

CÉLIA CAMPOS BRAGA

CONTRIBUIÇÃO AO ESTUDO DA DISTRIBUIÇÃO DA CHUVA NO ESTADO DO
RIO GRANDE DO NORTE

Dissertação apresentada ao Curso
de MESTRADO EM METEOROLOGIA da
Universidade Federal da Paraíba,
em cumprimento às exigências pa-
ra obtenção do Grau de Mestre

ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: METEOROLOGIA APLICADA
MÁRIO ADÉLMO VAREJÃO SILVA

Campina Grande, Paraíba
1984

CÉLIA CAMPOS BRAGA

↓ CONTRIBUIÇÃO AO ESTUDO DA DISTRIBUIÇÃO DA CHUVA NO ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE

Dissertação apresentada ao Curso de MESTRADO EM METEOROLOGIA da Universidade Federal da Paraíba, em cumprimento às exigências para obtenção do Grau de Mestre.

DIGITALIZAÇÃO:
SISTEMOTECA - UFCG

ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: METEOROLOGIA APLICADA

MÁRIO ADELMO VAREJÃO SILVA
Orientador

2100
Campina Grande - Paraíba
1984



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E CULTURA
UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAIBA
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
COORD. DE TCS - GRADUAÇÃO EM METEOROLOGIA APLICADA
Av. Aprígio Veloso, 882 - Caixa Postal 518
Campina Grande — Paraíba

CÉLIA CAMPOS BRAGA

TESE APROVADA

EM 27/09/84

MÁRIO ADELMO VAREJÃO SILVA

Orientador

ANTONIO CARLOS DE SOUZA REIS

Componente da Banca

AYDIL GUSMÃO CARNEIRO DA SILVA

Componente da Banca

CAMPINA GRANDE

SETEMBRO- 1984

OFERECIMENTO

A meu esposo

Edgar

e minha filha

Giordana

AGRADECIMENTOS

Meus agradecimentos ao Professor Mário Adélmo Varejão Silva pela orientação e dedicação, o que tornou possível a execução deste trabalho.

Nossa gratidão também é dirigida ao Dr. Aydil Gusmão Carneiro da Silva, pelas sugestões e pelo empenho na obtenção dos dados junto à SUDENE, bem como, ao Professor Antônio Carlos de S. Reis, pelas críticas, sugestões e revisão final do texto.

Gostaria, igualmente, de agradecer a Eng.^a Eyres Diana pelo fundamental apoio no processamento dos dados.

Finalmente ao Departamento de Ciências Atmosféricas e à Coordenação do Curso de Mestrado em Meteorologia, na pessoa do Professor Manoel Francisco Gomes Filho; assim como, àqueles que direta ou indiretamente contribuíram para a consecução deste trabalho.

RESUMO

Propõe-se uma metodologia simples, com o objetivo de discriminar três diferentes condições de pluviosidade — designadas como "pessimista", "normal" e "otimista" — relacionadas com os trimestres e semestres freqüentemente mais chuvosos. Os critérios discriminantes para identificar essas condições fixados empiricamente, baseiam-se nos totais de precipitação trimestrais e semestrais correspondentes a níveis selecionados de probabilidade ($P < 25\%$, $25\% \leq P \leq 75\%$ e $P > 75\%$) usando o modelo de distribuição gama incompleta, proposto por MIELKE (1975). Foram utilizadas as séries pluviométricas superiores a 20 anos de registro, para cerca de 70 localidades do Estado do Rio Grande do Norte. Incluíram-se as cartas correspondentes às contribuições percentuais do trimestre e do semestre identificados como os mais chuvosos, em relação ao total anual de precipitação, assim como cartas de excedentes e deficiências hídricas médias estimadas pelo Método de THORNTHWAITE & MATHER (1955), para as três situações citadas.

ABSTRACT

A simple method is proposed in order to discriminate three different rainfall conditions - designated as "pessimistic", "normal" and "optimistic" - according to the most frequent rainiest semester and three-month periods. The empirically fixed discriminating criteria to identify those conditions are based on the total precipitation of the semester and three month periods, corresponding to selected probability levels ($P < 25\%$, $25\% \leq P \leq 75\%$ and $P > 75\%$), using the incomplete gamma distribution model proposed by MIELKE (1975). Rainfall data collected in the State of Rio Grande do Norte, Brazil, from about 69 stations with more than 20 years of recording period were used. Charts of percentual contribution of the rainiest semester and three-month periods are also included, as well as annual mean values charts of water surplus and deficiency, estimated through the THORNTHWAITE & MATHER's methodology (1955) for the three above mentioned conditions.

S U M Á R I O

	<u>Página</u>
1. INTRODUÇÃO.....	01
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	05
2.1 - Modelos probabilísticos.....	05
2.2 - Balanço hídrico.....	07
3. DISPONIBILIDADE DE DADOS CLIMATOLÓGICOS.....	09
3.1 - Dados de precipitação.....	09
3.2 - Dados de temperatura.....	10
4. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	12
4.1 - A distribuição gama incompleta.....	12
4.1.1 - O método dos momentos.....	15
4.1.2 - O método de máxima verossimilhança..	15
4.1.3 - Cômputo das probabilidades.....	17
4.2 - Teste de ajustamento.....	18
4.3 - Estimativa de temperatura.....	20
4.4 - Critério discriminante para classificação dos anos.....	21
4.5 - Balanço hídrico.....	22
4.5.1 - Hipóteses simplificadoras.....	22
4.5.2 - Equações fundamentais.....	23
5. METODOLOGIA.....	26
5.1 - Cômputo dos trimestres e semestres mais chu vosos.....	26
5.2 - Probabilidade dos totais trimestrais e semes trais de chuva.....	28
5.3 - Cômputo dos excedentes e deficiências hídri cas.....	28
6. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	50
6.1 - Concentração média do total anual da precipi tação.....	50

Tabela 1	-	Frequências relativas de ocorrência (%) dos trimestres mais chuvosos.....	30
Tabela 2	-	Frequências relativas de ocorrência (%) dos semestres mais chuvosos.....	33
Tabela 3	-	Probabilidade máxima de precipitação (mm) no trimestre mais chuvoso.....	36
Tabela 4	-	Probabilidade máxima de precipitação (mm) no semestre mais chuvoso.....	39
Carta 1	-	Trimestre mais chuvoso e sua contribuição percentual média em relação ao total anual de precipitação do ano hidrológico.....	59
Carta 2	-	Semestre mais chuvoso e sua contribuição percentual média em relação ao total anual de precipitação do ano hidrológico.....	60
Carta 3	-	Total máximo anual de precipitação do trimestre mais chuvoso usando a distribuição gama, para o nível de 25% de probabilidade.	61
Carta 4	-	Total máximo anual de precipitação do trimestre mais chuvoso usando a distribuição gama, para o nível de 50% de probabilidade.	62
Carta 5	-	Total máximo anual de precipitação do trimestre mais chuvoso usando a distribuição gama, para o nível de 75% de probabilidade.	63
Carta 6	-	Total máximo de precipitação do semestre mais chuvoso, usando a distribuição gama, para o nível de 25% de probabilidade.....	64

Carta 7	- Total máximo de precipitação do semestre mais chuvoso, usando a distribuição gama, para o nível de 50% de probabilidade.....	65
Carta 8	- Total máximo de precipitação do semestre mais chuvoso, usando a distribuição gama, para o nível de 75% de probabilidade.....	66
Carta 9	- Estimativa dos valores médios dos excedentes hídricos (mm) nos trimestres mais chuvosos dos anos pessimistas.....	67
Carta 10	- Estimativa dos valores médios das deficiências hídricas (mm) nos trimestres mais chuvosos dos anos pessimistas.....	68
Carta 11	- Estimativa dos valores médios dos excedentes hídricos (mm) nos trimestres mais chuvosos dos anos normais.....	69
Carta 12	- Estimativa dos valores médios das deficiências hídricas (mm) nos trimestres mais chuvosos dos anos normais.....	70
Carta 13	- Estimativa dos valores médios dos excedentes hídricos (mm) nos trimestres mais chuvosos dos anos otimistas.....	71
Carta 14	- Estimativa dos valores médios das deficiências hídricas (mm) nos trimestres mais chuvosos dos anos otimistas.....	72
Carta 15	- Estimativa dos valores médios dos excedentes hídricos (mm) nos semestres mais chuvosos dos anos pessimistas.....	73

Carta 16 - Estimativa dos valores médios das deficiências hídricas (mm) nos semestres mais chuvosos dos anos pessimistas.....	74
Carta 17 - Estimativa dos valores médios dos excedentes hídricos (mm) nos semestres mais chuvosos dos anos normais.....	75
Carta 18 - Estimativa dos valores médios das deficiências hídricas (mm) nos semestres mais chuvosos dos anos normais.....	76
Carta 19 - Estimativa dos valores médios dos excedentes hídricos (mm) nos semestres mais chuvosos dos anos otimistas.....	77
Carta 20 - Estimativa dos valores médios das deficiências hídricas (mm) nos semestres mais chuvosos dos anos otimistas.....	78

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

	Página
Figura 1 - Probabilidade do total de precipitação nos três e seis meses consecutivos mais <u>chuvosos</u> . (M. Vermelha).....	42
Figura 2 - Probabilidade do total de precipitação nos três e seis meses consecutivos mais <u>chuvosos</u> (Angicos).....	43
Figura 3 - Probabilidade do total de precipitação nos três e seis meses consecutivos mais <u>chuvosos</u> (Natal).....	44
Figura 4 - Probabilidade do total de precipitação nos três e seis meses consecutivos mais <u>chuvosos</u> (Luiz Gomes).....	45
Figura 5 - Probabilidade do total de precipitação nos três e seis meses consecutivos mais <u>chuvosos</u> (Caicó).....	46
Figura 6 - Probabilidade do total de precipitação nos três e seis meses consecutivos mais <u>chuvosos</u> (Santo Antônio).....	47
Figura 7 - Probabilidade do total de precipitação nos três e seis meses consecutivos mais <u>chuvosos</u> (Mossoró).....	48
Figura 8 - Probabilidade do total de precipitação nos três e seis meses consecutivos mais <u>chuvosos</u> (Touros).....	49

6.1.1 - Trimestre mais chuvoso.....	50
6.1.2 - Semestre mais chuvoso.....	51
6.2 - Probabilidade de ocorrência de chuva.....	51
6.2.1 - Trimestre mais chuvoso.....	52
6.2.2 - Semestre mais chuvoso.....	53
6.3 - Excedente e deficiências hídricas.....	54
6.3.1 - Trimestre mais chuvoso.....	54
6.3.2 - Semestre mais chuvoso.....	56
7. CONCLUSÕES E SUGESTÕES.....	79
BIBLIOGRAFIA.....	81

1. INTRODUÇÃO

O Nordeste do Brasil, ocupando uma área de aproximadamente 1,6 milhão de km² e abrigando 30% da população nacional (cerca de 35 milhões de habitantes) tem se revelado um desafio ao gênio humano. De fato, a maior parte da área mencionada se caracteriza por grandes flutuações espaciais e temporais do estado prevalescente das condições atmosféricas, particularmente no tocante aos sistemas físicos que geram precipitação. Como consequência, a região, ora sofre perdas irreparáveis por falta ou má distribuição de chuvas, ora é atingida por enchentes violentas.

Essa "irregularidade" climática da região afeta particularmente as atividades agrícolas tradicionais, ao mesmo tempo em que amplia consideravelmente a incerteza associada ao planejamento, naqueles setores onde a dependência da chuva é importante.

Em se tratando de uma região com recursos hídricos limitados, é evidente que o crescimento demográfico tende a agravar a situação, tendo em vista o aumento da demanda de água para fins domésticos, agrícolas, etc. Daí a necessidade de racionalizar o uso da água, de modo a garantir simultaneamente o atendimento à produção agrícola e, outras necessidades (industriais, urbanas, etc.).

Ressalta-se, porém, que o planejamento que envolve pluviosidade é, tradicionalmente baseado em médias de longas séries de observação. A partir dessas mé

dias são feitas estimativas quanto a outros termos da equação do balanço hídrico, visando a quantificar a retenção de água pelo solo, a deficiência hídrica, a evapotranspiração, etc. Mas, devido às grandes flutuações da pluviosidade regional, as médias, geralmente, estão associadas variâncias muito elevadas. Em consequência, a média tem pouca representatividade como parâmetro avaliador do total de chuva mais provável num período particular. Esse fato é ainda mais agravado porque, em se tratando de uma área com características semi-áridas, a distribuição da chuva não segue necessariamente o modelo gaussiano. Assim, em geral, a média não coincide com a moda e, portanto, o uso da média (como estimativa da chuva mais provável) pode conduzir a erros muito grosseiros, comprometendo todo o planejamento. Evidentemente, se for possível adotar critérios discriminantes que permitam agrupar condições semelhantes de pluviosidade, as médias de cada grupo passam a ter maior representatividade, face à homogeneização que se imprime às informações, ao agrupá-las.

Ante o exposto, caracteriza-se a conveniência de tornar disponíveis (quer a nível de planejamento, quer a nível de execução) estimativas mais adequadas da precipitação esperada. É exatamente um procedimento com esse objetivo que se pretendeu atingir através do presente trabalho, utilizando-se os dados disponíveis para o estado do Rio Grande do Norte.

Inicialmente, determinou-se o total de precipitação para o trimestre e semestre mais chuvosos, usando vários níveis de probabilidade, através de um modelo probabilís

tico que melhor se ajustasse à realidade física. O passo seguinte consistiu em caracterizar anos considerados probabilisticamente "pessimistas", "normais" e "otimistas" que, a priori, corresponderam àqueles anos cujo total de precipitação do trimestre e semestre fosse inferior às lâminas de precipitação correspondentes a probabilidades pré-fixadas. Usaram-se para classificar os anos, sob o ponto de vista pluviométrico, os seguintes critérios:

- anos "pessimistas", aqueles cujo total de precipitação do trimestre, ou do semestre, fosse inferior ao observado em 25% dos casos;

- anos "otimistas", aqueles cujo total de precipitação do trimestre, ou semestre, fosse superior ao observado em 75% dos casos;

- anos "normais", aqueles não enquadrados nos dois casos precedentes (50% de cada amostra).

Uma vez classificados os anos, foram calculadas as médias pluviométricas mensais correspondentes e, a seguir, de posse dos dados e das estimativas da temperatura, computaram-se os balanços hídricos climáticos (ver metodologia), obtendo-se os excedentes e deficiências hídricas para cada situação. No final do texto consta, evidentemente, além das tabelas de probabilidades, as cartas correspondentes às distribuições espaciais desses parâmetros.

A classificação empírica dos anos, utilizada neste texto, possibilita trabalhar em bases mais confiáveis, no que diz respeito à distribuição de totais de precipitação. Convém salientar que foram geradas tabelas de probabilidades - aos níveis de 5%, 10%, 20%, 25%, 30%, 40%, 50%, 60%, 70%, 75%, 80% e 90% - para cerca de 70 localidades do Estado do Rio Grande do Norte. Com esses resultados pretendeu-se oferecer a possibilidade de formular diagnósticos e extrapolações mais realistas do que aquelas que se apoiam exclusivamente na média temporal da precipitação.

O objetivo geral, por conseguinte, foi obter informações sobre a distribuição de probabilidades da precipitação e a distribuição espacial e temporal da temperatura do ar, como base à estimativa da evapotranspiração potencial, bem como dos excedentes e deficiências hídricas, para situações pluviométricas típicas nesse Estado. Evidentemente, é possível, no futuro, aperfeiçoar os critérios empíricos aqui sugeridos, adaptando-os especificamente às exigências de culturas selecionadas.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 - Modelos probabilísticos

No que concerne à precipitação pluviométrica G. L. Barger e H. C. S. Thom, em 1949 (MOSIÑO & GARCIA, 1981) foram os primeiros autores a sugerir a aplicação da distribuição gama incompleta como modelo teórico capaz de representar a distribuição dos totais mensais e anuais observados. A partir de então, a aplicação desse modelo probabilístico tem se generalizado em todo o mundo, com resultados considerados satisfatórios.

HARGREAVES (1973), usando a metodologia proposta por THOM (1951, 1958), obteve tabelas da distribuição mensal e anual de precipitação para todo o Nordeste. No entanto, o autor substituiu, pelo valor médio, as falhas encontradas nas séries temporais dos registros pluviométricos, reduzindo, desse modo, a variância. Usando o mesmo procedimento preconizado por THOM (1951, 1958), AZEVEDO (1974) aplicou a distribuição gama incompleta a todas as séries pluviométricas disponíveis no Brasil. Também NIMER (1979) serviu-se do mesmo procedimento no estudo das precipitações nos Estados da Paraíba e Pernambuco, obtendo ajustes convenientes.

Em 1972, ELLIS usou esse mesmo modelo para ajustar a distribuição de lâminas pluviométricas mensais e decenais, em Manaus (AM).

Todos os autores já mencionados trabalharam com

dados de estações brasileiras, usando uma aproximação do método de máxima verossimilhança, desenvolvida por THOM (1958) a qual não fornece bons resultados quando a assimetria da distribuição é muito acentuada (parâmetro de forma inferior a 5), caso muito freqüente no estado do Rio Grande do Norte.

Dos trabalhos objeto dessa análise bibliográfica, poucos usaram a distribuição gama incompleta, com uma aproximação mais elaborada do método de máxima verossimilhança para estimar os parâmetros γ e β . Destaca-se o estudo realizado por JACCON (1982), referente apenas aos totais anuais de precipitação no Estado da Paraíba. O autor demonstrou que a distribuição desses totais em vários casos pode ser representada pela distribuição gama incompleta, sendo, para determinadas localidades, comprovadamente o melhor modelo probabilístico. JACCON (1982) recomenda que, no caso de totais anuais de precipitação, a distribuição de Galton se ajusta melhor às estações situadas a até 150 km do litoral, e sugere o emprego de distribuição de Goodrich no restante do estado da Paraíba. O autor porém não procedeu ao ajustamento de totais mensais de precipitação a nenhum modelo probabilístico.

Além dos trabalhos mencionados - todos no âmbito do Brasil - destacam-se alguns outros, envolvendo regiões semi-áridas de outros países. MOSIÑO & MIRANDA (1979) empregaram a metodologia proposta por THOM (1951, 1958) para totais pluviométricos do México e América Central, obtendo resultados satisfatórios. Posteriormente, MOSIÑO & GARCIA (1981) usaram o método dos momentos para estimar os parâmetros da distribuição gama incompleta no estudo da variabili

dade da precipitação no México. No entanto, conforme demonstram vários autores (COX & LEWIS, 1968; BRUNET-MORET 1969), o método dos momentos não é considerado suficientemente preciso para a estimativa dos citados parâmetros.

MOOLEY (1978) igualmente lançou mão da metodologia sugerida por THOM (1951, 1958) para estudar o ajustamento dos dados de precipitação coletados na Índia à distribuição gama incompleta. Esse autor também analisou o período de observação necessária à estabilização dos parâmetros γ e δ desta distribuição. Note-se que grande parte das localidades analisadas por MOOLEY (1978) encontram-se na zona semi-árida da Índia e que os resultados foram considerados muito satisfatórios, embora o método usado para estimativa dos parâmetros do modelo não tenha sido o mais preciso.

2.2 - Balanço hídrico

O balanço hídrico se fundamenta na aplicação do princípio da conservação da massa à água, para um determinado local ou área. A aplicação desse princípio permite evidenciar que a variação da quantidade d'água (existente num determinado "volume de controle") deve ser igual à diferença entre o ganho (resultante da condensação local e das precipitações) e o consumo (representado pelos escoamentos superficial e profundo e pela evaporação ou evapotranspiração). Na prática, porém, a quantificação dos termos que figuram na equação do balanço hídrico apresenta, como é sabido, sérias limitações. Por essa

razão, é comum o emprego de métodos empíricos que fornecem estimativas desse balanço.

O método do balanço hídrico preconizado por THORNTHWAITE & MATHER (1955) tem sido largamente utilizado quando se pretende obter estimativas climatológicas dos termos da referida equação e não se dispõe de dados que possibilitem estudos mais refinados. É preciso porém esclarecer que esse método não é necessariamente capaz de fornecer resultados absolutos quando aplicado fora da área para o qual foi deduzido. VAREJÃO-SILVA et alii frizam que o método de THORNTHWAITE & MATHER, no entanto, revela-se "bastante útil quando se deseja estabelecer comparações entre regiões de diferentes condições climáticas".

A bibliografia sobre a utilização do método de THORNTHWAITE & MATHER (1955) é bastante vasta e sua revisão completa seria exaustiva e monótona. De fato, essa metodologia é muito conhecida (MOTA, 1979) e tem sido usada para estudos no Nordeste, com bastante frequência. Nessa região citam-se os trabalhos de REIS (1967, 1979, 1972 e 1974) e de VAREJÃO-SILVA et alii (1978). No plano nacional citam-se os trabalhos de CAMARGO (1958, 1964, 1966, 1971, 1972); de CAMARGO & ORTOLANI (1966, 1972); e de ORTOLANI et alii (1970). Todos esses estudos aplicam o método de THORNTHWAITE & MATHER (1955) para obter estimativas climáticas comparáveis de parâmetros que figuram na equação do balanço hídrico.

3. DISPONIBILIDADE DE DADOS

3.1 - Dados de precipitação

Os dados de precipitação pluviométrica disponíveis foram cedidos à UFPb pela Divisão de Hidrometeorologia (HM), do Departamento de Recursos Naturais (DRN) da SUDENE. Esses dados referem-se a totais mensais e anuais de precipitação do Estado do Rio Grande do Norte e de estações pertencentes a outros Estados, situadas nas proximidades de sua fronteira.

Aos dados disponíveis está associado um certo erro. Em primeiro lugar, é muito difícil identificar falhas do observador ou de registro; em segundo, o instrumento coletor de precipitação pode ter apresentado defeito (vazamento na válvula de coleta, furos por corrosão, etc.), alterando os resultados. No entanto, os dados disponíveis representam o melhor acervo pluviométrico atualmente existente.

No sentido de melhor assegurar a representatividade dos dados para cada ponto (posto pluviométrico ou estação meteorológica, conforme o caso), optou-se por não considerar as séries com vinte ou menos anos de observação. O ideal seria usar séries temporais referentes ao mesmo período de tempo porém, face à não coincidência do início da operação dos postos e estações, bem como às interrupções eventuais, esse critério iria reduzir drasticamente a amplitude das séries e o número de séries a utilizar. Assim sendo, foram ado

tadas séries com mais de vinte anos, independentemente do início e da duração do período disponível, o que representou uma amostra abrangendo dados de 70 locais, aproximadamente.

3.2 - Dados de temperatura

Os dados de temperatura disponíveis, cedidos pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), referem-se a valores médios mensais da temperatura compensada (t_i), obtida de acordo com a seguinte expressão:

$$t_i = \frac{2t_{00_i} + t_{m_i} + t_{x_i} + t_{12_i}}{5} \quad (3.1)$$

onde t_{00_i} , t_{12_i} , t_{m_i} , e t_{x_i} indicam, respectivamente, as leituras das 00 e das 12 horas TMG do termômetro de bulbo seco, da temperatura máxima e da temperatura mínima, para o dia i ($i= 1, 2, \dots$) considerado.

A mesma restrição, devida à não coincidência do início da operação das estações meteorológicas e às interrupções operacionais, mencionadas no tópico anterior (dados de precipitação), aplica-se, também, aos dados de temperatura. No que concerne ao período de observação, neste caso, adotaram-se cinco anos como o mínimo. Isto porque, na área em estudo, como acontece entre as latitudes de 15°N e 15°S , a variância associada à média temporal da temperatura é relativamente pequena, o que possibilita, sem introdução de erros apreciáveis, utilizar períodos de registro não muito longos.

A análise prévia dos dados de temperatura existentes revelou várias séries com cinco ou mais anos de observação; todavia, esse número é muito aquém da quantidade das séries de precipitação disponíveis. Considerando a necessidade de se efetuarem os balanços hídricos (função da precipitação e da temperatura), tornou-se indispensável estimar os valores da temperatura média mensal através de métodos estatísticos para localidades em que apenas existiam observações pluviométricas.

4. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

4.1 - A distribuição gama incompleta

Na maioria dos estudos climatológicos sobre pre cipitação, costuma-se usar, como medidas de tendência central e dispersão, respectivamente, a média (\bar{x}) e a variância (s^2) isto é:

$$\bar{x} = \sum_{i=1}^N x_i/N \quad (4.1)$$

$$s^2 = \sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2/N-1 \quad (4.2)$$

Nessas expressões, x_i representa o total mensal (ou anual) da precipitação e N o número de elementos da amostra disponível.

Como foi dito, a média (\bar{x}) coincide com o valor mais provável apenas no caso de distribuições simétricas, tal como acontece com a distribuição de Gauss. Em se tratando de distribuições não simétricas, porém, a diferença absoluta entre os valores da média (\bar{x}) e da moda (M_o) aumenta com o coeficiente de assimetria. Em outras palavras, quanto mais assimétrica for a distribuição, menor a capacidade da média aritmética em representar o valor mais freqüente.

Diversos autores (THOM, 1958; 1966; 1968; ELLIS, 1972; HARGREAVES, 1973; NIMER, 1979; MOSIÑO E GARCIA, 1981, dentre outros), têm demonstrado que o modelo probabilístico teó

rico que melhor se ajusta à distribuição de totais mensais da precipitação, é a distribuição gama incompleta. No ajustamento da distribuição de totais anuais de precipitação há sugestões para a adoção, além do citado, de outros modelos probabilísticos. Recentemente, JACCON (1982), estudando as séries de totais anuais de chuva do Estado da Paraíba, mostrou que as distribuições de Galton e de Goodrich são as que melhor se ajustam àqueles dados, respectivamente na região litorânea e interiorana (mais de 150 km da costa do Estado). No entanto, o emprego de diferentes leis probabilísticas para representar a distribuição de uma mesma variável em situações geográficas não muito afastadas, na prática introduz complicações. Paralelamente, o grau de refinamento que se consegue ao "melhorar o ajustamento", pode situar-se aquém do erro normalmente associado ao próprio valor da variável e, nesse caso, seria inócua a tentativa de refinamento. Por essa razão, optou-se pela adoção da distribuição gama incompleta como modelo probabilístico único a ser testado para os totais mensais, e anuais de chuva, em toda a área estudada.

A distribuição gama incompleta é uma distribuição biparamétrica do tipo III, do sistema de curvas de frequência de K. Pearson (ESSENWANGER, 1976). A função de densidade de probabilidade dessa distribuição é:

$$g(x; \gamma, \mu) = \left(\frac{\gamma}{\mu}\right)^\gamma \frac{x^{\gamma-1} e^{-\gamma x/\mu}}{\Gamma(\gamma)} \quad (4.3)$$

sendo $g(x; \gamma, \mu) = 0$ para $x < 0$. A correspondente função de distribuição é dada por:

$$G(x; \gamma, \mu) = \frac{1}{\Gamma(\gamma)} \int_0^{\infty} \left(\frac{\gamma}{\mu}\right)^{\gamma} x^{\gamma-1} e^{-\gamma x/\mu} dx \quad (4.4)$$

Nessas expressões γ e $\mu/\gamma=\beta$ são os parâmetros de forma e escala da distribuição, respectivamente; μ é a média dos valores da variável; e representa a base dos logaritmos naturais e, finalmente, Γ traduz a conhecida função gama, isto é:

$$\Gamma(z) = \int_0^{\infty} x^{z-1} e^{-x} dx \quad (4.5)$$

Nota-se que, para $\gamma = 1$ a distribuição gama (4.3 e 4.4) se reduz à exponencial; quando $\gamma > 1$, $g(x; \gamma, \mu) = 0$ na origem, tem um único máximo no ponto correspondente a $x = \mu(\gamma-1)/\gamma = \beta(\gamma-1)$, que é a moda da distribuição. Para $0 < \gamma < 1$, a função de densidade de probabilidade $g(x; \gamma, \mu)$ tende a infinito quando x tende a zero (COX & LEWIS, 1968) e a moda da distribuição é considerada nula.

A maior dificuldade para a utilização da distribuição gama incompleta, como modelo teórico representativo da distribuição de freqüências de totais (mensais e anuais) de precipitação, reside na determinação da melhor estimativa dos parâmetros μ e γ . A seguir serão comentados os métodos mais usados na determinação desses parâmetros.

4.1.1 - O método dos momentos

Tendo em conta a definição de função geradora de momentos,

$$M_x(t) = \int_{-\infty}^{\infty} e^{tx} g(x) dx$$

pode-se facilmente demonstrar que:

$$E(x) = \bar{x} = \mu \quad (4.6)$$

$$\text{VAR}(x) = s^2 = \mu^2/\gamma \quad (4.7)$$

sendo $E(x)$ e $\text{VAR}(x)$, respectivamente, a esperança matemática de $x = (\bar{x})$ e a variância que lhe está associada (s^2). Segundo COX & LEWIS (1968), porém, a estimativa $\hat{\gamma}$ de γ , obtida a partir da equação (4.7), não fornece bons resultados, especialmente para valores de $\hat{\gamma}$ inferiores a 5. Uma eficiência da ordem de 80% somente é conseguida para $\gamma > 10$; essa eficiência cai para 40% quando γ é da ordem de 1.

4.1.2 - O método de máxima verossimilhança

Quando se aplica o método de máxima verossimilhança (COX & LEWIS, 1968; BRUNET MORET, 1969; PARADINI & RIVETT, 1974), à distribuição gama incompleta, obtêm-se o seguinte sistema de equações:

$$\mu = \bar{x} \quad (4.8)$$

$$\ln \gamma - \frac{d\{\ln \Gamma(\gamma)\}}{d\gamma} = \ln \bar{x} - \overline{\ln x} \quad (4.9)$$

Tal como se observa, a equação (4.9) não tem solução algébrica, já que envolve a função digama (segundo termo do primeiro membro da expressão). Alguns autores têm sugerido métodos aproximados para a determinação de γ a partir da equação (4.9). THOM (1958), por exemplo, obteve uma expressão simplificada, usando uma aproximação assintótica para estimar a função digama, resultando:

$$\hat{\gamma} \approx (1 + 4A/3)^{1/2} / 4A, \quad (4.10)$$

$$A = \ln \bar{x} - \overline{\ln x} \quad (4.11)$$

No entanto, embora seja um método extremamente rápido de cálculo, as estimativas de $\hat{\gamma}$ obtidas, exigem correções não lineares (que aumentam quando $\hat{\gamma}$ diminui), o que torna os resultados pouco precisos para pequenos valores de $\hat{\gamma}$ (THOM, 1968). Mesmo com esse inconveniente, o método de THOM foi amplamente usado em todo o mundo, destacando-se os trabalhos de MOOLEY & CRUTCHER (1968), HARGREAVES (1973) e AZEVEDO (1974).

MIELKE (1976) desenvolveu uma expressão para o cômputo da função digama isto é:

$$\frac{d \ln \Gamma(\gamma)}{d\gamma} \approx -C + (\gamma-1) \sum_{j=1}^S \{j(j+\gamma-1)\}^{-1} + \ln \{S + \gamma - 1/2\} / (S + 1/2) \quad (4.12)$$

em que S é um número arbitrário, tanto maior quanto melhor a aproximação requerida. Em geral utiliza-se $25 \leq S \leq 100$. Com base nessa expressão MIELKE (1975) desenvolveu um processo iterativo para obter γ , ou seja:

$$\gamma_k = 1 + \frac{\ln\left\{\frac{\gamma_{k-1} (S + 1/2)}{S + \gamma_{k-1} - 1/2}\right\} + C - A}{S \sum_{j=1}^{\infty} \{j(j + \gamma_{k-1} - 1)\}^{-1}} \quad (4.13)$$

em que $C = 0,577215665$ é a conhecida constante de Euler. O valor $\gamma_1 = 1$ é usado para a primeira iteração. Em geral, o processo iterativo é truncado se $|\gamma_k - \gamma_{k-1}| < 10^{-7}$.

4.1.3 - Cômputo das probabilidades

Para determinação das freqüências empíricas (observadas) dos totais anuais (trimestrais e semestrais) de precipitação, os dados disponíveis para cada estação e período (trimestral ou semestral) foram agrupados em classes. O número de classes (C_e) foi estimado segundo a expressão:

$$C_e = 5 \log N \quad (4.14)$$

em que N é o número de elementos da série considerada. A amplitude de classe, nesse caso, foi tomada como:

$$\Delta = \frac{X_M - X_m}{C_e} \quad (4.15)$$

onde X_M e X_m são os limites superiores e inferiores da classe considerada, respectivamente. Note-se que, quando C_e é um número fracionário adotou-se sua parte inteira acrescida de uma unidade.

Para o cômputo das freqüências teóricas acumuladas, segundo o modelo probabilístico da distribuição gama completa, faz-se necessário calcular a integral $G(x; \gamma, \mu)$ que é obviamente imprópria. No entanto, pode-se desenvolver a expressão (4.4) em série, tendo-se em conta que $e^{-v} = \{1 - v/1! + v^2/2! - v^3/3! \dots\}$, e integrar cada termo resultante, no intervalo de 0 a v obtendo-se, para $v = \gamma x/\mu$:

$$G(x; \gamma, \mu) = \frac{v^\gamma}{\Gamma(\gamma+1) \cdot e^{-v}} \left\{ 1 + \frac{v}{\gamma+1} + \frac{v^2}{(\gamma+1)(\gamma+2)} \dots \right\}$$

$v = \frac{\gamma x}{\mu}$

(4.16)

Em cada iteração a série anterior foi truncada quando o último termo atingiu 10^{-10} . A estimativa de γ foi considerada satisfatória quando o erro associado à expressão (4.13) tornou-se igual ou inferior a 10^{-7} . Embora capaz de oferecer melhores estimativas de γ , o método empregado neste trabalho tem o inconveniente de exigir um tempo de processamento maior.

4.2 - Teste de ajustamento

Para testar o ajustamento da série observada (distribuição empírica) com o modelo teórico (distribuição ga

ma), utilizou-se o teste de Kolmogorov-Smirnov (MASSEY, 1980) considerado, para este caso, mais eficiente que o teste de χ^2 (COX & LEWIS, 1968). Para um nível de significância particular (α), aceita-se que o modelo teórico $G(x)$ pode ser usado para representar a distribuição observada $P(x)$, quando o valor máximo de diferença entre elas é inferior a um determinado valor limite $d_\alpha(N)$, o qual depende do número (N) de elementos da amostra. O modelo teórico é considerado satisfatório, ao nível de probabilidade (α) selecionado, quando:

$$\text{MAX } |P(x) - G(x)| < d_\alpha(N) \quad (4.17)$$

em síntese, há uma probabilidade de $1-\alpha$ da verdadeira distribuição $F_0(x)$ - que é desconhecida - obedecer à seguinte condição:

$$P(x) - d_\alpha(N) < F_0(x) < P(x) + d_\alpha(N) \quad (4.18)$$

em que $P(x)$ e $G(x)$ indicam frequências acumuladas, de acordo com a simbologia adotada neste trabalho.

Para este estudo foi adotado o nível de significância de 20%. Segundo MASSEY (1980),

$$d_{20\%}(N) = 1,07/\sqrt{N} \quad (4.19)$$

quando $N > 25$ (aproximação assintótica).

É conveniente citar que o teste de Kolmogorov-Smirnov vem sendo usado sistematicamente em estudos de distribuição de probabilidades de precipitação, tal como fizeram

SDWIN & MILLER (1980), MOOLEY & CRUTCHER (1968) e outros.

4.3 - Estimativa de temperatura

Para estimar a temperatura média nas localidades em que os dados não eram disponíveis assumiu-se a temperatura como uma função de três variáveis independentes, isto é:

$$T_i = a + b\phi + c\lambda + dz \quad (4.20)$$

Aqui T_i indica a temperatura média do ar no período i , ϕ representa a latitude, λ a longitude e z a altitude. Utilizou-se ϕ e λ em graus e décimos e z em metros.

Para a solução da equação (4.20) usou-se o método dos mínimos quadrados, cuja aplicação resulta no seguinte sistema de equações (SPIEGEL, 1967; MAYER, 1981):

$$\begin{aligned} \Sigma T_i &= aN + b\Sigma\phi_i + c\Sigma\lambda_i + d\Sigma z_i \\ \Sigma T_i\phi_i &= a\Sigma\phi_i + b\Sigma\phi_i^2 + c\Sigma\lambda_i\phi_i + d\Sigma z_i\phi_i \\ \Sigma T_i\lambda_i &= a\Sigma\lambda_i + b\Sigma\phi_i\lambda_i + c\Sigma\lambda_i^2 + d\Sigma z_i\lambda_i \\ \Sigma T_i z_i &= a\Sigma z_i + b\Sigma\phi_i z_i + c\Sigma\lambda_i z_i + d\Sigma z_i^2 \end{aligned} \quad (4.21)$$

Empregou-se o cálculo matricial para identificar os valores de a , b , c e d que satisfazem ao sistema (4.21). O coeficiente de correlação linear múltipla, associado àquele sistema, foi obtido pela equação:

$$R^2 = \frac{a\Sigma T_i + b\Sigma\phi_i T_i + c\Sigma\lambda_i T_i + d\Sigma z_i T_i - (\Sigma T_i)^2/N}{\Sigma(T_i^2) - (\Sigma T_i)^2/N} \quad (4.22)$$

Calculou-se, ainda, o erro padrão da estimativa (ϵ), segundo a expressão:

$$\epsilon^2 = \frac{\sum_i^N (T_i - T_i')}{N^2} \quad (4.23)$$

em que T_i e T_i' representam os valores observados e estimados da temperatura média, respectivamente, e N é o número total de observações.

4.4 - Critério discriminante para classificação dos anos

Com o objetivo de classificar os anos quanto à pluviosidade total, adotaram-se, como já citado, os seguintes critérios:

anos "pessimistas" - com total de precipitação no trimestre ou semestre mais chuvoso inferior à lâmina correspondente a 25% de probabilidade;

anos "normais" - com total de precipitação no trimestre ou semestre mais chuvoso compreendido entre as lâminas correspondentes a 25% e 75% de probabilidade;

anos "otimistas" - com total de precipitação do trimestre ou do semestre mais chuvoso superior à lâmina correspondente a 75% de probabilidade.

Evidentemente, estes critérios são empíricos, porém, tendem a representar a realidade física melhor do que o simples uso da média geral dos totais de precipitação.

Identificadas as lâminas-limite acima mencionadas, os anos foram agrupados nas respectivas categorias e obtidas as médias mensais e anuais correspondentes, para fins de elaboração dos balanços hídricos.

Embora simples, a discriminação aqui proposta é original. Permitirá estimativas diferentes para situações "pessimistas", "normais" e "otimistas", no que tange à precipitação e às respectivas estimativas mensais dos diferentes parâmetros do balanço hídrico climático.

4.5 - Balanço hídrico

Na estimativa dos parâmetros correspondentes ao excedente e à deficiência hídrica, para as situações "pessimista", "normal" e "otimista", utilizou-se o método do balanço hídrico climático de THORNTHWAITE & MATHER (1955). Salienta-se, no entanto, que esse método se baseia em hipóteses simplificadores bastante restritivas. Por exemplo, a evapotranspiração potencial é estimada com base numa única variável meteorológica: a temperatura do ar. Poder-se-ia pensar na utilização de métodos mais elaborados para a estimativa da evapotranspiração - como o de PENMAN (1948, 1955) - todavia, a não disponibilidade dos parâmetros meteorológicos requeridos, impede sua aplicação.

4.5.1 - Hipóteses simplificadoras

O método de THORNTHWAITE & MATHER (1955), para

estimativa do balanço hídrico admite que o solo age como um reservatório de água, com capacidade de armazenamento (CA) bem definida (função de suas propriedades físicas e da profundidade média da zona radicular das plantas nele situadas). As seguintes hipóteses simplificadoras são assumidas:

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

4.5.2 - Equações fundamentais

Segundo THORNTHWAITE (1948), se T_i ($^{\circ}\text{C}$) designar a temperatura média do ar no mês i ($i=1, 2, 3 \dots 12$), a evapotranspiração potencial EP_i (mm/dia), pode ser estimada pela equação:

$$EP_i = 0,533 C_i (10T_i/I)^a \quad (4.24)$$

Nessa equação, C_i é uma correção que leva em conta o número (D_i) de dias do mês em questão e o valor médio da insolação máxima teoricamente possível, ou seja:

$$C_i = \frac{D_i}{90} \arccos(-\text{tg}\phi_i \text{tg}\alpha_i) \quad (4.25)$$

sendo ϕ_i e α_i , respectivamente, a latitude e a declinação do

Sol (negativas no Hemisfério Sul) no dia 15 do mês considerado. I é o índice anual de calor, definido como:

$$I = \sum_{i=1}^{12} (T_i/5)^{1,514} \quad (4.26)$$

Finalmente,

$$a = 0,67 \times 10^{-6} I^3 - 77,1 \times 10^{-5} I^2 + 0,07921 I + 0,49239 \quad (4.27)$$

4.5.3 - Procedimentos para cálculo do balanço hídrico

Para elaboração do balanço hídrico (cuja sistemática é bastante difundida e dispensa maiores comentários), utilizou-se, como capacidade de armazenamento do solo, a lâmina de 100 mm, por ser considerada representativa das condições naturais de solo encontradas no estado do Rio Grande do Norte e, simultaneamente, atender às características radiculares de boa parte de suas culturas tradicionais (milho, feijão, mandioca, etc.).

O programa de computação utilizado adotou, para estimativa do armazenamento do solo, não as tabelas fornecidas por THORNTWHAITE & MATHER (1955), mas a equação:

$$ARM = (CA) e^{BY} \quad (4.28)$$

Em que CA = 100 mm é a capacidade de armazenagem hídrica do solo adotada, B = 0,008139 é o coeficiente apropriado e finalmente Y designa o valor acumulado da dife

rença entre a precipitação (P_i) e a evapotranspiração potencial (EP_i) quando $P_i < EP_i$ (VAREJÃO-SILVA, 1980).

5. METODOLOGIA

5.1 - Cômputo dos trimestres e semestres mais chuvosos

Inicialmente, os dados referentes aos totais mensais e anuais de precipitação foram arranjados de acordo com o ano hidrológico, ou seja, começando em outubro e se estendendo até setembro do ano civil seguinte. Foram considerados apenas os anos hidrológicos completos, excluindo-se aqueles com pelo menos um valor mensal duvidoso ou inexistente.

Na primeira análise dos dados determinaram-se, para cada ano hidrológico, as contribuições percentuais de cada trimestre e semestre em relação ao total anual da chuva. Em seguida, os trimestres e semestres de cada ano foram dispostos em ordem crescente de acordo com a percentagem respectiva. Calcularam-se, então, para todos os anos, a distribuição de freqüência dos trimestres e semestres mais chuvosos, assim como aqueles imediatamente menos chuvosos. Uma vez que, em geral, se aceita como normal um erro cumulativo de até 5% nos totais de chuva, optou-se por considerar mais chuvoso o trimestre ou semestre que, não coincidindo com o mais freqüente para a localidade, diferia deste em menos de 5% do total. Este procedimento constituiu um ajuste que também contribuiu para corrigir distorções causadas por chuvas fortes no último ou primeiro dia do mês, fato que ocasionalmente pode determinar um trimestre ou semestre mais chuvoso, quando de fato, a moda local aponta para o trimestre ou semestre seguinte ou an

terior. Deve ser citado, porém, que este ajuste foi aplicado em muito poucas situações. As cartas 1 e 2 correspondem à contribuição percentual média dos totais anuais da chuva, para o trimestre e semestre mais chuvoso, respectivamente.

Devido ao ocasional deslocamento da época mais chuvosa para outro trimestre ou semestre (que não o habitual), foram calculadas, ainda, a frequência relativa de cada trimestre e semestre ocorrer como o mais chuvoso da série de anos estudada. Designando por N o número de anos da série e por N_{ijk} o número de vezes em que o trimestre ijk foi o mais chuvoso, a probabilidade de ocorrência de ijk como o trimestre mais chuvoso (P_t) será, evidentemente:

$$P_t = N_{ijk}/N \quad (5.1)$$

segundo o mesmo raciocínio para o semestre, tem-se:

$$P_s = N_{ijklmn}/N \quad (5.2)$$

Isso permitiu determinar a probabilidade do trimestre (ijk) ou do semestre ($ijklmn$) ser o mais chuvoso num ano específico. Assim, $1-P$ corresponde à probabilidade do trimestre ou do semestre, mais chuvoso, conforme o caso, não coincidir com o mais freqüentemente observado. Os resultados obtidos constam das tabelas 1 e 2, para o caso dos trimestres e semestres, respectivamente.

5.2 - Probabilidade dos totais trimestrais e semestrais de chuva

Utilizando-se a metodologia já mencionada, elaborou-se um programa FORTRAN para calcular os totais trimestrais e semestrais de chuva, correspondentes às probabilidades de 5, 10, 20, 25, 30, 40, 50, 60, 70, 75, 80 e 90%. Esses resultados (tabelas 3 e 4) serviram para traçar algumas curvas de probabilidade de estações selecionadas (Malhada Vermelha, Angicos e Natal) no eixo leste-oeste e outras (Luiz Gomes, Santo Antônio, Caicó, Touros e Mossoró) em outros pontos do Estado (figs. 1 a 8). Confeccionaram-se, também, cartas da distribuição espacial dos totais dos trimestres e semestres mais chuvosos para níveis de 25%, 50% e 75% de probabilidades (cartas 3 a 8).

5.3 - Cômputo dos excedentes e deficiências hídricas

Os anos hidrológicos de cada série disponível de totais de precipitação foram separados, conforme os critérios já definidos, em três (03) grupos: anos "pessimistas", "normais" e "otimistas", conforme a concentração da chuva nos respectivos trimestres e semestres mais chuvosos.

Com vista à elaboração dos balanços hídricos, segundo o método de THORNTHWAITE & MATHER (1955), foram obtidas as médias mensais para cada um desses grupos de anos. Em seguida, usando-se esses valores e as médias mensais (observa

das e estimadas) da temperatura, calcularam-se os balanços hídricos para a lâmina de 100 mm de capacidade de armazenamento. Em decorrência do número reduzido de amostras das séries de temperatura disponíveis, não foi possível considerar separadamente as médias desse parâmetro, para os casos "pessimistas", "normal" e "otimista". Acredita-se, porém, que o erro cometido estaria dentro de uma tolerância aceitável, já que a temperatura média não sofre variações muito acentuadas na área. As cartas 9 a 20 representam a distribuição espacial das estimativas dos excedentes e deficiências hídricas anuais médias, para cada situação.

As séries pluviométricas disponíveis para o estado do Rio Grande do Norte são constituídas por dados *in natura* e, portanto, possuem erros de diversas naturezas. Não foi procedida uma análise mais precisa desses dados, por não serem disponíveis os valores diários de precipitação. No entanto, durante o traçado e análise das cartas 09 a 20, alguns resultados nitidamente conflitantes foram detectados e eliminados.

TABELA 1

FREQUÊNCIAS RELATIVAS DE OCORRÊNCIA (%) DOS TRIMESTRES MAIS CHUVOSOS.

LOCALIDADE	JFM	FMA	MAM	AMJ	MJJ	JJA
Areia Branca		49,3	37,3			
G.Dix Sept Rosado	13,6	36,4	45,5			
Mossoró		41,2	45,1	7,8		
Hipólito		37,0	47,8	8,7		
Pendências		42,9	50,0			
Queimadas		25,6	35,9	20,7	7,7	
Touros		16,9	21,1	40,8	18,3	
Tabuleiro Grande	8,3	44,4	44,4			
Pedra de Abelhas		39,7	51,7			
Apodi		58,3	36,1			
Malhada Vermelha		62,3	26,4			
Caraúbas	7,4	42,6	47,1			
Itaú	24,0	48,0	24,0			
Upanema	8,7	30,4	52,2	8,7		
Paraú		59,4	33,3			
Augusto Severo		38,5	52,3			
Açu	11,5	32,8	44,3	8,2		
Angicos	13,4	55,2	29,9			
Pixoré de Baixo	25,0	53,6	21,4			
São Rafael	7,1	42,9	45,2			
Santana do Matos	9,2	60,0	30,8			
Afonso Bezerra	8,9	35,6	46,7	8,9		
Pedro Avelino	11,5	51,1	31,1			
Lages	8,3	58,3	25,0			
Recanto	17,8	28,9	37,8	13,3		
S.Tomé	7,5	22,5	45,0	15,0	10,0	
João Câmara		22,6	32,1	15,5	24,5	

Localidade -	JFM	FMA	MAM	AMJ	MJJ	JJA
Taipu		17,4	26,1	31,9	14,5	7,2
Jardim de Angicos	8,5	22,5	39,4	21,1	7,0	
S. Paulo do Potengi		13,3	44,4	24,4	11,1	
Ceará Mirim		13,6	28,8	37,9	13,6	
S. G. do Amarante		42,9	9,5	28,6	14,3	(*)
Natal			36,4	27,3	22,7	7,6
Macaíba		12,0	26,0	36,0	20,0	
Pau dos Ferros	11,8	54,9	29,4			
S. Miguel	14,6	54,2	27,1			
Marcelino Vieira	11,9	59,5	28,6			
Luiz Gomes	11,1	57,1	30,2			
Alexandria	16,2	51,5	27,9			
Martins		59,7	28,4			
Lucrécia		60,0	32,0			
Patu	10,3	60,3	26,5			
João Dias		53,5	37,2	7,0		
Jucurutu	7,8	54,7	32,8			
Maracanaú	10,0	45,0	45,0			
Mundo Novo	16,7	70,0	13,3			
Caicó	16,4	58,2	20,9			
Itans	10,7	42,9	42,9			
Florânia	15,2	60,6	19,7			
São Vicente	10,6	40,4	44,7			
Currais Novos		55,7	29,5			
Cruzeta	13,0	63,0	18,5			
Gargalheiras	13,3	53,3	28,9			
Cerro Cora	9,1	50,0	27,3			
Serra do Doutor		30,0	43,3	13,3		
Santa Cruz	10,8	21,5	38,5	21,5		
Serra Caiada		7,3	40,0	25,5		
S. J. do Mipibu		10,6	22,7	25,8	27,3	10,6
Santo Antônio		10,4	25,4	28,4	29,9	(*)
Canguaretama		10,6	25,8	39,4	18,2	
Nova Cruz		12,5	28,1	35,9	18,8	

Localidade	JFM	FMA	MAM	AMJ	MJJ	JJA
Pedro Velho		8,1	16,2	40,5	21,6	8,1
S. Negra do Norte	15,1	71,1	9,4			
S. J. do Sabugi	12,9	62,9	21,0			
Jardim do Seridô	15,9	62,3	17,4			
Parelhas	16,7	64,8	16,7			
Ouro Branco	8,7	69,6	21,7			
Umari Preto		72,7	18,2			
Equador	9,3	62,8	25,6			
Richo Fundo		65,1	36,4			

(*) Resultados duvidosos.

TABELA 2

FREQUÊNCIAS RELATIVAS DE OCORRÊNCIA (%) DOS SEMESTRES MAIS CHUVOSOS

LOCALIDADE	DJFMAM	JFMAMJ	FMAMJJ	MAMJJA	AMJJAS
Areia Branca	4,5	76,1	9,0		
G Dix Sept Rosado	9,1	77,3	9,1		
Mossoró	6,0	84,0	6,0		
Hipólito	6,7	82,2	8,9		
Pendências	4,9	43,9	43,9		
Queimadas	2,6	12,8	28,2	53,8	
Touros		2,8	71,8	23,9	
Tabuleiro Grande	10,0	83,3	6,7		
Pedras de Abelhas	5,5	74,5	18,2		
Apodi	8,3	66,7	22,2		
Malhada Vermelha	7,8	82,4	7,8		
Caraúbas	16,4	70,1	9,0		
Itaú	8,0	76,0	8,0		
Upanema	6,5	84,8	6,5		
Paraú	9,4	81,1	5,7		
Augusto Severo	6,3	89,1			
Açu	5,1	84,7	5,1		
Angicos	14,1	79,7	4,7		
Pixore de Baixo	44,0	48,0		4,0	
São Rafael	4,9	92,7			
Santana do Matos	11,1	68,3	12,7		
Afonso Bezerra	8,9	71,1	15,6		
Pedro Avelino	9,1	47,7	38,6		
Lages	10,0	65,0	8,3	8,3	
Recanto	4,7	60,5	20,9	4,7	
S. Tomé	5,0	45,0	27,5	15,0	
João Câmara		11,5	46,2	42,3	

Localidade	DJFMAM	JFMAMJ	FMAMJJ	MAMJJA	AMJJAS
Taipú		5,9	63,2	25,0	4,4
Jardim de Angicos		15,5	70,4	5,6	
S. Paulo do Potengi		8,9	22,2	62,2	
Ceará Mirim		4,5	68,2	24,2	
S.G.do Amarante			71,4	23,8	4,8
Natal			28,8	68,2	
Macaíba			52,0	44,0	
Pau dos Ferros	17,4	71,7	8,7		
São Miguel	6,8	72,7	13,6		
Marcelino Vieira	73,2	24,4			
Luiz Gomes	7,9	74,6	12,7		
Alexandria	11,8	76,5			
Martins	13,4	79,1	6,0		
Lucrécia	21,7	73,9	4,3		
Patú	14,7	77,9			
João Dias	16,7	73,8	7,1		
Jucurutú	9,5	76,2	9,5		
Mundo Novo	62,1	27,6	6,9		
Caicó	24,2	65,2	6,1		
Itans	69,2	7,7	15,4		
Florânia	9,1	81,8			
São Vicente	13,0	65,2	13,0		
Currais Novos	11,7	78,3	8,3		
Cruzeta	13,0	77,8			
Gargalheiras	16,7	71,4	4,8		
Cerro Corá		65,9	25,0	6,8	
Serra do Doutor	10,3	6,9	65,5	17,2	
Santa Cruz		15,6	62,5	15,6	
Serra Caiada		7,3	40,0	47,3	
S.J. do Mipibu		4,8	58,7	31,6	
Santo Antônio		6,1	34,8	56,1	
Canguaretama		3,1	32,3	63,1	
Nova Cruz		12,7	60,3	23,8	

Localidade	DJFMAM	JFMAMJ	FMAMJJ	MAMJJA	AMJJAS
Pedro Velho			63,9	25,0	8,3
S.Negra do Norte	59,2	20,4	10,2		
S.J. do Sabugi	65,5	24,1			
Jardim do Seridõ	29,9	65,7			
Parelhas	31,5	55,6			
Ouro Branco	69,6	21,7			
Umari Preto	56,3	12,5	12,5		
Equador	16,7	73,8			
Maracanaú	- Eliminada por insuficiência de dados.				

TABELA 3
 PROBABILIDADE MÁXIMA DE PRECIPITAÇÃO (mm) NO TRIMESTRE MAIS CHUVOSO

LOCALIDADE	5%	10%	20%	25%	30%	40%	50%	60%	70%	75%	80%	90%
AREIA BRANCA	107,4	148,4	212,9	241,7	270,0	326,7	386,0	452,8	532,7	580,2	636,0	800,7
GOV. DIX SEPT ROSADO	171,6	222,2	295,3	327,1	357,4	417,9	479,5	547,4	626,8	674,3	729,8	888,7
MOSSORÓ	156,5	199,4	261,1	287,7	313,4	363,4	414,4	470,6	535,5	574,2	619,0	748
HIPÓLITO	115,1	153,4	210,6	236,5	260,5	309,4	360,3	416,0	482,4	521,7	568,2	701,3
PENDÊNCIAS	131,6	170,8	227,5	252,0	275,6	322,2	370,2	423,0	484,9	521,6	564,0	687,5
QUEIMADAS	69,5	95,4	135,5	153,4	171,2	206,1	243,0	284,1	332,8	362,1	396,5	497,2
TOUROS	326,1	374,3	437,6	463,4	487,7	533,4	579,2	627,0	680,8	712,7	748,5	848,2
TABULEIRO GRANDE	345,0	384,5	437,1	458,6	478,1	514,8	551,0	588,9	631,5	655,7	683,56	760,2
PEDRA DE ABELHAS	224,2	272,2	341,0	369,5	396,6	449,4	502,5	560,0	626,1	664,4	709,5	837,4
APODI	226,7	274,1	340,8	369,3	395,6	446,9	498,6	554,5	618,6	655,8	698,8	822,2
MALHADA VERMELHA	241,6	284,9	344,4	368,9	392,3	436,3	480,8	528,0	581,8	612,9	649,1	751,0
CARAÚBAS	166,4	208,2	268,8	294,3	319,2	367,1	416,4	469,5	531,5	567,5	610,5	731,9
ITAÚ	244,7	290,6	353,9	380,3	404,8	452,1	499,7	550,6	608,5	641,8	681,0	791,3
UPANEMA	175,9	221,0	285,6	313,3	339,5	390,8	443,3	500,3	566,9	605,4	651,2	780,8
PARAÚ	202,7	246,3	306,9	332,6	356,6	403,3	449,9	500,4	558,8	593,0	632,0	743,6
AUGUSTO SEVERO	206,9	258,9	334,2	365,9	396,9	456,4	517,2	583,7	660,8	705,6	759,0	910,0
AÇU	138,4	177,9	236,7	261,9	286,6	334,3	384,0	437,9	501,4	538,8	583,2	708,8
ANGICOS	134,8	172,2	225,8	249,1	271,3	314,9	359,8	408,6	465,5	499,2	538,1	651,8
PIXORÉ DE BAIXO	126,5	159,0	206,3	226,4	245,8	283,5	322,3	364,1	413,1	442,0	475,5	571,8
SÃO RAFAEL	195,6	242,4	309,1	337,4	364,1	416,4	469,5	526,5	592,5	632,5	677,6	807,2
SANTANA DO MATOS	155,0	204,7	279,9	312,6	344,7	407,7	473,2	545,3	630,3	681,6	740,9	912,6

LOCALIDADE	5%	10%	20%	25%	30%	40%	50%	60%	70%	75%	80%	90%
PEDRO AVELINO	111,1	142,5	187,8	207,6	226,4	263,3	301,2	342,8	391,3	420,0	453,2	549,6
LAGES	73,6	102,2	146,8	166,9	186,6	225,8	267,7	314,3	369,4	402,4	441,9	557,6
RECANTO	42,5	67,9	111,7	132,7	154,0	198,6	247,7	303,9	373,5	416,3	467,3	620,5
S. TOMÉ	99,7	126,7	166,0	182,9	199,0	230,6	262,9	297,9	339,0	363,6	391,9	472,9
JOÃO CÂMARA	199,0	230,0	270,9	287,8	303,5	333,3	363,1	394,6	429,8	480,5	474,1	540,1
TAIPI	173,2	214,7	274,3	300,0	324,0	371,1	418,7	471,1	531,1	565,9	607,5	724,5
JARDIM DE ANGICOS	116,6	147,8	193,1	212,5	231,0	267,6	304,8	345,4	393,0	421,0	453,4	547,5
SÃO PAULO DO POTENGI	165,6	193,7	231,2	246,6	261,2	289,0	316,4	345,7	379,3	398,4	421,0	483,6
CEARÁ MIRIM	306,1	355,2	421,0	448,2	473,7	521,9	569,7	620,5	678,7	712,0	750,1	858,0
S.G. DO AMARANTE	425,4	476,6	543,5	570,8	595,8	643,5	689,5	738,4	792,6	823,8	859,8	959,2
NATAL	460,7	527,6	617,2	653,9	688,2	752,7	816,5	884,7	960,6	1004,6	1055,1	1196,9
MACAÍBA	313,0	355,5	412,2	435,1	456,1	496,7	536,0	577,8	624,7	652,0	683,3	769,5
PAU DOS FERROS	258,3	305,5	368,9	395,2	420,2	467,4	515,0	565,6	623,8	657,2	696,0	805,3
S. MIGUEL	226,2	278,7	354,2	386,6	417,2	476,2	536,9	602,1	677,4	721,0	772,4	916,3
MARCELINO VIEIRA	323,0	363,4	416,4	438,4	458,0	495,8	532,9	571,8	615,8	640,7	669,3	749,1
LUIZ GOMES	286,9	338,6	408,9	438,5	465,8	518,0	570,8	626,9	690,7	727,7	770,6	890,8
ALEXANDRIA	241,0	291,3	361,8	391,3	419,1	473,0	527,1	585,7	652,7	691,3	737,4	865,8
MARTINS	357,6	432,8	515,6	553,5	589,8	658,7	727,3	801,3	885,6	934,9	991,1	1150,4
LUCRÉCIA	365,0	412,4	474,2	499,6	522,5	566,7	609,6	655,1	706,1	735,4	769,2	862,6
PATU	243,8	301,6	383,3	417,5	450,5	513,8	578,6	648,9	729,3	777,1	832,4	988,7
JOÃO DIAS	297,8	354,4	431,6	464,2	494,7	553,1	611,9	674,2	745,9	787,5	835,7	972,0
JUCURUTU	183,0	241,8	329,8	369,2	406,3	480,0	556,6	642,1	741,4	800,8	870,5	1071,1
MARACANAÚ	271,25	376,2	337,5	402,2	426,0	470,8	515,5	562,7	616,7	647,7	683,8	784,6
MUNDO NOVO	215,8	259,2	319,3	344,6	368,3	414,0	459,9	509,4	566,0	598,7	636,7	745,2
CAICÓ	167,1	214,0	280,6	309,5	337,5	391,7	447,6	508,3	579,6	621,6	670,7	812,5
ITANS	208,5	248,6	304,3	327,7	349,2	391,3	433,3	478,5	529,9	560,0	594,9	692,7

LOCALIDADE	5%	10%	20%	25%	30%	40%	50%	60%	70%	75%	80%	90%
FLORÂNIA	159,7	204,8	271,1	300,3	327,4	381,7	437,0	497,9	568,9	610,7	660,4	800,8
S. VICENTE	117,3	155,5	212,6	238,2	262,5	310,4	360,3	415,6	480,9	519,5	564,6	697,0
CURRAIS NOVOS	113,9	145,1	190,8	210,8	229,7	266,9	305,3	347,1	395,8	424,4	458,5	554,8
CRUZETA	154,9	193,0	247,1	270,2	292,2	335,0	378,4	425,7	480,4	512,5	550,2	656,8
GARGALHEIRAS	96,7	132,4	188,6	213,3	238,1	286,7	338,4	396,0	464,5	504,9	553,4	694,6
CERRO CORÁ	157,2	193,2	244,0	265,3	285,9	325,4	365,3	408,4	458,4	488,1	521,8	619,0
SERRA DO DOUTOR	192,2	228,3	277,1	297,5	316,7	353,3	390,1	428,9	474,0	499,9	530,0	615,2
SANTA CRUZ	107,0	138,9	185,9	206,3	225,9	264,5	304,4	348,2	399,6	429,8	465,3	567,8
SERRA CAIADA	126,0	155,2	196,8	214,6	231,3	263,5	296,5	332,1	373,3	397,4	425,2	505
S. JOSÉ DO MIPIBU	308,2	369,2	454,2	489,7	523,4	587,6	652,2	722,3	801,7	848,1	901,9	1054,5
SANTO ANTONIO	216,9	255,1	307,2	328,7	348,8	387,1	425,7	466,6	513,0	540,4	571,7	659,4
CANGUARETAMA	372,9	430,1	508,2	539,9	570,0	626,0	682,6	742,0	809,0	847,9	892,3	1017,5
NOVA CRUZ	164,2	202,7	256,6	279,8	301,6	343,9	386,9	433,0	486,6	518,8	554,3	658,3
PEDRO VELHO	268,7	319,5	388,3	417,2	444,1	496,0	548,2	604,0	667,6	704,8	747,2	868,2
SERRA NEGRA DO NORTE	228,9	280,4	352,7	383,4	412,4	468,3	525,2	586,0	656,5	698,1	746,3	882,6
S. JOÃO DO SABUGI	193,8	237,2	298,0	323,6	347,7	394,9	442,4	493,6	552,4	586,8	627,3	741,1
JARDIM DO SERIDÓ	141,0	180,1	236,9	261,6	285,2	331,1	378,8	430,6	491,0	526,5	568,7	688,2
PARELHAS	143,7	182,6	239,7	264,1	287,3	333,2	380,4	431,5	491,5	525,5	568,2	686,8
CURO BRANCO	200,6	238,7	291,3	312,7	333,2	372,6	412,2	454,2	502,5	530,5	562,9	654,7
UMARI PRETO	135,7	183,4	257,6	291,0	322,9	387,1	454,6	529,3	617,6	670,6	733,4	915,7
EQUADOR	231,3	278,5	343,4	370,5	396,5	445,6	495,6	548,9	610,5	645,8	687,5	805,5
RIACHO FUNDO	247,1	305,6	389,6	424,9	458,4	523,9	590,6	663,0	745,9	794,9	851,5	1013,4

TABELA 4

PROBABILIDADE MÁXIMA DE PRECIPITAÇÃO (mm) NO SEMESTRE MAIS CHUVOSO

LOCALIDADE	5%	10%	20%	25%	30%	40%	50%	60%	70%	75%	80%	90%
AREIA BRANCA	164,7	219,7	302,8	339,3	375,0	445,3	518,5	599,4	695,7	752,3	818,5	1013,5
GOV DIX SEPT ROSADO	257,6	321,6	414,3	453,6	491,0	564,0	638,5	719,0	812,3	867,4	932,1	1115,1
MOSSORÓ	214,9	272,5	356,6	393,4	427,6	495,8	565,4	641,3	729,8	782,6	843,6	1018,8
HIPÓLITO	167,8	217,3	290,9	322,5	353,1	413,3	475,3	543,6	623,2	671,0	726,4	886,4
PENDÊNCIAS	176,1	226,8	301,8	334,2	365,2	426,1	489,0	557,6	638,5	682,2	741,9	903,5
QUEIMADAS	103,8	140,0	194,4	218,7	242,5	289,5	338,5	392,9	457,5	496,2	541,1	672,8
TOUROS	485,5	556,6	652,1	690,6	726,8	795,7	863,1	935,3	1015,6	1062,2	1116,6	1265,4
TABULEIRO GRANDE	399,7	454,4	526,3	555,6	582,9	634,2	685,1	738,5	798,6	833,4	872,5	983,6
PEDRA DE ABELHAS	290,6	358,0	453,0	493,5	531,4	605,3	681,0	762,1	855,6	910,9	974,7	1156,4
APODI	293,6	358,3	449,6	487,7	524,1	593,9	665,4	741,6	830,0	881,7	941,5	1112,4
MALHADA VERMELHA	300,0	358,6	438,9	472,7	504,7	565,5	627,0	692,2	767,4	881,0	861,6	1005,3
CARAÚBAS	226,8	281,7	361,3	394,8	427,4	489,9	553,4	622,6	703,4	750,3	805,4	961,6
ITAU	329,9	390,2	473,7	508,0	540,2	602,7	664,7	730,8	806,9	851,0	902,1	1044,9
UPANEMA	231,1	288,6	371,0	406,2	440,2	506,2	573,0	646,0	703,5	780,1	838,3	1002,9
PARAÍ	261,2	318,0	397,1	430,7	462,4	523,4	585,2	651,5	728,4	773,0	825,4	973,2
AUGUSTO SEVERO	278,6	345,3	441,2	482,0	520,7	596,3	672,9	756,2	852,5	909,4	975,2	1163,1
AÇU	154,0	206,1	285,6	320,7	354,8	422,7	493,2	571,9	664,5	720,0	785,1	973,1
ANGICOS	180,2	229,5	300,6	331,9	361,2	419,2	478,0	542,9	618,4	663,2	715,6	865,1
PIXORE DE BAIXO	152,0	192,8	253,0	278,8	303,7	351,7	401,5	455,5	518,9	556,4	599,8	725,0
SÃO RAFAEL	246,9	305,4	389,0	424,1	458,1	523,5	590,2	661,9	745,4	794,3	850,9	1012,6
SANTANA DO. MATOS	243,4	306,8	399,0	438,2	475,8	548,8	624,6	705,6	801,2	897,4	922,3	1110,3

LOCALIDADE	5%	10%	20%	25%	30%	40%	50%	60%	70%	75%	80%	90%
AFONSO BEZERRA	161,1	206,3	273,1	301,8	329,4	383,6	439,2	499,8	571,2	613,1	662,3	804,8
PEDRO AVELINO	147,3	188,6	249,1	275,0	300,0	349,2	399,8	454,6	518,9	557,0	601,7	728,8
LAGES	105,7	142,8	200,0	225,7	250,5	299,4	351,1	408,4	476,5	516,9	564,8	703,7
RECANTO	70,6	107,3	165,7	197,6	226,0	285,2	349,8	423,4	512,9	566,8	631,7	825,8
S. TOMÉ	145,0	182,1	235,3	257,7	279,5	321,8	365,0	411,5	466,3	498,0	535,1	642,8
JOÃO CÂMARA	278,0	325,8	390,6	417,1	442,1	489,7	537,3	587,7	644,8	678,6	717,2	824,6
TAIPI	271,7	334,6	423,5	461,3	497,3	566,5	636,6	712,5	800,7	852,4	912,1	1082,1
JARDIM DOS ANGICOS	180,0	224,3	286,6	313,4	338,6	387,7	438,0	492,2	555,5	592,5	635,4	758,6
S. PAULO DO POTENGI	253,4	293,8	348,9	371,4	392,5	432,9	473,0	515,2	563,6	591,2	623,5	713,3
CEARÁ MIRIM	473,0	551,0	650,6	692,6	732,0	806,5	880,3	958,8	1047,7	1100,3	1159,1	1325,9
S. GONÇALO DO AMARANTE	652,4	740,1	899,5	902,5	945,6	1027,8	1108,1	1193,2	1288,8	1344,9	1408,0	1582,3
NATAL	723,8	828,8	970,1	1027,4	1081,2	1182,6	1283,0	1390,0	1509,3	1578,5	1659,4	1880,5
MACAIBA	481,4	548,4	637,2	672,7	706,5	769,5	832,1	897,9	971,9	1015,4	1064,2	1200,9
PAU DOS FERROS	310,1	373,4	460,9	497,8	532,7	599,3	666,6	739,0	821,0	869,5	925,6	1084,5
S. MIGUEL	326,5	400,1	504,3	548,2	590,3	671,0	753,3	841,3	943,5	1003,4	1072,6	1269,9
MARCELINO VIEIRA	421,3	476,9	550,1	579,6	607,4	659,5	710,9	764,7	825,2	860,3	899,8	1011,2
LUIZ GOMES	419,1	489,0	583,1	622,1	658,8	728,2	797,3	870,2	953,8	1001,7	1057,5	1214,8
ALEXANDRIA	318,7	385,3	479,0	518,5	556,0	627,5	700,1	777,8	867,8	919,9	980,3	1153,4
MARTINS	483,6	573,1	696,4	746,8	795,0	886,1	978,3	1076,8	1188,8	1253,7	1329,1	1539,5
LUCRÉCIA	435,9	505,0	597,2	635,1	671,2	738,7	805,5	877,3	957,6	1004,7	1058,4	1208,2
PATU	351,1	425,7	528,8	573,0	614,4	693,4	773,6	860,4	958,9	1017,6	1084,4	1275,9
JOÃO DIAS	402,8	477,4	582,0	624,8	665,8	743,6	821,8	905,5	1000,8	1056,5	1121,2	1301,4
JUCURUTU	248,4	324,7	437,5	487,1	534,4	627,5	724,6	831,5	956,1	1030,6	1117,9	1368,4
MUNDO NOVO	277,7	333,6	411,4	444,4	475,1	534,4	594,4	658,3	732,2	775,4	825,4	967,1
CAICÓ	234,0	294,6	381,5	418,6	454,0	522,6	593,5	670,4	759,8	813,7	873,7	1049,6
ITANS	266,2	319,2	391,5	421,6	450,2	504,9	559,8	618,7	686,7	725,7	771,7	900,4

LOCALIDADE	5%	10%	20%	25%	30%	40%	50%	60%	70%	75%	80%	90%
FLORÂNIA	226,8	285,0	368,2	404,0	438,3	504,5	572,3	645,9	731,2	781,6	839,9	1009,0
SÃO VICENTE	187,1	236,2	307,2	338,5	367,9	425,3	484,0	548,4	622,8	667,2	718,4	866,7
CURRAIS NOVOS	144,8	185,8	245,9	272,1	297,3	346,2	397,2	452,5	517,7	555,7	600,9	730,9
CRUZETA	225,3	273,4	341,4	370,0	396,7	449,1	501,6	558,4	623,7	661,8	706,0	831,5
GARGALHEIRAS	161,7	208,3	277,2	307,6	336,1	393,0	451,4	515,3	590,7	634,8	687,1	836,7
CERRO CORÃ	226,2	274,3	341,4	369,5	396,2	447,6	499,4	555,4	619,7	657,6	700,8	824,5
SERRA DO DOCTOR	296,5	347,4	417,8	446,6	474,0	526,0	577,8	633,2	696,2	732,7	775,2	893,2
SANTA CRUZ	169,3	211,8	273,1	299,0	323,6	372,2	421,8	475,5	537,1	574,2	617,0	738,2
SERRA CALADA	204,0	246,1	305,0	329,8	352,9	397,9	443,0	491,6	547,3	580,2	617,7	725,2
S. JOSÉ DO MIPIBU	506,9	600,1	727,7	780,4	829,9	924,9	1020,2	1122,8	1238,4	1305,9	1384,4	1605,3
SANTO ANTÔNIO	341,7	400,4	479,0	512,0	542,2	600,5	658,9	720,7	790,8	831,3	878,6	1011,3
CANGUARETAMA	623,2	709,2	823,2	870,0	913,7	995,2	1076,1	1161,2	1256,9	1311,8	1374,8	1551,5
NOVA CRUZ	248,6	305,6	386,4	420,5	453,2	515,8	579,7	648,0	727,5	774,5	828,8	983,3
PEDRO VELHO	497,6	573,2	674,0	715,2	754,3	827,6	901,4	978,8	1066,2	1116,2	1174,7	1338,1
SERRA NEGRA DO NORTE	314,5	381,0	473,7	512,8	549,8	620,5	692,3	769,1	858,1	909,7	969,4	1140,6
S. JOÃO DO SABUGI	263,6	321,0	401,6	435,6	467,7	529,4	591,8	659,6	737,4	782,6	834,8	985,3
JARDIM DO SERIDÓ	210,3	260,7	333,0	363,9	393,1	450,1	507,9	570,8	643,5	686,5	736,2	877,9
PARELHAS	206,8	255,8	325,0	354,4	382,0	436,1	491,1	550,8	619,6	659,7	707,3	840,1
CURO BRANCO	251,1	301,1	369,3	397,7	424,2	475,8	528,0	583,6	647,1	683,8	726,4	847,6
UMARI PRETO	235,2	296,1	385,0	423,3	459,7	530,2	602,8	682,4	774,1	828,3	892,0	1072,7
EQUADOR	337,1	395,8	476,0	509,0	540,0	599,3	658,3	721,5	792,5	834,0	882,3	1017,7

MALHADA VERMELHA (05° 47' S ; 37° 55' W ; 72 m)

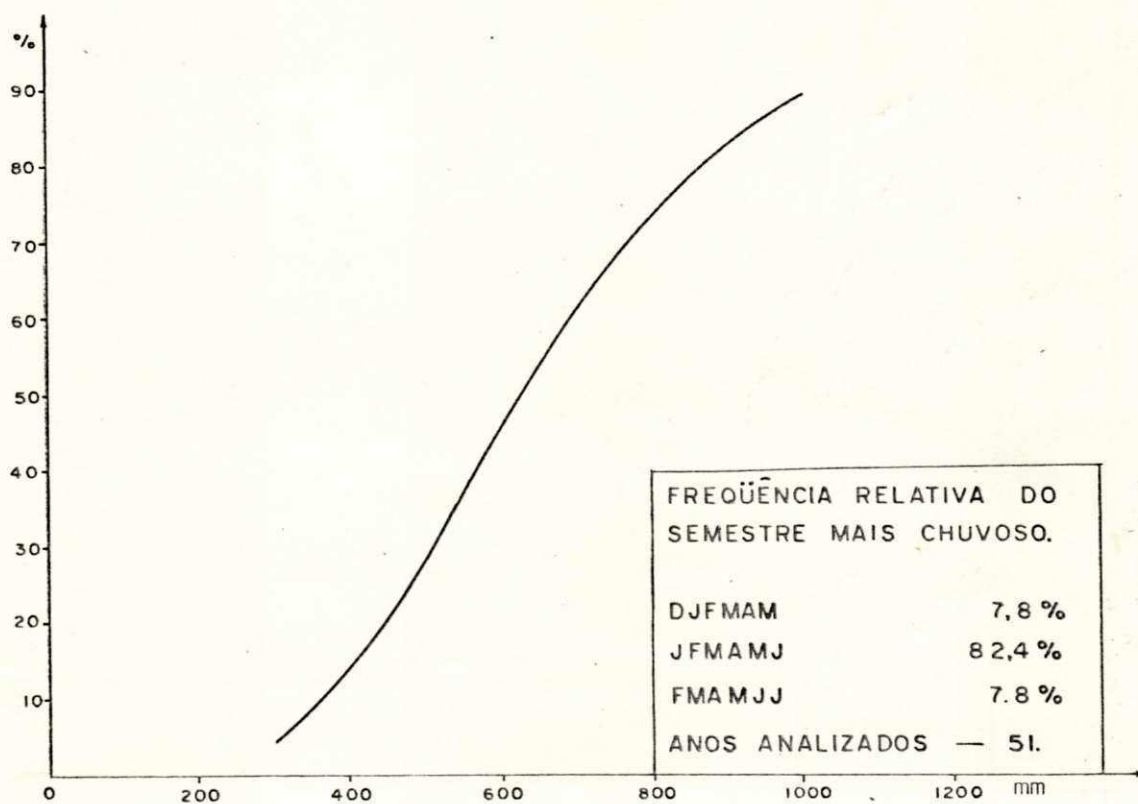
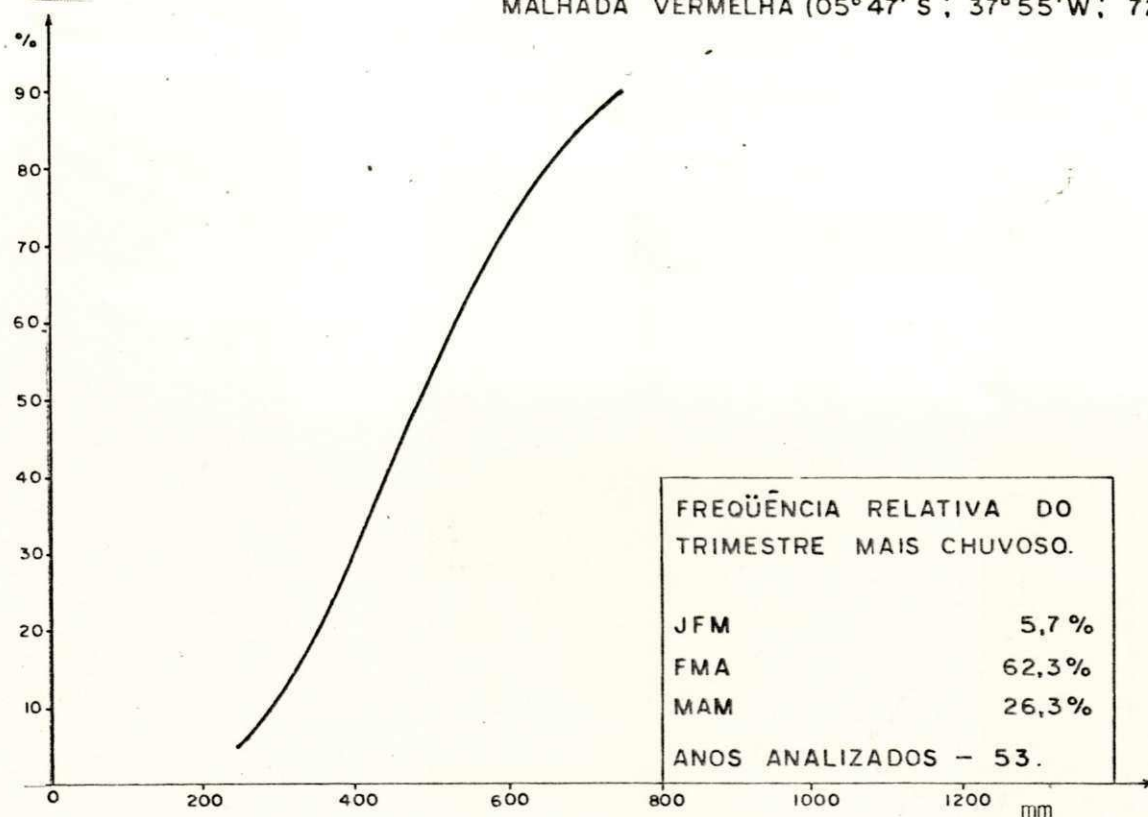


Fig. 01 - Probabilidade do total de precipitação nos três e seis meses consecutivos mais chuvosos.

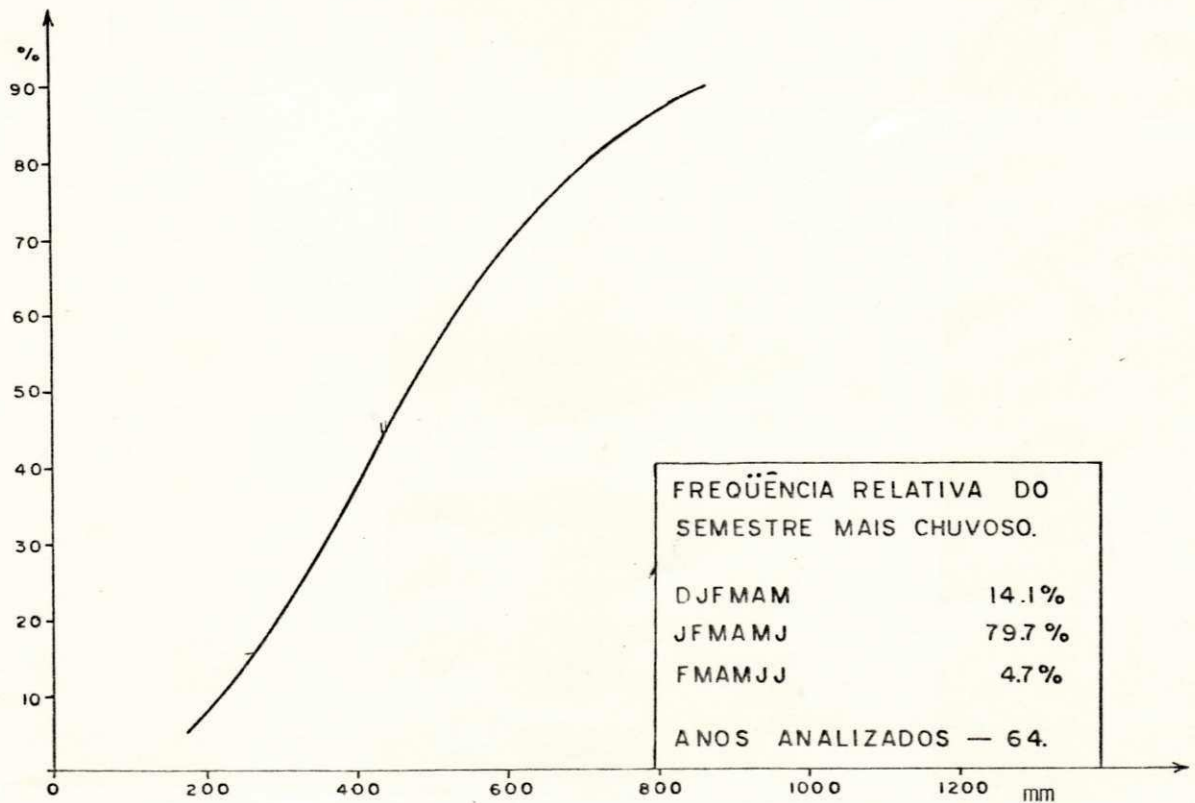
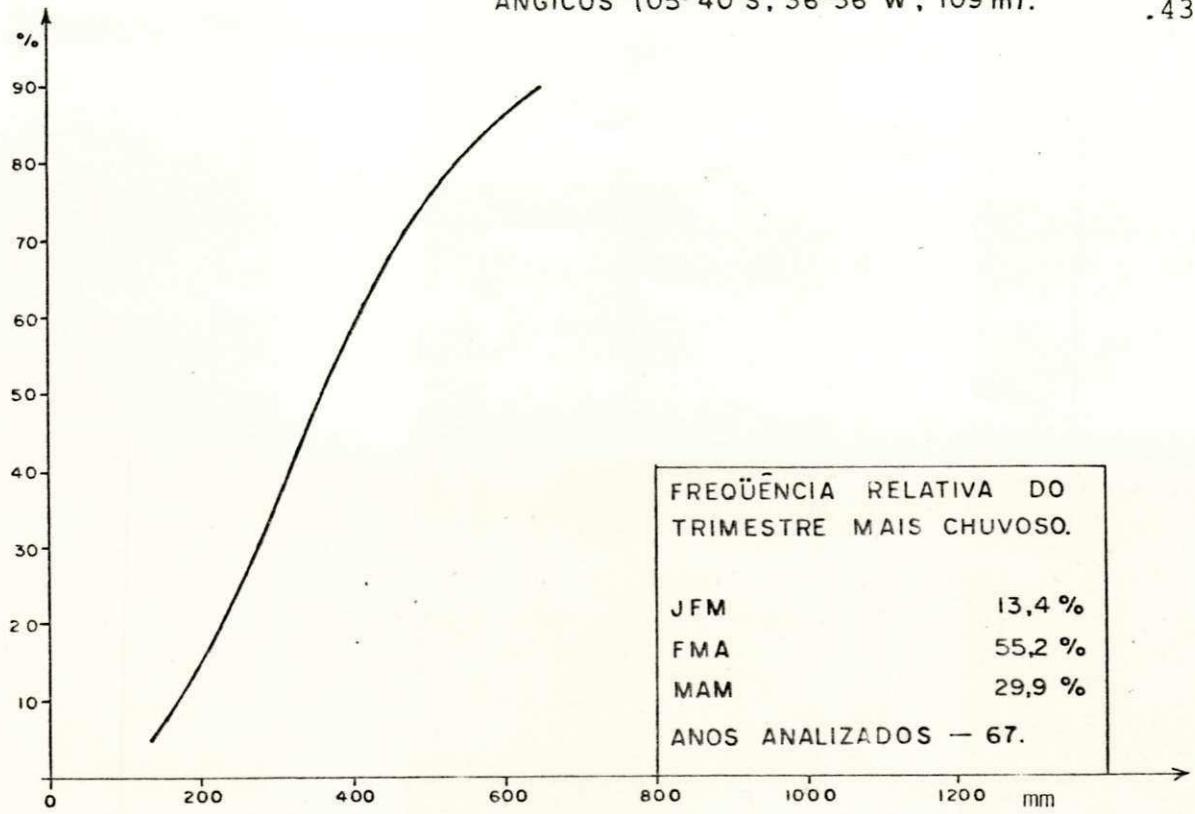


Fig. 02 - Probabilidade do total de precipitação nos três e seis meses consecutivos mais chuvosos.

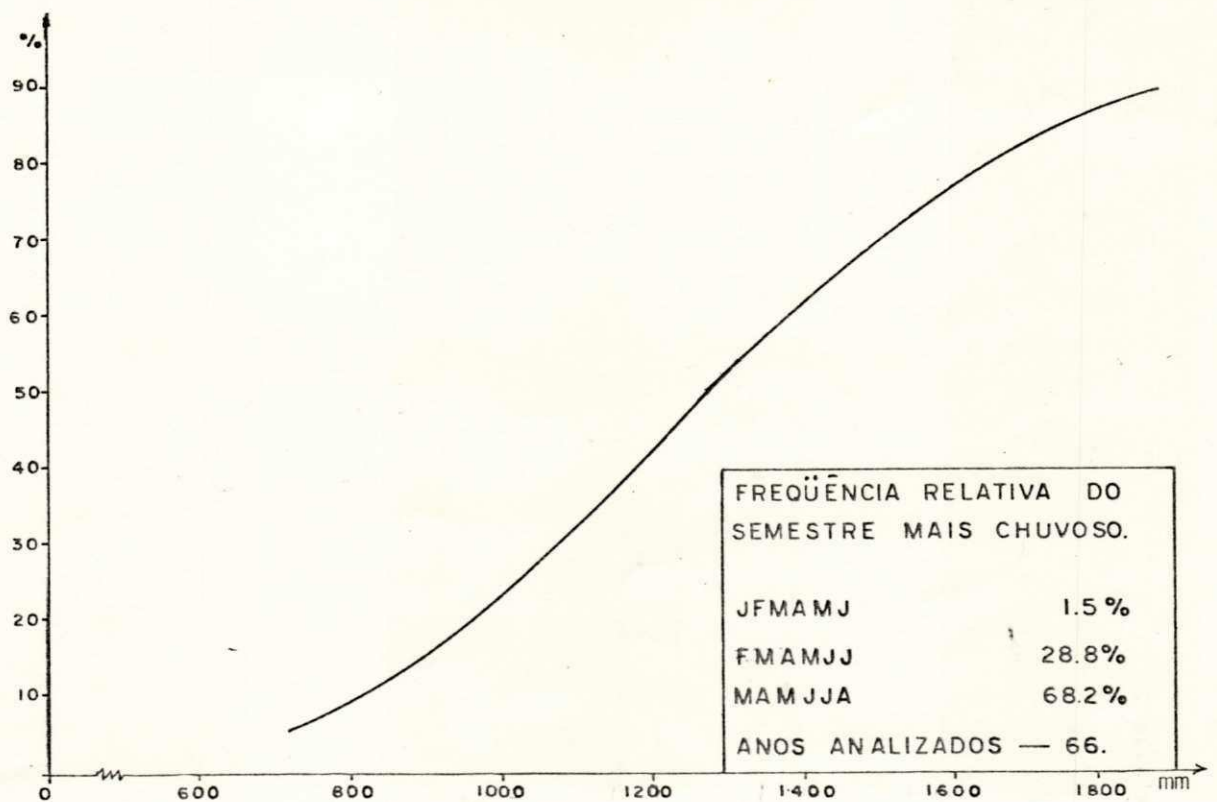
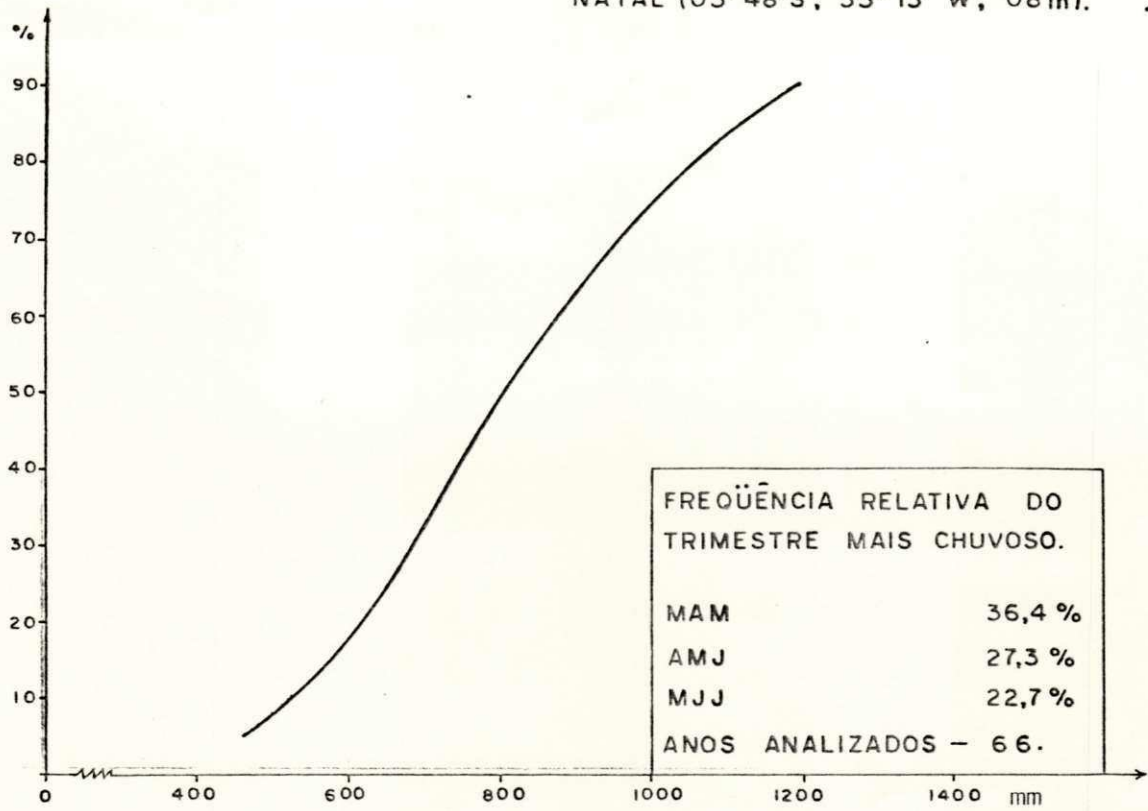


Fig. 03 - Probabilidade do total de precipitação nos três e seis meses consecutivos mais chuvosos.

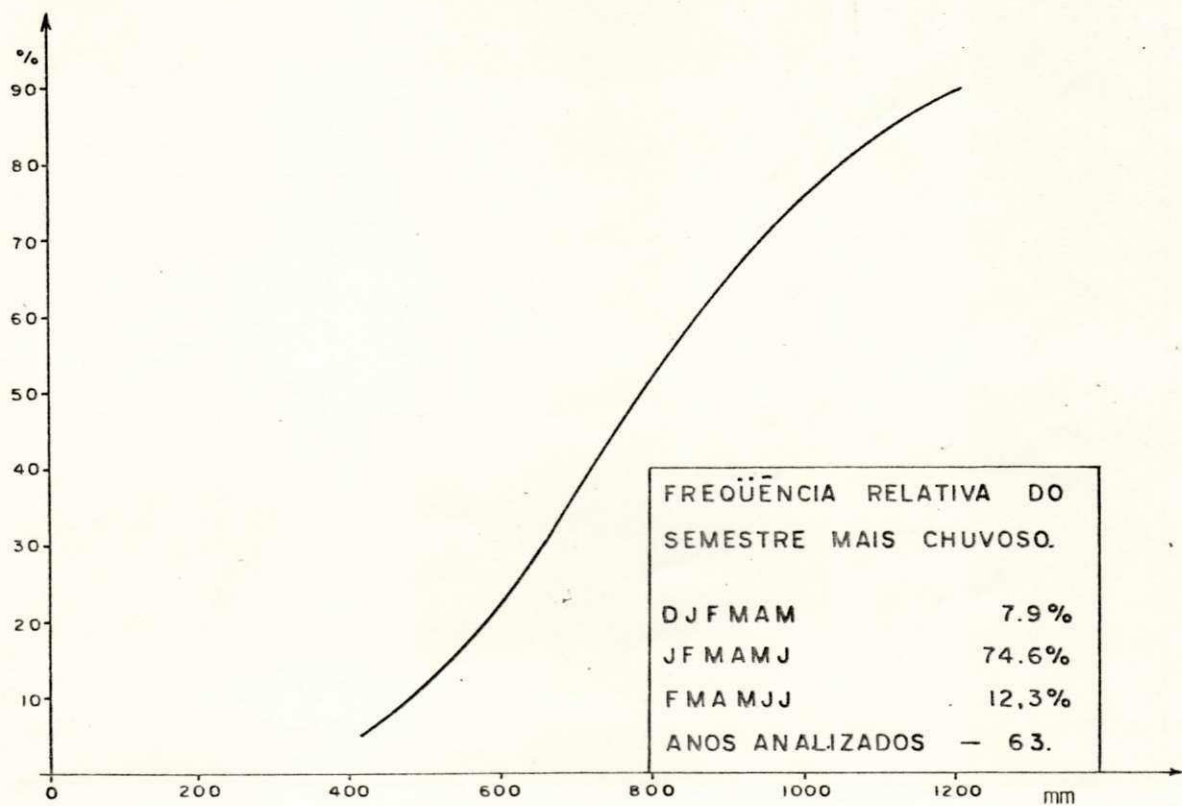
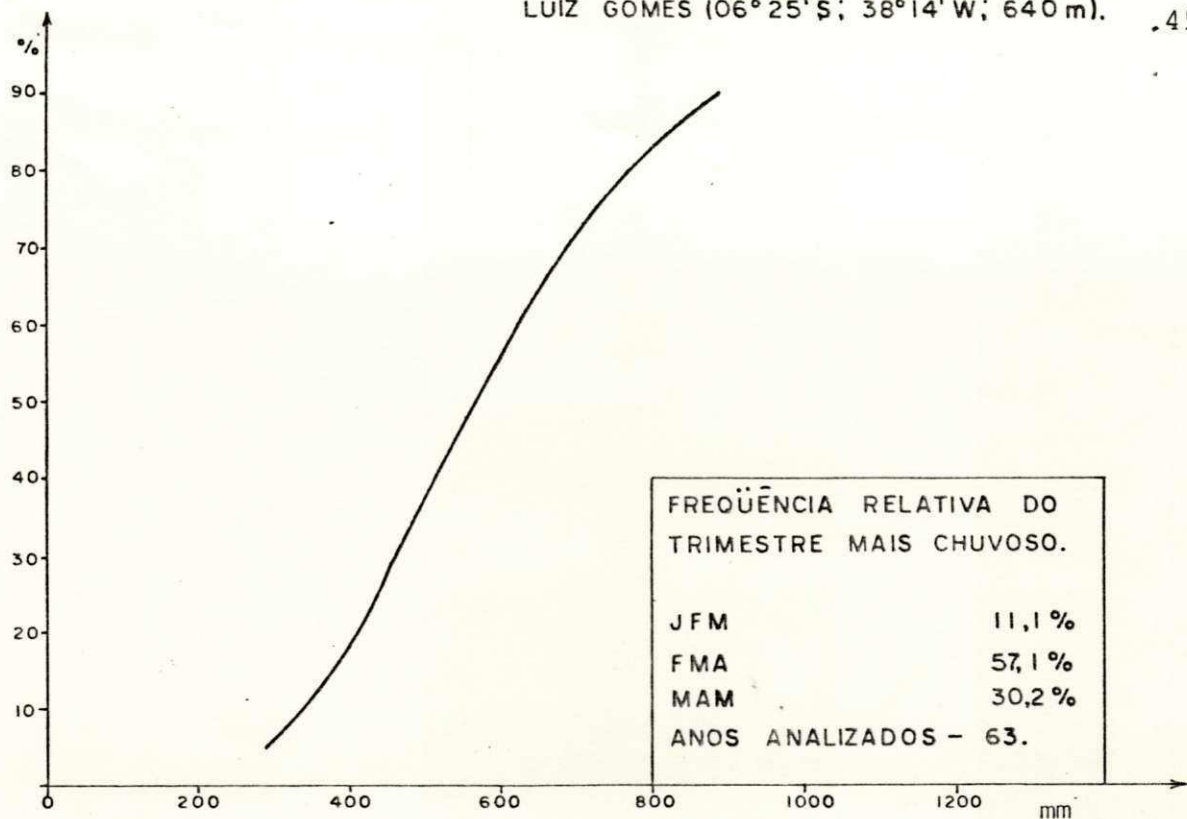
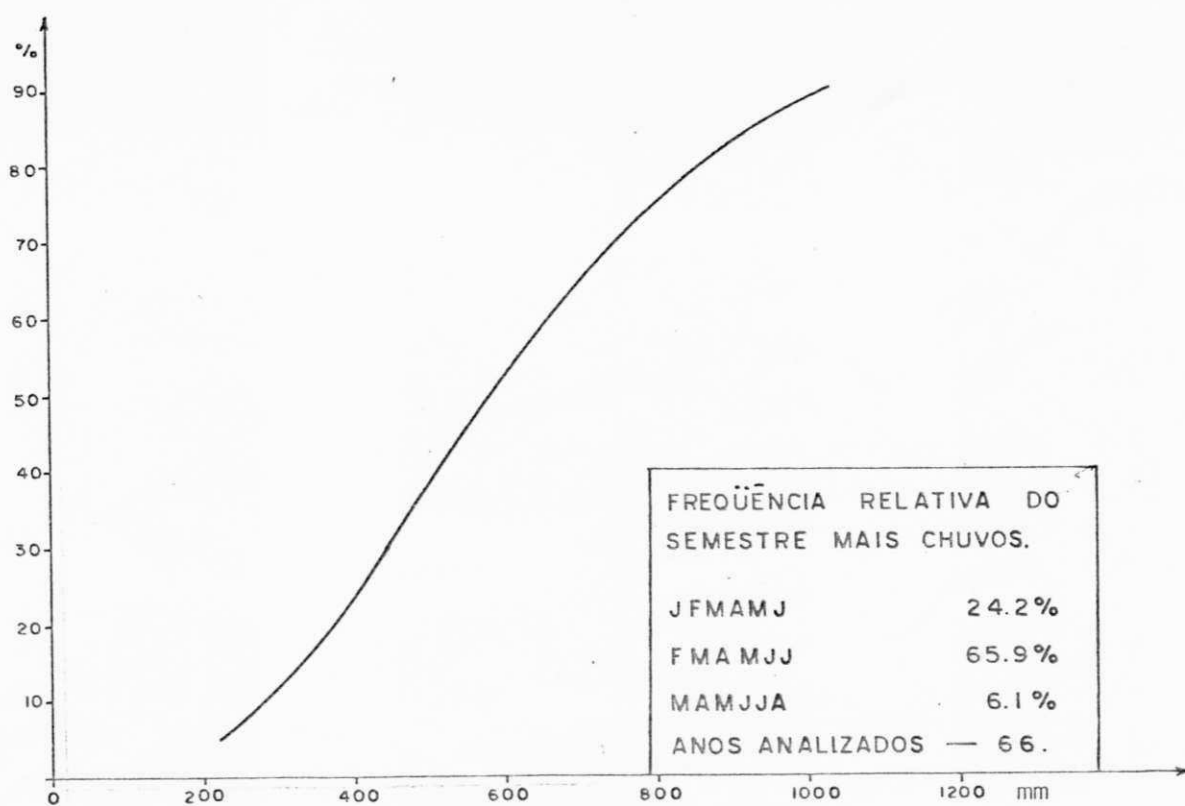
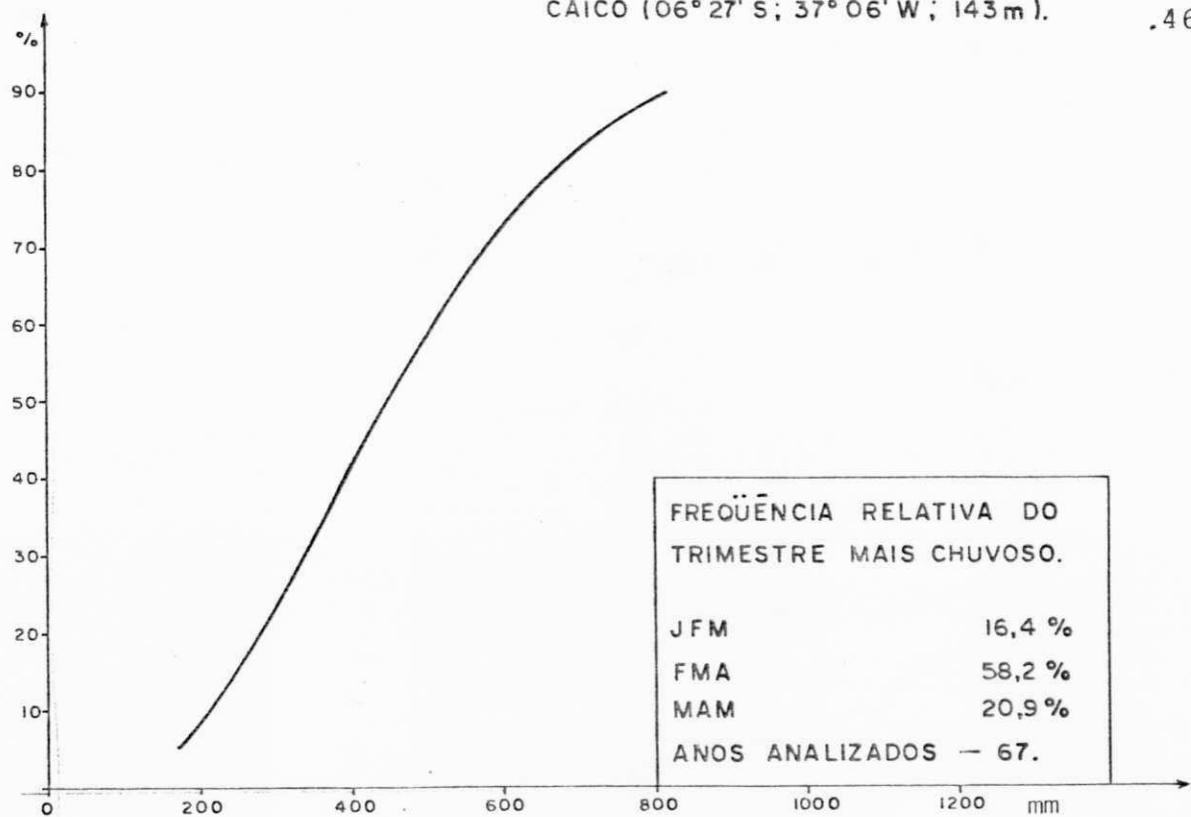


Fig. 04 - Probabilidade do total de precipitação nos três e seis meses consecutivos mais chuvosos.

CAICO (06° 27' S; 37° 06' W; 143 m).

.46



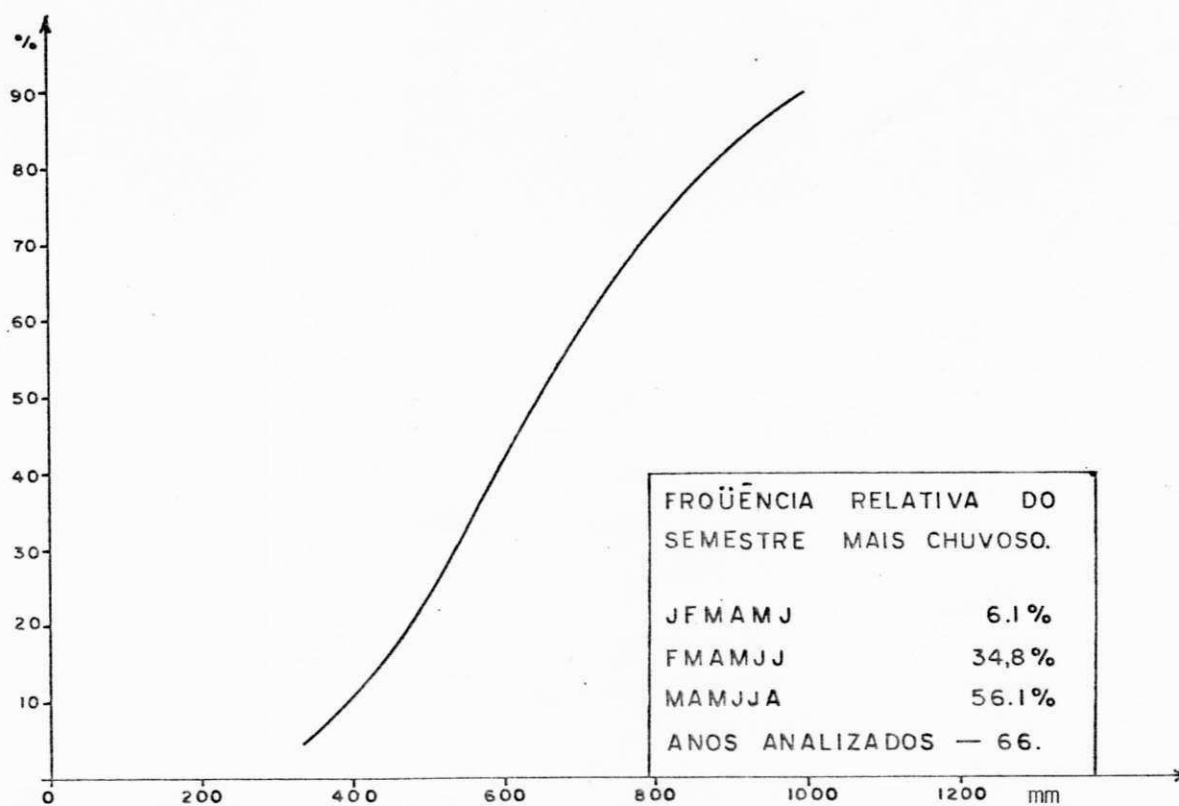
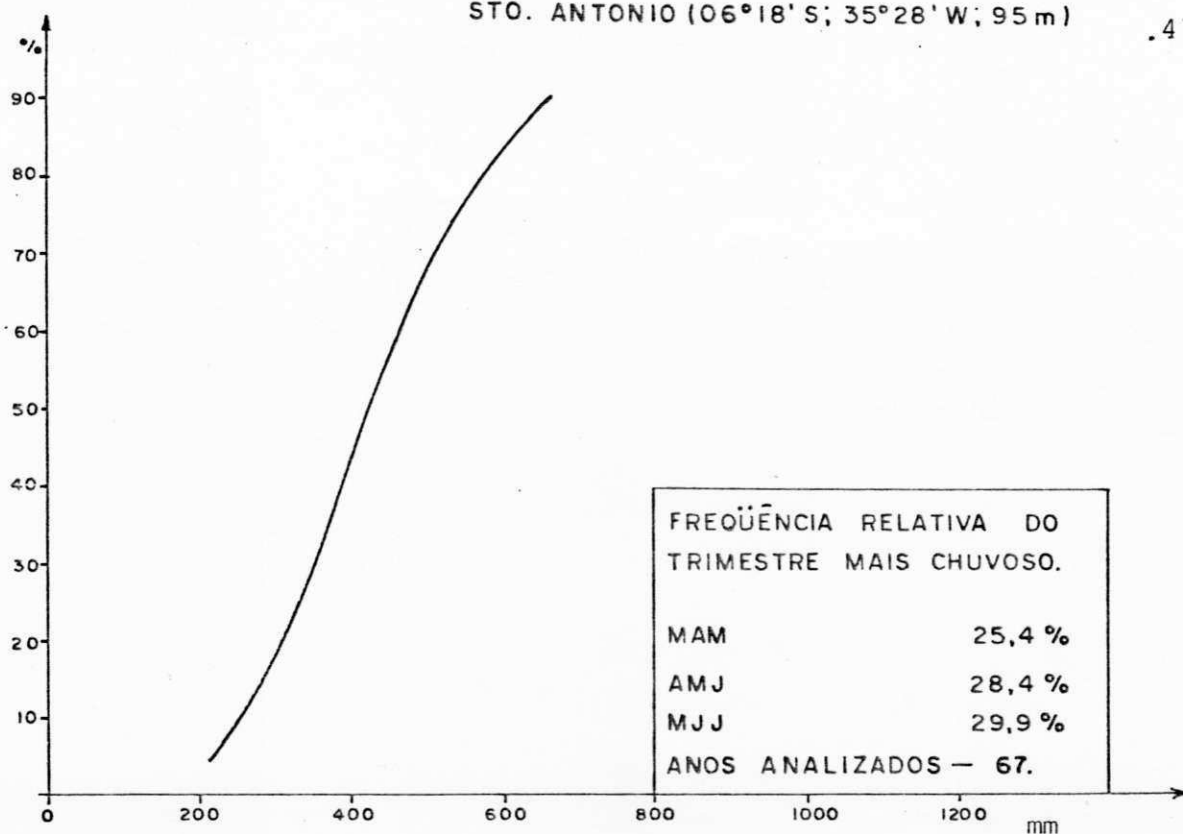


Fig. 06 — Probabilidade do total de precipitação nos três e seis meses consecutivos mais chuvosos.

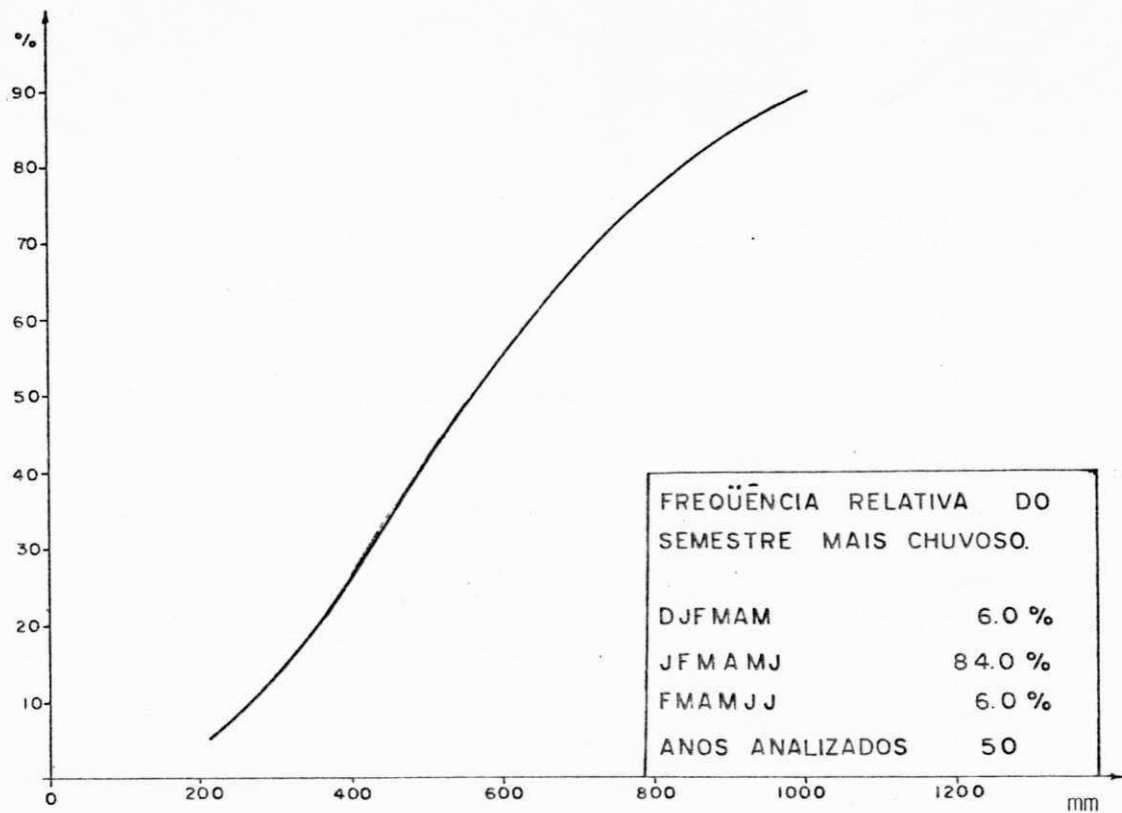
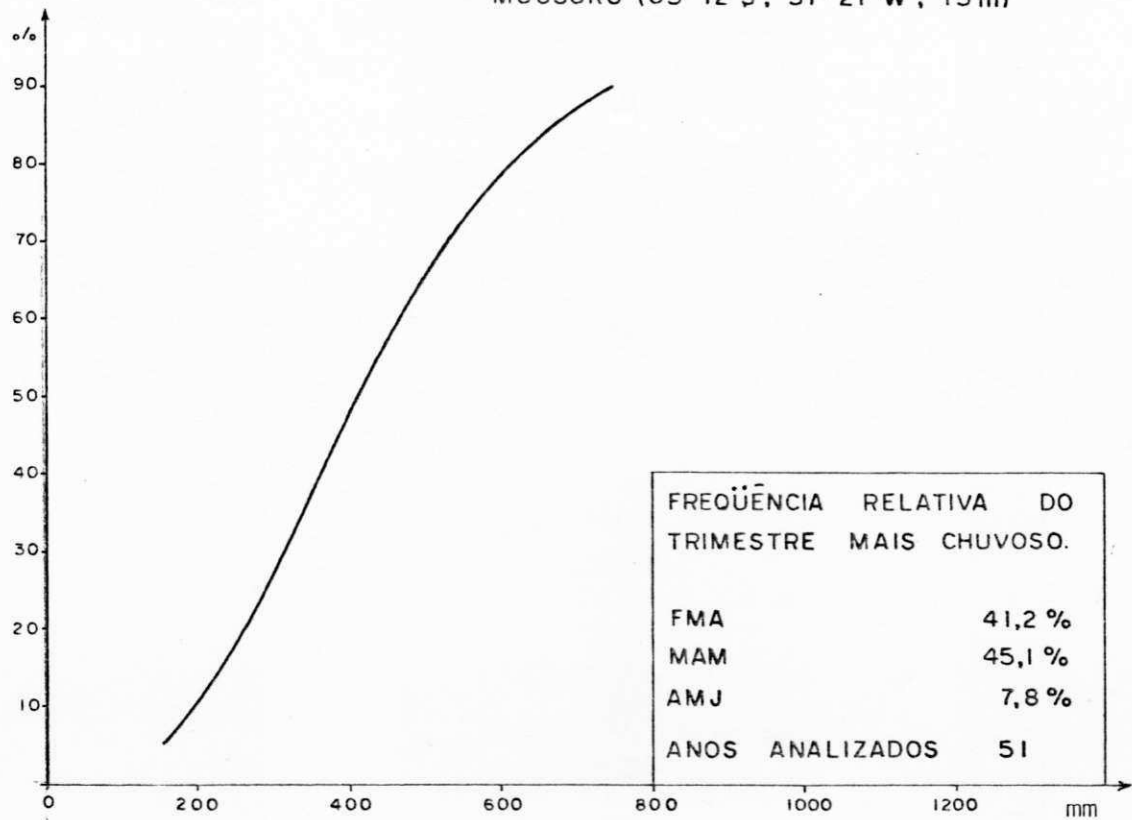


Fig. 07 - Probabilidade do total de precipitação nos três e seis meses consecutivos mais chuvosos.

TOUROS (05°12'S; 35° 28' W; 04 m). 49

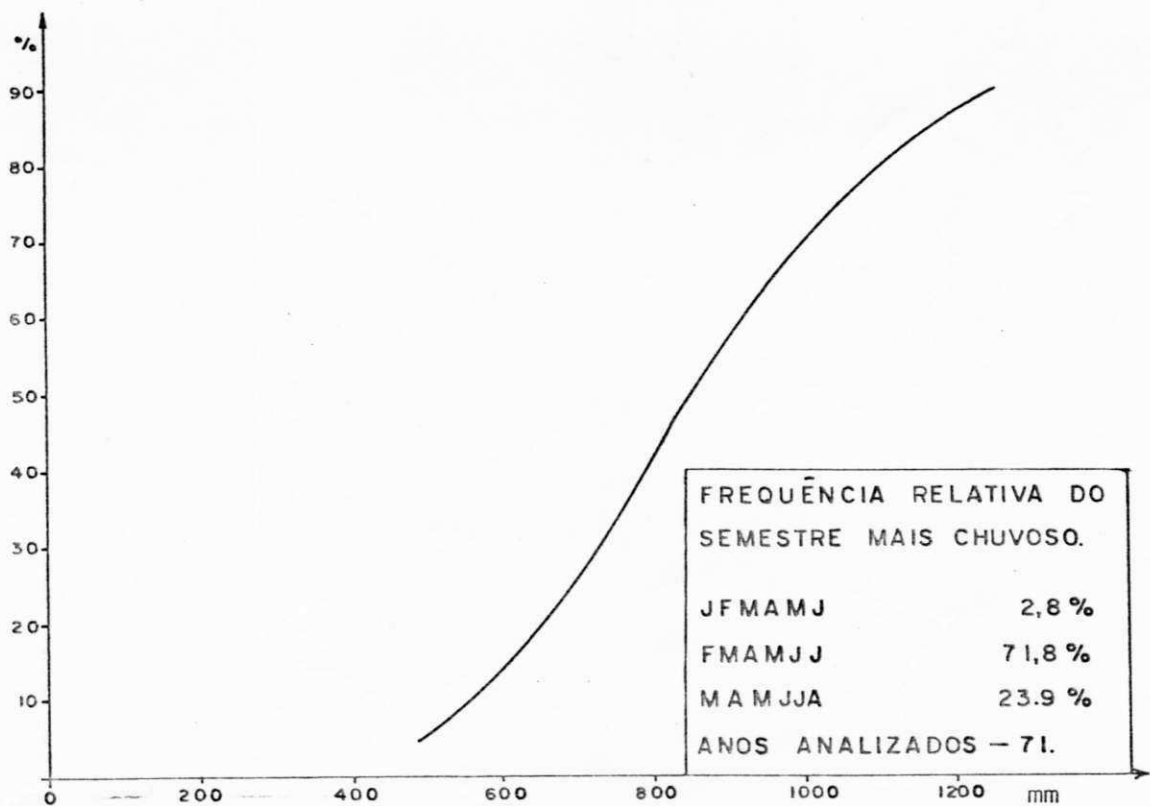
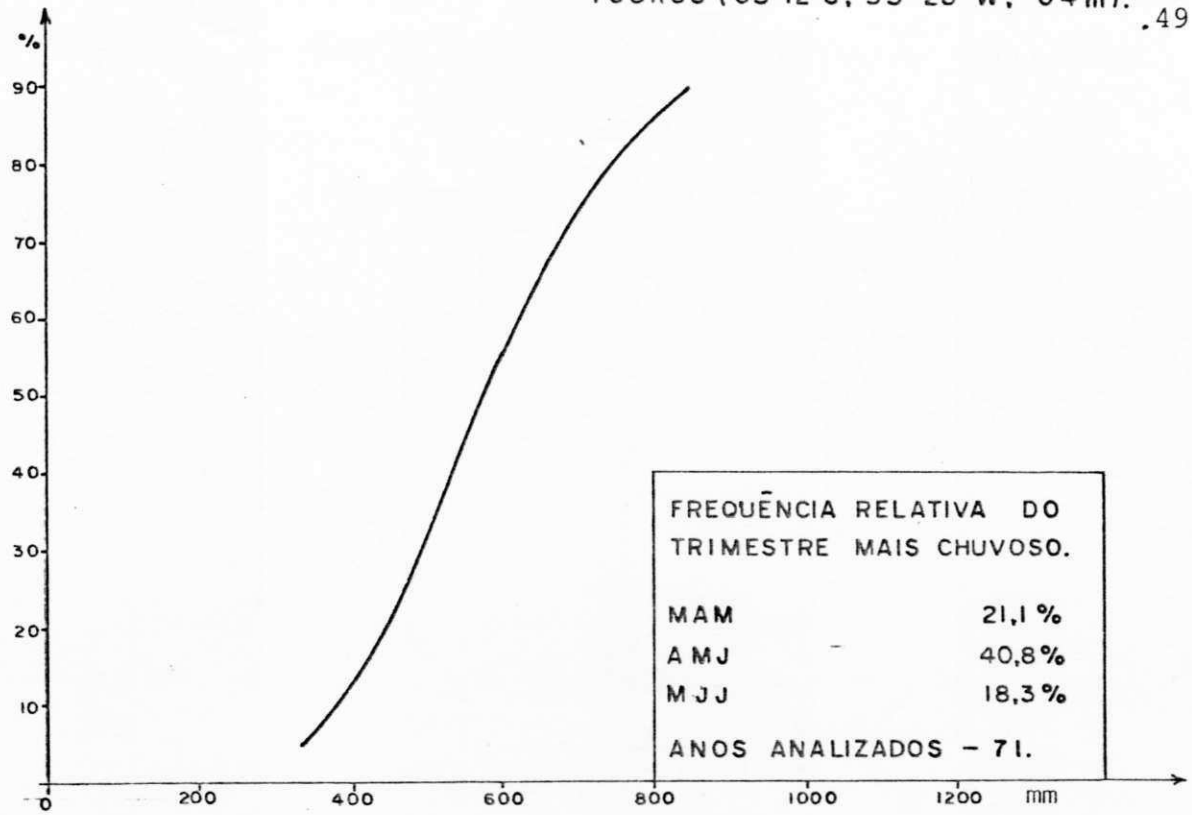


Fig.08 - Probabilidade do total de precipitação nos tres e seis meses consecutivos mais chuvosos.

6. RESULTADOS E DISCUSSÕES

6.1 - Concentração média do total anual de precipitação

6.1.1 - Trimestre mais chuvoso

A Carta 01 mostra a distribuição espacial do trimestre mais chuvoso, bem como a percentagem do total anual de precipitação correspondente. Nas regiões central e sudoeste do Estado o trimestre que contribuiu, em média, com a maior percentagem para a composição do total anual de precipitação, abrange os meses de fevereiro, março e abril. Para este, o trimestre mais chuvoso traslada-se para março-abril-maio, atingindo abril-maio-junho no litoral este. Finalmente, na área noroeste do Estado, o trimestre mais chuvoso coincide com o período março-abril-maio.

No que tange à distribuição da porcentagem de chuva, referente ao trimestre mais chuvoso, verifica-se que, as áreas central e centro-sul do Estado, coincidem com as de maiores concentrações, chegando-se a núcleos com valores de 70% ou mais. A partir dessas áreas, a concentração diminui muito rapidamente em direção ao litoral este e, lentamente, nas outras direções.

Do exposto verifica-se haver uma melhor distribuição da precipitação ao longo do ano, na zona litorânea Este do Estado. Essa distribuição torna-se mais crítica exatamente na Região do Seridó, onde, em média, nove meses contri

buem apenas com 30% do total anual de precipitação.

É evidente que, por se tratar de resultados médios, a distribuição da concentração da chuva é a ocorrência do trimestre mais chuvoso, em um ano particular, pode afastar-se bastante das configurações indicadas na Carta 1.

6.1.2 - Semestre mais chuvoso

A Carta 02 foi elaborada com a mesma metodologia usada no caso anterior, porém, em relação ao semestre mais chuvoso. Verifica-se a ocorrência de três situações distintas: no extremo sul do Estado, o semestre mais chuvoso ocorre nos meses de dezembro a maio; no litoral, nos meses de fevereiro a julho; no restante da área estudada, o semestre mais chuvoso vai de janeiro a junho.

Quanto à concentração verifica-se que, praticamente em todo o Estado do Rio Grande do Norte, 80% ou mais do total anual médio de precipitação ocorre no semestre mais chuvoso, restando 20% ou menos para os outros seis meses. São muito freqüentes valores semestrais superiores a 90% (*Região do Seridô e litoral noroeste*).

6.2 - Probabilidade de ocorrência de chuva

Utilizou-se a expressão "freqüentemente mais chuvoso", para indicar o trimestre ou semestre mais chuvoso que ocorre com maior freqüência. Em toda a área estudada verifica-se haver uma visível coincidência en

tre o trimestre mais chuvoso, em termos médios, e o trimestre freqüentemente mais chuvoso, o mesmo ocorrendo em relação ao semestre.

Das figuras 1 a 8 constam, ordenadamente, as freqüências relativas correspondentes aos trimestres e semestres que mais contribuem para o total anual de precipitação observado. Essas figuras mostram as curvas do total de chuva esperado, para vários níveis de probabilidade, referentes a localidades selecionadas, consideradas representativas de diferentes situações reinantes no Rio Grande do Norte.

6.2.1 - Trimestre mais chuvoso

A Carta 03 mostra a distribuição espacial do total de precipitação esperada no trimestre freqüentemente mais chuvoso, ao nível de 25% de probabilidade. Observa-se um núcleo seco (aproximadamente no centro do Estado) na qual, em um dentre quatro anos, o total de precipitação no trimestre mais chuvoso não ultrapassa 200 mm. A partir desse núcleo, a lâmina pluviométrica àquele nível de probabilidade, aumenta acentuadamente para este e mais suavemente para oeste. Uma faixa muito seca, orientada no sentido norte-sul - limitada pelos meridianos de $35^{\circ}40'WG$ e $37^{\circ}WG$, aproximadamente - apresenta valores inferiores a 300 mm. Os máximos esperados de precipitação (500 mm ou mais) encontram-se na faixa litorânea e num pequeno núcleo localizado na Serra dos Martins.

A Carta 04 representa a distribuição espacial do total de precipitação para o trimestre freqüentemente mais

chuvoso, ao nível de 50% de probabilidade. Observa-se um prolongamento da zona mais sêca, limitada pela isoieta de 300 mm, na direção norte-sul, penetrando, inclusive, no vizinho Estado da Paraíba. A partir daí, a lâmina de chuva esperada ao nível de 50% de probabilidade aumenta consideravelmente nos sentidos este e oeste, embora no último caso esse aumento seja menos brusco. Núcleos com valores idênticos ao do litoral (>600 mm) são observados no extremo Sudoeste do Rio Grande do Norte (Carta 04).

A configuração da Carta 05 - que representa a probabilidade do total de precipitação no trimestre freqüentemente mais chuvoso, ao nível de 75% - é semelhante a das anteriores (Cartas 03 e 04), dispensando maiores comentários.

6.2.2 - Semestre mais chuvoso

Conforme se depreende da Carta 06, a distribuição espacial da precipitação esperada no semestre mais chuvoso, ao nível de 25% de probabilidade, mostra um núcleo inferior a 300 mm, localizado aproximadamente entre os meridianos de $35^{\circ}40'$ e $36^{\circ}40'$ WG e os paralelos de $5^{\circ}20'S$ e $6^{\circ}15'S$. A partir desse núcleo os valores tendem a crescer, rapidamente para o litoral este e menos intensamente para o oeste e para o sul do Estado. Dois pequenos núcleos (>600 mm) são observados no extremo sudoeste do Rio Grande do Norte. Enquanto no litoral este a lâmina de precipitação esperada ãquele nível de probabiliãde chega a atingir 1000 mm, no litoral norte não atin

ge 400 mm.

A configuração das Cartas 07 (50% de probabilidade) e 08 (75% de probabilidade) é muito semelhante à da Carta 06. De um modo geral, mudam apenas os valores das isolinhas, permanecendo inalteráveis os sentidos dos gradientes da lâmina de chuva esperada em relação aos núcleos de mínima correspondentes. Igualmente, se constata uma discrepância acentuada quando se comparam os valores encontrados para o litoral este com aqueles obtidos para o litoral norte.

6.3 - Excedentes e deficiências hídricas

Como já mencionado, a estimativa dos valores médios dos excedentes e das deficiências hídricas foi feita utilizando-se o balanço hídrico proposto por THORNTHWAITE & MATHER (1955). Deve-se salientar, que, em decorrência dos próprios critérios usados para discriminar as diferentes situações ("pessimista", "normal" e "otimista"), os resultados referentes aos anos "normais" são mais confiáveis, já que representam a maior parte da amostra disponível.

6.3.1 - Trimestre mais chuvoso

As Cartas 09 e 10 indicam a distribuição espacial dos valores médios dos excedentes e das deficiências hídricas, respectivamente, para os anos "pessimistas". Como era

esperado, nessa situação, praticamente não se registram exce
dentes hídricos, exceto numa estreita faixa no litoral este.
No tocante às deficiências hídricas, os valores médios são
muito acentuados, ultrapassando 200 mm em toda a área central
e litoral norte do Estado. Apenas parte do litoral Este (ao
sul de Natal) e num pequeno núcleo da área serrana, situada
nas vizinhanças de Martins, a deficiência é nula. O valor má
ximo, superior a 300 mm, foi detectado na região de Areia
Branca e provavelmente atinge toda a zona salineira do norte
do Estado, embora não haja disponibilidade de dados para com
provar essa hipótese. *A priori*, atividades agrícolas envolvendo
do as culturas tradicionais de ciclo curto, dificilmente so
breviveriam em anos com essas características.

As Cartas 11 e 12 referem-se, respectivamente,
às configurações dos campos dos excedentes e deficiências hí
dricas para a situação considerada "normal". Da análise da
Carta 11 depreende-se que, neste caso, não há excedentes hí
dricos no trimestre mais favorável ao desenvolvimento de cul
turas temporais, exceto na orla litorânea este e nas zonas
montanhosas a sul-sudoeste do Estado (Serras do Camará, de
Luiz Gomes e dos Martins). As deficiências hídricas (carta 12)
são bem menos acentuadas que na situação anterior (Carta 10),
embora haja um núcleo com valores superiores a 100 mm que se
estende na direção sudeste-noroeste, de Presidente Juscelino
e Pedro Avelino. Esses resultados sugerem possibilidade de
menores riscos agrícolas nesses anos, particularmente em se
tratando de culturas de ciclo curto, localizadas em baixios.

Nos anos considerados "otimistas", os exceden

tes hídricos verificados em média, no trimestre mais chuvoso, são bastante elevados, especialmente no litoral Este e na área montanhosa a sul-sudoeste do Estado (valores superiores a 400 mm, atingindo menos 600 mm ou mais). Mais da metade da área do Estado tem excedentes hídricos estimados em mais de 200 mm. Em apenas dois núcleos (Pixore de Baixo e São Tomé - São Paulo do Potengi) verificaram-se excedentes nulos. A Carta 14 revela que, em média, praticamente não ocorre deficiência hídrica no trimestre mais chuvoso dos anos "otimistas". Os pequenos valores positivos encontrados, iguais ou inferiores a 5 mm, podem ser perfeitamente negligenciados.

Como era de se esperar, portanto, os anos "otimistas" apresentam as melhores características hídricas, em termos de balanço médio, para as atividades agrícolas, menos na área central e no litoral norte do Estado.

6.3.2 - Semestre mais chuvoso

As Cartas 15 e 16 permitem visualizar as médias dos totais semestrais dos excedentes e deficiências hídricas estimados, para os anos "pessimistas". A Carta 15 é idêntica à 09, dispensando comentários. As deficiências do semestre mais chuvoso (Carta 16) são valores relativamente bem mais elevados do que os trimestrais. De fato, na quase totalidade do Estado observa-se a ocorrência de deficiências hídricas superiores a 400 mm; as exceções situam-se no litoral este e na região serrana a sul-sudoeste, bem como, em pequenos núcleos, junto à fronteira do estado da Paraíba. A deficiência

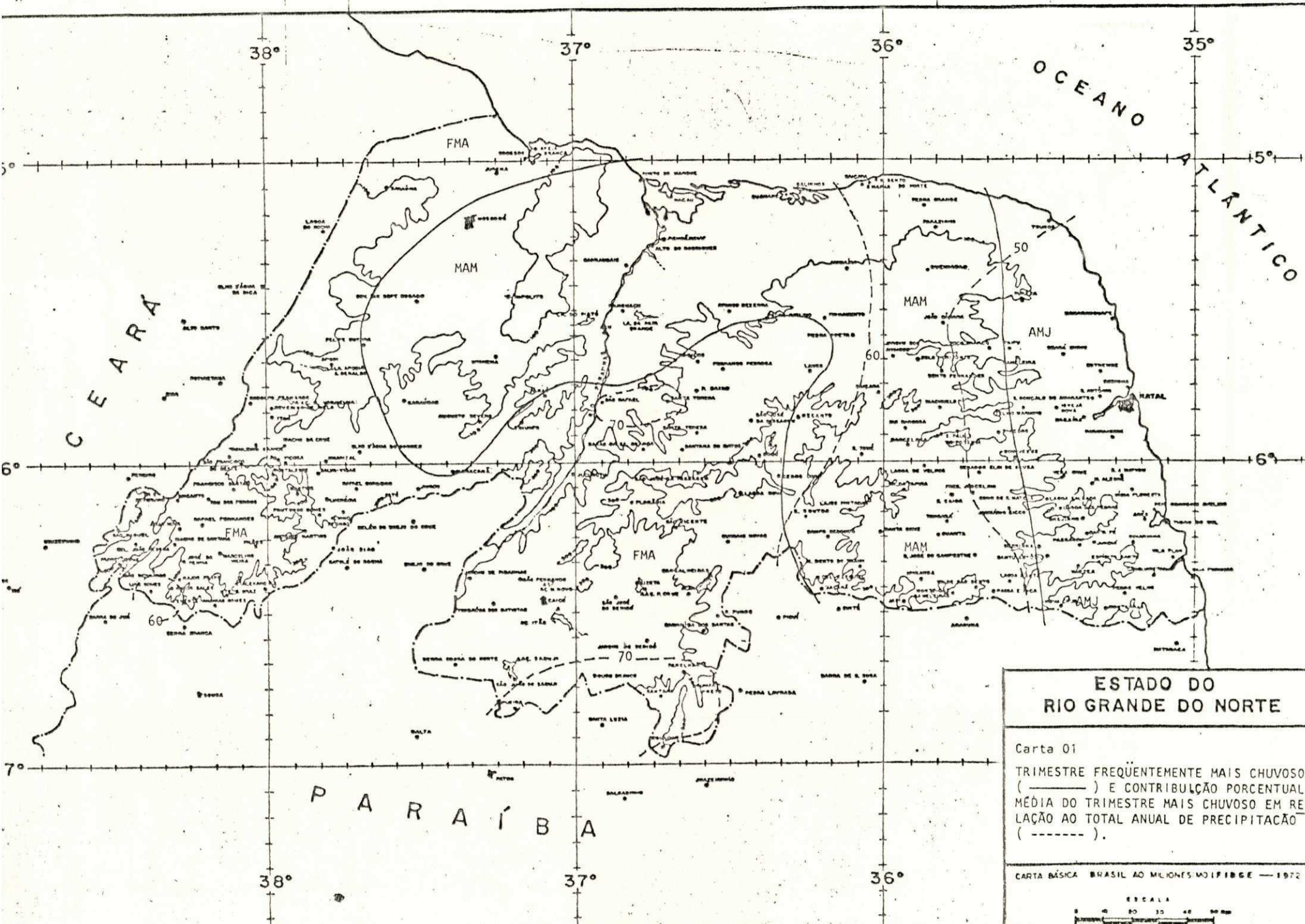
é sempre superior a 50 mm, exceto na Capital. Da análise da carta 16 depreende-se que a sobrevivência de culturas permanentes não xerófilas em anos considerados pessimistas é muito difícil, particularmente na área central e litoral norte do Estado.

As configurações praticamente análogas das cartas 11 e 17 - que mostram, respectivamente, os excedentes hídricos estimados para o trimestre e semestre mais chuvosos - apenas confirmam que, de um modo geral, a estação chuvosa se concentra num período de três (03) meses. As pequenas discrepâncias no traçado das isolinhas, nessas cartas, advêm de diferenças normalmente inferiores a 50 mm.

Devido à chuva concentrar-se geralmente em três meses, surgem valores altos de deficiências hídricas médias no semestre mais chuvoso em relação ao semestre. Conforme se verifica na Carta 18, a deficiência hídrica no trimestre mais chuvoso nos anos "normais" é superior a 200 mm numa considerável área do Estado; valores inferiores a 50 mm são apenas observados no litoral este e nas Serras dos Martins, Camará e Luiz Gomes, como habitualmente.

Configurações semelhantes, no que concerne às deficiências hídricas do trimestre e semestre mais chuvosos - para o caso dos anos "otimistas" - são perceptíveis também nas Cartas 19 e 13. A análise da Carta 19 é idêntica, portanto à da Carta 13, confirmando-se, também em média, a concentração do período chuvoso em praticamente três meses, mesmo na situação pluviométrica mais favorável (anos "otimistas").

No tocante às deficiências, a configuração da Carta 20, para o semestre mais chuvoso dos anos "otimistas", revela valores bem mais altos que os obtidos para o trimestre, na mesma situação, como era esperado, face à concentração já apontada. Esse caso, porém, representa as condições mais favoráveis às culturas permanentes e à vegetação natural, haja vista que a estimativa das deficiências hídricas em geral não ultrapassam 100 mm, tornando-se mesmo nula nas áreas tradicionalmente mais chuvosas (litoral este e zona das serras a sul-sudoeste).



OCEANO ATLÂNTICO

C E A R A

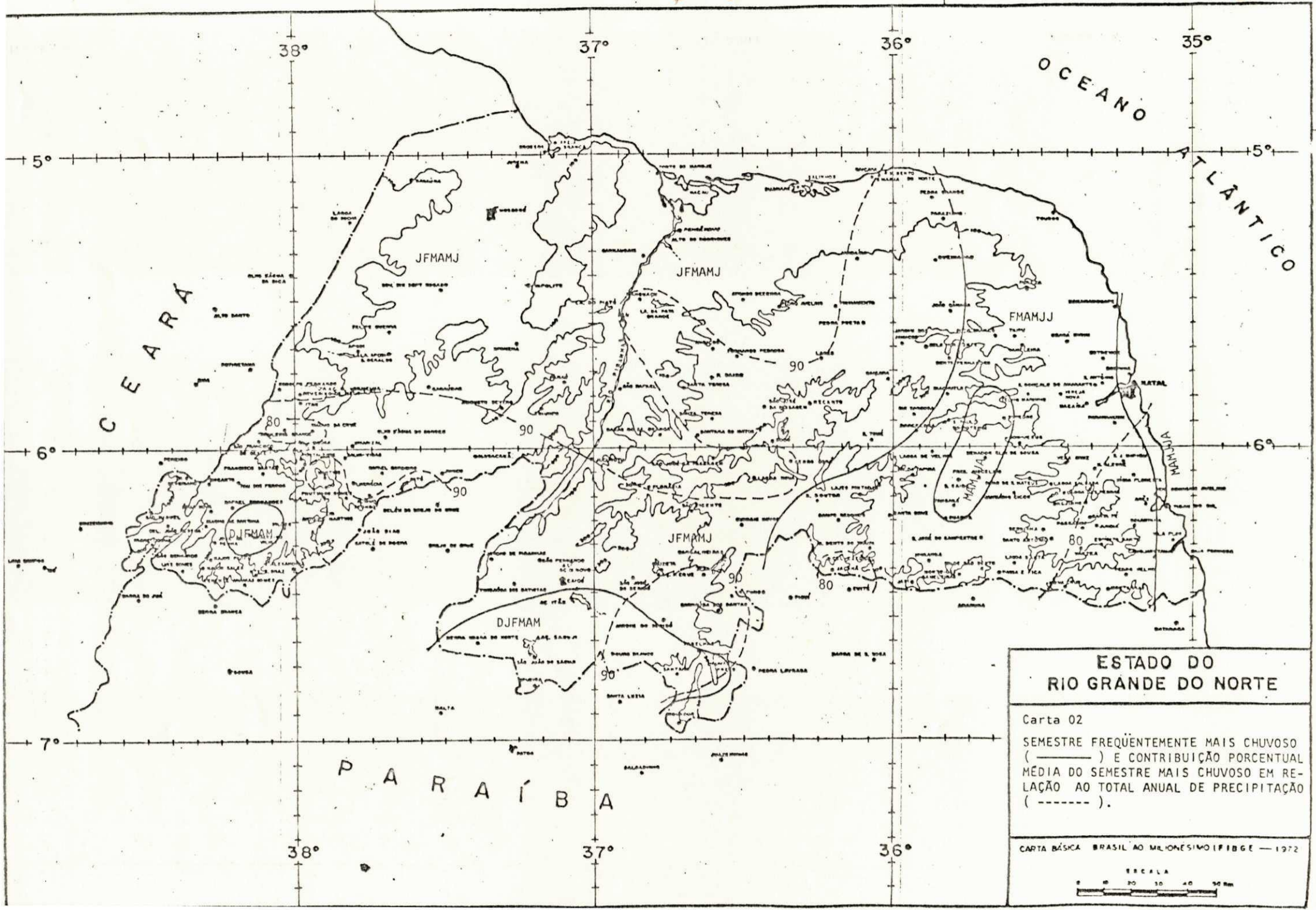
P A R A Í B A

ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE

Carta 01
 TRIMESTRE FREQUENTEMENTE MAIS CHUVOSO (———) E CONTRIBUIÇÃO PORCENTUAL MÉDIA DO TRIMESTRE MAIS CHUVOSO EM RELAÇÃO AO TOTAL ANUAL DE PRECIPITAÇÃO (- - - - -).

CARTA BÁSICA BRASIL AO MILHÕES M.O.F.I.B.G.E. — 1972





ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE

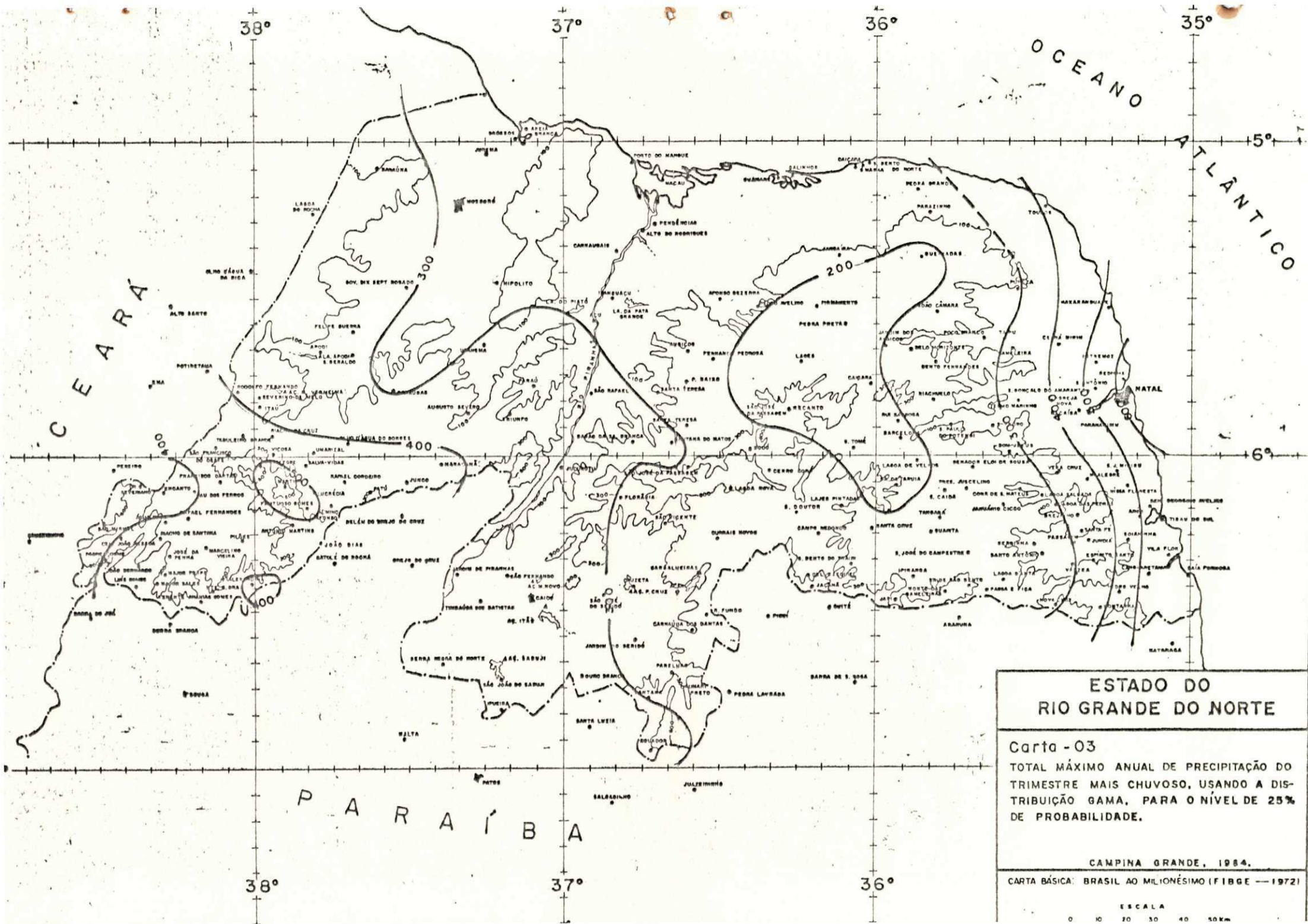
Carta 02

SEMESTRE FREQUENTEMENTE MAIS CHUVOSO (———) E CONTRIBUIÇÃO PORCENTUAL MÉDIA DO SEMESTRE MAIS CHUVOSO EM RELAÇÃO AO TOTAL ANUAL DE PRECIPITAÇÃO (- - - - -).

CARTA BÁSICA BRASIL AO MILIONÉSIMO (IBGE — 1972)

ESCALA

0 20 40 60 80 Km



OCEANO ATLÂNTICO

C E A R A

P A R A Í B A

ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE

Carta - 03

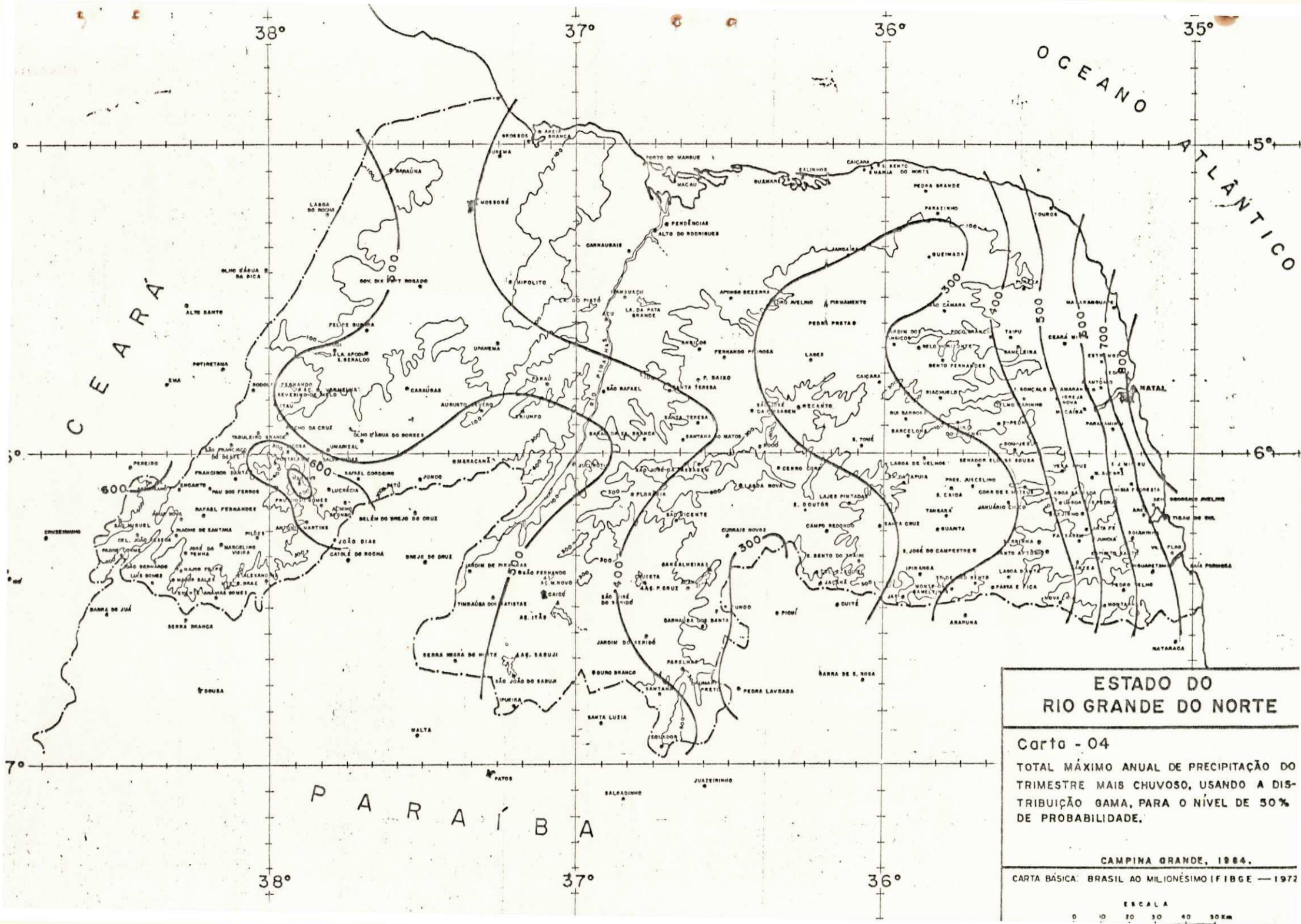
TOTAL MÁXIMO ANUAL DE PRECIPITAÇÃO DO TRIMESTRE MAIS CHUVOSO, USANDO A DISTRIBUIÇÃO GAMA, PARA O NÍVEL DE 25% DE PROBABILIDADE.

CAMPINA GRANDE, 1984.

CARTA BÁSICA: BRASIL AO MILIONÉSIMO (FIBGE — 1972)

ESCALA

0 10 20 30 40 50 Km



ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE

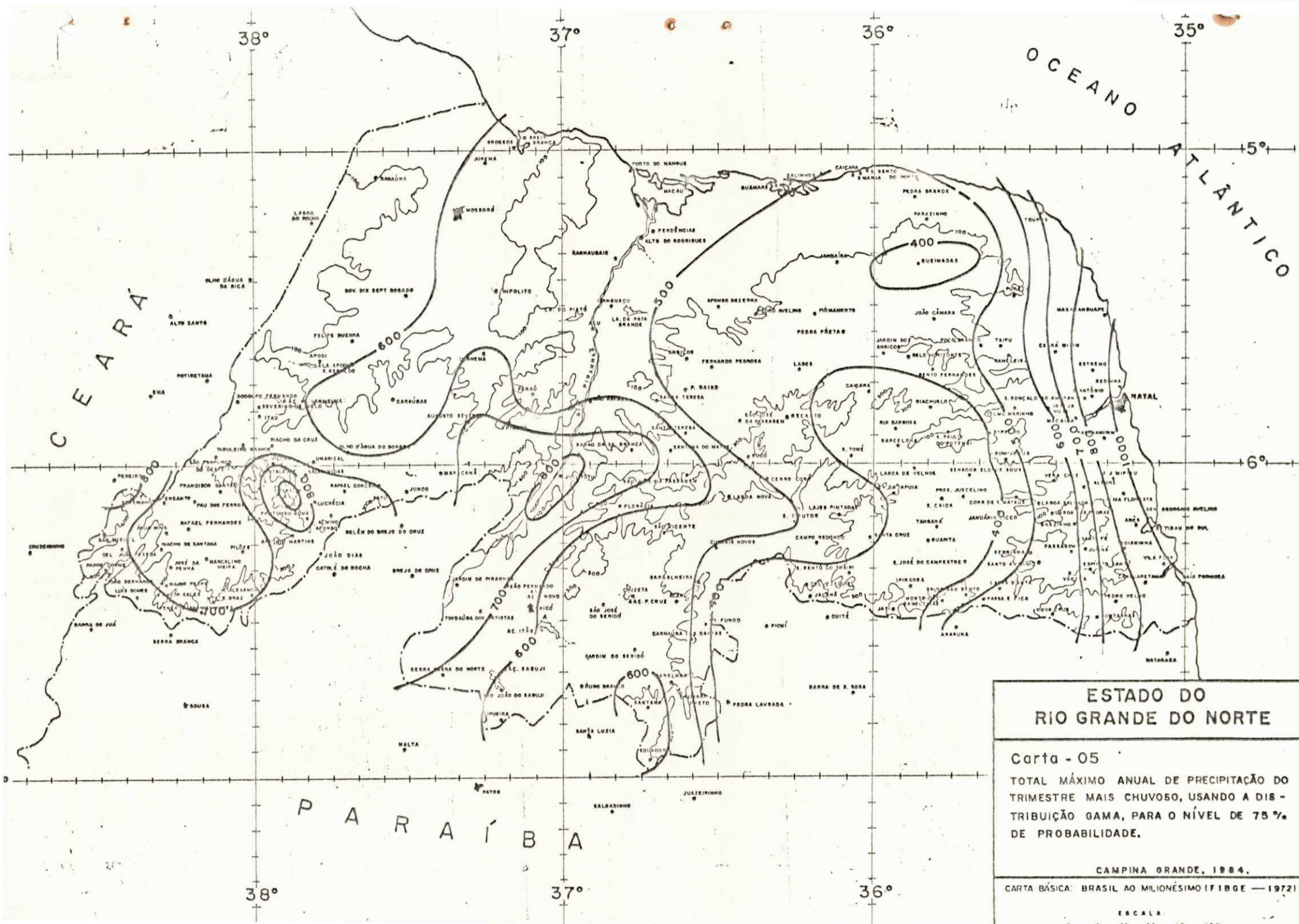
Carta - 04

TOTAL MÁXIMO ANUAL DE PRECIPITAÇÃO DO TRIMESTRE MAIS CHUVOSO, USANDO A DISTRIBUIÇÃO GAMA, PARA O NÍVEL DE 50% DE PROBABILIDADE.

CAMPINA GRANDE, 1984.

CARTA BÁSICA: BRASIL AO MILIONÉSIMO (FIBGE — 1972)

ESCALA
0 10 20 30 40 50 Km



OCEANO ATLÂNTICO

C E A R A

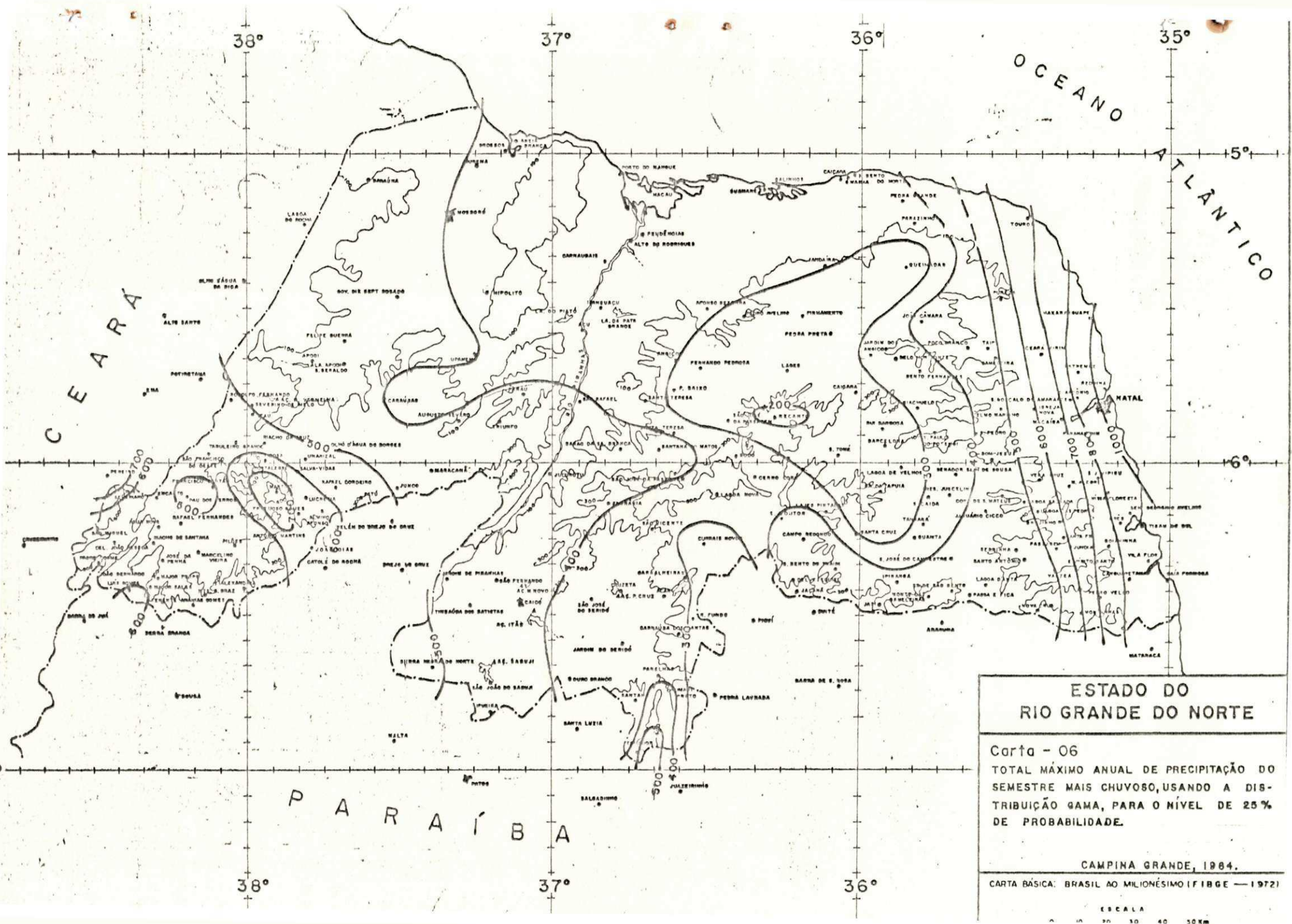
P A R A Í B A

ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE

Carta - 05
 TOTAL MÁXIMO ANUAL DE PRECIPITAÇÃO DO TRIMESTRE MAIS CHUVOSO, USANDO A DISTRIBUIÇÃO GAMA, PARA O NÍVEL DE 75% DE PROBABILIDADE.

CAMPINA GRANDE, 1984.
 CARTA BÁSICA: BRASIL AO MILIONÉSIMO (FIBGE — 1972)

ESCALA
 0 10 20 30 40 50 KM



OCEANO ATLÂNTICO

C E A R A

P A R A Í B A

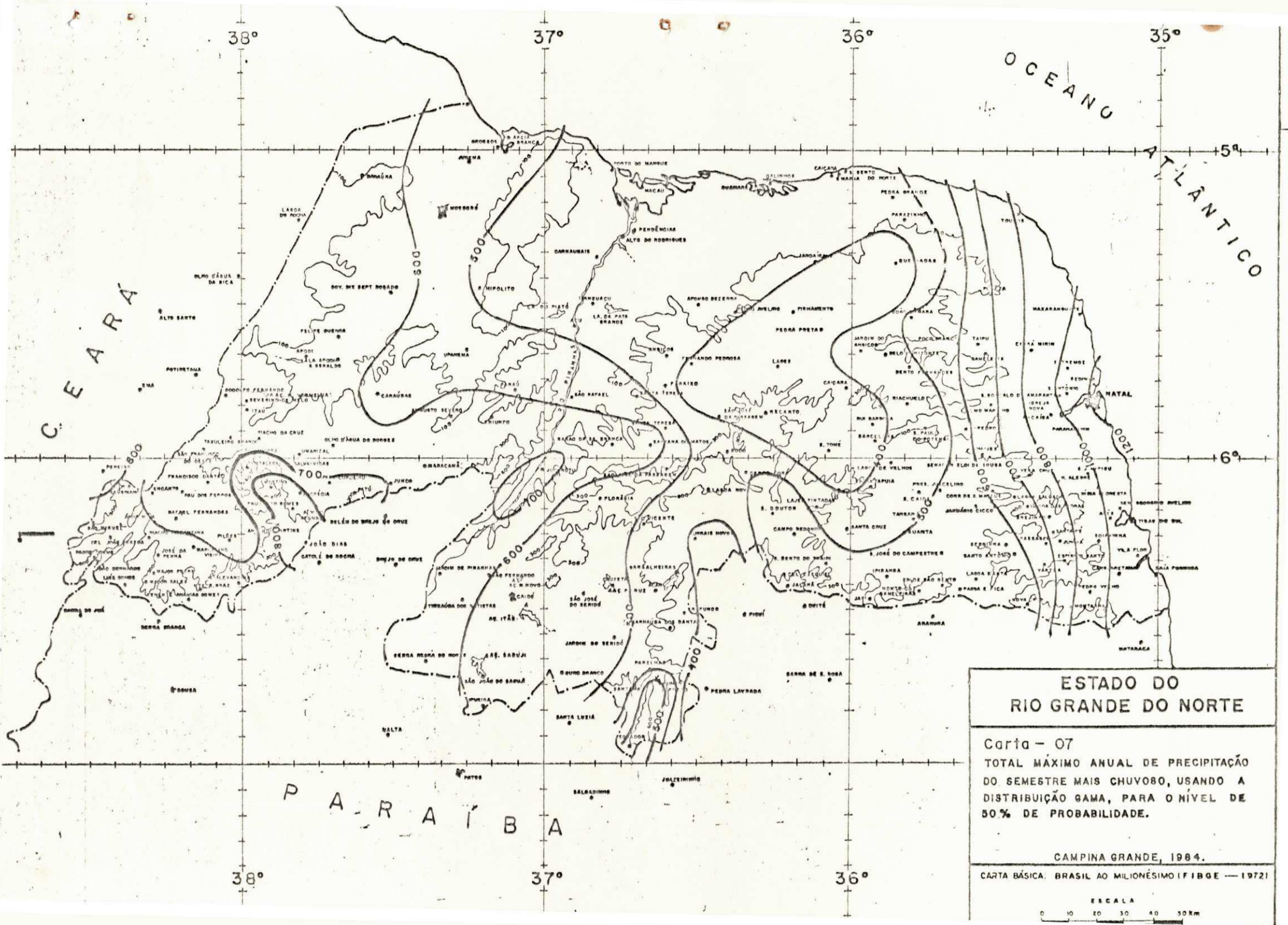
ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE

Carta - 06
 TOTAL MÁXIMO ANUAL DE PRECIPITAÇÃO DO SEMESTRE MAIS CHUVOSO, USANDO A DISTRIBUIÇÃO GAMA, PARA O NÍVEL DE 25% DE PROBABILIDADE.

CAMPINA GRANDE, 1984.

CARTA BÁSICA: BRASIL AO MILIONÉSIMO (FIBGE - 1972)

ESCALA
 0 20 40 60 Km



ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE

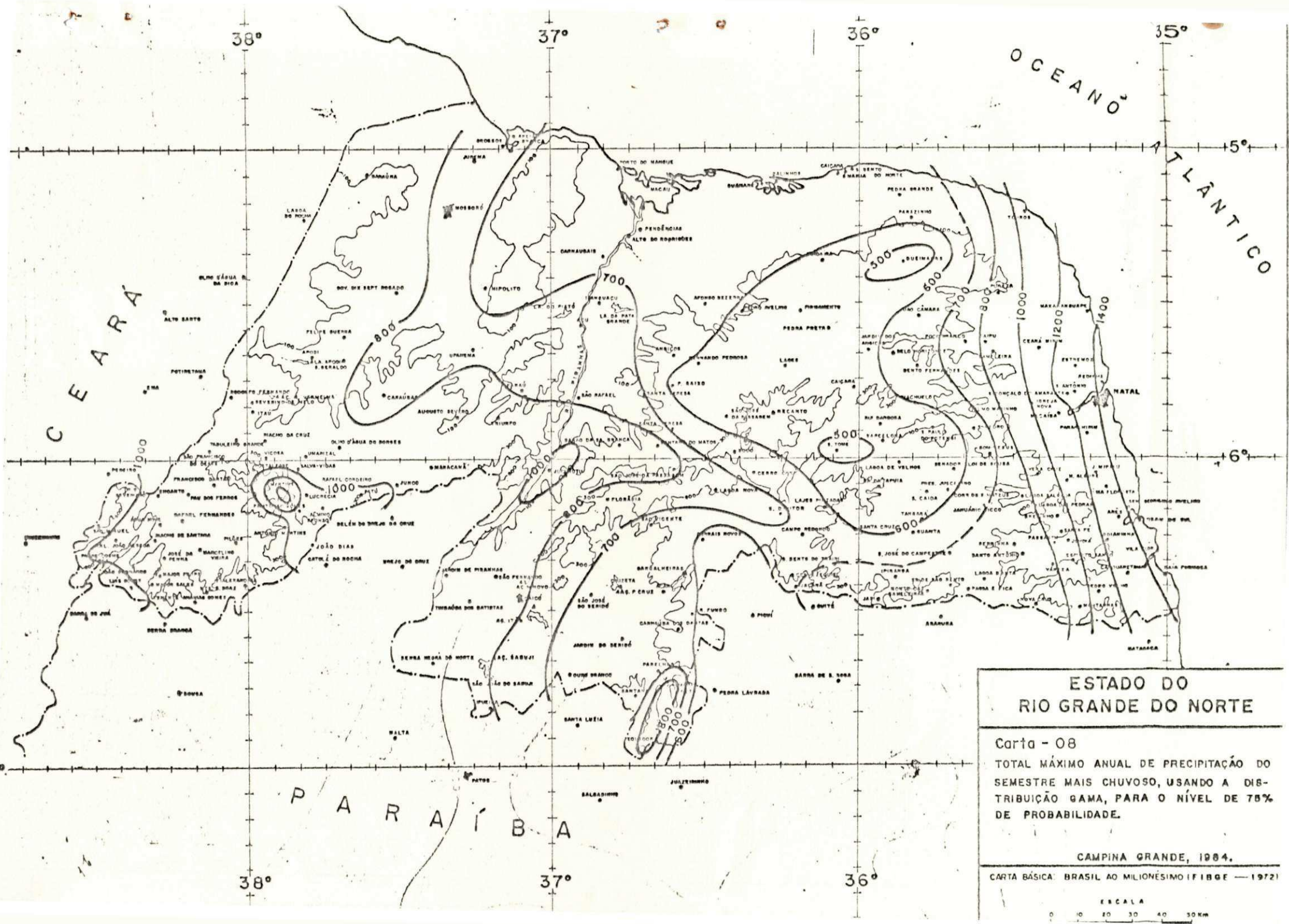
Carta - 07
 TOTAL MÁXIMO ANUAL DE PRECIPITAÇÃO DO SEMESTRE MAIS CHUVOSO, USANDO A DISTRIBUIÇÃO GAMA, PARA O NÍVEL DE 50% DE PROBABILIDADE.

CAMPINA GRANDE, 1984.

CARTA BÁSICA. BRASIL AO MILIONÉSIMO (FIBGE — 1972)

ESCALA

0 10 20 30 40 50 Km

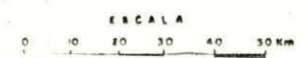


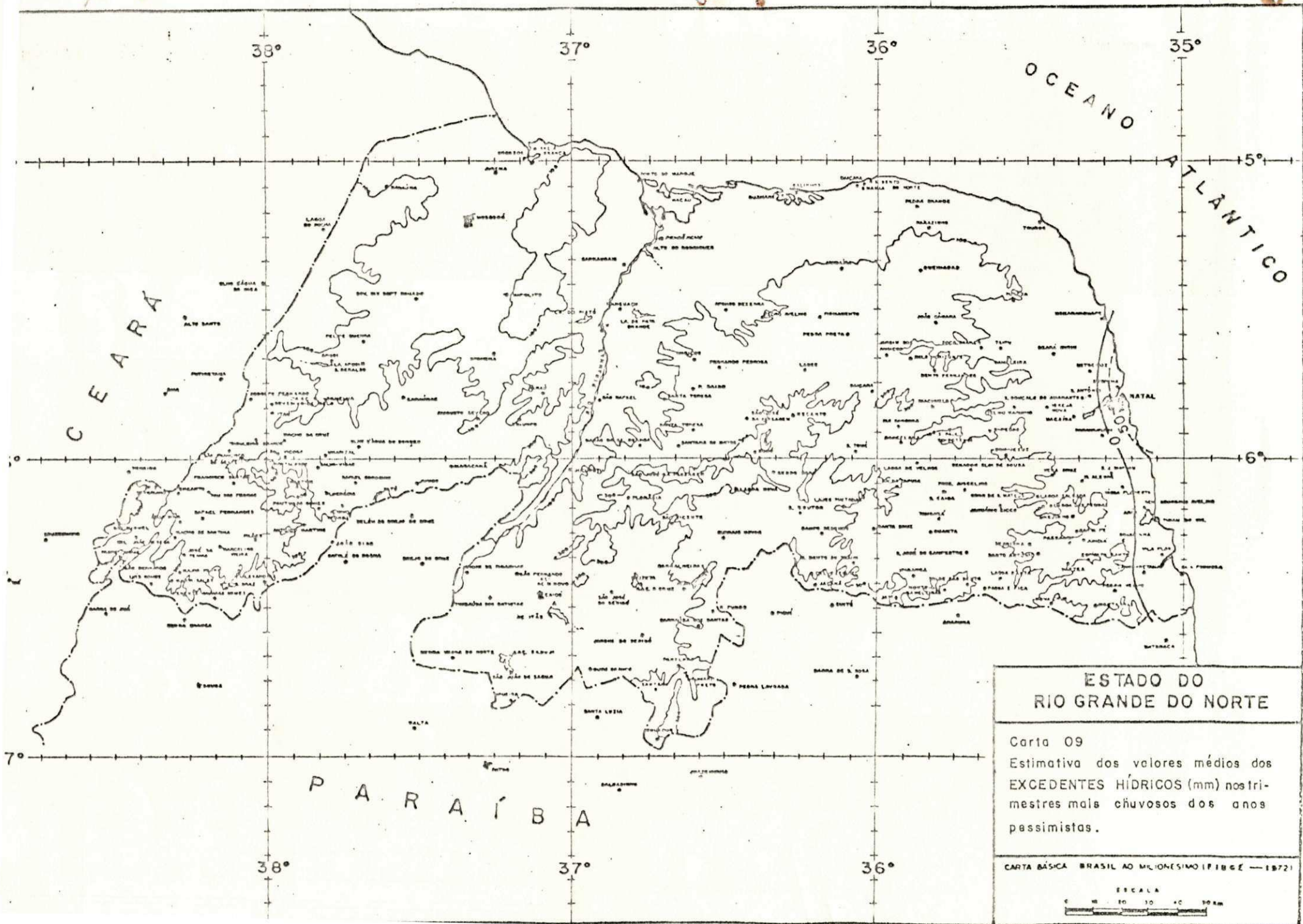
ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE

Carta - 08
 TOTAL MÁXIMO ANUAL DE PRECIPITAÇÃO DO SEMESTRE MAIS CHUVOSO, USANDO A DISTRIBUIÇÃO GAMA, PARA O NÍVEL DE 75% DE PROBABILIDADE.

CAMPINA GRANDE, 1984.

CARTA BÁSICA: BRASIL AO MILIONÉSIMO (IBGE - 1972)



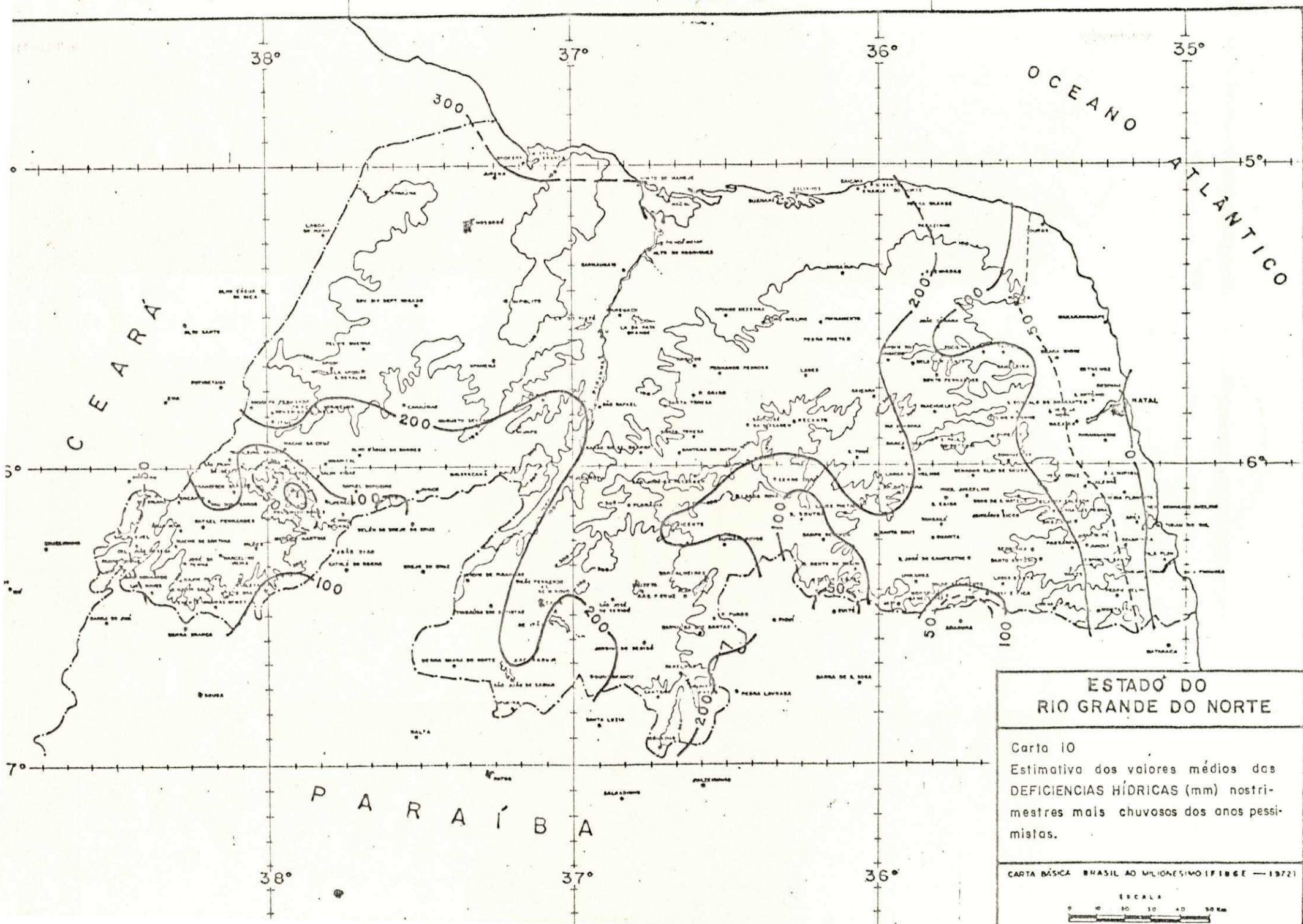


ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE

Carta 09
 Estimativa dos valores médios dos EXCEDENTES HÍDRICOS (mm) nostrimestres mais chuvosos dos anos pessimistas.

CARTA BÁSICA BRASIL AO MILIONÉSIMO (IBGE — 1972)

ESCALA
 0 10 20 30 40 50 KM

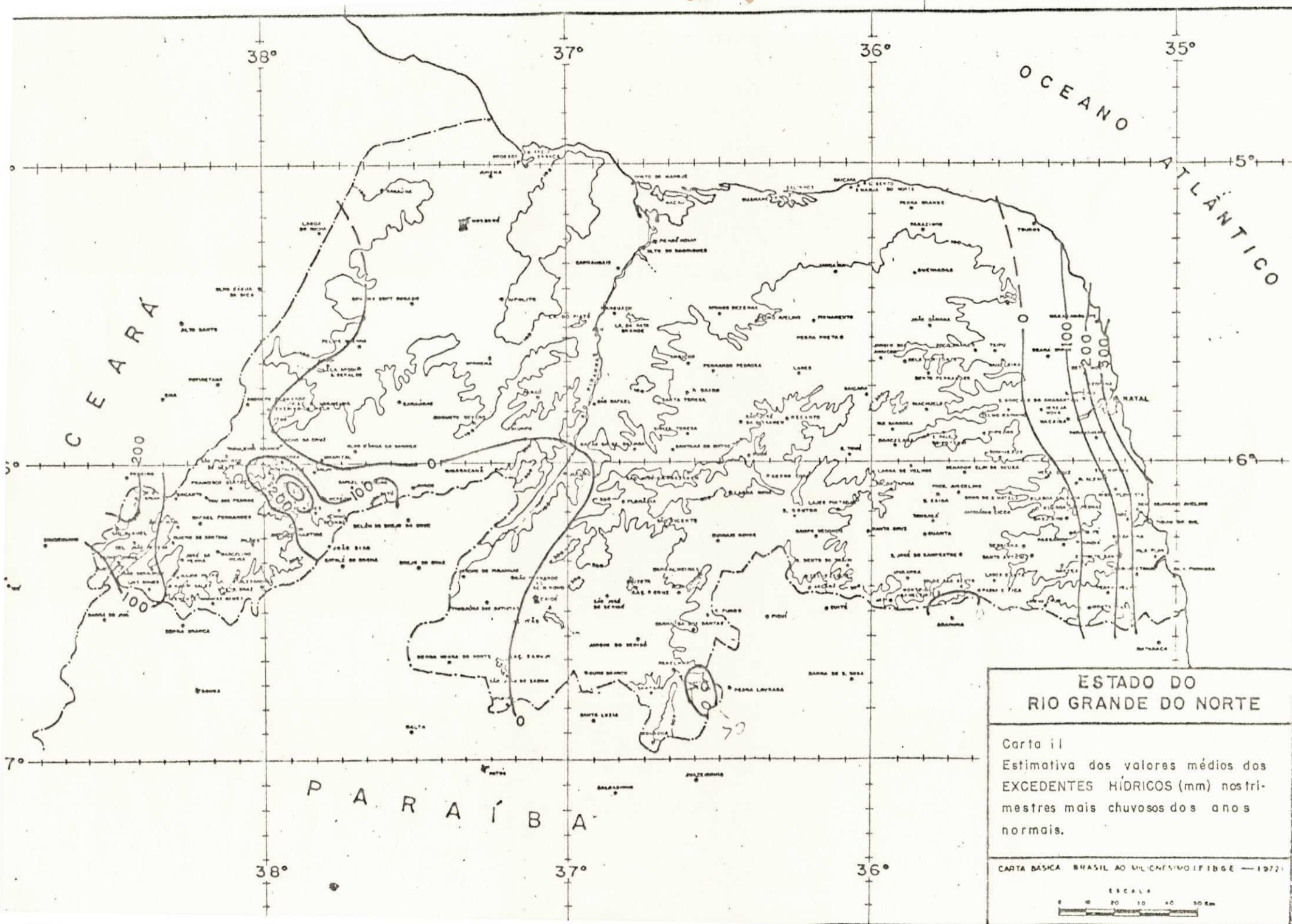


ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE

Carta 10
 Estimativa dos valores médios das DEFICIÊNCIAS HÍDRICAS (mm) nostri-mestres mais chuvosos dos anos pessimistas.

CARTA BÁSICA BRASIL AO MILIONÉSIMO (FIBGE — 1972)



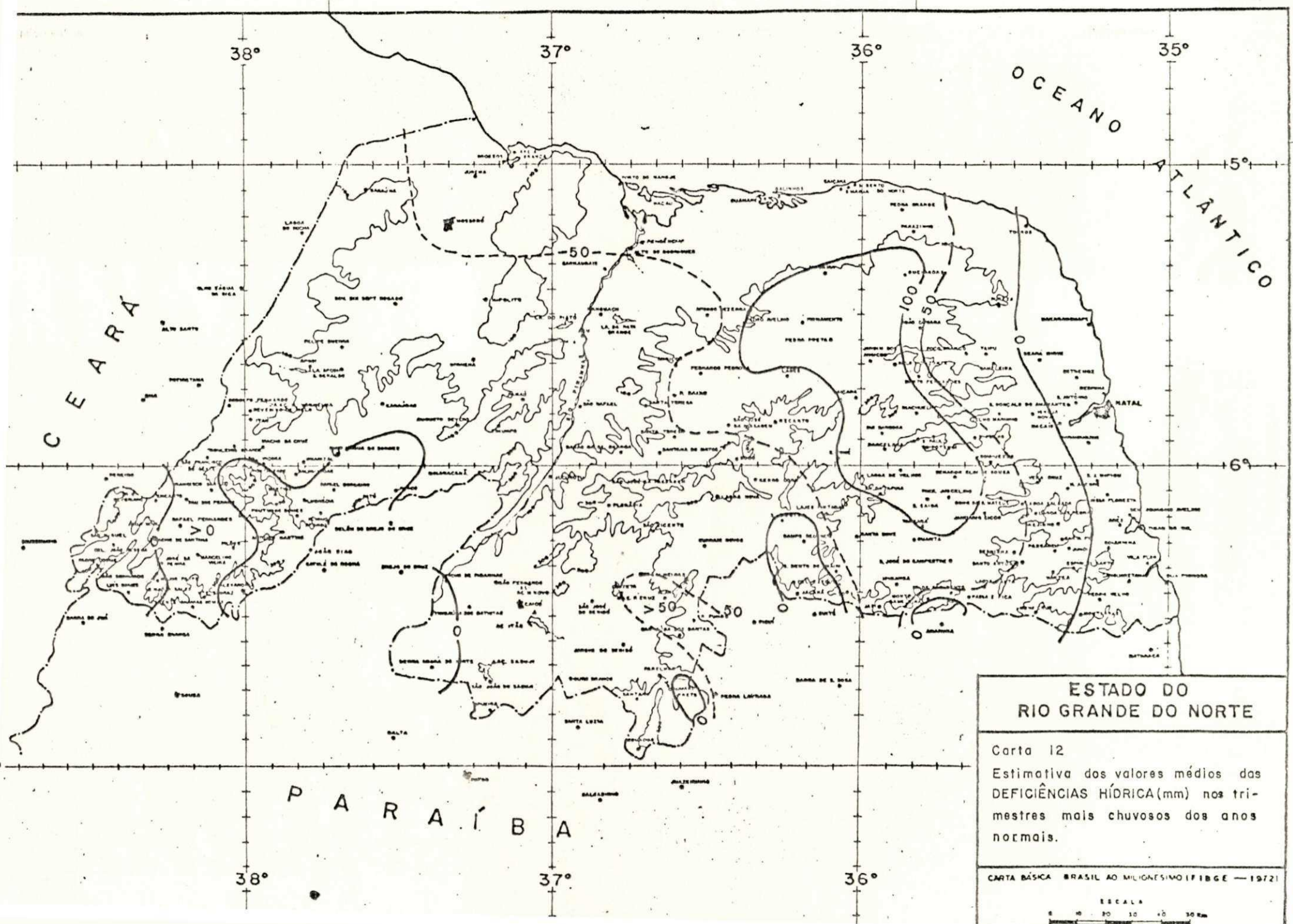


ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE

Carta II
 Estimativa dos valores médios dos
 EXCEDENTES HÍDRICOS (mm) nos tri-
 mestres mais chuvosos dos anos
 normais.

CARTA BÁSICA BRASIL AO MILHÉSIMO IBGE — 1972



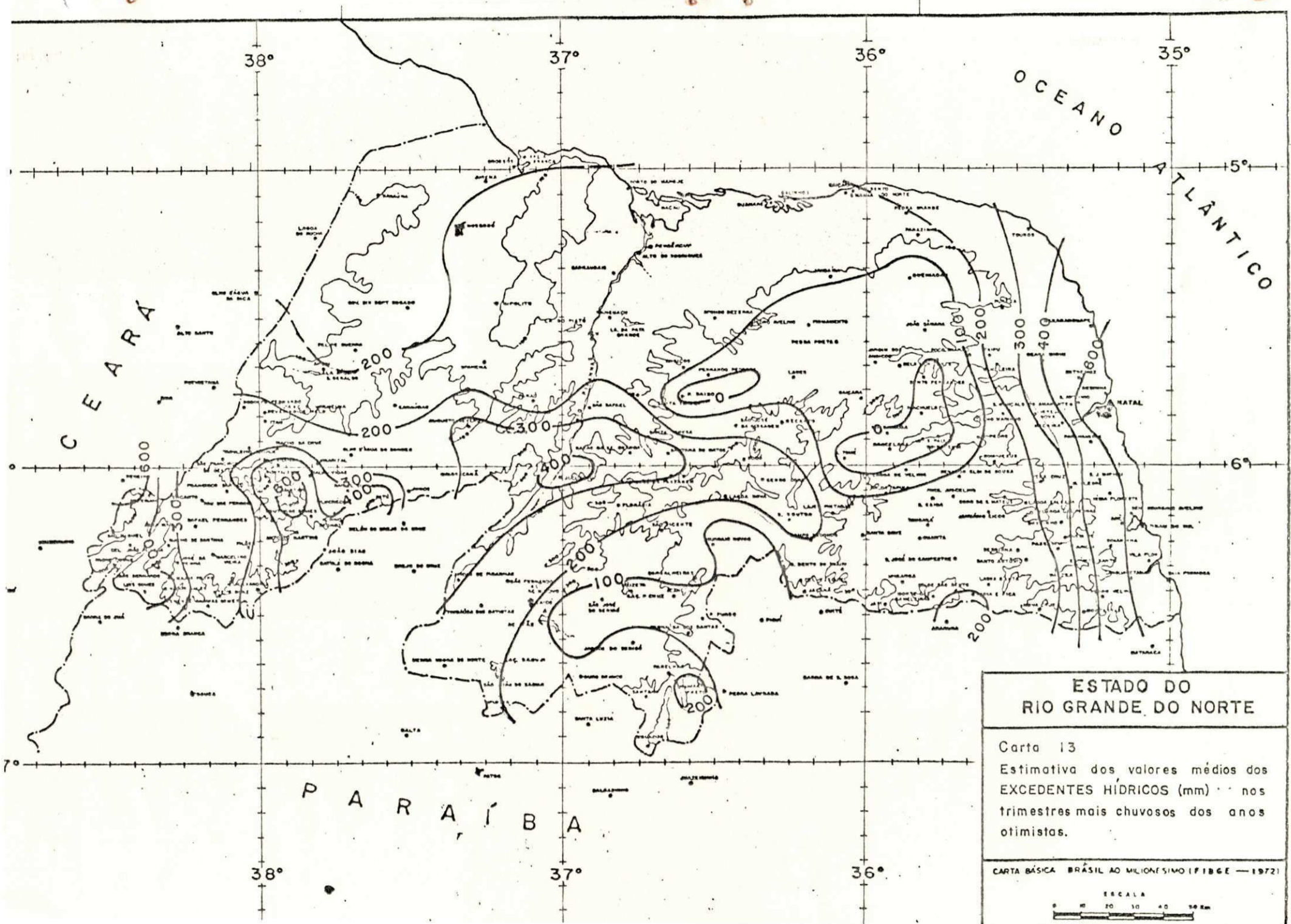


ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE

Carta 12
 Estimativa dos valores médios das DEFICIÊNCIAS HÍDRICA (mm) nos trimestres mais chuvosos dos anos normais.

CARTA BÁSICA BRASIL AO MILIONESIMO (1:100,000) — 1972

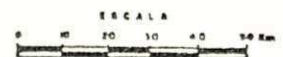


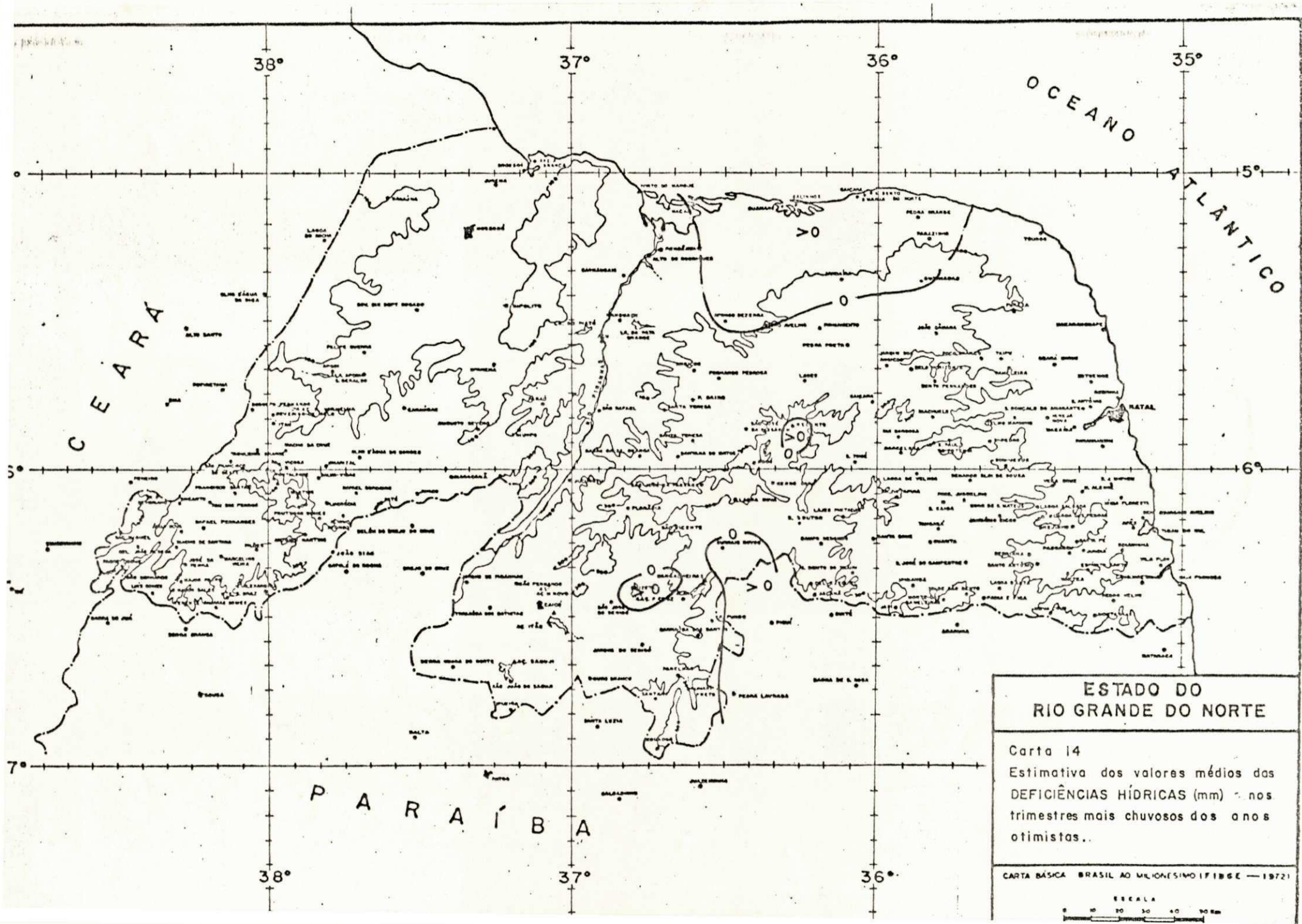


ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE

Carta 13
 Estimativa dos valores médios dos EXCEDENTES HÍDRICOS (mm) nos trimestres mais chuvosos dos anos otimistas.

CARTA BÁSICA BRASIL AO MILIONÉSIMO (IBGE — 1972)





OCEANO ATLÂNTICO

C E A R A

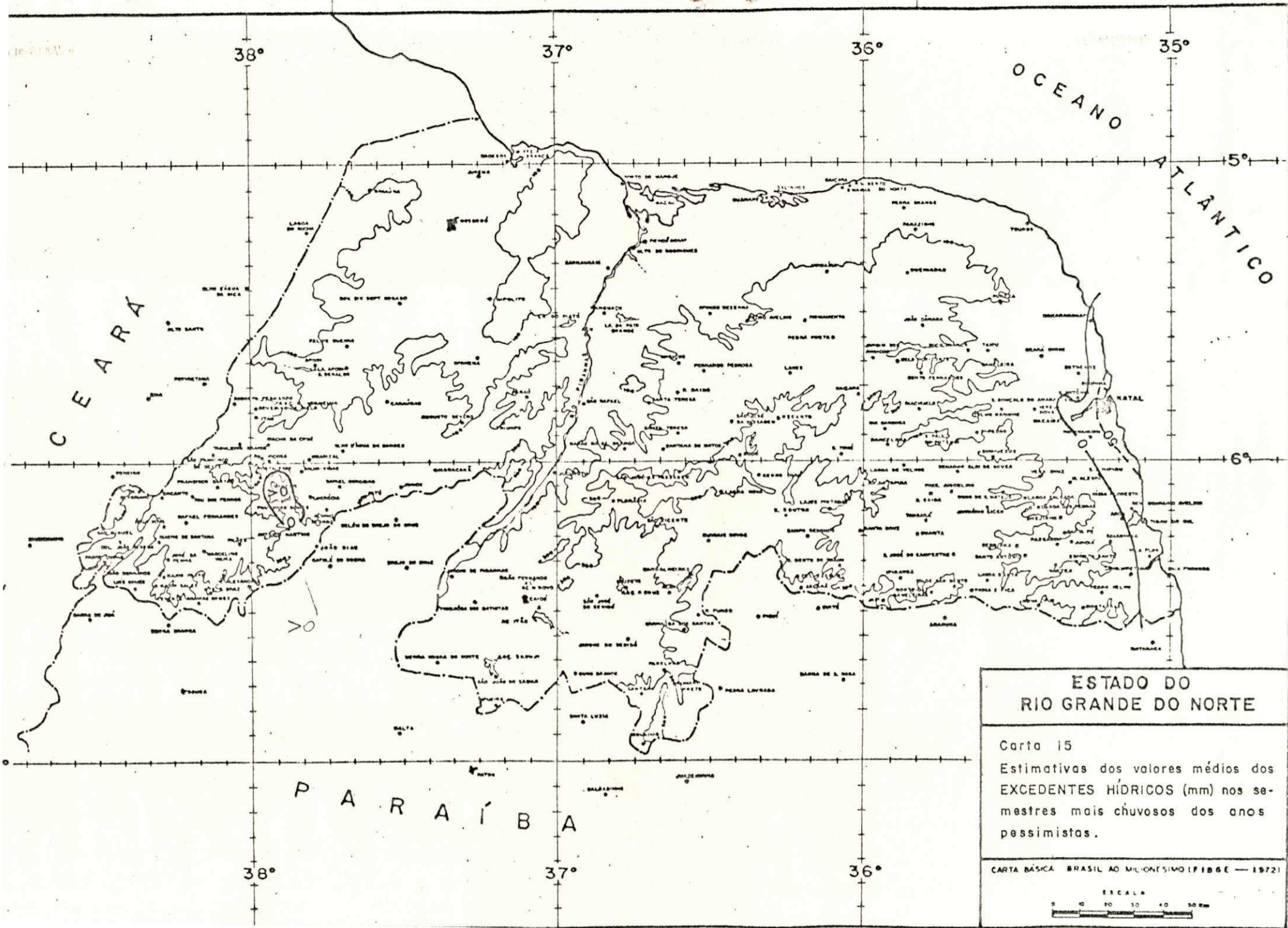
P A R A Í B A

ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE

Carta 14
 Estimativa dos valores médios das DEFICIÊNCIAS HÍDRICAS (mm) nos trimestres mais chuvosos dos anos otimistas..

CARTA BÁSICA BRASIL AO MILIONÉSIMO I F I N G E — 1972 I

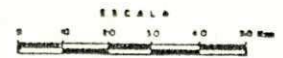
ESCALA
 0 10 20 30 40 50 Km

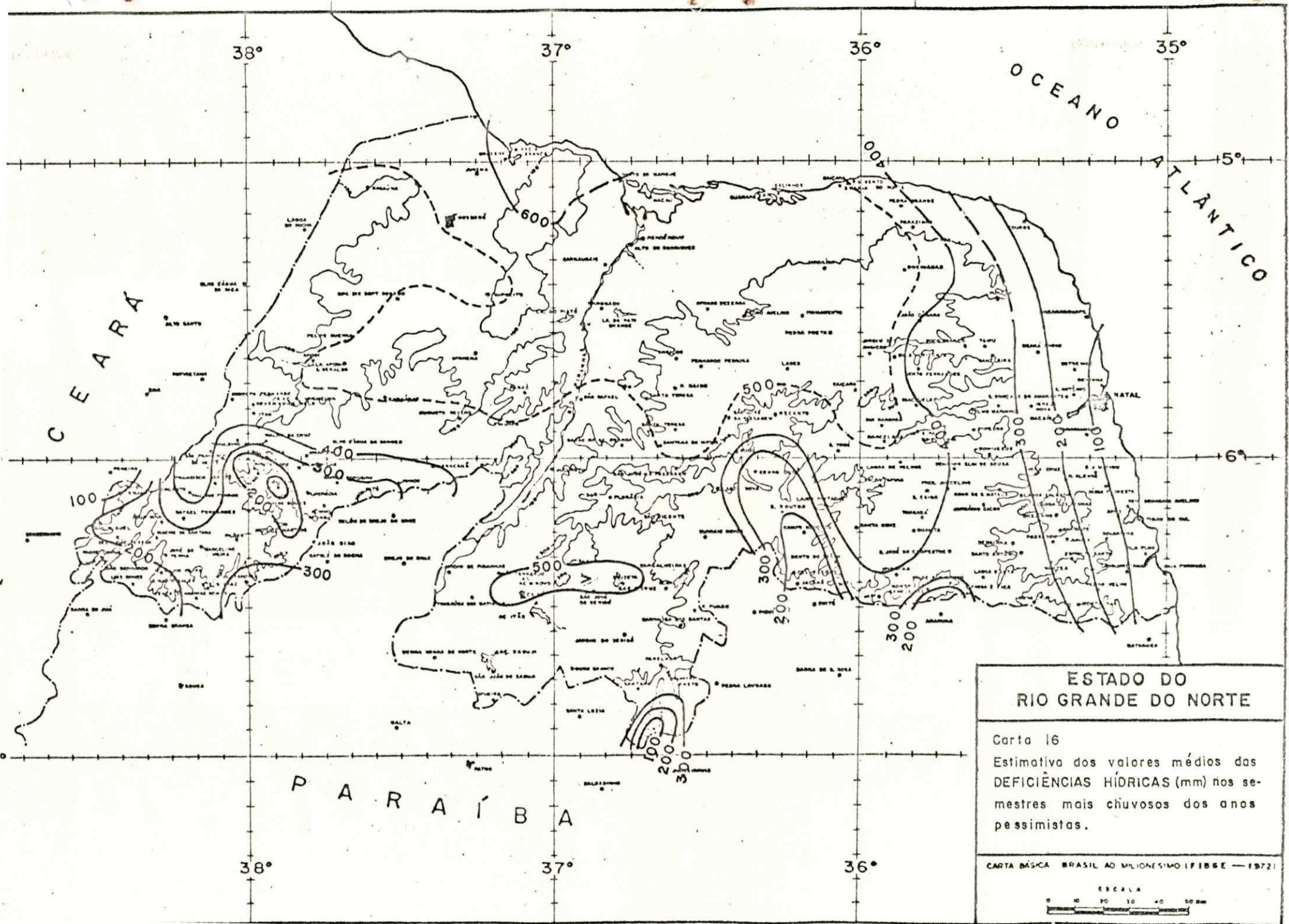


ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE

Carta 15
 Estimativas dos valores médios dos EXCEDENTES HÍDRICOS (mm) nos semestres mais chuvosos dos anos pessimistas.

CARTA BÁSICA BRASIL AO MILIONÉSIMO (1:600 000) — 1972

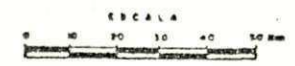


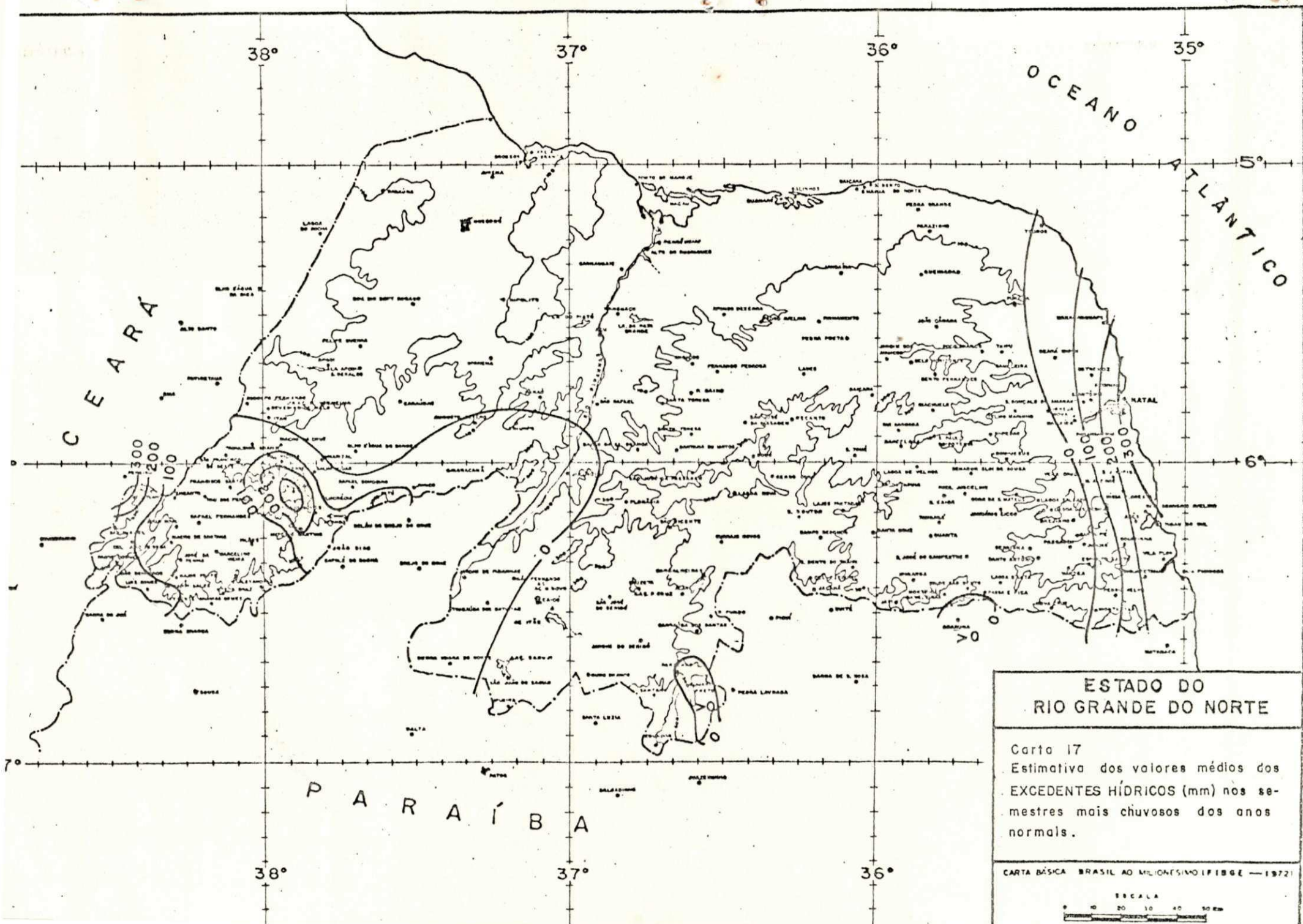


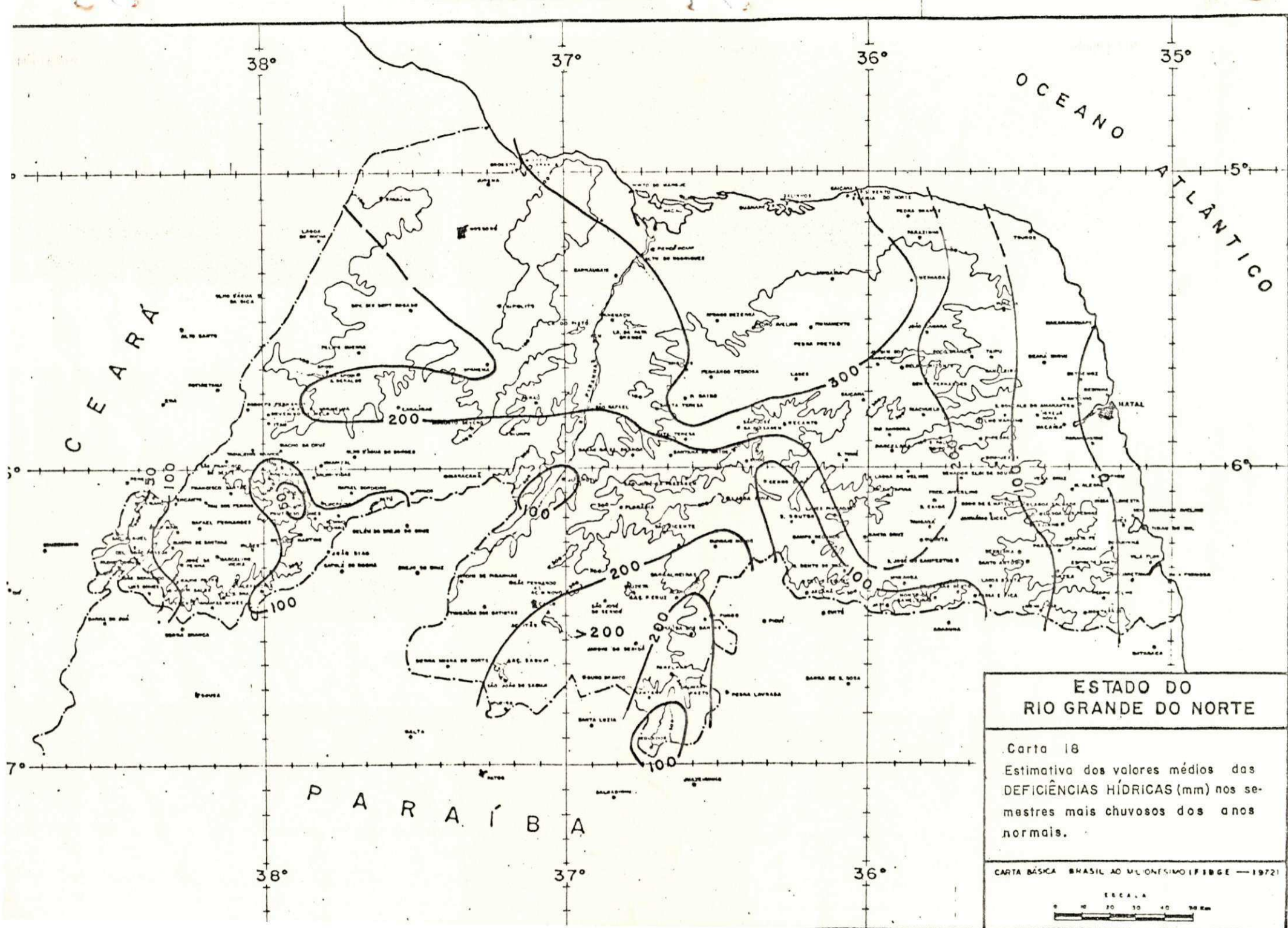
ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE

Carta 16
 Estimativa dos valores médios das DEFICIÊNCIAS HÍDRICAS (mm) nos semestres mais chuvosos dos anos pessimistas.

CARTA BÁSICA BRASIL AO MILIONÉSIMO (IBGE - 1972)



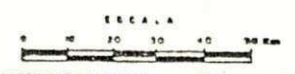


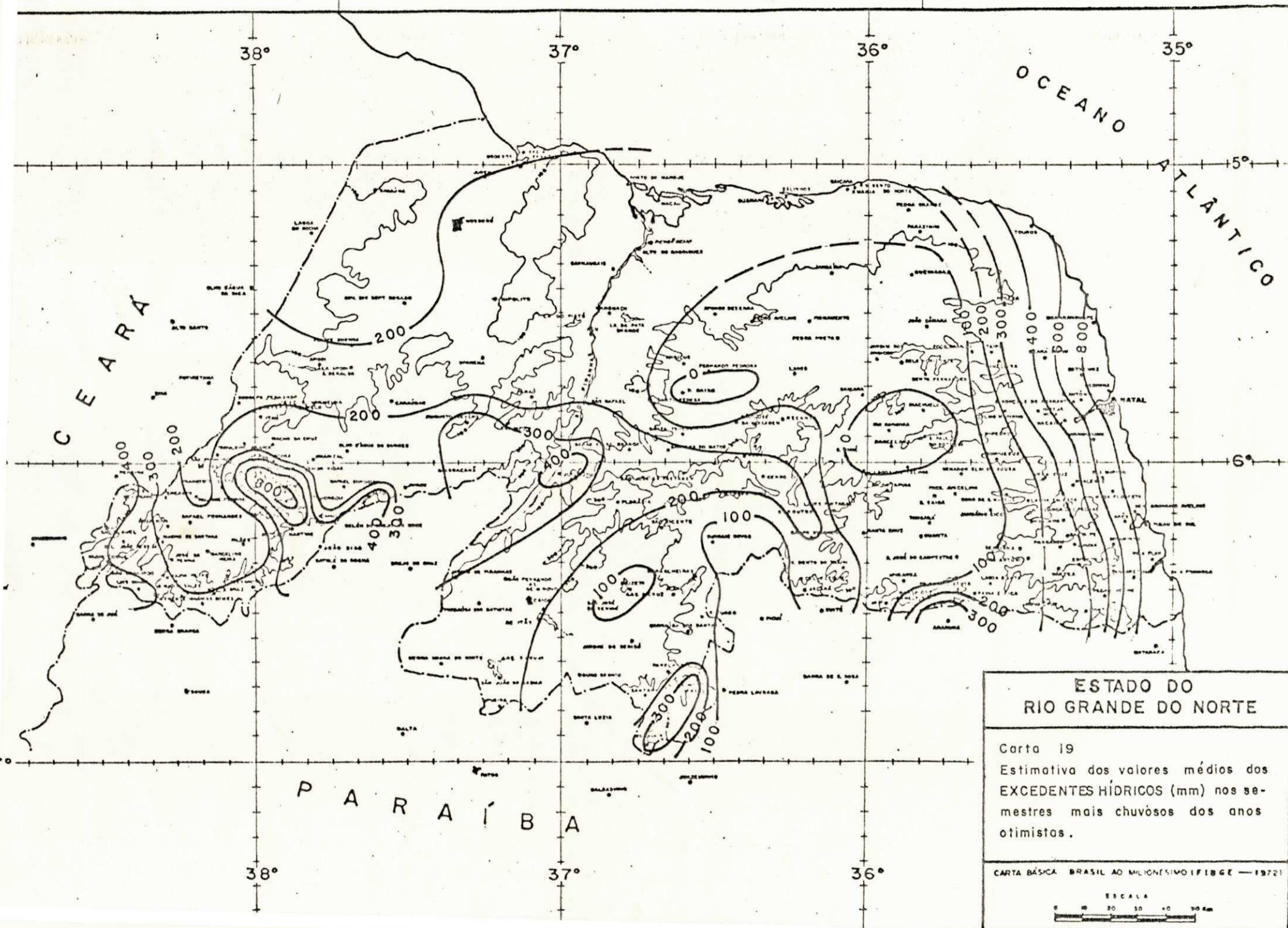


ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE

Carta 18
 Estimativa dos valores médios das DEFICIÊNCIAS HÍDRICAS (mm) nos semestres mais chuvosos dos anos normais.

CARTA BÁSICA BRASIL AO MILIONSIMO (FIBGE — 1972)





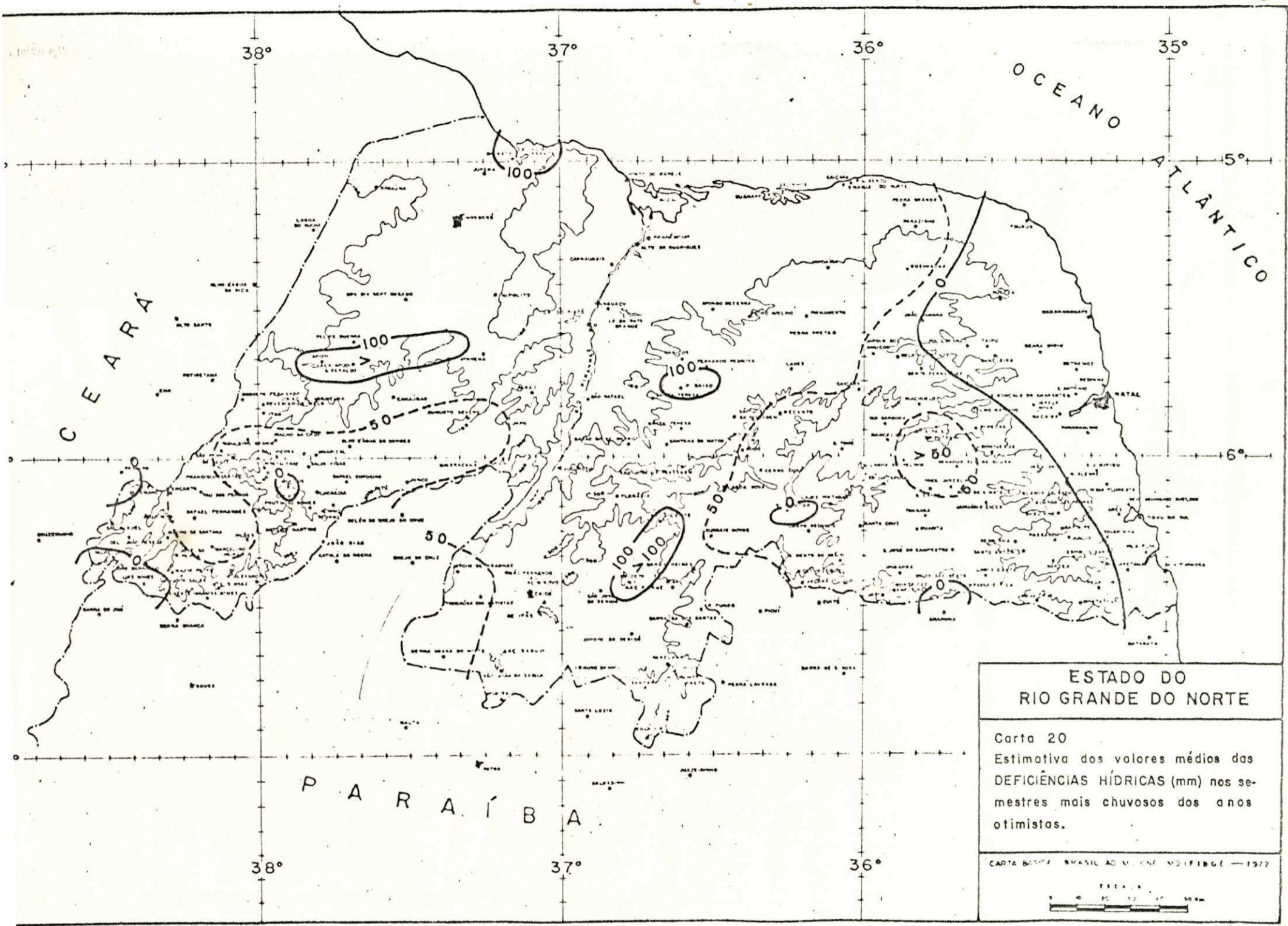
ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE

Carta 19
 Estimativa dos valores médios dos EXCEDENTES HÍDRICOS (mm) nos semestres mais chuvosos dos anos otimistas.

CARTA BÁSICA BRASIL AO MILHONESIMO (FIBGE — 1972)

ESCALA

0 10 20 30 40 50 Km



ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE

Carta 20
 Estimativa dos valores médios das DEFICIÊNCIAS HÍDRICAS (mm) nos se- mestres mais chuvosos dos anos otimistas.

CARTA BASE: BRASIL AO V. ONE: MOITFIDGE — 1972



7. CONCLUSÕES E SUGESTÕES

Os estudos efetuados para a realização deste trabalho permitem concluir, para o Estado do Rio Grande do Norte, que:

1. com base no teste de Kolmogorov-Smirnov, a distribuição gama mostrou-se um modelo conveniente para representar a distribuição dos totais de precipitação em trimestres e semestres mais chuvosos, na área e período estudados;

2. os critérios discriminantes propostos, embora preliminares, possibilitam melhor avaliação dos riscos envolvidos na produção agrícola em função da pluviosidade, que o obtido pelo simples uso de médias;

3. em um dentre cada quatro anos pode-se esperar, no trimestre mais favorável a agricultura, totais pluviométricos inferiores a 300 mm, em cerca de 60% da área (e a 400 mm, em cerca de 80%);

4. na zona mais seca do Estado (que se estende entre os meridianos de $35^{\circ}40'WG$ e $36^{\circ}30'WG$, aproximadamente), a precipitação máxima esperada, em 75% dos casos, é inferior a 500 mm, no trimestre mais propício à agricultura;

5. exceto no litoral este, o trimestre mais chuvoso é responsável por 50% a 70% de toda a precipitação (enquanto o semestre mais chuvoso é responsável por 80% ou mais), evidenciando uma forte concentração da chuva em poucos meses

do ano;

6. as estimativas dos excedentes hídricos no se mestre mais chuvoso, praticamente cõincide com os valores anu ais, o que comprova a conclusão anterior;

7. os critérios discriminantes sugeridos não são capazes de identificar riscos advindos da má distribuição da precipitação, quando ocorrem totais pluviométricos eleva dos.

Em resumo, o planejador agrícola e o agricultor devem estar prevenidos quanto aos consideráveis riscos de in sucesso agrícola envolvidos na exploração das culturas tradi cionais em regime de sequeiro, face às freqüentes limitações pluviométricas apontadas.

No sentido de aperfeiçoar a metodologia aqui in troduzida, sugere-se:

1. melhorar os critérios discriminantes, levan do em consideração as exigências hídricas de culturas especí ficas, consideradas de interesse para o Rio Grande do Norte;

2. reorientar a política de incentivo à agricul tura no sentido de favorecer a introdução de culturas adapta das às condições do Estado;

3. estender a metodologia proposta a outras áreas, visando a popularizar o uso de estimativas mais realis tas quanto aos totais de chuva esperados no trimestre e seme tre mais chuvosos.

BIBLIOGRAFIA

- AZEVEDO, D.C. Chuvas do Brasil. Ministério da Agricultura, Instituto Nacional de Meteorologia. Brasília, 1974.
- BRUNET-MORET. Étude de quelques lois estatistique utilisées en hydrologie. Cahiers (ORTOM, PARIS) Vol. VI (3): 03-100, 1969.
- CAMARGO, A. P. Balanço Hídrico no Estado de São Paulo. IAC. Campinas, 1964. (Boletim nº 116).
- . Regiões Climáticas Favoráveis à Seringueira no Brasil. In Cultura da Seringueira. M. Agricultura. DPV. Campinas, 1958.
- . Variabilidade e Limitações Climáticas e Cultura do Milho no Brasil. In: Cultura e Adubação do Milho. Instituto Brasileiro Potasse. São Paulo, 1966.
- . O Clima do Estado de São Paulo e a Cafeicultura. I.A.C. Campinas, 1966. (Boletim 163).
- CHOI, S. C. & WEITE R. Maximum Likelihood Estimation of the Parameters of the Gamma Distribution and Their Bias. Technometrics 11:683-689. 1969.
- COX, D. R. & A. V. LEWIS. The Statistical Analyse of Series of Events. Mathuen E. Co. (Mathuen's Monographs), Londres, 1968.
- ELLIS, J. Análise Estatística da Altura das Chuvas Anuais e Mensais em Manaus. Boletim Técnico, DNMET, 7:1-11. 1972.

- GREENWOOD, J.A. & DURAND, D. Aids for fitting the gamma distribution by maximum likelihood. *Technometrics* 2:55-65. 1960.
- HARGREAVES, G. A. Monthly Precipitation Probabilities for Northeast Brazil. Utah State University, Logan. 1973.
- JACCON, G. As Precipitações Anuais da Região Paraibana-Homogeneização e Análise Regional. Convênio SUDENE/ORSTON. SUDENE, Recife. 1982.
- MASSEY, F. J. The Kolmogorov-Smirnov teste goodness of fit. *Journal of American Association*. 46: 68-78, 1980.
- MEYER, PAUL. L. Probabilidade: Aplicações à estatística. Rio de Janeiro, Livros Técnicos e Científicos, 1981.
- MIELKE, P. W. Convenient Beta Distribution Likelihood Techniques for Describing and Comparing Meteorological Data. *Journal of App. Meteorology*, 14: 985-990, 1975.
- . Simple iterative procedures for two-parameter gamma distribution maximum likelihood estimates. *Journal of App. Meteorology*. 15: 181-183. 1976.
- MOOLEY, D. A. & H.L. GRUTCHER. An Application of the Gamma Distribution Function to Indian Rainfall. Environmental Science Administration, Silver Spring, 1969. (Tech. Report. EDS-5).
- MOSIÑO, P.A. & E. GARCIA. The variability of rainfall in Mexico and its determination by means of the gamma distribution. *Geografiska Annaler* 63A (1-2): 01-10. 1981.
- . & E.G.V. MIRANDA. 1972 Rainfall Anomalies in Mexico and Central America. *Geofísica*. 10-11: 41-46, 1979.
- MOTA, F. S. Meteorologia Agrícola. Livraria Nobel S.A. (4^a Ed.) São Paulo, 1979.

- NIMER, E. Pluviometria e Recursos Hídricos de Pernambuco e Paraíba. FIBGE, Rio de Janeiro, 1979.
- ORTOLANI, A. A, PINTO, H. S. PEREIRA, R. A. ALFONSI, R. R. Pa râmetros Climáticos e a Cafeicultura. Ministério da Indús tria e do Comércio. Instituto Brasileiro do Café. São Paul o. 1970.
- PARADINI, C. G. & B. H. P. RIVETT. Métodos Estatísticos para Tecnologistas. (Trad. M. C. SANTORO.) Ed. Universidade de São Paulo. São Paulo, 1974.
- REIS, A. C. de S. Zoneamento em Bases Climáticas das Princip ais Plantas Cultivadas em Pernambuco. SUDENE. Recife, 1967.
- . Contribuição ao Estudo do Clima de Pernambuco. In: Cad erno do Conselho de Desenvolvimento de Pernambuco. Série I. - Agricultura. Recife. 1970.
- . Zoneamento Agroclimático para Cafeicultura Pernambucan a. Boletim Técnico. Nº 52. IPA. Recife, 1972.
- . Zoneamento Agroclimático para a Seringueira em Pernamb uco. UFPe. Recife, 1974. (Tese de Livre Docência).
- SUZUKI, E. A. UMARIZED. ~~Review~~ of theorie tcal distributions fitt ed to climatic factors and Markov chain models of weather sequences with some exemples, in: Statistical Climatology. Ed. S. IKEDA. Elsevier Sc. Pub. Co. Amsterdan, 1980.
- THOM, H.C.S. A frequency distribution for precipitation. Abs. Bull of the Am. Met. Society. 32 (10): 397, 1951.
- . A note on the gamma distribution. Monthly Weather Review. 86 (4): 117-121. 1958.

———. Some methods of climatological analysis. W. M. O. Ge
nebra, 1966. (Tech. Note 81).

———. Direct and inverse tables of gamma distribution. En
vironmental Science Service Administration, Silver Spring,
1968. (Tech. Report EDS-2).

THORNTWAITE, C. W. An Approach Toward a Rational Classifica
tion of Climate. Geog. Rev. vol. 38, pp. 55-94. 1948.

THORNTWAITE, C. W. & MATHER, J. R. The Water Balance. Clima
tology. Centerton, N. J. 8(1): 140. 1955.

VAREJÃO-SILVA, M. A. REIS, A.C.S. ARAGÃO, J.O.R. e AGUIAR, M.
J.N. Zoneamento Agroclimático in: Zoneamento Agropecuário
do Estado da Paraíba. Governo do Estado da Paraíba SAA/CEPA
Universidade Federal da Paraíba FUNAPE/CCT/UFPb (ZAP-B-D-
214611). João Pessoa, 1978.

VAREJÃO-SILVA, M. A. Apontamentos de Agrometeorologia (mimeo
graf.) UFPb/CCT/DCA. Campina Grande, 1980.