



ANÁLISE DE TENDÊNCIAS EM SÉRIES PLUVIOMÉTRICAS NA REGIÃO  
ADMINISTRATIVA DE PLANALTINA-DF

Jonathan Gomes Fraga<sup>1</sup>; Amom Chrystian de Oliveira Teixeira<sup>2</sup>;  
Giuliano Tostes Novais<sup>2</sup>; Thiara Messias de Almeida Teixeira<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Pós-graduado em Geografia e Análise Ambiental pela UEG *campus* Formosa.

<sup>2</sup>Professores do Curso de Geografia da UEG *campus* Formosa.

## Resumo

O trabalho analisou a tendência e o perfil pluviométrico da Região Administrativa (R.A.) de Planaltina-DF. Para isso, foram selecionados três postos próximos da área urbana da R.A. de Planaltina (Posto de Planaltina, Taquara e CPAC-Principal) no sistema HIDROWEB da Agência Nacional de Águas (ANA) para a coleta das séries pluviométricas que perfazem o período de 1975 a 2012. Os dados foram plotados em gráficos, que permitiram sua interpretação, utilizando as metodologias de tendência linear, teste do sinal e média móvel. O conjunto dos gráficos analisados mostraram uma lenta redução da precipitação na Região Administrativa de Planaltina.

**Palavras-chave:** pluviosidade; tendência linear; teste do sinal; média móvel; séries históricas.

## INTRODUÇÃO

Alguns fatores podem afetar a precipitação de uma região como o mau uso dos ecossistemas, pressão demográfica e o crescimento urbano desordenado. Esses fatores alteram o clima regional e, assim, contribuem para as alterações no sistema global (MONTENEGRO; SILVA; SOUZA, 2017).

Em geral, as mudanças climáticas locais são verificadas por meio de análise de séries históricas, entre elas a precipitação pluvial. Uma série é denominada temporal quando uma sequência de dados é observada em intervalo de tempo regular (QUEIROZ, 2013).

Dessa forma, a análise de tendências são previsões feitas para o futuro com dados históricos anteriores ao atual. A análise da tendência de séries históricas de precipitação deve ser baseada em índices pluviométricos em grandes intervalos de dados de séries históricas, para uma melhor previsão. Assim, ela é uma das maneiras de se determinar a ocorrência de mudança climática local, e seu comportamento durante o tempo, possibilitando a avaliação de suas consequências sobre as bacias hidrográficas e, conseqüentemente, sobre a sociedade (MONTENEGRO; SILVA; SOUZA, 2017).

Atualmente existem muitas metodologias em trabalhos e pesquisas que podem ser utilizadas para estudos de tendências pluviométricas, como as apresentadas nos trabalhos de



Ferreira (2012), Queiroz (2013), Montenegro et al. (2017), Graciano et al. (2013) e Groppo et al. (2016).

Diante do exposto, e tendo em vista o rápido crescimento urbano da Região Administrativa (R. A.) de Planaltina, localizada no Distrito Federal, o trabalho teve como objetivo analisar a tendência e o perfil pluviométrico da Região Administrativa de Planaltina, utilizando a metodologia de análise apresentada por Ferreira (2012), composta por análises de tendência linear, teste do sinal e média móvel, para estudos de séries temporais de precipitação na região.

Essas três metodologias foram selecionadas por serem simples e práticas e, comumente utilizadas na literatura correlata, mostrando-se úteis para a análise de tendências pluviométricas.

## MATERIAL E MÉTODOS

Para utilizar as três possibilidades metodológicas para análise de tendências em séries temporais, usadas por Ferreira (2012) (linha de tendência linear, média móvel e teste do sinal), adotou-se séries históricas de totais pluviométricos mensais de 3 postos próximos da área urbana da R. A. de Planaltina, sendo eles, posto da CAESB (Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal), de FURNAS (Eletrobras Furnas) e o da EMBRAPA/IPAGRO (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária), situados nas bacias dos rios Paraná e Tocantins, na R. A. de Planaltina (Figura 1), com 34 anos de registro, com início em 1975 e término em 2012.

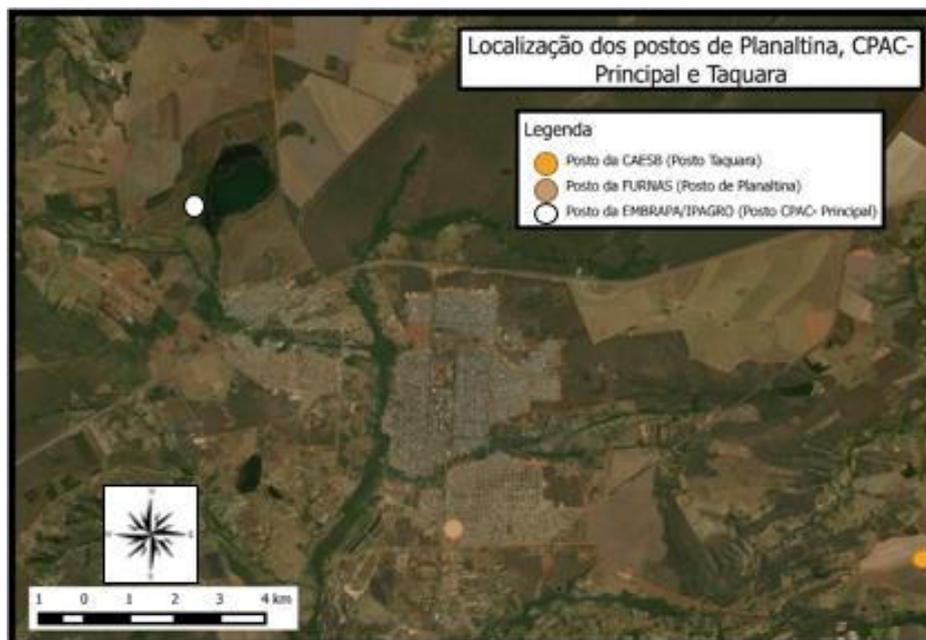


Figura 1 – Localização dos postos de Planaltina, CPAC-Principal e Taquara.



A área de estudo enquadra-se no clima do tipo Aw, o típico tropical com duas estações bem definidas, uma chuvosa de verão (outubro a março), e outra seca de inverno (abril a setembro), apresentando temperaturas elevadas durante o ano, com médias mensais acima de 18°C em todos os meses do ano, onde o mês de setembro é o que apresenta as maiores temperaturas do ar com médias máximas em torno de 34°C, enquanto que as médias mínimas estão em torno de 12°C e ocorrem nos meses de junho e julho (SEGPLAN, 2011). A vegetação predominante na área é o Cerrado, onde se localiza a Estação Ecológica de Águas Emendadas, destinada à proteção do ambiente natural.

Inicialmente foram analisadas, tratadas e consistidas as séries históricas dos totais pluviométricos mensais dos 3 postos, localizados na R. A. de Planaltina. Posto da CAESB, situado na bacia hidrográfica do rio Paraná (posto Taquara, código 01547013, latitude -15.632222, longitude -47.520278); do posto da FURNAS, situado na bacia hidrográfica do rio Tocantins (posto Planaltina, código 01547002, latitude -15.648056, longitude -47.650833); e o posto da EMBRAPA/IPAGRO, situado na bacia hidrográfica do rio Paraná (posto CPAC-Principal, código 01547016, latitude -15.583333, longitude -47.699987) (Figura 1); como já enfatizado, todas as séries históricas tiveram início em 1975 e término em 2012 (33 anos após eliminação dos anos com falhas nas séries de dados e padronização dos anos restantes em cada série histórica). Os dados têm origem no sistema HIDROWEB mantido pela Agência Nacional de Águas. Os dados foram plotados no Microsoft Excel que foi utilizado para gerar os gráficos. As análises foram realizadas conforme Ferreira (2012).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O ano mais chuvoso teve precipitação de 1.951 mm no posto Planaltina, 1.843 mm no posto Taquara e 1.998 mm no posto CPAC-Principal. Já o ano menos chuvoso recebeu 755 mm, 898 mm e 765 mm, respectivamente nessas três estações. Tais postos são separados por distâncias entre 8 a 20 km, em uma área com variações no relevo entre 200 m a 300 m, as diferenças significativas dos valores de precipitações podem ser relacionadas aos usos do solo da R. A. de Planaltina.

Os resultados são apresentados nas Figuras 2 a 6 que mostram, respectivamente, as séries de precipitações e linhas de tendência, os testes de sinal e média móvel dos postos Planaltina, CPAC-Principal e Taquara.

Nas Figuras 2, 3 e 4 é apresentada a linha de tendência linear em vermelho, de forma simples e rápida ela mostra que a pluviosidade está diminuindo com uma taxa fixa nas áreas dos postos CPAC-Principal e Taquara, e estagnada no posto Planaltina. Assim, o Posto



# IV Fórum Regional das Águas

## XV Semana do Curso de Geografia

Águas urbanas: sensibilização ambiental e gestão dos recursos hídricos

Planaltina apresenta as menores variações de precipitação entre o início e o fim do período e é o único que se localiza em uma área urbana, ambiente que altera de forma significativa os microclimas.

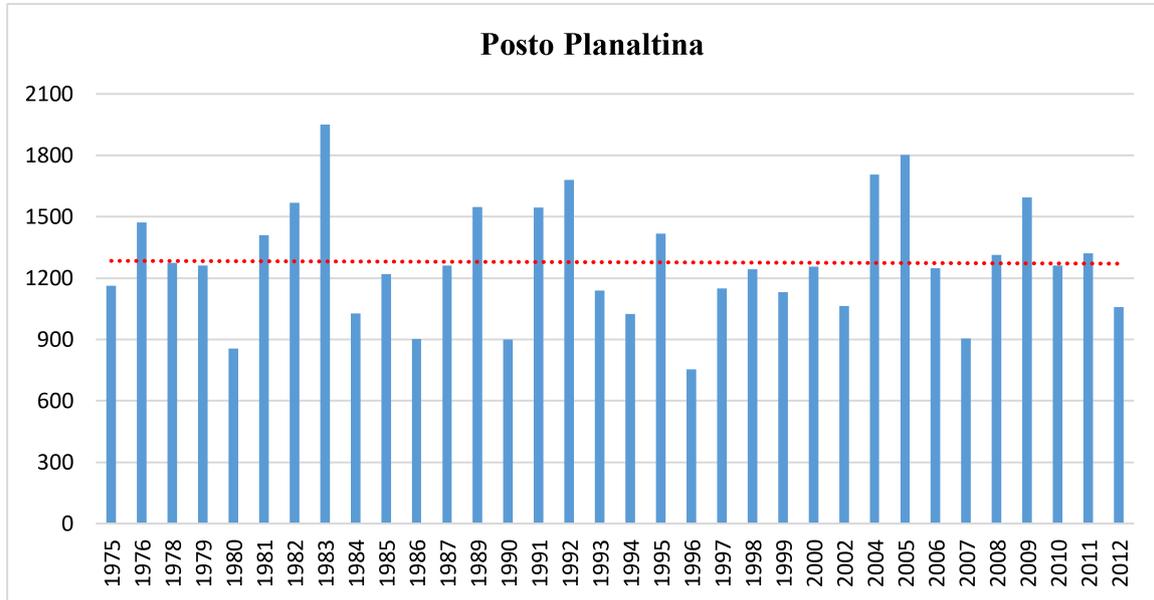


Figura 2 – Série de pluviosidade anual no posto Planaltina, situado na bacia do rio Tocantins, Planaltina-DF, mostrando linha de tendência linear. Fonte: ANA (2018).

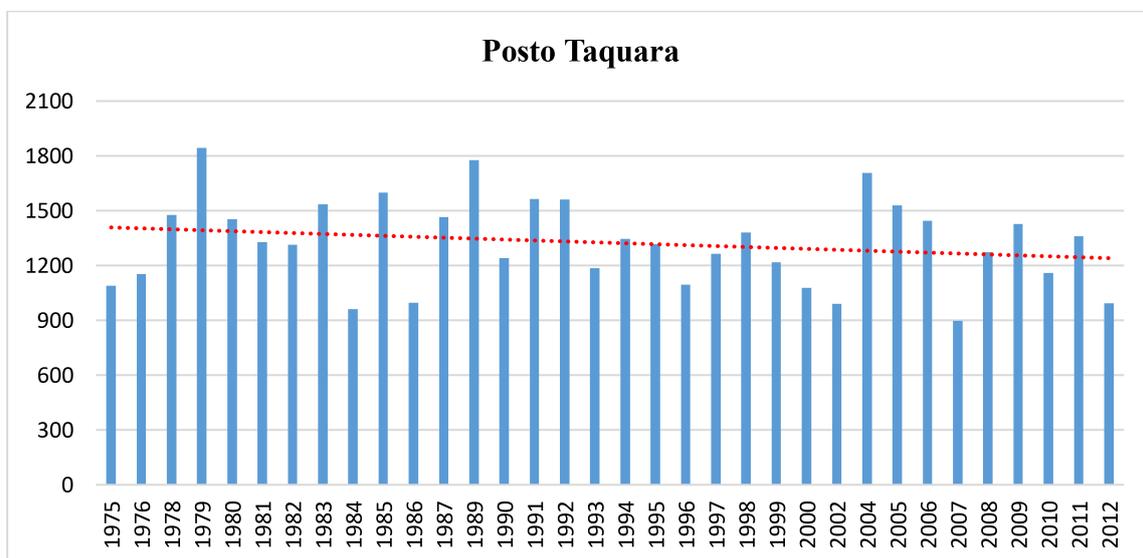


Figura 3 – Série de pluviosidade anual no posto Taquara, situado na bacia do rio Paraná, Planaltina-DF, mostrando linha de tendência linear. Fonte: ANA (2018).

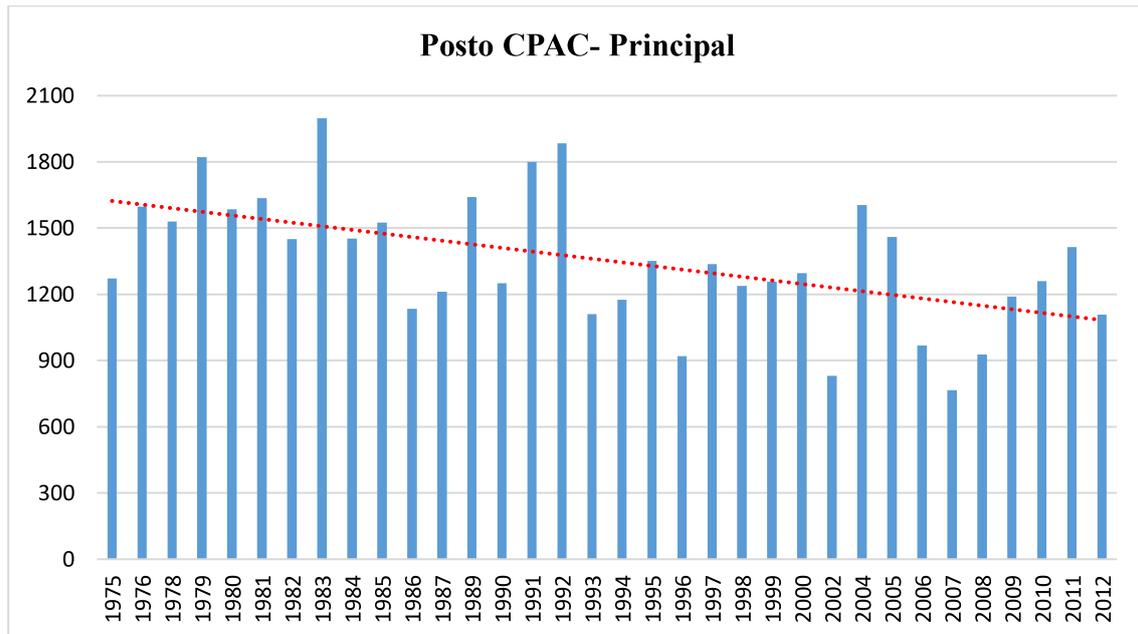


Figura 4 – Série de pluviosidade anual no posto CPAC-Principal, situado na bacia do rio Paraná, Planaltina-DF, mostrando linha de tendência linear. Fonte: ANA (2018).

Os cálculos de tendência linear utilizam o método por mínimos quadrados. O método aproxima um padrão linear de uso, durante determinado período, para atributos selecionados com base em seus valores no passado. Esse método é utilizado para calcular o valor de tendência de um atributo monitorado e dos dados de status, como a intensidade da tendência e se a tendência está aumentando ou diminuindo (BOLDRINI, 1980).

Segundo Moreira (1998), o valor da tendência de uma equação linear calcula o valor aproximado de um atributo monitorado durante um determinado período de previsão. É uma técnica de otimização matemática que, ao receber uma série de dados mensurados, tenta localizar uma função linear que aproxima muito os dados. Este método tenta minimizar a soma dos quadrados das diferenças ordenadas entre pontos gerados pela função e pontos de dados correspondentes.

O teste do sinal é mais uma alternativa simples para detectar tendências em séries temporais. Inicialmente a série temporal deve ser dividida em duas sub-séries de igual tamanho, seguindo a cronologia original. Em seguida calcula-se a diferença ( $D_i$ ) para cada par de observações:  $D_i = X_i - Y_i$ . Se  $D_i > 0$ , ao par é atribuído um sinal positivo (+). Se  $D_i < 0$ , ele recebe um sinal negativo (-). Se  $D_i = 0$  exclui-se o par de observações e o tamanho da amostra é reduzido (FERREIRA, 2012).

Se o número de sinais positivos for aproximadamente igual ao número de sinais negativos a tendência indica manutenção (equilíbrio) do comportamento da variável estudada.



Se o sinal negativo prevalecer admite-se que está havendo tendência de aumento (a primeira sub-série apresenta valores menores). Se prevalecer o sinal positivo a situação é de redução da variável estudada (a primeira sub-série apresenta valores maiores) (FERREIRA, 2012). A Figura 5 apresenta os resultados da aplicação do teste do sinal à série pluviométrica dos postos em análise.

Dessa forma, no posto Planaltina e no posto Taquara (Figura 5), dos 17 pares de dados, 5 apresentam sinal negativo, indicando que os totais anuais de pluviosidade apresentam tendência de declínio. Já no posto CPAC-Principal (Figura 5), dos 17 pares de dados, apenas 1 apresenta sinal negativo, indicando alta tendência de declínio dos totais anuais de pluviosidade, uma observação interessante, é que tal posto se localiza em uma área de preservação permanente cercada por campos agrícolas.

Segundo Ferreira (2012), o teste considerou somente o sinal do resultado da operação, ignorando, portanto, a grandeza das diferenças. Para a consideração das grandezas das diferenças, assim como seus sinais, existem alternativas metodológicas que procuram sub-tendências dentro da tendência principal, como a média móvel. Se torna necessário também analisar as sub-tendências existentes dentro de uma tendência principal (SILVA; SOUZA, 2014), para isso a média móvel se mostrou uma importante ferramenta.

A média móvel é um indicador de previsões, consiste em sua simplicidade operacional e facilidade de entendimento, ela usa dados de um número predeterminado de períodos, normalmente os mais recentes, para gerar sua previsão, sempre que dispomos de dado novo o introduzimos na previsão abandonamos o mais antigo. O número de períodos do cálculo da média móvel determina sua sensibilidade com relação aos mais recentes. Pequenos períodos permitem reação maior a mudanças da demanda, enquanto grandes tratam a média de forma mais homogênea (TUBINO, 2000).



# IV Fórum Regional das Águas

## XV Semana do Curso de Geografia

Águas urbanas: sensibilização ambiental e gestão dos recursos hídricos

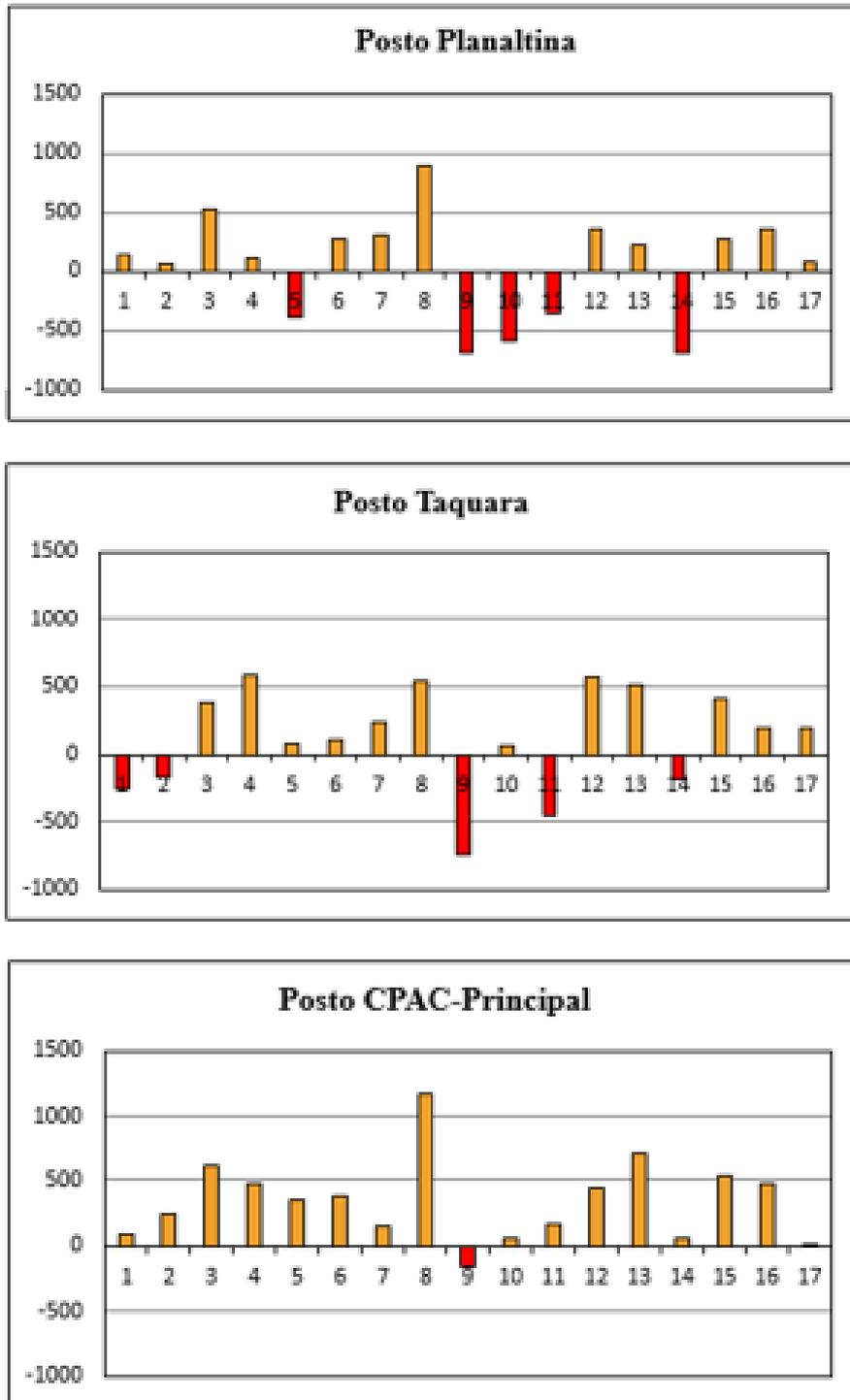


Figura 5 – Resultado da aplicação do teste do sinal à série pluviométrica anual do posto Planaltina, Taquara e CPAC Principal. Fonte: ANA (2018).

A Figura 6, mostra a média móvel através da linha vermelha para períodos de 4 anos. Nota-se que no posto Planaltina, entre 1976 e 1980 (5 anos) começou um pequeno ciclo seco. De 1981 a 1983 (3 anos) houve um curto, mas intenso ciclo chuvoso, atingindo o ápice em



1983. De 1984 a 2002 (19 anos) houve um ciclo mais seco, com flutuações nos totais pluviométricos, seguido por um aumento na precipitação entre 2004 a 2012 (9 anos), apresentando algumas flutuações.

Já no posto Taquara (Figura 6), observa-se um ciclo úmido entre 1975 a 1979 (5 anos), atingindo o seu ápice em 1979. De 1980 a 1987 (8 anos) houve uma queda na precipitação, seguida por um aumento entre 1987 a 1992 (6 anos). De 1993 a 2002 (10 anos) formou um ciclo mais seco. Entre 2004 e 2012 (9 anos) formou um ciclo mais úmido, com baixas precipitações em 2007 e 2012. E no posto CPAC- Principal (Figura 6), houve um ciclo chuvoso entre 1975 a 1983, atingindo o seu ápice em 1983, Em seguida, entre 1984 a 2012 começou um ciclo seco, demonstrando o declínio na precipitação, com variações nos totais de alguns anos chuvosos, como no ano de 1992.

Assim, no posto Planaltina apresenta variações entre ciclos chuvosos e os mais secos, aumentando e diminuindo os totais pluviométricos durante o período analisado. Nos postos Taquara e CPAC- Principal ocorreu uma redução na precipitação, com flutuações de alguns ciclos chuvosos. É importante enfatizar que o posto Taquara é localizado no núcleo rural de mesmo nome que se trata de um agrupamento de casas residenciais e comerciais localizado às margens da Rodovia DF-230, cercado por campos agrícolas, sofrendo menor efeito da urbanização em seu microclima, e o posto CPAC-Principal se localiza em uma área de preservação permanente cercada por campos agrícolas.

A análise da Figura 6 mostra que a média móvel funcionou como um filtro que suavizou as oscilações bruscas, permitindo identificar ciclos chuvosos e ciclos secos nas áreas dos postos analisados. Isso ocorre dentro de um cenário de paulatina redução da pluviosidade, conforme demonstrado pelas demais metodologias aplicadas. Cada um destes ciclos pode ser analisado internamente de forma mais detalhada, o que permitiria identificar causas e consequências dos mesmos (FERREIRA, 2012), sendo possível também, através de uma análise mais detalhada, como afirma (MONTENEGRO; SILVA; SOUZA, 2017) identificar a ocorrência de mudança climática local.

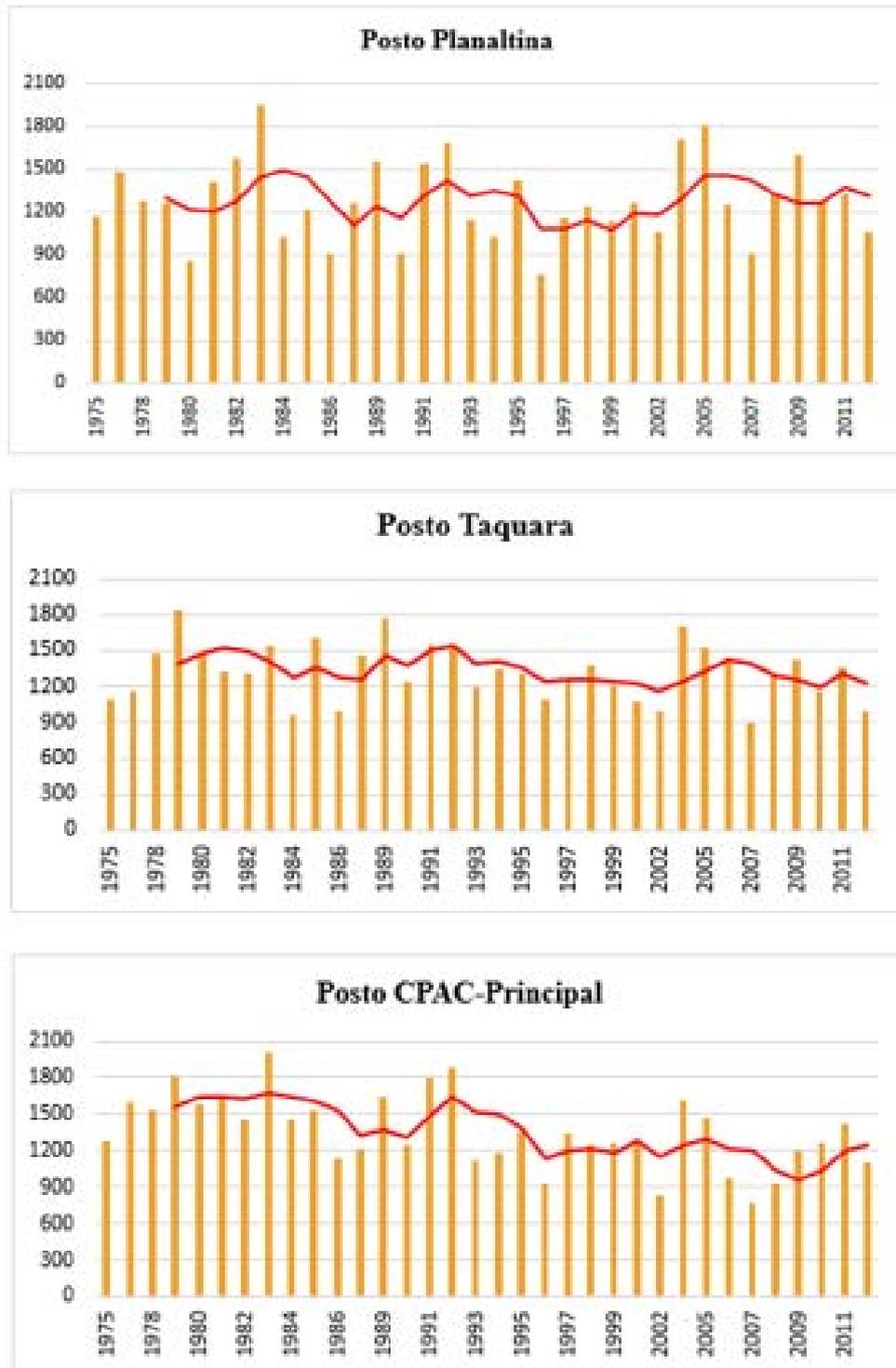


Figura 6 – Série de precipitações anuais no posto Planaltina, Taquara e CPAC Principal, mostrando média móvel com períodos de 4 anos. Fonte: ANA (2018).

Em síntese, os resultados obtidos pela linha de tendência linear mostram uma queda mais acentuada nos postos CPAC-Principal e Taquara e menor no Posto Planaltina. Os dados corroboram com os obtidos no teste de sinal, no qual o número prevalência de sinais positivos



indica redução da variável estudada. Essa situação ocorre nos três postos com destaque para o posto CPAC-Principal que tem apenas um sinal negativo, o que indica para os três postos o declínio das precipitações. Já a média móvel indica a existência de ciclos plurianuais de maior e menor precipitação e declínio ao longo do período estudado das precipitações, principalmente na estação CPAC-Principal.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Estudos de tendências pluviométricas se tornam cada vez mais importantes, em vista das mudanças nas precipitações causadas por diversas interferências antrópicas. Dessa forma, as três metodologias (linha de tendência linear, média móvel e teste do sinal) se mostraram bastante eficazes, rápidas e fáceis de trabalhar, além de corroborarem entre si. Essas metodologias permitiram analisar o perfil pluviométrico e a tendência da Região Administrativa de Planaltina, através do posto Planaltina, Taquara e CPAC-Principal.

Os resultados indicam a lenta redução das precipitações anuais, principalmente no posto CPAC-Principal, seguida do posto Taquara e uma menor redução no posto Planaltina. Os resultados servem como primeira aproximação dos estudos pluviométricos para a área. Este trabalho preliminar deverá continuar e incluir a correlação entre as características geoespaciais tais como os usos da terra e o relevo e as precipitações de modo possam ser identificados às causas para a variação espacial das precipitações.

## REFERÊNCIAS

BOLDRINI, J. L. **Álgebra Linear**. 3ª Edição. São Paulo: Editora Harbra, 1980.

FERREIRA, V. O. Análise de tendências em séries pluviométricas: algumas possibilidades metodológicas. **Revista Geonorte**, Edição Especial 2, V.1, N.5, p.317 – 324, 2012.

GRACIANO, R. G.; PINHEIRO, A.; SEVERO, D. L. Tendência das séries temporais de precipitação da região Sul do Brasil. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.28, n.3, 281 - 290, 2013.

GROPPO, J. D.; PELLEGRINO, G. Q.; SALVIANO, M. F. Análise de Tendências em Dados de Precipitação e Temperatura no Brasil. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 31, n. 1, 64-73, 2016.

MONTENEGRO, S. M. G. L.; SILVA, R. O. B.; SOUZA, W. M. Tendências de mudanças climáticas na precipitação pluviométrica nas bacias hidrográficas do estado de Pernambuco. **Engineering Sanit Ambient**, v. 22, n. 3, p. 579-589, maio/jun. 2017.

MOREIRA, D. A. **Administração da Produção e Operações**. 3ª ed. São Paulo: Pioneira. 1998.



# IV Fórum Regional das Águas

## XV Semana do Curso de Geografia

Águas urbanas: sensibilização ambiental e gestão dos recursos hídricos

QUEIROZ, M. A. **Avaliação de Tendências em Séries de Precipitação Diária Máxima Anual na Faixa Central do Estado de Minas Gerais**. 2013. 184 f. Dissertação (Mestrado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos) - Programa de Pós-Graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos, Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2013.

SEGPLAN. Secretaria de Estado de Gestão e Planejamento; Superintendência de Estatísticas, Pesquisa e Informações Socioeconômicas. **Goiás em Dados**, Goiânia, 106 p. 2011.

SILVA, R. M.; SOUZA, R. D. J. VII Congresso Brasileiro de Geógrafos, 2014, Vitória/ ES. Análise das tendências em séries pluviométricas nas bacias do Rio Vaza Barris e Itapicuru, no Estado de Sergipe. Vitória/ ES: **Anais do VII CBG**, 2014.