

COMPARAÇÃO DE DADOS CLIMATOLÓGICOS MODELADOS E OBSERVADOS UTILIZANDO A TÉCNICA DOS QUANTIS

André Luiz Farias de Souza ⁽¹⁾

Andréa Malheiros Ramos ⁽²⁾

Fábio Cunha Conde ⁽²⁾

Oswaldo Massambani ⁽¹⁾

Fernando Sampaio Recuero ⁽³⁾

⁽¹⁾ Universidade de São Paulo, Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas, Rua do Matão, 1226, Cidade Universitária, 05508-900, São Paulo, Brasil.

⁽²⁾ Universidade de Évora, Centro de Geofísica, Departamento de Física, Rua Romão Ramalho, 59, 7000-671, Évora. Portugal.

⁽³⁾ DSA/ CPTEC – Divisão de Satélites e Sistemas Ambientais / Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos, Rodovia Presidente Dutra, km 40, 12630-000, Cachoeira Paulista, São Paulo, Brasil.

RESUMO

A técnica dos quantis foi utilizada na comparação de duas séries de dados de precipitação, uma climatológica modelada (Global Historical Climatology Network - GHCN) e outra incompleta, com dados observados (EMBRAPA). A série climatológica abrange um período de 50 anos e a série incompleta abrange o período entre 1973 e 1997. Através da técnica dos quantis pode ser observado que ambas as séries tendem para a normal climatológica da região, mesmo que os dados se apresentem modelados e que a série seja incompleta. Isto significa que ambas as séries provam o teorema fundamental da probabilidade, ou seja, obedecem a lei dos grandes números. A Lei dos Grandes números é um teorema que prova a probabilidade do modelo matemático, mostrando que ele é consistente com a interpretação da frequência de probabilidade.

PALAVRAS CHAVE: CLIMATOLOGIA, PRECIPITAÇÃO, ESTATÍSTICA.

ABSTRACT

The quantile technique was used to compare two precipitation datasets series, one climatological produced by Global Historical Climatology Network (GHCN) and other incomplete, with dataset observed (EMBRAPA). The climatological series embraces a 50 years period and the incomplete series embraces the period between 1973 and 1997. Through the quantile technique can be observed that both series trends to the normal climatological value to this area, even that the datasets presents modeled and the series is incomplete. This means that both series prove the fundamental theorem of the probability, they obey the law of the great numbers. The Law of Large Numbers, which is a theorem proved about the mathematical model of probability, shows that this model is consistent with the frequency interpretation of probability.

KEY WORDS: CLIMATOLOGY, PRECIPITATION, STATISTICS.

1. INTRODUÇÃO

Os fenômenos meteorológicos e climáticos possuem um caráter não determinístico, e desta forma são necessários estudos estatísticos para determinar algumas das suas características. Estas características dependem da obtenção de séries temporais cujos dados passaram por testes de confiabilidade e também de investigações empíricas dos dados arranjados de forma cronológica.

Recentemente, alguns autores demonstraram que a região norte do estado do Paraná é climatologicamente homogênea. Estes fatos decorrem de estudos estatísticos, principalmente utilizando ferramentas estatísticas, como a análise de fatores e de componentes principais (Wrege, 1997; Freitas, 1998) e análise de dispersão, perfis temporais, os seus valores médios e coeficientes de correlação (Souza, 1999). Nos dois primeiros estudos foram abordados dados meteorológicos, no terceiro utilizou-se dados provenientes de satélites, na forma de índices de vegetação (VCI – Vegetation Condition Index) e de temperatura (TCI – Temperature Condition Index). A homogeneidade desta região pode ser comprovada no nível das microregiões, utilizando-se a técnica dos quantís. Esta técnica, baseia na análise dos “quantís” e foi proposta por Pinkayan (1966) e amplamente utilizada por Xavier e Xavier em diversos estudos (Xavier e Xavier, 1984b; Xavier e Xavier, 1985; Xavier e Xavier, 1986b; Xavier e Xavier, 1986c), principalmente na classificação e monitoramento de períodos secos e chuvosos para estados da região nordeste do Brasil.

Xavier e Xavier (1987), aplicaram a técnica dos quantís para o problema de classificação e monitoramento da ocorrência de períodos secos ou chuvosos no Nordeste Brasileiro, mais precisamente no estado do Ceará. A técnica de quantís por eles utilizada, baseia-se na distribuição da frequência acumulada, onde através da análise do histograma, tem-se uma estimativa da densidade da variável em estudo, e quanto maior o número de observações disponíveis, melhor será a aproximação da função densidade de probabilidade que descreve o fenômeno. Esta técnica apresenta duas vantagens que a torna interessante: a sua simplicidade e sua imunidade a assimetria da densidade da distribuição. Advertem também para o fato de que, observações provenientes de uma única estação ou localidade não podem caracterizar de modo satisfatório a situação global de uma determinada área, principalmente se apresenta irregularidades na distribuição espacial dos regimes pluviométricos.

2. DADOS E METODOLOGIA

2.1 Região de Estudo

A região sudoeste do estado do Mato Grosso do Sul, na Região Centro-Oeste do Brasil, cuja homogeneidade na precipitação é uma das suas principais características (figura I e II), podendo apresentar de um a dois meses secos, no destaque, o município de Dourados (figura I).

As condições climáticas de Mato Grosso do Sul, se assemelham, em grande parte às do resto da região Centro-Oeste do Brasil. Segundo classificação de Koppen, ocorrem em Mato Grosso do Sul dois tipos climáticos. O de maior abrangência na área é o AW (clima tropical úmido com estação chuvosa no verão e seca no inverno) e o CFA (clima mesotérmico úmido sem estiagem) em que a temperatura do mês mais quente é superior a 22°C, apresentando no mês mais seco uma precipitação superior a 30 mm de chuva. Este último ocorre na parte Sul do Estado, devido ao avanço dos sistemas frontais, provenientes do Paraguai e Região Sul do Brasil.

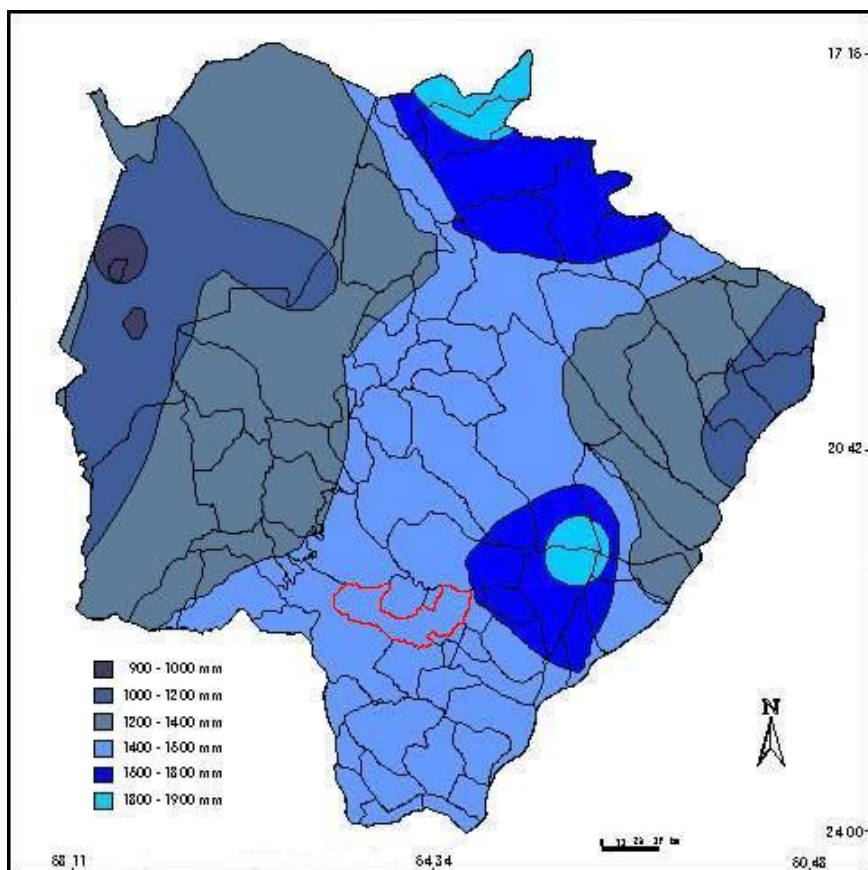


Figura I: Precipitação média anual do Estado do Mato Grosso do Sul, em destaque, o município de Dourados (FONTE: INMET – Instituto Nacional de Meteorologia, 2003)

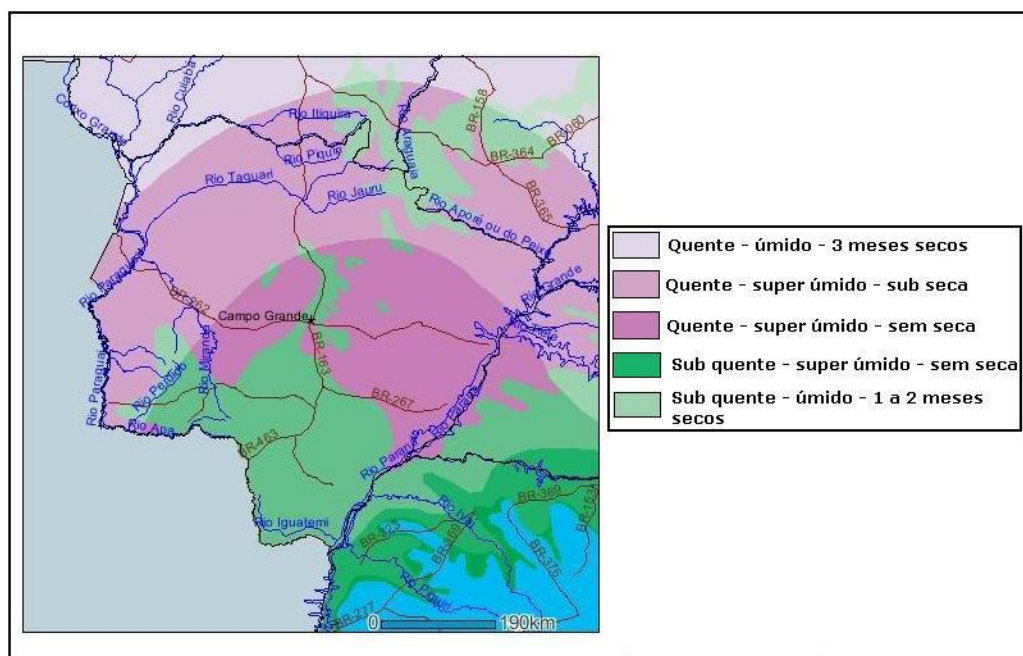


Figura II: Classificação climática do Estado do Mato Grosso do Sul de acordo com a temperatura média e quantidade de meses secos (FONTE: SIDRA/IBGE, 2003).

2.2 Dados

Duas fontes de dados de precipitação foram utilizadas. A primeira fonte, precipitação mensal do GHCN (Global Historical Climatology Network), abrange o período entre 1950 e 1999, com uma resolução espacial de 0.5 x 0.5 graus, centrados em 0.25 graus de latitude/longitude.

Estes dados foram produzidos por Willmott e Matsuura (2001). A segunda fonte, a série pluviométrica da rede agrometeorológica da EMBRAPA, onde obteve-se os dados de precipitação diária da estação climatológica de Dourados, do período entre Janeiro de 1973 à Dezembro de 1997, com exceção de 1992, onde os dados são mensais, obtidos com no Boletim Agroclimatológico.

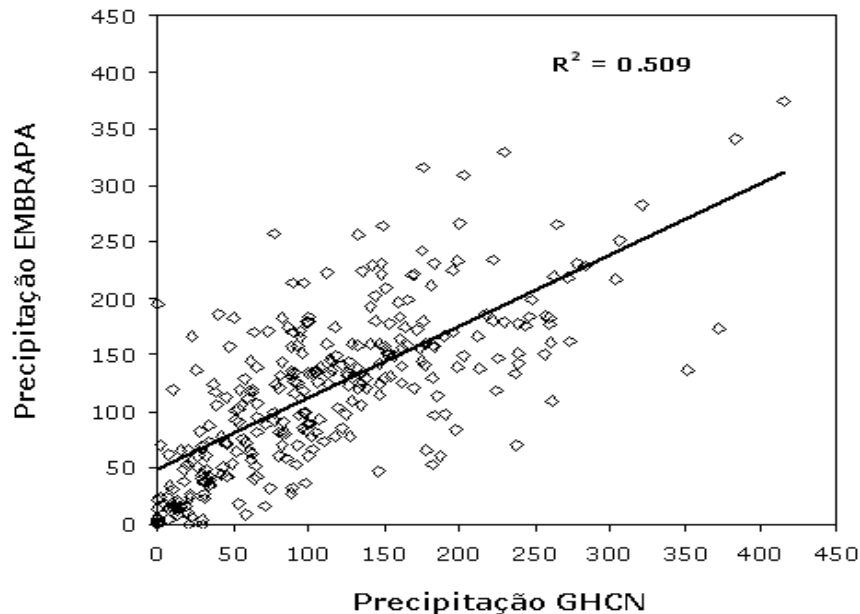


Figura III: Dados de precipitação mensal entre 01/1973 e 12/1997, para os dados do GHCN e EMBRAPA.

Como os dados são distintos em sua origem e representação, observa-se na figura III que o coeficiente de explicação fica em torno de 50%. Isto permite-nos avaliar que ambas as séries sobre o mesmo ponto de vista e é crucial, em virtude do tamanho de ambas as séries (23 anos para a EMBRAPA e 50 anos para o GHCN). Neste caso, o mesmo período é adotado para ambas as séries. Com base nesta figura, pode-se observar que a precipitação mensal do GHCN tende a ser diluída em todo o domínio da grade, tornando-se menor que a precipitação mensal acumulada obtida com os dados observados. Em outros casos, a proximidade de outras estações fora do domínio da grade que contém a estação meteorológica de Dourados (S 22°28'00"; W54°40'00), faz com que os valores mensais sejam maiores que os observados. Portanto, este coeficiente nos diz que uma série é capaz de explicar 50% da variabilidade da outra.

2.2.1 Dados do Global Historical Climatological Network (GHCN)

2.2.1.1. Fonte dos dados

É um banco de dados mensais e anuais gerados através da rede histórica de climatologia (GHCN versão 2) e os registros de estações de Willmott e Matsuura (2001) composto por precipitação (P) e temperatura média do ar (T), cujo período de abrangência tem início em 1950 até 1999 (50 anos de dados). O número total de estações do GHCN utilizadas na temperatura do ar foram de 7.280 e para a precipitação 20.599. Mensalmente, o número de estações variaram entre 1.260 e 5.860 para a temperatura e de 1.870 a 16.360, para a precipitação. O modelo digital de terreno assistido foi utilizado como “background” para campo auxiliar na Interpolação Auxiliada Climatologicamente (CAI).

2.2.1.1. Interpolação Espacial

O algoritmo de interpolação é baseado na versão do método de distância-peso de Shepard (Willmott e Matura, 2001). A temperatura média mensal e a precipitação são interpoladas para uma grelha de 0.5 por 0.5 graus de latitude/longitude, onde o nodo central está centrado em 0.25 graus, com uma média de 20 estações na vizinhança de cada grade, tornando a interpolação mais realística.

2.2.2 Dados da EMBRAPA

Os dados de precipitação diária fazem parte do banco de dados da EMBRAPA (Empresa Brasileira de Agropecuária) e foram obtidos através da Rede Nacional de Agrometeorologia. Os dados para o município de Dourados foram acumulados mensalmente e cobrem o período entre os meses de janeiro de 1973 a dezembro de 1997, com exceção de 1992, onde os dados são mensais, obtidos com no boletim agroclimatológico, que tem como base este mesmo banco de dados.

2.3 A Técnica dos Quantís

O primeiro passo para se descrever graficamente um conjunto de dados observados é verificar as frequências dos diversos valores existentes. Como frequência, define-se o número de vezes em que um dado valor de uma variável é se repete. A associação das respectivas frequências a todos os diferentes valores observados define a distribuição de frequências do conjunto de valores observados. Uma outra forma de representação gráfica é baseada na frequência acumulada, que pode ser definida como a soma das frequências de todos os valores menores ou iguais ao valor correspondente ao ponto. A técnica dos quantís baseia-se na frequência acumulada.

A técnica aqui descrita foi obtida em Xavier e Xavier (1987) e proposta por Pinkayan em 1966, para avaliar a ocorrência de anos secos ou chuvosos sobre extensas áreas dos EUA.

Seja uma variável aleatória que representa o valor do índice de vegetação ou de temperatura num determinado intervalo de tempo (diário, semanal, decendial, mensal, etc.). Maiores detalhes podem ser obtidos em Xavier e Xavier (1987), entretanto uma breve descrição da técnica será apresentada.

Por definição, Q_p é um limite do intervalo do quantil para uma determinada variável aleatória X , sendo p a probabilidade de ocorrência, tal que X seja menor que Q_p . Assim, a escolha do intervalo associado a um quantil deve satisfazer a seguinte relação:

$$\text{Prob}(X \leq Q_p), \text{ Onde } (0 < 1)$$

No trabalho proposto por Pinkayan (1966), os quantís utilizados referiam-se aos seguintes valores para p : 0,15; 0,35; 0,65 e 0,85. Os quantís podem ser obtidos pelo chamado MÉTODO GRÁFICO, que consiste em obter-se os valores dos limites de intervalo do quantil à partir do histograma acumulado da função densidade de probabilidade. Neste caso, cada intervalo de classe do histograma acumulado é representada por $[a_{i-1}, a_i]$, que representam os valores limites do intervalo escolhidos a priori para construir a distribuição de frequência da variável aleatória X . Assim:

$$\bar{f}_{i-1} \leq p \leq \bar{f}_i ,$$

Onde o par ordenado $[a_{i-1}, a_i]$, informam os limites do intervalo de classe do histograma acumulado; \bar{f} é o valor da probabilidade acumulada; p é um valor de probabilidade encontrado no intervalo $[a_{i-1}, a_i]$, e associado ao quantil. Assim, para o intervalo $[a_{i-1}, a_i]$, tem-

se $[f_{i-1} \leq p \leq f_i]$. O valor do extremo do quantil é obtido por uma interpolação linear no intervalo $[a_{i-1}, a_i]$. Portanto, o quantil Q_p é dado por:

$$Q(p) = a_{i-1} + \frac{(p - \bar{f}_{i-1})(a_i - a_{i-1})}{(f_i - \bar{f}_{i-1})};$$

Os quantís utilizados por Pinkayan referiam-se às probabilidades (0,15), (0,35), (0,65) e (0,85) de forma que para cada período i considerou-se:

$$\text{“Muito seco” (MS)} \Leftrightarrow X_i \leq Q_{0,15};$$

$$\text{“Seco” (S)} \Leftrightarrow Q_{0,15} < X_i < Q_{0,35};$$

$$\text{“Normal” (N)} \Leftrightarrow Q_{0,35} < X_i < Q_{0,65};$$

$$\text{“Chuvoso” (C)} \Leftrightarrow Q_{0,65} \leq X_i < Q_{0,85};$$

$$\text{“Muito Chuvoso” (MC)} \Leftrightarrow X_i \geq Q_{0,85}.$$

Os intervalos percentuais de cada quantil representam as probabilidades ou frequências esperadas para cada um dos eventos que podem vir a ocorrer na sequência ou série temporal, supondo que são mantidas as características para a precipitação. Não havendo, portanto, traços de mudanças climáticas locais. Estes quantís empíricos (obtidos através de frequências observadas e modeladas), são estimativas dos quantís teóricos, que permanecem desconhecidos, mas supomos ser representantes apropriados para a descrição do fenômeno (Xavier et al., 2002).

2.3 A Lei dos Grandes Números

A Lei dos Grandes Números (Grinstead e Snell, 1997) diz que: Temos que, se X_1, X_2, \dots, X_n são variáveis aleatórias independentes, com valor esperado finito valor esperado $\mu = E(X_j)$ e variância $\sigma^2 = V(X_j)$. Tem-se que, $S_n = X_1 + X_2 + \dots + X_n$. Então, para qualquer $\varepsilon > 0$,

$$P\left(\left|\frac{S_n}{n} - \mu\right| \geq \varepsilon\right) \rightarrow 0, \text{ com } n \rightarrow \infty.$$

De forma equivalente,

$$P\left(\left|\frac{S_n}{n} - \mu\right| < \varepsilon\right) \rightarrow 1, \text{ com } n \rightarrow \infty.$$

Considerando que S_n/n é uma média, a Lei dos Grandes Números passa se chamar “Lei das Médias”. Este resultado nos leva ao Teorema do Limite Central, onde X_1, X_2, \dots, X_n são variáveis aleatórias contínuas independentes, função densidade p , tendo um valor esperado μ e variância σ^2 . Tem-se que $S_n^* = (S_n - \mu) / \sqrt{n\sigma}$. Então, tem-se que, para todos $a < b$,

$$\lim_{n \rightarrow \infty} P(a < S_n^* < b) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_a^b e^{-x^2/2} dx$$

Portanto, considerando que a população tem média esperado μ e desvio-padrão σ , e todas as amostras são aleatoriamente possíveis de tamanho n . Então, a média dos dados, é a média da população, e os valores aleatórios se distribuem em torno da média da população com um

desvio típico, igual ao da população dividido pela raiz de n, da seguinte forma: $\frac{\sigma}{\sqrt{n}}$. Desta forma, a distribuição das médias amostrais é uma distribuição do tipo “normal”, sempre que a população de procedência o seja, ou sempre que o tamanho da amostra seja 30 ou maior.

Se a amostra segue uma distribuição “normal”, então:

$$Z = \frac{(X_1 + X_2 + \dots + X_n - n\mu)}{\sigma\sqrt{n}} = \frac{(\sum_{i=1}^n X_i) - n\mu}{\sigma\sqrt{n}}$$

Assim, aproxima-se de uma variável normal simplificada N(0,1), melhorando-se a qualidade da aproximação quando n aumenta. Este resultado prova que o estimador estatístico média amostral:

$$\bar{X} = \frac{X_1 + X_2 + \dots + X_n}{n} = \sum_{i=1}^n \frac{X_i}{n}$$

Se distribui aproximadamente como uma variável normal padrão ($N(\mu, \frac{\sigma}{\sqrt{n}})$), ou de forma equivalente, com $[(\bar{x} - \mu)/(\sigma/\sqrt{n})]$, se distribui como uma variável normal padronizada (N(0,1)).

De forma geral, os modelos de probabilidade clássicos admitem uma aproximação aceitável como um modelo normal sempre que n seja maior ou igual a 30, mesmo que este número seja insuficiente em determinados casos e excessivo em outros. Contudo, deve-se ter cautela em sua aplicação.

3. RESULTADOS

Como foi dito na metodologia, os intervalos (15, 35, 65 e 85 %) correspondem aos limiares de cada classe de precipitação. A classe “normal”, tende aos valores da normal climatológica, ou seja, as probabilidades de ocorrência entre 35 % e 65 %. As classes “muito seco” e “muito chuvoso”, correspondem aos eventos de rara ocorrência.

Na tabela I, observando-se os valores da Normal Climatológica para o município de Dourados. Na tabela II, pode-se verificar a comparação dos valores da classe de eventos “normais” para os dados do GHCN e EMBRAPA, para todo o período que abrangem as séries de dados, para a região do município de Dourados. Os valores correspondem ao valor médio dos intervalos entre os limiares de 35 % e 65 % de probabilidade de ocorrência, para cada mês considerado.

Tabela I: Precipitação acumulada mensal para a cidade de Dourados, obtida na Normais Climatológicas (1961 – 1990).

| | JAN | FEV | MAR | ABR | MAI | JUN | JUL | AGO | SET | OUT | NOV | DEZ |
|---------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-----|------|------|-----|-------|-----|-------|
| Precipitação | 135.9 | 127.1 | 136.5 | 109.1 | 113.5 | 73 | 51.5 | 51.3 | 106 | 159.4 | 164 | 178.8 |

Analisando-se a tabela II, III e IV, pode-se verificar que os valores das frequências centrais de cada intervalo de probabilidade estão bastante próximas dos valores fornecidos pela Normal Climatológica. Em ambas as séries pode-se verificar o mesmo comportamento, contudo, nas tabelas III e IV, vê-se que as séries registram estes valores em períodos distintos.

Tabela II: Comparação dos valores da classe de eventos “normais” para os dados do GHCN e EMBRAPA, para todo o período que abrangem as séries de dados, para a região do município de Dourados. Os valores correspondem ao valor médio dos intervalos entre os limiares de 35 % e 65 %, para cada mês considerado.

| | JAN | FEV | MAR | ABR | MAI | JUN | JUL | AGO | SET | OUT | NOV | DEZ |
|---------------------------------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|
| Precipitação GHCN | 148.9 | 121.8 | 117.9 | 98.8 | 90.3 | 65.1 | 24.7 | 23.1 | 82.1 | 143.3 | 137.0 | 200.0 |
| Precipitação EMBRAPA | 177.4 | 158.7 | 143.3 | 106.8 | 98.9 | 65.4 | 42.1 | 34.4 | 82.5 | 141.8 | 142.2 | 173.0 |

Tal fato pode estar relacionado principalmente a dois fatores. O primeiro deles é existência de uma rede meteorológica esparsa, resultando em uma interpolação que suaviza os valores de precipitação mensal através das grelhas do domínio, mesmo sendo uma série de 50 anos (no caso dos dados do GHCN). O segundo fator, pode estar associado ao período de abrangência da série temporal (no caso da EMBRAPA).

Tabela III: Meses de ocorrência dos eventos classificatórios dos quantis mensais, precipitação mensal acumulada, número de ordem e quantil, para os dados de precipitação mensal acumulada para a estação de Dourados, fornecido pela EMBRAPA, no período entre janeiro de 1973 e dezembro de 1997, com exceção do ano de 1992. Na classe dos meses, tem-se o período de ocorrência do limite da classe.

| Meses | Precipitação | Nº Ordem | Quantil | | Meses | Precipitação | Nº Ordem | Quantil |
|--------|--------------|----------|---------|--|--------|--------------|----------|---------|
| JAN_93 | 92.2 | 4 | 0.15 | | FEV_90 | 45.2 | 4 | 0.15 |
| JAN_88 | 129.2 | 9 | 0.35 | | FEV_96 | 98.5 | 9 | 0.35 |
| JAN_87 | 168.7 | 16 | 0.65 | | FEV_74 | 145.0 | 16 | 0.65 |
| JAN_94 | 239.3 | 21 | 0.85 | | FEV_81 | 164.9 | 21 | 0.85 |
| MAR_74 | 63.8 | 4 | 0.15 | | ABR_85 | 58.0 | 4 | 0.15 |
| MAR_91 | 88.4 | 9 | 0.35 | | ABR_77 | 77.2 | 9 | 0.35 |
| MAR_88 | 147.4 | 16 | 0.65 | | ABR_97 | 120.3 | 16 | 0.65 |
| MAR_89 | 175.2 | 21 | 0.85 | | ABR_76 | 175.4 | 21 | 0.85 |
| MAI_75 | 30.4 | 4 | 0.15 | | JUN_84 | 7.0 | 4 | 0.15 |
| MAI_97 | 62.9 | 9 | 0.35 | | JUN_88 | 30.5 | 9 | 0.35 |
| MAI_80 | 117.6 | 16 | 0.65 | | JUN_77 | 99.6 | 16 | 0.65 |
| MAI_87 | 185.1 | 21 | 0.85 | | JUN_73 | 169.8 | 21 | 0.85 |
| JUL_96 | 0.0 | 4 | 0.15 | | AGO_95 | 7.3 | 4 | 0.15 |
| JUL_73 | 18.0 | 9 | 0.35 | | AGO_81 | 14.0 | 9 | 0.35 |
| JUL_78 | 31.4 | 16 | 0.65 | | AGO_97 | 32.2 | 16 | 0.65 |
| JUL_86 | 85.0 | 21 | 0.85 | | AGO_79 | 64.4 | 21 | 0.85 |
| SET_85 | 31.0 | 4 | 0.15 | | OUT_77 | 71.0 | 4 | 0.15 |
| SET_73 | 62.4 | 9 | 0.35 | | OUT_91 | 103.0 | 9 | 0.35 |
| SET_86 | 101.8 | 16 | 0.65 | | OUT_95 | 183.5 | 16 | 0.65 |
| SET_80 | 182.1 | 21 | 0.85 | | OUT_75 | 243.8 | 21 | 0.85 |
| NOV_91 | 80.6 | 4 | 0.15 | | DEZ_94 | 135.5 | 4 | 0.15 |
| NOV_96 | 99.8 | 9 | 0.35 | | DEZ_83 | 163.2 | 9 | 0.35 |
| NOV_84 | 174.2 | 16 | 0.65 | | DEZ_88 | 237.1 | 16 | 0.65 |
| NOV_81 | 280.6 | 21 | 0.85 | | DEZ_76 | 262.2 | 21 | 0.85 |

Observa-se também nas tabelas III e IV, que alguns limiares concordam no que diz respeito ao período de ocorrência, como é o caso da classe “Muito Chuvoso” para os meses de Março e Abril, e também da classe “Muito Seco” no mês de Agosto. De uma forma geral, os limiares de cada classe são próximos entre si.

Tabela IV: Meses de ocorrência dos eventos classificatórios dos quantis mensais, precipitação mensal acumulada, número de ordem e quantil, para os dados de precipitação mensal acumulada para a cidade de Dourados, fornecido pelo GHCN, no período entre janeiro de 1950 e dezembro de 1999, com exceção do ano de 1992. Na classe dos meses, tem-se o período de ocorrência do limite da classe.

| Meses | Precipitação | Nº Ordem | Quantil | | Meses | Precipitação | Nº Ordem | Quantil |
|--------|--------------|----------|---------|--|--------|--------------|----------|---------|
| JAN_92 | 123.9 | 8 | 0.15 | | FEV_91 | 117.5 | 8 | 0.15 |
| JAN_98 | 156.6 | 18 | 0.35 | | FEV_81 | 133.3 | 18 | 0.35 |
| JAN_63 | 198.1 | 33 | 0.65 | | FEV_82 | 184.1 | 33 | 0.65 |
| JAN_57 | 245.9 | 43 | 0.85 | | FEV_97 | 213.5 | 43 | 0.85 |
| MAR_65 | 93.8 | 8 | 0.15 | | ABR_73 | 64.9 | 8 | 0.15 |
| MAR_75 | 129.3 | 18 | 0.35 | | ABR_52 | 86.8 | 18 | 0.35 |
| MAR_73 | 157.3 | 33 | 0.65 | | ABR_71 | 126.7 | 33 | 0.65 |
| MAR_89 | 180.8 | 43 | 0.85 | | ABR_76 | 144.9 | 43 | 0.85 |
| MAI_84 | 50.6 | 8 | 0.15 | | JUN_78 | 23.6 | 8 | 0.15 |
| MAI_74 | 81.6 | 18 | 0.35 | | JUN_74 | 43.4 | 18 | 0.35 |
| MAI_71 | 116.2 | 33 | 0.65 | | JUN_70 | 87.4 | 33 | 0.65 |
| MAI_53 | 177.1 | 43 | 0.85 | | JUN_54 | 115.0 | 43 | 0.85 |
| JUL_62 | 8.9 | 8 | 0.15 | | AGO_95 | 4.6 | 8 | 0.15 |
| JUL_50 | 28.9 | 18 | 0.35 | | AGO_50 | 16.6 | 18 | 0.35 |
| JUL_55 | 55.2 | 33 | 0.65 | | AGO_79 | 52.1 | 33 | 0.65 |
| JUL_83 | 82.5 | 43 | 0.85 | | AGO_57 | 91.9 | 43 | 0.85 |
| SET_63 | 27.2 | 8 | 0.15 | | OUT_89 | 64.9 | 8 | 0.15 |
| SET_95 | 52.3 | 18 | 0.35 | | OUT_71 | 113.5 | 18 | 0.35 |
| SET_54 | 112.6 | 33 | 0.65 | | OUT_51 | 170.1 | 33 | 0.65 |
| SET_90 | 157.2 | 43 | 0.85 | | OUT_58 | 187.4 | 43 | 0.85 |
| NOV_85 | 85.3 | 8 | 0.15 | | DEZ_72 | 121.3 | 8 | 0.15 |
| NOV_59 | 123.9 | 18 | 0.35 | | DEZ_93 | 150.4 | 18 | 0.35 |
| NOV_81 | 160.5 | 33 | 0.65 | | DEZ_68 | 196.9 | 33 | 0.65 |
| NOV_83 | 222.5 | 43 | 0.85 | | DEZ_51 | 235.1 | 43 | 0.85 |

Os eventos extremos que ocorrem nos meses de quentes (Novembro, Dezembro, Janeiro e Fevereiro) estão associados aos fenômenos climáticos El Niño, que ocorreram nos verões do hemisfério sul nos anos de 51/52, 53/54, 57/58, 63/64, 65/66, 69/70, 72/73, 76/77, 77/78, 82/83, 86/87, 91/92, 93/94, 97/98. E La Niña em: 49/50, 54/55, 64/65, 70/71, 73/74, 75/76, 88/89, 85/86 (Fonte: NCEP/NOAA)..

4. CONCLUSÕES

Investigando-se ambas a séries temporais (GHCN e EMBRAPA) através da técnica dos quantis, foi possível verificar que ambas as séries podem reproduzir bem as características das séries.

A técnica dos quantis leva a definição de intervalos de classe, cada um deles com igual probabilidade de ocorrência (por exemplo, entre para intervalos $[Q_0,15; Q_0,35]$ e $[Q_0,65; Q_0,85]$). Esse fato implica também na existência de probabilidades complementares entre quantis simétricos em relação a mediana (por exemplo, $\text{Prob}(X \leq Q_p) = p$ e $\text{Prob}(X \leq Q_{p+2}) = 1 - p$). Também é efetiva em separar objetivamente eventos extremos como os associados aos eventos de El Niño e La Niña, que apresentam-se dinamicamente variáveis.

AGRADECIMENTOS:

Este projeto de pesquisa foi financiado pela *Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo* (FAPESP), Processo Nº 1999: 07632-3. The authors wish to thank the Seasonal to Interannual Earth Science Information Partner (SIESP) that is part of the NASA sponsored ESIP Federation. SIESIP partners are the Center for Earth Observing and Space Research (CEOSR) of George Mason University, the Center for Ocean-Land-Atmosphere Studies, the Goddard Distributed Active Archive Center, and the University of Delaware.

REFERÊNCIA:

FREITAS, E. D., 1998. Variabilidade Sazonal da Precipitação no Estado do Paraná. Dissertação (Mestrado), IAG – USP.

Grinstead, C. M., and Snell, J. L. (1997). Introduction to Probability (Second Revision Edition). American Mathematical Society, 510p.

Willmott, C. J. and K. Matsuura (2001). Climatologically Aided Interpolation (CAI). <ftp://lake.nascom.nasa.gov/data/6/Willmott/README.html>

WREGE, M. S.; S. L. GONÇALVES; P. H. CARAMORI; M. E. C. VASCONCELLOS; D. OLIVEIRA; M. A. NETO e J. H. CAVILLGLIONE, 1997. Risco de deficiência hídrica na cultura do feijoeiro durante a safra das águas no estado do Paraná. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, 5, 1: 51 – 59.

PINKAYAN, S. (1966). Conditional Probabilities of Occurrence of Wet and Dry Years Over a Large Continental Area. Hydrology Papers, 12. Colorado State University, Fort Collins, Col., U. S. A.

SOUZA, A. L. F, 1999. Previsão de Safra de Soja da Região Norte do Estado do Paraná Via Satélite NOAA. Dissertação de Mestrado. IAG / USP.

XAVIER, T. M. B. S.; SILVA, J. F., e REBELLO, E. R. G., 2002. A Técnica dos Quantís. THESAURUS Editora de Brasília Ltda. 140p.

XAVIER, T. M. B. S e A. F. S. XAVIER, 1987. Classificação e Monitoração de Períodos Secos ou Chuvosos e Cálculo de Índices Pluviométricos Para a Região Nordeste do Brasil. *Revista Brasileira de Engenharia*. Vol 5, 2: 7 – 30.

XAVIER, T. M. B. S e A. F. S. XAVIER, 1986b. Estudo Estatístico sobre a Persistência e Alternância de Anos Secos e Chuvosos no Estado do Ceará. I Congresso Interamericano de Meteorologia / IV Congresso Brasileiro de Meteorologia. Brasília – DF. 20 – 24 Outubro. 1: 144 - 148.

XAVIER, T. M. B. S e A. F. S. XAVIER, 1986c. Estudo Estatístico sobre a Persistência e Alternância de Anos Secos e Chuvosos no Estado do Ceará, Fortaleza (Relatório de Pesquisa, 37 páginas).

XAVIER, T. M. B. S e A. F. S. XAVIER, 1985. Classificação e Monitoração de Períodos Secos e Chuvosos para o estado do Ceará, apresentado em “fórum” de Debates promovido pela Fundação Prof. João Ramos Pereira Costa - FJRPC. Fortaleza – CE (Relatório de Pesquisa, 23 páginas).

XAVIER, T. M. B. S e A. F. S. XAVIER, 1984b. Classificação de Anos Secos e Chuvosos na Região Nordeste do Brasil e sua Distribuição Espacial. III Congresso Brasileiro de Meteorologia. Belo Horizonte – MG. 3 à 7 Dezembro. 3: 267 – 275.