

PROBABILIDADE DE TRIMESTRES FREQUENTEMENTE
MAIS CHUVOSOS NO ESTADO DO CEARÁ

por

RUBENALDO A. DA SILVA¹ e WALTER MARTINS FERREIRA FILHO²

RESUMO - Do acervo pluviométrico existente no Estado do Ceará foram selecionados 201 localidades, todas com 30 ou mais anos de registro. Para cada localidade e cada ano obteve-se o trimestre frequentemente mais chuvoso e, posteriormente, aplicada a função de distribuição de probabilidade gama biparamétrica (PEARSON III). As análises foram feitas aos níveis de 25, 50 e 75% de probabilidades obtendo-se, ainda, uma delimitação no Estado do Ceará dos trimestres de ocorrência mais frequente no Estado.

¹ Meteorologista da Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos do Estado do Ceará, Fortaleza - Ce.

² Professor Adjunto do Departamento de Hidráulica da Universidade Federal do Ceará, Fortaleza - Ce.

1 - INTRODUÇÃO

Este trabalho se propõe mostrar, de forma sucinta, o comportamento espacial dos trimestres frequentemente mais chuvosos no Estado do Ceará, associados aos níveis de 25, 50 e 75 % de probabilidade, segundo o modelo biparamétrico gama. A área em estudo encontra-se localizada no Nordeste do Brasil, como mostra a Fig.01, cujo elemento condicionante do clima é a precipitação de chuva de ocorrência extremamente irregular, espacial e temporalmente.

Pretende-se, em primeira instância, mostrar a forte concentração das chuvas esperadas, a diferentes níveis de probabilidade, como também as áreas desse Estado mais sujeitas a risco agrícola, principalmente aquelas ligadas a cultura de sequeiro.

2 - METODOLOGIA

2.1 - Seleção dos Postos Pluviométricos

A partir dos dados de precipitação disponíveis para o Estado do Ceará, selecionou-se 210 localidades que dispusessem de 30 ou mais anos de registros e, ainda, de forma que pudesse representar as diferentes microregiões do Estado do Ceará. Os dados em questão referem-se a totais mensais de precipitação e foram utilizados sem consistência prévia. Portanto, não se poderá descartar a possibilidade de eventuais erros.

2.2 - Seleção dos Trimestres mais Chuvosos

Foi obtido o trimestre mais chuvoso para cada ano e sua respectiva lâmina de precipitação associada. A seguir, esses dados foram trabalhados para se obter as diferentes lâminas de precipitação associadas a níveis de probabilidade.

2.3 - Modelo de Probabilidade

Após análise bibliográfica, optou-se pelo modelo

probabilístico gama biparamétrico, em virtude de sua vasta aplicação em regiões de clima semi-árido, DA SILVA (1985).

Sua função de distribuição de probabilidade é dada por:

$$F(x; \gamma, \beta) = \{\beta^\gamma \Gamma(\gamma)\}^{-1} \int_0^x x^{\gamma-1} \exp(-x/\beta) dx \quad (2.1)$$

onde γ e β são os parâmetros de forma e escala, respectivamente, x é a variável aleatória contínua — no caso, totais trimestrais — e $\Gamma(\gamma)$ é a função gama dada pela seguinte expressão:

$$\Gamma(\gamma) = \int_{-\infty}^{+\infty} t^{\gamma-1} \exp(-t) dt \quad (2.2)$$

Na equação (2.1) o parâmetro γ foi obtido pelo processo iterativo de MIELKE (1975):

$$\gamma_k = 1 + \frac{\ln \left\{ \frac{\gamma_{k-1} (S + 0.5) \right\} + C - A}{S + \gamma_{k-1} - 0.5}}{\sum_{j+1}^S \{j(j + \gamma_{k-1} - 1)\}^{-1}} \quad (2.3)$$

Nessa expressão S é uma constante arbitrária, C e A constante de Euler e $A = \ln \bar{x} - \ln x$.

2.4 - O Teste de Ajustamento

Foi procedido um teste de ajustamento para se verificar a adequação entre a distribuição dos totais trimestrais de precipitação observados e a gerada pelo modelo. O teste escolhido foi o de Kolmogorov-Smirnov, por possuir maiores vantagens que o teste do quiquadrado, teste frequentemente usado, sendo o nível de significância adotada de 020.

3 - ANÁLISE DOS RESULTADOS

Obteve-se as lâminas de precipitação trimestrais, para as localidades do Estado do Ceará escolhidas, associadas aos níveis de 25, 50 e 75% de probabilidades, segundo o modelo biparamétrico gama. A partir dessas, obteve-se mapas contendo isolinhas trimestrais de precipitação para cada nível de probabilidade, como mostram as Cartas 1, 2 e 3. Além das isoietas trimestrais, superpoe-se uma linha delimitando os trimestres frequentemente mais chuvosos — linha tracejada.

3.1 - Totais Trimestrais de Precipitação ao Nível de 25% de Probabilidade

O nível de 25% de probabilidade nos indica que, em termos proporcionais à extensão das séries de dados, o total trimestral é capaz de ocorrer em um dentre cada quatro anos estudados. Dessa forma, observa-se, na Carta 01, que em grande parte do Estado do Ceará as lâminas trimestrais esperadas de precipitação, ao nível de 25% de probabilidade, são no máximo 400 mm chegando a atingir valores inferiores a 300 mm, na região dos Inhamuns, região mais seca do Estado. Em seguida, a esse mesmo nível de probabilidade, as regiões Sul, litoral e adjacências às Serras, as lâminas trimestrais de precipitação esperadas estão compreendidas entre 400 e 600 mm. E, por último, as regiões de Serra são onde se encontra os valores de precipitação, devido ao efeito orográfico e a presença adjacente do mar (Oceano Atlântico), com lâminas em geral entre 600 e 800 mm.

3.2 - Totais Trimestrais de Precipitação ao Nível de 50% de Probabilidade

Apesar de estarmos trabalhando em bases probabilísticas, o nível de 50% constitui um ponto importante no que tange a lâminas de precipitação esperadas. Esse nível nos fornece um valor mais confiável, para fins de planejamento, do que aquele obtido através da média dos valores observados como o va

lor mais provável. Na Carta 02, podemos observar uma configuração semelhante à Carta 01, nível de 25% de probabilidade, diferenciando-as, apenas, pelo valor das isolinhas, que são maiores ao nível de 50%, como era de se esperar. Os menores valores oscilam entre 300 e 600 mm na área compreendida entre os paralelos de $4^{\circ}30'$ e $6^{\circ}30'$ de latitude sul e os meridianos de $38^{\circ}30'$ e $41^{\circ}00'$ de longitude Oeste de Greenwich, aproximadamente, incluindo pequenas áreas adjacentes a esta. Os maiores valores continuam associados ao litoral e regiões de Serra e parte da região sul do Estado do Ceará.

3.3 - Totais Trimestrais de Precipitação ao Nível de 75% de Probabilidade

O nível de 75% de probabilidade nos indica que, em três dentre cada quatro anos de cada série estudada, em termos proporcionais, a lâmina trimestral de precipitação, a esse nível associada, espera-se ocorrer. Mesmo sendo um nível de probabilidade razoavelmente alto, podemos considerá-lo um nível "otimista" pois, apesar da oscilação na distribuição desses totais trimestrais espera-se, na maioria das vezes, fortes chuvas no trimestre mais chuvoso do ano.

A Carta 03 nos mostra a distribuição espacial dos totais trimestrais esperados de precipitação associados ao nível de 75% de probabilidade. A configuração é bastante similar às Cartas anteriores, excetuando os valores das isolinhas. As áreas menos chuvosas e as mais chuvosas são constantes em ambas as cartas. Nessa Carta, os menores valores encontram-se a Oeste do Ceará e pequenas áreas isoladas, oscilando entre 400 e 600 mm e os maiores valores entre 800 e 1200 mm, nas regiões de orografia acentuada, litoral e a parte Sul do Estado.

4 - CONCLUSÕES

A análise conjunta das Cartas 1, 2 e 3 mostram claramente, que as áreas menos chuvosas (mais chuvosas) são observadas em qualquer um dos níveis de probabilidade adotados. A área

mais carente de chuvas no Estado do Ceará, em termos de totais trimestrais esperados abrange, aproximadamente, a área compreendida entre os paralelos de $4^{\circ}30'$ a $6^{\circ}30'$ de latitude Sul e os meridianos de $37^{\circ}30'$ a $41^{\circ}00'$ de longitude Oeste de Greenwich, oscilando entre 400 e 800 mm ao nível de 75% de probabilidade e entre 250 e 400 mm ao nível de 25% de probabilidade. A região mais crítica da área em estudo é a Região dos Inhamuns, localizada a Oeste do Estado do Ceará.

As áreas de chuvas mais intensas estão associadas à orografia — os altos relevos —, à presença adjacente do mar (Oceano Atlântico) — o efeito de brisas — e a região sul do Ceará. Os valores das lâminas trimestrais de precipitação nessas áreas, oscilam entre 800 e 1200 mm ao nível de 75% de probabilidade e entre 400 e 800 mm ao nível de 25% de probabilidade, aproximadamente.

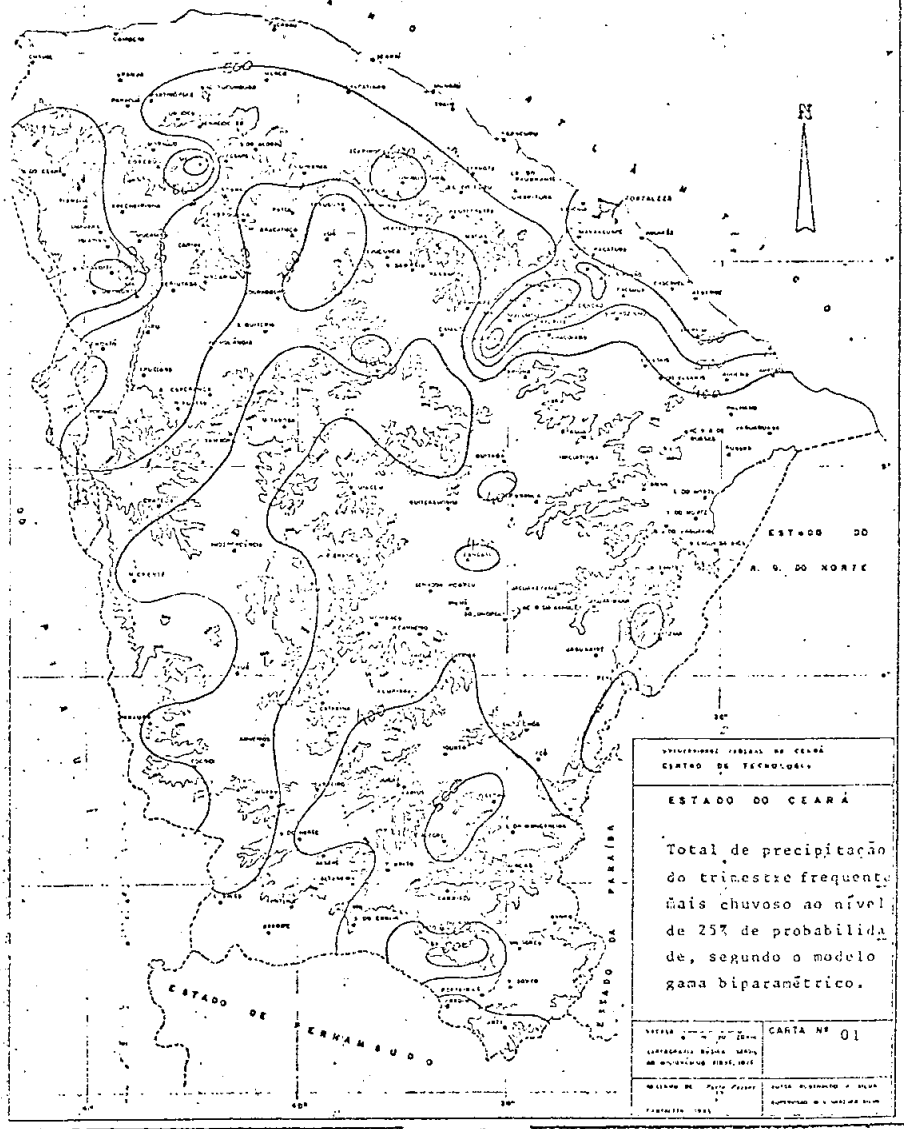
Por comparação, entre as Cartas de 25 e 75% de probabilidade, na área mais carente de chuva no Estado do Ceará, entre os paralelos e meridianos delimitados anteriormente, espera-se que em 50% dos trimestres estudados, as lâminas oscilem entre 250 e 800 mm, a qual traduz uma forte variabilidade na distribuição dos trimestres mais chuvosos. Esse resultado também nos indica o quão é acentuado o risco envolvido em atividades de utilização de recursos hídricos, principalmente a de cunho agrícola.

5 - REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

1. DA SILVA, R.A. Probabilidades de Chuva no Estado do Ceará. Tese de Mestrado. Universidade Federal do Ceará, 1985.
2. MIELKE, P.W. Simple Iterative Procedures for Two-Parameter Gamma Distribution Maximum Likelihood Estimates. Journal Applied Meteorology. 14:985-990, 1975.
3. MASSEY, F.J. The Kolmogorov-Smirnov Test for Goodness of Fit. Journal of American Meteorological Association. 46:68-78, 1980.



Fig. 01 - Localização da área estudada (machuriada).

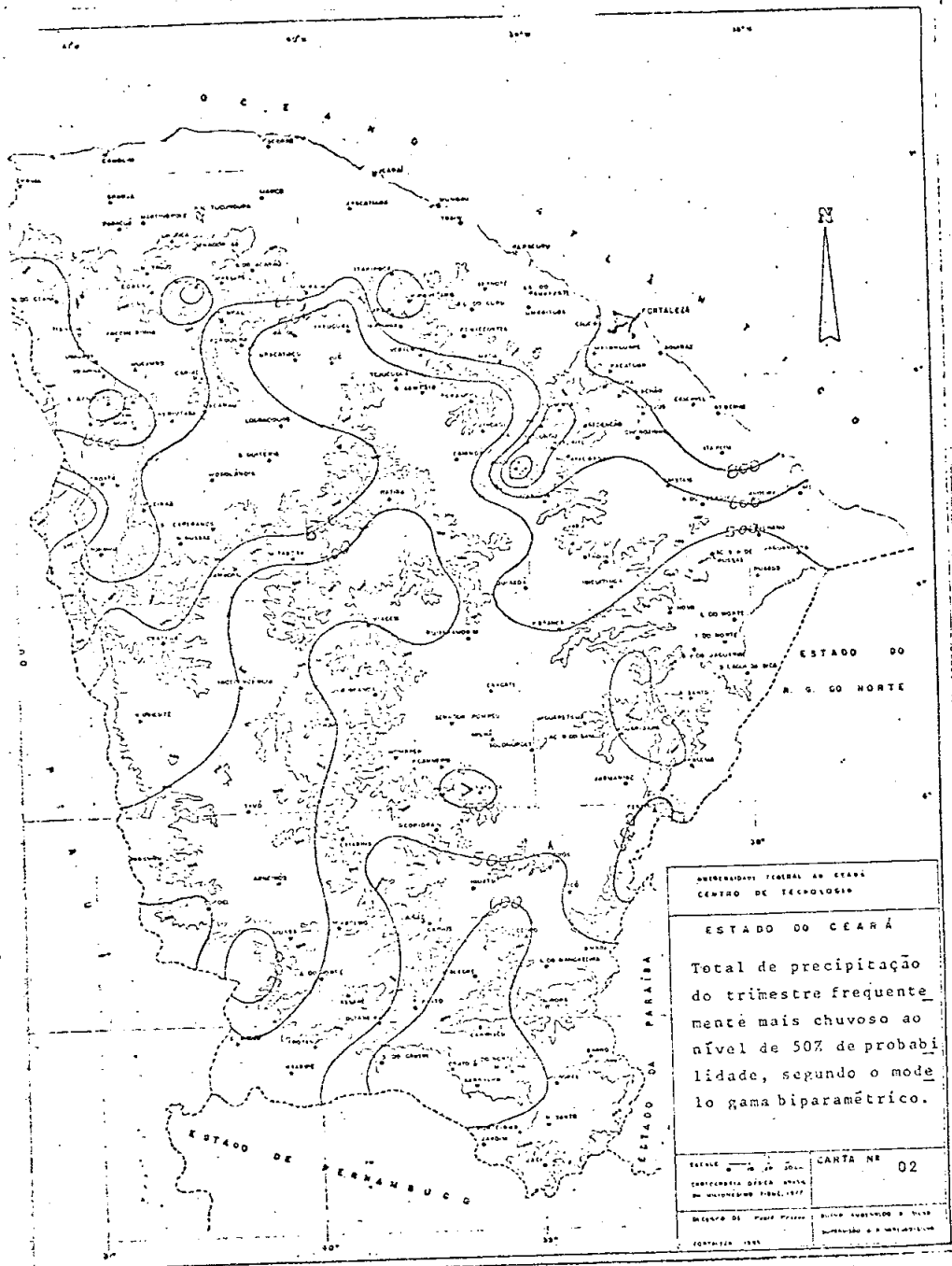


UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE TECNOLOGIA

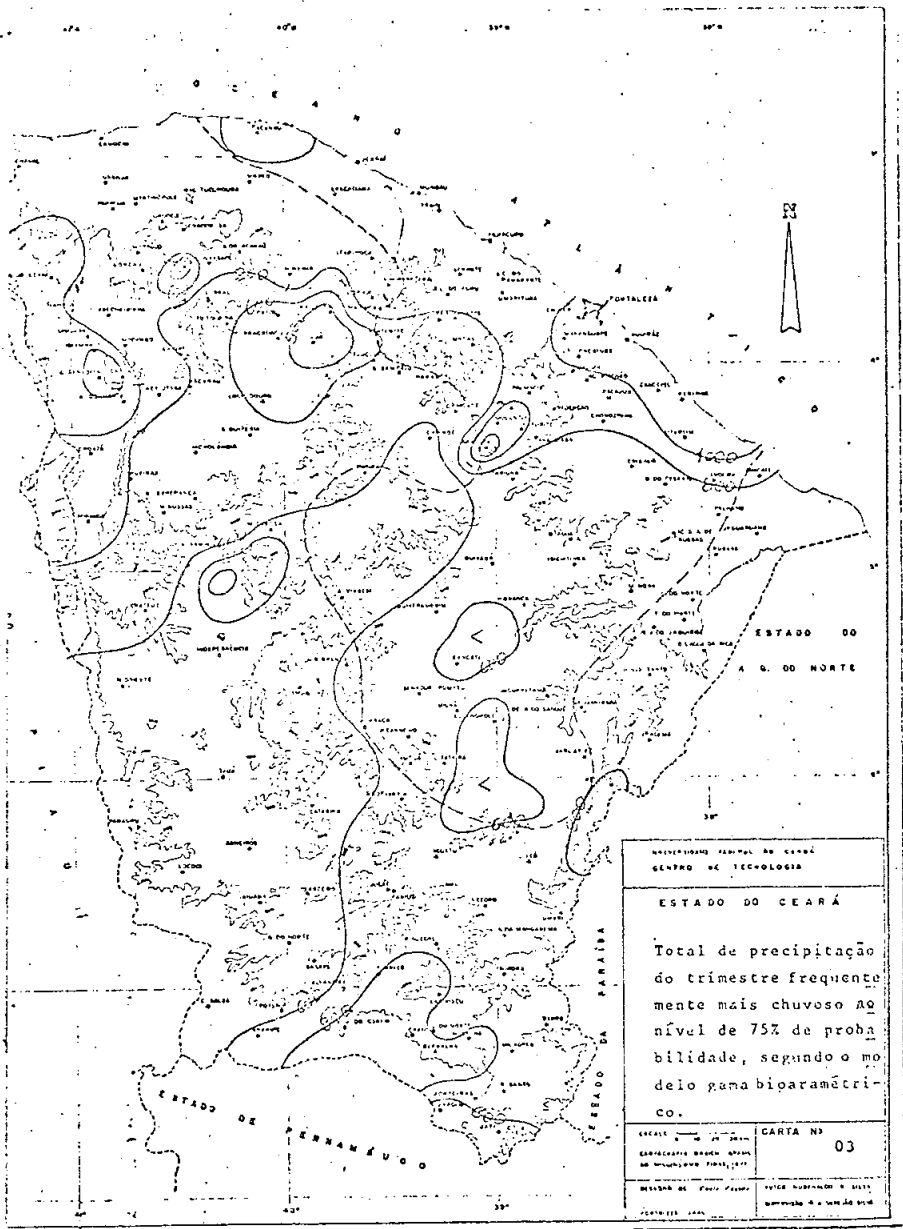
ESTADO DO CEARÁ

Total de precipitação
do trimestre frequente
mais chuvoso ao nível
de 25% de probabilidade,
segundo o modelo
gama biparamétrico.

TÍTULO CATEGORIA ANO DE ELABORAÇÃO	CARTA Nº 01
ELABORADO POR DATA DE ELABORAÇÃO	INSTITUIÇÃO DE ORIGEM DATA DE ELABORAÇÃO



INSTITUIÇÃO FEDERAL DO CEARÁ CENTRO DE TECNOLOGIA	
ESTADO DO CEARÁ Total de precipitação do trimestre frequente menté mais chuvoso ao nível de 50% de probabi- lidade, segundo o mode- lo gama biparamétrico.	
ESCALA 1:500.000 COORDENADA OFICIAL BRASILEIRA DE MUNICÍPIOS - 1977	CARTA Nº 02
DESENHO DE: Paulo Freire	SUPLENTE: Humberto de Sá
COORDENADOR: 1977	COORDENADOR: 1977



INSTITUTO FEDERAL DO CEARÁ CENTRO DE TECNOLOGIA	
ESTADO DO CEARÁ	
Total de precipitação do trimestre frequente- mente mais chuvoso Ao nível de 75% de proba- bilidade, segundo o mo- delo gama biogaramétri- co.	
LOCAL: _____ ESCALA: _____ INSTITUIÇÃO: _____	CARTA Nº 03
REVISÃO DE: _____ DATA: _____	REVISÃO: _____ DATA: _____