

# ANÁLISE DE AGRUPAMENTO NOS DADOS PLUVIOMÉTRICOS DO OESTE DO ESTADO DE SÃO PAULO

CARLOS ALBERTO JÁCOMO, VILMA MAYUMI TACHIBANA, EDILSON FERREIRA FLORES

Universidade Estadual Paulista - Unesp  
Faculdade de Ciências e Tecnologia - FCT  
Departamento de Estatística, Presidente Prudente - SP  
carlos.jacomo@itelefonica.com.br  
{vilma, efflores}@fct.unesp.br

## ABSTRACT

This paper aims to give a contribution to the study of rainfall in the western of Sao Paulo's state. To achieve this goal, a database for the rainfall from January 1970 to December 2000 was created. In this set was applied Ward's hierarchical clustering method to grouping similar stations and similar years. The method produced seven homogeneous groups of the stations and three homogeneous groups of the years. It was possible to determine groups with the same behavior, as the driest region and rainier region, and the dry and rainy years. These results, using only the variable monthly precipitation with multivariate method, were similar to the classification of the stations published by other authors, but they had to considered several climate's information..

**Key words:** Cluster's Analysis, Ward's Method, Rainfall, Multivariate Analysis.

## 1 INTRODUÇÃO

O sucesso ou fracasso de um empreendimento pode estar relacionado às características do regime pluviométrico de uma determinada região, fazendo com que o conhecimento do comportamento desse atributo seja de grande importância nos planejamentos urbanos, agrícolas e ambientais. (SIQUEIRA et al., 2007)

Este trabalho teve como objetivo resumir as informações das medidas de precipitação pluviométrica mensais coletadas por 108 estações meteorológicas do oeste paulista, reunindo-as em grupos homogêneos com característica comum entre elas utilizando-se o método de agrupamento multivariado de Ward (1963).

Os resultados gerados através desse método apresentaram regiões com o mesmo comportamento em relação à precipitação pluviométrica, como à região com maior incidência de chuva (região chuvosa) e a região seca, alcançando resultados muito semelhantes . as classificações propostas por Sant'Anna Neto (1995) e Boin (2000). A importância deste trabalho reside no fato que aqui foram utilizadas apenas variáveis de precipitação pluviométrica mensal e anual, enquanto os outros autores utilizaram além da precipitação

pluviométrica, outras informações como: temperatura, umidade relativa do ar, direção dos ventos, brilho solar, pressão atmosférica e sistemas atmosféricos (massas de ar).

## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

### 2.1 Banco de dados

Foram coletados dados de precipitação mensal registrados pelas 108 estações da região oeste do Estado de São Paulo, no período de 1970 a 2000. Essas informações estão disponibilizadas pelo Departamento de Águas e Energia Elétrica (DAEE), para cada estação e a cada mês, demandando tempo na organização desses dados para posterior análise.

A distribuição espacial das estações de coleta referente à precipitação pluviométrica está representada na Figura 1.

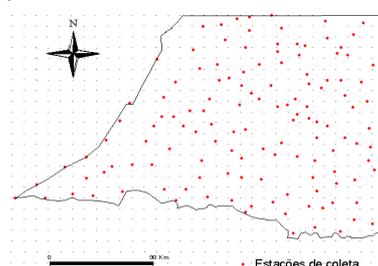


Figura 1 - Distribuição espacial das estações de coleta do oeste paulista.

### 2.2 Análise de agrupamentos

Análise de agrupamentos é uma técnica da Estatística Multivariada que tem como objetivo principal de formar grupos heterogêneos de modo que os elementos dentro de cada grupo sejam homogêneos. O método ou algoritmo de agrupamento aplicado aos dados de precipitação pluviométrica foi o método hierárquico proposto por Ward (1963). Este método está fundamentado na "mudança de variação" entre os grupos e dentro dos grupos que estão sendo formados em cada passo de agrupamento. De acordo com Johnson e Wichern (2007), esse procedimento também é denominado de "mínima variância", pois em cada passo do algoritmo, os dois conglomerados que apresentam a menor distância entre eles são combinados formando um único grupo.

### 3 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Inicialmente, a análise de agrupamento foi realizada considerando-se como observação todas as 108 estações de coleta, em seguida somente os 31 anos de coleta (1970 a 2000), sendo as variáveis a precipitação mensal para as estações pluviométricas e a precipitação anual para os anos em estudo. O programa computacional utilizado para aplicar esta análise foi o MINTAB 14.1.

#### 3.1 Classificação das estações de coleta

O número de grupos foi escolhido através do gráfico dos coeficientes de fusão e o dendrograma das classificações das estações de coleta está apresentado na Figura 2.

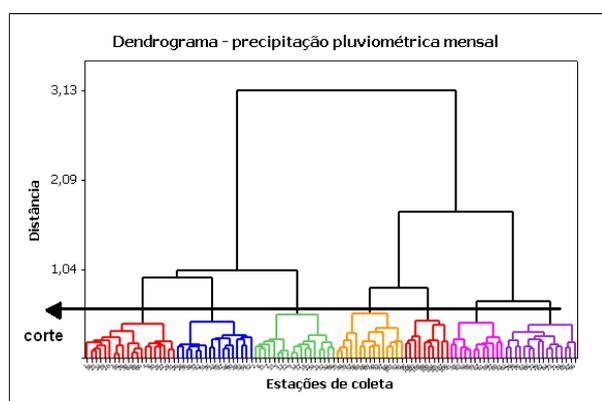


Figura 2 – Dendrograma para as localidades.

Identificando no mapa os grupos de estações formados pela análise de agrupamento, percebe-se que as estações dentro do mesmo grupo estão também próximas geograficamente, cujo resultado é apresentado na Figura 3.

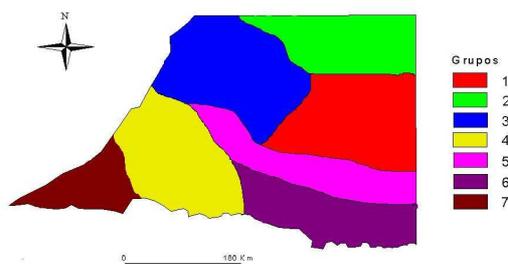


Figura 3 – Distribuição espacial das estações pluviométricas separadas por grupos homogêneos.

Cada grupo foi realizado um estudo estatístico através das medidas descritivas (total máximo, total mínimo e média anual) da precipitação pluviométrica, pode-se observar que o grupo 6 apresenta a região com os maiores índices pluviométricos (região chuvosa) com precipitação anual variando em torno de 1400 mm, os grupos 2 e 3 representam a região com os menores índices pluviométricos (região seca) com precipitação anual variando em torno de 1300 mm. Já o grupo 5 representa a transição dessas regiões.

#### 3.2 Classificação dos anos

O mesmo procedimento foi usado para classificar os 31 anos como a geração do dendrograma gráfico dos coeficientes de fusão definindo um total de 3 grupos distintos e análise estatística das medidas descritivas. Os anos mais secos são os correspondentes aos 1970, 1978, 1981, 1984, 1985, 1986, 1988, 1991, 1993, 1994, 1999 e 2000 com precipitação anual variando em torno de 1200 mm. Os mais chuvosos são os 1972, 1974, 1976, 1982, 1983, 1989, 1997 e 1998 com precipitação anual variando em torno de 1600 mm.

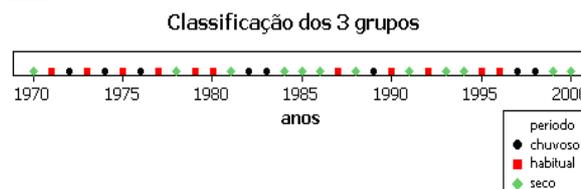


Figura 4 – Gráfico de pontos para os 3 grupos.

A ocorrência do período seco mais extenso foi nos anos de 1984, 1985 e 1986, o período chuvoso mais extenso foi no máximo de 2 anos como apresenta os anos de 1979-1980, 1995-1996. Os períodos mais semelhantes foram os períodos de 1982 a 1985 e de 1997 a 2000.

### 3 CONCLUSÕES

De um conjunto inicial com 108 estações e variáveis relativas a precipitação pluviométrica mensal, as estações puderam ser agrupadas em 7 grupos homogêneos, e considerando a precipitação pluviométrica anual, esses dados de 31 anos formaram 3 grupos de anos homogêneos. Nessa análise foi possível localizar grupos com o mesmo comportamento, como a região mais seca, ao norte da região de Presidente Prudente e região de Araçatuba e a mais chuvosa que está localizada na região de Marília. Também foi possível detectar os anos mais secos e chuvosos.

#### REFERÊNCIAS

- BOIN, M. N. *Chuvos e erosões no Oeste Paulista: Uma Análise Climatológica Aplicada*. Rio Claro: UNESP, 2000, 264 p. Tese (Doutorado em Geociências e Meio Ambiente) - IGCE, UNESP, 2000.
- JOHNSON, R. A., WICHERN, D. W. *Applied Multivariate Statistical Analysis*, 6<sup>th</sup> ed. Upper Saddle River, NJ : Pearson Prentice Hall, 2007
- SANT'ANNA NETO, J. L. *As chuvas no Estado de São Paulo: Contribuição ao estudo da variabilidade e tendência da pluviosidade na perspectiva da análise geográfica*. São Paulo: USP, 1995. 251 p. Tese (Doutorado em Geografia – Geografia Física) – FFLCH, USP, 1995.
- SIQUEIRA, H. R. et al., *Comportamento da precipitação pluviométrica mensal do Estado de Minas Gerais: análise espacial e temporal*. Revista Horizonte Científico, 2007.
- WARD, J. H. *Hierarchical grouping to optimize an objective function*. 58: 226 – 244 p, 1963.