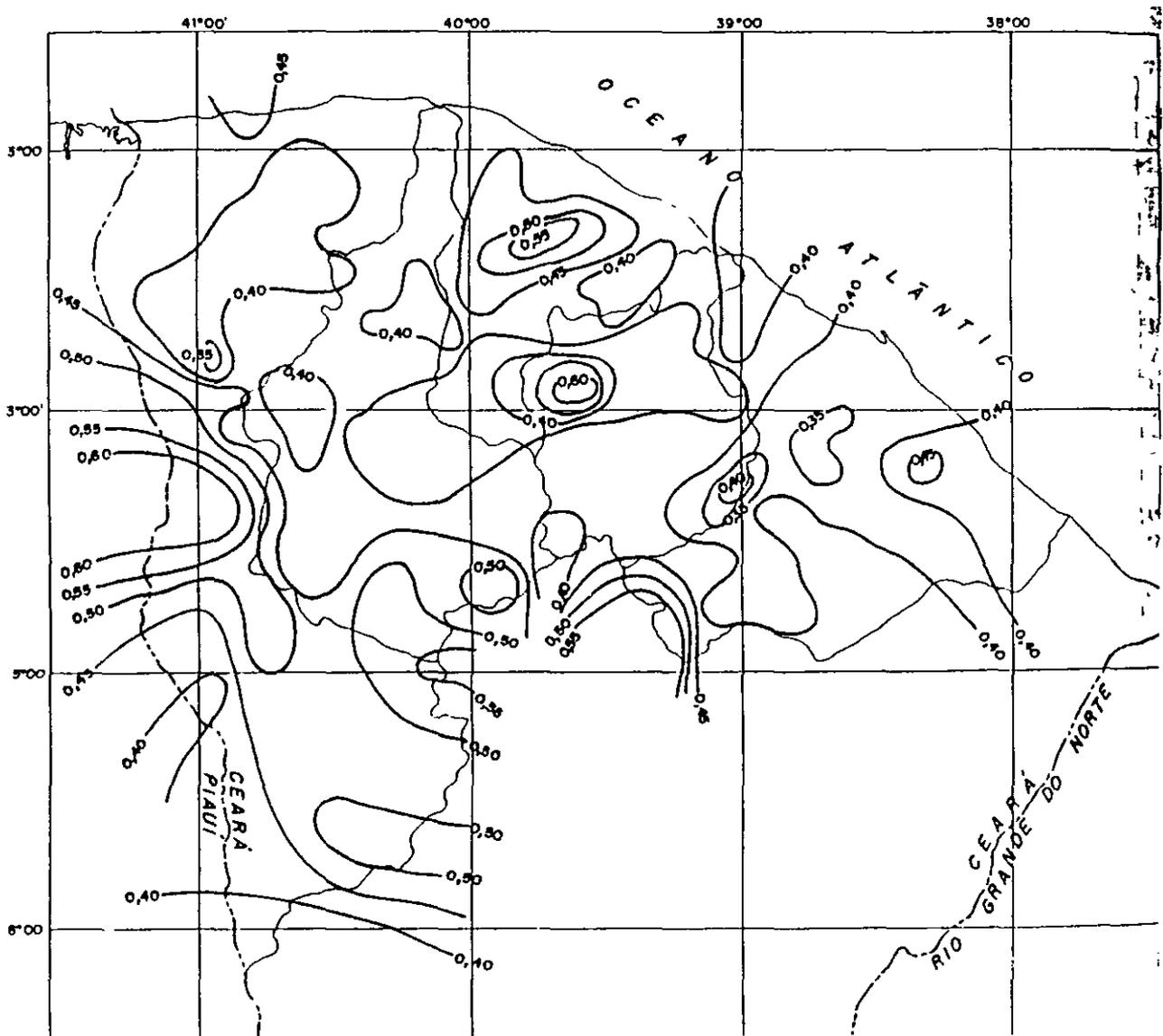
Nome do Posto	Código	Localização Geográfica	Pluviometria Anual (mm)	Área da Bacia (km ²)	Volume Precipitado (hm ³)
Granja	2768235	3° 07' 08" e 40° 49' 34"	1 179,4	1 851,4	2 187

O regime pluviométrico foi estudado a nível, anual, mensal e diário.

Realizou-se a análise de consistência dos dados, considerando a metodologia apropriada para os três tipos de série. Assim, os dados foram consistidos para o tratamento a nível anual, mensal e diário. Para todos estes tipos de tratamento foram realizados estudos de correção de dados, preenchimento de falhas e estudos de frequência.

O mês mais chuvoso é março com 27% da pluviometria, o bimestre mais chuvoso é março e abril, que

FIGURA 6.5.1 - MAPA ISO-CV's Anuais



Fonte: PERH, Estudos de Base I, 1992.



concentra 50% do total e o trimestre mais chuvoso, fevereiro março e abril, com 67% da precipitação anual. No primeiro semestre ocorre mais de 90% da pluviometria anual.

A pluviometria média anual é de 1 028,0 mm

A Figura 6.5.2 apresenta o hietograma do posto de Granja

6.5.3 - Análise de Frequência das Chuvas

6.5.3.1 - Análise de Frequência Anual (Quadro 6.4.3.1)

QUADRO 6.5.3.1 - PARÂMETROS CARACTERÍSTICOS ANUAIS

Posto	Média (mm)	Análise de Frequência P (X > X _p)									
		Períodos de Retorno / Frequência									
		1/1,00	2/0,500	5/0,200	10/0,100	20/0,050	50/0,020	80/0,013	90/0,011	98/0,010	99/0,010
Granja	1 071	443	504	538	640	688	1 001	1 372	1 610	2 110	2 313

6.5.3.2 - Análise de Frequência Mensal

A análise de frequência mensal de chuvas foi realizada utilizando a lei de distribuição de Pearson III, de forma idêntica à anual (Quadro 6.5.3.2)

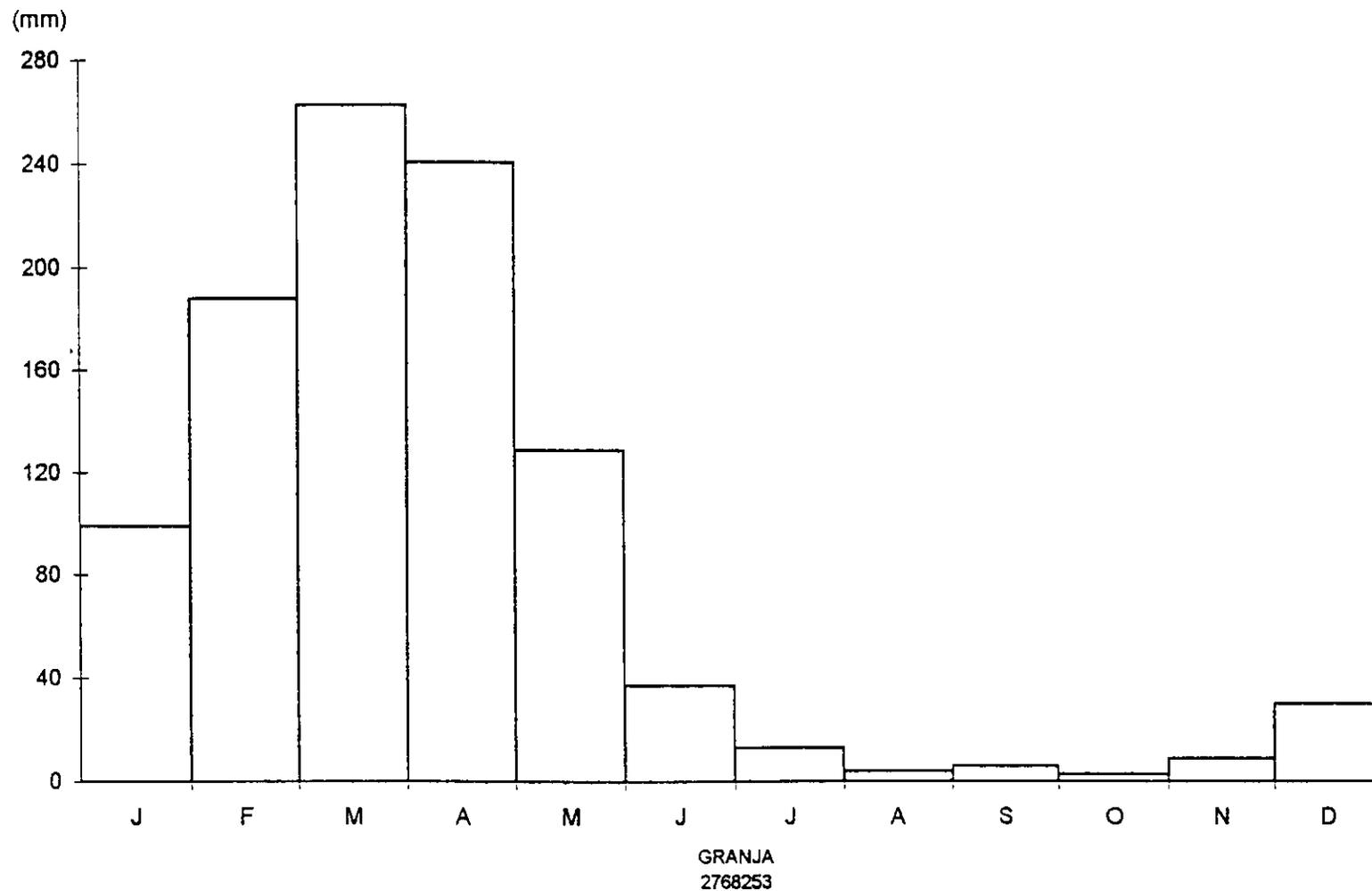
QUADRO 6.5.3.2 - ANÁLISE DA FREQUÊNCIA MENSAL

Mês	Média (mm)	Análise de Frequência P (X > X _p)									
		Períodos de Retorno / Frequência									
		5/0,200	10/0,100	15/0,067	20/0,050	25/0,040	30/0,033	40/0,025	50/0,020	75/0,013	100/0,010
Fevereiro	189,995	294,28	353,70	385,15	406,24	422,21	434,88	454,38	469,27	495,28	513,63
Março	263,709	365,86	425,51	457,19	478,48	494,61	507,42	527,16	542,24	568,63	587,26
Abril	241,288	333,34	391,32	422,05	442,69	458,32	470,72	489,83	504,42	529,94	547,95
Maior	129,823	204,09	269,91	307,42	333,56	353,85	370,25	396,00	416,06	451,94	477,86

6.5.3.3 - Análise de Frequência Diária

Em relação ao nível diário constatou-se que, em média, nos meses que compõem o trimestre mais úmido, a frequência de dias de chuva (com qualquer índice de precipitação) é normalmente elevada. Ela varia de valores mínimos, não muito frequentes, inferiores a 25%, até limites que chegam a superar 70%, com predominância em torno de 50%. Isto significa que o número esperado de dias de chuva vai de 8 a 9 dias, no mês úmido de menor índice, até cerca de 20 dias naquele mais chuvoso (Quadro 6.5.3.3)

FIGURA 6.5 2 - HIETOGRAMA DO POSTO DE GRANJA



GRANJA
2768253

FONTE. PERH, ESTUDOS DE BASE I, 1992

000057



**QUADRO 6.5.3.3 - ANÁLISE DE FREQUÊNCIA
ESTIMATIVA DA FREQUÊNCIA DE OCORRÊNCIA DE CHUVA**

Posto	Mês	Frequências de pelo Menos n Ocorrências de Chuva										Frequências Mensais		
		$n = 1$	$n = 2$	$n = 4$	$n = 8$	$n = 12$	$n = 15$	$n = 18$	$n = 20$	$n = 22$	$n = 25$	HDC	HID	f
2768235	Jan	98,3	96,6	88,1	54,2	17,0	11,9	5,1	3,4	3,4	0,0	490	1 829	26,8
	Fev	100,0	91,3	98,3	77,6	60,3	37,9	31,0	13,0	6,9	0,0	748	1 639	45,6
	Mar	100,0	100,0	100,0	94,9	83,1	69,5	54,2	39,0	27,1	8,5	1 017	1 829	55,6
	Abr	100,0	100,0	98,3	94,9	76,3	59,3	47,5	32,2	22,0	6,8	978	1 770	55,3
	Mai	100,0	96,6	91,5	66,1	35,6	22,0	11,9	3,4	3,4	1,7	601	1 829	32,9
	Jun	86,9	75,4	50,8	9,8	1,6	1,6	0,0	0,0	0,0	0,0	233	1 830	12,7
	Jul	50,8	37,3	11,9	3,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	88	1 829	4,8
	Ago	15,8	8,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	16	1 767	0,9
	Set	8,6	5,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8	1 740	0,5
	Out	10,2	5,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	9	1 829	0,5
	Nov	29,8	15,8	5,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	38	1 710	2,2
	Dez	53,5	39,7	22,4	6,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	103	1 798	5,7

FONTE PERH

Um segundo procedimento buscou avaliar qual a frequência de ocorrência de no mínimo n dias de chuva em cada mês, n variando de 1 a 25 dias, e finalmente procurou-se avaliar a distribuição frequencial das precipitações máximas diárias que comprovam a magnitude da intensidade desses eventos (Quadro 6 5 3 3-a)

**QUADRO 6.5.3.3-a - ANÁLISE DE FREQUÊNCIA DAS CHUVAS MÁXIMAS DIÁRIAS PARA
SÉRIES ANUAL E PARCIAL**

Posto	Código	Séries	Períodos de Retorno										
			5	10	15	20	25	30	40	50	75	100	
Granja	2768235	Anual	84,53	99,22	107,69	113,52	118,09	121,79	127,60	132,13	140,35	146,13	← H (mm)
		Parcial	85,33	97,77	105,60	111,32	115,90	119,69	125,77	130,62	134,52	146,12	

H - Precipitação diária para o período de retorno indicado

Fonte PERH



7 - ESTUDO DOS DEFLÚVIOS

A bacia não dispõe de nenhuma informação de descarga de seus rios, o que descarta por completo a possibilidade de se empregar qualquer método estatístico com base em séries históricas. Utilizaremos por transferência, nesse estudo, as vazões geradas no posto fluviométrico de Granja, bacia do rio Coreau.

O modelo de simulação hidrológica utilizado foi o MODHAC (Modelo Hidrológico Altocalibrável) que compreende a geração de séries históricas de deflúvios de longa duração para estações fluviométricas ou açudes de maior porte ($> 10 \text{ hm}^3$), e a definição de expressões de regionalização do deflúvio médio. O seu ajustamento depende da fidedignidade dos parâmetros utilizados na calibragem do modelo por serem representativos das características hidrofísicas da bacia.

O MODHAC, com intervalo de cômputo diário, tem como característica mais notável, segundo seus próprios autores, a "possibilidade de ter seus parâmetros ajustados automaticamente visando ajustar as vazões calculadas, as vazões observadas", (Figura 7.1 - Esquema do MODHAC).

O posto de Granja, na bacia do Coreau, possui a mais longa série contínua de observações fluviométricas dentre as bacias do Bloco 2 estudadas para o PERH - Plano Estadual de Recursos Hídricos (Figuras 7.2 a 7.6). O posto foi classificado como de qualidade comprovada, atestada em estudos hidrológicos específicos, sendo por esse motivo calibrada, seus dados ajustados e utilizados na obtenção de dados de deflúvio.

QUADRO 7 - SÍNTESE DA CALIBRAGEM DO POSTO FLUVIOMÉTRICO DE GRANJA

RSPX	RSSX	IMAX	IMIN	IPEC	ASP	ASS	CEVA	RSBX	ASB	Período de Calibragem		Qualidade Global da Calibragem
										Vol obs (mm)	Vol Calc (mm)	
205,5	209,6	18,67	6,15	0,7920	0,001	0,0043	0,8454	-	-	2424	2425	Bom

Os parâmetros de ajustamento aplicados aos dados observados em Granja, produziram resultado superior ao da própria calibragem (Figura 7.7).

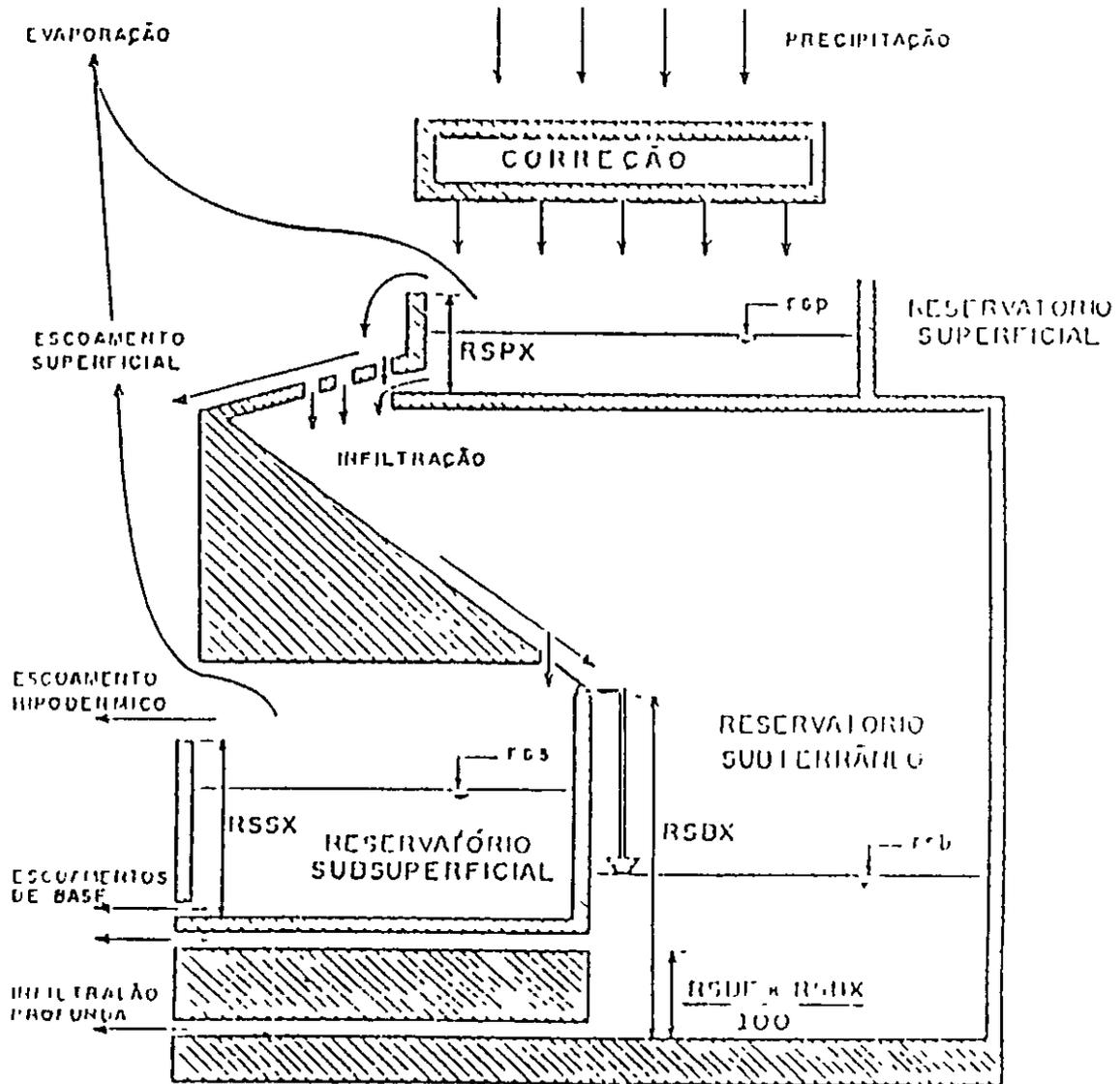
RSPX - capacidade máxima do reservatório superficial, sendo função desta o retardo na resposta do escoamento superficial à ocorrência de chuva, representa todas as retenções, inclusive a açudagem difusa,

RSSX - capacidade máxima do reservatório subsuperficial. Em consequência de estar relacionada com a retenção na zona de atividade radicular dos vegetais, atua sobre as perdas por evapotranspiração e alimentação do escoamento em curtos períodos de estiagem,

RSBX - capacidade máxima do reservatório subterrâneo. Tomado como nulo no caso de bacias da região semi-árida do Nordeste do Brasil (Formação Cristalina), valores elevados encontram-se nas bacias sedimentares,

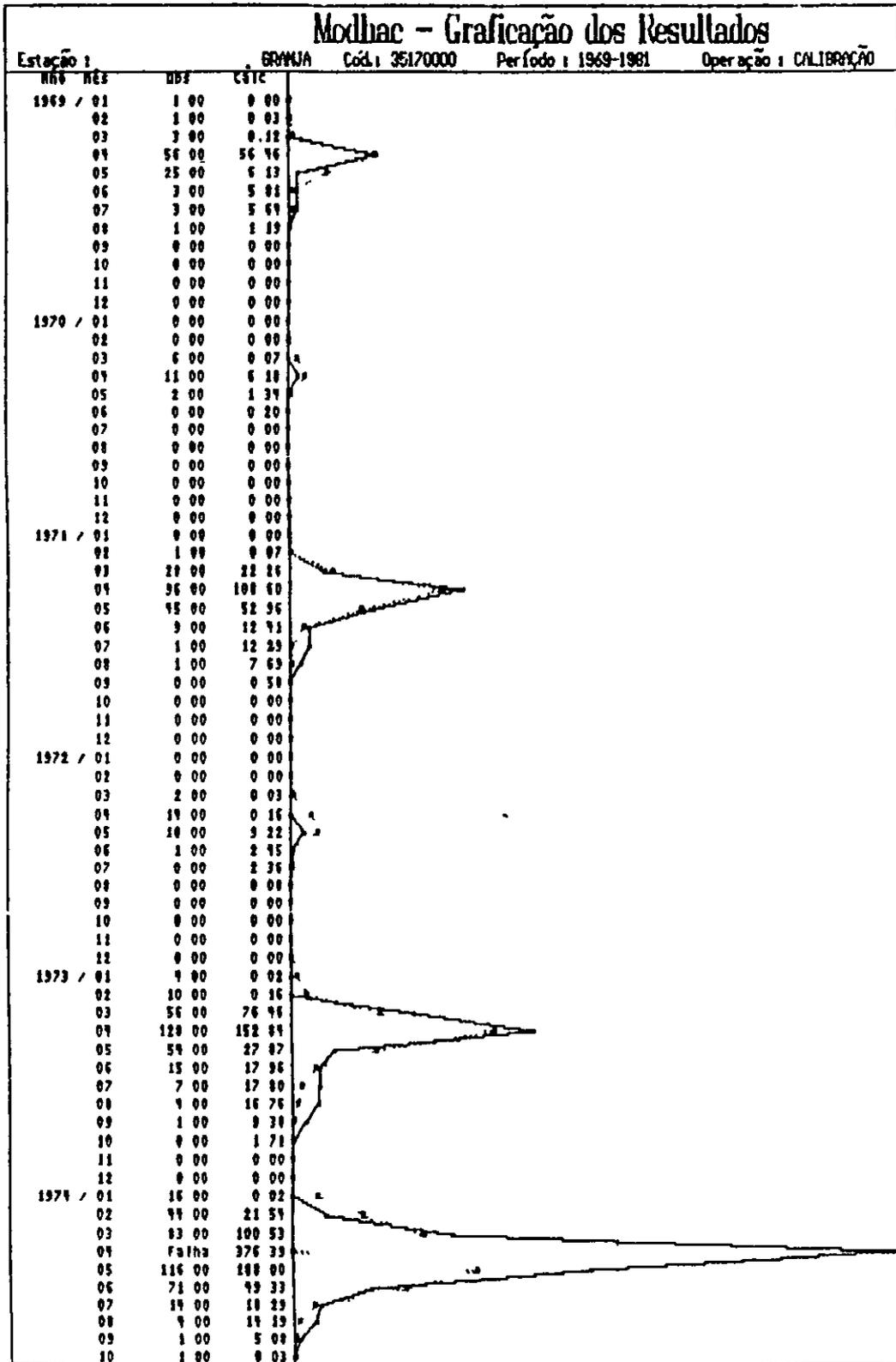
IMIN - infiltração mínima. É utilizado fundamentalmente para trasladar os escoamentos no tempo, e seu efeito é semelhante ao parâmetro RSPX,

FIGURA 7.1 - ESQUEMA DO MODHAC



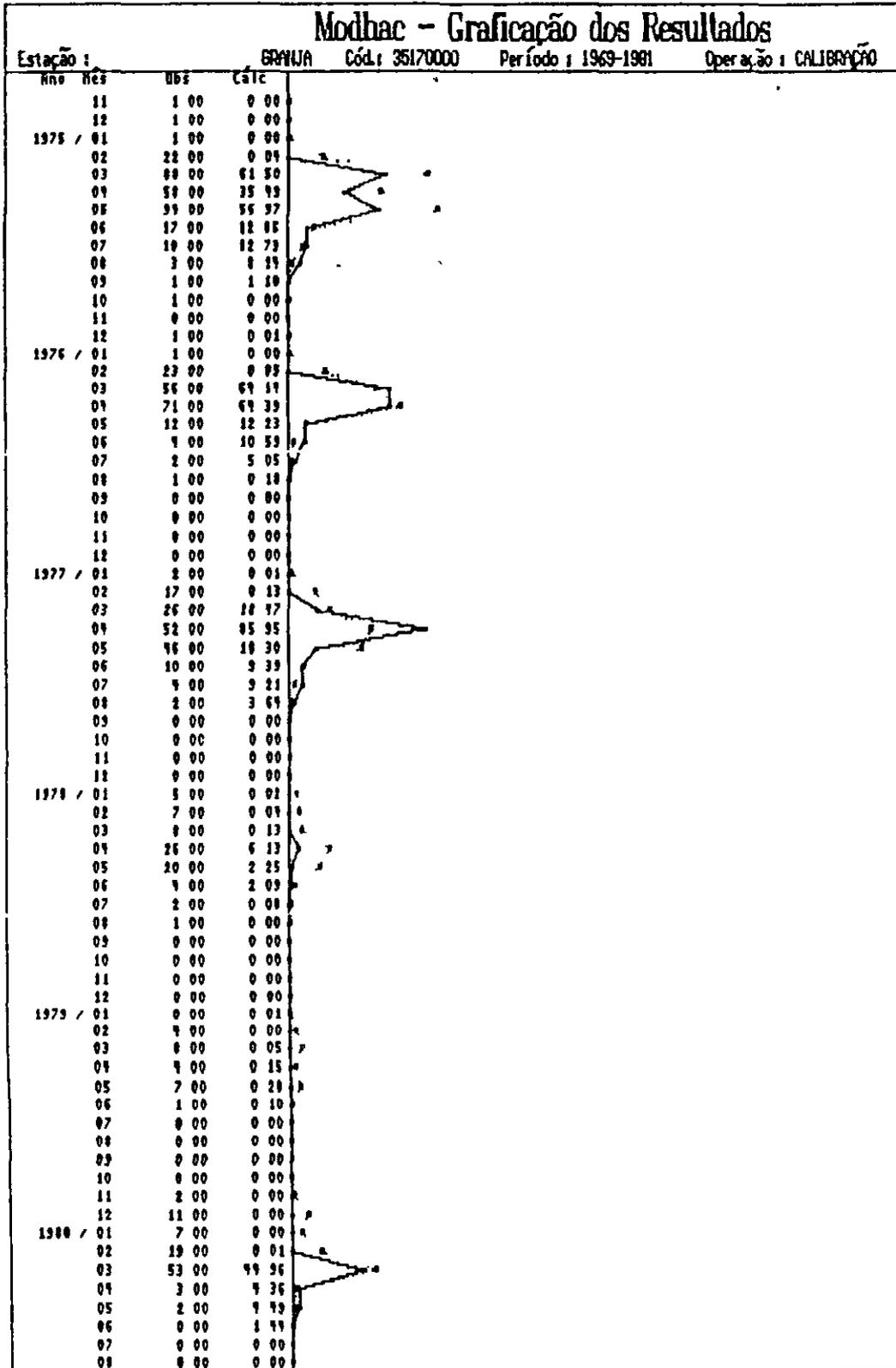
Fonte: PERH, Estudos de Base I, 1992.

FIGURA 7.2 - ESTUDO DOS DEFLÚVIOS AJUSTAMENTOS DO MODHAC
PERÍODO: 1969-1981



Forte: PERH, Estudos de Base I, 1992

FIGURA 7.3 - ESTUDO DOS DEFLÚVIOS AJUSTAMENTOS DO MODHAC
PERÍODO: 1969-1981



Fonte: PERH, Estudos de Base I, 1992

FIGURA 7 4 - ESTUDO DOS DEFLÚVIOS AJUSTAMENTOS DO MODHAC
PERÍODO: 1969-1981

Modhac - Graficação dos Resultados			
Estação :		BRANJA	Cód.: 35170000
		Período : 1969-1981	Operação : CALIBRAÇÃO
Ano	Mês	Obs	Estic
	09	0 00	0 00
	10	0 00	0 00
	11	0 00	0 00
	12	0 00	0 00
1966	01	0 00	0 00
	02	0 00	0 01
	03	35 00	51 57
	04	23 00	39 66
	05	9 90	1 99
	06	0 00	2 86
	07	0 00	0 00
	08	0 00	0 00
	09	0 00	0 00
	10	0 00	-0 00
	11	0 00	0 00
	12	0 00	0 00

Fonte: PERH, Estudos de Base I, 1992

FIGURA 7.5 - ESTUDO DOS DEFLÚVIOS AJUSTAMENTOS DO MODHAC
PERÍODO: 1978-1988

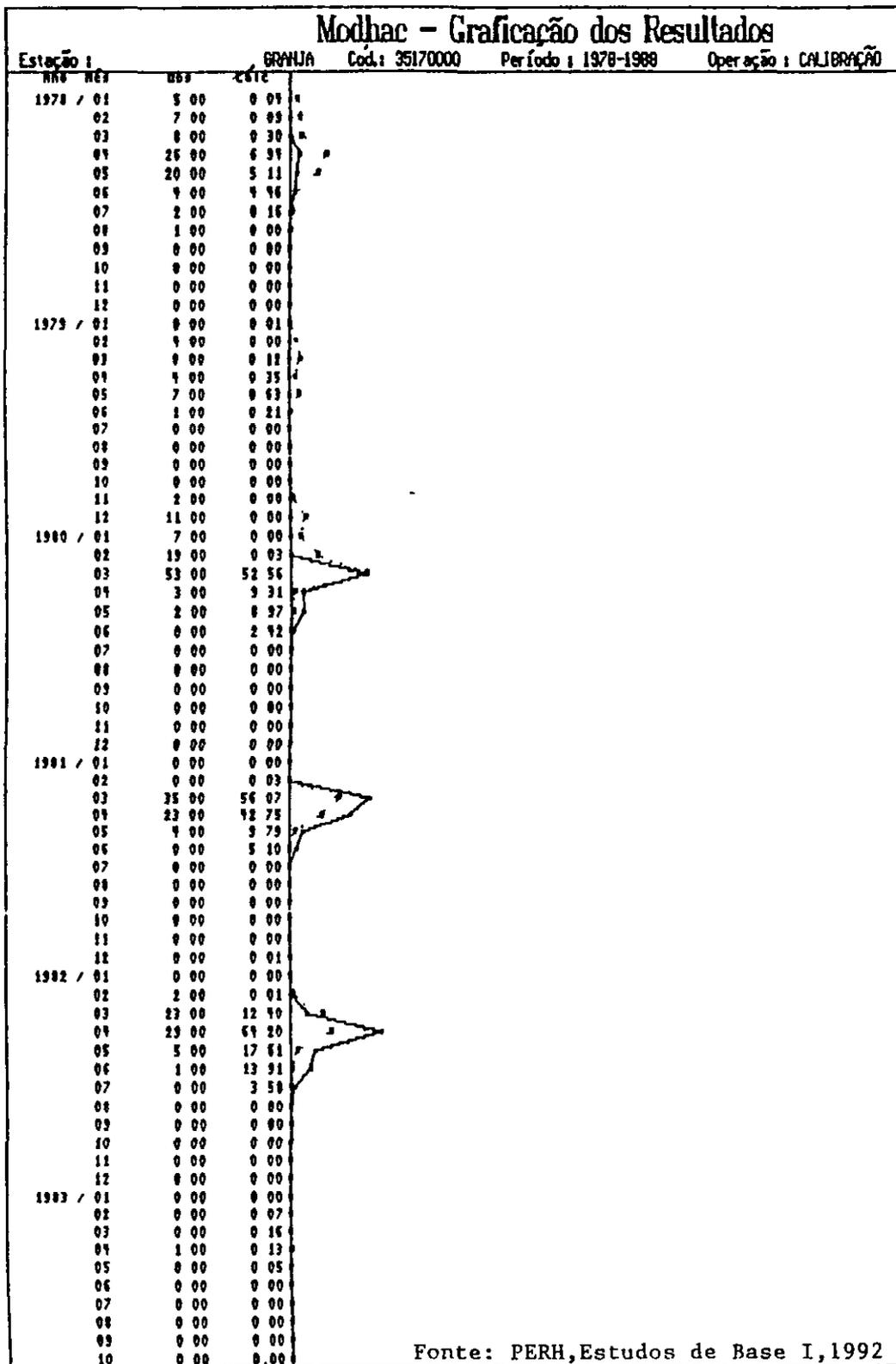


FIGURA 7 6 - ESTUDO DOS DEFLÚVIOS AJUSTAMENTOS DO MODHAC
PERÍODO: 1978-1988

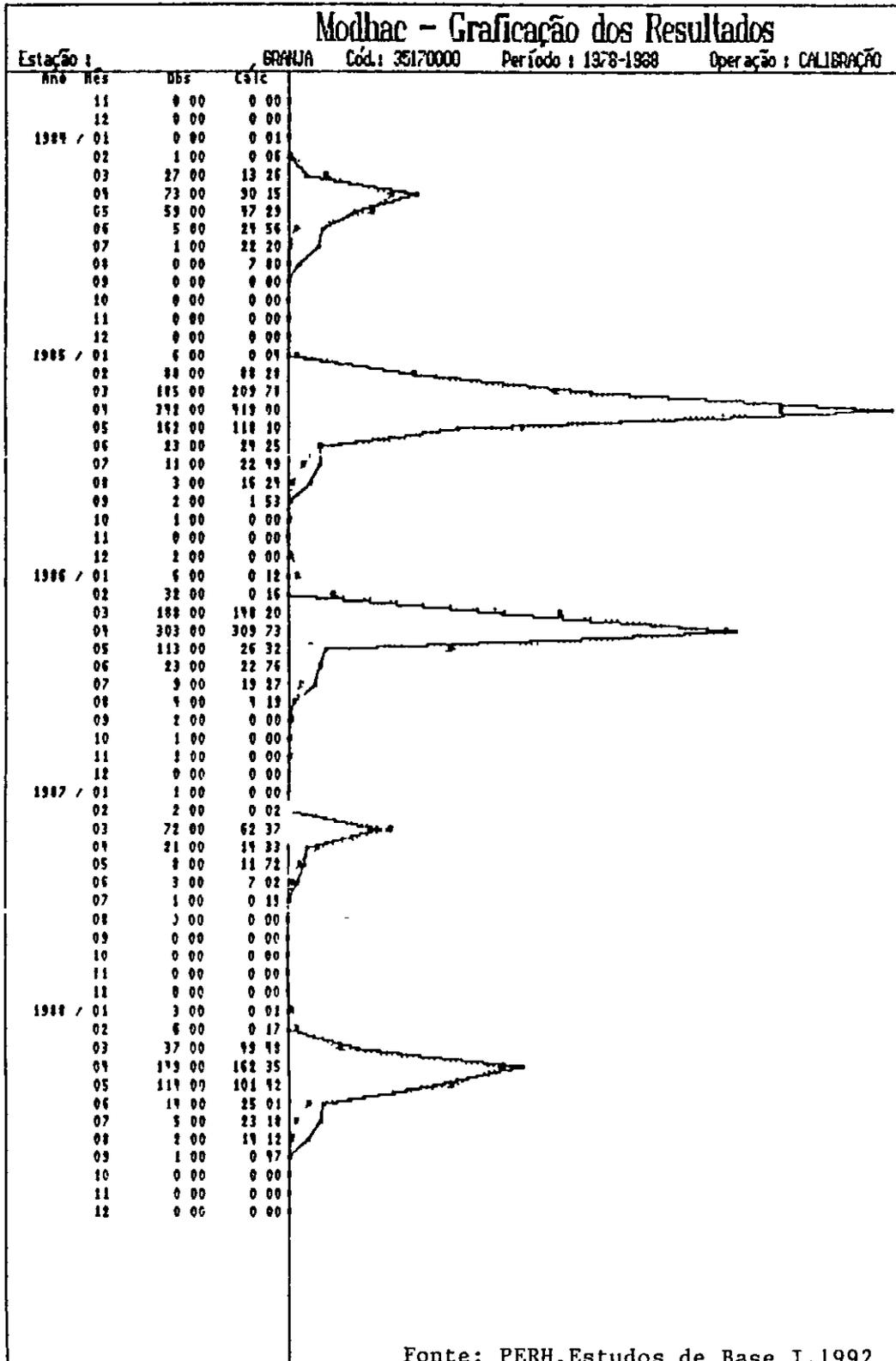
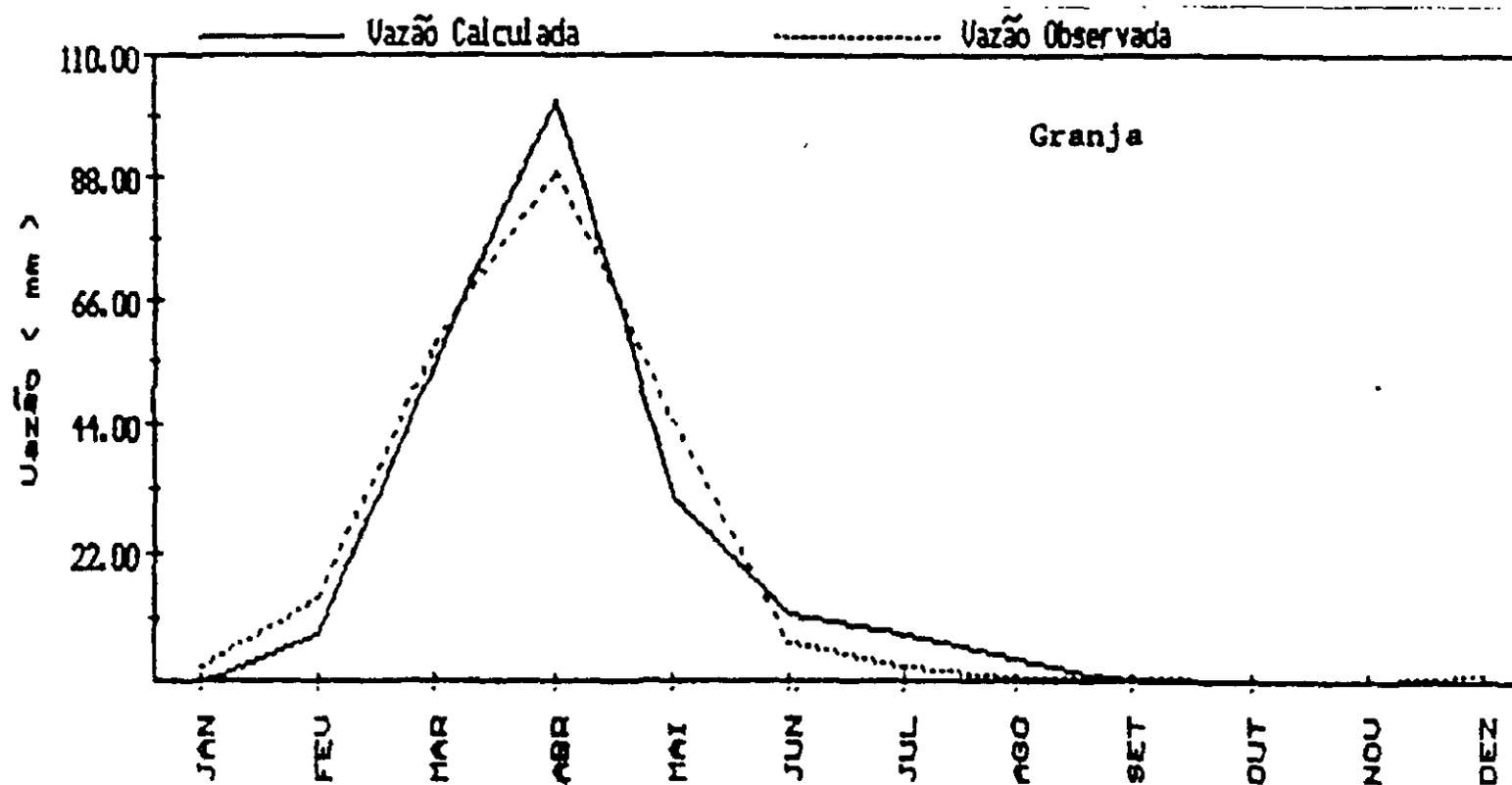


FIGURA 7.7 - VAZÃO CALCULADA x VAZÃO OBSERVADA

POSTO GRANJA



Fonte: PERH, Estudos de Base I, 1992



IMAX - permeabilidade do solo Seu valor é proporcional à permeabilidade e, em função da heterogeneidade dos solos que compõem a área drenada e das chuvas que ocorrem, esse parâmetro poderá perder o efeito na calibração,

IDEC - coeficiente de infiltração Influencia a inter-relação entre os parâmetros IMIN e IMAX,

ASB - expoente da lei de esvaziamento do reservatório subterrâneo Entra na calibração apenas no caso de RSBX diferente de zero,

CEVA - parâmetro da lei de evapotranspiração do solo, variando entre 0 e 1, sua elevação determina maiores perdas por evapotranspiração,

ASP - expoente da lei de esvaziamento do reservatório superficial,

ASS - expoente da lei de esvaziamento do reservatório subsuperficial

7.1 - CONCLUSÕES

7.1.1 - Deflúvio

Segundo o procedimento acima especificado foram obtidos duas informações de deflúvio para o posto de Granja (248 mm e 230,2 mm), correspondentes aos dois períodos de observação considerados. O resultado da série mais longa de observações produziu deflúvio 8% superior à aquele produzido pela série de 11 anos (Quadro 7.1)

QUADRO 7.1 - SÍNTESE DOS PARÂMETROS MÉDIOS PARA O POSTO FLUVIOMÉTRICO DE GRANJA

Série	Parâmetros Médios das Séries			Parâmetros Médios da Série 1974 e 1985		
	Pluviometria (mm)	Defluvio (mm)	Coefficiente de Escoamento (%)	Pluviometria (mm)	Defluvio (mm)	Coefficiente de Escoamento (%)
1912-88	1 179,4	248,5	21,1	1 151,8	230,2	20,0

FONTE: PERH

• Características Gerais da Bacia do Timonha no Boqueirão Itaúna

- Área da Bacia Hidrográfica - 771,3 km²
- Comprimento do Talvegue - 71,75 km
- Perímetro da Bacia - 139,5 km
- $K_c = 1,417$ (Coeficiente de Compacidade)
- $K_f = 0,15$ (Fator de Forma)



Cálculo dos Coeficientes de Compacidade e Fator de Forma

$$K_c = \frac{P}{2\pi r}$$

$$A = \pi \times r^2$$

$$r = \sqrt{\frac{A}{\pi}} = \sqrt{\frac{771,3}{\pi}}$$

$$r = 15,669 \text{ km}$$

$$K_c = \frac{139,5}{2\pi \times 15,669}$$

$$K_c = 1,417$$

$$K_f = \frac{\bar{L}}{L}$$

$$\bar{L} = \text{Largura Média}$$

$$\bar{L} = \frac{A}{L}$$

$$K_f = \frac{A}{L^2} = \frac{771,3}{(71,75)^2}$$

$$K_f = 0,15$$

7.1.2 - Volume Afluyente Anual

Foi obtido, com a aplicação da média dos deflúvios das duas séries de deflúvios estudadas para o posto de Granja, mostradas no item anterior

$$V_a = A \times H$$

Onde A = área da bacia hidrográfica

H = altura do escoamento

$$A = 77,3 \text{ km}^2$$

$$H = 239,35 \text{ mm}$$

$$V_a = 184 \ 610 \ 655 \text{ m}^3$$



8 - ESTIMATIVA DAS DISPONIBILIDADES D'ÁGUA



8.1 - CADASTRO HÍDRICO

Foi obtido com o auxílio do mapeamento hídrico realizado pela FUNCEME em 1989, sob o título Monitoramento dos Espelhos D'água dos Açudes do Ceará Através do PERH - Plano Estadual dos Recursos Hídricos, foram obtidos os volumes correspondentes aos espelhos d'água dos açudes cadastrados. Este estudo não contemplou a transformação dos espelhos d'água das lagoas em volume. Por esse motivo, foi estabelecido o critério que segue para a obtenção desses volumes (Quadro 8.1)

Não sendo possível realizar medições de alturas nas lagoas da bacia e neste caso aplicar a equação para estimativa de volume baseado na forma da figura representativa das lagoas (tronco de cone), representada pela fórmula

$$V_h = \left(\frac{1}{3}\right)h \times (A_o + A_m) + \sqrt{A_o \times A_m}$$

Onde

h = profundidade da lagoa,

A_o = área da superfície do fundo da lagoa,

A_m = área da superfície da lagoa em sua altura máxima,

e baseado em informações locais sobre a periodicidade das lagoas, utilizou-se a altura da evaporação do tanque classe A, como parâmetro para obtenção da altura média das lagoas e consequentemente seu volume correspondente

Para as lagoas com área de espelho d'água até 5,0 ha foi admitido uma altura média equivalente a 5% menor que a altura da evaporação, 2,306 m. As lagoas cujos espelhos d'água estão compreendidos entre 5,0 ha e 10,0 ha foi aceita a altura média da evaporação, ou seja, 2,42 m. As lagoas com espelhos d'água entre 10,0 ha e 15,0 ha admitiu-se a altura de 10% a mais que a evaporação (2,66 m), entre 15,0 ha e 20,0 ha, a altura foi tomada como sendo igual a altura média da evaporação + 20%, (2,90 m)

QUADRO 8.1 - CADASTRO HÍDRICO

Açude / Lagoas	Rio ou Riacho Barrado	Bacia Hidráulica (ha)	Volume Acumulado (m ³)
Açude Chaval	-	12,0	227 800
Açude Cafagé	Riacho Pilão da Pedra	12,0	225 300
Açude Molhada da Areia	Riacho Veado Grande	5,0	86 000
Açude Boqueirão	Riacho Cajueiro	7,0	124 500
Açude Pedra	-	9,0	179 900
Açude Canto Grande	-	17,0	354 300
Açude Cachoeira	-	23,0	426.200
Lagoa do Mato	-	7,0	169 400
Lagoa do Mocambo	-	5,0	115 000
Lagoa do Mocambo	-	6,0	145 200
Lagoa do Camelo	-	5,0	115 000
Lagoa dos Porcos	-	7,0	169 400
Lagoa das Penas	-	10,0	241 000

Fonte: PERH



Obteve-se assim o volume d'água acumulado na bacia pelos açude e lagoas, num total de 3 895 500 m³. Estes reservatórios, por conta de seu pequeno valor individual e total de acumulação, não têm representatividade e dispõem de pouco ou nenhum volume regularizável, sendo que a grande maioria têm reserva hídrica apenas o suficiente para atravessar o verão dos anos de invernos normais.

8.1.1 - Estimativa do Potencial de Armazenagem e Regularização do Açude Itaúna a ser Construído no Boqueirão Itaúna

O açude Itaúna no boqueirão do Itaúna tem 771,3 km² de bacia hidrográfica, e representa 41,66% da área total da bacia. Oferece a potencialidade abaixo discriminada, com as limitações impostas pelas condições topográficas locais oferecidas pelo boqueirão barrável.

Escoamento - 239,35 mm

Volume Afluente - 184 610 655 m³

Volume Armazenável - 369 221 310 m³

O volume regularizável foi obtido, através dos estudos realizados pelo Eng.º Hypérides Macedo para os açudes do DNOCS, onde são conhecidos os valores de Volume Afluente e Volume Armazenado x Volume Regularizado, quando foi obtida a seguinte relação:

$$VR = 0,25 \cdot VA \text{ ou}$$

$$VR = 0,50 \cdot Va$$

onde

VR = Volume Regularizável

VA = Volume Armazenado

Va = Volume Afluente

$$VR = 92 305 327 \text{ m}^3$$

Adotando a estimativa mais pessimista, que ainda hoje é recomendada pelo Banco Mundial, onde o volume regularizável representa 1/3 do volume afluente da bacia, este valor se reduz para VR = 61 536 885 m³.



9 - ESTUDO DA VEGETAÇÃO



UNIDADES FITOECOLÓGICAS

Tendo em vista que este estudo, se destina ao aproveitamento múltiplo dos recursos naturais da bacia que compreende também um capítulo denominado "Implicações Ambientais", o estudo da vegetação foi realizado segundo, a classificação fitoecológica de 1994 para o Projeto Árdas - Tema Recursos Naturais e Meio Ambiente

Na bacia são encontrados as unidades fitoecológicas denominadas Floresta Perenifólia Paludosa Marítima (Mangues), Complexo Vegetacional da Zona Litorânea, Floresta Mista Dicótilo Palmácea (Mata Ciliar), Floresta Subcaducifólia Tropical (Matas Secas) e Floresta Caducifólia Espinhosa (Caatinga Arbórea) (Figura 9)

• Floresta Perenifólia Paludosa Marítima (Mangue)

Ocupa as zonas de marés e acompanhando as margens dos rios até alguns quilômetros da costa. Se caracteriza por apresentar uma espessa vegetação arbustiva ou arbórea constantemente verde e grande desenvolvimento superficial do sistema radicular

• Complexo Vegetacional da Zona Litorânea

– Vegetação Pioneira Psamófila

Associação de vegetais composta por espécies pioneiras que vão colonizando as superfícies arenosas das dunas e paleodunas, permitindo posteriormente através do aporte de matéria orgânica no solo, que espécies arbustivas e arbóreas passem a recobrir as áreas de maior estabilidade geomorfológica

– Floresta à Retaguarda das Dunas

Em ambiente onde a textura dos solos é de excelente qualidade, protegida contra a abrasão eólica proporcionada pelas dunas se desenvolve este ambiente típico de vegetação florestal

– Vegetação dos Tabuleiros Litorâneos

Com maior diversificação vegetacional e florística, são encontrados três tipos de mata: Mata de Tabuleiro, o Cerrado e a Caatinga

• Floresta Mista Dicótilo Palmácea (Mata Ciliar)

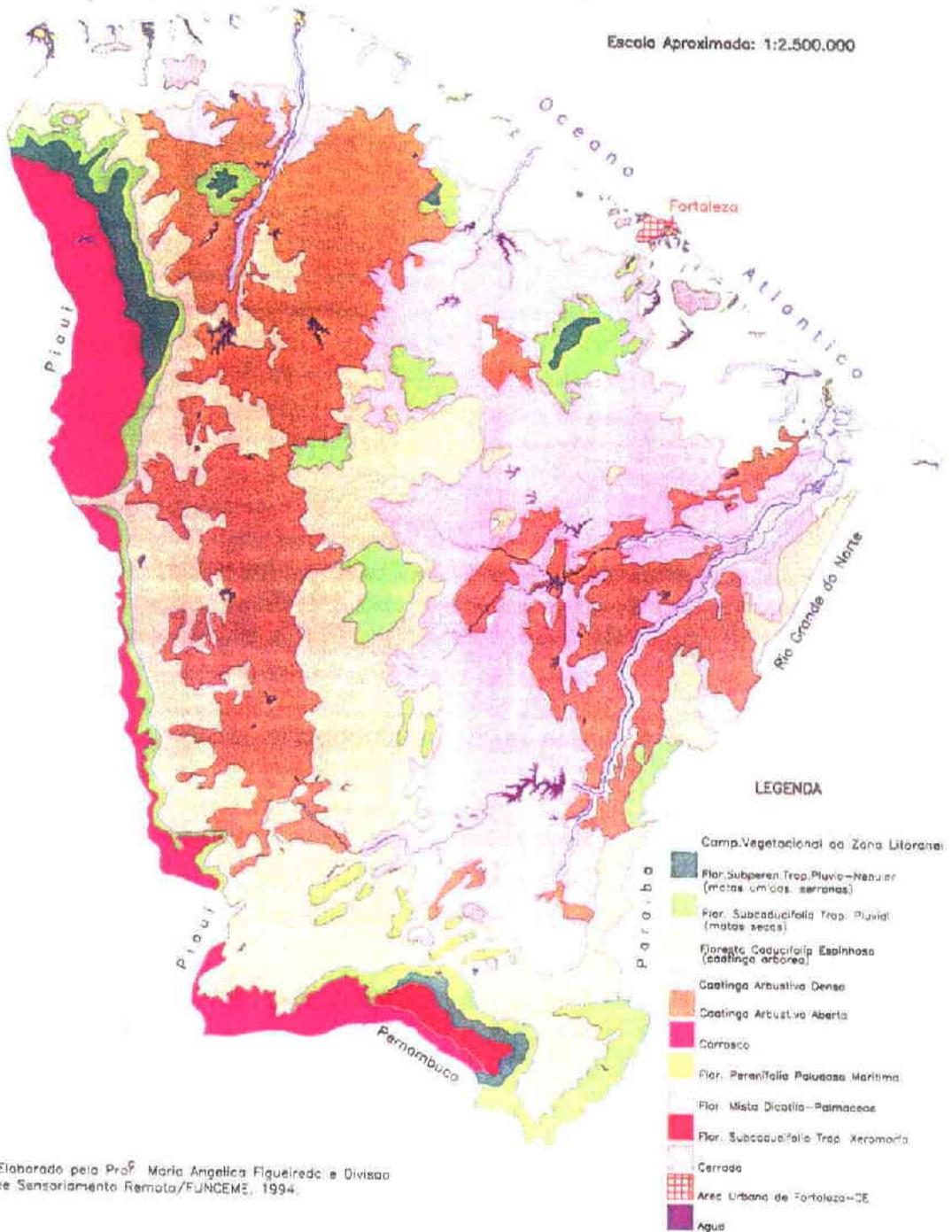
Observada nas regiões baixas dos cursos dos rios, já com pouca declividade, solos muitas vezes halomórficos e drenagem imperfeita. São as planícies aluviais, onde a carnauba encontra o seu habitat preferencial, sempre em associação com o mulungu, o juazeiro, a oiticica, etc

• Floresta Subcaducifólia Tropical Pluvial (Matas Secas)

Ocupa os níveis superiores dos relevos cristalinos à retaguarda da mata úmida. É a chamada mata seca. Esta floresta recobre, ainda, relevos cristalinos mais baixos, chamados localmente de serrotes e

FIGURA 9
VEGETAÇÃO

Escala Aproximada: 1:2.500.000



Elaborado pela Prof. Maria Angélica Figueiredo e Divisão de Sensoriamento Remoto/FUNCEME, 1994.

000050

00056



as vertentes de níveis tabulares, menos favorecidos pelas chuvas. Encontram-se indivíduos da mata úmida e da caatinga arbórea, cuja faixa de amplitude ecológica permite viver neste ambiente.

- **Floresta Caducifolia Espinhosa (Caatinga Arbórea)**

Apresenta-se com fisionomia e florística variadas. A caatinga arborea é representada por indivíduos que ostentam um maior porte, a espessura dos caules é maior e a densidade dos indivíduos é menor do que nas caatingas arbustiva e subarbustiva.



10 - MEIO GEOLÓGICO - HIDROGEOLÓGICO



10 1 - GEOLOGIA REGIONAL DA BACIA

As primeiras referências à geologia regional da área enfocada deve-se a Small (1914), quando surgiu o termo "Série Serra Grande" para os arenitos, conglomerados e calcários de Ubajara. Vários pesquisadores, posteriormente, trabalharam nesta região, tais como Williams (1926), Oliveira & Leonardos (1943) - quando surgiu pela primeira vez o termo "Série Jaibaras"- Plumer et al (1949), Blankennagel (1952) e Kegel (1965) - que subdividiu o embasamento cristalino do noroeste do Ceará em três blocos orogênicos (Coreaú, Santa Quitéria e Acarau). Em 1973, a Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM realizou o mapeamento geológico na escala 1:100 000 de uma área de 31 000 km², sob a denominação de Projeto Jaibaras, que engloba inteiramente a Bacia Hidrográfica do Rio Timonha.

Regionalmente, os litótipos do Pré-Cambriano predominam espacialmente e, neste trabalho, mantém-se a denominação utilizado no Projeto Jaibaras (Costa et al, 1973), que o subdividiu em A, B e C.

• Pré-Cambriano

O Pré-Cambriano C corresponde a porção norte do "Corpo Orogênico do Coreaú", constituído de gnaisses, micaxistos, filitos, calcários e quartzitos, que sofreram uma grande deformação ductil. Corresponde a porção do embasamento cristalino situada entre a zona de cisalhamento de Jaguarapi (sul da bacia do rio Timonha) e a costa atlântica, litologicamente composta por migmatitos homogêneos, granitóides metassomáticos e, secundariamente, quartzitos impuros, em parte ferríferos, e cataclastos.

Os migmatitos homogêneos (P_{xg}) dominam espacialmente e, eventualmente, são substituídos por tipos litológicos classificados como migmatitos heterogêneos. Os homogêneos são essencialmente gnaisses (hornblenda-granada-biotita gnaiss) de granulação grosseira, de aspecto granitóide com bandamento irregular e uma xistosidade remanescente, além de piroxênio-granulito. Na área do vale do rio Timonha, este litótipo pode ser observado com propriedades de gnaiss granitóide, ou gnaiss granitizado. Os heterogêneos foram classificados como diadistitos, epibolitos e agamatitos, onde, frequentemente, as finas bandas félicas exibem estruturas migmatíticas, a exemplo de dobras ptigmáticas, no conjunto, correspondem a mesma composição mineralógica dos termos homogêneos.

No âmbito regional desta unidade, ainda ocorrem ortoconglomerados e arenitos do Grupo Jaibaras e quartzitos ferríferos altamente cataclastados, sob a forma de estreitas lentes (800 a 1 000 metros de largura) que podem atingir até 10 km de comprimento e que, localmente, apresentam intercalações de hematita compacta e itabirito quartzoso. O granitóide Chaval (PSYc) ocorre conspicuamente na região de Chaval, representado petrograficamente por um granito porfiróide grosseiro, mesocrático, com cristais de feldspato cinza distribuídos aleatoriamente na matriz constituída de biotita, quartzo e feldspatos.

Ao longo das zonas de cisalhamento, comuns na região da Bacia do Rio Timonha, ocorrem os cataclastos, oriundos das modificações impostas pela tectônica rúptil, que evoluem para milonitos e ultramilonitos nas faixas que sofrem maior esforço. Localmente pode-se, algumas vezes, notar a



coloração esverdeada do tipo litológico, imposta pela ocorrência de intensa epidotização e cloritização que ocorre ao longo das zonas de cisalhamento

O Pré-Cambriano C caracteriza-se por uma extrema pobreza de feições ducteis. A tectônica ruptil é mais constante, e os grandes falhamentos transcorrentes orientados segundo NE-SW adquirem maior importância estruturalmente. Acompanhando tais zonas, existe uma intensa milonitização com 01 a 02 km de largura e, em alguns casos, alcançando 05 km transversalmente. A mais extensa destas estruturas é denominada de zona de cisalhamento de Granja, e ocorre a oeste de Petimbu (zona central da bacia do rio Timonha)

A zona de cisalhamento de Jaguarapí, sul da área, e falhamentos menores associados, representa também a ocorrência da tectônica ruptil observada na região. Estas feições são responsáveis pelo contato entre unidades litológicas distintas no âmbito do Pré-Cambriano

O Pré-Cambriano B ocupa toda a faixa ao sul da falha Itacolomy - Tucunduba, com exceção dos xistos, calcários e filitos a noroeste de Massapê, atribuídos ao Pré-Cambriano A. Corresponde, de outra forma, a porção sul do "Corpo Orogênico do Coreau". Litologicamente, é representado por uma variada e complexa associação de parametamorfitos, incluindo fácies granitóides sin e pós-cinemáticas. Existem migmatitos heterogêneos, embrechitos, anatexitos e tipos calcissilicáticas PI(B), quartzitos feldspatizados e muscovíticos, xistos e calcários, sienitos e granitos e o "stock" granítico pós-orogênico

No âmbito do Pré-Cambriano B prevalece um estilo tectônico essencialmente ductil, secundado por grandes falhamentos orientados segundo NE-SW, grosseiramente paralelos ao lineamento Sobral-Pedro II

O Pré-Cambriano A ocorre no bloco limitado pela zona de cisalhamento de Jaguarapí e pela linha de falha Itacolomy-Tucunduba, respectivamente a norte e sul, e a região serrana compreendida entre General Tiburcio (extremo sul da Bacia do Rio Timonha) e o flanco noroeste da serra de Ubatuba. A seqüência litológica desta unidade compreende, em termos gerais, filitos e xistos de baixo grau metamórfico, quartzitos, calcário "cristalino" e termo-metamorfitos, e caracteriza-se pela ausência de evidências de feldspatização ou migmatização (Grupo Martinópolis - Pmc, Pmst e Pmsj)

A seqüência de quartzitos que ocupa a posição basal da Unidade A é monótona sob o ponto de vista petrográfico. No geral são litótipos puros, esbranquiçados, que preservam em determinados pontos as feições primárias da estratificação paralela. Na parte média e no topo da seqüência é comum a ocorrência de quartzitos muscovíticos. A seqüência superior da Unidade A é caracterizada por uma individualização litológica, estrutural e estratigráfica, sendo constituída por uma seqüência contínua de xistos, de baixo grau metamórfico, e filitos, com intercalações eventuais de níveis quartzosos. Dispõe-se concordantemente sobre os quartzitos basais desta Unidade

Petrograficamente, os tipos mais comuns são representados por filitos, clorita-sericita-xistos, sericita-talco-xistos e muscovita-xistos (Pmst, Pmsj). Ao sul de Ibuguaçu, os filitos e xistos apresentam um fino bandamento composicional, resultante da alternância de leitos pelíticos e psamíticos, podendo receber a denominação de quartzo-filito e quartzo-xisto



A leste do meridiano de 41° W, a Unidade A possui um arranjo estrutural bem diferente daquele que prevalece na região serrana dos flancos da Ibiapaba. A seqüência quartzítica basal sobrepõe-se aos migmatitos da Unidade C por discordância angular ou, a exemplo do que ocorre ao longo da Falha de Ibuguaçu, o contato é tectônico. Existe, ainda, uma série de dobramentos com eixos orientados segundo 50 a 60° Az, infletindo-se para sudoeste e sul, passando a orientar-se segundo 20 a 30° Az já nos flancos da Ibiapaba. Os quartzitos exibem dobramentos normais em uma seqüência de sinclinais e anticlinais assimétricas, abertas, mergulhos moderados e caimento dos eixos para sudoeste e nordeste.

Ao sul de General Tiburcio (sul da Bacia do Rio Timonha), existe uma modificação no caráter ductil, passando a existir dobras com flancos sub-verticais e conspícua clivagem de cisalhamento paralela aos planos axiais, resultantes dos esforços de compressão e cisalhamento. Os xistos e filitos possuem um comportamento diferente, em função da maior plasticidade e menor competência, sendo comum se observar dobramentos inversos.

Inúmeras falhas de cisalhamento com direção geral NE-SW, além da falha inversa de Itacolomy, seccionam a Unidade A em blocos alongados e paralelos, associados a zonas de cisalhamento, e representam o elemento estrutural de maior destaque na área.

Do ponto de vista evolutivo, este arcabouço estrutural pode ser resultante de duas fases tectônicas distintas. A primeira, dúctil, propiciou o dobramento de toda a seqüência pelítica, e, a segunda, gerada pela tectônica rúptil, cisalhou as unidades litológicas existentes.

As características petrográficas das rochas pelíticas da Unidade A, associadas às associações mineralógicas do tipo clorita-sericita-quartzo, muscovita-clorita-sericita-quartzo e muscovita-biotita-quartzo, colocam esta seqüência nos níveis superiores da fácies xisto-verde.

• **Formação Coreaú (Psuco)**

Pertence ao Grupo Ubajara, sendo definida como a unidade mais recente, sendo composta por uma seqüência de arenitos arcoseanos finos, de cores creme e cinza claro, e grauvacas líticas escuras, por vezes conglomeráticas, ocorrendo sobreposta concordantemente aos calcários da Formação Frecheirinha.

Ocorre em uma faixa de direção nordeste, desde o início da serra de Ibiapaba até o rio Coreaú. Costa et al (op cit) estimam valores da ordem de 2 000m para as espessuras desta unidade e, no mapa anexo, aflora no extremo sudeste.

• **Formação Serra Grande (SDsg)**

Small (in Costa et al, op cit) foi quem criou o termo "Série Serra Grande" que englobava arenitos, conglomerados e o calcário que aflora na região de Ubajara, Estado do Ceará.



No Projeto Jaibas ela foi considerada como composta por arenitos grosseiros e conglomerados, com ocasionais intercalações de argilitos e siltitos, que afloram na escarpa da serra da Ibiapaba e ocorre por todo o extremo sul da Bacia do Rio Timonha

No geral, os litótipos desta formação se apresentam em bancos espessos, quase sempre diaclasados, formando paredões verticais de dezenas de metros de altura, chegando até 180m. O relevo condicionado é tipicamente cuestiforme, com a escarpa voltada para leste e o reverso para oeste, em direção ao centro da Bacia do Paraíba, em concordância com o mergulho das camadas. A rede de drenagem é pouco densa e predominantemente consequente.

A porção basal desta formação marca o início da ingressão marinha. O caráter grosseiro dos sedimentos observado na seção inferior, indica condições de águas rasas e agitadas, em ambiente nerítico, com abaixamento rápido e contínuo da bacia de sedimentação, coberta por extensa lâmina d'água, atingindo profundidades maiores na fase final da formação do Serra Grande, com a sedimentação mais estável dos arenitos finos.

Grupo Barreiras Indiviso (TQbi, Tbc)

O termo "Barreiras" foi utilizado pela primeira vez por Branner em 1902 quando se referiu aos sedimentos variegados, inconsolidados, que ocorrem na faixa costeira desde o Estado do Rio de Janeiro até a foz do Amazonas. Bigarella & Andrade, em 1964, propuseram o uso de "Grupo Barreiras" após um estudo no âmbito da cidade de Recife/PE.

No geral, o Barreiras engloba sedimentos inconsolidados, afossilíferos, compostos essencialmente por areias com acamamento indistinto, de colorações variadas, desde o tom esbranquiçado até o avermelhado, predominando a cor creme-amarelada a avermelhada. Ocorre ao longo de uma faixa quase contínua de tabuleiros arenosos ao longo do litoral, sendo que para o interior do continente se estende até cerca de 40 km, ao longo do vale do Acaraú.

Recobre o embasamento cristalino e é recoberto por sedimentos mais recente, como as dunas, e suas espessuras são variáveis, indo de poucos metros até cerca de 50 m (vale do Acaraú).

Coberturas Intramontanas (Qc)

Ocorrem próximo aos flancos da Ibiapaba, sob a forma de pequenas manchas, e representam testemunhos de uma cobertura contínua, condicionadas a áreas de posicionamento topográfico específico. São formadas por material clástico heterogêneo, incluindo blocos e calhaus angulosos, geralmente de quartzitos e migmatitos, dispersos em matriz argilo-arenosa impura. Em algumas áreas, observa-se blocos oriundos da Formação Serra Grande.



Dunas (Qphe e Qhe)

Neste domínio estão englobadas as dunas móveis e fixas. Recobrem a faixa costeira, repousando discordantemente sobre a cobertura arenosa do Barreiras. Litologicamente se caracterizam por serem compostas de areias de granulometria fina a média, bem classificadas, com tonalidades variando de cinza-claro a esbranquiçada, ocasionalmente apresentando estratificações cruzadas.

Possuem uma morfologia movimentada, originando pontões, formas em flexa, restingas e corpos entrecortados por pequenas baías e ilhotas nas embocaduras dos rios. Chegam a atingir distâncias de 10 km além da linha de costa, muitas vezes assoreando cursos d'água e formando lagoas inter-dunares. Suas espessuras são variáveis, podendo alcançar até 30 metros.

Aluviões (QHa)

Esta unidade restringe-se aos vales dos rios Acarau, Coreau, Timonha e a região do delta do Parnaíba-Longá.

Possui uma composição clástica muito heterogênea, variando desde sedimentos argilosos até conglomeráticos, com larguras que atingem aproximadamente 6 km (Marco, Estado do Ceará) e espessuras variáveis.

Próximo a costa, sob influência marinha, os sedimentos aluvionares correspondem a vasas escuras, fluvio-marinhas, onde se observa a mistura de materiais pelíticos e matéria orgânica em decomposição. A partir de Chaval, para leste, a intervenção marinha é observada nitidamente, propiciando a formação de salinas e a formação de extensos manguesais, alagados na preamar.

O mapa geológico da bacia hidrográfica do rio Timonha está apresentado no Anexo 2 deste relatório.

10.2 - HIDROGEOLOGIA DA BACIA

10.2.1 - Unidades Geológicas

O período Cenozóico Quaternário está representado pela província sedimentar que engloba o cordão litorâneo com sedimentos fluvio-marinhos e marinhos, coberturas fluvio-aluviais, as dunas e paleodunas.

O Cenozóico Terciário é marcado pela presença da unidade Grupo Barreiras Indiviso, que abrange a maior parte da área da bacia.

Uma menor porção da área está constituído por blocos consolidados em vários ciclos do Pré-Cambriano Indiferenciado.



10.2.2 - Sistemas Aquíferos

• *Dunas*

As dunas ou sedimentos eólicos inconsolidados constituídos litologicamente por areias finas e médias relacionam a tonalidade com a idade. As paleodunas são mais avermelhadas e se relacionam ao rigor de um clima árido mais antigo. As areias esbranquiçadas que formam as dunas móveis e areais de praia são relacionadas ao clima atual.

Entre as dunas, particularmente no período de chuvas, observa-se a ocorrência de pequenas depressões brejosas.

Ocorre também que as dunas desviam embocaduras de rios ou riachos dificultando seus escoamentos, originando lagoas interdunares, apesar de algumas dessas lagoas apresentarem influência de transgressão marinha.

É um aquífero intensamente explorado através de poços rasos. A problemática maior do seu aparecimento, reside no risco de salinização ocasionada pelo mal dimensionamento das vazões de exploração. Aliado a esse fator tem-se ainda a grande susceptibilidade à poluição em regiões mais densamente povoadas, tendo em vista a sua alta porosidade.

• *Grupo Barreiras*

É constituído por sedimentos argilo-arenosos, que surgem sobrepostos por dunas, mascarando as estruturas perpendiculares a costa. Apresentam maior espessura à medida que se aproximam da costa, diminuindo até algumas dezenas de metros na direção do interior.

Revela-se um aquífero de fraca vocação hidrogeológica. No entanto o capeamento quase constante das dunas, torna a parte superior do Grupo Barreiras (mais próximo do litoral) mais permeável. Os níveis impermeáveis de argila, alteram bastante as condições do fluxo de água subterrânea, provocando o surgimento de fontes no sopé das encostas, provocadas pelos aquíferos de pequeno porte existentes dentro do pacote sedimentar.



11 - GEOMORFOLOGIA



A bacia do rio Trairi apresenta duas zonas de relevo ao norte a Planície Litorânea e os Tabuleiros ou Glacis Pré-Litorâneos de relevo bastante suave e altimetria máxima de 90 metros, e ao sul a Depressão Sertaneja quando o relevo se torna um pouco mais movimentado

- *Planície Litorânea*

Tem a direção que acompanha os contornos da orla marítima sentido NE-SO, abrangendo uma faixa em torno de 2,5 km de largura. É formada por sedimentos do Quaternário, mais precisamente do Holocênico. Partindo da costa rumo ao sul, encontra-se em primeiro lugar a Planície Fluvio Marinha, que caracteriza-se por mostrar uma drenagem anastomática de canais largos, enquanto a vegetação é de mangue, sobre solos de mangue. A seguir penetrando na faixa costeira encontram-se as dunas formando cordões quase contínuos, com notável paralelismo entre si. Podem ser identificadas tanto dunas móveis como fixas, sendo estas mantidas pela cobertura vegetal e em determinados pontos como em Trairi, pela cimentação de uma camada de aproximadamente 20 cm de grãos de areia, que obstaculiza os efeitos da deflação eólica. Entre as dunas, particularmente no período de chuvas, observa-se a ocorrência de pequenas depressões brejosas, como também dunas fixas caracterizadas por uma cobertura vegetal recobrando um material arenoso com desenvolvimento pedogenético.

- *Tabuleiros ou Glacis Pré-Litorâneos*

Encontram-se a retaguarda do cordão de dunas. São sedimentos plio-pleistocênicos referentes ao Grupo Barreiras areno-argilosos, praticamente horizontal, altimetria nunca superior a 90 m e sulcos pouco desenvolvidos pela drenagem. A vegetação predominante é de porte arbóreo-arbustivo sobre areias quartzozas, regossolos e podzólicos vermelho-amarelos.

- *Depressão Sertaneja*

Continuando rumo ao sul, tem início a Depressão Sertaneja, litologicamente representada por rochas do Pré-Cambriano Superior Indiviso. A morfologia dessa depressão evidencia-se por meio de vastas rampas pedimentadas que partem da base dos maciços residuais, dos "inselbergs" ou dos planaltos sedimentares com caimento no sentido dos fundos de vales ou do litoral. De um maneira geral as características destacáveis dessa unidade geomorfológica, são a grande variação litológica, truncamento indistinto das litologias, revestimento vegetal de caatinga, diminuta espessura do manto de alteração das rochas, pequena capacidade de erosão linear e presença de "inselbergs" nos locais de maior resistência litológica.