

VARIABILIDADE ESPACIAL E TEMPORAL DA PRECIPITAÇÃO NO NORTE DA AMAZÔNIA: UMA ANÁLISE CRONOLÓGICA

Alisson Lopes Rodrigues¹, Pedro Manuel Villa², Alice Cristina Rodrigues³, Benito Gonzáles, Raffles Anselmo da Mata⁴

Resumo: A região amazônica desempenha um papel fundamental no balanço hídrico global; no entanto, atualmente diferentes processos hidrológicos são fortemente alterados devido aos efeitos das mudanças climáticas. Neste estudo Objetivou-se avaliar a variabilidade espacial e temporal da precipitação no norte da região Amazônica. Usaram-se dados diários de precipitação para um período de 12 anos (2000-2011) de 10 estações climáticas distribuídas em diferentes municípios do estado Amazonas, Venezuela. Em geral se observaram diferenças significativas entre os valores médios de precipitação mensal quando se compararam localidades. Foi possível estratificar três grupos homogêneos de precipitação em relação à distribuição interanual por localidades com diferenças significativas. Desta forma, observamos como tendência geral que os valores médios mais altos de precipitação de todas as localidades ocorreram durante o ano de 2009, enquanto que ano de 2003 apresentou os valores mais baixos. Nosso estudo deixa em evidencia que as tendências de Mann-Kendall foram relativamente constantes na maioria dos locais; porém em alguns locais observamos uma marcada tendência negativa. Nosso resultado reforçam as evidencias de que a variabilidade temporal e espacial das chuvas na Amazônia depende das respostas atmosféricas do El Niño-Oscilação Sul e à temperatura da superfície do mar no Atlântico Norte tropical. Existe

¹ Graduando em Engenharia ambiental - FAVIÇOSA/UNIVIÇOSA. Fundación para la Conservación de la Biodiversidad (PROBIODIVERSA), e-mail: alisson.rodrigues@probiodiversa.com

² Universidade Federal de Viçosa - Estudante de doutorado, e-mail: pedro.villa@ufv.br

³ Universidade Federal de Viçosa - Estudante de mestrado, e-mail: alice.cristina@ufv.br

⁴ Faculdade de Ciências Biológicas e da Saúde. Professor em Engenharia ambiental, FAVIÇOSA/UNIVIÇOSA. e-mail: raffles.mata@hotmail.com

uma marcada variabilidade especial e temporal da precipitação no norte da região Amazônica.

Palavras chave: ENSO, Mann-Kendall, mudança climática.

Introdução

A região amazônica desempenha um papel fundamental no balanço hídrico global (Debortoli et al. 2015), por ser uma das regiões que apresenta áreas com elevada precipitação e por possuir papel preponderante nas taxas de evapotranspiração devido à vasta floresta tropical úmida (Marengo e Espinoza, 2015). No entanto, atualmente diferentes padrões e processos hidrológicos na Amazônia são fortemente alterados devido aos efeitos das mudanças no uso da terra, e mudanças climáticas regionais e globais (Alves et al. 2017). Por esta razão, a análise espaço-temporal da precipitação é essencial para a avaliação dos impactos das mudanças climáticas, especialmente através da análise de cenários futuros para a gestão de recursos hídricos e planejamento de uso sustentável na Amazônia. Nesse contexto, nos propusemos avaliar pela primeira vez os padrões de precipitação no norte da bacia Amazônica, utilizando dados de estações locais no norte da região Amazonas.

Material e Métodos

Foram compilados e analisados dados diários de precipitação para um período de 12 anos (2000-2011) de 10 estações climáticas distribuídas em diferentes municípios do estado Amazonas, Venezuela. Os dados foram fornecidos pelo departamento de hidrologia do Ministério do Meio Ambiente e Recursos Naturais do estado do Amazonas, Venezuela. As estações climáticas foram estabelecidas nos seguintes locais: Puerto Ayacucho (PA), Limon de Parhueña (LP), Gavilán (G, Município Átures), San Juan de Manapiare (SJM, Município Manapiare), San Fernando de Atabapo (SFA, Município Atabapo), San Carlos de Río Negro (SCRN, Município Rio Negro), Yavita (Y, Município Maroa), Tama-

Tama (TT), La Esmeralda (LE) y Santa María de Los Guaiques (SMG, Município Alto Orinoco). Esses dados foram tabulados para calcular a precipitação mensal e anual das respectivas estações meteorológicas.

As estruturas temporais e espaciais da variabilidade interanual das chuvas foram avaliadas utilizando uma análise de componente principal (ACP) com matriz de correlação e técnicas de agrupamento (Espinoza et al. 2009). A ACP permite identificar as flutuações nos padrões espaciais através dos vetores próprios, que ao serem extraídos sucessivamente explicam a maior quantidade de variância remanescente dos dados, e cada vetor próprio, por sua vez, está associado a uma série de coeficientes que descrevem a evolução temporal de seu respectivo padrão espacial. O critério para a identificação de grupos homogêneos consiste em diferenciar as estações que obedecem a padrões comuns de precipitação em função das diferenças entre os períodos de menor e maior precipitação, ocorrência de extremos de precipitação e quantidade de milímetros de chuva nos meses explicados pelos eixos ACP1 e ACP2. Finalmente, esses grupos homogêneos são representados com uma escala proporcional de similaridade (Espinoza et al. 2009). Posteriormente, realizamos uma análise multivariada de variância não-paramétrica (Permanova de uma via) para verificar diferenças entre grupos de tamanhos definidos. Desenvolvemos a ACP usando o pacote “factoextra” no programa R (R Studio Team, 2016).

Resultados e Discussão

Em geral se observaram diferenças significativas ($F_{1,138} = 12.34$; $p < 0.001$) entre os valores médios de precipitação mensal (2000-2011) quando se compararam localidades (Figura 3). A análise de componentes principais de correlação indica que os três primeiros componentes permitiram explicar a maior variância (82.54 %) da estrutura de dados, considerando as médias anuais de precipitação entre as localidades analisadas. Com tudo, ainda foi possível estratificar três grupos homogêneos de precipitação em

relação à distribuição interanual por localidades com diferenças significativas (Permanova, $F_{11,132} = 1.48$, $p < 0.001$, Figura 5). Desta forma, observamos como tendência geral que os valores médios mais altos de precipitação de todas as localidades ocorreram durante o ano de 2009, enquanto que ano de 2003 apresentou os valores mais baixos.

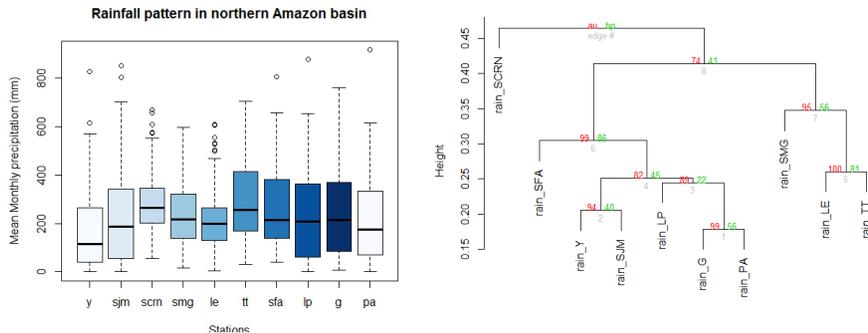


Figura 1 – Precipitação média anual (esquerda), classificação de grupos homogêneos de precipitação (direita)

Nosso estudo mostrou que existem diferenças significativas entre os valores médios de precipitação mensal quando se compararam localidades. No entanto, as médias anuais de precipitação não apresentam diferenças significativas. Nós presumimos que na escala anual perde os efeitos de sazonalidade, e com reduzida influência das oscilações mensais que modulam os sistemas que influenciam as precipitações (frequência, intensidade, durabilidade) condicionadas pelo tipo de clima de cada localidade. Portanto, os regimes de chuva em termos de totais anuais são muitos similares entre localidades. Esta tendência de precipitação é similar à reportada para a região noroeste da Amazônia como mais de 2800 mm ano⁻¹, com precipitações relativamente constantes durante todo o ano (Debortoli et al. 2015). Quando analisamos as médias anuais de precipitação entre os locais com dados meteorológicos de superfície, não se observam diferenças significativas.

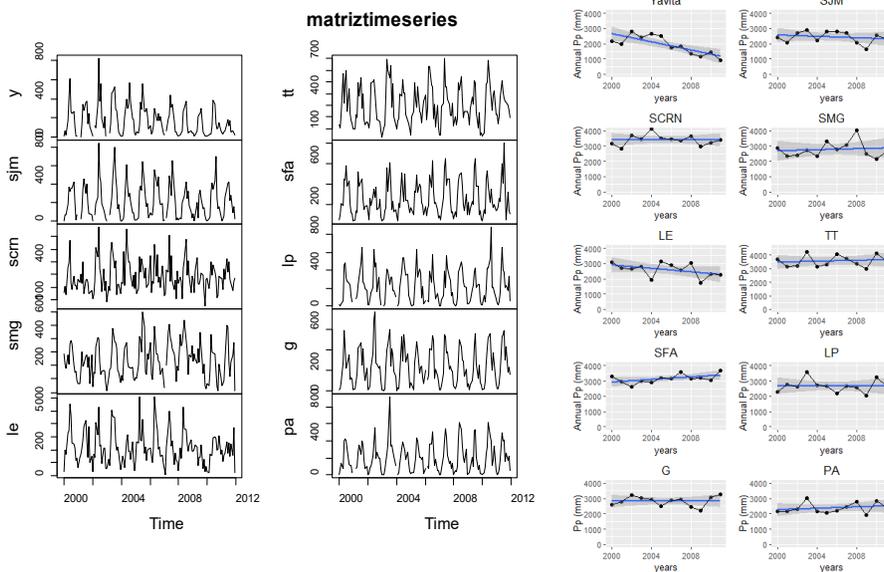


Figura 2 – Variabilidade interanual de precipitação

A variabilidade temporal e espacial das chuvas na Amazônia depende das respostas atmosféricas às oscilações El Niño-Oscilação Sul e à temperatura da superfície do mar no Atlântico Norte tropical, corroborado em outros estudos (Marengo et al. 2015). . Nosso estudo deixa em evidencia que as tendências de Mann-Kendall foram relativamente constantes na maioria dos locais; porém em alguns locais observamos uma marcada tendência negativa. Este padrão contrastante pode estar relacionado a mudanças em uma escala local; no entanto, as mudanças sazonais (mensais) não foram seguidas por mudanças relevantes na análise anual, conforme observado no teste anual de Mann-Kendall. Em outro estudo, identificaram da mesma forma um componente de sazonalidade mais forte devido a uma duradoura estação menos chuvosa no sul da Amazônia (Debortoli et al. 2015).

Conclusões

Foram distinguidos três grupos homogêneos de precipitação, quando as localidades são separadas por médias anuais, bem como por médias de precipitação entre os anos, tratando de buscar um padrão comum de precipitação dentro de cada um deles. O teste de Mann-Kendall indicou uma redução significativa na duração da estação chuvosa entre 2000 e 2011 nesta região da Amazônia. Existe uma marcada variabilidade especial e temporal da precipitação no norte da região Amazônica

Referências Bibliográficas

ALVES L. M, Jose A. Marengo, Rong Fu, Rodrigo J. Bombardi. 2017. Sensitivity of Amazon Regional Climate to deforestation. *American Journal of Climate Change*, 2017, 6, 75-98

DEBORTOLI, N.S; DUBREUIL, V; FUNATSU, B; DELAHAYE, F., Henke de Oliveira, C., Rodrigues Filho, S., Hiroo Saito, C., Fetter, R., 2015. Rainfall patterns in the Southern Amazon: a chronological perspective (1971–2010), *Climatic Change*, 132, pp 251-264.

ESPINOZA J.C; RONCHAIL J; GUYOT JL; COCHONNEAU G; NAZIANO F; LAVADO W, De Oliveira E, POMBOSA R; VAUCHEL P. 2009. Spatio-temporal rainfall variability in the Amazon basin countries (Brasil, Peru, Bolivia, Colombia, and Ecuador). *Int. J. Climatol.* 29: 1574–1594.

MARENGO, J.A. and Espinoza, J.C. 2015. Extreme Seasonal Droughts and Floods in Amazonia: Causes, Trends and Impacts. *International Journal of Climatology*, 36, 1033-1050.

R Core Team. 2015. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <<http://www.R-project.org>>