

MODELAGEM MATEMÁTICA AMBIENTAL

**MAPEAMENTO DA PRECIPITAÇÃO NA SUB-
BACIA DO RIO XINGU COM USO DA
GEOESTATÍSTICA.**

Brenda Ribeiro Chagas – Brendachagas1@gmail.com

Universidade Federal Rural da Amazônia

Joaquim Carlos Barbosa Queiroz – Joaquim@ufpa.br

Universidade Federal do Pará

Luana Helena Oliveira Monteiro – eng.luanamonteiro@gmail.com

Universidade Federal Rural da Amazônia

1. RESUMO

Neste trabalho, foi estudado o regime de precipitação na sub-bacia do rio Xingu no período de 1982 a 2015. Sabe-se que um dos grandes problemas na Amazônia é a variabilidade do nível dos rios, onde ocorrem enchentes e secas, atingindo diretamente à população local. A intensificação do regime de precipitação na região, afeta o nível e vazão das bacias, pelo fato da precipitação ser a principal moduladora da variação das vazões nas bacias hidrográficas, logo, percebe-se a necessidade de buscar o entendimento do comportamento dinâmico dos meios por onde a água é transportada em suas diversas fases, que é primordial para obter uma resposta para as questões climáticas e hidrológicas na escala hidrográfica. A construção da usina hidrelétrica de Belo Monte, a ser implementada em um trecho de 100 quilômetros no Rio Xingu, no estado do Pará com uma potência instalada em torno de 11.233 MW, certamente causará alterações na climatologia e hidrografia da região principalmente na sub bacia do rio Xingu. A alteração da vazão do rio, segundo os especialistas, altera todo o ciclo ecológico da região afetada que está condicionado ao regime de secas e cheias. A obra irá gerar regimes hidrológicos distintos para o rio. A região permanentemente alagada deverá impactar na vida de árvores, cujas raízes irão apodrecer. Estas árvores são a base da dieta de muitos peixes. Além disto, muitos peixes fazem a desova no regime de cheias, portanto, estima-se que na região seca haverá a redução nas espécies de peixes, impactando na pesca como atividade econômica e de subsistência de povos indígenas e ribeirinhos da região. O caso de Belo Monte envolve a construção de uma usina sem reservatório e que dependerá da sazonalidade das chuvas. A caracterização dos regimes de chuvas e previsões de possíveis enchentes e consequentes impactos danos socioeconômicos podem auxiliar na minimização de danos às populações ribeirinhas. A ênfase neste trabalho é direcionada ao mapeamento do regime de chuvas na sub bacia do Xingu utilizando-se a geoestatística, que é uma ferramenta largamente usada em diversas áreas da ciência, com resultados bastante confiáveis. Nesta metodologia, são conhecidos os erros das estimativas em locais não amostrados e considerada a anisotropia quando presente na distribuição dos dados. Foram construídos mapas que apresentam as precipitações mínimas, máximas e médias na sub-bacia do rio Xingu no

período de 1982 a 2015. Deste modo, pôde-se caracterizar e visualizar o regime de chuvas nessa sub-bacia. Estes resultados deverão servir de base para trabalhos futuros que visam a construção de modelos temporais e/ou espaços-temporais e que se pretende fazer a realização de previsões de chuvas.

2. INTRODUÇÃO/OBJETIVO

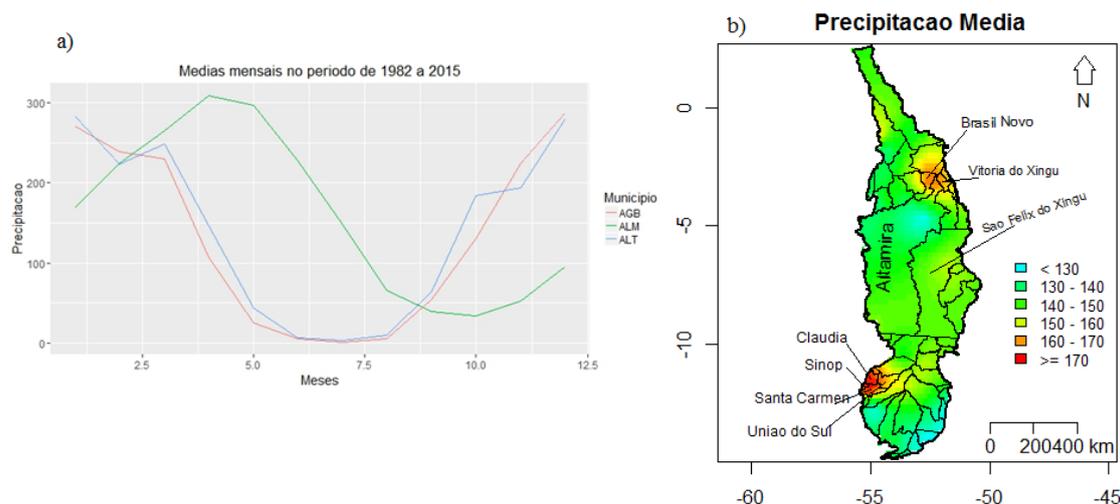
O Rio Amazonas é atravessado pela linha do Equador, portanto possui afluentes nos dois hemisférios. Um dos grandes problemas na Amazônia é a variabilidade do nível dos rios, onde ocorrem enchentes e secas, atingindo diretamente à população local. A intensificação do regime de precipitação na região, afeta o nível e vazão das bacias, pelo fato da precipitação ser a principal moduladora da variação das vazões nas bacias hidrográficas. A alteração da vazão do rio, segundo os especialistas, altera todo o ciclo ecológico da região afetada que está condicionado ao regime de secas e cheias. A caracterização dos regimes de chuvas e previsões de possíveis enchentes podem auxiliar na minimização de danos às populações ribeirinhas. A ênfase neste trabalho é direcionada ao mapeamento do regime de chuvas na sub-bacia do Xingu utilizando-se método da krigagem que é uma ferramenta largamente usada em diversas áreas da ciência, com resultados bastante confiáveis.

3. METODOLOGIA

Serão utilizados nesse estudo dados hidrometeorológicos disponibilizados pela Agência Nacional de Águas (ANA) e pelo Climate Prediction Center (CPC, pertencente a NOAA). Foram usados dados mensais de precipitação no período de 1982 a 2015. O mapeamento da distribuição da precipitação foi realizado com o uso da geoestatística, que utiliza uma ferramenta denominada semivariogramas para a caracterização do padrão espacial da variável em estudo. Para as estimativas dos valores de precipitação em locais não amostrados a técnica geoestatística da krigagem foi utilizada. A krigagem representa uma família de algoritmos de regressão por mínimos-quadrados baseados no estimador de regressão linear $Z^*(u)$, que usam como pesos os resultados obtidos do semivariograma. O programa R foi utilizado.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para avaliar os regimes de chuvas foram calculadas as medias mensais de precipitação no período de 1982 a 2015 de 30 estações na sub-bacia do Xingu. A Figura 1a mostra as precipitações para 3 estações (Agua Boa (AGB) no município de Agua Boa (Mato Grosso), Brasil Novo, em Altamira (Pará) e Almerim (Pará). Observa-se que existem regimes de precipitação bem diferenciados. Para a visualização dos regimes de chuva em toda a área de estudo foram construídos mapas das precipitações médias, mínimas e máximas com auxílio de métodos geostatísticos. Os resultados são apresentados na Figura 1b, 1c e 1d, respectivamente. As precipitações médias variaram em torno de 129,8 a 189,8 mm; a variação para as precipitações mínimas foi em torno de 0,45 a 43,91 mm e para as precipitações máximas foi em torno de 268,1 a 439,8 mm. Precipitações médias mais elevadas foram observadas nos municípios de Brasil Novo, Vitória do Xingu e norte de Altamira, próximo à UHE de Belo Monte no estado do Pará. No estado do Mato Grosso precipitações médias mais elevadas se localizaram nos municípios de Cláudia, Sinop, Santa Carmen e União do Sul. Mesmas observações podem ser feitas para as precipitações mínimas e máximas (Figura 1c e 1d).



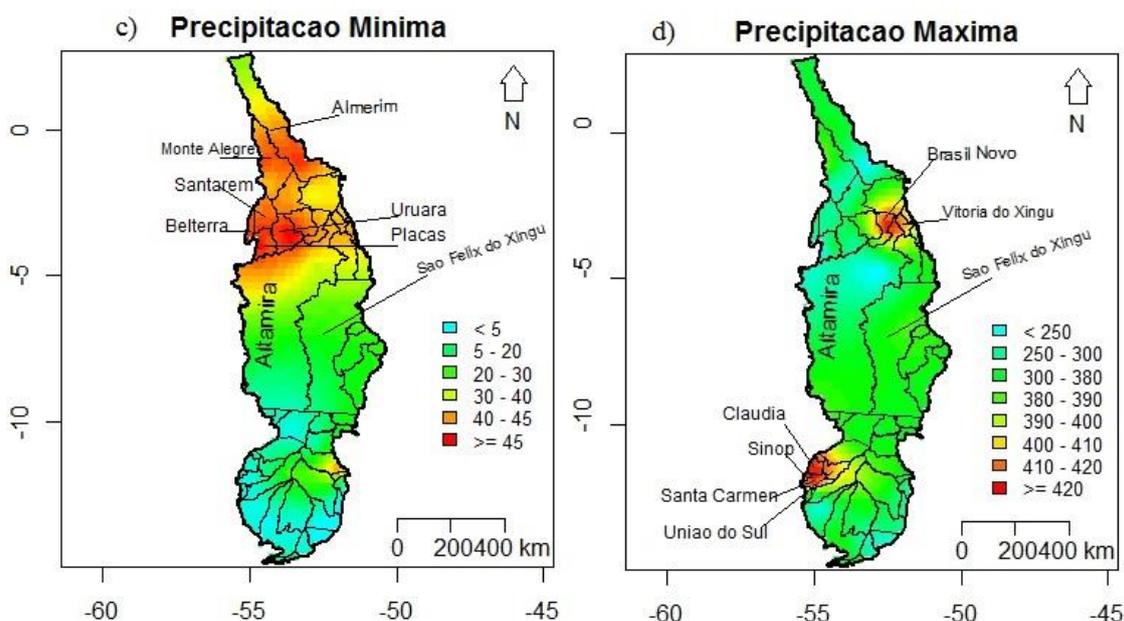


Figura 1- Precipitações médias mensais de 1982 a 2015 (a); precipitações médias (b), mínimas (c) e máximas (d)

5. CONCLUSÕES/RECOMENDAÇÕES

Os resultados obtidos permitiram visualizar de forma adequada a distribuição espacial dos regimes de chuva na sub-bacia do Xingu. Os regimes de chuva são bastante diferenciados sendo que, o norte da sub-bacia do Xingu concentra as precipitações mínimas mais elevadas, ou seja, onde deve ocorrer mais chuvas. As chuvas mais intensas, representadas pela precipitação máxima ocorrem a nordeste e a sudeste da sub-bacia do Xingu. Entretanto, as precipitações apresentam-se, em média, com certa homogeneidade na sub-bacia do Xingu, com exceção de duas áreas, a nordeste e a sudoeste da sub-bacia, nos estado do Pará e Mato Grosso, respectivamente, que apresentaram médias mais elevadas.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Capítulo de Livro

GOOVAERTS, P. **Geostatistics for Natural Resources Evaluation**. Oxford University Press, New York. 1997. 483 p.

Artigo de periódico

LUCAS, E. W. M., SOUSA, F. A. S., SILVA, F. D. S., LUCIO, P. S. Revista Brasileira de Meteorologia, v24, n.3, 308-322, 2009

Artigo de jornal

MAGALHÃES, João Carlos. (17 de abril de 2010). *BNDES financiará até 80% de Belo Monte*. Jornal *Folha de São Paulo*

Monografia, dissertação e tese

SOUSA, W. L.; Impacto ambiental de hidrelétricas: uma análise comparativa de duas abordagens. Tese de Mestrado em Ciências em Planejamento Estratégico. UFRJ. Rio de Janeiro, 2000.

Internet

AVES do Amapá: banco de dados. Disponível em: <http://www.btd.org/avifauna/aves>. Acesso em: 30 nov. 2002.

CABRAL, Paulo. (20 de abril de 2010). Entenda a polêmica envolvendo a Usina Belo Monte. BBC Brasil/ Folha online. Acesso em: 30 nov. 2002.

Ministério de Minas e Energia. www.mme.gov.br. Acesso em: 25 set. 2002