

# **GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ**

**SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS**

**PROURB/RH**

PROJETO DE DESENVOLVIMENTO URBANO E GESTÃO DOS  
RECURSOS HÍDRICOS

**PROGERIRH**

PROGRAMA DE GERENCIAMENTO E INTEGRAÇÃO DOS  
RECURSOS HÍDRICOS

## **EIXO DE INTEGRAÇÃO JAGUARIBE - ICAPUÍ**

**PARTE II - ESTUDOS BÁSICOS**

**TOMO 4 - ESTUDOS CLIMATOLÓGICOS**

FORTALEZA

OUTUBRO / 1999

**JAAKKO PÖYRY**





# **PARTE II – ESTUDOS BÁSICOS**

## **Tomo 4 – ESTUDOS CLIMATOLÓGICOS**



## ÍNDICE

## ÍNDICE

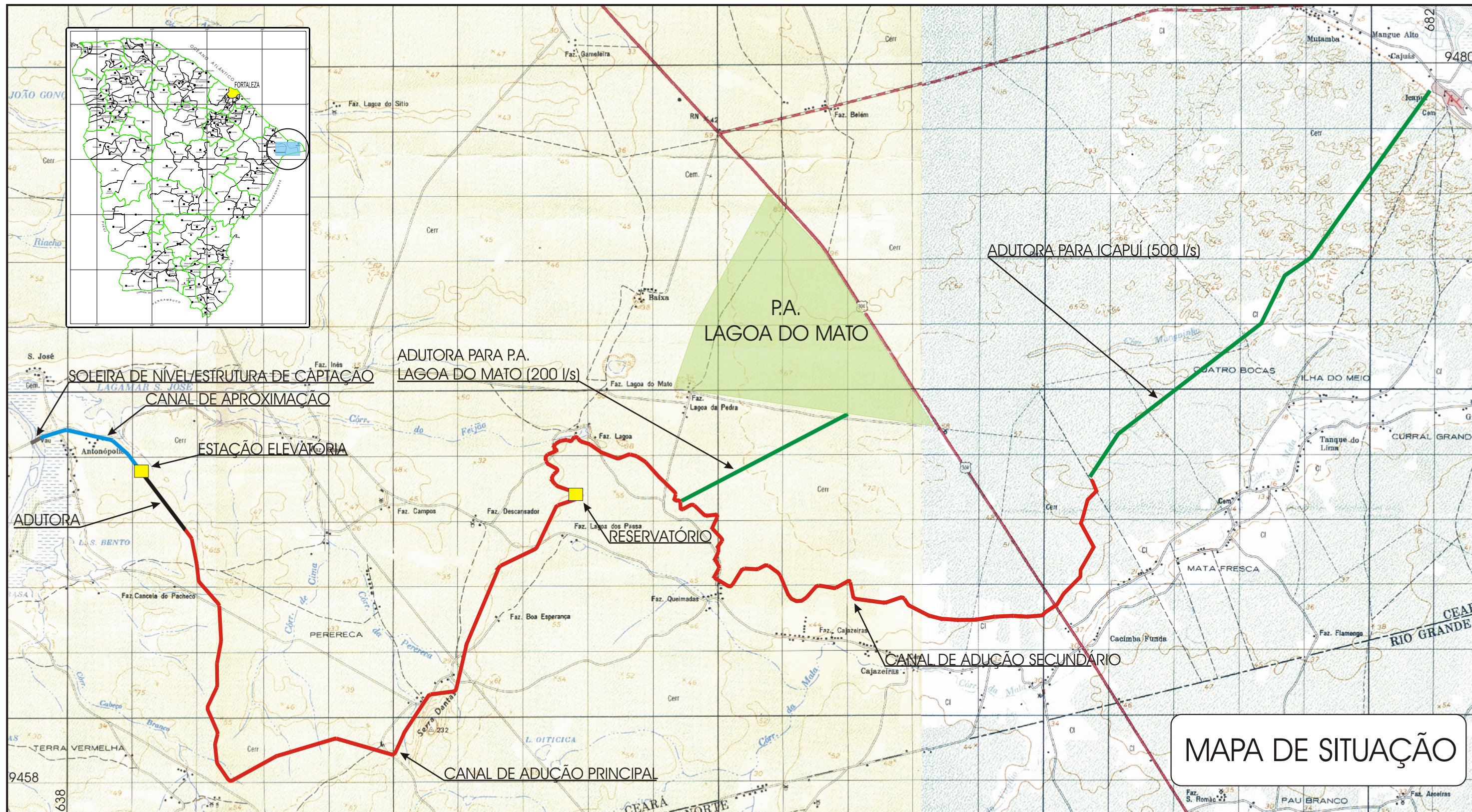
<b>MAPA DE SITUAÇÃO.....</b>	<b>4</b>
<b>APRESENTAÇÃO.....</b>	<b>6</b>
<b>1 - INTRODUÇÃO .....</b>	<b>9</b>
1.1 - OBJETIVOS .....	10
1.2 - CARACTERÍSTICAS GERAIS DA ÁREA EM ESTUDO.....	10
1.3 - OS MECANISMOS DAS PRECIPITAÇÕES- A DINÂMICA DAS MASSAS DE AR.....	12
1.4 - O REGIME DE CHUVAS.....	14
<b>2 - CARACTERIZAÇÃO CLIMÁTICA .....</b>	<b>15</b>
2.1 - SELEÇÃO DAS ESTAÇÕES CLIMATOLÓGICAS .....	16
2.2 - DISPONIBILIDADE DE DADOS CLIMATOLÓGICOS.....	16
2.3 - CARACTERIZAÇÃO CLIMATOLÓGICA .....	18
<b>2.3.1 - Temperatura.....</b>	<b>18</b>
<b>2.3.2 - Umidade Relativa.....</b>	<b>23</b>
<b>2.3.3 - Insolação Média.....</b>	<b>24</b>
<b>2.3.4 - Ventos.....</b>	<b>25</b>
<b>2.3.5 - Evaporação Média do tanque Classe A .....</b>	<b>27</b>
<b>2.3.6 - Evapotranspiração Potencial.....</b>	<b>28</b>
2.3.6.1 - ETP - Segundo Hargreaves.....	30
2.3.6.2 - ETP - Segundo Penman-Monteith .....	31
2.3.6.3 - ETP - Segundo Correlação com a Evaporação do Tanque Classe A.....	33
2.3.6.4 - Seleção do Posto Representativo da Área .....	36
2.4 - PRECIPITAÇÃO PLUVIAL .....	36
<b>2.4.1 - Introdução .....</b>	<b>36</b>
<b>2.4.2 - Disponibilidade de Dados Pluviométricos .....</b>	<b>37</b>
2.5 - CLASSIFICAÇÃO CLIMÁTICA.....	47
<b>3 - DEMANDA DE ÁGUA PARA IRRIGAÇÃO .....</b>	<b>49</b>
3.1 - INTRODUÇÃO.....	50
3.2 - PRECIPITAÇÃO MENSAL COM 75% DE CONFIABILIDADE .....	50
3.3 - DEMANDA HÍDRICA .....	52
<b>4 - ANEXOS .....</b>	<b>55</b>
<b>5 - EQUIPE TÉCNICA .....</b>	<b>62</b>





## MAPA DE SITUAÇÃO









## APRESENTAÇÃO

Os serviços executados pelo Consórcio JPE - AGUASOLOS, no âmbito do contrato Nº 05/PROURB-RH/SRH/CE/98, assinado em 29/1/1998 com a Secretaria dos Recursos Hídricos do Estado do Ceará (SRH-CE), têm como objeto a **Elaboração dos Estudos de Economia, Meio Ambiente e Sócio-Economia e dos Projetos de Engenharia das Obras de Integração do Eixo Jaguaribe – Icapuí.**

Os estudos desenvolvidos, em atendimento aos Termos de Referência, são constituídos por atividades multidisciplinares que permitem a elaboração de relatórios específicos organizados em Partes, Tomos e Volumes. As partes e tomos que compõem o acervo do Projeto são os apresentados na sequência:

## **RELATÓRIO SÍNTESE**

### **PARTE I - RELATÓRIO GERAL**

#### **PARTE II - ESTUDOS BÁSICOS**

**Tomo 1 - Avaliação Global dos Potenciais e Perspectivas;**

**Tomo 2 - Diagnóstico Ambiental;**

**Tomo 3 - Estudos Sócio-Econômicos;**

**Tomo 4 - Estudos Climatológicos;**

**Tomo 5 - Estudos Hidrológicos;**

**Tomo 6 - Levantamentos Pedológicos.**

#### **PARTE III - ESTUDOS DE ALTERNATIVAS**

**Tomo 1 - Alternativas para o Eixo de Integração;**

**Tomo 2 - Estudos de Impactos.**

#### **PARTE IV - DETALHAMENTO DO PROJETO**

**Tomo 1 - Engenharia;**

**Tomo 2 - Meio Ambiente e Sócio-Economia.**

## **PARTE V - OPERAÇÃO DO PROJETO**

**Tomo 1 - Sustentabilidade Técnica;**

**Tomo 2 - Sustentabilidade Financeira;**

**Tomo 3 - Sustentabilidade Administrativa;**

**Tomo 4 - Sustentabilidade Ambiental;**

**Tomo 5 - Sustentabilidade Social.**

O presente relatório se constitui no **Tomo 4 – Estudos Climatológicos**, e tem como principal objetivo, além de apresentar a caracterização climática da área do Projeto, avaliar as demandas hídricas mensais para fins de irrigação.

Inicialmente era previsto a apresentação destes estudos conjuntamente com os Hidrológicos. Após algumas reflexões e melhores definições do escopo destes trabalhos, optou-se por apresentá-lo em separado, uma vez que as informações nele contidas darão subsídios importantes para dar sequência aos estudos de alternativas.



## 1 - INTRODUÇÃO

## 1.1 - OBJETIVOS

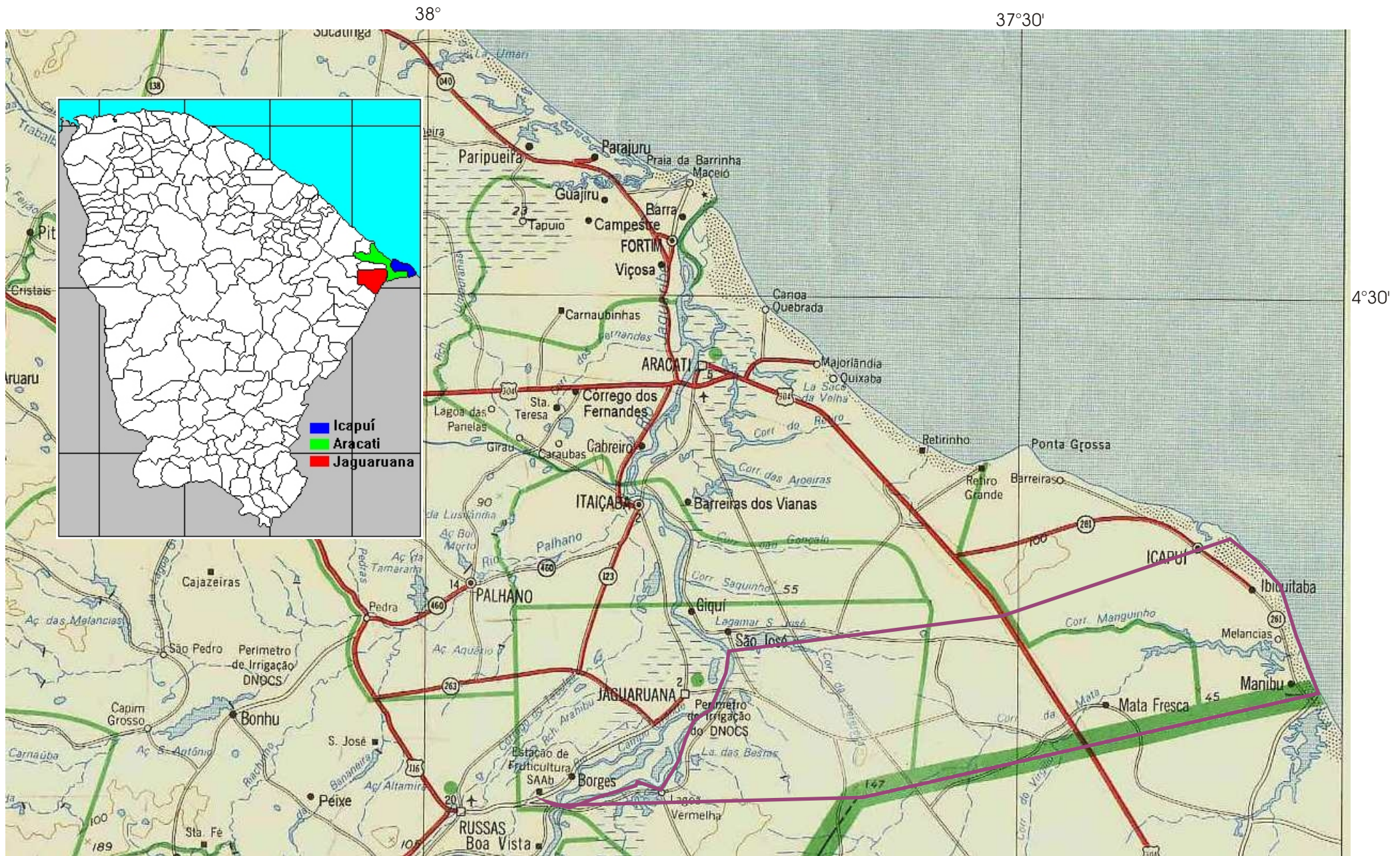
O estudo climatológico tem por objetivos: instruir os estudos ambientais; fornecer as bases pluviométricas para permitir avaliar as demandas de água e para estimar as vazões de projeto das obras de travessia do sistema adutor pela rede potamográfica local. Apresenta-se primeiramente a caracterização climática da área para permitir uma melhor visão do ambiente onde o Projeto está inserido, tendo sido, para tanto, estudadas as seguintes grandezas: temperatura, umidade relativa, insolação, velocidade e direção dos ventos e evaporação. Em segundo lugar, estima-se as demandas, por unidade de área, para irrigação com vistas à determinação da área total irrigável para uma disponibilidade de vazão fictícia contínua, a ser definida pela COGERH. Assim sendo, estimou-se a evapotranspiração potencial por três métodos: Hargreaves, Penman - Monteith e o método do Tanque Classe A e ainda a precipitação confiável, com 75 % de confiabilidade.

## 1.2 - CARACTERÍSTICAS GERAIS DA ÁREA EM ESTUDO

A bacia do rio Jaguaribe, ocupa as partes meridional e oriental do estado do Ceará cobrindo cerca de 50% do território do Estado. A bacia situa-se entre os paralelos Sul 4°20' e 8°00' e entre os meridianos Oeste 37°30' e 41°00'. Nessas latitudes se poderia esperar que a área possuísse um clima de tendência equatorial marítima. Todavia, o regime de massas de ar impõe à Bacia, bem como ao Nordeste Brasileiro, um regime pluvial de ciclo curto e de grande variabilidade de um ano para outro

A área de influência do Projeto situa-se na parte baixa do vale Jaguaribe já próximo à desembocadura deste; cobrindo uma área total de 1.900 km<sup>2</sup> medida nas folhas SB.24-X-B-IV (MI-824) e SB.24-X-A-VI (MI-823) da SUDENE , escala 1:100.000. A área é delimitada pelo polígono de coordenadas: 4°45' e 5°00' de latitude Sul e 37°15' e 37°55' de longitude Oeste de Gr., conforme pode ser observado na **Figura 1.1**.





FONTE. IPLANCE, 1994

ESCALA: 1:500.000

**FIGURA 1.1 - DELIMITAÇÃO DA ÁREA EM ESTUDO**



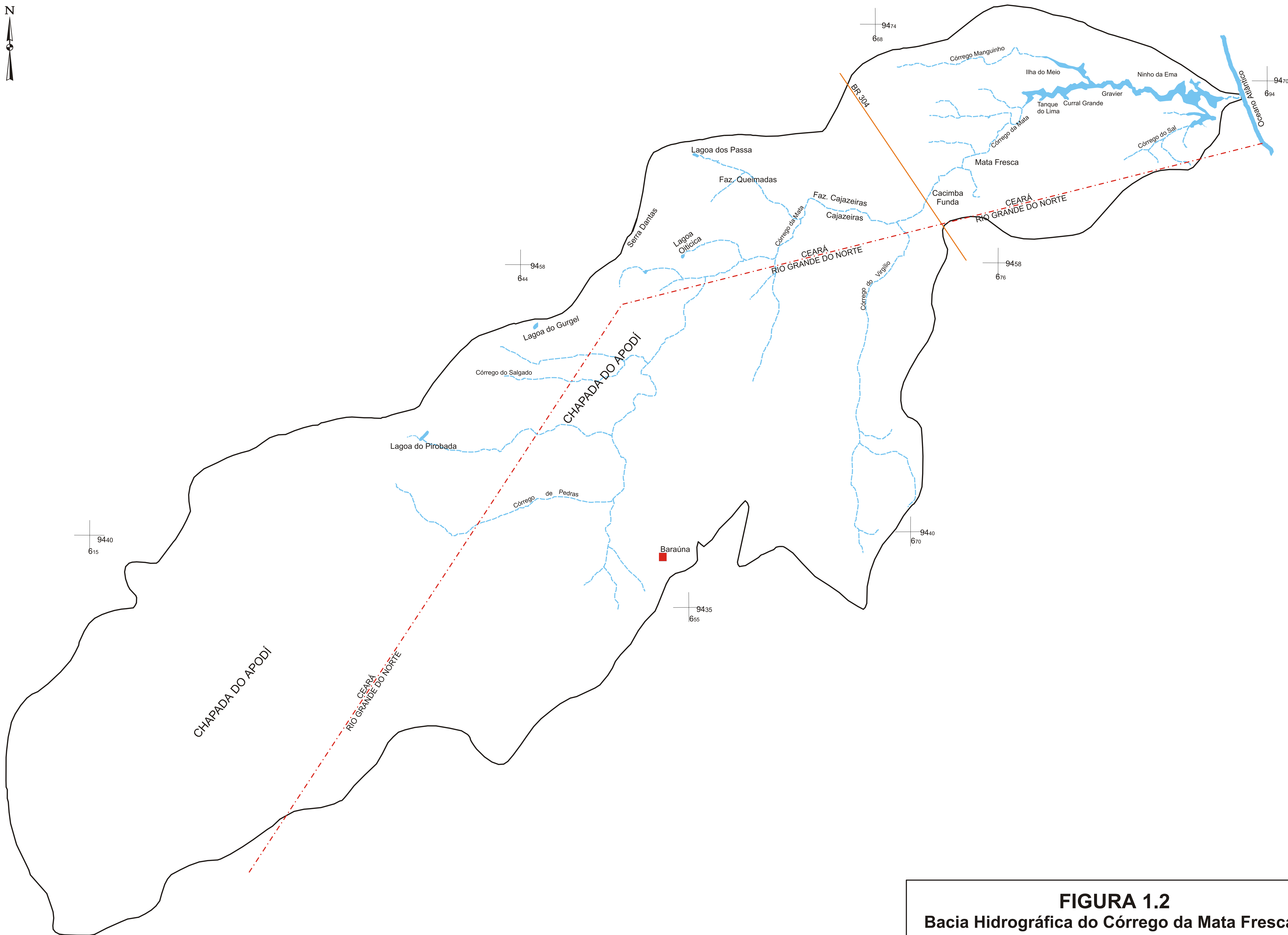
Grande parte da área do Projeto é formada pelo riacho da Mata Fresca, com nascentes no estado do Rio Grande do Norte, o qual constitui-se em um dos poucos rios de domínio federal no Ceará. A bacia do Mata Fresca, cuja área é de 1.843 km<sup>2</sup> (Figura 1.2), tem um sentido geral de desenvolvimento oeste-leste, com um comprimento total de cerca de 48,0km, distando sua foz cerca de 60,0km em linha reta da cidade de Aracati. Vale ressaltar que o riacho da Mata Fresca apresenta uma forte intermitência interanual. Em visita a campo, obteve-se dos moradores locais a informação que o riacho já persiste sem escoamento por cinco anos (1994-1998).

### 1.3 - OS MECANISMOS DAS PRECIPITAÇÕES- A DINÂMICA DAS MASSAS DE AR

A área do Projeto Jaguaribe-Icapuí sofre a influência da dinâmica de três massas de ar:

- Sistema Sul ou Continental (Massa Equatorial Continental – MEC );
- Sistema Leste (Massa Equatorial Atlântico Sul – MEAS) que são os alísios do Sudeste do hemisfério Sul;
- Sistema Norte (Massa Equatorial Atlântica Norte – MEAN ), que são os alísios do Nordeste, do hemisfério Norte.

O movimento dessas massas de ar, ao longo do ano e ao longo dos anos, é que determinam o regime de chuvas na Região. De uma maneira geral, o resultado é um clima dividido em duas estações: uma estação seca que ocorre durante o inverno e a primavera austral no hemisfério Norte e uma estação úmida que ocorre durante o outono e o verão austral. Regionalmente, a estação úmida é denominada de “inverno” enquanto que a estação seca é denominada de verão. Há também muita irregularidade no movimento, ao longo dos anos, dessas massas de ar, acontecendo anos em que o sistema atmosférico inibe a formação de chuvas gerando as conhecidas “secas”.



ESCALA APROXIMADA 1:200.000

**FIGURA 1.2**  
**Bacia Hidrográfica do Córrego da Mata Fresca**

## 1.4 - O REGIME DE CHUVAS

O regime de chuvas é determinado principalmente por dois sistemas sinóticos: os vórtices ciclônicos gerados a partir das massas de ar do Sistema Sul e a Zona de Convergência Inter-Tropical (ZCIT), associada à Massa Equatorial Atlântico Norte, representando a convergência dos alísios dos dois hemisférios que provocam uma zona de descontinuidade.

As chuvas associadas ao Sistema Sul, denominadas chuvas da pré-estação, acontecem no verão austral dezembro-janeiro e, no geral, são de pouca importância. No Ceará como um todo, as chuvas ocasionadas por esse sistema só apresentam maior volume no Vale do Cariri – sul do estado - onde a estação úmida inicia mais cedo.

O sistema principal, ZCIT, representa uma zona de baixa pressão e calmarias ("doldrum"), ao longo da qual ocorrem chuvas abundantes e frequentes. A posição da ZCIT entretanto não é fixa ao longo do ano variando em função do jogo das massas polares como também da estação do ano. A ZCIT efetua duas passagens pelo equador durante o ano: do hemisfério Sul para o Norte e voltando do Norte para o Sul. Como o hemisfério Norte apresenta maiores temperaturas, a ZCIT se mantém mais tempo ao Norte do Equador. A sua posição mais extrema ao Norte, cerca de  $10^{\circ}$  de latitude, se dá em outubro, enquanto que a posição extrema mais ao Sul, cerca de  $5^{\circ}$ , se dá em abril.

Todavia esses movimentos não ocorrem de modo regular ao longo dos anos. Muitas vezes os campos de temperatura e pressão da atmosfera resultam em bloqueio à descida da ZCIT para o hemisfério Sul e resultam nas secas da Região.



## 2 - CARACTERIZAÇÃO CLIMÁTICA

## 2.1 - SELEÇÃO DAS ESTAÇÕES CLIMATOLÓGICAS

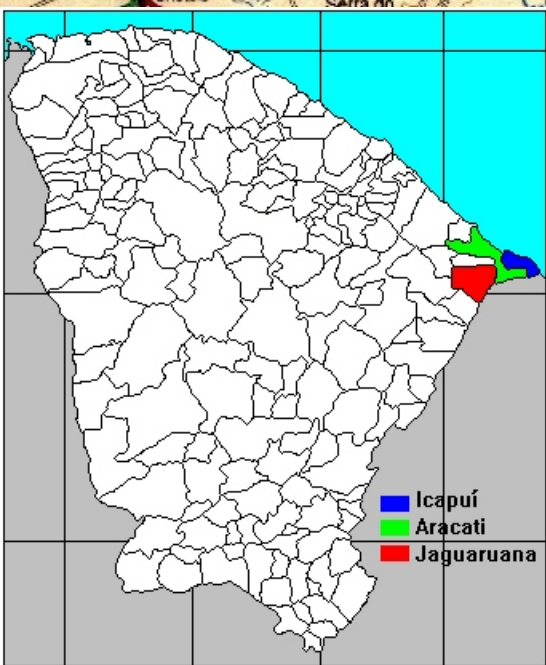
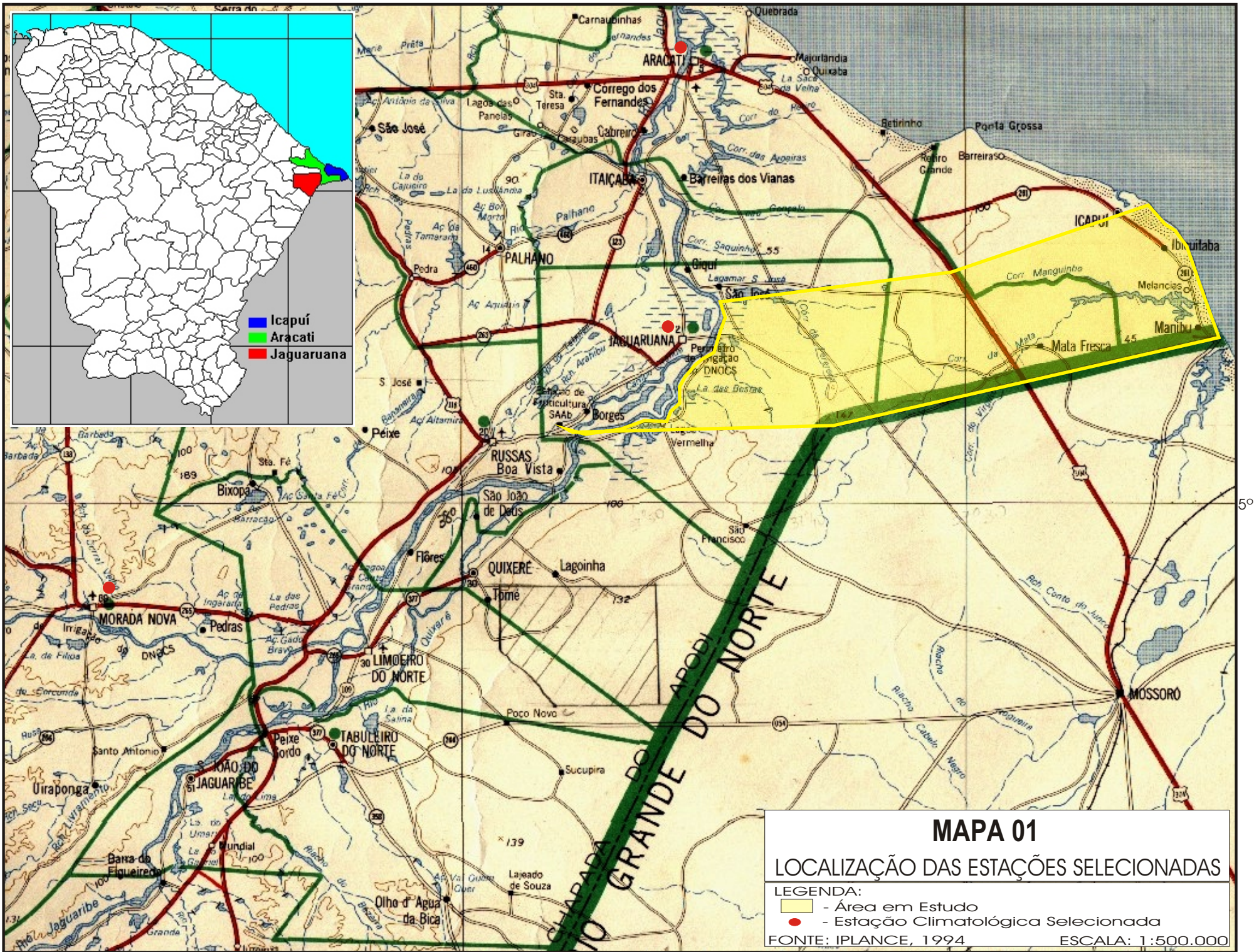
A abordagem climatológica visa dar subsídios às etapas subseqüentes dos estudos realizados na região, principalmente àqueles relacionados ao aproveitamento dos recursos hídricos. Considerando que a área de influência do Projeto se insere nos municípios de Aracati, Icapuí e Jaguaruana, apresentando, portanto, um clima variando das condições do litoral até uma transição para o sertão, selecionaram-se três estações climatológicas: Aracati, Jaguaruana e Morada Nova; esta última já representativa do Sertão Semi-Árido que, juntas, retratam o clima da região em estudo, cujas características são apresentadas no decorrer deste estudo, como pode ser visto no **Mapa 01** apresentado a seguir.

## 2.2 - DISPONIBILIDADE DE DADOS CLIMATOLÓGICOS

É prática corrente em nosso estado a utilização dos dados contidos no Plano Estadual de Recursos Hídricos em estudos desta natureza, entretanto há que se considerar que as séries históricas de algumas estações climatológicas já foram ampliadas com novas informações. Uma alternativa ao uso dos dados PERH é a utilização das Normais Climatológicas - 1961 a 1990, publicadas pelo Instituto Nacional de Meteorologia - INEMET, em 1992.

No entanto, não obstante a publicação do INEMET apresente séries mais longas para as estações meteorológicas de Jaguaruana e Morada Nova, exclui totalmente a estação de Aracati. Há que se considerar ainda que os parâmetros meteorológicos apresentados pelas duas fontes não são rigorosamente os mesmos; desta feita, este estudo considerará, para cada estação, os parâmetros meteorológicos - temperatura, umidade relativa, insolação, ventos, evaporação do tanque Classe A e evapotranspiração, considerando, quando da duplicidade de informação, a série mais longa, qual seja, das Normais Climatológicas. No caso da inexistência da informação por esta fonte, recorreu-se ao PERH.





38°

37° 30'

50



Devido à inexistência de qualquer estação meteorológica no interior da área em estudo, calcular-se-á os principais parâmetros climatológicos utilizando-se dados de três estações nas suas imediações - Aracati, Morada Nova e Jaguaruana, sendo esta última a mais próxima; suas principais características estão contidas no Quadro 2.1. Os dados referentes a Jaguaruana e Morada Nova foram extraídos das Normais Climatológicas, com exceção dos dados de vento e da evaporação do tanque Classe A, extraídos do PERH. Os parâmetros de Aracati foram retirados exclusivamente do PERH, pelas razões já mencionadas.

**Quadro 2.1 - Características das Estações Meteorológicas nas proximidades da área de projeto**

Nome da Estação	Código	Coordenadas		Altitude	Fonte	Período de Operação
		Latitude	Longitude			
Aracati	2894148	04° 34'	37° 46'	13m	PERH	1958 - 1968
Jaguaruana	82493	4° 47'	37° 36'	11,71m	NC	1970 - 1989
Morada Nova	82588	06° 05'	39° 23'	43,62m	NC	1961 - 1990

Fontes: PERH(1988) e INEMET(1992) - NC

## 2.3 - CARACTERIZAÇÃO CLIMATOLÓGICA

No estudo foram analisados as seguintes grandezas meteorológicas: temperatura, umidade relativa, insolação, ventos, evaporação do tanque Classe A e evapotranspiração.

### 2.3.1 - Temperatura

A distribuição temporal das temperaturas diárias mostra pequenas variações para os três pontos discretos de monitoramento (12:00; 18:00 e 24:00 TMG - Tempo Médio de Greenwich), sendo tais flutuações processadas, sob uma visão contínua no tempo, com pequenos gradientes.

A temperatura média compensada é obtida por ponderação entre as temperaturas observadas nas estações meteorológicas  $T_{12}$  e  $T_{24}$  TMG,  $T_{MAX}$  e  $T_{MIN}$  do dia, pela seguinte fórmula estabelecida pela OMM (Organização Meteorológica Mundial) :

$$T_{comp} = \frac{T_{12} + 2.T_{24} + T_{MAX} + T_{MIN}}{5}$$

onde

$T_{comp}$  - Temperatura média compensada,

$T_{12}$  - Temperatura observada às 12:00 TMG,

$T_{24}$  - Temperatura observada às 24:00 TMG,

$T_{MAX}$  - Temperatura máxima do dia e

$T_{MIN}$  - Temperatura mínima do dia.

O regime térmico da região é caracterizado por temperaturas pouco amenas, tendo seus valores máximos variando de 29,4°C em Aracati (abril) a 36,1°C em Morada Nova (outubro). Considerando os postos individualmente, observa-se temperaturas relativamente estáveis e de reduzidas amplitudes, aumentando seus valores máximos a medida em que se afasta do litoral - Aracati (28,7°C), Jaguaruana (32,7°C) e Morada Nova (33,8°C). As temperaturas máximas absolutas para os postos de Jaguaruana e Morada Nova, foram de 37,5°C (em 28/02/84) e de 38,9°C (em 13/10/71), respectivamente (INEMET, 1992).

Os valores mínimos ocorrem logo após a quadra chuvosa, nos meses do inverno austral, junho, julho e agosto, não atingindo temperaturas médias mínimas inferiores a 20°C. Nesse caso, o afastamento do litoral parece não ter influência significativa. A mínima das médias apresenta os valores de 21,4° C em Aracati, 22,7°C em Jaguaruana e 21,9°C em Morada Nova. Já as mínimas absolutas para as estações de Jaguaruana e Morada Nova, foram, respectivamente, de 16,9 °C (em 14/06/82) e de 16,2 °C (em 22/08/71), segundo o INEMET (1992).



A seguir são apresentadas, nos Quadros 2.2 a 2.4, os valores de temperaturas máximas, mínimas e compensadas para cada uma das estações e, na sequência, as correspondentes **Figuras 2.1 a 2.3** e o **Mapa de Isotermas** da bacia.

**Quadro 2.2 - Temperaturas Máximas, Mínimas e Compensadas (°C)  
na estação de Aracati (1958-1968)**

DISCRIM.	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	Média
Comp.	26,5	26,5	26,4	26,0	26,2	25,8	25,3	25,3	25,5	26,1	26,3	26,5	26,0
Máxima	29,1	29,2	29,2	29,4	29,3	28,8	28,6	28,4	28,4	28,7	27,4	28,3	28,7
Mínima	22,3	21,8	21,5	21,2	21,7	20,5	22,1	20,8	20,7	21,4	22,2	21,6	21,4

FONTE: Plano Estadual de Recursos Hídricos, 1992

**Quadro 2.3- Temperaturas Máximas, Mínimas e Compensadas (°C)  
na estação de Jaguaruana (1970 - 1989)**

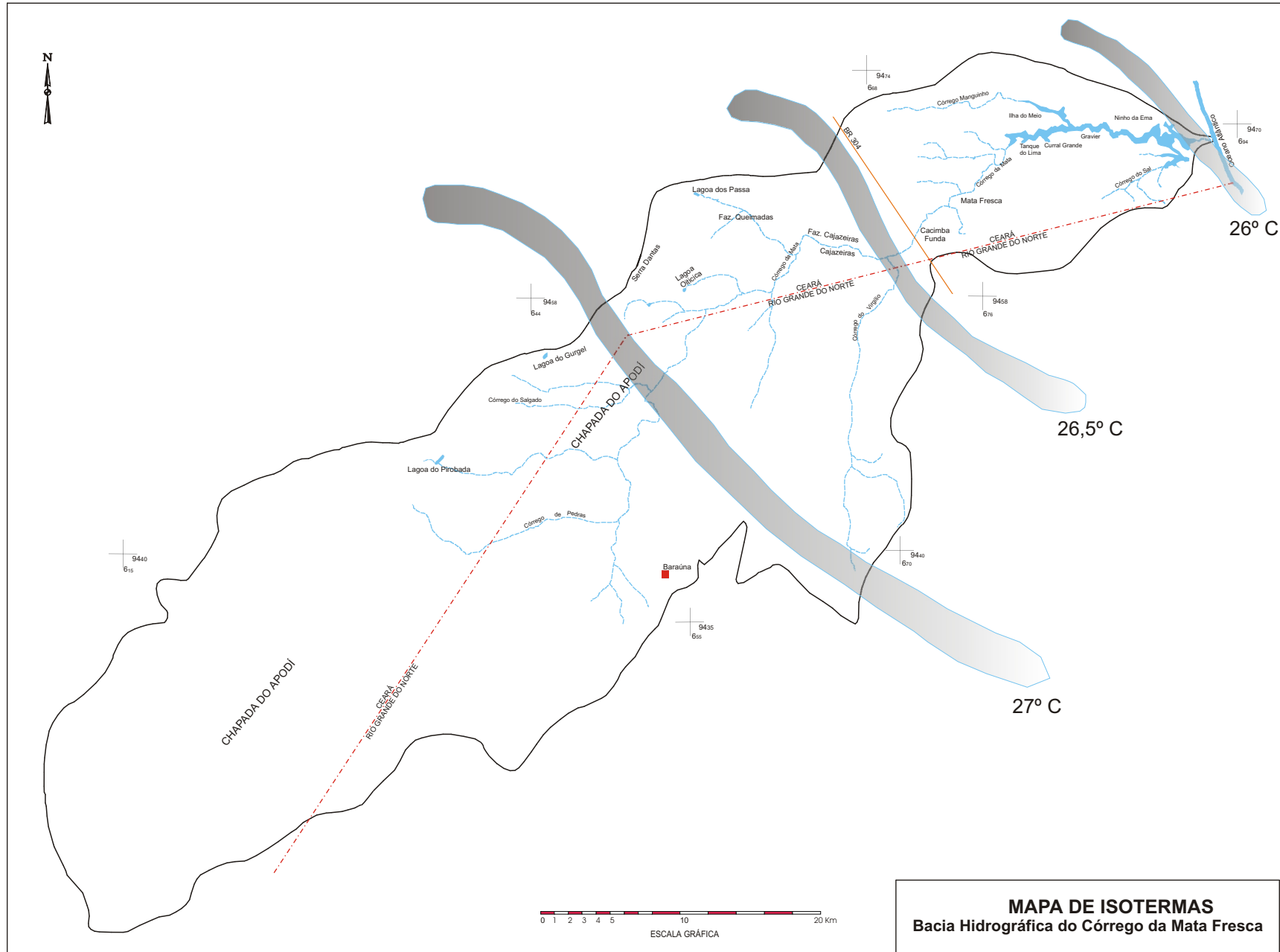
DISCRIM.	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	Média
Comp.	27,9	24,0	26,9	26,9	25,2	26,1	26,0	26,4	27,3	27,5	28,1	26,0	26,5
Máxima	33,8	32,9	29,4	31,8	32,0	31,5	32,0	33,2	34,0	34,1	34,0	33,7	32,7
Mínima	23,7	23,5	23,5	23,4	22,9	21,8	21,2	21,1	21,8	22,6	23,8	23,5	22,7

FONTE: INEMET (1992)

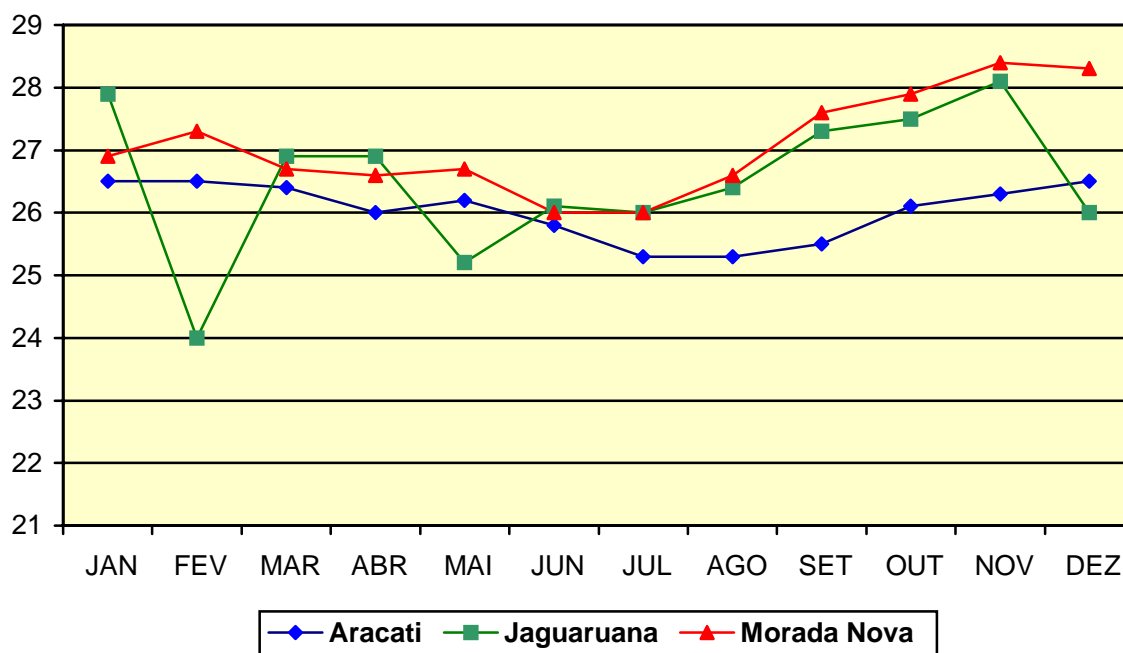
**Quadro 2.4- Temperaturas Máximas, Mínimas e Compensadas (°C)  
na estação de Morada Nova (1961 - 1990)**

DISCRIM.	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	Média
Comp.	26,9	27,3	26,7	26,6	26,7	26,0	26,0	26,6	27,6	27,9	28,4	28,3	27,1
Máxima	35,1	33,8	32,3	31,9	31,9	31,8	32,6	34,2	35,3	36,1	34,5	35,7	33,8
Mínima	22,3	23,5	23,0	21,8	22,6	21,4	20,8	20,6	21,4	22,1	20,8	22,9	21,9

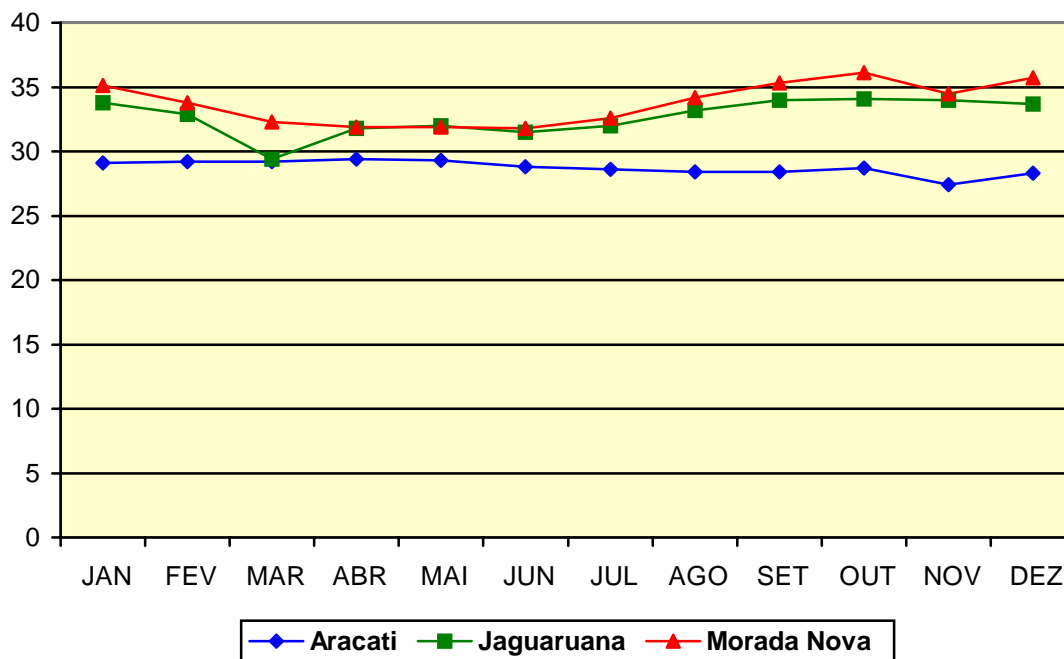
FONTE: INEMET (1992)



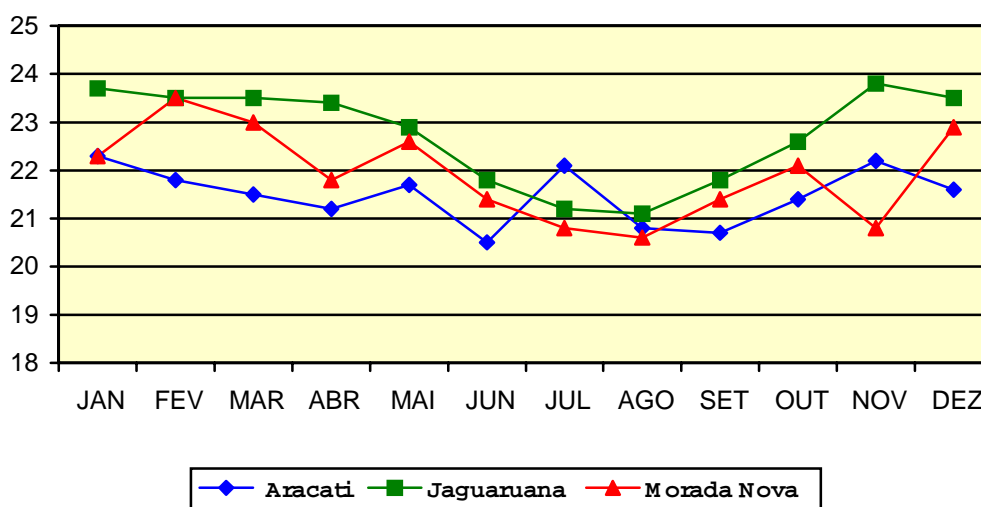
**MAPA DE ISOTERMAS**  
 Bacia Hidrográfica do Córrego da Mata Fresca



**Figura 2.1 – Temperaturas Médias Compensadas nas estações de Aracati, Jaguaruana e Morada Nova (°C)**



**Figura 2.2 – Temperaturas Máximas nas estações de Aracati, Jaguaruana e Morada Nova (°C)**



**Figura 2.3 – Temperaturas Mínimas nas estações de Aracati, Jaguaruana e Morada Nova (°C)**

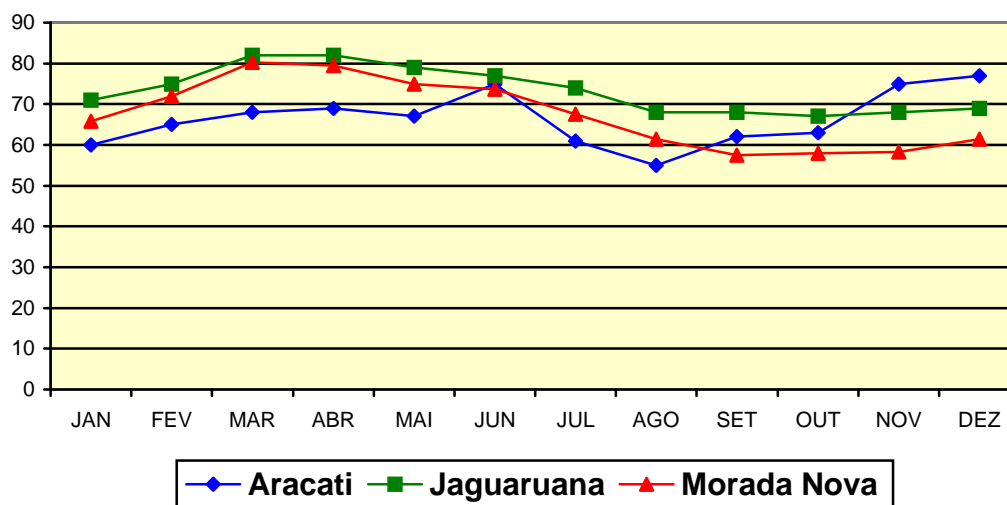
### 2.3.2 - Umidade Relativa

A umidade média anual na região se situa em torno de 69,1%. As variações mensais estão intimamente relacionadas às irregularidades temporais do regime pluviométrico. Nas estações mais continentais - Jaguaruana e Morada Nova - os meses com índices pluviométricos mais elevados - trimestre março/abril e maio - correspondem também às taxas de umidade mais altas ( próximo a 80%). A estação litorânea - Aracati - apresenta maiores valores de umidade em dezembro, além dos meses da quadra chuvosa; este comportamento diferenciado se dá pela proximidade ao litoral, onde as precipitações ocorrem em um intervalo de tempo maior devido à presença de sistemas secundários de formação de convecção. O período menos úmido, em termos gerais, se situa no segundo semestre do ano, nos meses de agosto a novembro, como pode ser observado no Quadro 2.5 e na Figura 2.4.

**Quadro 2.5 - Umidade Relativa nas Estações de Aracati (1958 - 1968), Jaguaruana (1970 - 1989) e Morada Nova (1961 - 1990) (em %)**

ESTAÇÕES	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	Média
<b>Aracati</b>	60	65	68	69	67	75	61	55	62	63	75	77	66,42
<b>Jaguaruana</b>	71	75	82	82	79	77	74	68	68	67	68	69	73,3
<b>Morada Nova</b>	65,8	72	80,3	79,5	75	73,7	67,6	61,4	57,5	58	58,3	61,4	67,5

FONTES: Plano Estadual de Recursos Hídricos (1992) e INEMET (1992).



**Figura 2.4 - Umidade Relativa nas estações de Aracati, Jaguaruana e Morada Nova (em %)**

Há que se notar ainda, com certa estranheza, os baixos valores de umidade relativa medidos na estação de Aracati quando comparados a Jaguaruana. O natural seria esperar que a umidade relativa diminuísse com o afastamento do litoral, enquanto que os dados mostram exatamente a tendência inversa. A nível de comparação, o Quadro 2.6 apresenta os valores de umidade relativa para as estações meteorológicas de Aracati e Fortaleza, as quais deveriam apresentar valores semelhantes.

**Quadro 2.6 - Visão comparativa entre valores de umidade relativa para duas estações meteorológicas representativas do litoral**

ESTAÇÕES	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	Média
Aracati	60	65	68	69	67	75	61	55	62	63	75	77	66,42
Fortaleza	78	82	85	84	84	81	79	74	73	73	74	75	78,5

Fonte: PERH

### 2.3.3 - Insolação Média

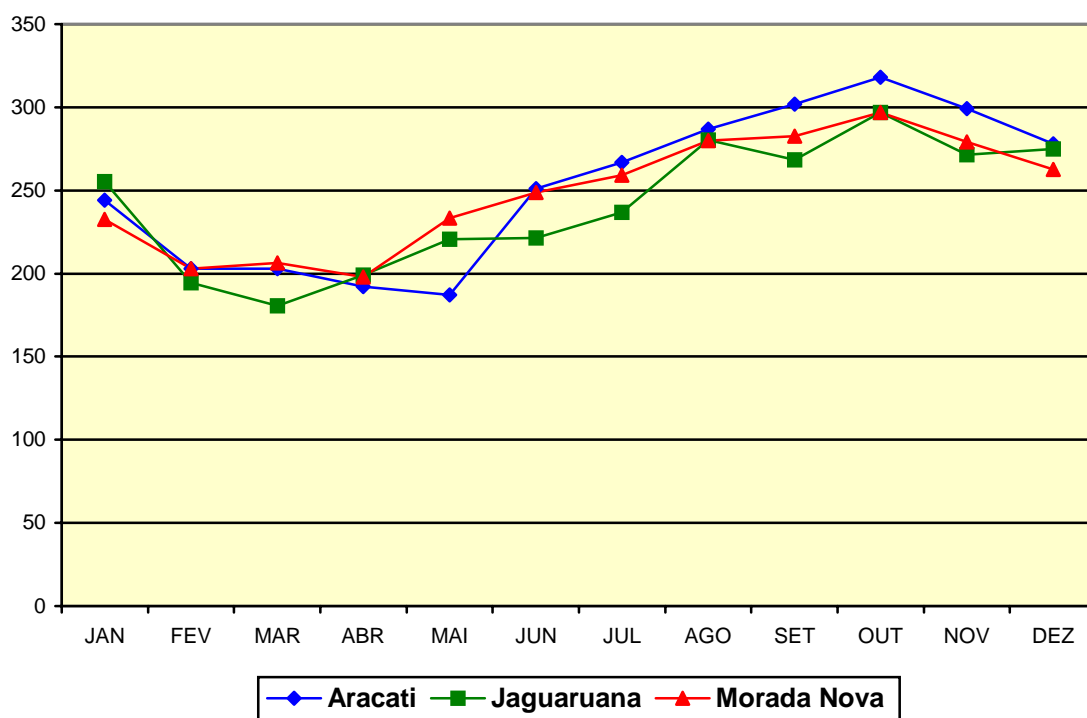
O Quadro 2.7, juntamente com a Figura 2.5, mostram o número médio de horas de exposição ao sol, e sua distribuição mensal, nas estações meteorológicas de Aracati, Jaguaruana e Morada Nova. Em escala anual, a insolação na região se situa

em torno de 2.911 horas, sendo os meses de menor insolação àqueles correspondentes ao período chuvoso, devido à presença de nebulosidade.

**Quadro 2.7 - Insolação Média nas estações de Aracati (1958 - 1968), Jaguaruana (1970 - 1989) e Morada Nova (1961 - 1990) (em horas)**

Est	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	Total
Arac	244	203	203	192	187	251	267	287	302	318	299	278	3031
Jagu	255,3	194,4	180,4	198,9	220,7	221,5	236,9	280,5	268,2	296,8	271,5	275,1	2800,2
M.N.	232,6	203,1	206,3	197,9	233,5	248,9	259,0	279,9	282,7	297,0	279,2	262,7	2982,6

FONTE: Plano Estadual de Recursos Hídricos (1992) e INEMET (1992).



**Figura 2.5 - Insolação Média nas estações de Aracati, Jaguaruana e Morada Nova (em horas)**

### 2.3.4 - Ventos

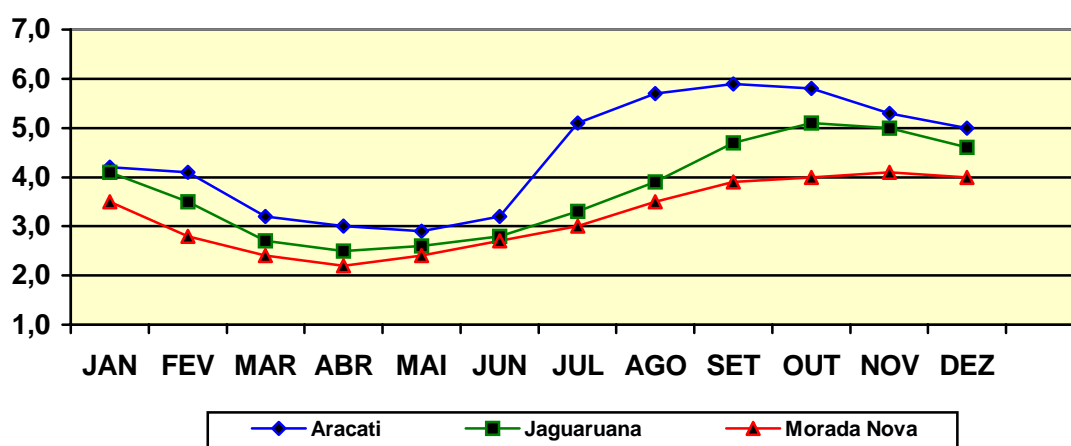
Os dados de ventos - velocidade e direção - não estão disponibilizados na publicação das Normais Climatológicas - 1961 a 1990. Desta forma, para esta grandeza, utilizaram-se as informações contidas no PERH.

Os valores de velocidade dos ventos na região, conforme pode ser visto no Quadro 2.8 e Figura 2.6, são de uma maneira geral, considerados moderados, variando de 2,2 a 5,0m/s. Exceção se faz novamente a Aracati que, pela sua proximidade ao litoral apresenta fortes ventos, com velocidades superiores a 5 m/s, a partir de julho. As direções predominantes, para cada mês se encontram no Quadro 2.9.

**Quadro 2.8 – Velocidade dos Ventos nas estações de Aracati (1958 - 1968), Jaguaruana (1979 - 1988) e Morada Nova (1978 - 1987) (em m/s)**

ESTAÇÕES	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	Média
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	4,45
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	3,73
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	3,21

FONTE: Plano Estadual de Recursos Hídricos (1992).



**Figura 2.6 – Velocidade dos Ventos nas estações de Aracati (1958 - 1968), Jaguaruana (1979 - 1988) e Morada Nova (1978 - 1987) (em m/s)**

**Quadro 2.9 – Direção dos ventos nas estações de Aracati, Jaguaruana e Morada Nova**

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
Jaguaruana	ENe	ENe	ENe	SeE	SeE	SeE	ESe	SeE	Ese	ENe	ENe	ENe
Morada Nova	ENe	ENe	ENe	SeE	ENe	ENe	ENe	Ene	ENe	ENe	ENe	ENe

FONTE: Plano Estadual de Recursos Hídricos, 1992.

### 2.3.5 - Evaporação Média do tanque Classe A

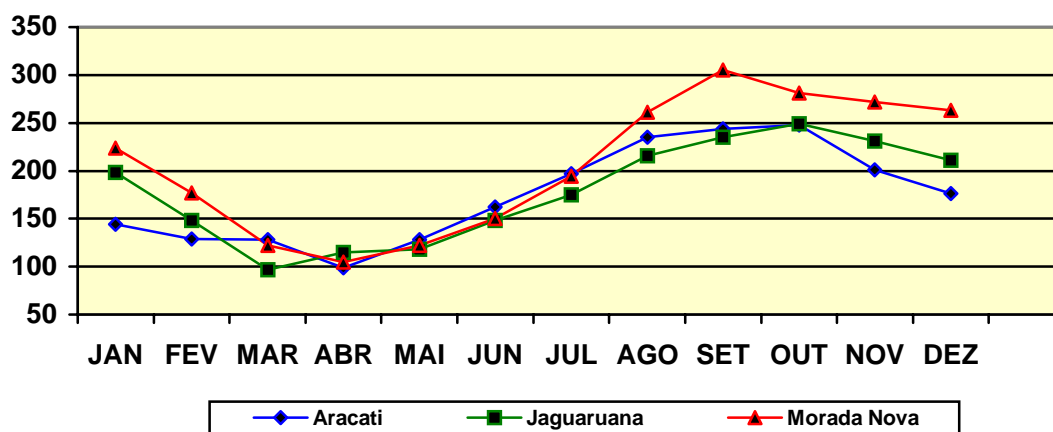
A região caracteriza-se por altas taxas de evaporação, o que acarreta perdas significativas das reservas acumuladas e contribuem para o deficit hídrico na bacia. A evaporação anual média observada foi de 2.091mm, 2.141mm e 2.476mm para Aracati, Jaguaruana e Morada Nova, respectivamente. A distribuição mensal dessas evaporações estão apresentadas no Quadro 2.10 e na Figura 2.7. Também é mostrada na seqüência o **Mapa de Isolinhas** de Evaporação na bacia do Córrego da Mata Fresca.

O período de estiagem - julho a dezembro - responde por cerca de 60% do total evaporado anualmente, sendo os meses de setembro e outubro os mais críticos.

**Quadro 2.10 - Evaporação Média nas estações de Aracati (1958 - 1968), Jaguaruana (1979 - 1988) e Morada Nova (1978 - 1987)(em mm)**

ESTAÇÕES	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	Total
Aracati	144	129	128	99	128	162	197	235	244	248	201	176	2091
Jaguaruana	198	148	97	115	118	148	175	216	235	249	231	211	2141
Morada Nova	224	177	122	105	122	150	194	261	305	281	272	263	2476

FONTE: Plano Estadual de Recursos Hídricos, 1992.



**Figura 2.7 – Evaporação Média nas estações de Aracati, Jaguaruana e Morada Nova (em mm)**



Os dados de evaporação média mensal foram calculados, em cada estação meteorológica, a partir das leituras no tanque Classe A, representando, portanto, o volume de água desprendido de uma superfície líquida plana para a atmosfera.

Deve-se ressaltar, entretanto que, para adotar estes valores como representativos da evaporação em açudes, principalmente pequenos e médios, deve-se multiplicar estes valores por um coeficiente entre a evaporação do açude e a evaporação no tanque Classe A ( $K_a$ ).

Molle e Cadier (1989) aconselham os valores mostrados no Quadro 2.11 para  $K_a$ , em função da superfície do espelho.

**Quadro 2.11 – Valores de  $K_a$ , - coeficiente entre a evaporação do açude e a evaporação no Tanque Classe A - em função da superfície do espelho d'água**

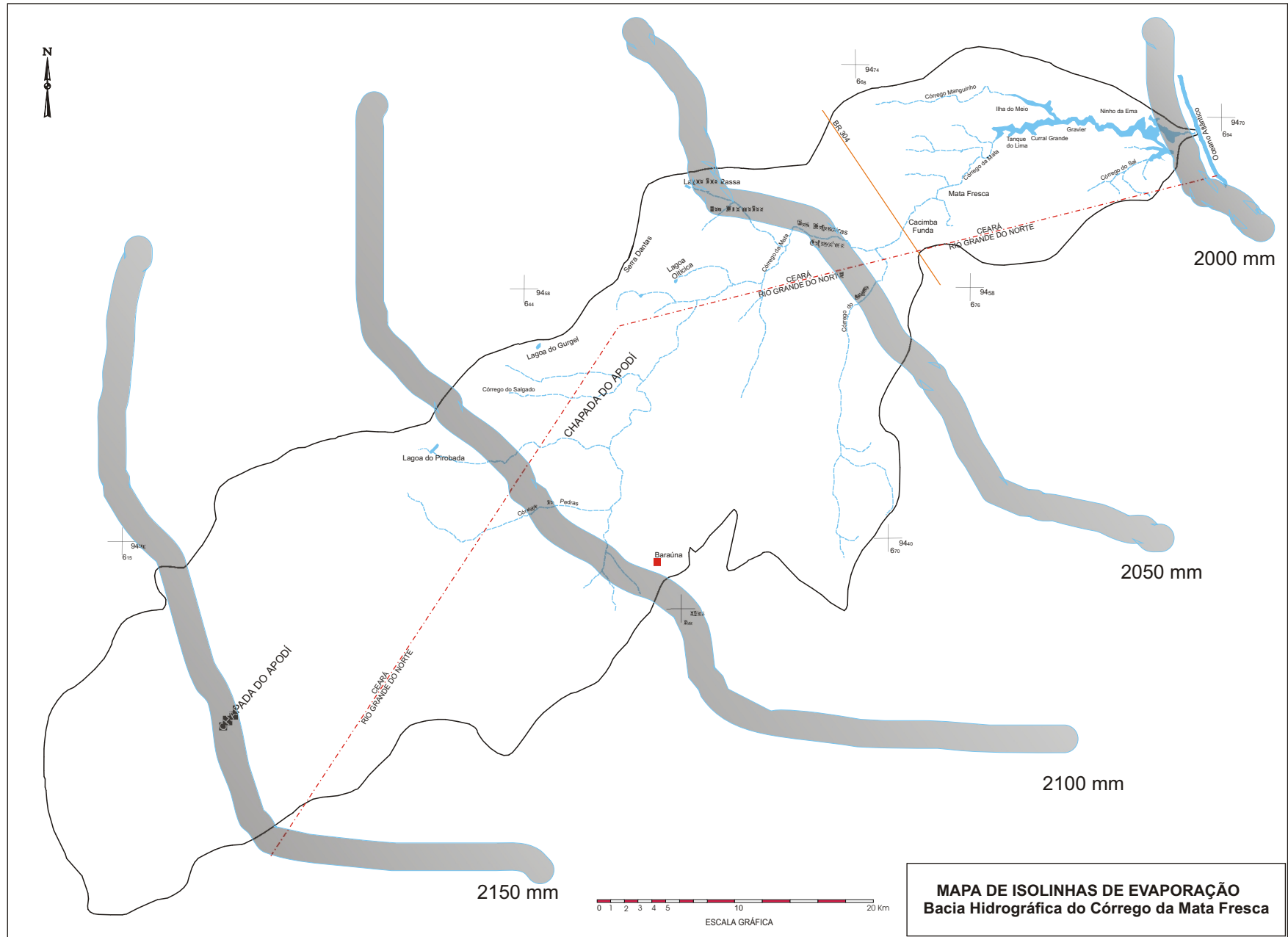
Situação	Superfície (ha)				
	0 a 5	5 a 10	10 a 20	20 a 50	>50
<b>Normal</b>	0,90	0,85	0,80	0,75	0,70
<b>Bem Protegida</b>	0,81	0,77	0,72	0,68	0,63

FONTE: Molle e Cadier (1989)

### 2.3.6 - Evapotranspiração Potencial

A evapotranspiração potencial foi estimada para servir de elemento de referência à avaliação das necessidades hídricas para irrigação. Para estimar a ETP utilizaram-se três métodos: a fórmula de Hargreaves, a fórmula de Penman-Monteith e a fórmula de correlação com a evaporação do tanque Classe A, com fatores de Doorenbos e Pruitt. A utilização desses três métodos e a adoção do maior valor entre os três é recomendada no Anexo 5 (Necessidades de Água para Irrigação e Dimensionamento de Sistemas Hidráulicos) do Volume 1 do “Manual de Irrigação do Bureau” – 1993.

Devido aos motivos já abordados anteriormente, a evapotranspiração na estação de Aracati será calculada, para os três métodos, utilizando dados do PERH. Já para as estações de Jaguaruana e Morada Nova, serão utilizados os das Normais Climatológicas.



**MAPA DE ISOLINHAS DE EVAPORAÇÃO**  
**Bacia Hidrográfica do Córrego da Mata Fresca**

### 2.3.6.1 - ETP - Segundo Hargreaves

A evapotranspiração média foi estimada por meio da equação de Hargreaves, mostrada na sequência. Esta, fornece a ETP em função da temperatura média compensada, da umidade relativa do ar e de um coeficiente de correção que depende da latitude do local considerado.

$$ETP = F \cdot (100 - U)^{1/2} \cdot 0,158 \cdot (32 + 1,8T_{comp})$$

onde:

F = Fator dependente da latitude (adimensional)

T<sub>comp</sub> = Temperatura média compensada em °C

U = Umidade relativa do ar (%)

A estimativa da evapotranspiração para as cidades de Aracati, Jaguaruana e Morada Nova encontram-se apresentadas no Quadro 2.12.

**Quadro 2.12 - Evapotranspiração Potencial Média nas estações de Aracati, Jaguaruana e Morada Nova (mm) pelo Método de Hargreaves**

MESES	ARACATI1	JAGUARUANA2	MORADA NOVA2
JAN	191,21	167,9	181,8
FEV	163,00	129,5	149,6
MAR	169,01	127,35	132,7
ABR	150,21	115,5	120,9
MAI	148,43	113,9	125,8
JUN	124,18	112,,6	125,8
JUL	153,70	125,5	136,5
AGO	178,00	151,9	164,9
SET	171,16	162,2	187,3
OUT	183,23	177,8	203,9
NOV	146,29	172,1	201,1
DEZ	144,21	165,6	198,8
<b>TOTAL</b>	<b>1922,63</b>	<b>1721,8</b>	<b>1929,1</b>

FONTE: (1) PERH (2) INEMET

### 2.3.6.2 - ETP - Segundo Penman-Monteith

O método de Penman-Monteith foi recomendado pela Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) no fórum intitulado "Expert Consultant on Revision of FAO Methodologies for Crop Water Requirements", realizado em Roma em 1990, o qual tinha como objetivo revisar a publicação FAO no.24, publicada nos anos 70 e, considerada até então, referência internacional e extensamente usada em todo o mundo por profissionais da área de irrigação.

O Método de Penman-Monteith, recomendado pelo fórum acima citado, foi considerado como mais preciso para o cálculo da evapotranspiração potencial. Basicamente constitui-se em uma metodologia baseada no efeito combinado do transporte convectivo das massas de ar e da radiação líquida. Sua equação é mostrada a seguir:

$$\lambda_e \cdot ET_{pot} = \frac{\Delta_{vap} (R_n - G) + \rho_{ar} \cdot c_p \left( \frac{e_s - e_a}{r_a} \right)}{\Delta_{vap} + \gamma \left( 1 + \frac{r_s}{r_a} \right)}$$

onde:

$$\lambda_e = (2501 - 2,36 T_{ar}) \cdot 1000 \frac{J}{Kg \cdot K}$$

se  $T_{ar} > 0$

$$e_s = 6,19780 \cdot \exp\left(17,08085 \cdot \frac{T_{ar}}{(234,174 + T_{ar})}\right)$$

se  $T_{ar} \leq 0$

$$e_s = 6,10714 \cdot \exp\left(22,44294 \cdot \frac{T_{ar}}{(272,44 + T_{ar})}\right)$$

Sendo  $ET_{pot}$  - evapotranspiração potencial,  $\lambda_e$  - entalpia da evaporação da água,  $\Delta_{vap}$  - curva que descreve a pressão de saturação do vapor d'água,  $e_a$  - pressão de saturação do vapor,  $\gamma$  - constante do psicrômetro,  $r_s$  - bulk resistance,  $r_a$  - resistência aerodinâmica,  $R_n$  - balanço de radiação,  $G$  - fluxo de calor através do solo e  $T_{ar}$  - a temperatura do ar (°C).

Pela complexidade dos cálculos envolvidos, a FAO desenvolveu um software, chamado CROPWAT, o qual entre outras coisas, calcula a evapotranspiração pelo método de Penman-Monteith, tendo como entrada apenas as temperaturas máximas e mínimas mensais (ou temperaturas médias mensais), umidade relativa, insolação e velocidade do vento. Os resultados obtidos são apresentados no Quadro 2.13.

**Quadro 2.13 - Evapotranspiração Potencial Média nas estações de Aracati, Jaguaruana e Morada Nova (mm) pelo método de Penman-Monteith**

Meses	Aracati <sup>1</sup>	Jaguaruana <sup>2</sup>	Morada Nova <sup>3</sup>
JAN	192,0	175,15	172,05
FEV	162,40	125,12	141,96
MAR	161,2	127,72	134,23
ABR	147,00	122,70	122,4
MAI	142,6	119,66	130,2
JUN	135,00	102,30	125,7
JUL	186,00	134,23	143,84
AGO	217,00	168,64	174,84
SET	204,00	178,20	197,7
OUT	213,90	201,5	212,04
NOV	165,00	187,8	206,7
DEZ	164,30	177,32	198,71
<b>TOTAL</b>	<b>2.090,60</b>	<b>1.820,94</b>	<b>1.960,37</b>

FONTE: Souza et alli, (1995) - série: (1) 1958 a 1968 (2) 1970 a 1989 (3) 1961 a 1990

Os valores da evapotranspiração potencial mensal, para a estação de Aracati, mostrada no Quadro 2.13, foram retirados de estudo de autoria do prof. Francisco de Souza et alii "Avaliação dos estudos Hidroclimatológicos do Plano Estadual de Recursos Hídricos do Ceará". No caso das estações de Jaguaruana e Morada Nova, foi usado o software CROPWAT da Food and Agriculture Organization - FAO. Quanto aos dados de entrada para estas duas estações, foram utilizadas as temperaturas máximas e mínimas, umidade relativa e insolação das Normais Climatológicas (INEMET, 1992); entretanto, os dados relativos às velocidades dos ventos foram retirados do PERH (1992), uma vez que não se encontram disponibilizados na publicação no INEMET.

#### 2.3.6.3 - ETP - Segundo Correlação com a Evaporação do Tanque Classe A

A evaporação medida no tanque Classe A ( $E_t$ ) pode ser relacionada com a evapotranspiração da cultura de referência ( $ET_o$ ) mediante a expressão apresentada a seguir. Os valores encontrados são apresentados no Quadro 2.14.

$$ET_o = E_t \times K_p$$

O coeficiente  $K_p^{(1)}$ , denominado coeficiente do tanque, depende do meio que circunda o tanque e das condições atmosféricas locais – velocidade do vento (Quadro 2.8) e umidade relativa (Quadro 2.5).

Para efeito comparativo nas Figuras 2.8 a 2.10 são grafadas as evapotranspiração potenciais calculadas pelos três métodos para as estações de Aracati, Jaguaruana e Morada Nova. No Quadro 2.15 apresenta-se um resumo comparativo dos totais anuais da evapotranspiração potencial para referidas estações.

---

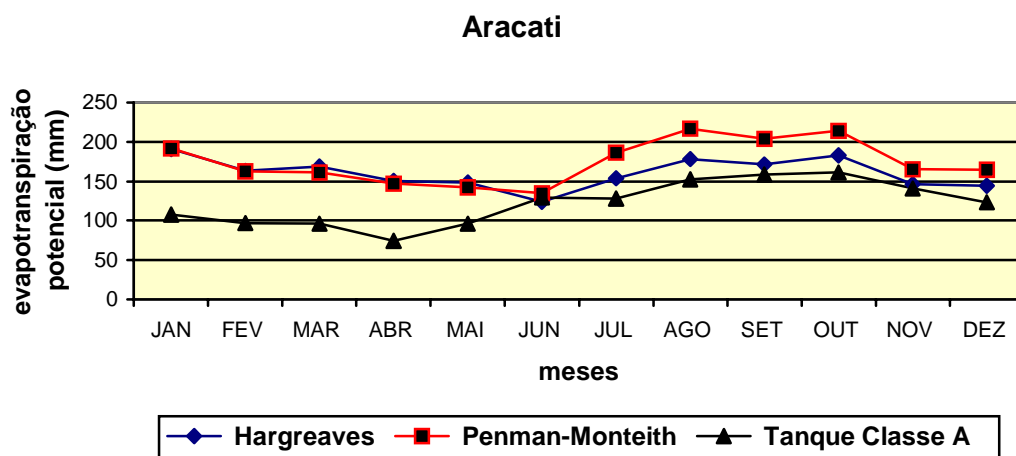
(1) Gomes, H.P. (1997). Engenharia de Irrigação. Universidade Federal da Paraíba.

**Quadro 2.14 – Evapotranspiração média da cultura de referência (ET<sub>o</sub>) nas estações de Aracati, Jaguaruana e Morada Nova (em mm)**

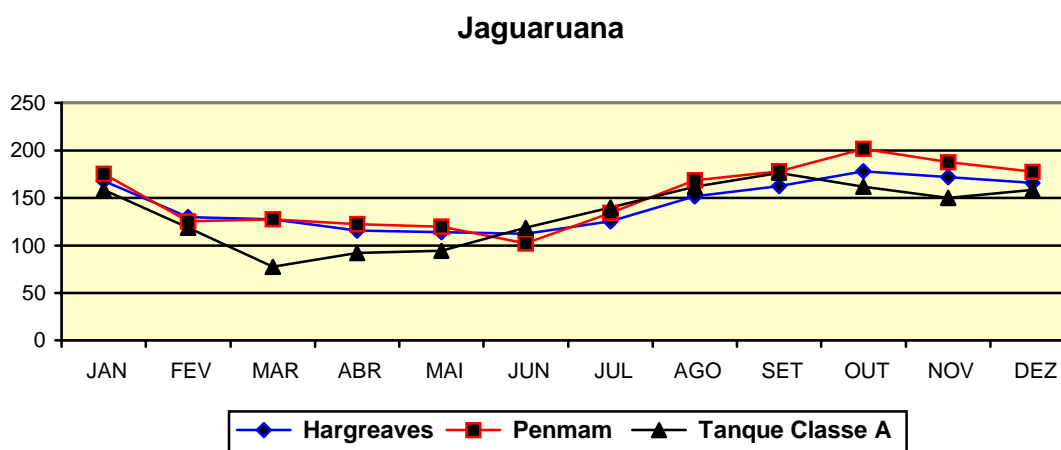
Meses	Aracati	Jaguaruana	Morada Nova
JAN	108,00	158,40	168,00
FEV	96,75	118,40	132,75
MAR	96,00	77,60	91,50
ABR	74,25	92,00	78,75
MAI	96,00	94,40	91,50
JUN	129,60	118,40	112,50
JUL	128,05	140,00	145,50
AGO	152,75	162,00	195,75
SET	158,60	176,25	228,75
OUT	161,20	161,85	210,75
NOV	140,70	150,15	204,00
DEZ	123,20	158,25	197,25
<b>TOTAL</b>	<b>1.465,10</b>	<b>1.607,70</b>	<b>1.857,00</b>

**Quadro 2.15 - Quadro Comparativo entre a Evapotranspiração Potencial Média Anual nas estações de Aracati, Jaguaruana e Morada Nova (mm) calculada pelos métodos de Hargreaves, Penman-Monteith e Tanque Classe A**

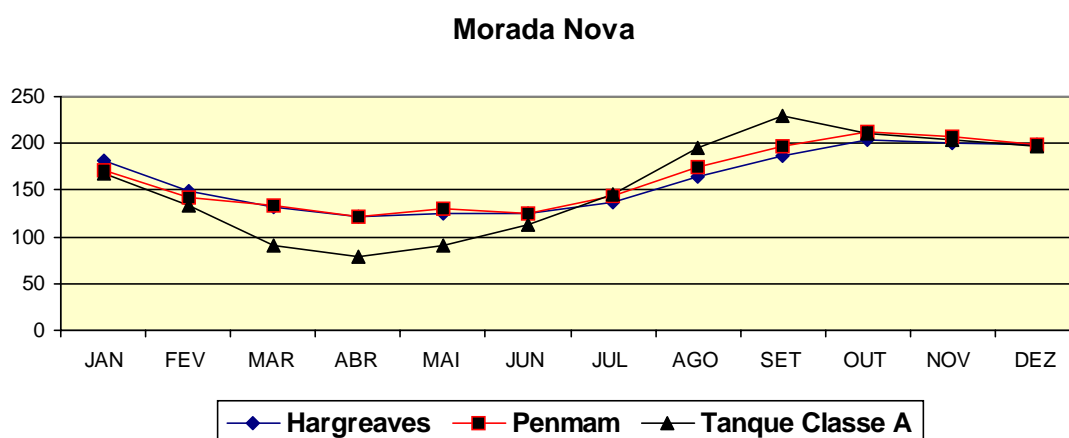
Método	Aracati	Jaguaruana	Morada Nova
<b>Tanque Classe A</b>	1.465,10	1.607,70	1.857,00
<b>Hargreaves</b>	1.922,63	1.721,80	1.929,10
<b>Penman -Monteith</b>	2.090,60	1.820,94	1.960,37



**Figura 2.8 – Evapotranspiração Potencial pelos métodos de Hargreaves, Penman-Monteith e Tanque Classe A em Aracati**



**Figura 2.9 – Evapotranspiração Potencial pelos métodos de Hargreaves, Penman-Monteith e Tanque Classe A em Jaguaruana**



**Figura 2.10 – Evapotranspiração Potencial pelos métodos de Hargreaves, Penman-Monteith e Tanque Classe A em Morada Nova**



Conforme se observa no Quadro 2.15 os valores de evapotranspiração medidos por meio do tanque Classe A mostram, como esperado, uma tendência de aumento da evapotranspiração da região litorânea para o Sertão. Por outro lado, os métodos de Hargreaves e Penman-Monteith apontam para uma ETP em Jaguaruana maior que em Aracati, ao contrário do que seria esperado. Essa inversão do gradiente natural da ETP, é explicada pela inversão também encontrada nos valores da umidade relativa. Essa inconsistência nos dados de umidade em Aracati, torna pouco confiável os valores obtidos para a ETP em Aracati. Dessa forma, os resultados da ETP para a área do Projeto passam a ser representados pelos valores obtidos para Jaguaruana.

#### 2.3.6.4 - Seleção do Posto Representativo da Área

Quanto aos diversos métodos utilizados para o cálculo da evapotranspiração, há que se escolher, conforme recomendação do já referido Anexo 5 do Bureau, o método que apresente os maiores valores deste parâmetro. Em consequência, os valores da evapotranspiração representativo da área do Projeto, a ser utilizado no cálculo da demanda hídrica, são aqueles obtidos pelo método de Penman - Monteith para a estação meteorológica de Jaguaruana resultando em um valor médio anual de 1.820,94mm.

## 2.4 - PRECIPITAÇÃO PLUVIAL

### 2.4.1 - Introdução

A região em estudo apresenta um clima típico de regiões semi-áridas, caracterizado por uma pronunciada variabilidade espacial e temporal de chuvas. O curso sazonal da precipitação é caracterizado pela concentração da pluviosidade em poucos meses, o que torna a estação chuvosa bem definida. Cerca de 90% das precipitações anuais ocorrem no primeiro semestre do ano, sendo o período mais chuvoso compreendido entre fevereiro e maio.

Estas variações sazonais estão intimamente associadas às oscilações da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) sobre o Atlântico ( 14° N a 2° S ), sendo a

estação chuvosa da Região ( “inverno”) coincidente com a posição mais ao sul que a ZCIT atinge durante os meses de março a abril. A medida que essa começa o seu retorno para o Hemisfério Norte atingindo sua máxima posição norte em agosto e setembro, o ar ascende sobre a ZCIT e descende sobre o Atlântico Subtropical Sul, criando condições pouco propícias à formação de nuvens sobre todo o Estado (estação seca).

Esta alta variabilidade temporal também ocorre a nível anual - anos extremamente chuvosos ou extremamente seco não são raros.

#### **2.4.2 - Disponibilidade de Dados Pluviométricos**

Os estudos pluviométricos, visam basicamente apresentar o regime de chuvas a nível mensal, trimestral, semestral e anual na região do Projeto. Para a análise foram selecionados 3 postos pluviométricos – o de Aracati ( código 2894148) com altitude de 20 m e 53 anos de observações, o de Jaguaruana (código 2894643) com altitude de 15 m e 64 anos de observações e, finalmente, o de Morada Nova ( código 3803224) com altitude de 50 m e 60 anos de observações (Quadro 2.16). Os anos de observações aqui citados se referem somente àqueles sem falhas, e não ao período total de observação no posto. Estimou-se os valores médios mensais, visualizados no Quadro 2.17, e as principais estatísticas da série anual (Quadro 2.18).

Há de ser ressaltado que foram localizados dois outros postos pluviométricos com melhores localizações, porém, com insuficiência de dados para representar o regime de chuvas na área do projeto; são eles: o posto Mata Fresca no interior da área e o posto Icapuí no litoral. O primeiro somente dispõe de um mês de dados e foi descontinuado na passagem da SUDENE para a FUNCEME. O segundo dispõe de uma série de 10 anos, sujeita a grandes variações amostrais tendo em conta o alto coeficiente de variação das pluviosidades anuais no local ( Aracati tem um CV de 44%).

**Quadro 2.16 - Características dos postos pluviométricos em Aracati, Jaguaruana e Morada Nova**

Nome da Estação	Código	Coordenadas		Altitude	Período de Operação *
		Latitude	Longitude		
<b>Aracati</b>	2894148	04°34'	37°46'	20	1912 -1984
<b>Jaguaruana</b>	2894643	04°50'	37°48'	15	1913-1984
<b>Morada Nova</b>	3803224	05°06'	38°23'	50	1912- 1976

(\*) incluindo os anos com falhas

No posto de Aracati, representativo da região litorânea, a precipitação média anual é de 985,76 mm, com desvio padrão de 441,21mm. O maior valor precipitado foi de 2.131,9mm e o menor, de 167,00mm (ver anexo). O coeficiente de variação é de 44,7%, portanto, extremamente alto.

Na região de transição, reproduzida pelas informações do posto de Jaguaruana, a precipitação média anual é de 726,95mm e o desvio padrão de 318,48 mm; 1.531,2 mm foi o maior valor precipitado e o menor, de 59 mm (ver anexo). O coeficiente de variação, de 43,7%, é da mesma ordem de grandeza de Aracati.

A precipitação média de 750,73mm e desvio padrão de 225,21mm, foram os valores observados no posto de Morada Nova, que retrata a região semi-árida; sendo o maior valor precipitado de 1.630,4mm e o menor, 144,00mm (ver anexo). O coeficiente de variação é de 30,0%, relativamente mais baixo que o litoral, porém ainda elevado quando comparado a outras regiões do mundo. Observa-se na Figura 2.13 que as precipitações no posto de Morada Nova se distribuem ao longo do ano, o que não ocorre normalmente no semi-árido nordestino; este fato decorre possivelmente de algum efeito orográfico local nas proximidades do posto em questão.

**Quadro 2.17 – Precipitação média mensal para os postos de Aracati, Jaguaruana e Morada Nova (mm)**

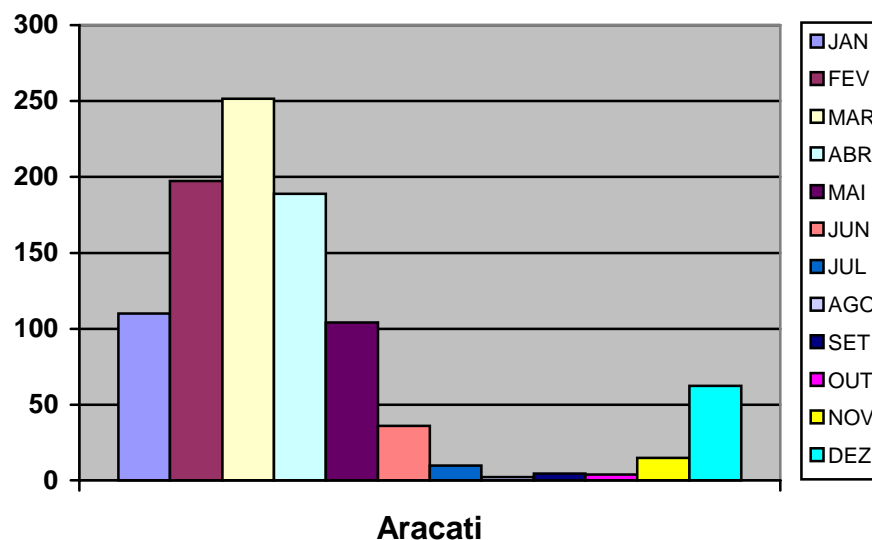
Meses	Aracati	Jaguaruana	Morada Nova
JAN	110,08	42,33	54,89
FEV	197,38	111,2	102,48
MAR	251,6	201,1	139,30
ABR	189,01	177,8	108,69
MAI	103,98	105,8	90,84
JUN	35,96	44,98	48,50
JUL	9,90	20,64	62,55
AGO	2,25	3,872	52,31
SET	4,64	2,15	28,29
OUT	3,85	1,422	24,47
NOV	14,69	3,598	16,09
DEZ	62,42	11,98	22,34
<b>TOTAL</b>	<b>985,76</b>	<b>726,87</b>	<b>750,75</b>

Fonte: SUDENE

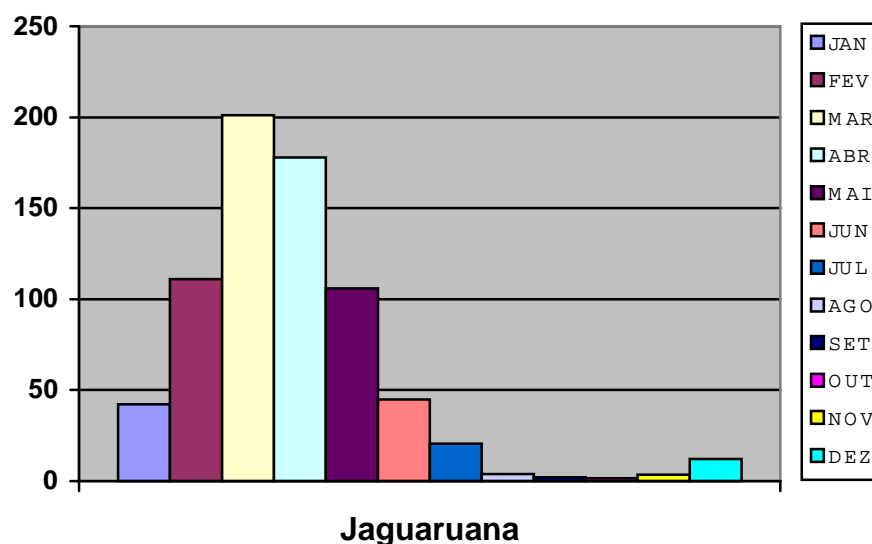
**Quadro 2.18 – Características das Precipitações Anuais em Aracati, Jaguaruana e Morada Nova**

Discriminação	Aracati	Jaguaruana	Morada Nova
Média(mm)	985,7	726,9	750,7
Desvio Padrão(mm)	441,2	318,4	225,2
Coef. de variação(%)	44,7	43,7	30,0
Precip. máxima(mm)	2.131,9	1.531,2	1.630,4
Precip. mínima(mm)	167,00	59,0	144,0

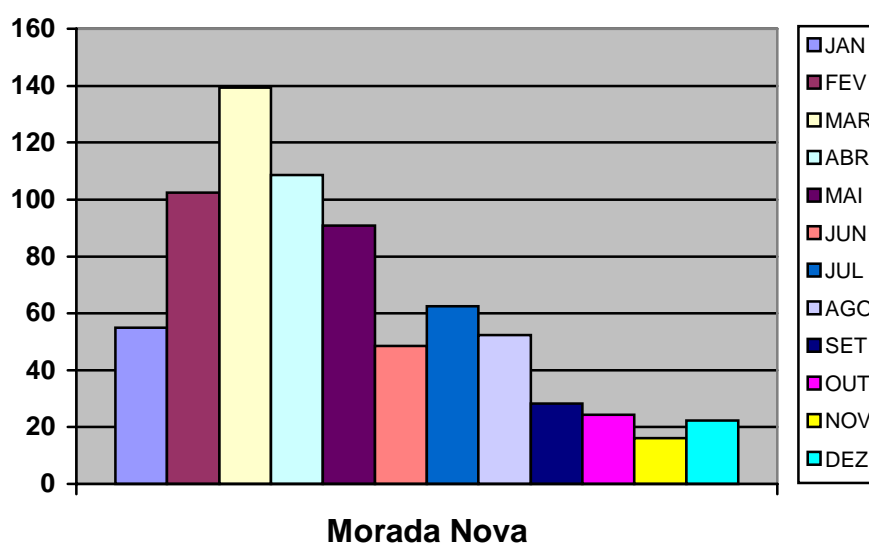
Os comportamentos das precipitações a nível mensal, trimestral e semestral dos postos de Aracati, Jaguaruana e Morada Nova, são mostrados nos Quadros 2.19 e 2.20 e nas **Figuras 2.11 a 2.19**. Na seqüência mostra-se o **Mapa de Isoietas** na bacia.



**Figura 2.11. - Distribuição das precipitações médias mensais no posto pluviométrico de Aracati (53 anos de observações)**



**Figura 2.12. - Distribuição das precipitações médias mensais no posto pluviométrico de Jaguaruana (64 anos de observações)**



**Figura 2.13. - Distribuição das precipitações médias mensais no posto pluviométrico de Morada Nova (60 anos de observações)**

A nível mensal, observa-se que o mês mais chuvoso, nos três postos pluviométricos em questão é março, atingindo os valores de 251,6mm para Aracati, 201,1mm para Jaguaruana e 139,3mm para Morada Nova, representando, respectivamente, 25,5%, 27,7% e 18,6% dos totais médios precipitados no ano.

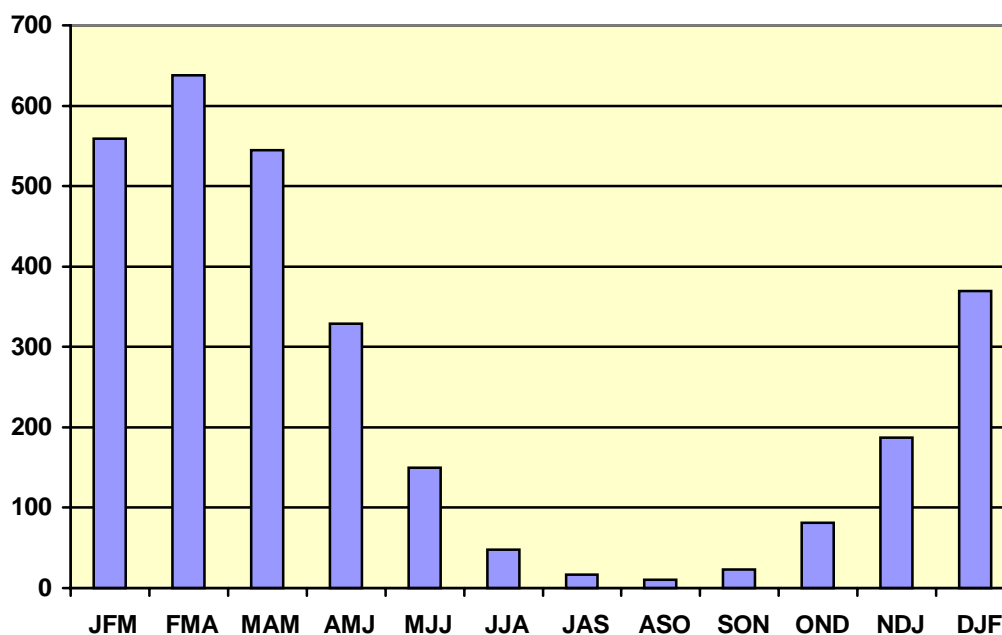
A nível trimestral, pode-se observar no Quadro 2.19 e na [Figura 2.14](#), que para o posto de Aracati, o trimestre mais chuvoso é o fevereiro a abril, com um total de 637,99mm, correspondendo a cerca de 65% do total precipitado no ano, em média.

Para o posto de Jaguaruana ([Figura 2.15](#)), os maiores valores acumulados trimestralmente ocorrem de fevereiro a abril (490,00mm) e de março a maio (487,7mm), ou seja, correspondendo a 67,4% e a 66,7%, respectivamente, do valor médio observado durante todo o ano (726,87mm).

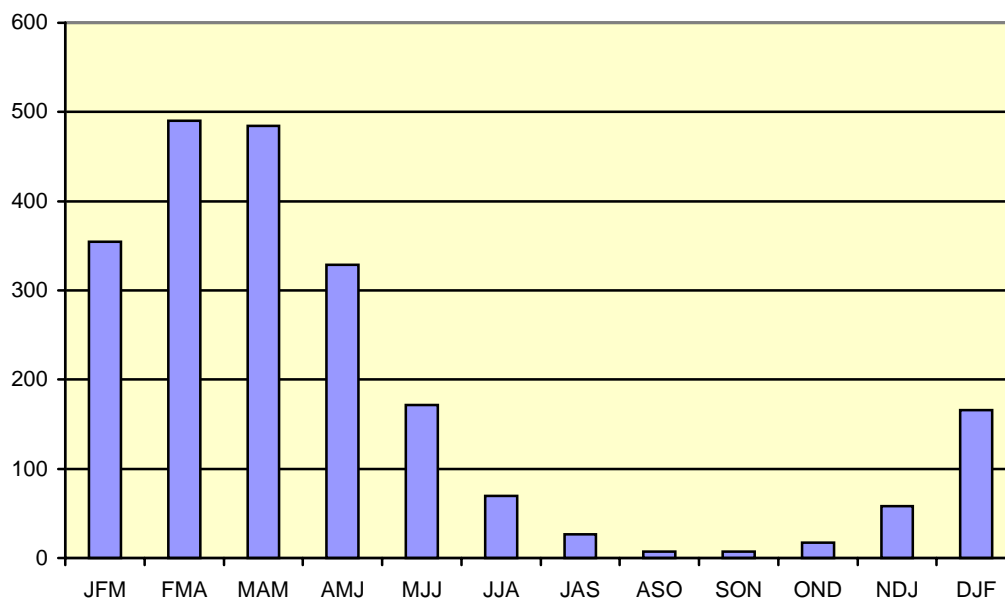
Em Morada Nova ([Figura 2.16](#)), o trimestre mais chuvoso também ocorre de fevereiro a abril (350,47mm), correspondendo a 47% do total precipitado ao ano, em média.

**Quadro 2.19 – Características das precipitações a nível trimestral em Aracati, Jaguaruana e Morada Nova (em mm)**

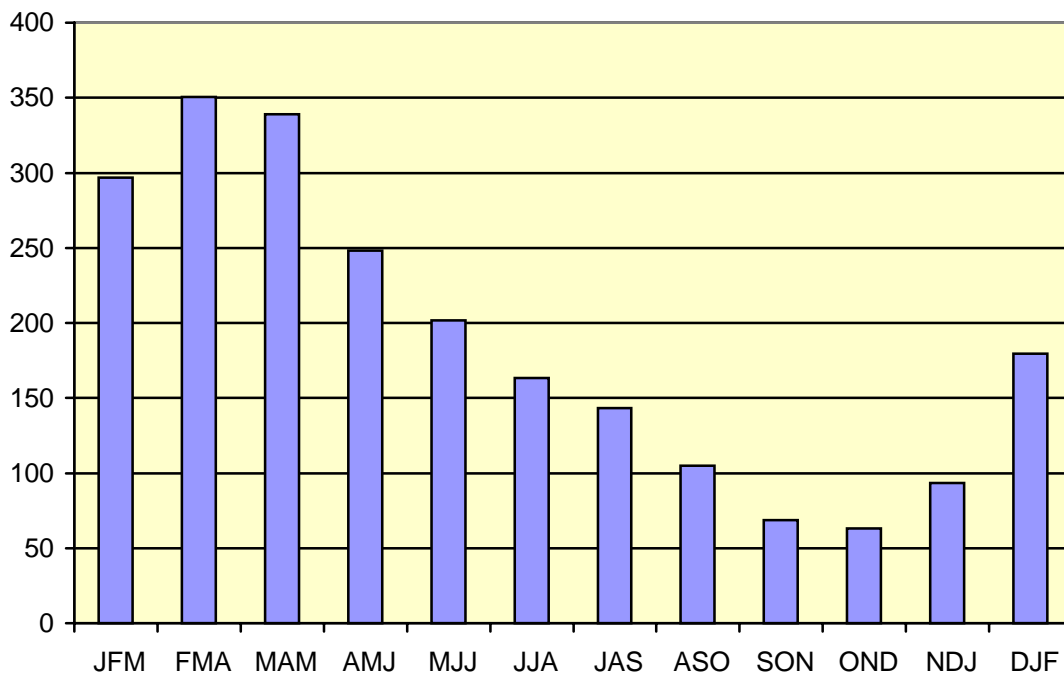
DISC.	JFM	FMA	MAM	AMJ	MJJ	JJA	JAS	ASO	SON	OND	NDJ	DJF
<b>Arac</b>	559,06	637,99	544,59	328,95	149,84	48,11	16,79	10,74	23,18	80,96	187,19	369,88
<b>Jag</b>	354,63	490,1	484,7	328,58	171,42	69,49	26,66	7,44	7,16	16,99	57,9	165,51
<b>M.N.</b>	296,67	350,47	338,83	248,03	201,89	163,36	143,15	105,07	68,85	62,9	93,32	179,71



**Figura 2.14. - Distribuição das precipitações médias a nível trimestral no posto de Aracati ( 53 anos de observações)**



**Figura 2.15. - Distribuição das precipitações médias a nível trimestral no posto de Jaguaruana (64 anos de observações)**



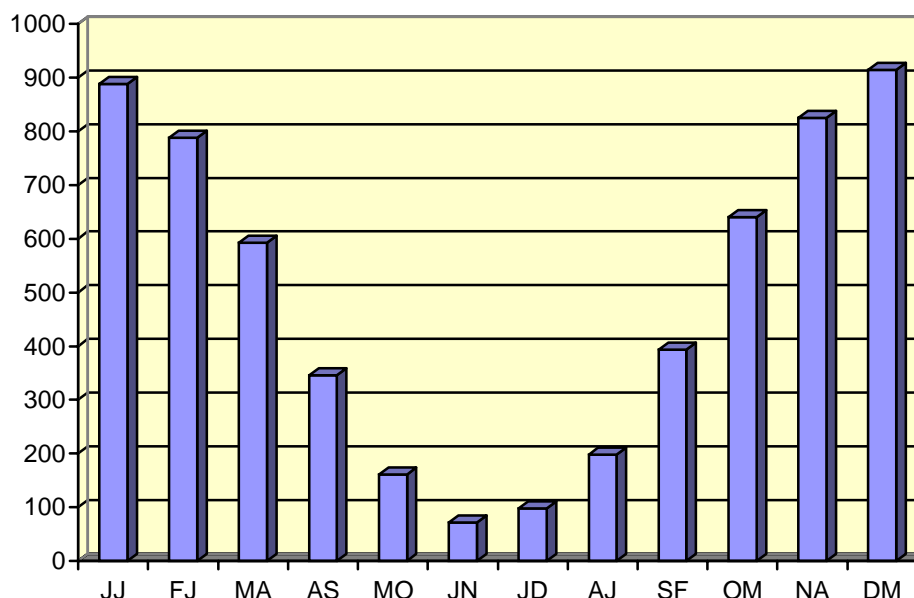
**Figura 2.16. - Distribuição das precipitações médias a nível trimestral no posto de Morada Nova ( 60 anos de observações)**



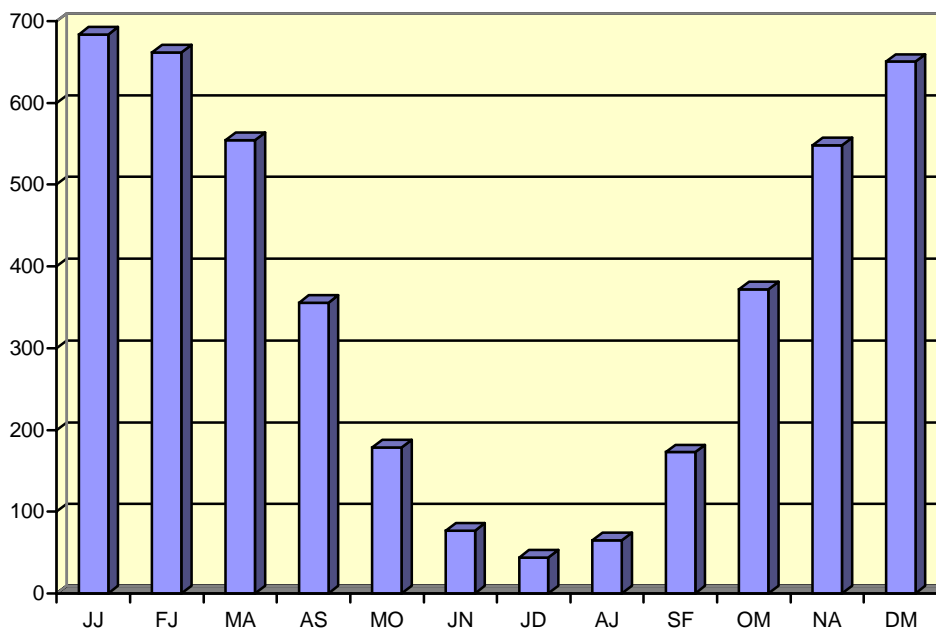
Quando se analisa as distribuições semestrais, observando o Quadro 2.20 e as Figuras 2.17 a 2.19, nota-se que o semestre de maior precipitação para o posto de Aracati é o que vai de dezembro a maio, em um total de 914,47mm, correspondendo a 93% do total anual. Já no posto de Jaguaruana, é o que vai de janeiro a junho; neste período precipita, em termos médios, 94% do total anual, ou seja 683,21 mm. E finalmente, para o posto de Morada Nova, o semestre mais chuvoso também é o de fevereiro a junho, com uma média de 552,36mm, correspondendo a 73,6% do valor que precipita, em média, por ano.

**Quadro 2.20. – Características das Precipitações Mensais, a nível Semestral em Aracati, Jaguaruana e Morada Nova (em mm)**

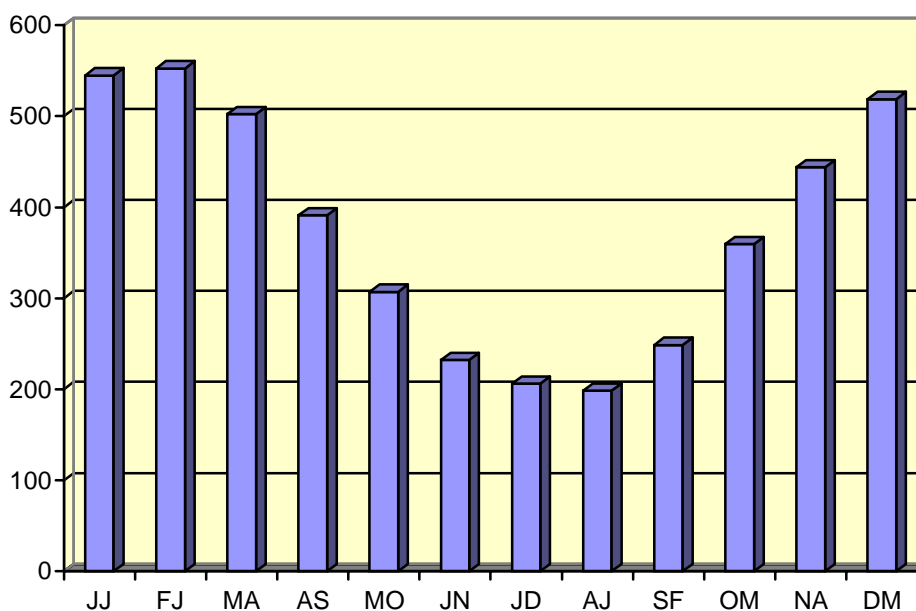
DISC.	JJ	FJ	MA	AS	MO	JN	JD	AJ	SF	OM	NA	DM
Arac	888,01	787,83	592,7	345,74	160,58	71,29	97,75	197,93	393,06	640,02	825,18	914,47
Jagua	683,21	661,52	554,19	355,24	178,86	76,65	43,65	65,34	172,67	371,62	548,00	650,21
M.N.	544,7	552,36	502,19	391,18	306,96	232,2	206,05	198,39	248,56	359,57	443,79	518,54



**Figura 2.17. - Distribuição das precipitações médias a nível semestral no posto de Aracati (53 anos de observações)**



**Figura 2.18. - Distribuição das precipitações médias a nível semestral no posto de Jaguaruana (64 anos de observações)**



**Figura 2.19. - Distribuição das precipitações médias a nível semestral no posto de Morada Nova (60 anos de observações)**



## 2.5 - CLASSIFICAÇÃO CLIMÁTICA

Neste trabalho utilizar-se-á o sistema de classificação de Köppen, extensamente usado para classificar os climas do mundo, seja na sua forma original ou com modificações. As categorias de classificação de clima do Método de Köppen são baseadas nas médias anuais e mensais da temperatura e da precipitação. O sistema de Köppen reconhece cinco tipos climáticos principais; cada tipo é designado por uma letra maiúscula (Ayoade, 1988):

**A - Climas tropicais chuvosos** - O mês mais frio tem temperatura média superior a 18°C. A precipitação pluvial anual é maior do que a evapotranspiração anual

**B - Climas secos** - A evapotranspiração potencial média anual é maior que a precipitação média anual.

**C - Climas temperados chuvosos e moderadamente quentes** - O mês mais frio tem temperatura média entre -3°C e 18 °C. O mês mais moderadamente quente tem uma temperatura média maior do que 10°C.

**D - Climas frios com neve-floresta** - O mês mais frio tem temperatura abaixo de -3°C e o mês mais moderadamente quente tem temperatura média maior que 10°C.

**E - Climas polares** - O mês mais moderadamente quente tem temperatura média menor que 10°C.

No caso da estação de Jaguaruana, têm-se uma evapotranspiração potencial média anual de 1820mm, bem superior aos 726,8mm de sua precipitação média anual, enquadrando-se portanto na categoria de clima "B".

Como as outras categorias, a do tipo B subdivide-se ainda em outros sub-grupos, em função da distribuição sazonal da precipitação e de características adicionais de temperatura.

Para o clima tipo B têm-se que:

**BSh** - Clima quente de estepe

**BSk** - Clima frio de estepe

**BWh** - Clima quente de deserto

**BWk** - Clima frio de deserto

onde:

**S** - estação seca de verão

**W** - estação seca de inverno

**h** - quente, temperatura média anual superior a 18°C (para regiões semi-áridas).

**k** - moderadamente frio, temperatura média anual menor que 18°C (para regiões semi-áridas).

Considerando que a estação chuvosa da área em estudo, representada pelo posto de Jaguaruana, concentra-se no quadrimestre fevereiro a maio, perfazendo um total, em média, de 596mm, o que representa cerca de 82% das precipitações médias anuais e que, apenas 22% das precipitações ocorrem no trimestre dezembro a fevereiro, o verão, portanto do hemisfério sul, há que se classificar a área sendo do subgrupo "**S** - estação seca de verão".

No que se refere à temperatura, a área em estudo apresenta temperatura média anual de 26,5°C, classificando -se portanto no subgrupo "**h** - quente, temperatura média anual superior a 18°C".

Sendo assim, a área do Projeto é classificada pela metodologia proposta por Köppen como sendo **BSh**, ou seja, clima semi-árido quente com estação seca de verão. Uma complementação posterior da classificação de Köppen inclui a subclasse w' para regiões onde há um atraso da estação chuvosa para o outono. Nesse contexto, têm-se um clima **BSw'h**.

### 3 - DEMANDA DE ÁGUA PARA IRRIGAÇÃO

### 3.1 - INTRODUÇÃO

A demanda para irrigação é estimada em função de duas grandezas: a evapotranspiração potencial (ETP) e a precipitação com 75% de confiabilidade. As estimativas dessas grandezas são apresentadas na sequência. Como justificado no capítulo anterior, adotaram-se os valores da ETP encontrados pelo método de Penman-Monteith para a estação de Jaguaruana (Quadro 3.1)

**Quadro 3.1. - Evapotranspiração Potencial Média na estação de Jaguaruana (mm) pelo método de Penman-Monteith (1970 - 1989)**

Meses	Jaguaruana
JAN	175,15
FEV	125,72
MAR	127,72
ABR	122,70
MAI	119,66
JUN	102,30
JUL	134,23
AGO	168,64
SET	178,20
OUT	201,5
NOV	187,8
DEZ	177,32
<b>TOTAL</b>	<b>1.820,94</b>

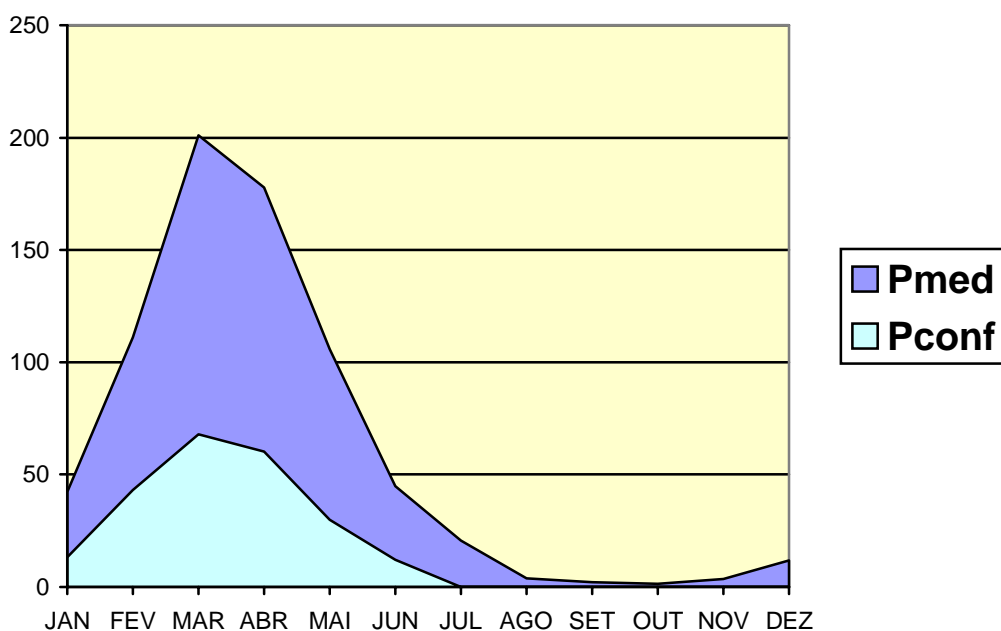
FONTE: Souza et alli, (1995)

### 3.2 - PRECIPITAÇÃO MENSAL COM 75% DE CONFIABILIDADE

Para estimar as precipitações confiáveis foi trabalhada a série de precipitações mensais do posto pluviométrico de Jaguaruana. Devido à grande quantidade de valores com precipitações nulas, principalmente nos meses do segundo semestre, admitiu-se que os totais mensais de chuva seguem uma distribuição de probabilidades mista, com uma massa de probabilidade para um total de zero milímetros e uma função densidade log-normal para os valores maiores que zero. Calcularam-se então, para cada mês, as precipitações que ocorrem com uma probabilidade superior a 75% (Quadro 3.2 e Figura 3.1).

**Quadro 3.2 – Precipitação mensal com garantia de 75% (em mm)**

Meses	Jaguaruana
JAN	13,25
FEV	43,3
MAR	68,0
ABR	60,3
MAI	29,8
JUN	12,1
JUL	0,0
AGO	0,0
SET	0,0
OUT	0,0
NOV	0,0
DEZ	0,0
<b>ANO</b>	<b>226,75</b>

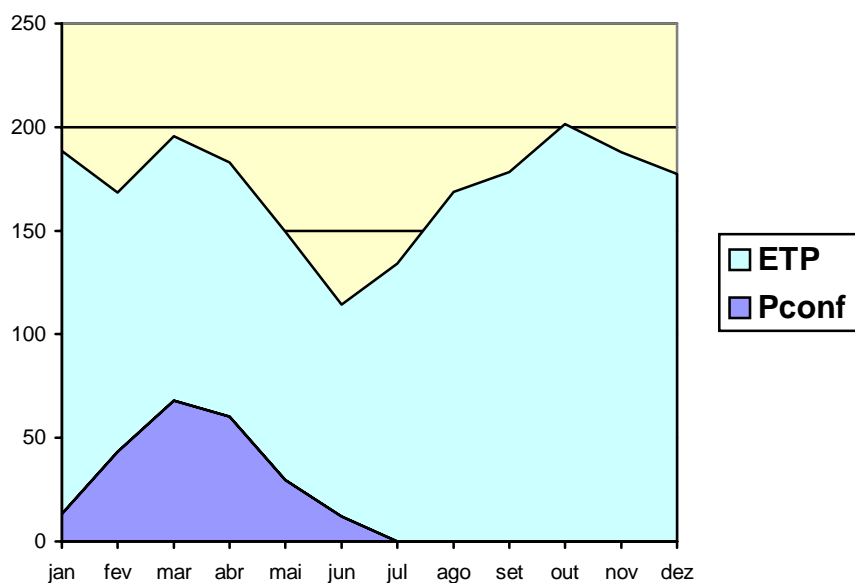


**Figura 3.1 - Precipitação mensal confiável com 75% de garantia x Precipitação média mensal em Jaguaruana**



### 3.3 - DEMANDA HÍDRICA

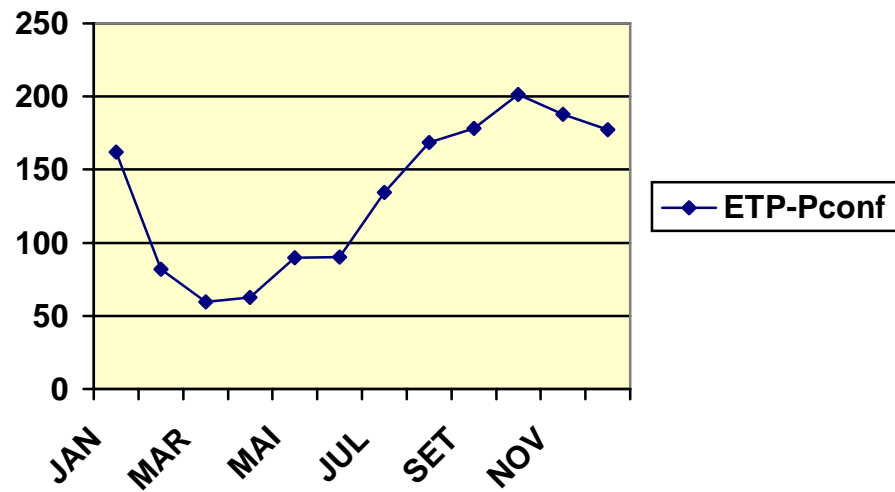
Para estimar a demanda hídrica para um determinado cultivo, utiliza-se a diferença entre a evapotranspiração esperada para o cultivo e a precipitação confiável com 75% de probabilidade. Nessa fase do estudo, os cultivos esperados ainda não estão definidos, dessa forma, optou-se por apresentar como referência para estimativa das necessidades hídricas a diferença entre a ETP e a precipitação confiável. Os resultados (Quadro 3.3 e Figuras 3.2 e 3.3) mostraram que a demanda hídrica de referência - obtida com uma cultura de fator de cultivo igual a 1,0 - é de cerca de 1594mm por ano em Jaguaruana. Quando definidos os cultivos e o rendimento previstos para a irrigação se poderá estimar o consumo esperado por hectare irrigado e assim determinar a área que será beneficiada.



**Figura 3.2 - Precipitação confiável com 75% de garantia x Evapotranspiração potencial em Jaguaruana**

**Quadro 3.3 – Demanda Hídrica Mensal para Jaguaruana (mm)**

Mês	Jaguaruana			
	Pmed	Pconf	ETP	ETP-Pconf.
JAN	42,33	13,25	175,15	161,9
FEV	111,2	43,3	125,12	81,82
MAR	201,1	68,0	127,72	59,72
ABR	177,8	60,3	122,7	62,4
MAI	105,8	29,8	119,66	89,86
JUN	44,98	12,1	102,30	90,20
JUL	20,64	0,0	134,23	134,23
AGO	3,872	0,0	168,64	168,64
SET	2,15	0,0	178,20	178,20
OUT	1,422	0,0	201,5	201,5
NOV	3,598	0,0	187,8	187,8
DEZ	11,98	0,0	177,32	177,32
<b>Total Anual</b>	<b>726,87</b>	<b>226,8</b>	<b>1.820,34</b>	<b>1.593,59</b>



**Figura 3.3 - Demanda hídrica mensal média na área do Projeto  
(Dados de Jaguaruana)**



## 4 - ANEXOS

**TABELA A1 - PRECIPITAÇÕES TOTAIS MENSAIS E ANUAIS EM MILÍMETROS PARA O POSTO DE ARACATI**

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total Anual
1913	13,00	17,00	16,00	6,00	0,00	9,00	0,00	1,00	332,00	397,00	184,00	185,30	1345,30
1914	0,00	0,00	0,00	0,00	11,00	6,50	15,00	168,40	179,70	179,70	81,70	19,50	677,50
1915	16,50	0,00	0,00	0,00	0,00	18,00	0,00	51,00	0,00	47,90	42,60	0,00	174,00
1916	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,50	21,00	109,20	32,50	305,20	172,10	182,80	1007,80
1917	86,80	3,40	0,00	0,00	13,70	18,40	58,90	281,10	349,20	195,20	236,20	228,10	1695,10
1918	32,90	2,30	3,10	18,30	0,00	34,60	46,70	64,20	66,10	293,00	254,20	246,90	1304,90
1919	99,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	52,80	0,00	22,00	31,80	36,50	12,50	264,50
1920	5,20	52,70	9,70	12,40	8,80	1,30	0,00	8,30	29,50	360,30	241,00	169,90	1063,90
1921	75,80	16,80	3,30	7,30	2,30	9,10	51,20	44,50	242,50	476,80	148,50	424,10	1921,10
1922	63,80	108,50	0,00	30,00	8,00	8,40	28,50	7,20	121,90	76,20	314,40	371,70	1505,70
1923	203,20	82,50	4,10	0,00	0,00	6,30	7,80	29,00	296,30	86,30	207,00	109,40	1138,40
1924	26,00	21,00	0,00	0,00	3,30	0,00	0,00	100,70	242,00	426,40	371,20	442,70	2073,70
1925	63,90	0,00	0,00	0,00	0,40	0,00	56,00	71,30	57,00	78,70	233,80	120,20	798,20
1926	16,80	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	7,50	77,80	135,00	151,50	387,30	183,50	1139,50
1927	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	113,40	35,90	23,90	6,00	183,00
1928	3,00	0,00	2,00	0,00	0,00	25,00	60,00	249,80	456,20	100,50	22,30	0,00	917,00
1929	0,00	0,00	21,00	1,00	0,00	80,30	468,60	480,00	164,10	42,40	2,00	2,00	1262,00
1930	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	140,90	34,80	204,20	119,10	5,00	27,10	10,40	549,40
1948	0,00	0,00	13,00	0,00	14,40	33,60	23,10	357,70	138,30	118,00	43,60	0,00	739,00
1949	0,00	0,00	6,80	0,00	3,40	0,00	145,80	262,40	222,80	272,60	55,60	0,00	965,00
1950	0,00	0,00	0,00	35,10	0,00	4,10	100,60	357,40	591,10	126,80	0,00	0,00	1213,00
1951	0,00	0,00	0,00	14,20	46,60	89,60	42,50	34,50	130,70	49,10	86,00	0,00	490,00
1952	0,00	0,00	0,00	0,00	16,50	47,80	93,90	158,20	307,30	55,90	10,70	10,60	706,60
1953	2,10	5,90	5,90	70,70	15,50	7,00	54,00	51,00	150,00	0,00	2,30	0,00	361,00
1954	0,00	0,00	0,00	0,00	8,40	10,40	58,90	133,40	124,10	173,70	17,80	0,00	523,00
1955	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	85,80	60,50	177,30	383,60	103,70	57,60	0,00	865,00
1956	2,10	0,00	12,20	0,00	68,10	20,10	179,30	324,00	99,00	13,60	4,40	7,80	735,80

(continuação)

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total Anual
1957	16,30	0,00	0,00	0,00	5,50	94,80	3,50	537,20	298,20	26,30	2,50	0,00	981,00
1958	0,00	0,00	0,00	0,00	35,10	41,00	6,30	1,40	20,10	6,70	9,30	0,00	118,00
1959	0,00	0,00	8,00	4,50	46,20	172,10	318,80	157,80	106,30	36,80	2,50	14,00	877,00
1960	0,00	1,00	1,50	5,30	28,80	16,90	354,00	171,40	134,00	50,10	4,00	2,20	768,20
1961	1,20	0,00	9,10	146,10	352,80	250,80	251,50	54,10	39,40	26,10	0,00	0,00	1128,00
1962	0,00	0,00	28,00	18,10	117,10	337,90	228,30	107,10	21,60	0,00	0,00	6,00	868,00
1963	2,00	7,40	35,10	234,80	213,20	542,70	253,20	131,30	24,30	8,40	0,00	0,00	1449,00
1964	3,00	3,90	215,00	288,70	281,60	415,00	415,90	307,10	119,40	69,10	3,50	6,80	2130,80
1965	0,00	1,50	4,80	216,70	49,20	269,60	516,50	311,50	249,00	30,60	9,50	6,70	1666,70
1966	17,20	7,10	10,20	4,20	125,50	42,20	70,90	105,30	82,60	27,20	0,00	7,00	503,00
1967	4,00	0,00	2,30	27,60	331,60	448,80	446,60	173,30	78,10	25,00	0,70	0,70	1534,70
1968	0,00	0,00	0,00	341,20	14,80	34,90	196,90	247,30	10,30	20,70	0,00	0,00	862,00
1969	0,00	0,00	0,00	27,80	11,10	325,20	216,20	138,70	67,40	9,30	27,80	0,00	820,00
1970	42,80	0,00	0,00	173,60	30,60	249,20	120,10	11,60	12,50	18,40	0,00	0,00	655,00
1971	0,00	5,80	10,20	86,90	175,40	168,50	213,30	161,90	160,80	28,00	15,90	0,00	1021,00
1972	38,40	23,10	0,00	13,60	131,60	134,00	317,10	247,90	56,10	20,80	14,50	0,00	993,00
1973	0,00	0,00	46,50	93,70	237,50	282,30	650,50	250,10	162,70	91,00	9,30	0,00	1820,00
1974	0,00	5,30	33,20	410,00	204,00	242,80	337,90	254,00	53,00	51,50	27,30	35,30	1686,30
1975	18,30	0,00	22,20	16,80	189,40	316,60	314,60	215,90	119,90	64,40	0,00	0,00	1273,00
1976	0,00	0,00	15,80	79,00	287,50	343,00	203,60	30,70	0,00	0,00	0,00	0,00	957,00
1977	34,60	38,80	0,00	95,60	188,10	263,70	231,70	168,80	140,00	131,30	0,00	0,00	1288,00
1978	0,00	0,00	0,00	0,00	60,70	171,90	189,50	200,00	35,60	132,10	0,00	0,00	787,00
1979	0,00	0,00	0,00	50,40	160,80	89,20	95,40	85,80	0,00	0,00	0,00	0,00	479,00
1980	0,00	0,00	0,00	27,60	337,70	109,00	75,40	0,00	12,30	0,00	0,00	0,00	560,00
1981	0,00	0,00	14,50	55,90	28,40	417,70	70,50	63,80	18,10	0,00	0,00	0,00	665,00
1982	0,00	0,00	102,30	51,60	200,30	233,50	205,60	120,10	25,30	25,20	5,10	0,00	966,00

Fonte: SUDENE

**TABELA A2- PRECIPITAÇÕES MENSAIS E ANUAIS EM MILÍMETROS PARA O POSTO DE JAGUARUANA**

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total Anual
1912	30,60	294,80	168,20	154,00	133,80	31,50	6,00	15,80	0,00	0,00	0,00	0,00	831,00
1913	0,00	99,30	229,60	100,50	130,30	31,50	11,40	0,00	9,60	3,70	0,00	2,40	616,40
1914	94,80	159,00	217,80	179,50	105,10	83,70	42,80	18,40	0,00	0,00	0,00	0,30	897,30
1915	69,20	5,00	12,30	48,40	11,10	1,20	10,60	0,00	0,00	0,00	0,00	3,60	162,60
1916	30,20	8,00	233,70	195,80	82,70	39,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	51,50	689,50
1917	120,20	298,30	380,70	132,70	252,80	79,60	4,50	0,00	8,50	0,00	6,60	18,40	1315,40
1918	71,40	183,80	257,00	109,80	106,90	79,60	10,50	8,80	0,00	0,90	2,20	12,50	849,50
1919	4,50	52,40	11,40	3,10	6,20	16,00	61,20	0,00	5,40	0,00	2,00	2,90	164,90
1920	0,80	45,60	352,60	271,20	123,00	47,70	45,80	1,70	0,00	0,00	2,80	27,10	940,10
1921	10,30	156,40	375,40	195,10	389,60	38,20	121,50	0,00	0,70	0,00	6,10	0,00	1290,00
1922	26,50	60,80	100,60	364,50	273,00	153,00	53,60	5,70	0,00	0,00	2,60	0,90	1036,90
1923	30,20	234,70	91,30	130,60	48,70	55,60	63,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	651,00
1924	57,40	320,80	234,30	173,70	229,60	13,20	17,50	0,00	0,00	0,00	0,00	100,30	1243,30
1925	71,40	82,90	113,50	56,70	75,20	23,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	420,00
1926	56,90	91,60	309,10	180,70	68,90	18,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	722,00
1927	15,00	188,70	243,40	118,00	51,40	196,90	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	811,00
1928	0,00	87,20	220,30	235,30	75,00	16,00	0,00	0,00	6,00	0,00	0,00	0,00	639,00
1929	25,50	194,00	288,30	215,30	70,10	27,40	18,90	4,30	2,00	3,70	0,00	16,20	878,20
1930	34,80	32,00	65,00	67,50	62,00	31,50	36,50	0,00	0,00	3,00	1,00	0,00	331,00
1931	80,00	136,20	103,50	84,30	23,90	52,50	20,70	17,70	0,00	0,00	0,00	11,50	537,50
1932	57,70	35,70	30,00	12,60	1,30	15,40	13,90	0,00	6,50	0,00	0,50	1,50	171,50
1933	15,50	90,80	213,80	304,80	109,60	14,30	10,00	0,00	0,00	0,00	1,50	18,50	792,50
1934	5,00	179,30	370,90	185,40	175,00	95,40	0,00	0,00	0,00	0,00	6,20	62,10	1139,10
1935	85,00	214,50	239,20	267,90	154,60	138,30	40,70	5,20	0,00	0,00	0,00	14,50	1170,50
1936	27,50	221,80	56,90	15,60	46,60	111,10	13,50	0,00	0,00	0,00	0,00	4,60	497,60
1937	0,00	219,00	93,30	155,60	193,90	58,60	17,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	735,00
1938	30,40	45,20	382,10	231,80	70,40	4,50	0,00	0,00	5,30	0,00	4,50	0,00	771,00
1939	4,50	275,70	193,20	71,00	23,50	0,00	11,20	8,20	0,00	17,20	0,00	0,00	602,00
1940	58,60	94,60	120,20	342,60	201,60	79,80	101,00	8,50	0,00	0,00	0,00	2,70	1007,70
1941	2,70	73,40	84,90	69,70	4,00	11,30	0,00	0,00	0,00	0,00	6,10	0,00	249,00
1942	6,70	52,20	93,10	76,20	23,70	3,50	0,00	0,00	0,00	8,20	0,00	29,60	319,60
1943	84,60	104,80	103,80	164,00	4,00	18,20	44,20	0,00	0,00	0,00	3,60	20,70	564,70



(continuação)

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total Anual
1944	11,70	5,80	263,50	193,10	153,50	7,00	26,50	0,00	0,00	2,20	0,00	38,20	736,20
1946	162,20	85,00	152,40	206,50	13,00	26,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	81,20	806,20
1947	32,60	104,30	323,60	223,80	125,20	0,00	10,50	0,00	0,00	0,00	77,50	18,80	930,80
1948	5,20	100,40	200,50	114,30	123,70	45,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	587,00
1949	0,00	78,30	181,60	214,10	191,80	35,70	14,20	5,00	4,00	0,00	80,50	0,00	802,00
1950	40,80	29,20	225,20	356,10	108,10	8,70	7,30	0,00	6,00	5,50	0,00	0,00	784,00
1951	41,60	9,50	69,80	189,10	58,10	135,40	3,50	0,00	0,00	0,00	0,00	16,20	536,20
1952	31,50	36,00	122,10	140,60	27,40	7,80	0,00	0,00	0,00	0,00	1,90	0,00	364,00
1953	1,90	22,40	26,50	161,60	15,00	11,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,90	238,90
1954	0,00	19,30	75,30	127,00	123,20	64,00	10,50	0,00	0,00	0,00	0,00	8,40	434,40
1955	42,20	72,50	313,40	262,70	112,90	39,30	0,00	0,00	0,00	4,90	0,00	8,60	860,60
1956	0,00	179,60	215,30	221,20	16,90	17,60	11,90	7,00	0,00	0,00	0,00	0,00	666,00
1957	0,00	0,00	42,70	316,90	417,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	775,00
1958	0,00	0,00	6,00	0,00	53,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	59,00
1959	55,00	308,00	93,00	175,00	59,00	17,00	10,00	6,00	0,00	0,00	0,00	0,00	723,00
1961	0,00	25,00	144,00	46,00	45,00	11,30	0,00	8,00	0,00	0,00	3,00	100,00	482,00
1962	395,00	341,00	36,00	38,00	78,00	0,00	0,00	0,00	0,00	22,00	16,20	54,80	1034,80
1963	454,00	124,10	64,00	0,00	0,00	0,00	21,00	0,00	0,00	0,00	145,00	150,90	1108,90
1964	522,40	235,00	10,40	17,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	34,00	126,00	251,80	1446,80
1965	275,50	231,50	109,80	93,80	0,00	13,10	0,00	4,20	4,10	107,80	74,00	249,00	1408,00
1966	403,20	76,00	121,80	7,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	226,50	129,10	1091,10
1967	52,70	32,50	36,00	16,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	20,90	360,70	297,20	1110,20
1968	120,50	0,00	8,50	0,00	0,00	0,00	0,00	59,50	23,70	257,60	7,00	9,50	492,50
1969	0,00	0,00	0,00	0,00	40,20	53,80	20,60	180,40	248,80	85,40	61,00	20,70	727,70
1970	44,00	0,00	0,00	0,00	0,00	77,00	16,00	160,70	100,40	29,40	1,80	15,60	457,60
1971	0,00	0,00	6,10	0,00	0,60	49,80	46,30	223,10	280,00	140,20	102,20	15,50	876,50
1972	14,60	0,00	9,20	1,00	4,20	0,00	179,20	260,80	307,60	169,50	15,20	10,00	978,00
1973	16,00	0,00	0,00	0,00	34,50	11,50	108,20	204,80	311,40	201,30	101,40	115,30	1216,30
1974	7,70	3,50	1,50	0,00	0,60	336,50	102,40	422,80	323,80	150,30	66,10	23,80	1456,80
1975	30,00	46,20	14,70	2,10	12,50	25,20	83,50	557,20	109,50	253,80	85,00	101,20	1418,20
1976	0,00	0,00	1,70	0,00	33,30	45,00	151,70	215,40	168,60	0,00	0,00	0,00	613,00
1985	2,60	9,80	223,50	73,00	37,30	0,70	7,90	1,70	0,10	20,00	96,80	404,80	1276,80

Fonte: SUDENE

**TABELA A3- PRECIPITAÇÕES MENSAIS E ANUAIS EM MILÍMETROS PARA O POSTO DE MORADA NOVA**

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total Anual
1912	39,00	206,40	263,50	332,00	164,00	10,00	0,00	9,00	0,00	0,00	8,00	0,00	1031,00
1913	0,00	202,00	293,20	236,50	84,00	80,00	37,00	0,00	0,00	0,00	0,00	19,00	970,00
1914	305,00	97,00	245,00	96,00	103,00	91,00	39,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	976,00
1915	54,00	1,40	47,00	30,00	71,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	33,00	269,00
1916	58,00	25,00	104,00	177,00	74,00	89,00	0,00	0,00	0,00	0,00	40,00	94,00	755,00
1917	135,30	441,00	248,00	226,00	132,00	81,00	14,50	0,00	16,00	0,00	20,00	0,00	1313,00
1918	61,00	242,00	107,00	91,80	54,70	50,10	7,50	26,90	32,00	0,00	0,00	6,00	682,00
1919	71,00	24,00	14,80	7,30	3,20	7,40	4,80	6,80	0,00	0,00	0,00	5,30	146,30
1920	8,90	14,30	236,00	191,90	129,80	53,90	6,50	0,00	0,00	0,00	0,00	39,80	715,80
1921	68,00	123,00	358,10	198,70	237,60	11,20	62,20	0,00	0,00	0,00	6,80	0,00	1063,00
1922	9,70	70,00	118,00	336,10	358,20	84,70	89,30	17,00	0,00	0,00	34,00	0,00	1115,00
1923	93,00	155,70	20,50	242,00	28,20	46,50	36,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	620,00
1924	38,00	397,00	284,00	468,30	325,10	90,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	28,00	1658,00
1925	116,60	219,30	186,90	221,00	95,80	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	837,00
1926	57,80	93,20	253,00	113,50	186,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	702,00
1927	24,50	127,00	209,60	172,60	47,00	12,80	26,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	617,00
1928	66,00	0,00	231,30	165,00	93,30	35,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	590,00
1929	147,40	320,40	412,80	190,30	100,30	0,00	65,90	0,00	0,00	0,00	0,00	66,70	1366,70
1930	88,90	26,90	54,90	63,00	30,20	0,00	0,00	0,00	0,00	18,30	0,00	24,00	327,00
1931	127,00	291,00	173,00	90,70	14,00	11,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	706,00
1932	100,20	53,00	104,60	19,50	0,00	30,20	15,20	0,00	24,30	0,00	0,00	0,00	345,00
1933	208,00	96,00	162,00	185,00	29,80	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	11,00	12,50	715,50
1934	37,00	208,00	302,00	120,00	189,00	18,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	89,50	1052,50
1935	142,20	205,70	360,60	309,10	55,90	84,90	0,00	45,10	0,00	0,00	0,00	27,70	1254,70
1936	39,90	155,20	32,90	27,70	31,20	147,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	431,00
1937	0,00	195,90	61,60	98,80	177,30	66,70	30,30	0,00	0,00	0,00	0,00	21,70	669,70
1938	109,20	0,00	280,80	251,40	103,00	13,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	756,00
1939	22,00	120,00	179,00	39,00	20,00	27,00	7,00	14,00	0,00	28,50	10,00	0,00	466,00
1940	103,00	23,00	330,00	389,00	255,00	80,00	15,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1195,00
1941	0,00	86,00	101,10	116,20	29,60	10,80	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,50	352,50
1942	0,00	70,70	39,40	98,30	52,50	14,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	273,00
1943	112,60	41,10	202,00	116,30	4,60	0,00	25,00	0,00	0,00	0,00	2,50	57,00	616,00

(continuação)

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total Anual
1944	30,50	12,10	209,00	108,90	172,50	28,50	25,50	0,00	0,00	0,00	0,00	37,50	658,50
1945	96,50	265,00	247,50	179,00	111,80	94,10	45,30	4,50	0,00	0,00	0,00	0,00	1041,00
1946	175,00	208,10	243,30	104,10	12,00	11,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	121,00	995,00
1948	23,50	67,30	208,00	85,00	166,00	70,30	8,00	6,00	6,00	8,50	0,00	6,50	659,50
1949	10,00	37,00	286,90	0,00	104,00	0,00	0,00	3,80	0,00	0,00	35,30	0,00	475,00
1951	36,70	436,90	431,90	135,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	22,50	1082,50
1952	35,00	37,50	145,00	35,50	178,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	20,00	470,00
1953	8,50	208,00	126,80	140,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	63,00	9,50	563,50
1954	14,50	20,50	168,50	81,30	53,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	336,00
1955	72,70	120,20	106,70	0,00	12,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	104,00	117,50	648,50
1956	132,90	185,80	120,40	7,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	207,50	858,50
1957	186,90	207,60	18,30	4,60	0,00	0,00	0,00	205,80	31,00	327,90	304,00	31,50	1344,50
1958	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	9,20	6,80	11,40	5,20	81,40	0,00	60,20	232,20
1959	0,00	0,00	0,00	0,00	23,50	122,10	295,40	131,90	67,10	49,50	17,20	13,80	730,80
1960	4,60	0,00	0,00	0,00	0,00	4,90	15,10	349,80	136,70	62,30	39,00	81,50	771,50
1961	0,00	0,00	0,00	0,00	252,30	256,00	200,40	158,30	77,90	33,00	0,00	0,00	976,00
1962	0,00	0,00	0,00	14,30	77,50	86,40	259,70	115,70	79,80	9,00	1,90	0,00	640,00
1963	0,00	0,00	0,00	28,00	84,10	94,20	252,70	175,50	64,70	8,50	1,10	0,00	706,00
1964	0,00	0,00	1,50	76,20	175,30	120,10	315,60	177,30	243,60	26,70	32,20	0,00	1165,00
1965	0,00	0,00	0,00	0,00	45,80	14,20	226,40	325,80	72,30	197,70	9,40	0,40	888,40
1966	0,00	1,50	0,80	0,00	13,00	99,60	79,30	41,10	91,60	81,30	55,30	1,70	462,70
1967	2,00	0,00	0,00	0,00	4,70	210,40	310,50	225,90	108,10	46,10	18,20	8,50	939,50
1968	1,20	0,00	10,30	9,40	132,30	106,20	195,00	125,50	214,70	20,70	11,60	5,80	833,80
1969	0,00	2,20	0,80	23,20	73,80	69,60	171,20	220,60	107,00	78,80	102,40	14,20	873,20
1970	0,00	1,30	0,00	0,00	81,90	26,20	137,20	77,60	28,50	13,60	8,50	0,00	371,00
1971	14,00	6,50	5,90	0,40	56,40	98,10	199,30	183,80	92,40	161,70	26,60	15,10	870,10
1972	0,00	0,00	10,00	0,00	14,80	65,20	135,60	214,40	54,00	145,30	0,00	36,00	709,00
1973	5,70	0,00	0,00	68,90	325,40	77,40	391,50	264,90	144,30	69,10	3,20	0,00	1346,00

Fonte: SUDENE

## 5 - EQUIPE TÉCNICA

## EQUIPE TÉCNICA

### Coordenação Geral

Bernardo Rene Zicman	Engº Civil	CREA – 16401-D/RJ
----------------------	------------	-------------------

### Coordenação Adjunta

Telma Rocha Torreão	Engª Civil	CREA – 10353-D/PE
---------------------	------------	-------------------

### Coordenação de Área

José Nilson B.Campos	Engº Civil	CREA – 1065-D/CE
----------------------	------------	------------------

### Equipe Técnica

Ticiania Marinho de C. Studart	Engª Civil	CREA – 4532-D/CE
--------------------------------	------------	------------------

Eugênio Francisco de S. Neto	Engº Civil	CREA – 9670-D/CE
------------------------------	------------	------------------