



III *Sustentare* – Seminários de Sustentabilidade da PUC-Campinas
VI WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade
16 a 18 de novembro de 2021

A CONTINUIDADE ESPACIAL DA PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA NA ÁREA DE INFLUÊNCIA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SALITRE NO ESTADO DA BAHIA-BRASIL

Janiel Lopes de Oliveira
Universidade Federal de Uberlândia - UFU
E-mail: janiellopes.ms@gmail.com

Resumo

A precipitação pluviométrica é uma variável climática com influência direta nos sistemas produtivos e na qualidade de vida dos organismos vivos, contribui para a manutenção de dinâmicas ecológicas e equilíbrio de ecossistemas. Nesse contexto, é importante conhecer a distribuição espacial dessa variável em escala que minimize a generalização de informações e retrate parte da realidade no ambiente de ocorrência. Frente a esta problemática, este trabalho foi desenvolvido com o objetivo de analisar a continuidade espacial das médias anuais das precipitações pluviométricas na área de influência da Bacia Hidrográfica do Rio Salitre (BHRS). Foi aplicado recursos da Estatística e Geoestatística (semivariograma, krigagem). Na modelagem dos dados foi identificado Erro Médio -5,21, Raiz Quadrada do Erro Médio Padronizado 0,94, Erro Padrão Médio 66,74, Raiz Quadrada do Erro Médio 67,78. O alcance máximo do fenômeno para a área investigada foi de 137 km.

Palavras-chave: Precipitações, Distribuição espacial, Estatística, Geoestatística.

1. Introdução

A precipitação pluviométrica é uma variável climática com influência direta nos sistemas produtivos e na qualidade de vida dos organismos vivos. É um dos fenômenos naturais responsáveis pela sustentação do sistema hidrológico em bacias hidrográficas, com influência na disponibilidade de água em quantidade e qualidade, bem como na manutenção de dinâmicas ecológicas e no equilíbrio de ecossistemas. Sua distribuição ao longo do tempo e no espaço sofre alterações de ordem natural que podem ser potencializadas por ações antrópicas (MARENGO, 2003; SOUZA FILHO, 2003; BARRY e CHORLEY, 2013).

Nesse contexto, observa-se a necessidade de conhecimento sobre a distribuição das chuvas em escala local ou mesorregional e sua correlação espacial ao longo do tempo no espaço. O não conhecimento dos indicadores dessa variável pode influenciar negativamente nas tomadas de decisões pela administração pública, investimentos no setor produtivo, uso da terra e a gestão da água (Carvalho e Assad, 2005), potencializa a generalização de informações desconsiderando a dinâmica das precipitações na escala supracitada.

A partir dos apontamentos citados, este trabalho foi desenvolvido com o objetivo de analisar a continuidade espacial das médias anuais das precipitações pluviométricas na área de influência da Bacia Hidrográfica do Rio Salitre (BHRS), aplicando recursos da Estatística e Geoestatística. A BHRS, é uma extensão territorial que faz parte do semiárido baiano, apresenta conflitos na gestão hídrica há décadas, fator que se agrava em períodos de estiagem prolongada

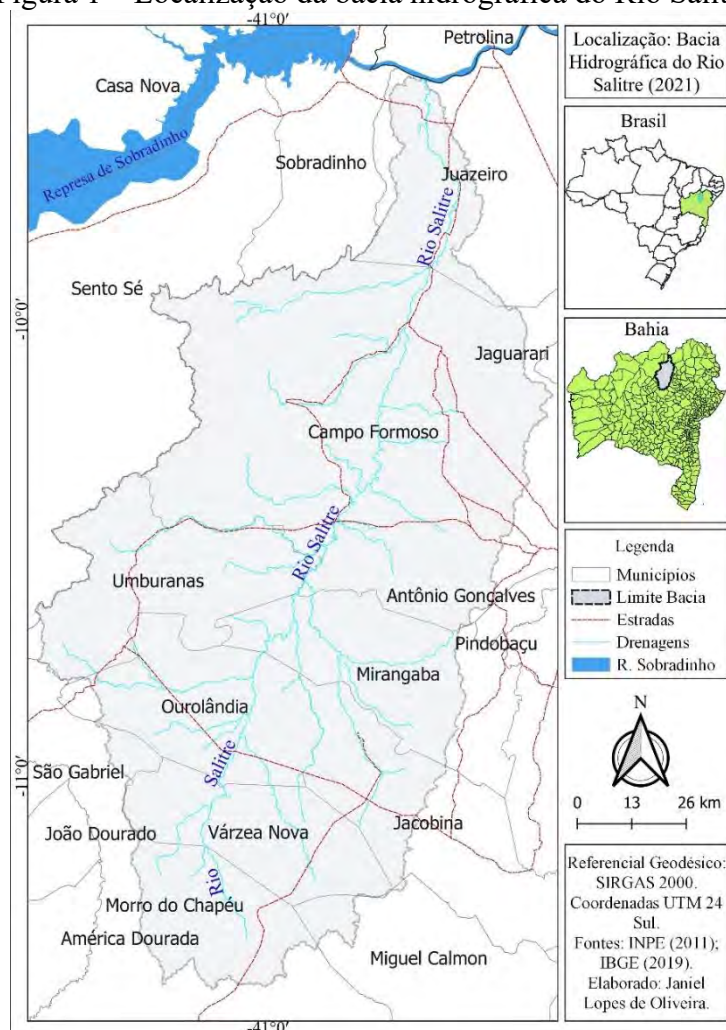


III *Sustentare* – Seminários de Sustentabilidade da PUC-Campinas
 VI WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade
 16 a 18 de novembro de 2021

(Fiocruz, 2014). As questões hídricas na bacia, é o resultado do acúmulo de problemas relacionados a gestão de recursos naturais e sociais, e a falta de conhecimentos técnicos ou mal uso destes em atividades produtivas (BRITO, 2003).

A BHRS, está localizada entre as latitudes 9° 27' e 11° 30', longitudes 40° 22' e 41° 30', (Figura 1), classificada como sub-bacia de terceira ordem, situada a margem direita do médio Rio São Francisco, faz parte da Mesorregião Centro-Norte Baiano, Estado da Bahia, tem área aproximada de 14.567 km², e população de 108.915 habitantes (IBGE, 2010). Na exploração da terra predomina atividades agropastoris, prevalece a pastoreio extensivo, há comunidades que praticam plantio de sequeiro, cultura do agave (sisal) e núcleos de produção agrícola para sustentação familiar.

Figura 1 – Localização da bacia hidrográfica do Rio Salitre



Fonte – IBGE, (2019).

O clima predominante na extensão territorial da BHRS, é do tipo BSh, segundo a classificação internacional de Köppen, tem regime semiárido e microclima que varia de úmido a



III *Sustentare* – Seminários de Sustentabilidade da PUC-Campinas
VI WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade
16 a 18 de novembro de 2021

subúmido (IBGE, 2002). A bacia apresenta indicadores pluviométricos com média anual que variam de 362 mm (mínima) a 714 mm (máxima) ao longo do território. O período menos chuvoso é o trimestre de julho a setembro e, de outro modo, o mais chuvoso é o trimestre de janeiro a março (MEDEIROS, 2003).

A área de pesquisa em questão tem importância ambiental, produtiva e econômica para a Mesorregião Centro-Norte Baiano. O estudo da continuidade espacial das chuvas nesse território contribui para o entendimento dessa variável, pode auxiliar projetos voltados a gestão dos recursos hídricos, manejo da terra em atividades produtivas e conservação do meio, tendo em vista a não generalização de informações, considerando que é comum a variação dos eventos de precipitação no mesmo território ou bacia hidrográfica no mesmo intervalo de tempo.

2. Fundamentação teórica

O estudo da continuidade espacial das chuvas é uma alternativa que possibilita conhecer a distribuição dessa variável climática em diferentes escalas temporal e geográfica, a depender do objeto de análise integrado a investigação. Para realizar esse tipo de trabalho é fundamental a existência de registros sobre tal variável, tendo importância nesse contexto as séries históricas oriundas de redes pluviométricas e sistemas similares. Os registros de precipitação obtidos através dessas redes possibilitam entender a dinâmica das chuvas e sua distribuição temporal em ambientes como as bacias hidrográficas ou extensão territorial de municípios (CARAM, 2007).

Oliveira e Oliveira (2020) citam o uso de séries históricas de precipitação como recurso que possibilita investigações sobre dinâmicas do ambiente e fenômenos relacionados as chuvas como variável climática. Araujo (2016) observa a importância das séries temporais como um conjunto de valores ordenados no tempo com registros contínuo e discretos em intervalos regulares ou irregulares que possibilitam a análise do fenômeno gerador da própria série e seu comportamento. Para Baturin (2016) o uso de dados contidos em séries históricas contribui para o monitoramento e gestão de recursos no ambiente, bem como para identificar tendências ou mudanças de comportamento ao longo do tempo.

Além da importância das séries históricas, estudar a dinâmica das chuvas em escala local ou mesorregional demanda aplicação técnica e metodológica para conhecimento dos dados retratando a variável de análise, sendo necessário minimizar erros e prever médias de precipitação para locais que não possuem estação de registro. Nesse contexto, cita-se métodos da Estatística e Geostatística aplicando a função semivariograma e a krigagem ordinária para o processamento e manipulação de dados (CARVALHO e ASSAD, 2005; MELLO e OLIVEIRA, 2016).

O semivariograma, é uma função utilizada na análise da continuidade espacial de variáveis regionalizadas, recurso útil para identificar o alcance do fenômeno investigado. É esperado que observações mais próximas geograficamente tenham um comportamento mais semelhante (dependência) entre si, do que aquelas separadas por maiores distâncias (Camargo, 1998; Carvalho e Assad, 2005). Mello e Oliveira (2016) citam o semivariograma como uma função matemática fundamental na aplicação da Geoestatística, possibilita determinar dependência entre duas variáveis aleatórias regionalizadas, leva em consideração à autocorrelação em função da distância e da direção.

A krigagem ordinária, é um modelo aplicado para a análise de continuidade e variabilidade de amostras, método univariado de inferência espacial, usa a dependência expressa no



III *Sustentare* – Seminários de Sustentabilidade da PUC-Campinas
VI WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade
16 a 18 de novembro de 2021

semivariograma em amostras vizinhas na estimação de valores sem tendência e com variância mínima, sendo que, os valores obtidos nos pontos amostrados são usados na interpolação. Cita-se a estimação por krigagem baseada na minimização da estimativa da variância do erro sobre a suposição da não-tendenciosidade do estimador (CARVALHO e ASSAD, 2005; MELLO e OLIVEIRA, 2016).

3. Metodologia

O trabalho foi realizado a partir do processamento de informações extraídas de séries históricas das precipitações (chuvas), obtidas do banco de dados da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), e do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), foram processados dados de 32 estações de monitoramento pluviométrico no período de 16 anos para a área de influência da BHRS.

No banco de dados constam informações diárias e mensais das precipitações, nome de municípios, bem como localização de cada estação. Em primeiro momento, os dados foram tabulados em planilha no Excel, seguido da análise individual das informações em cada série, identificando falhas mensais, seguido do preenchimento das falhas via método de regressão linear (BERTONI e TUCCI, 2009; SILVA e JARDIM, 2017).

Feito o pré-processamento dos dados, aplicou-se estatística básica: medidas de tendência central, medidas de dispersão e distribuição de frequência (Caram, 2007), bem como a análise de consistência das séries pluviométricas (Bertoni e Tucci, 2009). Seguindo, realizou-se organização de informações e dados em tabela única, sendo: nome e localização dos municípios, código das estações e média anual das chuvas, o arquivo foi salvo em formato Txt e importado para o SIG.

No SIG, o arquivo Txt foi convertido para formato Shepfile (vetorial) com fixação dos dados espacializados e das coordenadas geográficas (WGS 84), seguido da conversão dessas coordenadas para o sistema SIRGAS 2000, zona UTM 24 Sul. Pós conversão, foi realizado cálculo das distâncias entre as estações.

No segundo momento, os dados processados foram analisados via aplicação de métodos da Geoestatística: semivariograma e krigagem ordinária para avaliar a continuidade espacial do fenômeno e, gerar indicadores de precipitação para locais com ausência de dados via interpolação. Analisou-se o erro médio entre indicadores de chuvas mensurados e indicadores preditos via modelagem (CARVALHO e ASSAD, 2005; MELLO e OLIVEIRA, 2016).

A distribuição dos dados que indicam o comportamento da variável foi retratada no semivariograma a partir de propriedades como: patamar (C), alcance (a) efeito pepita (C0) e contribuição (C1). No semivariograma os dados foram modelados por diferentes modelos teóricos: esférico, exponencial e gaussiano (CAMARGO, 1998).

A função semivariograma, é resultado ou parte da função variograma (Camargo, 1998), sendo metade desta (equação 1), ela é definida como:

$$\hat{\gamma}(h) = \frac{1}{2N(h)} \sum_{i=1}^{N(h)} [z(x_i) - z(x_i + h)]^2 \quad (1)$$



III *Sustentare* – Seminários de Sustentabilidade da PUC-Campinas
 VI WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade
 16 a 18 de novembro de 2021

Onde:

$\hat{y}(h)$ = valor experimental do semivariograma para o intervalo da distância h ;

$N(h)$ = número de pares de pontos amostrais separados pela distância maior de h ;

$z(x_i)$ = valor da variável de interesse em um ponto amostral x_i ; $z(x_i + h)$ = valor da variável de interesse no ponto amostral $x_i + h$.

Nos modelos teóricos que foram testados adotou-se diferentes intervalos considerando a distância mínima entre as estações com valor (lag (h)) de 5.000 m, máxima de 35.000 m, sendo estes, fatores que contribuem na retratação do alcance do fenômeno investigado e suas propriedades. A avaliação do modelo ótimo retratando a dependência espacial das precipitações se dá a partir da análise dos resultados gerados via cálculo do erro médio e validação cruzada.

Os dados aplicados no processo de krigagem ordinária foram os resultados ótimos obtidos nos testes com os modelos teóricos no semivariograma, possibilitando estimar indicadores de precipitação para a área de influência da BHRS, mesmo em locais que não conta com estações de monitoramento.

A estimação por krigagem (equação 2), tem base na combinação de regressão linear (Carmargo, 1998), esta é definida como:

$$Z(u) = \sum_{i=1}^{n(u)} \lambda_i Z(u_i) \quad (2)$$

Onde:

u e u_i = indicam respectivamente os vetores de localização para ponto de estimativa e pontos de dados vizinhos no número de pontos de dados, $n(u)$;

λ_i = são pesos de krigagem que são estimados como soluções do sistema de krigagem para minimizar a variância do estimador.

A função semivariograma, bem como interpolação por krigagem ordinária foram aplicados com uso do programa ArcGIS. Pós estimação e interpolação, realizou-se a plotagem do mapa representando a distribuição espacial das precipitações considerando o período investigado, bem como a plotagem do gráfico com margens do erro médio entre dados preditos e mensurados.

4. Resultados

O processamento dos dados obtidos das séries históricas de precipitação para a área de influência da BHRS, com registros equivalentes a 16 anos, no período de 2005 a 2020, possibilitou respostas com indicadores de chuvas que variam de 362 mm (mínima) a 764mm (máxima) no decorrer do ano.

Na estatística básica dos dados de precipitação anual identificou-se: média aritmética de 526 e mediana 541. As medidas de dispersão foram: variância 10688, desvio padrão 103, e amplitude 402, na distribuição dos dados identificou-se coeficiente de Skewness 0,144, e Curtose 2,32.

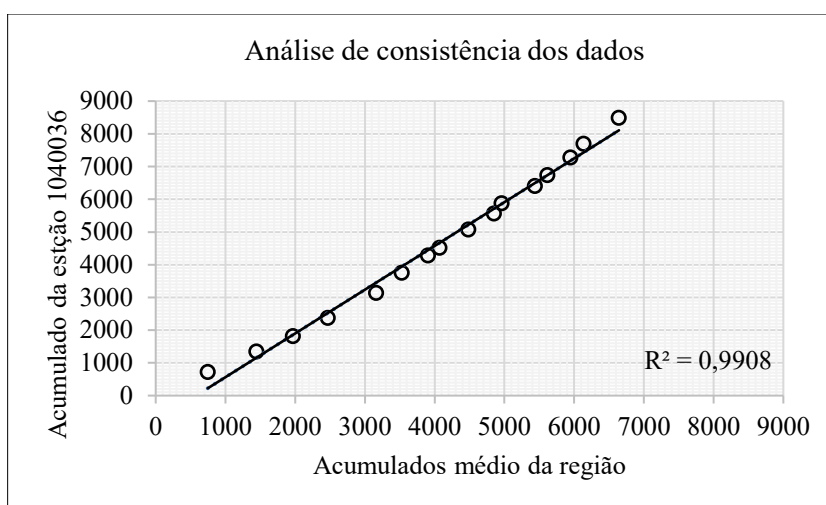
A consistência dos dados teve resposta com coeficiente de determinação (R^2) de 0,9908, demonstra homogeneidade, boa consistência para conjunto de registros analisados (Figura, 2).



III *Sustentare* – Seminários de Sustentabilidade da PUC-Campinas
 VI WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade
 16 a 18 de novembro de 2021

Bertoni e Tucci (2009) destacam a análise de consistência das séries de dados dentro de uma visão regional, fator que possibilita compreender o grau de homogeneidade dos dados disponíveis num posto com relação às observações de postos vizinhos, ambos são plotados em reta única na busca por identificar inconsistências no conjunto de dados.

Figura 2 – Gráfico com indicadores de consistência dos dados analisados.



Fonte – ANA/INMET (2020).

Na Tabela 1, consta distribuição de frequência dos dados de chuvas (anuais), foram definidos pontos médios (X), frequências (f), frequências acumuladas (fa), frequências relativas (fr), frequências relativas acumuladas (fra). Mello e Oliveira (2016) citam a importância da análise de frequência, alternativa para obter noção da distribuição dos valores da amostra, bem como sua localização no espaço de análise segundo a distribuição dos pluviômetros.

Tabela 1- Distribuição de frequência de totais anuais de chuvas BHRS.

<i>Classes</i>	<i>Inter. Classes</i>	<i>P. Médios (X)</i>	<i>f</i>	<i>fa</i>	<i>fr</i>	<i>fra</i>
1	362,16 – 429,24	395,70	8	8	25	25
2	429,24 – 496,31	462,78	4	12	13	38
3	496,31 – 563,38	529,85	8	20	25	63
4	563,38 – 630,46	596,92	7	27	22	84
5	630,46 – 697,53	663,99	4	31	13	97
6	697,53 – 764,60	731,06	1	32	3	100
Totais			32		100	100

Fonte – ANA/INMET (2020).

Analisado os indicadores na tabela de distribuição de frequência identifica-se que: 25% dos eventos de precipitação dizem respeito a índices que variam de 362 mm a 429 mm, 13% dos eventos têm índices que variam de 429 mm a 496 mm. Os maiores indicadores alcançam



III *Sustentare* – Seminários de Sustentabilidade da PUC-Campinas
 VI WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade
 16 a 18 de novembro de 2021

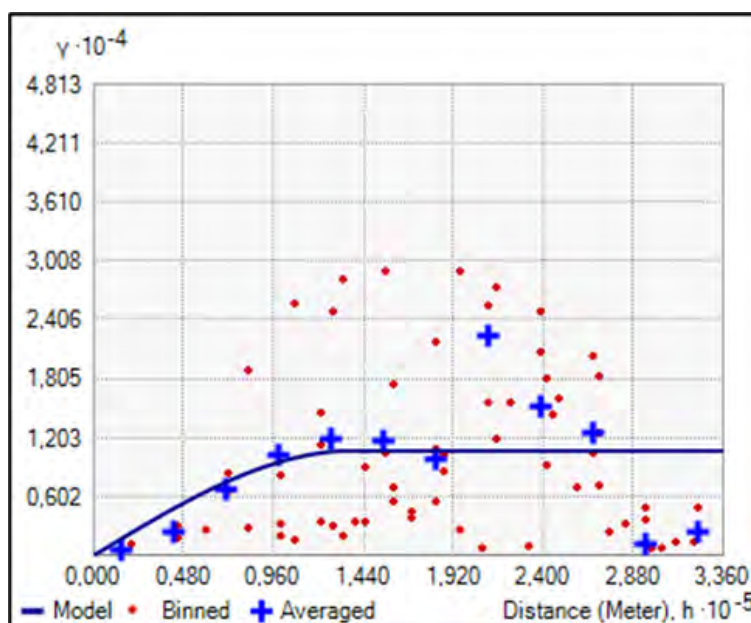
764 mm, têm ponto médio de 731 mm, esses representam aproximadamente 3% dos eventos (chuvas), ou seja, 97% das precipitações na área de influência da BHRS têm médias inferiores a estes índices, prevalecem eventos com indicadores de pontos médios que variam de 395 mm a 663 mm, considerando o período investigado.

No semivariograma, os dados de precipitação foram modelados considerando os intervalos de distância (tamanho do passo), sendo definido em 28.000 m, e o número de passos que é 12, teve como referência a variância (10688) e, intervalos de distância mínima entre as estações (5 km), bem como a distância máxima entre estações que se encontram afastadas umas das outras na nuvem de pontos (396 km). Mello e Oliveira (2016) destacam o semivariograma como função matemática que representa as semivariâncias ou variâncias espaciais em relação a distância, sendo os parâmetros encontrados indicadores da dependência espacial para a variável investigada.

Na modelagem para a área de influência da BHRS, os dados não apresentaram uma direção preferencial, sendo, portanto, isotrópicos. O valor do efeito pepita é 0, o alcance do fenômeno é 137 km.

A Figura 3, retrata o modelo esférico, aquele que apresentou o melhor ajuste aos dados originais por meio da modelagem, teve indicadores representados por: Erro Médio (ME) -5,21, Raiz Quadrada do Erro Médio Padronizado (RMSSE) 0,94, Erro Padrão Médio (ASE) 66,74 e Raiz Quadrada do Erro Médio (RMSE) 67,78. No gráfico (Figura 3), o eixo x representa a distância (h), o eixo y expressa os valores de variância, os pontos distribuídos retratam a média da variância entre os pares amostrados que se encontram distantes umas das outras, sendo os intervalos em maior ou menor distância indicadores de dispersão dos dados para a variável analisada.

Figura 3 – Representação gráfica de dados modelados com o modelo esférico



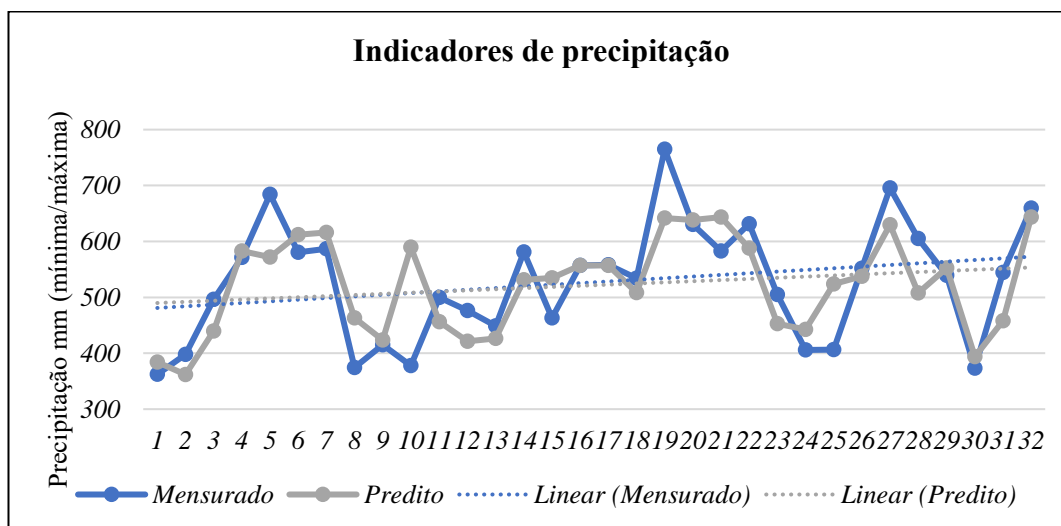
Fonte – Autor (2020).



III *Sustentare* – Seminários de Sustentabilidade da PUC-Campinas
 VI WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade
 16 a 18 de novembro de 2021

O processamento com os critérios estabelecidos no semivariograma possibilitou a estimativa de precipitação para toda a área de estudo. Houve desvio médio entre os dados mensurados e preditos em torno de -7,90, indicando pontos médios de subestimação, ou seja, os indicadores preditos retratam em maior percentual índices com menor ocorrência de precipitação relacionados aos valores mensurados. Porém, os dados retratam comportamento semelhante, existindo pontos médios de distanciamento entre os indicadores processados que estão representados na Figura 4.

Figura 4- Representação gráfica de comportamento dos dados mensurados e preditos.



Fonte – Autor (2020).

A interpolação dos dados por meio da Krigagem ordinária para a área de influência da BHRS, possibilitou representar a distribuição das chuvas no território, teve índice com mínima de 362 mm, e máxima de 714 mm (Figura 5). Destacam-se eventos de precipitação com índices que variam de 362 mm a 540 mm, representam indicadores médio que correspondem a 70% das chuvas para a bacia. Os menores indicadores foram identificados em proximidades do exultório do Rio Salitre, município de Juazeiro, extensão norte da bacia e, ponto localizado a sudoeste entre os municípios de Várzea Nova e Ourolândia.

De forma geral, o processamento dos dados retornou indicadores de correlação espacial entre os pares de amostras analisados com alcance máximo de 137 km, ou seja, os eventos de precipitação na área de influência da BHRS, apresentam continuidade espacial para essa distância, sendo possível estimar valor médio de precipitação para locais que não têm estação pluviométrica para monitorar a ocorrência das chuvas ao longo do tempo.

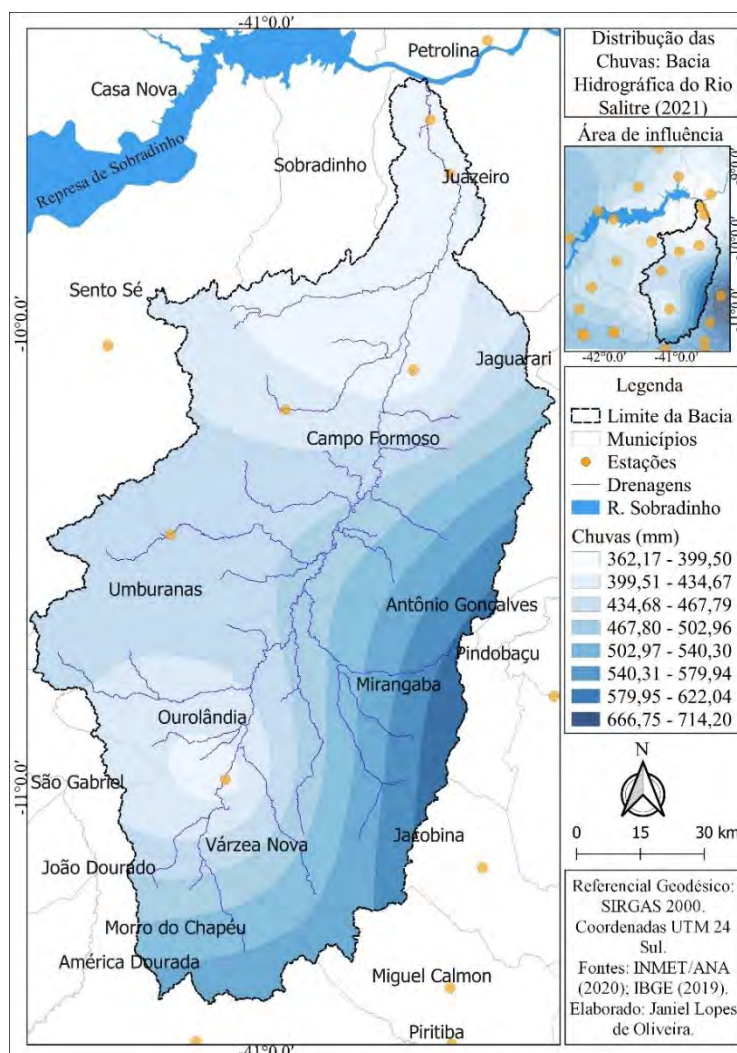
Estudando a distribuição espacial da chuva na bacia do Rio Pajeú, Pernambuco (Brasil), Salgueiro e Montenegro (2008) identificaram alcance de 127 km para o fenômeno. Gomes et al., (2011) utilizaram Geoestatística no processamento de dados de precipitação média mensal para o estado da Paraíba (Brasil), identificaram alcances que variam de 104 a 307 km, a depender do modelo aplicado (linear, esférico, exponencial), e o mês de análise. Já Barreto, Santos e



III *Sustentare* – Seminários de Sustentabilidade da PUC-Campinas
 VI WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade
 16 a 18 de novembro de 2021

Cruz (2012) identificaram autocorrelação espacial das precipitações e alcance de 47,22 km para o estado do Ceará (Brasil).

Figura 5 – Mapa de distribuição espacial das chuvas na BHRS.



Fonte – ANA/INMET (2020).

Em análise da dependência espacial das precipitações para a bacia hidrográfica do Rio Jacuípe, estado da Bahia, Fontes et al. (2007) não identificaram correlação espacial para o conjunto de dados analisados, foi citado a alta complexidade regional e a carência na rede de estações como fatores que dificultam estudos da correlação espacial da chuva na bacia. Já Andrade et al. (2018) fizeram uso da Geoestatística e identificaram correlação espacial da precipitação média anual para a Microrregião do Agreste Pernambucano, foi destacado alta variabilidade do fenômeno sob influência das altitudes.

A identificação da correlação espacial das precipitações para a área de influência da BHRS, é um fator que traz contribuições para o desenvolvimento de novas investigações a cerca



III *Sustentare* – Seminários de Sustentabilidade da PUC-Campinas
VI WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade
16 a 18 de novembro de 2021

desta variável e sua dinâmica em escala local, bem como sua interação com outros aspectos do meio ambiente e ações antrópicas ao longo do tempo no território.

5. Conclusões

Os resultados alcançados a partir do processamento das séries históricas de precipitação com uso da Estatística e Geoestatística, via modelagem dos dados utilizando as funções semi-variograma e krigagem ordinária demonstram correlação espacial para a variável analisada na área de influência da BHRS, com alcance do objetivo proposto. Os recursos aplicados possibilitaram entendimento sobre a correlação da variável investigada com retratação de parte da realidade que envolve a dinâmica das chuvas no território.

É necessário a continuação dos estudos sobre correlação espacial das precipitações e suas dinâmicas para a área de influência da BHRS, buscando resultados com minimização dos erros entre valores medidos e preditos, bem como a aplicação de recursos técnicos que possam representar melhor o fenômeno para a mesorregião.

Para desenvolver trabalhos e ter conhecimento da dinâmica das precipitações como variável climática em ambientes como a área de influência da BHRS, é importante manter e/ou ampliar a rede de monitoramento pluviométrico ou sistemas similares no território.

Os recursos aplicados neste trabalho é alternativa que contribui na investigação de eventos de precipitação em locais que não têm estações de monitoramento, desde que, exista séries de registros em estações de localidades próximas que apresentem características climática e ambiental semelhantes.

6. Referências bibliográficas

ANDRADE, A. R. S.; NETO, A. H. G.; CRUZ, A. F. S.; ANDRADE, E. K. P.; SANTOS, V. F.; SILVA, T. N. P. Geoestatística aplicada à variabilidade espacial e padrões nas séries temporais da precipitação no Agreste pernambucano. **Journal of Environmental Analysis and Progress**, v. 03 n. 01 (2018) 126-145.

ARAUJO, L. M. N. de. **Identificação de padrões hidrológicos de precipitação e de umidade do solo na bacia hidrográfica do rio Piabanha/RJ**. Tese (Doutorado), Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE, Programa de Engenharia Civil, RJ, 2016.

BARRETO, H. B. F.; SANTOS, W. O.; CRUZ, C. M. Análise da distribuição da precipitação pluviométrica média anual no estado do Ceará. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 7 n. 2 (2012)

BARRY, G. R.; CHORLEY, R. J. **Atmosfera, Tempo e Clima**. 9 ed. Porto Alegre: Editora Bookman, 2013.

BATURIN, O. **Modelos Estruturais na Análise de Séries Temporais de Dados Ambientais**. Dissertação (Mestrado). Universidade do Minho, Escola de Ciências, 2016.

BERTONI, J. C.; TUCCI, C. E. M. Precipitação. In: TUCCI, C. E. M. **Hidrologia: ciência e aplicação**. 4. ed.; 1ª. reimpr. – Porto Alegre: Ed. Universidade/ UFRGS: ABRH, 2009.

BRITO, L. T. L. **Avaliação de impactos das atividades antrópicas sobre os recursos hídricos da bacia hidrográfica do Rio Salitre – Bahia e classificação das fontes hídricas**. 2003,



III *Sustentare* – Seminários de Sustentabilidade da PUC-Campinas
VI WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade
16 a 18 de novembro de 2021

184 p. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia, Departamento de Recursos Naturais. Campina Grande – PB, 2003.

CAMARGO, E. C. G. Geoestatística: Fundamentos e aplicações. In: CÂMARA, G.; MEDEIROS, J. S. (ed.) **Geoprocessamento para projetos ambientais**. São José dos Campos: INPE, 1998. Disponível em: <http://www.dpi.inpe.br/gilberto/tutoriais/gis_ambiente/5_geoest.pdf>. Acesso em: 26 jun. 2021.

CARAM, R. de O. **Reconstrução de séries e análise geoestatística da precipitação no Estado de Minas Gerais**. Dissertação (Magister Scientiae) – Universidade Federal de Viçosa, 2007.

CARVALHO, J.R.P. de; ASSAD, E.D. Análise espacial da precipitação pluviométrica no Estado de São Paulo: comparação de métodos de interpolação. **Engenharia Agrícola**, v. 25, p. 377-384, 2005.

FIOCRUZ – Fundação Oswaldo Cruz. **Mapa de conflitos envolvendo injustiça ambiental e saúde no Brasil**, (2014). Disponível em: <http://mapadeconflitos.ensp.fiocruz.br/conflito/baha-mais-de-20-anos-agricultores-familiares-disputam-com-empresario-do-agronegocio-as-aguas-do-rio-salitre-que-ja-teve-ate-seu-curso-mudado/>. Acesso em: 22 jun. 2021.

FONTES, A. S.; CIDEIRA, M. A. S.; ALMEIDA, R. B.; MIRANDA, J. G. V. M.; SILVA, E. D.; SANTANA, C. N.; GONZÁLEZ, P.; MEDEIROS, Y. D. P. Estudo da dependência espacial da precipitação no semiárido baiano - bacia do Rio Jacuípe. In: XVII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. **Anais [...]** São Paulo – SP, nov.2007.

GOMES, O. M.; SOUZA, F. A. S; SANTOS, C. A. C.; PAIVA, W. Análise Geoestatística da Precipitação Pluvial do Estado da Paraíba. **Revista Brasileira de Geografia Física**, V. 4, n. 4, 2011. <https://doi.org/10.26848/rbgf.v4i4.232712>.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Mapa de Clima do Brasil**. IBGE, 2002. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/informacoes-ambientais/climatologia/15817-clima.html?=&t=o-que-e>. Acesso em: 27/09/2021.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios**. Síntese dos Indicadores de 2009. Rio de Janeiro: IBGE; 2010.

MARENGO, J. A. Condições climáticas e recursos hídricos no Norte brasileiro. In: TUCCI, C. E. M., et al. (Org.). **Clima e recursos hídricos no Brasil**. Porto Alegre: ABRH, V. 9. 2003. p. 117/156.

MEDEIROS, Y. D. P – Coordenador. Grupo de Recursos Hídricos/Departamento de Hidráulica e Saneamento/Universidade Federal da Bahia - GRH/DHS/UFBA. **Plano de Gerenciamento Integrado da Sub-Bacia do Rio Salitre**. Resumo Executivo. ANA/GEF/PNUMA/OEA. Salvador, jan. 2003.

MELLO, Y. R.; OLIVEIRA, T. M. N. Análise Estatística e Geoestatística da Precipitação Média para o Município de Joinville (SC). **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 31, n. 2, 229-239, 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/0102-778631220150040>.

OLIVEIRA, J. L.; OLIVEIRA, L. A. Análise de Eventos de Precipitações no Município de Itaguaçu da Bahia Mesorregião Semiárida no Estado da Bahia. In: II SUSTENTARE e V



III *Sustentare* – Seminários de Sustentabilidade da PUC-Campinas
VI WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade
16 a 18 de novembro de 2021

WIPIS - Workshop Internacional sobre Sustentabilidade, Indicadores e Gestão de Recursos Hídricos. **Anais [...]**. Campinas (SP) PUC-CAMPINAS, 2020. Disponível em: https://www.even3.com.br/anais/2_SUSTENTARE_5_WIPIS/. Acesso em: 27/09/2021.

SALGUEIRO, J. H. P. de B.; MONTENEGRO, S. M. G. L. Análise da distribuição espacial da precipitação na bacia do rio Pajeú em Pernambuco segundo método geoestatístico. **Rev. Technol. Fortaleza**, v. 29, n. 2, p.174-185, dez. 2008.

SILVA, A. A. F.; JARDIM, C. H. Aplicação de técnicas de preenchimento de falhas de dados de pluviosidade mensal e anual para o noroeste do estado de Minas Gerais - Brasil. **Geografias Artigo Científicos**. Belo Horizonte, 01 de julho - 31 de dezembro de 2017. Vol. 15, nº 2, 2017.

SOUZA FILHO, F. A. Variabilidade e mudanças climática nos semiárido brasileiros. In: TUCCI, C. E. M., et al. (Org.). **Clima e recursos hídricos no Brasil**. Porto Alegre: ABRH, V. 9. 2003.