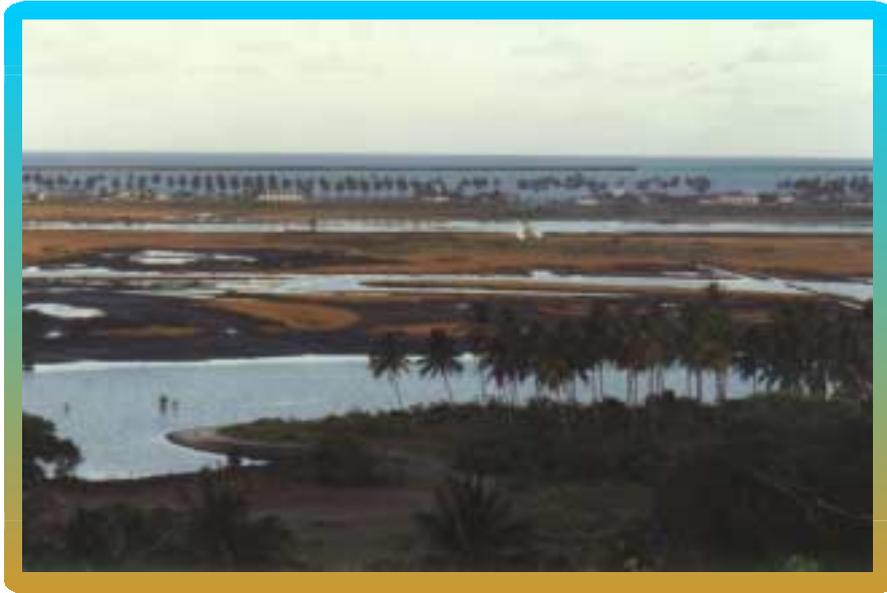


**SISTEMA DE INFORMAÇÕES PARA GESTÃO TERRITORIAL
DA REGIÃO METROPOLITANA DO RECIFE**

PROJETO SINGRE



**HIDROLOGIA DO MUNICÍPIO
DE IPOJUCA/PERNAMBUCO**

Série Recursos Hídricos - Volume 03



**RECIFE
1998**

REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL
MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA
CPRM - SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL
DIRETORIA DE HIDROLOGIA E GESTÃO TERRITORIAL
SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DO RECIFE

SISTEMA DE INFORMAÇÕES PARA GESTÃO TERRITORIAL
DA REGIÃO METROPOLITANA DO RECIFE
PROJETO SINGRE

HIDROLOGIA DO MUNICÍPIO DE IPOJUCA/PERNAMBUCO

Série Recursos Hídricos - Volume 03

Carlos Eugênio da Silveira Arraes



RECIFE
1998

GOVERNO DO ESTADO DE PERNAMBUCO

SECRETARIA DE PLANEJAMENTO

**FUNDAÇÃO DE DESENVOLVIMENTO
DA REGIÃO METROPOLITANA (FIDEM)**

Miguel Arraes de Alencar
GOVERNADOR DO ESTADO

Mauro Magalhães Vieira Filho
SECRETÁRIO DE PLANEJAMENTO

Sônia Coutinho Calheiros
PRESIDENTE DA FIDEM

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA

**SECRETARIA DE MINAS
E METALURGIA**

**COMPANHIA DE PESQUISA
DE RECURSOS MINERAIS CPRM**

**PROGRAMA DE INFORMAÇÃO PARA
GESTÃO E ADMINISTRAÇÃO TERRITORIAL**

Raimundo Mendes de Brito
MINISTRO DE ESTADO

Otto Bittencourt Netto
SECRETÁRIO DE MINAS E METALURGIA

Carlos Oití Berbert
DIRETOR PRESIDENTE

Gil Pereira de Souza Azevedo
DIRETOR DE HIDROLOGIA
E GESTÃO TERRITORIAL

Antônio Juarez Milmann Martins
DIRETOR DE GEOLOGIA
E RECURSOS MINERAIS

José Sampaio de Portela Nunes
DIRETOR DE ADMINISTRAÇÃO E FINANÇAS

Augusto Wagner Padilha Martins
DIRETOR DE RELAÇÕES INSTITUCIONAIS
E DESENVOLVIMENTO

Marcelo Soares Bezerra
SUPERINTENDENTE REGIONAL
DO RECIFE

CÁSSIO ROBERTO DA SILVA
CHEFE DO DEPARTAMENTO DE GESTÃO
TERRITORIAL

Regina Célia Gimenez Armesto
CHEFE DA DIVISÃO DE GESTÃO
TERRITORIAL

EQUIPE TÉCNICA

Enjôlras de A. Medeiros Lima
Gerente de Hidrologia e Gestão Territorial

Ivo Figueirôa
Gerente de Relações Institucionais
e Desenvolvimento

Júlio de Rezende Nesi
Supervisor do GATE

Marina Nóbrega - Geógrafa
*Francisco A. B. de Moraes **
*Luiz Cláudio Ferreira **
* Digitalização

Hortência Maria Barboza de Assis
Coordenadora dos Projetos GATE

Paulo Roberto Siqueira de Assunção
Coordenação da Digitalização

Carlos Eugênio da Silveira Arraes
Engenheiro de Minas

Cláudio Scheid
Flávio Renato A. de A. Escorel
Serviço de Edição Regional

Dalvanise da Rocha S. Bezerril
Analista de Informações

Série Recursos Hídricos - Volume 03

Arraes, Carlos Eugênio da Silveira
Hidrologia do Município de Ipojuca/Pernambuco. Recife:
CPRM/FIDEM,1998. 22 p. 1 mapa (*in bolso*)

“Sistema de Informações para Gestão Territorial da Região
Metropolitana do Recife - Projeto SINGRE”.

1. Hidrologia - Ipojuca. 2. Bacias Hidrográficas. 3. Áreas Inundadas
e Inundáveis. 4. Descargas Mínimas no Rio Ipojuca. 5. Escoamento
Básico. 6. Pernambuco. 7. Brasil. I. Companhia de Pesquisa de
Recursos Minerais. II. Fundação de Desenvolvimento da Região
Metropolitana do Recife. III. Título.

CDD 551.48

Capa: Área inundada cortada por canais, próxima a Porto de Galinhas/PE.
Foto : Carlos Eugênio da Silveira Arraes.
Tratamento digital sobre foto realizado por Claudio Scheid e Flávio Renato
A. de A. Escorel.

A crescente expansão urbana das metrópoles tem gerado graves desequilíbrios ambientais, que afetam a qualidade de vida da população.

São problemas de abastecimento de água, poluição, salinização de aquíferos, enchentes, escorregamentos de encostas, assentamento de lixões, todos demandando para sua solução o conhecimento adequado das características do meio físico.

*A experiência da **Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM** em levantamentos geológicos básicos, pesquisa mineral e estudos de recursos hídricos, além de sua transformação em **Serviço Geológico do Brasil**, levou-a a tomar a si a responsabilidade da criação e condução do **Programa de Gestão e Administração Territorial - GATE**, executado sempre em regime de cooperação com organismos de planejamento nacionais, regionais, estaduais ou municipais.*

*A Região Metropolitana do Recife - RMR padece dos problemas mencionados e, por isso, a CPRM está desenvolvendo, em convênio com a **Fundação de Desenvolvimento da Região Metropolitana do Recife - FIDEM**, estudos básicos para caracterização do Meio Físico com a finalidade de diagnosticar e subsidiar os órgãos de governo e planejadores de espaços geográficos.*

Os resultados desses estudos estão consubstanciados em relatórios técnicos, com informações, diagnoses e propostas relacionadas à temática do desenvolvimento urbano. A presente publicação é parte desse esforço.

1 - INTRODUÇÃO	1
2 - METODOLOGIA	2
2.1 Climatologia e Pluviometria	2
2.2 Hidrografia	2
2.3 Balanço Hídrico	2
2.4 Escoamento Básico	2
2.5 Áreas Inundadas e Inundáveis	2
2.5.1 Áreas Inundadas com Efeito de Maré	2
2.5.2 Áreas Inundadas sem Efeito de Maré	3
2.5.3 Áreas Inundáveis na Estação Chuvosa	3
2.5.4 Áreas Inundáveis com Tempo de Retorno Superior a Um Ano	3
3 - CLIMATOLOGIA	4
4 - PLUVIOMETRIA	5
5 - HIDROGRAFIA	11
6 - BALANÇO HÍDRICO	12
7 - ESCOAMENTO BÁSICO	14
8 - QUALIDADE DAS ÁGUAS	15
9 - ÁREAS INUNDADAS E INUNDÁVEIS	16
9.1 Áreas Inundadas	16
9.1.1 Áreas Inundadas com Efeito de Maré	16
9.1.1.1 Áreas Inundadas do Complexo Estuarino do Rio Ipojuca	17
9.1.1.2 Áreas Inundadas da Bacia Litorânea do Merepe-Maracaípe (GL-3)	17
9.1.1.3 Áreas Inundadas da Bacia do Rio Sirinhaém	17
9.1.1.4 Áreas Inundadas do Rio Massangana	17
9.1.2 Áreas Inundadas sem Efeito de Maré	17
9.2 Áreas Inundáveis	17
9.2.1 Áreas Inundáveis na Estação Chuvosa	17
9.2.2 Áreas Inundáveis com Tempo de Retorno Superior a Um Ano	17
10 - REGULARIZAÇÃO DOS RIOS	18
11 - ABASTECIMENTO	19
12 - ANTROPISMOS	20
13 - RECOMENDAÇÕES	21
14 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	22

ANEXO I - Mapa de Áreas Inundadas e Inundáveis do Município de Ipojuca - PE
(Escala 1:100.000)

1 - Introdução

Visando subsidiar o diagnóstico do meio físico do município de Ipojuca, foram desenvolvidos estudos hidrológicos englobando a delimitação das bacias hidrográficas e das áreas inundadas e inundáveis deste município. Foram estudadas também a pluviometria, a evapotranspiração média e recalculados os balanços hídricos com os dados de duas estações climatológicas da região. Como resultado obteve-se um mapa de áreas inundadas e inundáveis (**Anexo I**) na escala 1:100.000 e o presente texto com recomendações.

A importância desta pesquisa resultou em fornecer subsídios a estudos hidrogeológicos, com a determinação de vazões mínimas diárias consecutivas, no período seco, no rio Ipojuca (Engenho Tabocas e Engenho Maranhão), correlacionadas com a presença de surgências de aquíferos. A delimitação das citadas áreas inundadas e inundáveis visou embasar planejamento de ocupação do solo.

2 - Metodologia

A metodologia para cada tipo de abordagem é a seguir descrita sucintamente:

2.1 Climatologia e Pluviometria

Os dados climatológicos foram compilados do banco de dados do Departamento de Meteorologia e Recursos Hídricos da Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária-IPA (1996) e da SUDENE (1990).

Os dados pluviométricos foram compilados do citado Departamento de Meteorologia, do Microsistema de Dados Hidrometeorológicos do DNAEE (1983) e da Secretaria de Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente - SECTMA (1997). Foram processados e tratados os dados para elaboração de hietogramas médios da Bacia do Ipojuca.

2.2 Hidrografia

Foram traçados os divisores de águas das bacias, utilizando-se os mapas topográficos, ortofotocartas e observações de campo. A fotointerpretação foi importante em áreas inacessíveis, como a noroeste do coqueiral drenado na bacia litorânea dos rios Merepe e Maracaípe e na porção estuarina da bacia do rio Ipojuca.

Foram revistas as áreas de drenagens utilizando-se planímetro e verificadas as perenidades das drenagens de primeira ordem durante a etapa de campo.

2.3 Balanço Hídrico

Para caracterizar o período seco e o chuvoso, foram elaborados gráficos de balanços hídricos pelo método de Thornthwaite, que facilitam a visualização dos períodos, para capacidade de campo (retenção de umidade pelo sistema radicular das plantas) de 100 mm, baseados em cobertura do solo pela cultura de cana de açúcar. As plantações desta cultura, excetuando as áreas alagadas, urbanas e umas poucas áreas com atividades agropecuárias, cobrem literalmente todo o município de Ipojuca, o que justifica tal procedimento.

2.4 Escoamento Básico

Foi estabelecida a correlação entre vazões mínimas diárias consecutivas, pouco variáveis entre si, no período seco, com o escoamento básico (contribuição dos aquíferos aos rios). Admitiu-se que o fato destas vazões pouco variarem em torno do seu valor médio, refletiria as características estruturais dos aquíferos e a velocidade de percolação das águas nestes aquíferos.

2.5 Áreas Inundadas e Inundáveis

2.5.1 Áreas Inundadas com Efeito de Maré

O método principal utilizado foi a fotointerpretação com apoio de fotografias aéreas em escala 1:30.000, datadas de 1972, com estereoscópio de bolso.

A identificação destas áreas deu-se pela visualização do seu ecossistema (os manguezais), pela sua textura e tonalidade próprias. Onde inexistia, na planície de maré, os mangues, devido a sua destruição pelos nativos, a identificação destas áreas deu-se pela presença de lâmina de água junto a este ecossistema.

Foram utilizadas as ortofotocartas da FIDEM, na escala 1:10.000, datadas de 1988, para estudo das planícies de maré, que na maioria dos casos, confirmou as informações obtidas e em outros, apontou antropismos. Executou-se uma etapa de dez dias de campo, na área em estudo, para confirmação dos dados obtidos da fotointerpretação e compilação, tanto das áreas inundadas com efeito de maré, como das demais. Utilizou-se um equipamento GPS (Global Positioning System), modelo Garmin 45, para checagem dos pontos de interesse, sendo efetuada a comparação com os dados lançados nos mapas topográficos nas escalas 1:25.000 e 1:100.000, da SUDENE.

Posteriormente, os dados foram compatibilizados com um mapa geomorfológico preliminar de Ipojuca (Amaral, inédito).

2.5.2 Áreas Inundadas sem Efeito de Maré

Utilizou-se uma sistemática de trabalho idêntica à anterior. Na fotointerpretação, atendeu-se para a presença de áreas baixas com lâminas de água relativamente distantes dos trechos dos rios sujeitos a efeito de maré e manguezais. Estas áreas baixas foram checadas na visita ao campo e anotadas as suas coordenadas obtidas por GPS, confirmando-se sua presença nos mapas topográficos.

2.5.3 Áreas Inundáveis na Estação Chuvosa

As áreas foram delimitadas com os subsídios da fotointerpretação, confrontados com os dados das ortofotocartas, dos mapas topográficos e da verificação de campo.

Atentou-se para áreas de drenagem que apresentam vegetação ciliar e cotas baixas situando-se, entretanto, a alguma distância dos manguezais. As entrevistas com moradores locais confirmaram as observações.

2.5.4 Áreas Inundáveis com Tempo de Retorno Superior a Um Ano

A delimitação desta área é mera mente indicativa, pela ausência de estudos estatísticos e nivelamentos topográficos, devido a inexistência de séries históricas de vazões nos rios dentro do município, que justificassem estes estudos, importantes na delimitação das áreas de inundação.

A metodologia consistiu na entrevista com moradores, de idade mais avançada, que informaram até onde os níveis de água tinham alcançado nos locais, e identificação de áreas baixas, com aproximadamente as mesmas cotas que os citados pontos. As áreas inundáveis foram delimitadas por fotointerpretação, conjuntamente, com informações topográficas dos mapas já mencionados. A justificativa para tal método é indicar a possibilidade de que, eventualmente, ocorram inundações em áreas que possam inadvertidamente serem ocupadas habitacionalmente. A informação, embora desprovida de rigor estatístico, é válida até que se disponha de séries de vazões na planície litorânea em coordenadas geográficas, que possibilitem o amarramento de um nivelamento aos níveis máximos de cheias na estação de medição de vazões.

3 - Climatologia

O clima do município como um todo não difere do clima do seu litoral. A estação agrometeorológica de Porto de Galinhas está localizada nas seguintes coordenadas geográficas: 8° 45' S, 35° 00' W. O tipo climático segundo Thornthwaite (IPA, 1996) é úmido, megatérmico, com moderada deficiência hídrica no verão. O balanço hídrico climatológico de Porto de Galinhas no período compreendido entre setembro e fevereiro, registra deficiências hídricas.

No entanto, de abril a agosto os valores de excedentes hídricos são superiores a 100mm, atingindo até 200mm (relatório do IPA, 1996).

Na **Tabela 1** encontram-se alguns parâmetros climatológicos desta estação fornecidos pelo Departamento de Meteorologia e Recursos Hídricos da Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária - IPA.

Tabela 1 - Estação de Porto de Galinhas (IPA) - 1996

PARÂMETRO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
TEMPERATURA MÉDIA (°C)	27,1	27,2	26,8	26,4	25,7	25,2	24,6	24,6	25,5	25,7	27,3	27,6
TEMPERATURA MÍNIMA (°C)	23,9	23,9	23,6	23,4	22,7	22,3	22,4	21,8	22,9	23,9	24	24,2
TEMPERATURA MÁXIMA (°C)	30,4	30,5	30,2	29,5	28,5	28	27,2	27,3	28,2	29,5	30,3	30,7
UMIDADE RELATIVA (%)	75,0	76,2	77,0	77,3	80,8	80,5	82,0	80,3	77,0	76,0	77,3	75,2
EVAPOTRANSPIRAÇÃO (mm)	152	136	144	131	121	108	102	104	117	146	147	156
PRECIPITAÇÃO MÉDIA (mm)	85,5	128	225	287	321	329	290	180	105	44,5	36,3	42,6
PRECIPITAÇÃO MÁXIMA (mm)	290	307	619	613	601	630	647	375	245	162	166	164
PRECIPITAÇÃO MÍNIMA (mm)	0,3	0,1	0,9	0	0	0	130	70,4	11,8	3,0	0	1,9

4 - Pluviometria

Dentro do município estudaram-se duas estações pluviométricas, a de Porto de Galinhas e a de Usina Ipojuca, situadas nas localidades com o mesmo nome. O município encontra-se dentro da área de influência das estações de Primavera e Escada a oeste, Algodois e Engenho Tabatinga ao norte e Sirinhaém ao sul.

O regime de precipitações no litoral do município não difere muito do regime de precipitações no oeste do mesmo e pode ser melhor visualizado no **Gráfico 1** (Precipitações em Porto de Galinhas).

As precipitações máxima, média e mínima ao longo dos meses do ano, referem-se às médias das máximas mensais, as médias das precipitações médias mensais e a média das mínimas mensais dos meses, no eixo das ordenadas, no período de 1956 até 1993. Nota-se a intensa pluviosidade da região com a média das mínimas mensais oscilando entre 130 mm e 70mm, entre os meses de julho e agosto, e a média das precipitações máximas ultrapassando os 600mm no período de março a julho. A média das precipitações médias mensais varia entre 35mm em novembro a 330mm em junho (**Gráfico 1**).

Devido a importância do rio Ipojuca para o município, que tem parte dos seus 250km de leito principal atravessando a Zona do Agreste, elaboraram-se dez hietogramas médios (**Figura 1**) com os dados do Microssistema de Dados Hidrometeorológicos - MSDHD. Estes dados pertencem às estações pluviométricas posicionadas ao longo da bacia do rio Ipojuca, excetuando-se a estação de Porto de Galinhas, próxima à porção litorânea da referida bacia (**Figura 2**). Observando-se as isoietas médias anuais na bacia do rio Ipojuca tem-se uma visualização da variabilidade espacial das precipitações médias anuais nesta bacia (**Figura 3**).

A quadra mensal menos chuvosa, na bacia, ocorre na Zona do Agreste (valores inferiores a 50mm) nos meses de setembro a dezembro, e a partir de Primavera (transição para a Zona da Mata), temos o trimestre menos chuvoso (valores inferiores a 90mm) nos meses de outubro a dezembro (**Figuras 1 e 2**) estando o valor mais freqüente abaixo de 70mm.

Em julho de 1970 ocorreram fortes precipitações na região, ocasionando inundações. No distrito de Nossa Senhora do Ó a situação foi agravada, pois o mesmo encontra-se próximo ao limite da planície de maré do rio Merepe. A **Tabela 2** nos fornece uma idéia da magnitude e da extensão dos eventos.

Gráfico 1 - Precipitações em Porto de Galinhas

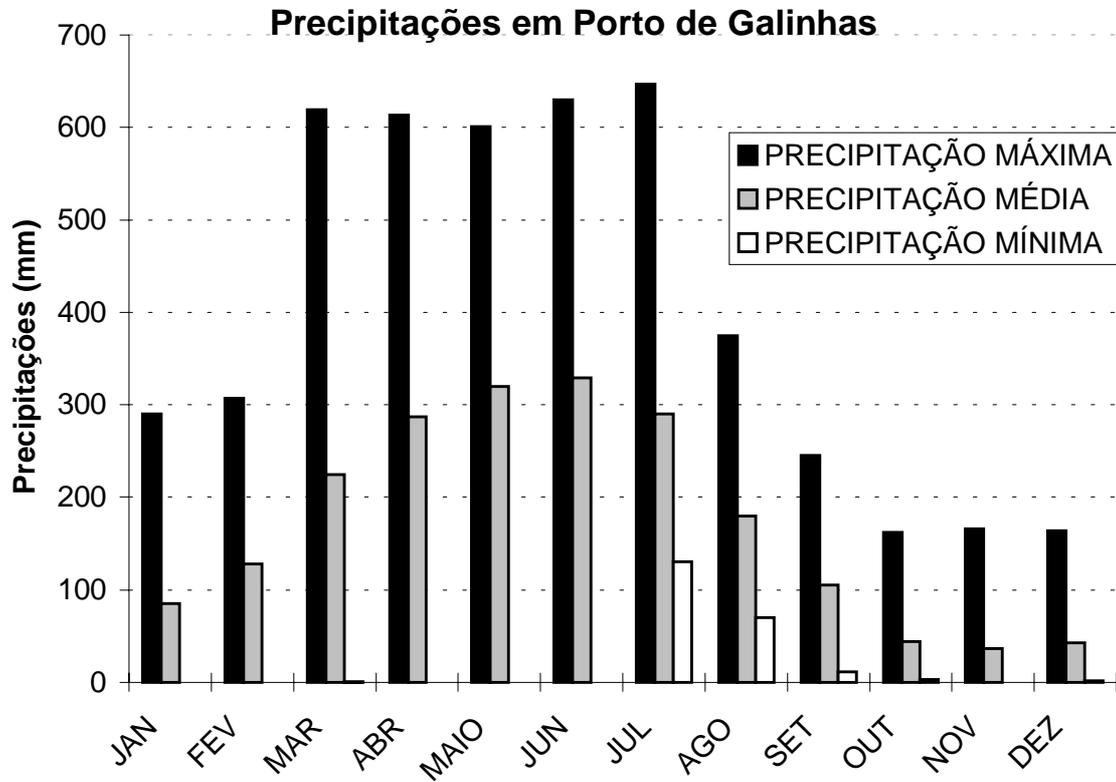


Figura 1 - Hietogramas Médios da Bacia do Ipojuca

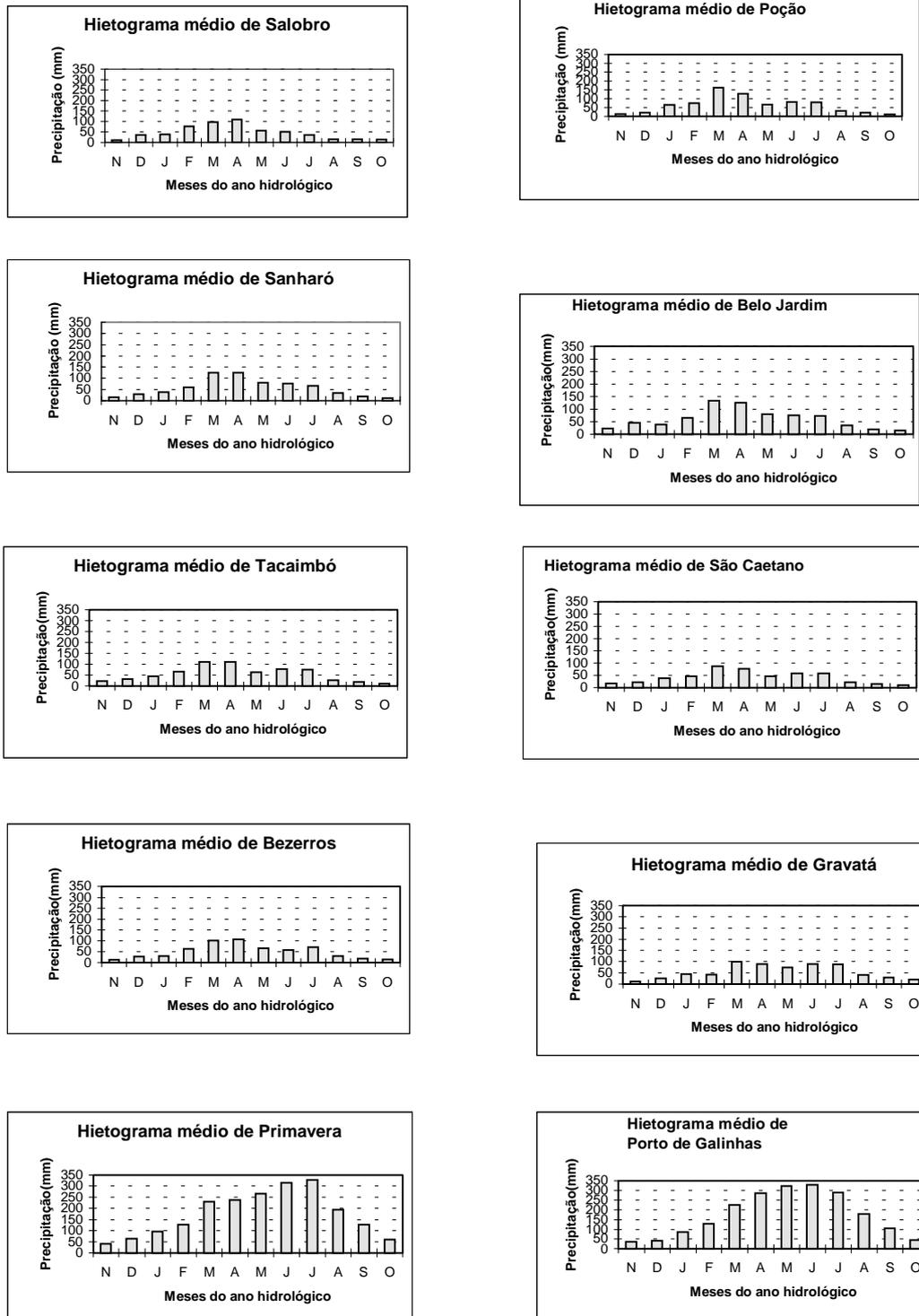
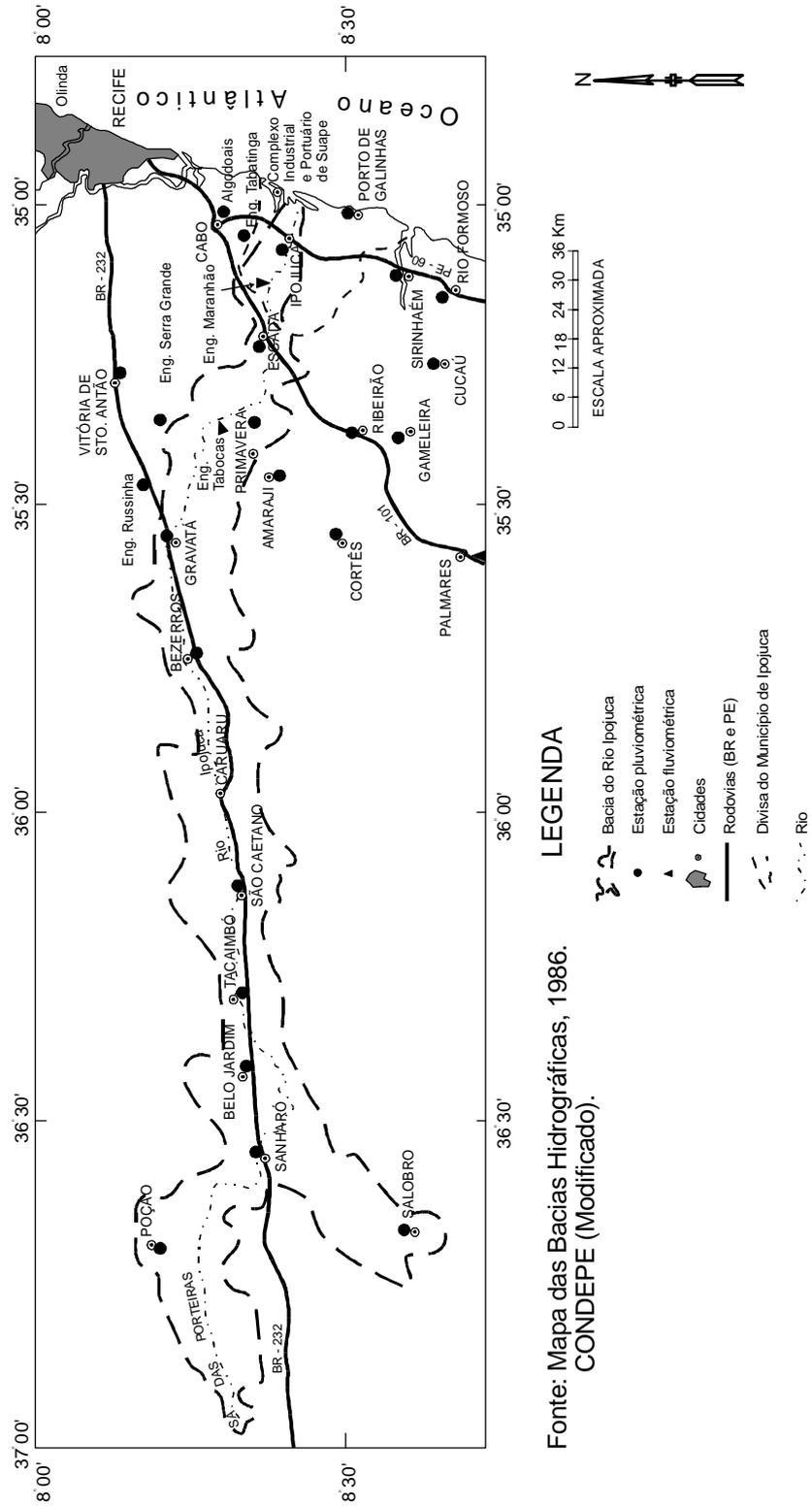


Figura 2 - Mapa de Situação da Bacia do Rio Ipojuca com Estações Pluviométricas e Fluviométricas Estudadas

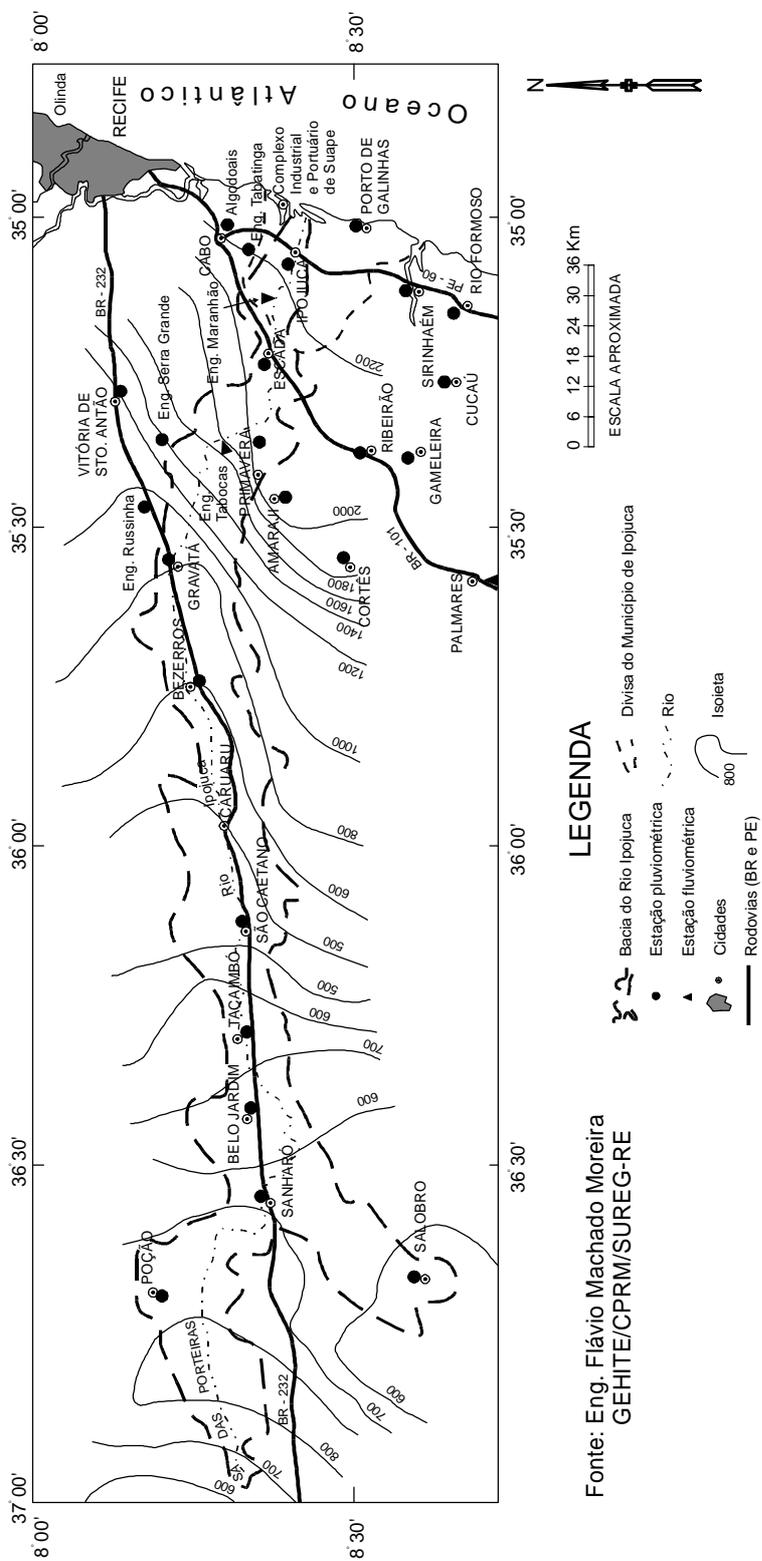


Fonte: Mapa das Bacias Hidrográficas, 1986. CONDEPE (Modificado).

LEGENDA

- Bacia do Rio Ipojuca
- Estação pluviométrica
- Estação fluviométrica
- Cidades
- Rodovias (BR e PE)
- Divisa do Município de Ipojuca
- Rio

**Figura 3 - Mapa de Situação da Bacia do Rio Ipojuca Com Isoietas Médias Anuais (mm).
Baseado em Dados de 1963 a 1985.**



Fonte: Eng. Flávio Machado Moreira
GEHITE/CPRM/SUREG-RE

Tabela 2 - Precipitações durante a inundação de julho de 1970

INUNDAÇÃO DE JULHO DE 1970 - Precipitações diárias (mm) dos dias 18 a 23.07.70							
ESTAÇÃO	18.07.70	19.07.70	20.07.70	21.07.70	22.07.70	23.07.70	ACUMULADO
PORTO DE GALINHAS *	100	179	197	0,4	1,2	9,4	487
USINA IPOJUCA **	18,3	53,3	102,4	120,5	225,4	108,2	627
E. TABATINGA **	37,7	110,4	125,6	140	7,7	0	421
PRIMAVERA **	9,4	75,6	0	230,3	6,1	0	321,4
ESCADA **	22,2	85,1	76,3	84,2	70,1	0	337,9
RUSSINHA **	0	145	225	208	2,4	0	580
RIO FORMOSO **	150,5	150,5	100,1	4,1	0,8	8,5	414,5
RIBEIRÃO **	4,2	62,8	68,2	75,4	3,2	5,4	219
GAMELEIRA **	0	65	130,7	186,6	5,3	0	387,6
E. SERRA GRANDE **	22,3	37,6	179,9	147	4,2	0	390,7
AMARAGI **	7,4	110	142,6	104,6	5,3	0,3	370

Fonte: SECTMA - DRHI *
DNAEE/CPRM **

Tabela 3 - Áreas das Bacias Hidrográficas no Município de Ipojuca

Bacia hidrográfica (km ²)	Rio Ipojuca	Rio Sirinhaém	Rios Merepe e Maracaípe	Rio Pirapama	Rio Massangana
Área total	3.310	2.179	116	*470	*100
Área no município	148 (4,47 %)	180 (8,26 %)	116 (100 %)	6 (1,3 %)	49 (49 %)

* Dados estimados

Fonte: Anuário Estatístico de Pernambuco - 1992

5 – Hidrografia

O município de Ipojuca apresenta áreas de drenagem (**Tabela 3**) pertencentes às partes orientais das bacias dos rios Ipojuca e Sirinhaém e da bacia litorânea GL-3 (rios Merepe e Maracaípe). Esta última encontra-se inteiramente contida na área do município. Além destas, observa-se, a noroeste, uma pequena área de drenagem pertencente à bacia GL-2 (rio Pirapama) e a nordeste, uma fração da bacia litorânea GL-2 (rio Massangana).

O rio Ipojuca, o maior do município, nasce na serra das Porteiras, no município de Arcoverde. Na planície costeira apresenta um padrão predominantemente meandrante. No oeste do município, mostra-se encaixado em um relevo de suaves colinas e morros, com altitudes médias ao nível do canal principal do rio, variando entre 100m a 50m. Margeia a cidade de Ipojuca e deságua próximo ao Complexo Industrial e Portuário de Suape.

O rio Sirinhaém tem o seu curso principal e o seu afluente Sibiró como divisores municipais ao sul.

O rio Maracaípe e o rio Merepe, que constituem a Bacia GL-3, apresentam a sul um divisor de água com a bacia do Sirinhaém, na estrada que une o povoado de Feiteira à praia do Toco.

Delimitando o município a nordeste, encontra-se o rio Massangana, que sofre forte influência do efeito de maré.

As drenagens de primeira ordem dos rios da região, mostraram-se permanentes na visita de campo ocorrida na primeira quinzena de dezembro/96 (período com déficit hídrico). Tal fato deve-se, principalmente, à contribuição das águas subterrâneas e a pluviosidade deste período mais seco.

Tabela 3 - Áreas das Bacias Hidrográficas no Município de Ipojuca

Bacia hidrográfica (km ²)	Rio Ipojuca	Rio Sirinhaém	Rios Merepe e Maracaípe	Rio Pirapama	Rio Massangana
Área total	3.310	2.179	116	*470	*100
Área no município	148 (4,47 %)	180 (8,26 %)	116 (100 %)	6 (1,3 %)	49 (49 %)

* Dados estimados

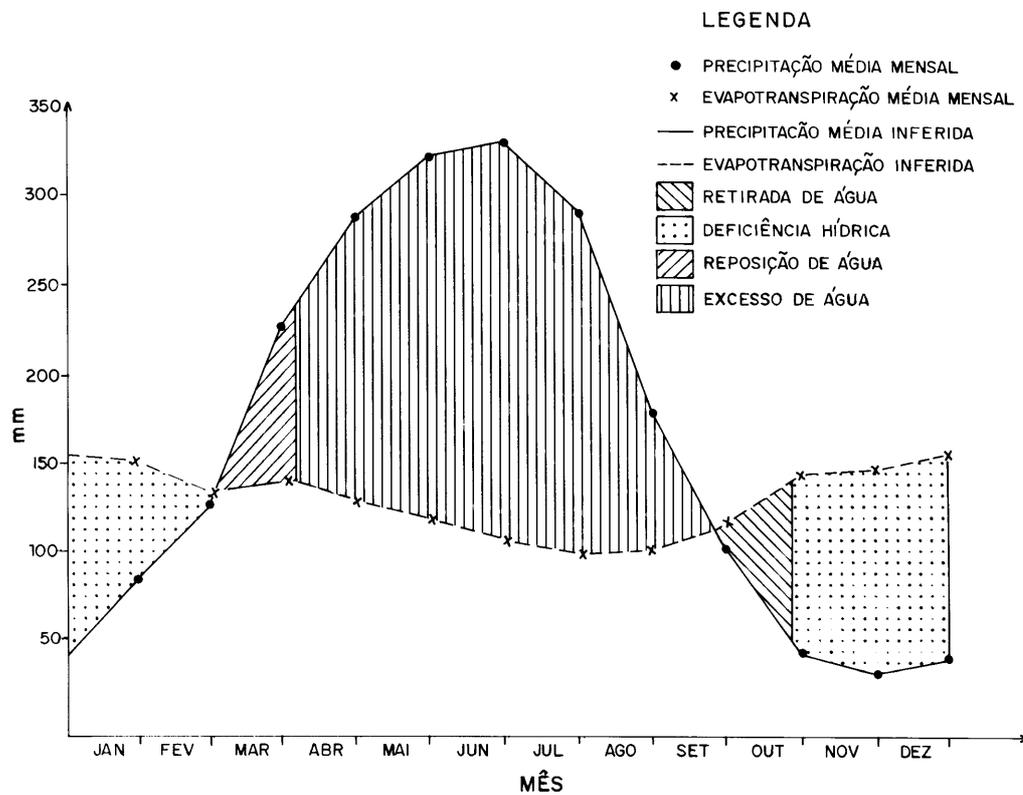
Fonte: Anuário Estatístico de Pernambuco - 1992

6 - Balanço Hídrico

Para caracterizar os períodos de deficiência e excesso de água no município de Ipojuca, foram utilizados os balanços hídricos (Figuras 4 e 5) pelo método de Thornthwaite, com os dados de precipitação e evapotranspiração médias das estações climatológicas de Porto de Galinhas (IPA) e Escada (SUDENE), os quais diferiram pouco. Nota-se uma discreta deficiência hídrica nos meses de outubro, novembro, dezembro e janeiro e um significativo excesso na quadra abril-maio-junho-julho.

Durante os meses de outubro a dezembro, as drenagens perenes com nascentes a oeste, conforme sugere o balanço hídrico de Escada, são alimentadas pelos aquíferos, caracterizando o escoamento básico destas. Na quadra mais chuvosa, ocasionalmente, o deflúvio poderá gerar inundações dependendo das magnitudes das precipitações.

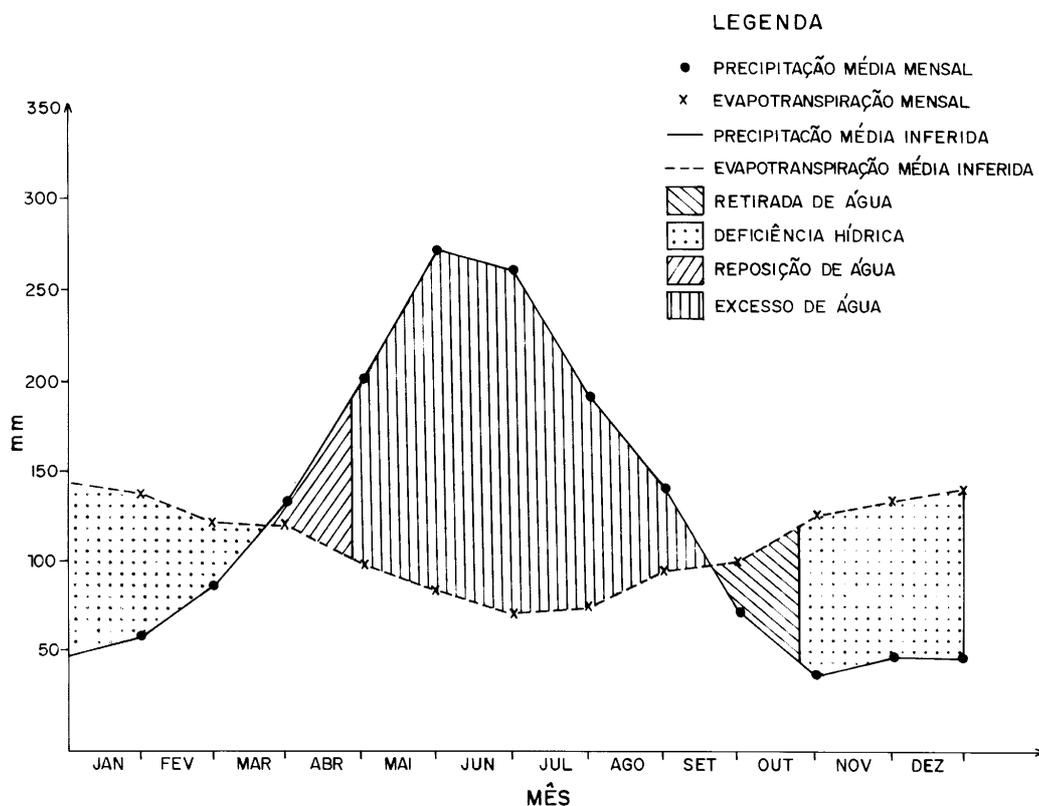
No caso do rio Ipojuca, que nasce no agreste pernambucano, temos para os meses de outubro a dezembro as descargas líquidas constituídas, essencialmente, pelo escoamento básico (Figuras 1, 2, 4 e 5), devido a pouca precipitação sobre a bacia.



Fonte: LAMEPE / IPA - 1996

Obs.: Considerou-se uma capacidade de campo de 100 mm

Figura 4 - Desenvolvimento Anual do Balanço Hídrico em Porto de Galinhas (Município de Ipojuca) - Método de Thornthwaite



Fonte: MILLO (1984) e HARGREAVES (1984)

Obs.: Considerou-se uma capacidade de campo de 100 mm

Figura 5 - Desenvolvimento Anual do Balanço Hídrico em Escada (Próximo do Município de Ipojuca) - Método de Thornthwaite.

7 - Escoamento Básico

O escoamento básico é a contribuição dos aquíferos aos cursos d'água que ocorre, normalmente, durante o período mais seco do ano hidrológico. É a quantidade de água retida nas rochas e que nos meses de verão, perceptivelmente, migra para a rede de drenagem, fenômeno observável quando se estuda uma seqüência de vazões diárias nos meses com nenhuma ou muito pouca precipitação. Este apresenta-se como um valor limite ao qual tende a média de uma pequena seqüência de vazões diárias mínimas consecutivas. É praticamente o menor valor das descargas diárias mínimas em um período com déficit hídrico.

Não ocorrendo precipitações na área de drenagem a montante da seção de medição de vazões no rio na época seca pode-se, com poucas séries anuais de vazões médias diárias, estimar-se o escoamento básico médio anual, conforme anteriormente comentado.

A variação do escoamento básico ao longo dos anos dá-se em decorrência dos diferentes volumes anuais de recarga dos aquíferos, oriundos da parcela da precipitação que se infiltra. Observa-se que o escoamento básico em uma semana é o reflexo de recargas de dias ou até de semanas anteriores.

Da observação das descargas líquidas diárias nos períodos secos, em diferentes estações fluviométricas, próximas umas das outras em um mesmo rio, têm-se uma idéia das contribuições das águas subterrâneas na área de drenagem entre estas estações. Segundo dados da TRANSCON, durante sete dias, entre 25.12.71 - 31.12.71 (em período seco), é possível observar no rio Ipojuca, em Engenho Tabocas, uma média de vazões mínimas diárias consecutivas de $2.9\text{m}^3/\text{s}$, com desvio médio de $0.06\text{m}^3/\text{s}$ e, no Engenho Maranhão $4.7\text{m}^3/\text{s}$, com desvio médio de $0.42\text{m}^3/\text{s}$. Os pequenos desvios médios, se comparados com as médias aritméticas das vazões mínimas diárias, caracterizam-nas como o escoamento básico.

A área de drenagem delimitada entre as duas estações, da ordem de 400km^2 (12% da área de drenagem de 3.310km^2 da bacia), encontra-se na descida do Planalto da Borborema, onde existe uma presença marcante de fontes e nascentes, que incrementam a descarga líquida do rio Ipojuca, neste exemplo, em $1,8\text{m}^3/\text{s}$ (62%) em média, em apenas 40 km de trecho de rio (16% do comprimento total de 250km do leito principal).

A estação de Engenho Tabocas situa-se 7km a montante da cidade de Primavera, fora do município em estudo, e 40km a montante da estação de Engenho Maranhão, esta última situada no município de Ipojuca, equidistante, aproximadamente, do limite municipal oeste e da Usina Ipojuca (mapa das estações, **Figura 2**).

8 – Qualidade das Águas

Durante o período regido pelo escoamento básico as vazões, sendo mínimas, oferecem um menor volume para serem diluídas as cargas poluentes. Os volumes de agentes poluidores, oriundos das atividades industriais ininterruptas e despejos sanitários, mantêm-se geralmente constantes, mês a mês, durante todo o ano. A concentração dos poluentes varia conforme as vazões dos rios, tornando-se crítica durante as citadas mínimas, excetuando-se o caso dos agrotóxicos. Sua presença nas drenagens depende da ação de carreamento das chuvas.

Na bacia do Sirinhaém, cursos d'água que nascem no oeste do município, como o Sibiró, com os seus principais afluentes Gaipió e Sibiró do Meio, até os seus cursos médios não atravessam núcleos poluidores relevantes, estando preservadas as qualidades das suas águas. Com a sua bacia alongada (250km de comprimento do leito), o rio Ipojuca atravessa diversos municípios do agreste pernambucano, como Sanharó, Belo Jardim, São Caetano e Caruaru, recebendo uma carga de poluentes provenientes dos dejetos sépticos e efluentes industriais.

É necessário um contínuo monitoramento da qualidade das águas, com a obtenção de séries de resultados de análises. Não se dispôs, para este trabalho, de séries históricas destes resultados, o que impossibilitou a classificação, segundo o CONAMA, das águas dos rios no município, excetuando-se o rio Ipojuca com duas estações, atestando a má qualidade das águas, com valores de coliformes fecais muito altos.

9 – Áreas Inundadas e Inundáveis

Áreas inundadas são aquelas que se encontram cobertas por uma lâmina de água durante todo o ano hidrológico.

Áreas inundáveis são aquelas em que existe uma probabilidade ou risco de inundação tanto maior quanto menor for a cota do terreno.

Tempo de retorno é o período de tempo médio em que um determinado evento (por exemplo, uma inundação) é igualado ou superado pelo menos uma vez (Villela, 1936). É o inverso da frequência com que ocorre a inundação. As áreas de inundação aumentam com as grandes precipitações e vazões máximas que ocorrem com maiores tempos de retorno. A área de inundação correspondente a uma chuva torrencial, com grande possibilidade de ocorrência a cada 50 anos, é maior do que uma área de inundação relacionada a uma outra com forte probabilidade de ocorrer de 10 em 10 anos.

A planície costeira apresenta áreas inundadas, sujeitas ou não a efeito de maré, e áreas inundáveis anualmente e por ocasião das grandes precipitações com diferentes tempos de retorno. As áreas inundadas sujeitas ao referido efeito, compreendem as áreas baixas caracterizadas pela planície de maré, com flutuações dos níveis de água e de salinidade em função das amplitudes variáveis das marés.

A seqüência resumida para delimitação da área inundável para um tempo de retorno T, é realizada com base nos seguintes procedimentos:

- ✓ Determinação da vazão máxima para o tempo de retorno T;
- ✓ Obtenção do nível de enchente, junto a seção de medição de descargas líquidas, correspondente a vazão supracitada, baseada na curva-chave da estação fluviométrica;
- ✓ Nivelamento da área em estudo;
- ✓ Delimitação das áreas inundáveis em função das cotas altimétricas atingidas pela água, correspondentes às vazões máximas para os tempos de retorno de 5, 10, 20, 50 e 100 anos;

Tal metodologia é possível de ser utilizada quando se dispõe de séries de descargas máximas anuais de, pelo menos, 40 a 50 anos. Na impossibilidade da disponibilidade de tais dados, estima-se a área inundável em função de informações locais de moradores, marcas de enchente e outros dados disponíveis, obtendo-se um resultado menos preciso.

Em razão da inexistência de séries históricas de vazões máximas no rio Ipojuca, na área em estudo, recorreu-se ao último procedimento.

9.1 Áreas Inundadas

As áreas inundadas estão classificadas em:

- ✓ Áreas inundadas com efeito de maré;
- ✓ Áreas inundadas sem efeito de maré.

9.1.1 Áreas Inundadas Com Efeito de Maré

A amplitude máxima de maré local prevista na tábua de marés é de 2,4m. No mês de agosto, principalmente, podem ser observadas amplitudes maiores, decorrentes de fortes ventos que sopram do mar para o continente e que empurram a massa oceânica, caracterizando a maré meteorológica. A amplitude prevista para certa data, constante nas tábuas de maré, é a decorrente do conhecimento da conjunção dos astros lua, sol e Terra.

A componente meteorológica é conhecida a partir da previsão dos citados ventos fortes. Só então, se constatada a coincidência da maré astronômica de mais alta amplitude (2,4m) com a componente meteorológica, temos a previsão da conhecida “maré forte” que maximiza o efeito de maré na planície de inundação dos rios (**Anexo I**).

As áreas inundadas com efeito de maré (**Anexo I**) estão agrupadas em quatro tipos, a saber:

- ✓ Áreas inundadas do complexo estuarino do rio Ipojuca;
- ✓ Áreas inundadas da bacia litorânea do Merepe-Maracaípe (GL-3);
- ✓ Áreas inundadas da bacia do rio Sirinhaém;
- ✓ Áreas inundadas do rio Massangana (GL-2).

9.1.1.1 Áreas Inundadas do Complexo Estuarino do Rio Ipojuca

Compreendem os manguezais adjacentes ao baixo Ipojuca e ao “Rio” Tatuoca. Este último acredita-se que possa ter sido um antigo estuário do rio Ipojuca.

9.1.1.2 Áreas Inundadas da Bacia Litorânea do Merepe-Maracaípe (GL-3)

São constituídas pelos manguezais que margeiam o rio Merepe, pelo “Riacho” do Viveiro, pela planície inundada ao sul do coqueiral drenado da Fazenda Gameleira e pela planície de maré do rio Maracaípe.

9.1.1.3 Áreas inundadas da Bacia do Rio Sirinhaém

São constituídas pelos manguezais próximos à desembocadura do rio Sirinhaém até a estrada que une o povoado de Feiteira a Praia do Toco.

9.1.1.4 Áreas Inundadas do Rio Massangana

São aquelas situadas próximas à desembocadura do rio Massangana, as quais estão inseridas na bacia litorânea GL-2.

9.1.2 Áreas Inundadas Sem Efeito de Maré

Próximas à PE-60 e ao acesso para a Usina Salgado, que atravessa o canal Draga, existem duas áreas inundadas que margeiam o rio Ipojuca (**Anexo I**).

9.2 Áreas Inundáveis

- ✓ As áreas inundáveis são classificadas em dois tipos:
- ✓ Áreas inundáveis na estação chuvosa;
- ✓ Áreas inundáveis com tempo de retorno superior a um ano.

9.2.1 Áreas Inundáveis na Estação Chuvosa

São aquelas que se encontram cobertas por uma lâmina d'água, no período chuvoso, caracterizando-se por áreas baixas não sujeitas a efeito de maré. Como exemplo, temos a área que margeia as águas sujeitas a efeito de maré, do sul do coqueiral drenado da Fazenda Gameleira, próxima a Porto de Galinhas. Outro exemplo são as áreas próximas às confluências dos rios Tapera e Arimbi com o rio Merepe. Nestas áreas, existe um sistema de bombeamento destinado a conduzir a água excedente nos canaviais, lá existentes, para este rio (**Anexo I**).

9.2.2 Áreas Inundáveis Com Tempo de Retorno Superior a Um Ano

Estas áreas são indicativas, não tendo sido realizados estudos estatísticos para delimitação das mesmas, conforme comentado no item metodologia. São áreas inundadas por ocasião das grandes precipitações, com tempos de retorno maiores do que um ano. Como exemplo, temos a área na qual situa-se parte do distrito de Nossa Senhora do Ó.

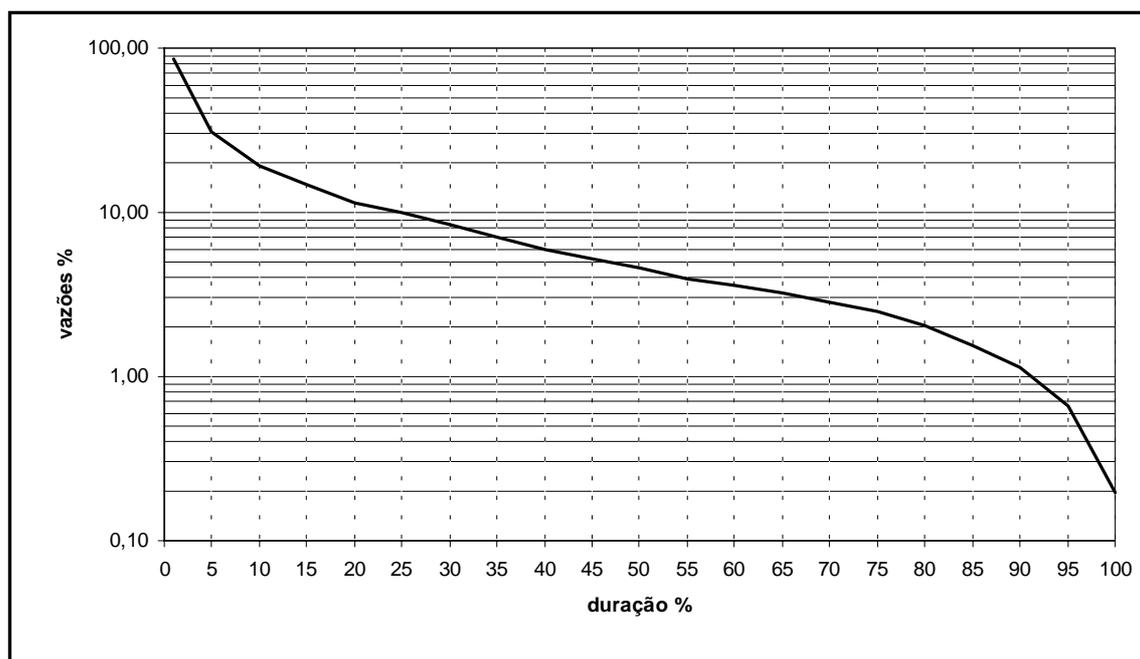
Entre a Usina Salgado, por onde flui o rio Ipojuca e o canal Draga, existe uma área de canavial drenado que se encontra protegida contra enchentes pelo referido canal, ativado quando da aproximação de um pico de cheia. Além disto, existem bombas que direcionam a água para o manguezal do Ipojuca. Não se tem, contudo, uma certeza se a conjunção de uma maré alta com um pico de cheia não possa torná-la vulnerável a uma enchente.

10 - Regularização dos Rios

Regularização é o amortecimento das variações do escoamento de um curso d'água resultante de um armazenamento natural num trecho do seu curso (DNAEE, 1983).

Na etapa de campo foram constatadas condições favoráveis à construção de barragens nos rios Sibiró e Ipojuca, nos seus trechos ocidentais, regularizando-os. Estas condições configuram um tipo de ocupação essencialmente agrícola, com pequenos núcleos de povoação, ao longo do rio encaixado, em algumas situações, em uma geomorfologia semelhante ao oeste do município do Cabo, onde se observam tais barragens. Estas aumentariam a disponibilidade hídrica, no período mais seco, assim como amorteceriam picos de cheias. Deve-se, para tal, preceder estudos de localização, considerando-se parâmetros geotécnicos e a relação custo-benefício de cada situação, considerando-se desapropriações e relocações dos citados núcleos.

Foi elaborada uma curva de permanência de vazões (**Figura 6**) do rio Ipojuca em Engenho Tabocas, no período de 01.01.67 até 31.12.96, pelo Eng. Flávio Moreira Machado (CPRM), onde se relacionam vazões com as durações de tempo (em porcentagem) em que estas são excedidas em valor. Por exemplo, a vazão média de longo período de $9,0\text{m}^3/\text{s}$ é excedida em 27% do tempo neste período. A vazão média de longo período é a média em um intervalo de vários anos, das vazões médias mensais. É a máxima vazão que pode ser regularizada, ou seja, é a máxima vazão que pode ser mantida através do represamento do rio e liberação controlada dos volumes de água.



Q 5% = $30,8\text{ m}^3/\text{s}$ Q 50% = $4,60\text{ m}^3/\text{s}$ Q 95% = $0,663\text{ m}^3/\text{s}$
Q 27% = $9,0\text{ m}^3/\text{s}$ Q 75% = $2,43\text{ m}^3/\text{s}$
Fonte: Eng. Flávio Machado Moreira (GEHITE/CPRM/SUREG-RE)

Figura 6 - Curva de Permanência de Vazões (Rio Ipojuca em Engenho Tabocas).
Período de 01/01/67 a 31/12/96.

11 - Abastecimento

O abastecimento de água no município de Ipojuca provém, majoritariamente, dos reservatórios de Utinga e Bitá com capacidades máximas de 10.270.000m³ e 2.770.000m³, fornecendo água para o Complexo Industrial e Portuário de Suape, Nossa Senhora do Ó e a região nordeste da área em estudo, além de parte do município do Cabo. A cidade de Ipojuca é abastecida pelo reservatório de Três Passagens; o distrito de Camela pela barragem do rio São Pedro.

12 - Antropismos

As intervenções humanas na hidrologia do município fazem-se presentes, principalmente, na rede de canais de drenagem e de irrigação que corta a planície costeira.

Na fazenda Gameleira, foi realizado um ótimo trabalho de recuperação de área inundada, sendo transformada em coqueiral drenado, próximo a Porto de Galinhas, à margem da rodovia PE-38, que une este balneário a Nossa Senhora do Ó.

Logo ao sul, observa-se um sistema de canais que saliniza a área inundável na estação chuvosa, evitando a proliferação de epidemias. Os canais deste sistema fazem a conexão entre a drenagem dos rios Merepe e Maracaípe, sujeitos, principalmente o último, a salinização proveniente do efeito das preamares.

O Complexo Industrial e Portuário de Suape, significativo pólo de desenvolvimento do Nordeste, faz com que o escoamento da produção da região se processe de uma forma otimizada. Consiste de toda uma infra-estrutura rodoferroviária e portuária, com pátio de estocagem de combustíveis, apoiando a implantação de grandes indústrias e de uma futura refinaria. O projeto considera a preservação autosustentada dos recursos naturais da região, principalmente quando atrai investimentos em hotelaria, que contemplam o ecoturismo e preservam o meio ambiente.

Neste complexo existem significativas obras de engenharia, como o canal da Diamar, conferindo uma dimensão de desenvolvimento e modernidade a região.

13 - Recomendações

Tendo em vista os estudos realizados, propomos as seguintes recomendações:

- O distrito de Nossa Senhora do Ó apresenta-se, em grande parte, sujeito a enchentes periódicas decorrentes da sua proximidade com a planície de inundação do rio Merepe. Recomenda-se que o distrito contemple o desenvolvimento habitacional na área mais alta, conhecida como Terraço Marinho de Nossa Senhora do Ó.
- Existem áreas ocupadas por canais, como a compreendida entre o canal Draga e o rio Ipojuca, com risco de enchentes. O sistema de bombeamento existente pode revelar-se ineficaz na conjunção de um pico de cheia com uma preamar de alta amplitude. Isto justifica um estudo de regularização do rio Ipojuca que, tanto aumentaria a disponibilidade hídrica, como também amorteceria os picos de cheia.
- Aproveitamento do potencial turístico dos corpos de água, como o do rio Maracaípe, com o seu manguezal, a exemplo do que vem sendo feito em algumas cidades do sul do país.
- Estudos detalhados sobre Projetos de Recursos Hídricos voltados ao aproveitamento da água dos rios próximos ao Complexo Industrial Portuário de SUAPE, como a reativação do Projeto Pirapama no município do Cabo, que destinaria o aproveitamento dos reservatórios de Utinga e Bitá unicamente para SUAPE e Nossa Senhora do Ó; e a despoluição e regularização do rio Ipojuca, a longo prazo.

14 – Referências Bibliográficas

- AMARAL, Cristiano A. de, **Mapa geomorfológico de Ipojuca**. Recife: CPRM, 1998 (inédito).
- CONDEPE. Mapa das bacias hidrográficas. Recife, 1986. Escala 1:600.000.
- ANUÁRIO ESTATÍSTICO DE PERNAMBUCO, 1992. Recife: CONDEPE, 1995. 271 p.
- BRASIL. **Resolução CONAMA, nº 20, de 18 de Junho de 1986**. Estabelece a Resolução CONAMA nº 003, de 5 de Junho de 1984. Diário Oficial da República Federativa do Brasil.
- BRASIL. DNAEE. **Glossário de termos hidrológicos**. Brasília, 1983. 291 p.
- BRASIL. SUDENE. **Dados pluviométricos mensais do Nordeste**: Pernambuco. Recife, 1990. 363 p. (Série Pluviometria, 6).
- COMPANHIA PERNAMBUCANA DE CONTROLE DA POLUIÇÃO AMBIENTAL E DE ADMINISTRAÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS - CPRH. **Monitoramento da bacia do Rio Ipojuca**. Recife, 1996.
- EMPRESA PERNAMBUCANA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - IPA. **Banco de dados agrometeorológicos**. Recife: LAMEPE, s. d. 1 v. p 11: Porto de Galinhas (Ipojuca).1996.
- ESTAÇÃO Experimental de Ipojuca. **Pluviometria diária**: Município de Ipojuca. Ano: 1970. Recife: Secretaria de Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente, 1997.
- HARGREAVES, Segundo George H. Evapotranspiração e precipitação média mensal. In: Cunha, José Bernadino da; Millo, Jean Louis. **Dados climatológicos básicos do Nordeste**. Recife: SUDENE, 1984. 55p. p. 17 - 55.
- PRECIPITAÇÃO Pluviométrica referente ao mês de Junho/94. **Climático LAMEPE**, v. 2, nº 6, jun. 1994.
- TRANSCON, Descargas médias diárias e mensais. In: **Projeto Suape**, Recife , 1983.
- TUCCI, Carlos E. M.; KREBS, Antonio S. J. **Zoneamento de áreas inundáveis**. Porto Alegre: CPRM, 1986. 123 p.
- TUCCI, Carlos E. M. (Org.). **Hidrologia**: ciência e aplicação. Porto Alegre: ABRH; EDUSP, 1993. 943 p. (Coleção ABRH de Recursos Hídricos, 4).
- VILLELA, Swami Marcondes; MATTOS, Arthur. **Hidrologia aplicada**. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1975. 245 p. il.

**Mapa de Áreas Inundadas e Inundáveis do
Município de Ipojuca - PE (Escala 1:100.000)**

Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais

Sede

SGAN Quadra 603 - Conjunto "J" - Parte A - 1º andar
CEP: 70830-030 - Brasília - DF
Telefones: (061)312-5252 - (061)223-5253 (PABX)
Fax: (061)225-3985

Escritório Rio de Janeiro

Av. Pasteur, 404 - Urca - CEP: 22292.040
Rio de Janeiro - RJ
Telefones: (021)295-5337 - (021)295-0032 (PABX)
Fax: (021)295-6347

Diretoria de Geologia e Recursos Minerais

Telefone: (021)295-6196
Fax: (021)295-6196
E-Mail: juarez@crystal.cprm.gov.br

Departamento de Recursos Minerais

Telefone: (021)295-5446
E-Mail: mafa@crystal.cprm.gov.br

Diretoria de Relações Institucionais e

Desenvolvimento
Telefone: (021)295-5837
Fax: (021)295-5947
E-mail: agosto@crystal.cprm.gov.br

Divisão de Documentação Técnica

Telefones: (021)295-5997
Fax: (021)295-5897
E-Mail: seus@crystal.cprm.gov.br

Superintendência Regional de Belém

Av. Dr. Freitas, 3645 - Marco - CEP: 66095-110
Belém - PA
Telefones: (091)226-0016 - (091)246-8577 (PABX)
Fax: (091)246-4020
E-Mail: cprmbel@cprmbel.gov.br

Superintendência Regional de Belo Horizonte

Av. Brasil, 1731 - Funcionários - CEP: 30140-002
Belo Horizonte - MG
Telefones: (031)261-3037 - (031)261-5977 (PABX)
Fax: (031)261-5585
E-Mail: cprmbh@estaminas.com.br

Superintendência Regional de Goiânia

Rua 148, 485 - Setor Marista - CEP: 74170-110
Goiânia - GO
Telefones: (062)281-1342 - (062)281-1522 (PABX)
Fax: (062)281-1709
E-mail: cprmggo@nutecnet.com.br

Superintendência Regional de Manaus

Av. André Araújo, 2160 - Aleixo
CEP: 69065-001 - Manaus - AM
Telefones: (092)663-5533 - (092)663-5640 (PABX)
Fax: (092)663-5531
E-Mail: suregma@internext.com.br

Superintendência Regional de Porto Alegre

Rua Banco da Província, 105 - Santa Teresa
CEP: 90840-030 - Porto Alegre - RS
Telefones: (051)233-4643 - (051)233-7311 (PABX)
Fax: (051)233-7772
E-Mail: cprm_pa@portoweb.com.br

Superintendência Regional do Recife

Av. Beira Rio, 45 - Madalena - CEP: 50610-100
Recife - PE
Telefone: (081)227-0277 (PABX)
Fax: (081)228-2142
E-Mail: cprm@fisepe.pe.gov.br

Superintendência Regional de Salvador

Av. Ulisses Guimarães, 2862
Centro Administrativo da Bahia - CEP: 41213.000
Salvador - BA
Telefones: (071)230-0025 - (071)230-9977 (PABX)
Fax: (071)371-4005
E-Mail: cprmsa@bahianet.com.br

Superintendência Regional de São Paulo

Rua Barata Ribeiro, 357 - Bela Vista - CEP: 01308-000
São Paulo - SP
Telefones: (011)256-6955
E-Mail: cprmsp@uninet.com.br

Residência de Fortaleza

Av. Santos Dumont, 7700 - 4º andar - Papicu
CEP: 60150-163 - Fortaleza - CE
Telefones: (085)265-1726 - (085)265-1288 (PABX)
Fax: (085)265-2212
E-Mail: refort@secrel.com.br

Residência de Porto Velho

Av. Lauro Sodré, 2561 - Bairro Tanques-
CEP: 78904-300 - Porto Velho - RO
Telefones: (069)223-3165 - (069)223-3544 (PABX)
Fax: (069)221-5435
E-Mail: cprmrepo@enter-net.com.br

Residência de Teresina

Rua Goiás, 312 - Sul - CEP: 64001-570 - Teresina - PI
Telefones: (086)222-6963 - (086)222-4153 (PABX)
Fax: (086)222-6651

CPRM - SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL - <http://www.cprm.gov.br>
