

## IV-017 – ANÁLISE MULTIVARIADA DO REGIME PLUVIOMÉTRICO DO ESTADO DE SANTA CATARINA NOS ANOS DE 1999 A 2000

**Yasmin Vieira Siega** <sup>(1)</sup>

Graduanda do curso de Engenharia Ambiental e Sanitária na Universidade do Estado de Santa Catarina - UDESC.

**Cindy Fernandes Mendes** <sup>(2)</sup>

Graduanda do curso de Engenharia Ambiental na Universidade do Estado de Santa Catarina- UDESC.

**Daiana Petry** <sup>(3)</sup>

Mestre em Engenharia Elétrica (área de conhecimento de Engenharia Biomédica) pela Universidade Federal de Santa Catarina (2006). Possui graduação em Ciência da Computação (2003). Atualmente é professora na Universidade do Estado de Santa Catarina - UDESC.

**Endereço**<sup>(1)</sup>: Avenida Luis de Camões, 2090. Bairro Conta Dinheiro. Lages, SC - CEP: 88.520-000. Brasil, Telefone: +55 (49) 9809-6734 - e-mail: yasminsiega@gmail.com

### RESUMO

O estudo do regime pluviométrico nos últimos anos tem se destacado devido às mudanças repentinas no clima, as quais vêm afetando principalmente a economia, o meio ambiente e a sociedade. Métodos de análise multivariada podem auxiliar na busca de possíveis padrões pluviométricos que facilitam a análise e entendimento dessas mudanças. O presente estudo tem como objetivo utilizar métodos de análise multivariada para avaliar a variabilidade de precipitações ao longo de dois anos no estado de Santa Catarina. Foram utilizados dados consistidos mensais de seis estações pluviométricas espalhadas pelas regiões do estado. Os resultados preliminares apresentaram a existência de dois grupos significativamente diferentes, caracterizando um padrão de dois períodos distintos durante o ano, quanto à precipitação (bastante chuva e pouca chuva), sendo estes períodos não diretamente relacionados com a estação do ano. Sendo assim, pode-se de dizer que a estação do ano não influencia diretamente o regime hidrológico das cidades observadas no estado de Santa Catarina. É importante salientar que se trata de um estudo preliminar que teve como base os anos de 1999 a 2000.

**PALAVRAS-CHAVE:** Análise multivariada, Precipitações, Padrão pluviométrico.

### INTRODUÇÃO

A variabilidade climática de uma região exerce importante influência em áreas socioeconômicas, no bem estar da sociedade e afetam principalmente o meio ambiente. Neste contexto, uma análise detalhada do regime pluvial é fundamental para o manejo correto da água e de uma coerente avaliação gestora ambiental. Dada à importância, estudos têm sido realizados com o intuito de compreender melhor os fatores que regem o regime pluvial na escala regional.

O monitoramento do regime pluviométrico da região nos últimos anos tem mostrado que a escassez de recursos hídricos acentua os problemas socioeconômicos, em particular ao final de cada ano, com os totais pluviométricos em torno ou abaixo da média da região (Marengo e Silva Dias, 2006).

Uma forma de avaliar as interações entre as estações do ano e as chuvas durante cada período avaliado seria a aplicação de métodos estatísticos como Análise de Variância (ANOVA), Análise de Cluster (agrupamentos), análise de componentes principais e Análise Discriminante dos dados (Valentin, 2012). Assim, os métodos estatísticos tendem a auxiliar na compreensão do regime pluviométrico a ser estudado.

Diante destes apontamentos, o objetivo do estudo visa analisar a variabilidade climática de diferentes regiões do estado de Santa Catarina.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Foram utilizados dados mensais de chuva obtidos de estações hidrológicas classificadas como pluviométricas localizadas nas regiões nordeste, planalto sul, planalto norte, oeste, litoral e sul do estado de Santa Catarina. Os dados foram disponibilizados pela Agência Nacional das Águas (ANA) e extraídos através do software Hidro® 1.2.

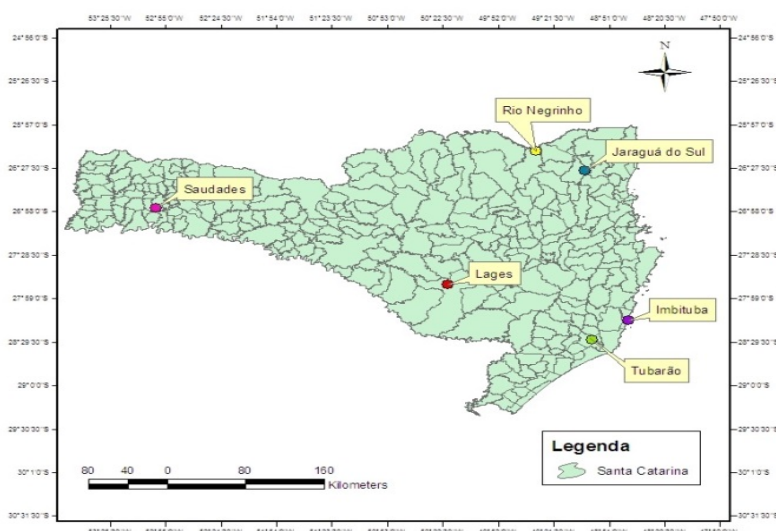
O período avaliado de cada município consistiu em dados consistidos, o que significa que eles passaram por um controle de qualidade. Justificando-se o pequeno período escolhido para o estudo preliminar, uma vez que as estações obtinham poucos dados com tal controle de qualidade.

**Tabela 1: Código, coordenadas e o início de cada série das estações avaliadas pelo estudo.**

| Código  | Região         | Município      | Latitude      | Longitude     | Início da Série |
|---------|----------------|----------------|---------------|---------------|-----------------|
| 2649012 | Nordeste       | Jaraguá do Sul | 26° 29' 10" S | 49° 04' 00" W | 1961            |
| 2849027 | Sul            | Tubarão        | 28° 28' 00" S | 49° 00' 25" W | 1987            |
| 2750005 | Planalto Sul   | Lages          | 27° 48' 58" S | 50° 19' 34" W | 1941            |
| 2649055 | Planalto Norte | Rio Negrinho   | 26° 15' 16" S | 49° 31' 06" W | 1990            |
| 2653007 | Oeste          | Saudades       | 26° 55' 27" S | 53° 00' 11" W | 1954            |
| 2848007 | Litoral        | Imbituba       | 28° 14' 24" S | 48° 40' 13" W | 1985            |

A Tabela 1 representa informações referentes aos municípios analisados neste estudo, como a latitude e longitude de sua localização, início da série e, o código da estação utilizada para a coleta dos dados.

A localização de cada município imersa no estado de Santa Catarina é caracterizada pela figura 1 que indica as localidades de cada município analisado.



**Figura 1: Localização dos municípios avaliados pela análise multivariada.**

A análise estatística multivariada refere-se a um conjunto de técnicas estatísticas, que tem como principal atributo analisar grandes conjuntos de dados referentes a diversas variáveis simultaneamente (Valentin, 2012). A análise estatística dos dados foi gerada através do software Minitab® na versão 17.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

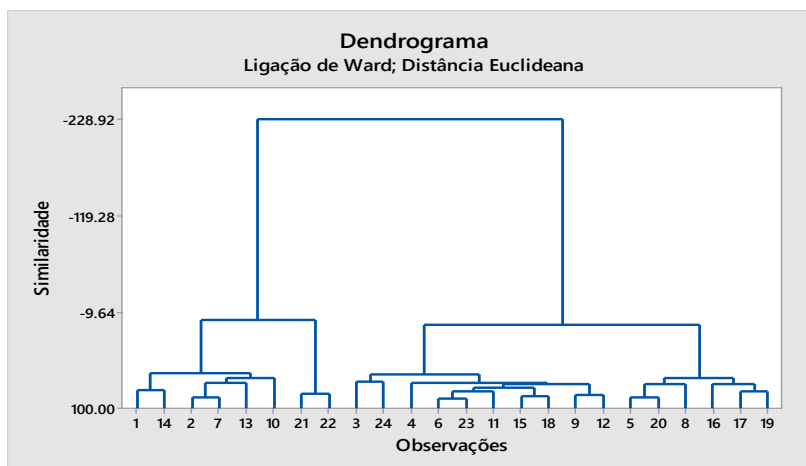
Aplicando o teste da ANOVA, percebeu-se uma diferença significativa entre os dados pluviométricos de cada cidade, no entanto constatou-se que as estações do ano não influenciam no regime hidrológico da mesma. Aplicando o teste de Tukey, obteve-se um DMS igual a 48,20, e a diferença de média entre as cidades podem ser observadas na tabela 2. Com isso verificou-se que as cidades de Imbituba e Jaraguá do Sul, Jaraguá do Sul e Tubarão, Saudades e Tubarão apresentam diferenças significativas entre si. Assim, pode-se afirmar que existe variação no regime hidrológico entre tais cidades do estado de Santa Catarina, o que poderia representar uma diferença significativa entre as regiões: Litoral e Nordeste, Nordeste e Sul, Sul e Oeste.

**Tabela 2: Diferença entre médias.**

| <b>Cidades</b>                | <b>Diferença entre médias</b> |
|-------------------------------|-------------------------------|
| Imbituba - Jaraguá do Sul     | -54.60                        |
| Imbituba - Lages              | -15.77                        |
| Imbituba - Rio Negrinho       | -32.11                        |
| Imbituba - Saudades           | -42.21                        |
| Imbituba - Tubarão            | 6.63                          |
| Jaraguá do Sul - Lages        | 38.83                         |
| Jaraguá do Sul - Rio Negrinho | 22.50                         |
| Jaraguá do Sul - Saudades     | 12.40                         |
| Jaraguá do Sul- Tubarão       | 61.23                         |
| Lages- Rio Negrinho           | -16.34                        |
| Lages - Saudades              | -26.44                        |
| Lages - Tubarão               | 22.40                         |
| Rio Negrinho - Saudades       | -10.10                        |
| Rio Negrinho - Tubarão        | 38.73                         |
| Saudades - Tubarão            | 48.83                         |

Através do software Minitab® foi realizado o agrupamento dos dados pluviométricos gerando o dendograma (Figura 2). Pode-se identificar no gráfico, a existência de dois grupos distintos, com exceção dos meses de Julho e Setembro nos anos de 1999 a 2000 que não possuem uma característica específica devido à variação entre os anos avaliados.

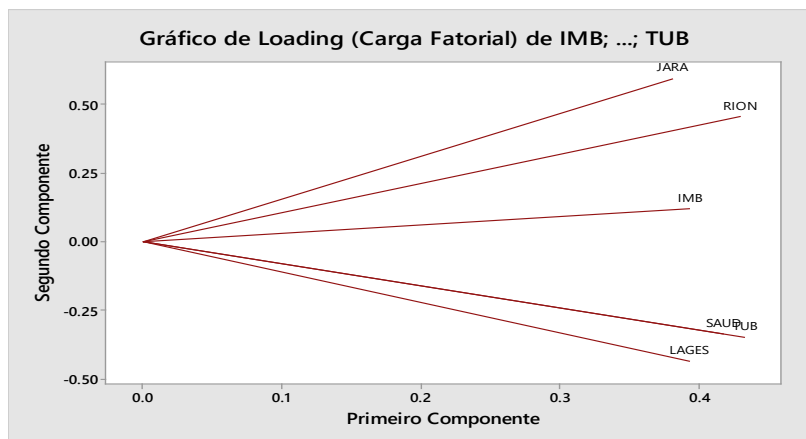
Os dois grupos representam dois períodos de chuva devido às características similares entre si, um grupo representando o período mais chuvoso e o período menos chuvoso dos anos avaliados. Sendo assim, pode-se dizer que os meses mais chuvosos no estado de Santa Catarina são Janeiro, Fevereiro, Outubro, e os menos chuvosos são Março, Abril, Maio, Junho, Agosto, Novembro, Dezembro.



**Figura 2: Dendrograma Inicial.**

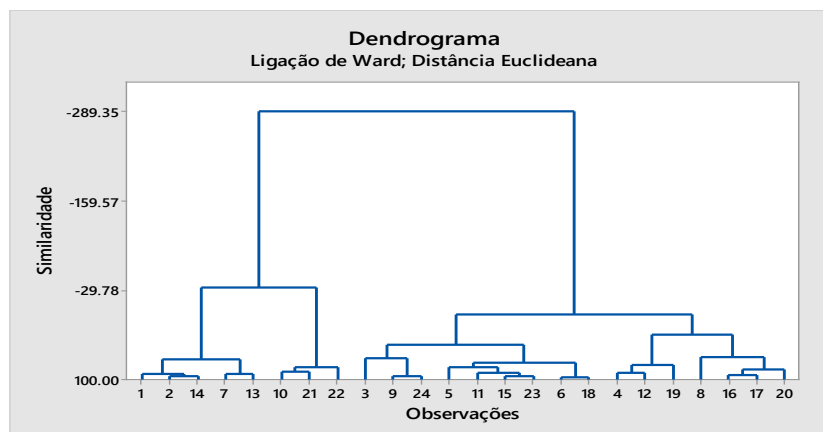
Como os meses agrupados em cada período não correspondem a estações do ano distintas é possível dizer que a estação do ano não está relacionada com a quantidade de chuvas no estado de Santa Catarina. Aplicando a ANOVA na tentativa de encontrar diferenças significativas entre as estações do ano, contextualizando o resultado obtido anteriormente, estações que possuem características semelhantes quanto clima, no estado de Santa Catarina, tais como o outono e o inverno, e a primavera e o verão, não apresentaram diferença significativa na quantidade de chuvas.

Os eixos principais, ou seja, os municípios que explicam pelo menos 90% da variabilidade nos dados de precipitação e consequente distribuição em dois grupos, encontrados através da análise de componentes principais, conforme representado na Figura 3, são os municípios de Jaraguá do Sul e Saudades.



**Figura 3: Análise dos componentes principais.**

Após a análise dos componentes principais, gerou-se um novo dendrograma (Figura 4), utilizando os dados apenas dos dois eixos principais, o qual confirma a existência dos mesmos dois grupos distinto entre os dados avaliados durante o estudo, sendo separados principalmente pelos municípios de Saudades e Jaraguá do Sul.



**Figura 4: Dendrograma Final.**

Através da análise discriminante dos dados, foi verificado que a divisão dos dois grupos é significativa e os grupos foram classificados com 100% de acerto pelas equações geradas pelo método. As equações para classificação entre mês chuvoso ou não chuvoso no estado de Santa Catarina, utilizando apenas as cidades de Jaraguá do Sul e Saudades são apresentadas a seguir.

$$\text{Grupo 1} = -31,126 + 0,126 * \text{Jaraguá} + 0,141 * \text{Saudades}$$

$$\text{Grupo 2} = -6.347 + 0.052 * \text{Jaraguá} + 0,069 * \text{Saudades}$$

## CONCLUSÕES

A partir dos métodos estatísticos conclui-se que existe diferença na distribuição das chuvas entre algumas regiões de Santa Catarina, bem como entre algumas estações do ano. Aquelas estações do ano nas quais as condições climáticas no estado de Santa Catarina são semelhantes acabam não apresentando diferença também na questão de chuvas. Esse fator reflete numa distribuição pluviométrica não relacionada com as estações do ano.

Identificou-se, no entanto, um padrão de distribuição dividido em dois grupos, os quais representam os meses mais chuvosos e os menos chuvosos, com única exceção dos meses de julho e setembro que alternaram em quantidade de chuvas nos dois anos estudados.

Levando em conta as cidades de cada região que foram consideradas no estudo, identificaram-se como eixos principais da distribuição pluviométrica no estado de Santa Catarina as cidades de Saudades e Jaraguá do Sul. Sendo assim pode-se dizer que as duas regiões principalmente responsáveis pela existência de dois grupos de meses significativamente diferentes na quantidade de chuvas são as regiões Oeste e Norte.

Vale ressaltar que este estudo foi preliminar e que por esse motivo envolveu inicialmente apenas uma cidade de cada região do estado de Santa Catarina e dois anos de registro pluviométrico consistido.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. MARENGO, J.; SILVA DIAS, P. **Mudanças climáticas globais e seus impactos nos recursos hídricos.** Capítulo 3 em Águas Doces do Brasil: Capital Ecológico, Uso e Conservação, 2006, pp.63-109, Eds. A.
2. VALETIN, L. V. **Ecologia Numérica – uma Introdução à Análise Multivariadas de Dados Ecológicos.** 2ª Edição. Editora Interciência. Rio de Janeiro. 2012.