

## ESTUDO ESPÁCIO-TEMPORAL DA PLUVIOMETRIA DA REGIÃO DE OURICURI, PE

DOCUMENTOS

ISSN 0100-9729

Número 36

junho, 1985

ESTUDO ESPÁCIO-TEMPORAL DA PLUVIOMETRIA  
DA REGIÃO DE OURICURI, PE

Michel Lucien Molinier  
Paulo Sérgio de Souza Magalhães



**Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária-EMBRAPA**  
Vinculada ao Ministério da Agricultura  
Centro de Pesquisa Agropecuária  
do Tropicó Semi-Árido-CPATSA  
Petrolina, PE

Superintendência de Desenvolvimento  
do Nordeste-SUDENE  
Projeto Sertanejo

EMBRAPA-CPATSA. Documentos, 36

Exemplares desta publicação podem ser solicitados à  
EMBRAPA-CPATSA

BR 428, km 152

Caixa Postal 23

Fone: (081) 961 4411

Telex:(081) 1878

56300 Petrolina, PE

Tiragem: 2.000 exemplares

Comitê de Publicações:

Edson Lustosa de Possídio - Presidente

Manoel Abílio de Queiroz

Luiz Maurício Cavalcante Salviano

Paulo César Fernandes Lima

Assessoria científica deste trabalho:

Malaquias da Silva Amorim Neto

Antonio Carlos Schifino

Editoração: Elisabet Gonçalves Moreira

Composição: Margarida Maria Lima do Nascimento Santiago

Molinier, Michel Lucien

Estudo espaço-temporal da pluviometria da região de Ouricuri,  
PE, por Michel Lucien Molinier e Paulo Sérgio de Souza  
Magalhães. Petrolina, PE, EMBRAPA-CPATSA/SUDENE, 1985.

62p. ilustr. (EMBRAPA-CPATSA. Documentos, 36).

1. Pluviometria-Brasil-Pernambuco-Ouricuri. I. Magalhães, Paulo  
Sérgio de Souza, colab. II. Empresa Brasileira de Pesquisa  
Agropecuária. Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semi-Árido,  
Petrolina, PE, III. Título IV. Série.

CDD-551.5709813.4

## APRESENTAÇÃO

Ao longo dos anos tem sido evidenciada a extrema irregularidade das chuvas na região semi-árida do Nordeste do Brasil. Essa irregularidade, no tempo e no espaço, faz com que a exploração agropecuária seja uma atividade de alto risco, traduzindo-se em fragilidade na economia, com conseqüências sociais negativas para toda a região.

Os estudos relacionados à quantificação e análise da pluviometria revestem-se de extrema importância nesse caso, pois, na medida em que se tenha uma melhor compreensão do regime e das características das chuvas, ter-se-ão subsídios para o planejamento racional do uso dos recursos hídricos.

O Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semi-Árido (CPATSA), contando com a colaboração da SUDENE, vem desenvolvendo esforços nesse sentido, e o ESTUDO ESPÁCIO-TEMPORAL DA PLUVIOMETRIA DA REGIÃO DE OURICURI, PE, ao apresentar toda uma metodologia da análise pluviométrica, representa mais um passo na busca de um melhor conhecimento da realidade regional.

RENIVAL ALVES DE SOUZA

Chefe do Centro de Pesquisa Agropecuária  
do Trópico Semi-Árido.

## SUMÁRIO

RESUMO/ABSTRACT/RÉSUMÉ.....	07
1. INTRODUÇÃO.....	09
2. ESTUDO DA PLUVIOMETRIA ANUAL E INTERANUAL	
2.1. Homogeneização dos dados pluviométricos.....	10
2.2. Análise da pluviometria anual.....	12
Curvas isoietas anuais.....	12
Coeficiente de variação.....	16
Estudo estatístico das precipitações anuais..	16
3. ESTUDO DA PLUVIOMETRIA MENSAL.....	30
4. ESTUDO DAS PRECIPITAÇÕES DIÁRIAS.....	30
5. ESTUDO DAS CHUVAS INTENSAS	
5.1. Estudo estatístico das intensidades.....	42
5.2. Chuva útil e duração das chuvas.....	45
5.3. Determinação dos hietogramas dos aguaceiros excepcionais.....	48
6. CONCLUSÃO.....	52
7. BIBLIOGRAFIA.....	54
ANEXO - Pluviometria anual - dados originais - Arquivo Operacional da SUDENE.....	57

ESTUDO ESPÁCIO-TEMPORAL DA PLUVIOMETRIA DA  
REGIÃO DE OURICURI, PE

Michel Lucien Molinier<sup>1</sup>  
Paulo Sérgio de Souza Magalhães<sup>2</sup>

**RESUMO** - O presente estudo objetiva efetuar uma análise espaço-temporal da pluvimetria da região de Ouricuri, a noroeste do Estado de Pernambuco. Com efeito, o conhecimento do regime e das características das precipitações se constitui num fator primordial, tanto para os hidrólogos como para a maioria dos pesquisadores, extensionistas, agentes de desenvolvimento e projetistas que atuam nessa região. Numa primeira abordagem foi realizado o estudo da pluvimetria anual e interanual a partir de dados fornecidos pela SUDENE, desde a homogeneização dos mesmos até o ajustamento das séries pluviométricas às leis de distribuição estatística. Em seguida foram estudadas as pluviometrias mensais e diárias, assim como suas frequências de ultrapassagens. Numa última etapa foram calculadas as relações intensidade-duração-frequência e determinados os hietogramas dos aguaceiros excepcionais, através do estudo das chuvas intensas observadas nos postos pluviográficos da região.

Termos para indexação: análise pluviométrica, hidrologia, estatística.

SPATIOTEMPORAL STUDY OF RAINFALL OF THE OURICURI REGION,  
IN PERNAMBUCO STATE, BRAZIL

**ABSTRACT** - The objective of the present study is to make a spatiotemporal analysis of the rainfall in the Ouricuri region, set in northwest of Pernambuco state. Indeed, the knowledge of the rainfall characteristics is an important factor either to the hydrologists or to mostly of researchers, extensionists, development agents, and projectists who work in this region. As a first instant, using data from SUDENE, a Federal Development Agency, it was realized a study of the annual and interannual rainfall, ranging from the homogenization of data, until adjustment of the rainfall data series to the statistical distribution laws. Moreover, were studied the monthly and dayly rainfall as well as their frequency analysis. Finally were calculated the intensity-duration-frequency relations and determined the hietograph of the exceptional rainstorms trough study on the intense rainfalls observed in the rain gage recording stations in the region.

Index terms: rainfall analysis, hydrology, statistic.

ETUDE SPATIOTEMPORELLE DE LA PLUVIOMETRIE DE LA REGION  
D'OURICURI, PERNAMBUCO, BRESIL

**RESUMÉ** - Cette étude a pour objet l'analyse spatiotemporelle de la pluie de la région d'Ouricuri dans l'État de Pernambuco, Bresil. En effet, la connaissance du régime et des caractéristiques des précipitations est importante tant pour les hydrologues comme pour la plupart des chercheurs, vulgarisateurs, agents du développement qui travaillent dans cette région. Dans un premier temps a été étudiée la pluviométrie annuelle et interannuelle à partir de données fournies par la SUDENE (institution brésilienne de développement régional pour le Nordeste), depuis l'homogénéisation de celles-ci jusqu'à l'ajustement des séries pluviométriques aux lois de distribution statistique. Dans une seconde étape les pluviométries mensuelles et journalières ont été étudiées ainsi que les fréquences de dépassement. Enfin, on a calculé les relations intensité-durée-fréquence et déterminés les hietogrammes des pluies exceptionnelles par l'étude des pluies intenses observées dans la région.

Mots clés: analyse pluviométrique, hydrologie, statistique.

1 Pesquisador em Hidrologia, Convênio ORSTOM/EMBRAPA-Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semi-Árido(CPATSA), Caixa Postal 23, CEP 56300 Petrolina, PE.

2 Pesquisador em Hidrologia, EMBRAPA-CPATSA, Petrolina, PE.

# ESTUDO ESPÁCIO-TEMPORAL DA PLUVIOMETRIA DA REGIÃO DE OURICURI, PE

Michel Lucien Molinier<sup>1</sup>  
Paulo Sérgio de Souza Magalhães<sup>2</sup>

## INTRODUÇÃO

Inúmeros têm sido os esforços no sentido de caracterizar as precipitações na região semi-árida do Nordeste brasileiro. Contudo, a maioria dos trabalhos já desenvolvidos ressalta apenas a variabilidade temporal das chuvas da região, sendo poucos os que abordam também o problema da variabilidade espacial.

O presente trabalho diz respeito à região de Ouricuri, a noroeste do Estado de Pernambuco, com uma superfície de aproximadamente 8.000 km<sup>2</sup>, onde foi realizada uma análise da pluvimetria a partir dos dados pluviométricos/pluviográficos fornecidos pela SUDENE, relativos a todos os postos da região.

Dessa forma, foi realizado um estudo da pluvimetria anual e interanual, partindo-se da homogeneização dos dados pelo método do vetor regional. Em seguida, as séries pluviométricas foram ajustadas às leis de distribuição estatística, o que permitiu o traçado das curvas isoietas

---

<sup>1</sup>Pesquisador em Hidrologia, Convênio ORSTOM/EMBRAPA - Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semi-Árido (CPATSA), Caixa Postal 23, CEP 56300 Petrolina, PE.

<sup>2</sup>Pesquisador em Hidrologia, EMBRAPA-CPATSA, Petrolina, PE.

(considerando-se o relevo da região) para vários períodos de retorno.

Com relação à pluviometria mensal o estudo foi desenvolvido para o posto de Ouricuri, partindo-se de dados já homogeneizados. Às amostras mensais foram ajustadas quatro leis de distribuição estatística e determinadas as frequências de ultrapassagens para cada mês. Para a pluviometria diária foram considerados os postos pluviométricos de Araripe, Santana do Cariri, Ouricuri e Araripina e os pluviográficos de Ouricuri e Araripina. As séries disponíveis foram ajustadas a duas leis estatísticas e divididas em classes de 10 mm de precipitação.

Finalmente, a partir dos dados pluviográficos de Ouricuri e Araripina, foram calculadas as relações intensidade-duração-frequência e determinados os hietogramas dos aguaceiros excepcionais para essas localidades.

Os resultados obtidos, a metodologia de análise apresentada, além da utilização imediata dessas informações, constituem-se ainda em documentos para discussão e crítica por parte da comunidade científica que aborda esse importante e complexo tema.

## 2. ESTUDO DA PLUVIOMETRIA ANUAL E INTERANUAL

### 2.1. Homogeneização dos dados pluviométricos

A primeira e principal forma de análise regional das chuvas é o traçado de uma carta de isoietas. Estas curvas isoietas são traçadas a partir das médias anuais de um mesmo período, tão longo quanto possível, e com um número máximo de postos. Essas duas condições são geralmente contraditórias, pois, poucos postos, particularmente no Nordeste, foram observados durante mais de 45 anos. Na região de Ouricuri, em 65% dos postos, as observações só



começaram em 1963.

Além disso, inúmeros postos têm lacunas e vários totais mensais e anuais são pelo menos duvidosos.

Todos os dados pluviométricos utilizados foram fornecidos pelo Banco de Dados da Divisão de Hidrometeorologia da SUDENE.

O arquivo básico da SUDENE nesta região já foi criticado uma primeira vez, a fim de eliminar os erros grosseiros e completar certos meses quando esta operação era evidente. Entretanto, alguns dados ainda são pouco viáveis e muitas vezes apresentam erros isolados (má transcrição dos originais, medidas errôneas, etc.) ou sistemáticos (material de medição defeituoso, deslocamento do pluviômetro, etc.).

Portanto, por ocasião da análise da pluviometria regional, a primeira etapa deve tratar da homogeneização dos dados, isto é, identificar e corrigir o máximo dos erros isolados e sistemáticos e posterior avaliação das médias interanuais de um mesmo período para os postos.

Este trabalho deve ser feito mediante uma metodologia de crítica sistemática dos dados originais, baseada no método do vetor regional, segundo HIEZ (1978).

A zona de estudo de Ouricuri se estende numa superfície de cerca de 8.000 km<sup>2</sup> e abrange só 17 pluviômetros, cujo período de observação é variável de 15 até 70 anos. A fim de se conhecer melhor o regime pluviométrico dessa zona, escolheu-se uma vasta região de 35.000 km<sup>2</sup>, onde 70 postos foram selecionados, ou seja, um pluviômetro por 500 km<sup>2</sup>. Numa primeira etapa dividiu-se essa vasta zona, de modo arbitrário, em doze zonas menores presumidas homogêneas, isto é, zonas onde a tendência climática fosse

idêntica, cada uma tendo entre 10 a 19 postos. Um primeiro processamento pelo método do vetor regional permitiu corrigir alguns erros e preencher as lacunas e, sobretudo, dar uma melhor definição das zonas homogêneas.

Depois desta primeira passagem do vetor, a região estudada foi reduzida a 20.000 km<sup>2</sup>, tendo 43 postos agrupados em cinco zonas. A segunda passagem permitiu verificar as correções e também eliminar quatro postos cujos dados foram muito duvidosos.

No Anexo encontra-se a lista destes 39 postos com os respectivos totais anuais observados. Só cinco desses possuem mais de 65 anos de observações e oito apresentam 45 anos. Os outros postos têm entre 15 e 22 anos de observações.

## 2.2. Análise da pluviometria anual

Cada série das observações pluviométricas constitui uma amostra mediante a qual pode-se estimar as características da população de onde ela provém. Geralmente as características escolhidas para representar essa população são as seguintes:

- A média ( $M$ ), parâmetro central que situa a posição da população no universo de dados.
- A disposição em torno da média, representada pelo desvio-padrão ( $S$ ) ou pelo coeficiente de variação ( $CV$ ).
- A forma da distribuição, representada pelo parâmetro de forma da lei de probabilidade que melhor se ajuste à amostra.

### 2.2.1. Curvas isoietas anuais

As séries foram homogeneizadas no período de 1911-

1980, ou seja, 69 anos. A Figura 1, onde se encontram as curvas isoietas para este período, apresenta os resultados desse trabalho. Na prática, numa primeira etapa, foram traçadas as isoietas para o período com o máximo de postos (1963-1977), que permitiram o uso da maior densidade para se conhecer as regras que orientam a distribuição regional das precipitações, tendo cuidado com a influência do relevo. Depois foi traçada a rede de isoietas de referência, construída a partir das séries longas - primeiro 45 anos, e depois 69 anos, mostrada na Figura 1. A forma das curvas isoietas mostra a influência primordial do relevo da chapada do Araripe. Nesta carta pode ser calculada a média interanual da zona de estudo de Ouricuri (retangular no mapa) que é de 650 mm.

A Tabela 1 fornece os valores das médias interanuais homogeneizadas (período 1911-1980). Esses valores não são as médias exatas estimadas no período do vetor, mas as corrigidas por um coeficiente de ponderação igual à razão entre a média observada e calculada no período de observação. Com efeito, o método do vetor regional fornece uma estimativa da média de referência. No caso do vetor ser totalmente definido para o período completo, a média é aquela da série fictícia. No entanto, mesmo nas séries completas, a média avaliada pelo vetor é sempre diferente da média aritmética diretamente calculada, desde que só as correções de erros grosseiros foram feitas. Além disso, a média estimada varia de um vetor para outro.

A análise e a crítica dos dados pluviométricos existentes na região de Ouricuri permitem selecionar os melhores postos para servir de referência de longa duração.

Nesse sentido, o melhor posto da região pelo período 1911-1980 é o posto de Santana do Cariri. Em seguida, alguns com série de totais anuais de qualidade média: Jar

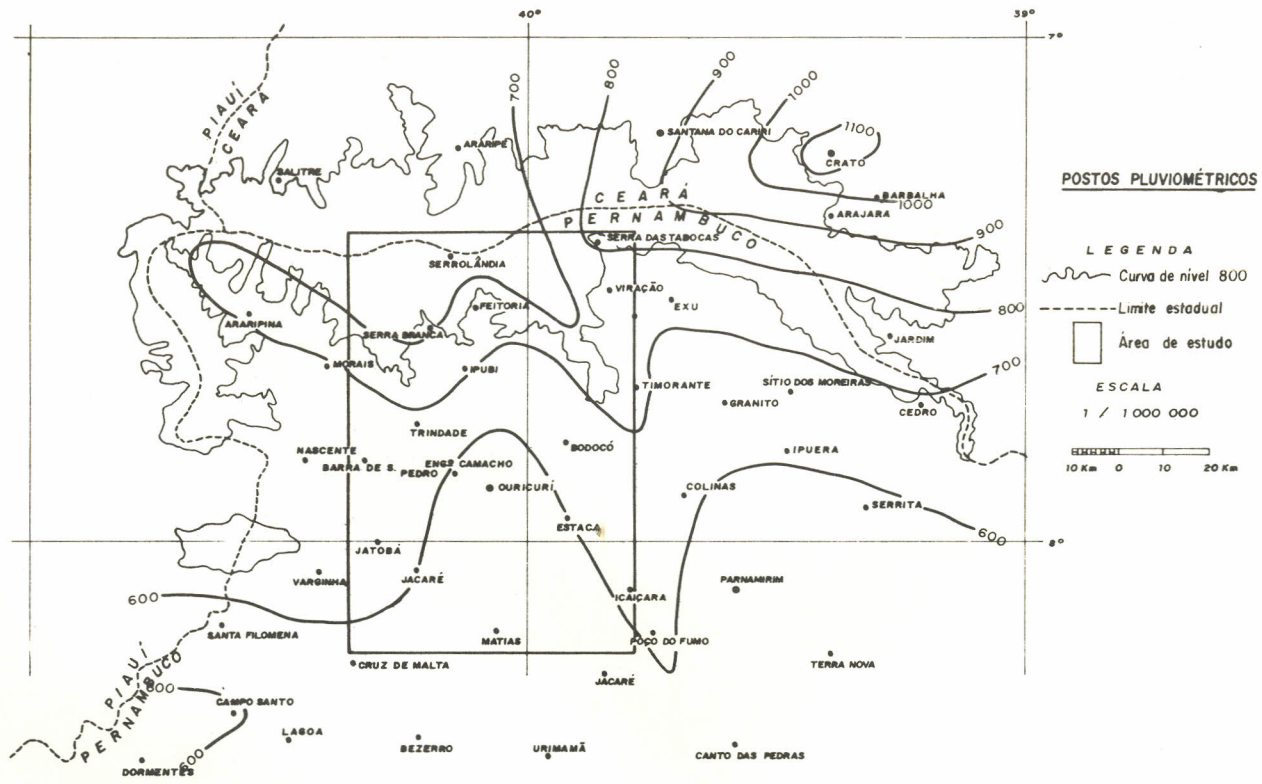


FIG. 1. Curvas isoietas médias anuais (Período 1911-1980).

TABELA 1. Médias de Referência. Período 1911 - 1980.

POSTO	PERÍODO DE OBSERVAÇÕES	MÉDIA
Araripe	1912 - 80	627
Crato	1912 - 80	1165
Jardim	1911 - 80	788
Ouricuri	1913 - 78	584
Parnamirim	1912 - 77	560
Santana do Cariri	1912 - 80	874
Araripina	1935 - 77	711
Barra de São Pedro	1935 - 80	627
Exu	1935 - 80	740
Feitoria	1935 - 79	749
Santa Cruz	1935 - 80	549
Santa Filomena	1935 - 80	572
Sítio dos Moreiras	1935 - 79	669
Serrita	1935 - 80	580
Bezerro	1963 - 80	550
Bodocó	1963 - 80	628
Campo Santo	1963 - 80	610
Canto das Pedras	1963 - 80	575
Engenheiro Camacho	1959 - 80	593
Estaca	1963 - 80	598
Granito	1963 - 79	630
Icaçara	1963 - 80	628
Ipubi	1963 - 77	713
Jacaré (OUR)	1963 - 77	599
Jacaré (PAR)	1980 - 80	520
Jatobá	1980 - 80	678
Lagoa	1980 - 80	527
Matias	1980 - 80	557
Morais	1963 - 77	678
Nascente	1963 - 80	624
Poço do Fumo	1963 - 80	614
Salitre	1961 - 80	653
Serra das Tabocas	1962 - 80	838
Serrolândia	1962 - 77	637
Timorante	1963 - 79	713
Trindade	1963 - 80	689
Urimamã	1963 - 80	553
Varginha	1963 - 80	656
Viração	1963 - 80	717

dim, Parnamirim, Araripe e Ouricuri. Pelo período 1945-80 os melhores postos são os do Sítio dos Moreiras, Araripina e Santa Cruz. As observações do posto de Ouricuri apresentam uma qualidade aceitável, apesar de terem inúmeras lacunas e também alguns totais diários acumulados durante vários dias, particularmente de 1929 até 1935 e 1952 até 1959.

### 2.2.2. Coeficiente de variação

O coeficiente de variação, que é a relação entre o desvio-padrão (S) e a média (M) ( $CV = S/M$ ), caracteriza a dispersão da amostra e permite estudar as variações regionais da variabilidade da pluviometria. Esses coeficientes foram calculados para todas as séries completas de 69 anos e as de 40 anos com extrapolação até 69 anos. A Figura 2 apresenta os resultados. Os valores dos coeficientes são bastante elevados, embora abaixo do que se poderia esperar, pois a homogeneização tem como efeito a redução do coeficiente de variação da série original, seja de uma forma normal pela eliminação dos erros, os quais introduzem desvios anormais, seja de uma maneira arbitrária, pelo preenchimento das lacunas.

Na região de estudo de Ouricuri esse coeficiente é incluído entre 0,30 e 0,35.

### 2.2.3. Estudo estatístico das precipitações anuais

Nessa etapa foram calculadas as alturas pluviométricas correspondentes a diferentes frequências. Primeiramente estes cálculos foram feitos utilizando-se a média aritmética homogeneizada dos ajustes às amostras dos postos de longa duração, de oito leis de distribuição estatística, apresentadas com a função de distribuição  $F(x)$ .

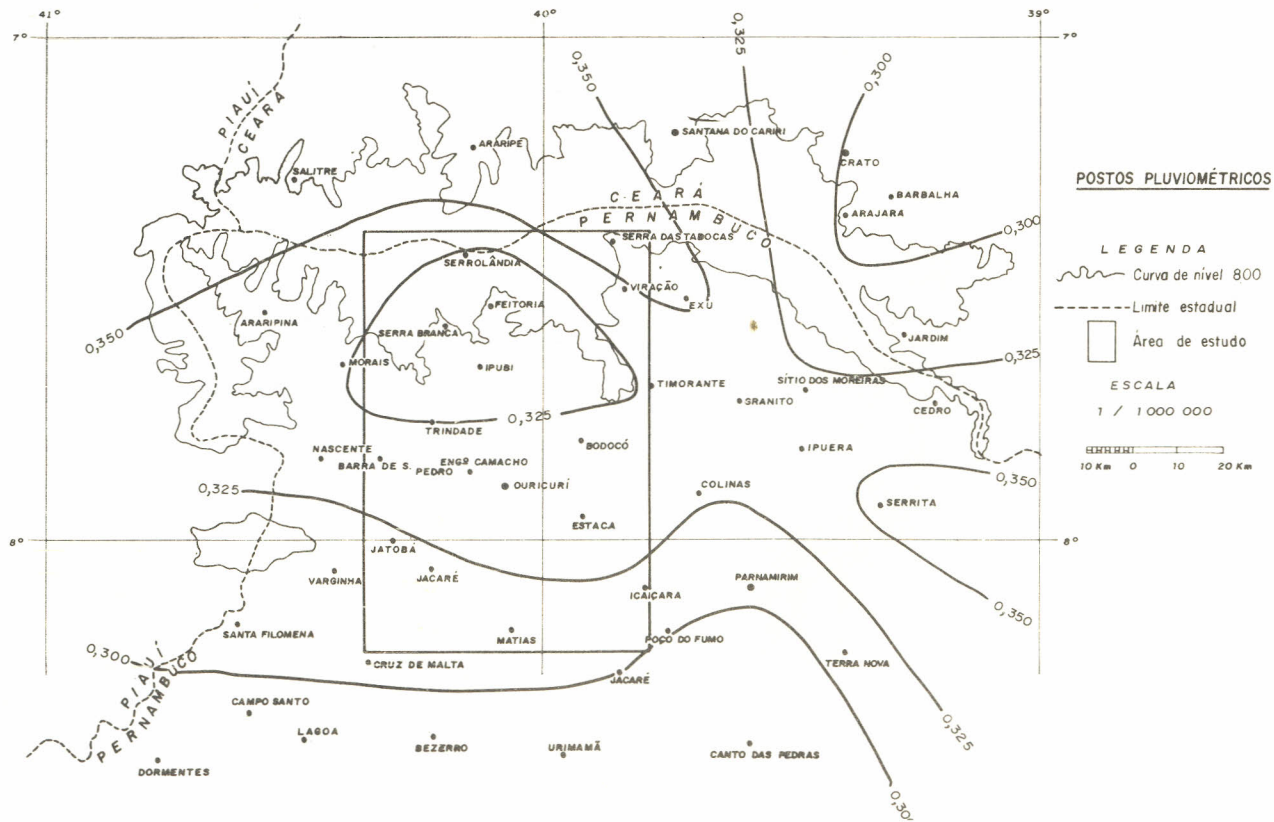


FIG. 2. Coeficiente de variação (Período 1911-1980).

$$- \text{GAUSS } F(x) = \frac{1}{\sqrt{2} \pi} \int_0^u e^{-\frac{u^2}{2}} du \quad \text{com } u = \frac{x - x_0}{S}$$

$$- \text{GUMBEL } F(x) = \int_0^u e^{-e^{-a(x-x_0)}} dx$$

$$- \text{GALTON } F(x) = \frac{1}{S \sqrt{2} \pi} \int_0^u \frac{1}{u} e^{-\frac{(\log u)^2}{2 S^2}} du$$

$$\text{com } u = \frac{x - x_0}{S}$$

$$- \text{PEARSON III } F(x) = \frac{1}{\Gamma(\gamma)} \int_u^\infty u^{\gamma-1} e^{-u} du$$

com  $u = ax$

e  $\Gamma(\gamma)$  função GAMA incompleta

$$\Gamma(\gamma) \int_0^\infty u^{\gamma-1} e^{-u} du = (\gamma-1)!$$

$$- \text{PEARSON V } F(x) = \frac{1}{\Gamma(\gamma)} \int_0^u \left(\frac{1}{u}\right)^{\gamma-1} e^{-\frac{1}{u}} du$$

com  $u = ax$

e  $\Gamma(\gamma)$ : função GAMA incompleta



$$- \text{GOODRICH } F(x) = 1 - \frac{1}{S} \int_u^{\infty} u^{\frac{1}{S} - 1} e^{-u^{1/S}} du$$

com  $u = \frac{x - x_0}{S}$

$$- \text{FRECHET } F(x) = \frac{1}{S \delta} \int_u^x u^{\frac{1}{\delta} - 1} e^{-u^{1/\delta}} du$$

com  $u = \frac{x - x_0}{S}$

$$- \text{LOG-GAMA } F(x) = \frac{1}{\alpha \Gamma(\gamma)} \int_u^{\infty} \left(\frac{\text{Log } u}{\alpha}\right)^{\lambda - 1} e^{-\frac{\text{Log } u}{\alpha}} du$$

com  $u = \frac{x - x_0}{S}$

$$e^{-\gamma} \Gamma(\gamma) = \int_0^{\infty} u^{\lambda - 1} e^{-u} du = (\lambda - 1)!$$

Sendo  $x_0$  = parâmetro de posição  
 $S$  = parâmetro de escala  
 $\gamma, s, \lambda, \alpha$  = parâmetros de forma

A verificação dos ajustamentos mediante testes (teste qui-quadrado e Brunet Moret), permitiu escolher só leis (PEARSON III e GOODRICH) para representar a distribuição da pluviometria anual da região de Ouricuri. Os resultados mostram que a lei de GOODRICH tem uma melhor adequa

ção na região da chapada e a lei de PEARSON no centro e no sul da zona estudada.

A Figura 3 apresenta um exemplo de ajustamento das séries de Ouricuri e Parnamirim. No posto de Ouricuri as leis LOG-GAMA e GUMBEL apresentam uma melhor adequação do que as outras leis, mas o caso de Ouricuri é um caso particular nessa região. Para o posto de Parnamirim, é a lei de PEARSON que parece a de melhor ajuste. Em ambos os casos observa-se um mau comportamento da lei de GAUSS, dita "lei Normal". Este caso é geral para toda a região.

A leis de GOODRICH e PEARSON possuem três parâmetros de posição, de escala, e de forma. Eles são estimados a partir da amostra por meio do método da máxima verossimilhança. A Figura 4 apresenta a repartição espacial do parâmetro de forma da lei de PEARSON. As isolinhas desse parâmetro mostram a influência da chapada. Os valores crescem do sul ao norte, de 5 até mais de 13 na região de Serra Branca.

A Tabela 2 fornece os valores da pluviometria anual com várias recorrências para cada posto de longa duração. A primeira parte apresenta os resultados do estudo estatístico dos seis postos com mais de 65 anos de observações e a segunda parte os resultados dos mesmos postos só com 43 anos de observações (1935-1977) e os oito postos de duração menos longa (1935-77).

O mesmo estudo estatístico foi feito com os 25 postos de curta duração (15 anos) para orientar o traçado das curvas isoietas de várias frequências, apresentadas nas Figuras 5 a 10. Estas figuras fornecem, para cada série de longa duração, as alturas anuais de chuva e as isoietas do período 1911-1977, com períodos de retorno 10, 20

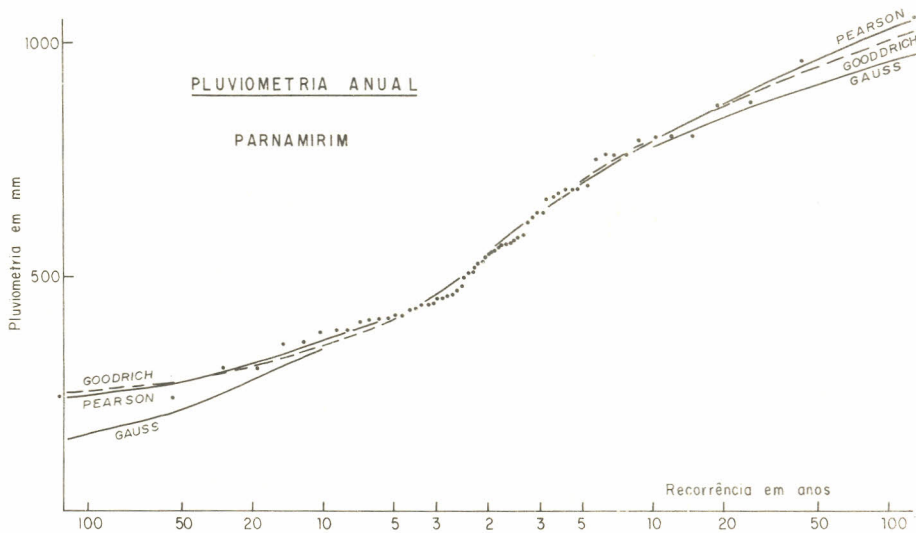
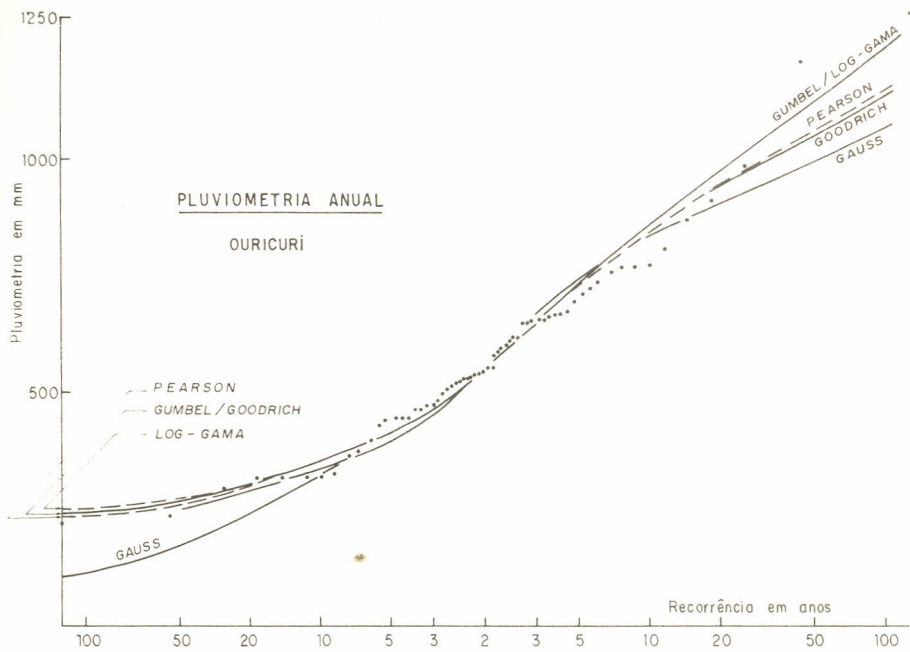


FIG. 3. Ajustamentos das séries de Ouricuri e Parnamirim às leis de distribuição estatística.



TABELA 2. Pluviometria anual de várias freqüências.

POSTOS	Média Homog. 1911-80	Período do Estudo Estat.	Média do Período	RECORRÊNCIA											GAM
				100	50	20	10	5	2	5	10	20	50	100	
Araripe	627	1912-77	627	212	245	299	354	499	599	809	934	1047	1183	1280	7,85
Crato	1165	1912-77	1165	527	583	673	761	878	1133	1433	1608	1763	1947	2077	12,56
Jardim	788	1911-77	788	333	366	422	479	557	737	961	1097	1219	1367	1473	7,01
Ouricuri	584	1913-77	584	232	258	303	348	410	554	734	841	939	1058	1142	6,97
Parnamirim	560	1912-77	560	247	273	316	359	416	544	699	790	872	970	1039	9,49
Santana do Cariri	874	1912-77	874	292	333	408	490	603	853	1127	1275	1397	1535	1627	8,37
Araripe	627	1935-77	604	225	256	307	358	426	581	768	878	977	1096	1181	9,14
Crato	1165	1935-77	1174	564	619	707	792	904	1146	1428	1591	1735	1906	2026	14,34
Jardim	788	1935-77	744	331	366	428	489	571	740	912	1001	1073	1152	1204	14,76
Ouricuri	584	1935-77	581	294	313	348	384	435	556	713	809	897	1005	1083	5,25
Parnamirim	560	1935-77	547	264	286	323	360	411	528	671	758	835	930	997	7,56
Santana do Cariri	874	1935-77	853	315	354	426	502	608	837	1085	1217	1326	1449	1530	9,93
Araripina	711	1935-77	693	251	289	356	422	510	689	872	965	1041	1125	1179	10,49
Barra de S. Pedro	627	1935-77	603	267	296	344	391	452	586	744	837	918	1016	1084	12,51
Exu	740	1935-77	731	311	347	406	463	540	709	909	1026	1130	1255	1343	11,38
Feitoria	749	1935-77	724	342	376	431	484	555	707	884	987	1077	1185	1260	14,13
Santa Cruz	549	1935-77	531	267	284	315	347	394	507	654	746	830	933	1007	4,74
Santa Filomena	572	1935-77	559	263	286	326	365	419	540	688	777	857	953	1021	8,25
S. dos Moreiras	669	1935-77	652	295	326	377	427	492	634	802	900	986	1088	1161	12,97
Serrita	580	1935-77	563	288	295	312	334	375	504	719	869	1015	1204	1345	1,55

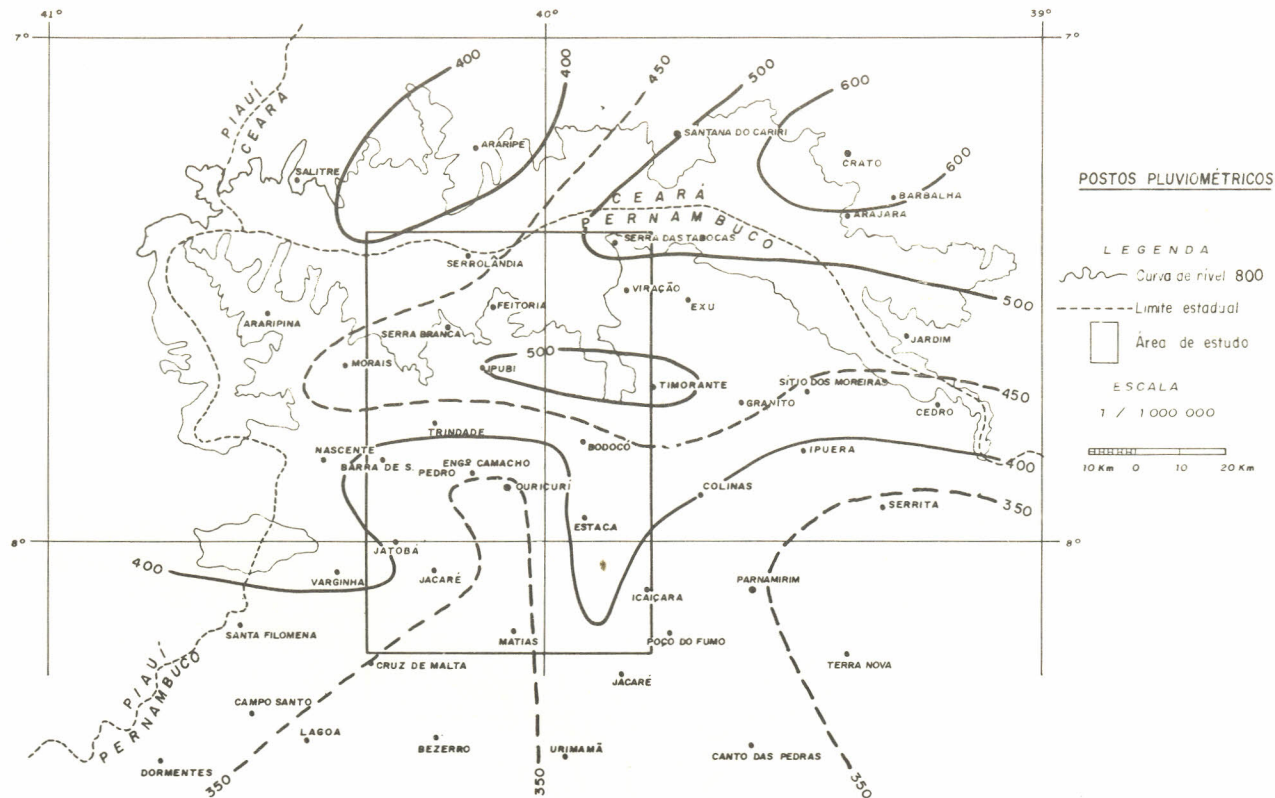


FIG. 5. Pluviometria anual com período de retorno 10 anos (Decenal Seco 1911-1977).

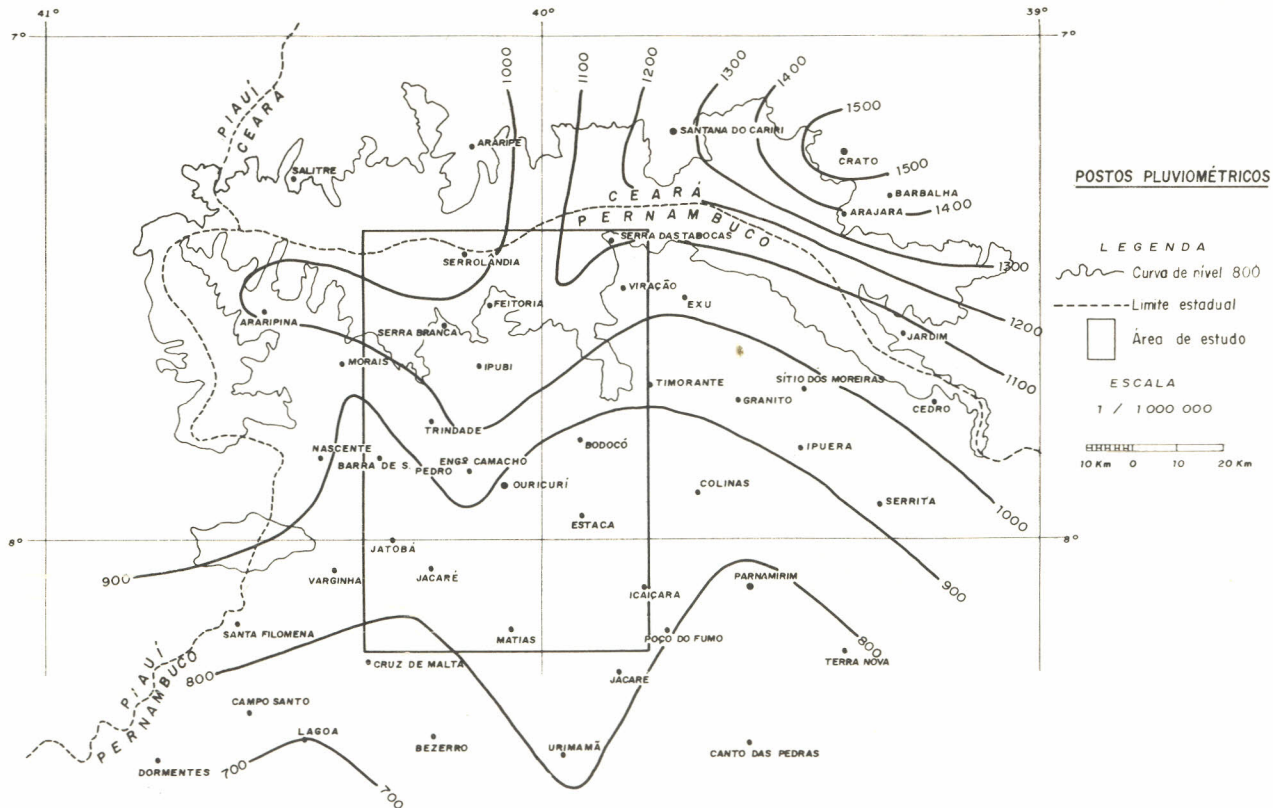


FIG. 6. Pluviometria anual com período de retorno 10 anos (Decenal Úmido 1911-1977).





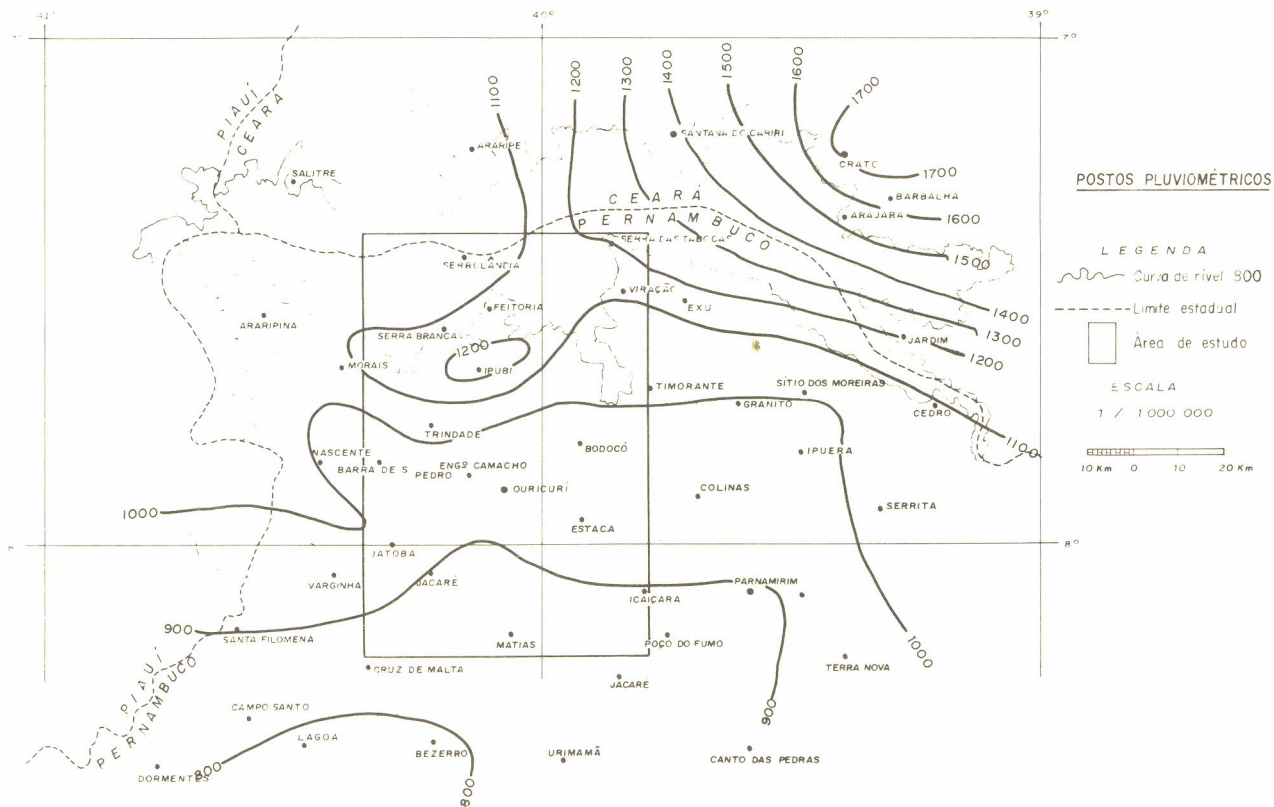
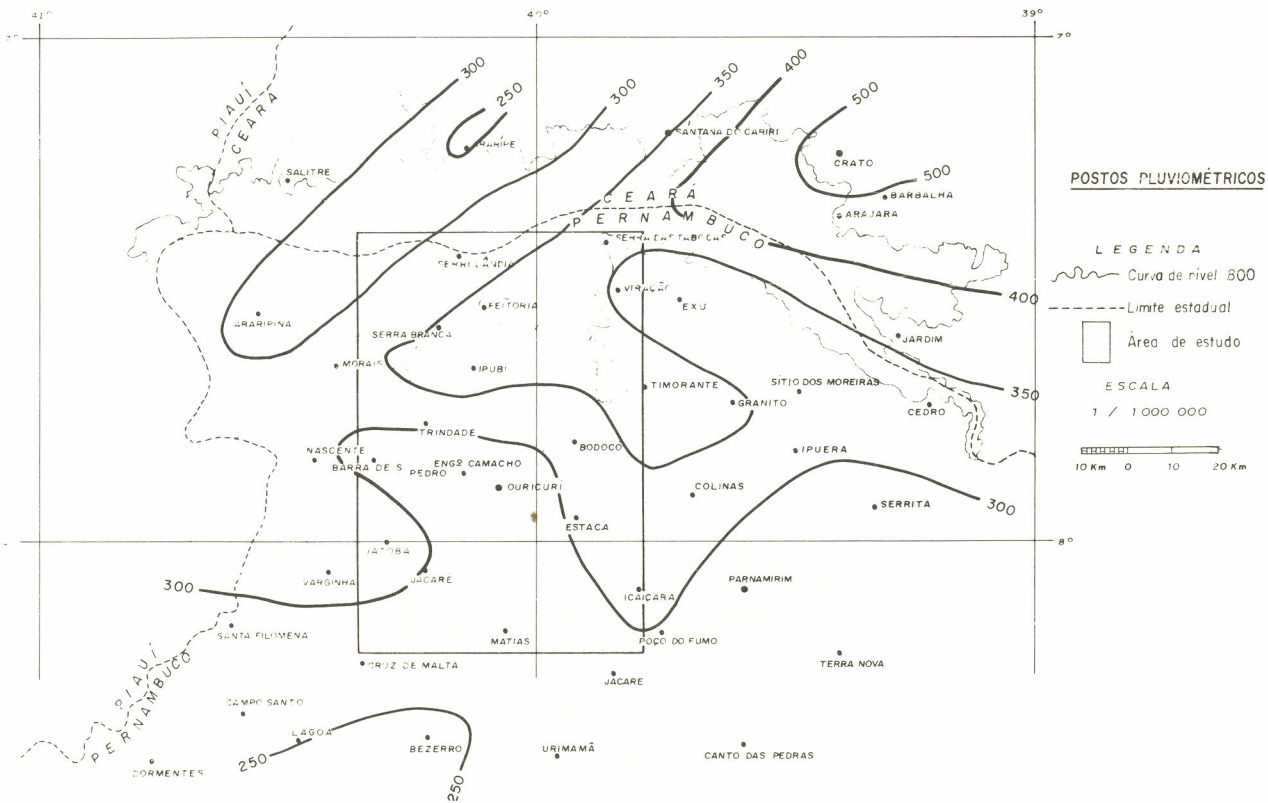


FIG. 8. Pluviometria anual com período de retorno 20 anos (Anos Úmidos 1911-1977).

FIG. 9. Pluviometria anual com período de retorno 50 anos  
(Anos Secos 1911-1977).



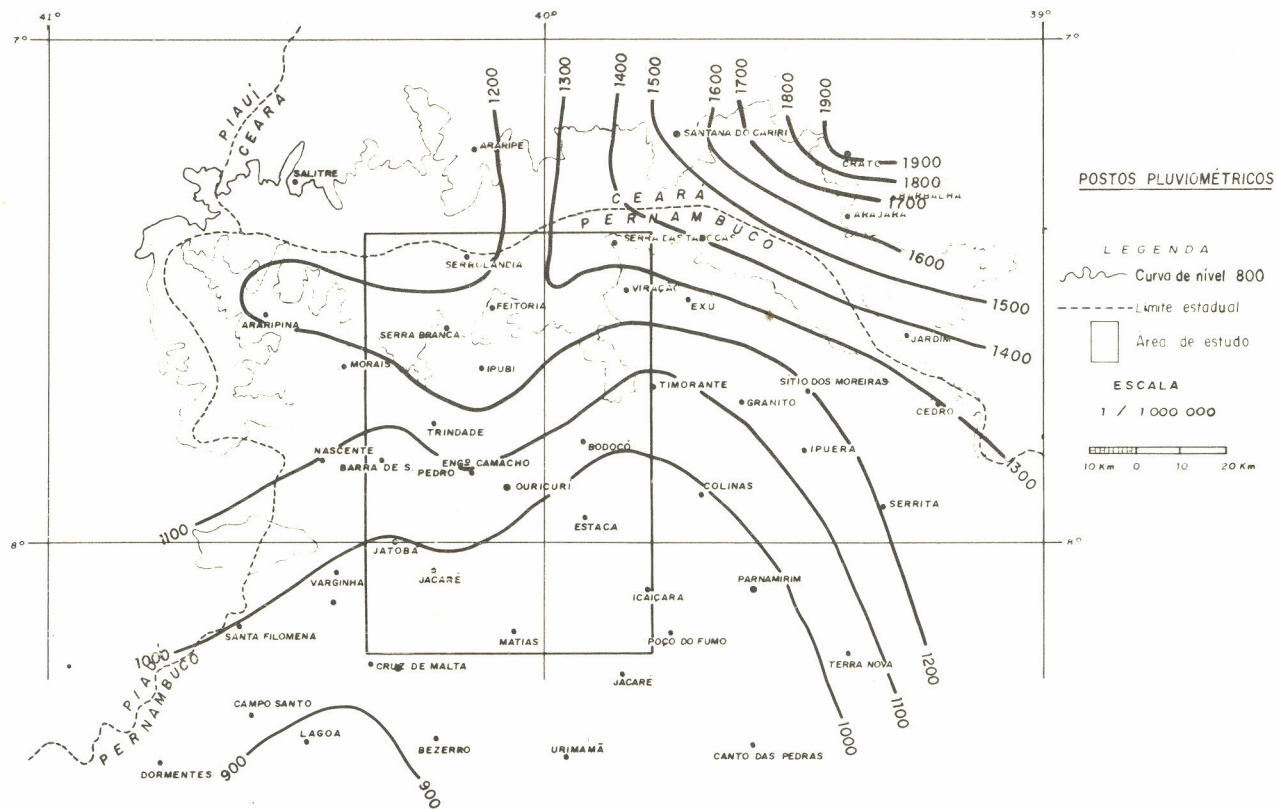


FIG. 10. Pluviometria anual com período de retorno 50 anos  
(Anos Úmidos 1911-1977).

### 3. ESTUDO DA PLUVIOMETRIA MENSAL

O estudo da pluviometria mensal foi realizado apenas para o posto de Ouricuri, com alturas mensais homogeneizadas. O número de valores da amostra é de 63 ou 64, segundo o mês. Os anos 1926, 1962 e 1963 foram eliminados por apresentarem séries incompletas ou erradas.

A estas amostras mensais, ajustaram-se as leis de GAUSS, PEARSON, GOODRICH e GALTON. As melhores foram as de GOODRICH e GALTON para os valores mais baixos e a de GAUSS para os valores mais altos de precipitação.

Na Tabela 3 são relacionados os resultados dos cálculos para cada mês e com vários períodos de retorno. A Figura 11 apresenta a variação da pluviometria em Ouricuri, com as frequências teóricas de ultrapassagem em %, para cada mês.

É possível que os valores das frequências baixas dos menores índices pluviométricos sejam errôneos, especialmente em maio, setembro, outubro e novembro. As observações apresentam muitas vezes o valor zero nesses meses, mais por falta ou omissão do observador do que por ausência de chuva.

Pode-se observar que, em média, o quarto do total anual cai no mês de março; pouco menos de 40% nos meses de fevereiro a abril e 80% desde dezembro até abril. Mas a repartição nunca é tão regular, como mostra a distribuição muito variável da pluviometria mensal com várias frequências.

### 4. ESTUDO DAS PRECIPITAÇÕES DIÁRIAS

O estudo das precipitações diárias foi feito nos postos pluviométricos de Araripe, Santana do Cariri, Ouricu

TABELA 3. Totais mensais de precipitação para o posto de Ouricuri, PE.

FREQÜÊNCIA	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S
Média	22,4	38,8	61,8	76,2	98,3	138,3	81,7	33,9	12,4	8,9	4,3	5,3
1/100 anos	176	260	265	276	364	459	333	200	79	60	44	67
1/50 anos	117	181	195	218	284	380	255	141	55	41	28	42
1/20 anos	81	130	148	174	222	316	197	108	43	32	20	32
1/10 anos	66	104	131	152	197	266	166	86	33	24	14	20
1/5 anos	44	74	102	116	155	197	131	61	23	17	8	11
1/2 anos	14	24	56	64	87	110	69	25	9	6	3	4
1/5 anos	2	3	18	28	35	59	24	3	1	0	0	1
1/10 anos	0	0	9	17	20	42	13	1	0	0	0	0
1/20 anos	0	0	4	10	12	32	7	0	0	0	0	0
1/50 anos	0	0	2	5	6	22	2	0	0	0	0	0
1/100 anos	0	0	1	3	3	17	1	0	0	0	0	0

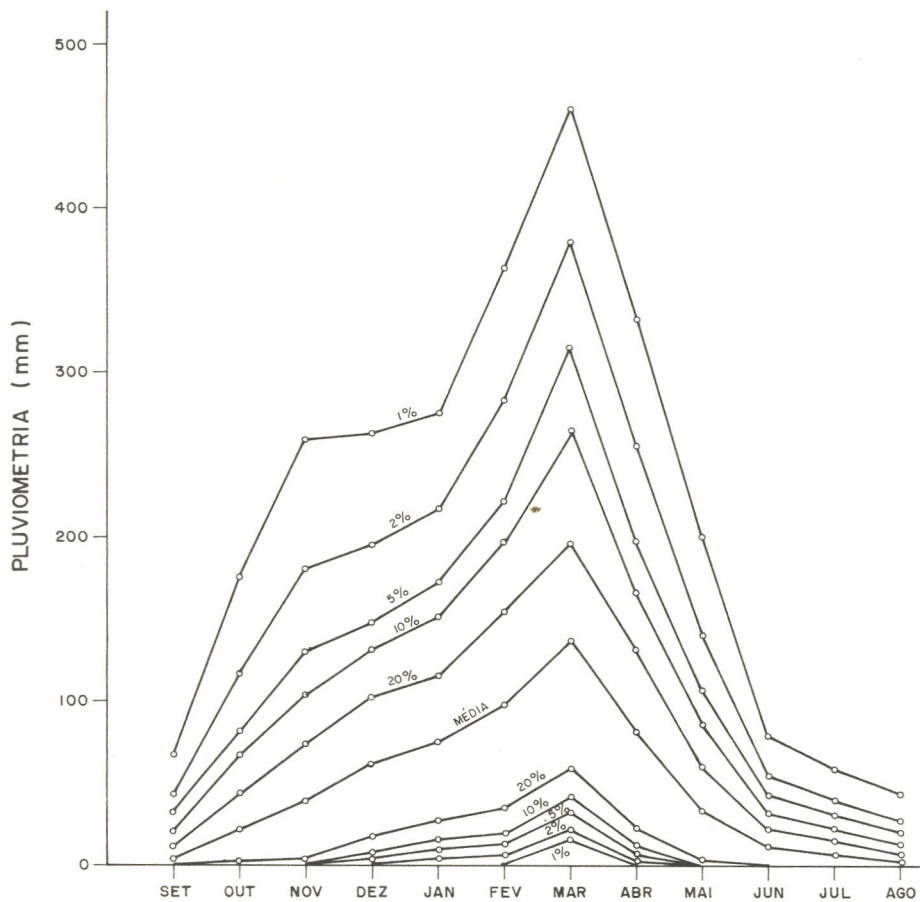


FIG. 11. Pluviometria mensal em Ouricuri, PE.

ri e Araripina, e também nos postos pluviográficos de Ouricuri e Araripina, a fim de se comparar os resultados. Isso permitiu generalizar-se para um número maior de anos os resultados do estudo dos aguaceiros (chuvas intensas) para os dois postos pluviográficos.

Para cada posto ajustaram-se duas leis de distribuição estatística às classes das alturas de chuva: a lei de GOODRICH e a lei de PEARSON.

Cada série foi dividida em classe de 10 mm. Sendo geralmente mal conhecido o número de chuvas na primeira classe (0-10 mm), adotou-se um limite de truncamento de 10 mm para os ajustamentos, o que significa que só as chuvas superiores a 10 mm foram utilizadas nos cálculos. Certos valores fortes, porém pouco numerosos para constituir uma classe, foram conservados com os registros naturais. Eliminaram-se alguns anos duvidosos ou incompletos.

A Tabela 4 resume os resultados desse primeiro trabalho, com as notações seguintes:

NA	=	Número de anos do período estudado
TP	=	Total da pluviometria no período
DT0	=	Número total de dias de chuva
DT10	=	Número total de dias de chuva superior a 10 mm
P	=	Pluviometria média anual no período
DO	=	Número médio anual de dias de chuva
D10	=	Número médio anual de dias de chuva superior a 10 mm
Classes	=	Limite das classes de 10 em 10 mm
10-20	=	Número de dias cuja altura da chuva é entre 10 e 19,8 mm
N00	=	Número de dias de chuva da classe 0-10 mm observado

TABELA 4. Classes de chuva.

	Araripe	Santana do Cariri	Ouricuri Pluviômetro	Araripina Pluviômetro	Ouricuri Pluviômetro	Araripina Pluviômetro
NA	31	58	48	35	11	9
TP	23159,8	55283,4	29498,7	23230,9	6598,5	6260,1
DT0	1421	3277	2319	1516	784	743
DT10	776	1751	940	746	198	192
P	747,1	953,2	614,6	663,7	599,9	695,6
DO	45,8	56,5	48,3	43,3	71,3	82,6
D10	25,0	30,2	19,6	21,3	18,0	21,3
CLASSES						
N00	645	1526	1379	770	586	551
N0C	714	1231	1147	568	402	363
10-20	406	773	453	344	110	99
20-30	157	386	221	178	43	47
30-40	96	250	112	93	17	24
40-50	43	131	70	38	14	10
50-60	34	80	40	27	8	4
60-70	12	50	24	30	2	5
70-80	17	29	12	19	2	
80-90	3	27	3	10		
90-100	4	14	4	3		
100-110		5				
	103,4	110,0	121,1	110,3	95,3	71,3
FC	110,2	120,8		121,0	120,3	71,3
	112,0	124,0		121,2		81,7
	136,0	129,9		123,9		
		133,0				
		134,0				



- $\dot{N}OC$  = Número de dias de chuva da classe 0-10 mm calculado
- FC = Valores naturais fora-classe

Esses dados permitiram calcular as alturas de chuva diária com vários períodos de retorno. As duas leis apresentam resultados semelhantes, sendo a lei de GOODRICH a que proporciona os melhores ajustamentos. A diferença relativa entre dois valores da mesma frequência é quase sempre inferior a 3%.

Pode-se observar nessa Tabela 4 que as chuvas da primeira classe  $N00$  (0 - 10 mm) são muito mais numerosas no caso do pluviógrafo do que no caso do pluviômetro. Com efeito, os registros dos pluviógrafos dão valores inferiores a 1 mm, muitas vezes somente um orvalho e não uma chuva; pelo contrário, as pequenas chuvas são às vezes acumuladas durante vários dias pelo observador do pluviômetro (muitas vezes no caso de Ouricuri e Araripina). Esse fato justifica o truncamento a 10 mm.

A Tabela 5 apresenta os resultados finais para cada posto.

A diferença entre os valores calculados com as observações do pluviômetro e as do pluviógrafo são semelhantes no posto de Ouricuri, mas bastante diferentes no posto de Araripina. Com efeito, durante os 9 anos de observações neste posto pluviográfico, o maior aguaceiro foi só de 81,7 mm enquanto no pluviômetro, com 35 anos, houve 17 chuvas superiores a 80 mm (ver Tabela 4). Isso pode explicar a grande diferença entre os valores teóricos calculados com as observações do pluviógrafo e as do pluviômetro de Araripina, sobretudo para as pequenas frequências.

Relacionando os valores apresentados acima aos resul

TABELA 5. Pluviometria em 24 horas com várias frequências.

Período de Retorno	Araripe	Santana do Cariri	Ouricuri pluviômetro	Araripina Pluviômetro	Ouricuri Pluviógrafo	Araripina Pluviógrafo
1	63,7	73,4	56,3	65,9	52,9	52,8
2	76,1	86,1	66,9	78,8	65,0	62,9
5	92,7	102,9	81,0	95,8	81,9	76,5
10	105,5	115,5	94,2	108,6	95,2	86,8
20	118,4	128,1	105,4	121,5	109,1	97,2
50	135,6	144,8	120,3	138,6	128,1	111,1
100	148,8	157,3	131,5	151,5	142,9	121,6

tados do estudo das precipitações diárias no estado de Pernambuco, realizado por CADIER et al (1982), pode-se verificar que os valores obtidos para os postos de Araripe e Araripina concordam com os resultados obtidos pelo referido autor na zona "D", ou zona do sertão pernambucano. Todavia, as precipitações diárias dos postos de Santana do Cariri são mais próximas dos valores da zona "B" e as de Ouricuri dos valores da zona "C".

Para os demais cálculos foram consideradas as alturas de chuva dos postos com o maior número de observações, ou seja, só dos pluviômetros.

Os gráficos das Figuras 12 e 13 apresentam os ajustes com as duas leis. Esses gráficos dão o número de dias por ano para os quais uma altura de chuva é ultrapassada. Pode-se constatar que nas alturas fracas e médias (inferiores a 60 mm), as frequências teóricas são comparáveis e muito próximas das frequências observadas. No caso das alturas fortes as diferenças entre as duas leis e as observações são geralmente pequenas, à exceção do pluviógrafo de Araripina.

A Tabela 6 apresenta um exemplo da adequação dos ajustes ao comparar o número de dias por ano, observados e teóricos, com chuvas superiores a 10 mm. Os valores são bastante próximos, exceção mais uma vez do posto pluviográfico de Araripina.

A relação entre a altura da chuva diária (P) e o período de retorno (T) pode tomar a forma seguinte:

$$P = A (B + \log T)^C \quad \text{ou} \quad P = \alpha \log T + \beta$$

Destas fórmulas pode-se extrair a relação ligando o número (N) de dias por ano para as quais a pluviometria é maior do que um valor dado (x).

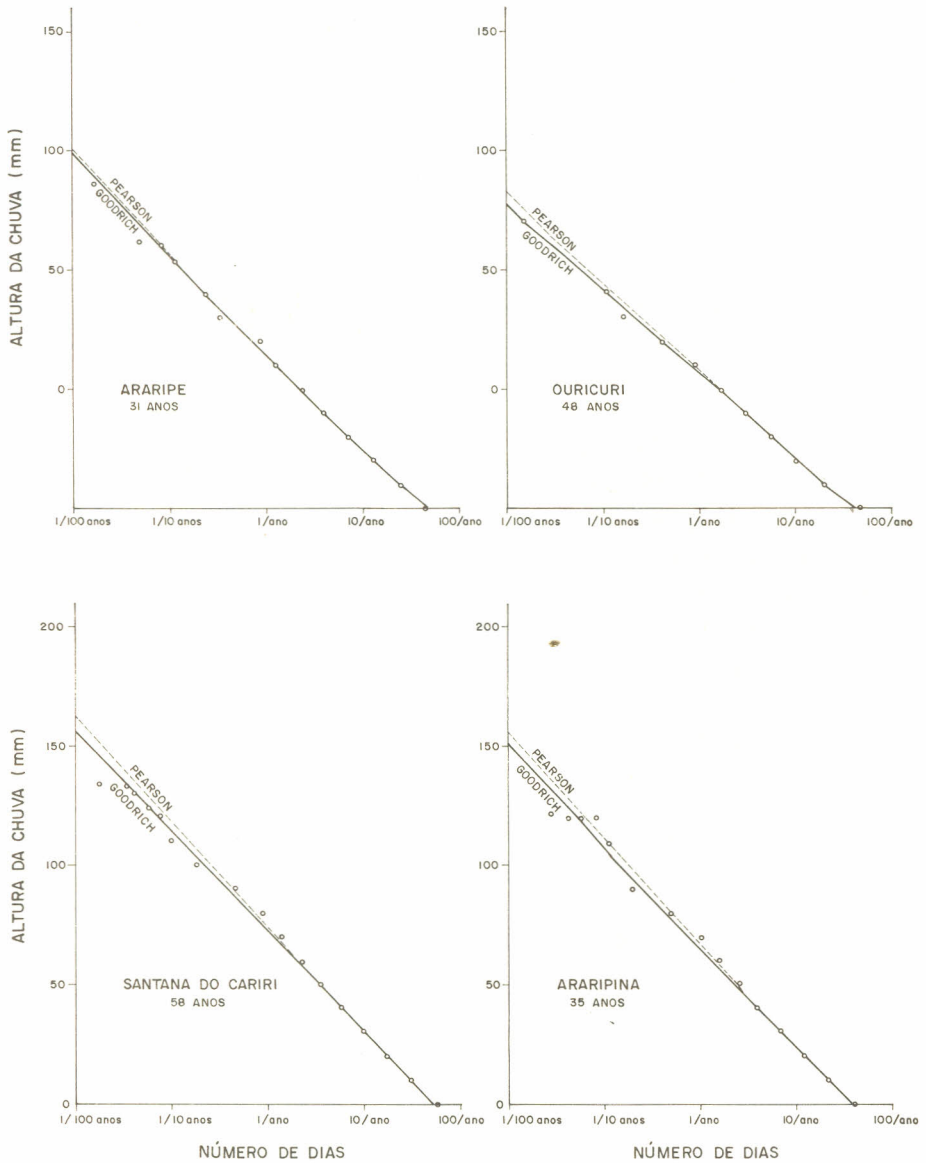


FIG. 12. Chuvas diárias - Pluviômetros.

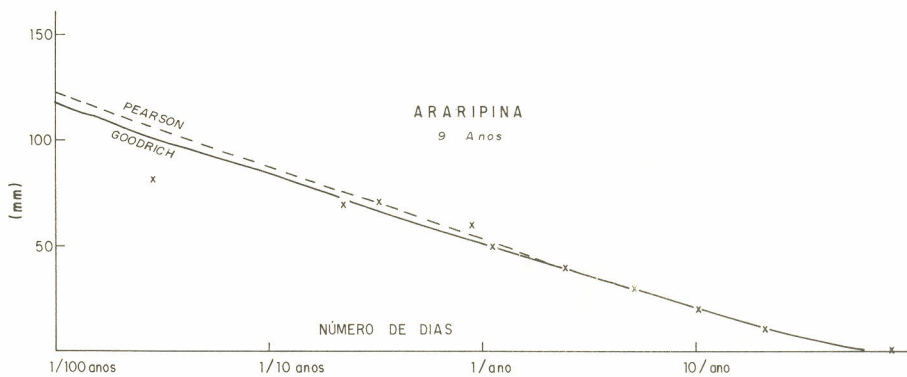
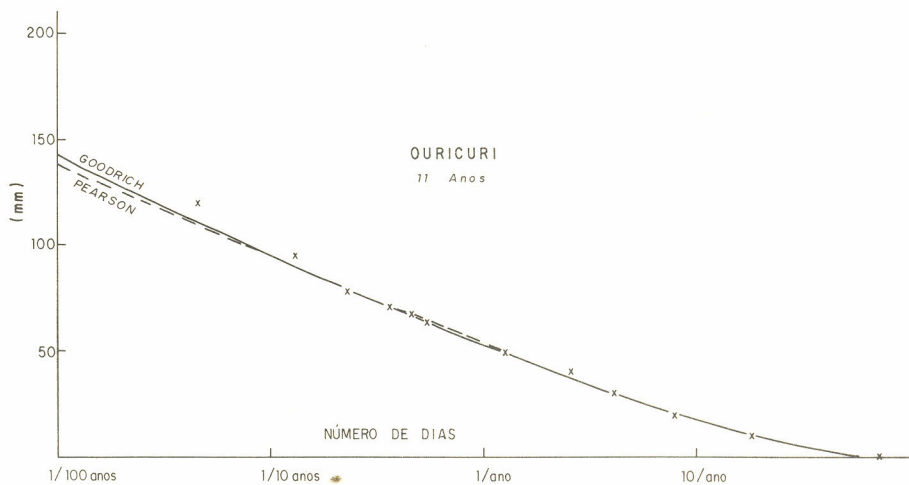


FIG. 13. Chuvas diárias - Pluviógrafos.

TABELA 6. Número de dias por ano com chuvas superiores a 10 mm.

Número de Dias > 10mm	Observados	Calculados	
		GOODRICH	PEARSON
Araripe (*)	25,0	24,2	23,8
Santana do Cariri (*)	30,0	29,2	29,8
Ouricuri (*)	19,6	20,8	20,7
Araripina (*)	21,3	20,8	20,9
Ouricuri (**)	18,0	19,2	19,0
Araripina (**)	21,3	24,0	23,0

(\*) pluviômetro

(\*\*) pluviógrafo

$$N = 10 \left[ B - \left( \frac{x}{A} \right)^{\frac{1}{C}} \right] \quad \text{ou} \quad N = 10 \frac{\beta - x}{\alpha}$$

Para cada posto, os valores dos parâmetros A, B, C,  $\alpha$  e  $\beta$  são apresentados na Tabela 7.

TABELA 7. Valores dos parâmetros A, B, C,  $\alpha$  e  $\beta$  para os postos estudados.

	A	B	C	$\alpha$	$\beta$
Araripe (*)	35,8	1,70	1,09	35,8	60,8
S. do Cariri (*)	42,0	1,75	1,00	42,0	73,5
Araripina (*)	42,6	1,49	1,00	42,6	63,5
Araripina (**)	34,4	1,53	1,00	-	-
Ouricuri (*)	45,3	1,13	1,00	45,3	51,2
Ouricuri (**)	24,3	1,80	1,33	-	-

(\*) pluviômetro

(\*\*) pluviógrafo

Para a região do sertão de Ouricuri, a relação média, dando a pluviometria diária em função do período de retorno, pode ser escrita de forma:

$$P = 40 \log T + 62 \quad \text{ou} \quad P = 92 \text{ Ln } T + 62$$

sendo Ln = logaritmo neperiano

## 5. ESTUDO DAS CHUVAS INTENSAS

### 5.1. Estudo estatístico das intensidades. Relação in tensidade-duração-freqüência

Realizou-se o estudo das intensidades observadas nos postos pluviográficos de Ouricuri (11 anos de observação) e Araripina (9 anos de observação). Esses dados foram obtidos junto à Divisão de Hidrometeorologia da SUDENE. Foram consideradas as chuvas superiores ou iguais a 5 mm, com intensidades a partir de 5 mm/h. Esse processamento foi feito automaticamente, através do programa DHM-007 da Divisão de Hidrometeorologia da SUDENE. Dessa forma, foram selecionadas 250 chuvas num total de 535 em Ouricuri, e 245 chuvas num total de 463 em Araripina.

As intensidades máximas para diversas durações entre 5 e 180 minutos, foram ajustadas às leis de GALTON, GOODRICH e FRECHET. Os resultados dos melhores ajustamentos são mostrados nas Tabelas 8, 9, 10 e 11 onde são apresentadas para cada posto as alturas máximas (em mm) e as intensidades (em mm/h) em função da duração (em minutos) para várias freqüências (período de retorno em anos).

A partir dos resultados obtidos, pode-se ajustar uma relação entre a intensidade ( $I$ , em mm/h), a duração ( $D$ , em minutos) e o período de retorno ( $T$ , em anos). Foram testadas várias relações  $I = f(D, T)$  do mesmo tipo que as relações apresentadas por MAGALHÃES (1981), tais como:

$$I = a P_t [b - \log(D + C)]$$

$$I = a P_t / (D + C)^d$$

$$I = a [d + \log T][b - \log(D + C)]$$

$$I = a [b + \log T] / (D + C)^d$$



$$I = bT^a / (D + C)^d$$

onde a, b, c e d são parâmetros, log é o logaritmo de cimal e Pt a pluviometria em 24 horas de freqüência 1/T.

No caso da região de Ouricuri, a relação que melhor se ajusta é do tipo:

$$I = a (b + \log T) / (D + C)$$

Os resultados, para cada posto pluviográfico, são os seguintes:

	a	b	c	DQM
Ouricuri	2352	1,246	33	1,50
Araripina	2299	1,247	33	2,72

O desvio quadrático médio (DQM) mostra que a adequação desta fórmula empírica é melhor no posto de Ouricuri, particularmente para as pequenas durações.

Embora a região só tenha dois postos pluviográficos com dados fidedignos, a quase igualdade dos parâmetros a, b e c torna possível guardar uma única relação para toda a zona estudada:

$$I = \frac{2330 (1,25 + \log T)}{D + 33}$$

Com os logaritmos neperianos a relação se escreve:

$$I = \frac{1010 (2,88 + \ln T)}{D + 33}$$

Com essas relações, torna-se possível conhecer a intensidade de uma chuva para uma duração e um período de retorno dados.

TABELA 8. Ouricuri - Altura máxima (mm).

Per. de Retorno	Duração	5	10	15	30	45	60	90	120	180
		min	min	min	min	min	min	min	min	min
1 ano		6,7	11,8	15,6	24,6	29,5	32,3	35,2	38,3	40,4
2 anos		8,1	14,0	18,5	29,6	35,9	39,2	42,7	47,1	50,2
5 anos		10,0	17,3	23,1	36,4	44,6	48,6	53,4	59,4	65,8
10 anos		11,5	20,0	27,1	41,6	51,4	56,0	61,9	69,3	77,0
20 anos		13,1	23,0	31,2	47,0	58,4	63,6	70,8	79,6	87,5
50 anos		14,8	26,9	36,0	54,1	68,0	73,9	83,2	93,8	102,0

TABELA 9. Ouricuri - Intensidade (mm/h).

Per. de Retorno	Duração	5	10	15	30	45	60	90	120	180
		min	min	min	min	min	min	min	min	min
1 ano		80	71	62	49	39	32	23	19	13
2 anos		97	84	74	59	48	39	28	24	17
5 anos		120	104	92	73	59	49	36	30	22
10 anos		138	120	108	83	69	56	41	35	26
20 anos		157	138	125	94	78	64	47	40	29
50 anos		178	161	144	108	91	74	55	47	34

TABELA 10. Araripina - Altura máxima (mm).

Per. de Retorno	Duração	5	10	15	30	45	60	90	120	180
		min	min	min	min	min	min	min	min	min
1 ano		6,7	12,2	16,5	24,3	28,4	31,7	35,3	37,5	40,8
2 anos		8,0	14,3	19,3	28,4	32,9	36,8	42,3	44,7	49,7
5 anos		9,4	17,4	22,8	34,6	39,6	43,9	53,2	55,9	63,6
10 anos		10,9	19,8	26,5	39,5	47,3	51,6	61,5	66,1	74,1
20 anos		12,8	22,8	31,0	46,7	54,8	59,6	72,0	78,1	87,1
50 anos		15,3	27,2	36,3	54,5	63,8	70,8	84,1	91,8	102,3

TABELA 11. Araripina - Intensidade (mm/h).

Per. de Retorno	Duração	5	10	15	30	45	60	90	120	180
		min	min	min	min	min	min	min	min	min
1 ano		80	73	66	49	38	32	24	19	14
2 anos		96	86	77	57	44	37	28	22	17
5 anos		113	104	91	69	53	44	35	28	21
10 anos		131	119	106	79	63	52	41	33	25
20 anos		153	137	124	93	73	60	48	39	29
50 anos		184	163	145	109	85	71	56	46	34

As Figuras 14 e 15 apresentam por um lado as intensidades máximas em função da duração para vários períodos de retorno e, por outro lado, as alturas máximas em função do período de retorno para diversas durações.

## 5.2. Chuva útil e duração das chuvas

Considera-se que a chuva útil, também chamada "corpo" da chuva, é a parte da chuva que certamente provoca o escoamento superficial. Essa chuva útil representa a soma dos trechos de precipitação cuja intensidade é superior a uma intensidade dada, em função da cobertura vegetal e do tipo do solo. Para as condições da região semi-árida do Nordeste brasileiro, tem-se adotado valores entre 10 a 12 mm/h, conforme NOUVELOT et al (1979). Foi então escolhido como limite o valor de 10 mm/h.

Para todos os aguaceiros maiores que 40 mm, foram analisados os valores da duração em função de diversas alturas pluviométricas. Esse estudo permitiu ajustar duas relações aos valores medianos da altura de chuva útil ( $P_u$ ) e da duração dessa chuva ( $D_u$ ), em função da altura de chuva total ( $P$ ). Essas relações foram as seguintes:

$$P_u = 0,82 P - 10$$

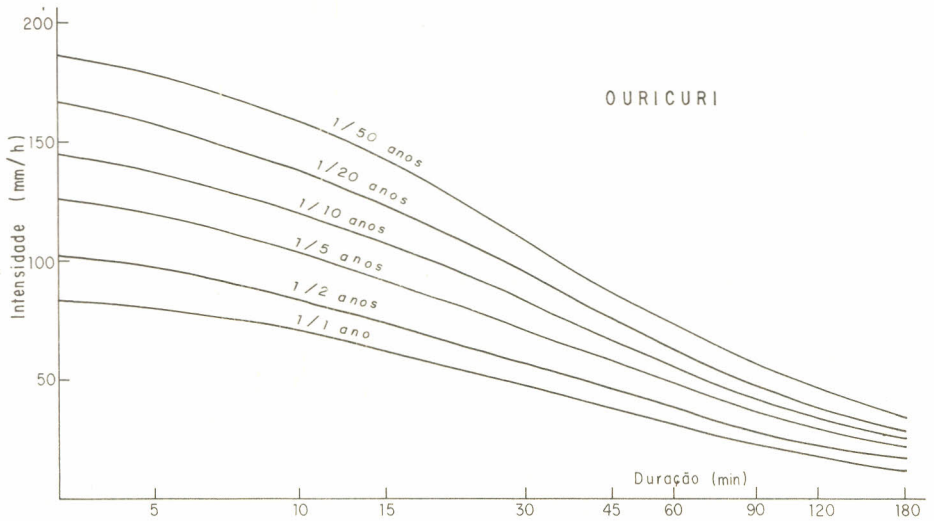
$$\text{Ouricuri} \quad D_u = 0,95 P + 30$$

$$\text{com } P > 40 \text{ mm}$$

$$P_u = 0,80 P - 19$$

$$\text{Araripina} \quad D_u = 0,96 P + 15$$

$$\text{com } P > 40 \text{ mm}$$



Altura máxima de chuva em função do período de retorno para varias durações

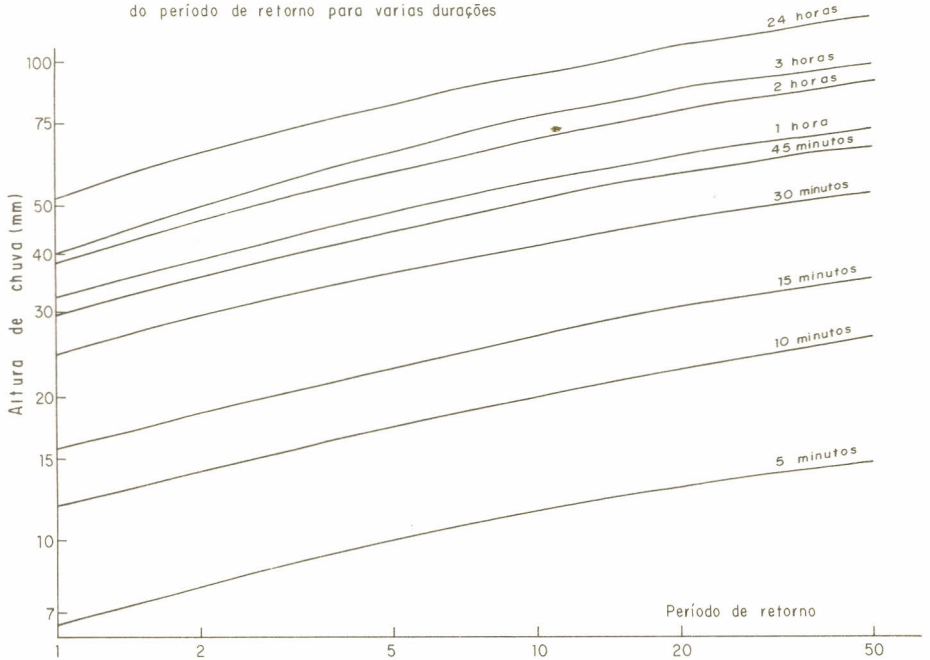


FIG. 14. Intensidades máximas em função da duração para vários períodos de retorno - Ouricuri.

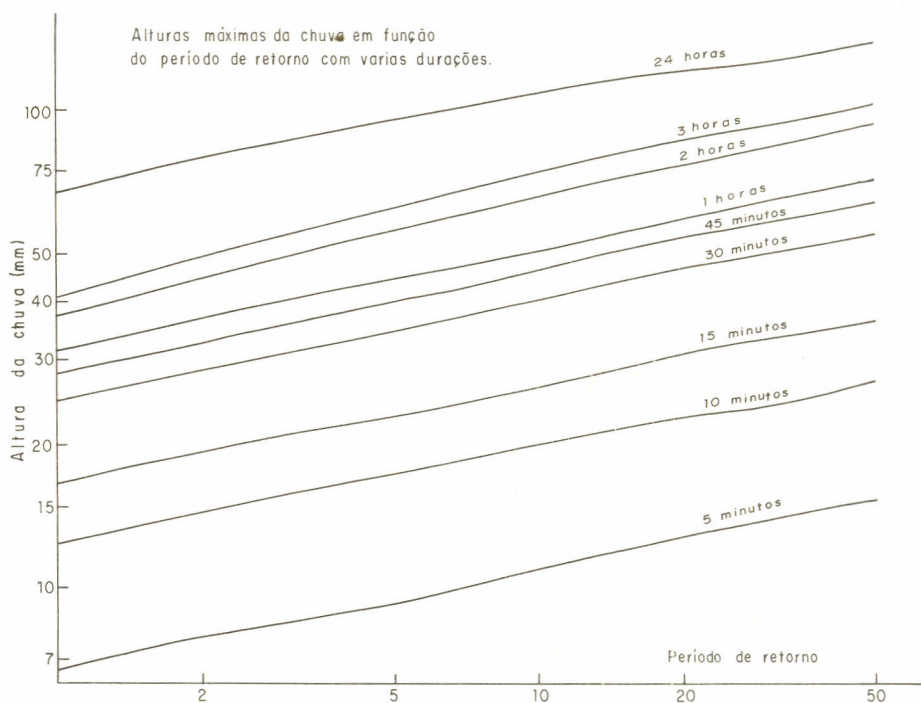
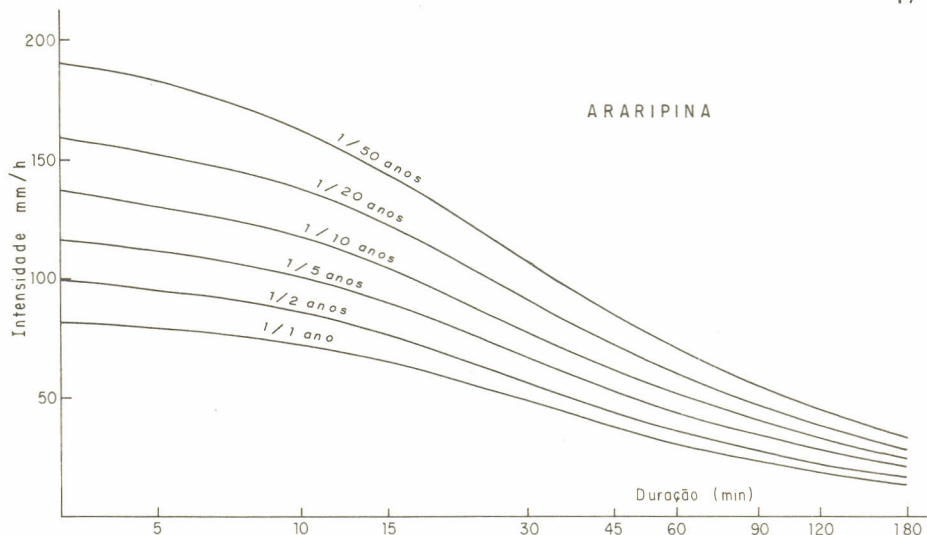


FIG. 15. Intensidades máximas em função da duração com vários períodos de retorno - Araripina.

### 5.3. Determinação dos hietogramas dos aguaceiros excepcionais

Na determinação dos hietogramas dos aguaceiros excepcionais, o primeiro passo foi a elaboração de um hietograma classificado para diferentes frequências. Isso foi possível através das curvas intensidade-duração.

O primeiro trecho do hietograma corresponde à intensidade nos 5 minutos iniciais. O segundo trecho, com duração de 5 minutos, corresponde à intensidade da máxima altura que caiu durante 10 minutos, diminuída da altura máxima caída nos 5 minutos precedentes. O terceiro trecho, também de 5 minutos de duração, corresponde à intensidade da altura máxima caída em 15 minutos diminuída da altura máxima caída nos 10 minutos precedentes, e assim sucessivamente.

A Tabela 12 apresenta o valor das intensidades dos diferentes intervalos sucessivos de tempo, com vários períodos de retorno.

A não ser que os aguaceiros sejam todos do mesmo tipo, o que raramente ocorre na natureza, o hietograma classificado não caracteriza os aguaceiros de mesma frequência. Dessa forma, costuma-se utilizar também os valores da chuva útil, calculada a partir da relação com a precipitação total, já desenvolvida anteriormente, para a escolha dos eventos excepcionais.

Nas Figuras 16 e 17 foram traçados os hietogramas correspondentes a aguaceiros de frequência 1/2, 1/10 e 1/50.

Após serem estimadas algumas chuvas dos postos de Ouricuri e Araripina, consideraram-se as hipóteses seguintes:

- A chuva tem um único máximo de intensidade, que so

TABELA 12. Hietogramas classificados.

Intervalo de tempo	OURICURI			ARARIPINA		
	1/2	Frequência 1/10	1/50	1/2	Frequência 1/50	1/50
0 - 5	97	139	178	96	131	184
5 - 10	72	106	139	76	107	143
10 - 15	58	83	110	60	80	109
15 - 20	47	68	88	48	64	87
20 - 25	38	56	73	36	52	73
25 - 30	32	47	62	29	43	56
30 - 35	28	41	53	23	36	45
35 - 40	25	35	46	19	31	39
40 - 45	21	31	40	18	26	34
45 - 50	19	27	36	17	23	31
50 - 55	17	24	32	16	20	30
55 - 60	15	22	28	14	19	28
60 - 70	14	19	25	13	17	26
70 - 80	12	16	21	11	15	24
80 - 90	10	14	18	10	14	22
90 - 100		12	16		12	20
100 - 120		10	14		10	17
120 - 140			12			13
140 - 150			10			11
150 - 160						10

50

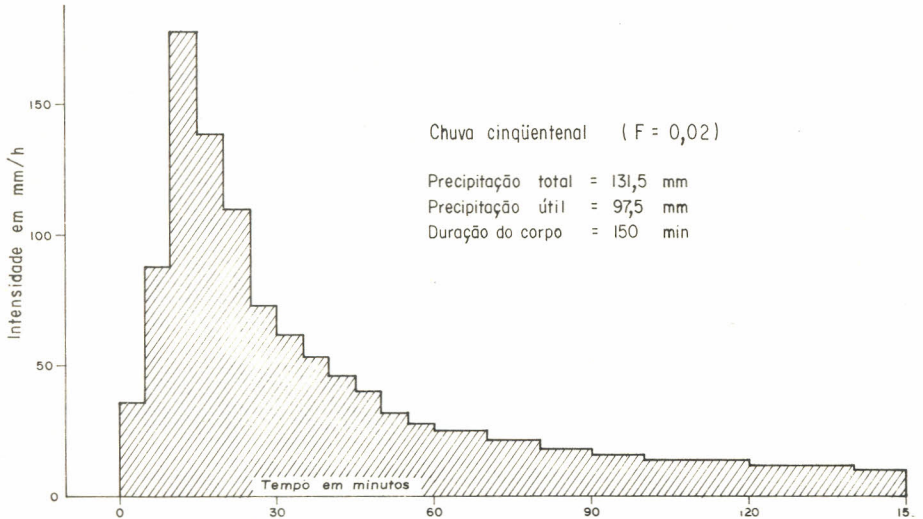
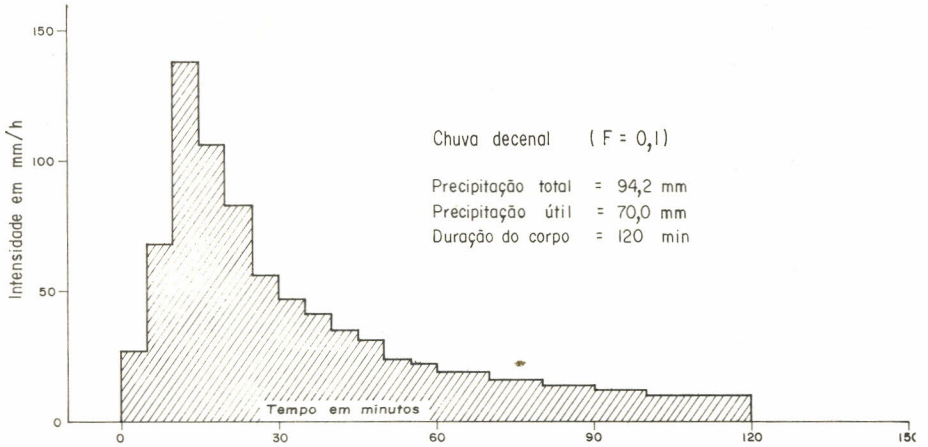
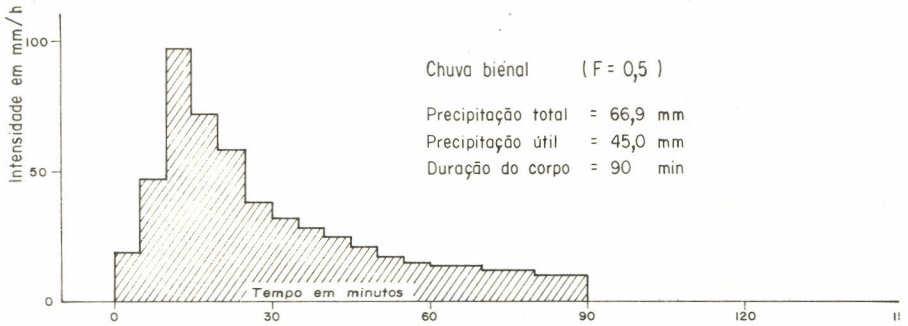


FIG. 16. Hietograma - Posto Ouricuri.



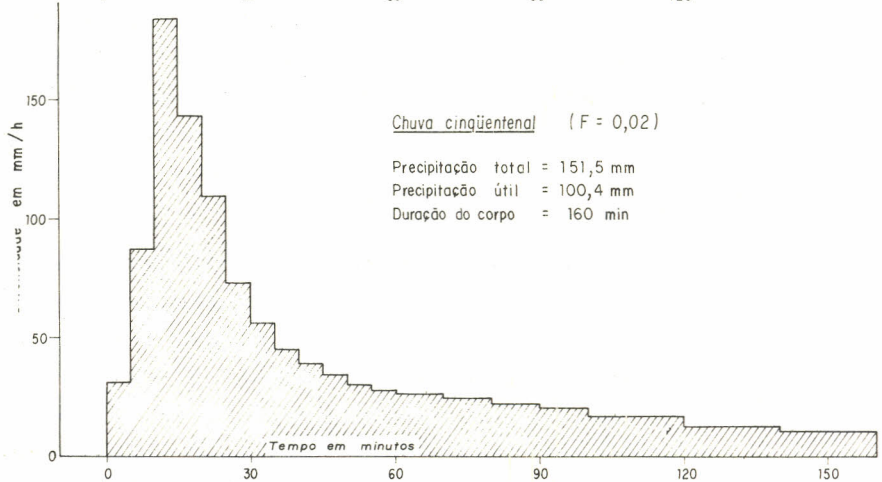
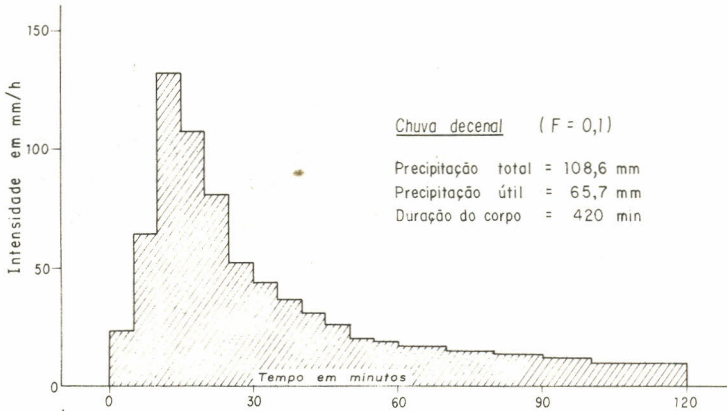
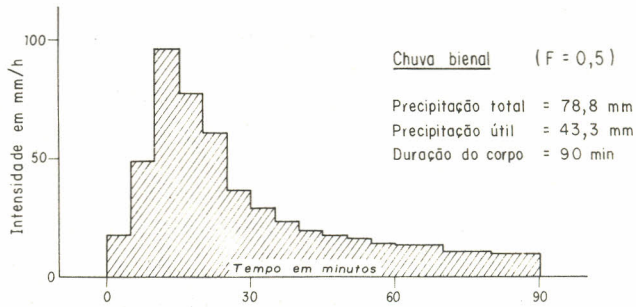


FIG. 17. Hietograma - Posto Araripina.

brevem 10 a 15 minutos depois do início da chuva.

- Deve ser considerada apenas a parte da chuva que caiu com intensidade superior a 10 mm/h (chuva útil).

Os hietogramas das Figuras 16 e 17, que apresentam a variação da intensidade em função do tempo, têm uma forma simplificada, pois resultam da média de um certo número de chuvas naturais com as hipóteses mencionadas anteriormente.

Contudo, certamente os aguaceiros reais podem apresentar formas bastante diferentes e particularmente terem dois máximos. No entanto, os hietogramas apresentados são estatisticamente os mais verossímeis e podem ser utilizados por todos que necessitam conhecer a intensidade das chuvas nas localidades estudadas.

## 6. CONCLUSÃO

Esse estudo da repartição espaço-temporal da pluviometria foi limitado à região de Ouricuri, PE, onde são desenvolvidos numerosos projetos de pesquisa, coordenados pelo Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semi-Árido (CPATSA). No entanto, tal trabalho pode ser estendido para todo o Trópico Semi-Árido, utilizando-se a metodologia apresentada.

Teria sido possível um maior grau de refinamento dos estudos, como por exemplo o traçado das curvas de igual pluviometria diária com diversas frequências, através de uma análise extensiva das chuvas de todos os postos da região. Todavia, não foi possível reunir todos os dados. Também, a raridade dos postos pluviográficos não permitiu estudar a repartição espacial da relação intensidade-duração dos aguaceiros.

Contudo, os resultados desse trabalho podem servir di  
retamente aos pesquisadores, engenheiros e projetistas  
que necessitam de informações sobre a pluviometria da re-  
gião estudada.

## 7. BIBLIOGRAFIA

- BRASIL.SUDENE. **Processamento dos dados pluviométricos do Nordeste**; a homogeneização dos dados: método do vetor regional. Recife, PE, 1978. v.2, il.
- BRUNET, M.Y. Distribution exponentielle généralisée. **Cah. ORSTOM - Ser. Hydrol.**, 11(4): 1974.
- BRUNET, M.Y. Distribution gaussio-logarithmique. **Cah. ORSTOM - Ser. Hydrol.**, 12(2): 1975.
- CADIER, E.; COCHONNEAU, G. & SILVA, A.G.C.da. **Estudo estatístico das precipitações diárias no Estado de Pernambuco**. Recife, PE, SUDENE-DRN, 1982. 13p.
- JACCON, G. **Processamento dos dados pluviométricos do Nordeste**; 2ª parte: B-0 arquivo mensal operacional. Recife, PE, SUDENE, 1980. 89p.il.
- MAGALHÃES, P.S.de S. Ajustamento da equação de chuvas intensas para a localidade de Sete Lagoas, MG, por regressão linear múltipla. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 11, Brasília, 1981. **Anais...** Brasília, Editerra, 1983. v.2, p.897-903.
- MOLINIER, M. Étude hydrologique des bassins de La Comba (République Populaire du Congo). **Cah. ORSTOM - Ser. Hydrol.**, 18(2/3):75-190, 1981.
- NOUVELOT, J.F.; FERREIRA, P.A.S. & CADIER, E. **Bacia representativa do Riacho do Navio**; relatório final. Recife, PE, SUDENE, 1979. 193p. (Brasil. SUDENE. Hidrologia, 6).

ROCHE, M. **Hydrologie de surface**. Paris, Gauthier-Villars, 1963.

SILVA, A.G.C.; JACCON, G. & SECHET, P. **Banco de dados hidroclimatológicos do Nordeste**. Recife, PE, SUDENE, 1979. 1v.

ANEXO  
 PLUVIOMETRIA ANUAL  
 DADOS ORIGINAIS  
 ARQUIVO OPERACIONAL DA SUDENE  
 (Departamento de Recursos Naturais)

ANO	Araripe	Crato	Jardim	Ouricuri	Parnamirim	Santana do Cariri
1911			465,9			
12	661,4	1028,5	791,6		756,1	816,7
13	888,3	991,8	781,2	594,8	553,1	1075,5
14	981,7	459,1	955,4	649,0	801,0	893,0
15	605,4	683,8	424,2	148,7	472,5	640,0
16	923,0	1062,0	904,0	663,5	765,4	1452,9
17	1553,7	1328,8	1234,5	713,0	693,1	2641,8
18	733,5	1249,3	715,7	398,5	628,8	1512,2
19	112,4	441,1	377,6	446,2	356,1	264,9
20	1011,4	1220,6	1097,7	804,0	692,1	889,0
21	915,2	1269,6	1105,6	737,0	764,2	1811,6
22	497,6	1907,2	1336,7	554,5	536,4	2000,2
23	520,2	1206,4	746,3	579,0	675,7	1317,9
24	734,2	2074,8	1824,8	1311,0	1055,7	
25		1641,9	854,0	516,0	567,6	
26	669,5	790,4	827,1	586,9		
27	179,5	660,6	561,7	445,0	410,2	
28	512,5	695,1	671,6	545,0	430,8	
29	539,5	929,2	756,7	773,0	802,7	
30	381,8	772,7	640,3	158,0	404,1	
31	464,5	1067,2		156,0	308,1	562,6
32	131,6	1034,5		234,0	345,2	418,4
33	928,6	1261,4	1204,5	325,0	576,3	987,6
34	989,2	1273,1	769,0	869,0	557,8	1185,4
35	937,3	1008,3	778,2	815,1	876,3	991,9
36	421,8	698,1	864,5	596,9	453,6	464,5
37	628,4	1052,7	665,7	785,4	555,9	766,4
38	566,2	923,3	300,0	525,1	407,4	578,7
39	398,0	960,6	418,5	377,5	240,7	673,0
40	825,1	1609,8	735,7	664,8	624,2	1123,5
41	515,7	1146,3	575,6	529,7	386,4	782,2
42	296,4	635,9	529,1	463,0	362,5	466,8
43	577,9	1149,2	750,0	484,0	385,3	783,0
44	570,2	824,0	947,1	649,0	530,9	825,4
45	319,2	1107,3	876,0	652,0	510,6	996,2

ANO	Araripe	Crato	Jardim	Ouricuri	Parnamirim	Santana do Cariri
1946	328,1	1240,6	777,5	428,0	445,9	1172,7
47	556,0	1306,9	940,0	767,6	803,1	1641,2
48	394,6	955,3	617,1	498,0	882,6	678,5
49	312,5	1113,5	434,1	654,1	1044,9	860,1
50	329,5	1263,9	611,0	521,3	613,7	565,3
51	202,5	744,5	700,7	319,7	868,4	641,5
52	250,0	807,5	441,3	313,3	419,7	689,1
53	137,8	727,7	726,9	366,0	441,0	499,8
54	555,6	815,1	714,3	471,0	859,5	808,2
55	507,5	1284,6	588,5	473,0	453,0	282,4
56	676,1	1116,5	767,4	616,0	483,2	983,5
57	539,0	764,6	677,5	656,0	641,5	872,7
58	253,5	577,9	553,0	297,0	414,7	385,2
59	617,6	957,5	678,4	601,0	419,1	964,4
60	1149,9	934,0	1314,8		698,8	1234,9
61	487,3	1250,3	722,0		380,6	927,3
62	773,9	1154,4	810,1		545,2	851,3
63	613,8	1518,1	793,3		763,7	934,3
64	729,4	1402,1	1175,7	724,6	963,3	1051,4
65	575,8	1340,9	768,0	531,5	631,3	977,0
66	606,4	775,2	772,0	992,1	570,3	738,6
67	857,5	1225,1	1055,4	769,9	690,9	1197,8
68	953,6		804,9	758,8	795,1	971,9
69	613,2	996,2	679,3	442,2	592,8	680,7
70	748,6	883,7	503,3	519,3	463,6	590,4
71	981,3	1274,7		537,8	682,3	1073,6
72	603,5	1057,7	660,6	549,0	580,4	835,3
73	1010,3	1416,8	818,9	872,3	669,5	1067,3
74	1263,1	1695,1	1207,8	914,8	871,1	1509,4
75	865,6			464,1	298,2	1167,9
76	854,3		866,0	618,0	276,0	874,2
77		1739,7	1234,4	553,2	305,5	843,2
78	544,3	1073,3	1007,4	527,8		1020,4
79	688,2	1298,7	1288,7			883,0
80	686,3	1054,7	960,9			822,4

ANO	Canto das Pedras	Estaca	Granito	Icaičara	Ipubi	Jacaré (OUR)	Jacaré (PARN)	Jatobá	Lagoa	Matias	Morais	Nascente	Poço do Fumo
1963	609,1	590,4	671,5	602,3	972,3	594,8	438,0		517,7	462,1	728,4	646,4	781,8
64	891,8	720,3	929,3	842,1	1062,5	870,7		868,5	776,1	885,1	768,7	916,8	1049,6
65		564,9	630,6	529,2	821,4	626,3	457,8		491,9	462,8	593,0		457,4
66	492,5	421,1	576,5	515,7	638,4	508,1	356,2	582,4	470,6	562,2	634,1	487,5	474,2
67	626,7	616,1	893,3	634,8	802,9	719,7	381,6	983,8	521,8	614,2	932,7	1058,2	816,3
68	737,3	568,8	547,6	746,6	525,2	729,3	493,7	856,6	467,9	585,6	489,5	605,1	414,5
69	610,3	503,4	541,0	724,2	642,5		443,7	506,0	648,2	540,2	1001,2	587,5	449,3
70	560,5	437,2	700,2	489,5	610,7	532,0	481,8	639,4	660,2	599,9	509,0	604,4	611,9
71	693,2	742,5		659,2	714,2	587,8	735,5	949,0	416,3	715,0	712,9	615,8	827,9
72	536,5	592,6		442,8	521,7	583,7	357,9	648,0	287,1	391,9	575,0	522,0	425,4
73	596,5	715,9		690,8	988,1	636,9	548,4	767,5	561,2	553,1	607,8	961,4	436,9
74	1065,8	943,4		1021,6	1914,0	884,0	958,3	1135,8	823,7	745,1	856,1	787,0	1028,6
75	481,4	533,5	640,1	641,9		411,4	611,0	507,8	484,3	532,1	870,1	536,7	633,6
76	384,6	601,2	397,1	553,2	1029,3	540,3	441,1	429,5	363,3	343,2	751,7	633,2	383,6
77	542,0	656,0		637,4	1675,4	298,2	463,0	795,4	458,5	379,4	1472,6	695,3	469,7
78	506,6	528,5	387,0	617,9	851,7		582,4	482,5	601,9	642,7	1744,3	435,6	630,5
79	579,4	549,4	517,7	625,7			419,9	682,7	467,8	397,4			461,0
80	538,5	593,0		654,9				767,0		622,0	2256,3	649,1	699,2



ANO	Araripina	Barra de S. Pedro	Exu	Feitoria	Santa Cruz	Santa Filomena	Serrita	Sítio dos Moreiras	Bezerro	Bodocó	Campo Santo	Eng. Camacho
1935		825,7	902,6	1785,8	643,1	666,6	665,2	791,4				
36	607,9	549,2	669,4	276,9	461,1	484,8	409,1	475,3				
37	743,2	690,6	709,5	651,1	706,4	518,9	636,0	621,0				
38	539,3	445,2	349,7	442,3	614,4	428,4	374,8	299,8				
39	292,3	338,4	214,3	492,9	362,0	251,3	414,0	489,3				
40	1025,3	571,9	809,9	506,5	927,9	793,8	729,2	709,6				
41	785,5	236,8	618,8	561,8	621,8	321,8	467,6	510,0				
42	630,3	456,5	347,5	348,0	426,9	519,2	414,9	462,2				
43	528,4	469,5	544,0	543,4	511,2	556,5	353,1	512,9				
44	1059,4	1007,9	682,1	1451,8	695,9	691,8	716,6	621,6				
45	870,4	397,9	1108,6	2241,4	591,9	636,0	390,0	905,6				
46	735,5	690,3	651,7	1326,7	397,9	559,8	588,4	646,5				
47	749,7	689,2	1425,2	1068,7	802,1	860,6	1002,1	841,6				
48	798,3	583,3	629,3	718,1	771,5	1048,5	646,7	785,7				
49	870,7	600,6	559,9	896,6	517,2	991,8	400,7	535,3				
50	235,6	340,8	729,3	1082,0	421,0	744,1	555,0	535,3				
51	256,5	381,1	702,9	550,1	345,8	517,0	315,0	517,8				
52	346,9	317,8	756,6	1252,6	282,7	975,3	382,4	634,3				
53	359,1	447,8	537,5	589,7	554,0	721,4	285,8	622,6				
54	691,9	1011,0	1046,1	659,4	597,0	625,1	515,9	553,0				
55	497,3	500,8	698,8		493,5	180,7	405,2	394,5				
56	529,8	737,4	776,1	586,5	562,6	247,1	417,3	730,7				
57	386,2	599,9	650,5		930,8	275,5	699,5	395,9				

ANO	Araripina	Barra de S. Pedro	Exu	Feitoria	Santa Cruz	Santa Filomena	Serrita	Sítio dos Moreiras	Bezerro	Bodocó	Campo Santo	Eng. Camacho
1958	294,5	282,3	322,1	596,2	410,7	298,4	309,2					
59	396,2	365,1		770,8		363,6	193,0					
60				930,5	2555,2		1506,2					935,8
61	465,3			716,9		253,8	446,6					337,4
62		610,9		430,8	902,6	450,7	502,0	472,0				
63	580,5	1137,5	1271,1	674,4	839,3	395,1	663,5	968,5	598,7	596,5	605,5	746,5
64	1108,9	1214,8	1882,1	752,0	708,3	469,0	793,5	1046,8	852,6	887,5	830,6	1047,0
65	725,9	1712,8	1419,9	606,7	699,9	190,9	351,1	857,4	433,9	429,8	604,8	551,4
66	735,9	1469,8	1637,3	774,8	510,1		514,0	752,7	537,5	649,0	592,0	649,0
67	663,6	1084,9	1322,6	945,7	601,1		775,9	962,1	679,9	627,4	606,0	736,2
68	540,7	821,7	829,4	880,6	620,8	909,0	856,2	724,9	830,8	759,9	536,4	524,9
69	756,7	683,7	723,9	933,8	412,2	650,6	448,6	596,3	704,9	474,4	565,0	537,8
70	605,0	587,0	750,8	741,7	374,2	390,0	511,5	703,9	445,4	413,0	494,0	469,7
71	919,7	597,6	1092,6	658,8	521,0	628,6	716,4	758,9	673,8	429,9	584,5	517,6
72	618,5	365,1	560,1	649,4	495,9	499,5	480,4	538,1	937,2	610,4	469,7	613,6
73	804,4	805,5	838,3	814,7	604,6	975,1	589,1	660,0	679,6	870,8	784,8	693,6
74	1086,9	591,5	1268,2	1183,8	710,6	996,5	1100,6	1159,4	661,2	876,7	979,7	948,1
75	662,6	473,6	1050,9	991,7	587,8	668,5	680,4	654,7	448,8	503,8	677,3	432,7
76	657,7	548,2	827,7	737,5	346,4	353,6	401,0	417,8	384,5	561,6	700,3	582,9
77	868,6	725,7	935,2	972,2	490,8	654,8	895,2	692,5	464,6	689,2	621,8	524,1
78		473,5	781,3	942,3	543,4	396,8	768,0	590,4	635,5		553,1	398,3
79		769,0	951,0		444,3	619,7	833,9	671,8	410,5	716,7	658,3	619,8
80			669,2		471,5	646,8	658,0			650,9		728,6

ANO	Salitre	Serra das Tabocas	Serra lândia	Timorante	Trindade	Urimamã	Varginha	Viração
1961	1018,1							
62	1503,3	984,8	475,6					
63		506,1	690,2	752,4	1157,3	411,6	477,0	944,1
64	1463,8	1844,3		929,8	1671,9	904,8	854,3	1334,9
65	696,3	935,8	436,7	616,2	755,0	526,5	678,7	682,1
66	535,6	954,4	581,4	1207,1	930,9	562,9	659,8	695,8
67	960,6	871,3	784,6	789,4	783,9	632,7	1007,0	1025,8
68		745,3	689,8	750,1		678,5	733,7	833,0
69	373,1	908,7	794,7	667,2	456,7	618,6	480,6	776,7
70	564,3	790,3	760,0	766,0		477,8	583,7	506,6
71	586,7	798,4	565,9	764,8	814,2	539,2	622,0	371,7
72	297,0	627,8	606,9	577,5	474,9	439,7	607,6	331,4
73	947,1	978,3	531,4	697,3	869,9	693,4	850,8	439,8
74	1163,5		515,2	902,7	729,0	903,4	772,5	456,5
75		621,8	555,9	810,6	554,5	651,6	556,3	551,3
76	626,7		612,2	593,8	476,9	501,7	420,3	
77		1248,5		813,0	718,0	488,5	500,8	
78	446,2	1035,4		714,3	496,4	615,9		
79	584,4	1034,4			728,6	523,9		
80	971,4	854,3			800,6	687,6		