

## CARACTERIZAÇÃO DA PRECIPITAÇÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO BENEVENTE

**Camila Aparecida da Silva Martins<sup>1</sup>, Tiago Sperandio Borges<sup>1</sup>, Fábio da Silveira Castro<sup>1</sup>, Roberto Avelino Cecílio<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Mestrando em Produção Vegetal, Centro de Ciências Agrárias - UFES / Departamento de Produção Vegetal; Cx Postal 16, CEP 29500-000, Alegre-ES; [camila.cca@hotmail.com](mailto:camila.cca@hotmail.com), [tiago.sb@hotmail.com](mailto:tiago.sb@hotmail.com), [fabiosilveira\\_70@hotmail.com](mailto:fabiosilveira_70@hotmail.com)

<sup>2</sup>Professor, Centro de Ciências Agrárias - UFES / Departamento de Engenharia Florestal; Cx Postal 16, CEP 29500-000, Alegre-ES; [racecilio@yahoo.com.br](mailto:racecilio@yahoo.com.br)

**Resumo-** Este trabalho teve o objetivo de caracterizar a distribuição espacial e o valor médio da precipitação pluviométrica na bacia hidrográfica do Rio Benevente, localizada na região Sul do estado do Espírito Santo, utilizando como subsídio para tal, séries históricas da Agência Nacional das Águas (ANA) e Sistemas de Informações Geográficas (SIG). Foram utilizadas séries históricas de dados pluviométricos com extensão de 30 anos, provenientes de 10 postos pluviométricos distribuídos dentro e fora da bacia. A precipitação média foi estimada utilizando técnicas de interpolação do Inverso do Quadrado da Distância (IQD) e da Krigeagem (KRG). Os resultados mostraram que a precipitação média anual na bacia hidrográfica varia de 1.142 mm a 2.150 mm acumulados durante um ano, sendo considerada uma boa média de precipitação. Não houve grandes diferenças nas espacializações feitas pelo IQD e pelo KRG.

**Palavras-chaves:** Rio Benevente, precipitação.

**Área do Conhecimento:** Ciências Agrárias

### Introdução

A quantidade e a distribuição de chuvas que ocorrem anualmente em uma região determinam o tipo de vegetação natural e também o tipo de exploração agrícola possível. Desta forma, estudos relacionados a planejamento agrícola devem necessariamente contemplar a quantificação do total precipitado, da duração da precipitação e de sua distribuição temporal e espacial, que são as principais características da precipitação.

Para Brandão *et al.* (2006), a precipitação na forma líquida é a de maior interesse, porque promove a infiltração, que é o processo onde a água atravessa a superfície do solo alimentando a região do solo ocupada pelo sistema radicular das culturas e também os aquíferos, desempenhado, desta forma, papel fundamental para o manejo da agricultura e o planejamento conservacionista de bacias hidrográficas.

Sob o ponto de vista do abastecimento, a precipitação se constitui na fonte primária da água para o uso do homem, além de ser o elo de ligação entre a fase atmosférica e a fase terrestre do ciclo hidrológico, constituindo-se na entrada do sistema hidrológico, e por conseqüência, na única forma natural de entrada de água em uma bacia hidrográfica.

No contexto de manejo de bacias hidrográficas a disponibilidade de precipitação em uma bacia é um dos fatores determinantes para se quantificar, dentre outras coisas, a necessidade de irrigação

e o abastecimento doméstico e industrial. Além disso, a determinação da intensidade de precipitação é de grande importância em estudos que visem o controle de enchentes e a minimização da ocorrência de erosão hídrica (BRANDÃO *et al.*, 2006).

Muitas vezes é fundamental o conhecimento da distribuição espacial das precipitações em determinada área, o que faz com que seja fundamental a interpolação de valores pontuais de precipitação e entre as técnicas de interpolação mais utilizadas destacam-se o inverso do quadrado da distância (IQD) e a krigeagem (KRG). A relativa simplicidade do IQD faz com que seja amplamente utilizado. Para Camargo (1997), a incorporação de procedimentos geoestatísticos em SIGs, baseadas em técnicas de KRG é importante, porque melhora os procedimentos tradicionais de tais sistemas devido a qualidade do estimador e, principalmente pela informação de acurácia fornecida nesse modelo inferencial. Todavia a KRG é de difícil utilização por demandar conhecimento geoestatístico para sua aplicação.

Do exposto, o presente trabalho teve o objetivo de caracterizar espacialmente a precipitação pluviométrica média anual na bacia hidrográfica do Rio Benevente, e comparar a espacialização das precipitações feitas por meio das técnicas de interpolação IQD e KRG.

## Metodologia

A região contemplada no presente estudo consiste na bacia hidrográfica do Rio Benevente, localizada na região Sul do estado do Espírito Santo, possuindo uma área de 1091,8 Km<sup>2</sup>, situada entre os meridianos 40°33' e 41°00' de Longitude Oeste e entre os paralelos 20°26' e 21°49' de Latitude Sul.

Para delimitação da área de contribuição da bacia estudada foram utilizadas cartas topográficas contendo curvas de nível com variação de cotas de 20 metros, além da hidrografia mapeada, disponibilizadas em formato digital pelo Sistema Integrado de Bases Georreferenciadas do Estado do Espírito Santo (GEOBASES, 2007).

Em ambiente SIG criou-se um arquivo vetorial na forma de polígono para a delimitação manual da área da Bacia do Rio Benevente. A delimitação foi realizada partindo-se da foz do rio Benevente em direções as maiores cotas, utilizando-se conjuntamente as cartas topográficas e o modelo digital de elevação do terreno (MDE), disponibilizado por Miranda (2005).

Utilizaram-se dados de chuva oriundos de 13 estações pluviométricas localizadas dentro da bacia hidrográfica e em suas proximidades, sob coordenação da Agência Nacional de Águas (ANA, 2007) ou do Instituto Capixaba de

Pesquisas e Extensão Rural (INCAPER), cujas características estão descritas na Tabela 1.

Os dados históricos de precipitação foram adquiridos através do Sistema de Informações Hidrológicas HidroWeb no endereço eletrônico da ANA (<http://hidroweb.ana.gov.br>), contemplando um período de coleta mínimo de 30 anos. Na tabulação dos dados, foi utilizado o software Hidro 1.0.9, calculando-se as precipitações médias mensais e anuais para todos os postos pluviométricos contemplados no presente estudo.

Os meses em que havia dados inexistentes tiveram estes valores estimados a partir do procedimento de preenchimento de falhas a partir do método de ponderação regional. Este método é ideal para preenchimento de falhas mensais e anuais e leva em consideração os 3 postos mais próximos e com características climáticas idênticas daquele que se deseja estimar, baseando-se na seguinte equação.

$$Y = \frac{1}{3} \left( \frac{X_1}{X_{m1}} + \frac{X_2}{X_{m2}} + \frac{X_3}{X_{m3}} \right) * Y_m$$

em que:

Y<sub>m</sub> = precipitação média do posto que apresenta falha, mm;

X<sub>1</sub>, X<sub>2</sub>, X<sub>3</sub> = precipitação do mês dos postos vizinhos, mm; e

X<sub>m1</sub>, X<sub>m2</sub>, X<sub>m3</sub> = precipitação média das 3 estações vizinhas, mm.

Tabela 1- Características das estações pluviométricas, localizadas dentro e fora da Bacia Hidrográfica do Rio Benevente, que foram utilizadas no presente estudo

Código	Município	Altitude	Lat	Long	Situação
2040009	ANCHIETA	6	-20,80	-40,66	Dentro da bacia
2040011	ALFREDO CHAVES	515	-20,56	-40,81	Dentro da bacia
2040020	ALFREDO CHAVES	980	-20,59	-40,95	Dentro da bacia
Incaper	ALFREDO CHAVES	35	-20,63	-40,73	Dentro da bacia
2040005	ICONHA	25	-20,78	-40,83	Fora da bacia
2040017	ICONHA	265	-20,73	-40,88	Fora da bacia
2041010	VARGEM ALTA	580	-20,70	-41,02	Fora da bacia
2041002	CASTELO	107	-20,61	-41,20	Fora da bacia
Incaper	DOMINGOS MARTINS	950	-20,38	-41,05	Fora da bacia
2040012	MARECHAL FLORIANO	544	-20,41	-40,68	Fora da bacia
2040001	VIANA	80	-20,42	-40,49	Fora da bacia
2040004	GUARAPARI	6	-20,65	-40,51	Fora da bacia
2040002	ALFREDO CHAVES	100	-20,63	-40,75	Desativado

A espacialização da precipitação média anual na bacia hidrográfica foi feita utilizando-se dois diferentes métodos de interpolação: inverso do quadrado da distância (IQD) e krigeagem.

A interpolação por meio do IQD foi realizada para cada *pixel* (célula) do mapa da bacia, com dimensões de representativas de uma área real

de 90 m x 90 metros, de acordo com seguinte equação:

$$x_p = \frac{\sum_{i=1}^n \left( \frac{1}{d_i^2} X_i \right)}{\sum_{i=1}^n \left( \frac{1}{d_i^2} \right)}$$

em que:

$X_p$  = variável interpolada;

$X_i$  = valor da variável da  $i$ -ésima localidade vizinha;

$d_i$  = distância euclidiana entre o  $i$ -ésimo ponto de vizinhança e o ponto amostrado.

A interpolação por meio do KRG, foi realizada conforme preconizado por Câmara (1999).

## Resultados

Na Tabela 2 estão apresentados os valores da precipitação média anual obtida através de postos pluviométricos da ANA e do INCAPER. A precipitação média anual variou entre 1.142 mm a 2.150 mm, sendo considerada uma boa média de precipitação. Resultados semelhantes foram obtidos por Beijo et al., 2003.

Tabela 2- Precipitação Pluviométrica da Bacia Hidrográfica do Rio Benevente, localizada na região Sul do estado do Espírito Santo

Código	Responsável	P (mm)
2040009	ANA	1142.4
2040011	ANA	1703.7
2040020	ANA	2099.8
Alfredo Chaves	INCAPER	1554.3
2040005	ANA	1601.3
2040017	ANA	1616.3
2041010	ANA	1606.3
2041002	ANA	1316.1
Domingos Martins	INCAPER	1380.9
2040012	ANA	1600.8
2040001	ANA	1292.1
2040004	ANA	1297.4

A precipitação pluviométrica espacializada pelo método IQD está apresentada na Figura 1. E

a precipitação pluviométrica obtida pelo método de KRG está representada na Figura 2.

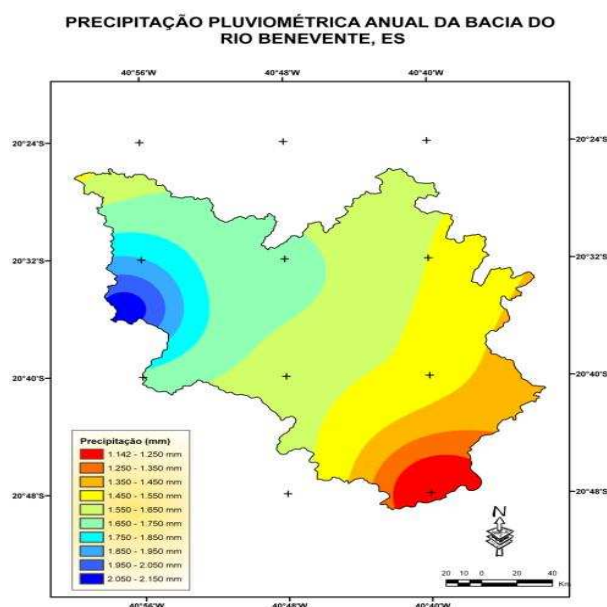


Figura 1- Precipitação Pluviométrica Anual da Bacia Hidrográfica do Rio Benevente interpolada pelo Método do Inverso do Quadrado da Distância (IDW)

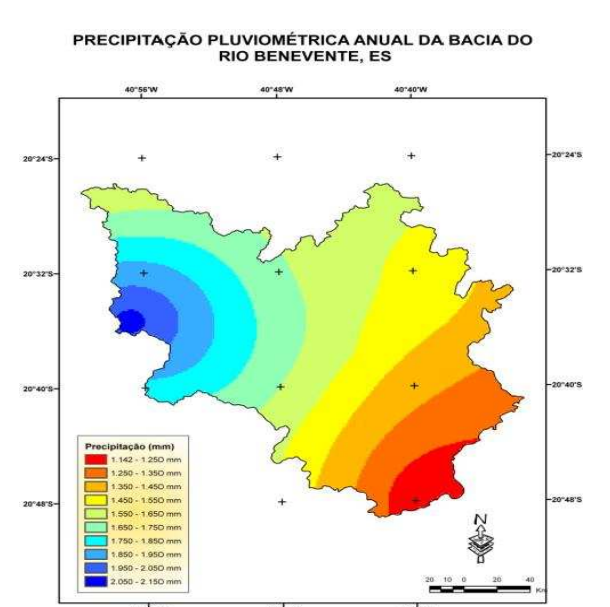


Figura 2- Precipitação Pluviométrica Anual da Bacia Hidrográfica do Rio Benevente obtida pelo Método de Krigeagem (KRG)

## Discussão

Observando os valores da precipitação da bacia hidrográfica do Rio Benevente (Tabela 2), nota-se que a bacia em estudo apresenta um volume maior de chuva na região da cabeceira, na divisa do município de Alfredo Chaves com Vargem Alta, diminuindo gradativamente na foz do Rio Benevente no município de Anchieta.

Os valores de precipitação pluviométrica encontrados são considerados elevados quando comparados com os resultados obtidos por (JÚNIOR et al., 2007), para a região do município Madre de Deus-MG.

Os métodos de Krigeagem e Inverso do Quadrado da Distância (IDW) foram comparados durante o processo de interpolação da precipitação e observou-se que algumas áreas para o método IDW foram mais abrangentes em uma determinada classe de valores, porém os resultados ficaram bem semelhantes, conforme é mostrado nas Figuras 1 e 2.

A técnica de interpolação por meio do inverso do quadrado da distância (IQD), apesar de não serem precisos, e apresentarem comportamento variável em muitos casos, funcionam de maneira satisfatória, principalmente em regiões planas como no caso desta área em estudo.

Os resultados obtidos nesse trabalho são de suma importância para a Bacia Hidrográfica do Rio Benevente, visto que há poucos estudos sobre sua caracterização.

## Conclusão

Conclui-se que a Bacia em estudo apresenta precipitação média anual entre 1142 a 2150 mm, sendo considerada uma boa média de precipitação.

## Referências

- ANA. Dados Hidrológicos/Série Históricas: HidroWeb (Sistema de Informações Hidrológicas). Disponível em: <<http://hidroweb.ana.gov.br/>> Acesso em: 11 out. 2007.

- BEIJO, L. A.; MUNIZ, J. A.; VOLPE, C. A.; PEREIRA, G. T. Estudo da precipitação máxima em Jaboticabal (SP) pela distribuição de Gumbel utilizando dois métodos de estimação dos parâmetros. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 11, n. 1, p. 141-147, 2003.

- CÂMARA, G. et al. (ed); *Geoprocessamento – teoria e aplicação*, 1999. Obtido em <<http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/>>, em 22/10/2007.

- CAMARGO, E. C. G. **Desenvolvimento, implementação e testes de procedimentos geoestatísticos no sistema de processamento de informações georreferenciadas (spring)**. São José dos Campos, 1997. 106p. Dissertação (Mestrado) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais.

GEOBASES. Cartografia (Sistema Integrado de Bases Georreferenciadas do Estado do Espírito Santo). Disponível em: <<http://www.ijsn.es.gov.br/follow.asp?urlframe=geobases/index.htm/br/>>. Acesso em: 11 out. 2007.

- JÚNIOR, J. A. J.; GOMES, N. M.; MELLO, C. R. de.; SILVA, A. M. da. Precipitação provável para a região de Madre de Deus, Alto Rio Grande: modelos de probabilidades e valores característicos. **Ciência Agrotécnica**, Lavras, v. 31, n. 3, p. 842-850, maio/jun., 2007.

- MIRANDA, E. E. de. *Brasil em Relevo*. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2005. Disponível em: <<http://www.relevobr.cnpm.embrapa.br/>>. Acesso em: 22 out. 2007.