DOI: 10.30612/el.v9i17.7630

A VARIABILIDADE DA PRECIPITAÇÃO PLUVIAL ENTRE 1945 E 2016 EM RANCHARIA (SP) E AS RELAÇÕES DO EXCEDENTE HÍDRICO EM ANOS CHUVOSOS COM OS IMPACTOS NA DRENAGEM URBANA

THE PLUVIAL PRECIPITATION VARIABILITY BETWEEN 1945 AND 2016 IN RANCHARIA (SP) AND THE RELATIONSHIP OF THE HYDRIC SURPLUS IN RAINY YEARS WITH URBAN DRAINAGE IMPACTS

LA VARIABILITÉ DES PRÉCIPITATIONS PLUVIALES ENTRE 1945 ET 2016 EN RANCHARIA (SP) ET LA RELATION DE L'EXCÉDENT D'EAU DANS LES ANNÉES PLUVIEUSES AVEC LES EFFETS DE DRAINAGE URBAIN

Alyson Bueno Francisco
Doutor em Geografia Universidade Estadual Paulista
Email: alysonbueno@gmail.com

Resumo: Este artigo possui como objetivo apresentar uma análise dos impactos na drenagem urbana provocados por excedentes hídricos apresentados em anos chuvosos com destaque para os períodos com influência do fenômeno ENOS (Oscilação Sul). O texto apresenta os resultados da metodologia empírica de Thornthwaite (1948) nos anos de 1972, 1983, 2009 e 2015, sendo este último período marcado pelo desenvolvimento de erosão remontante em Rancharia (SP). Os índices de excedente hídrico são importantes na aplicação em Climatologia para as análises relacionadas ao escoamento superficial em áreas urbanas e planejamento da drenagem urbano na escala municipal.

Palavras-chave: Variabilidade. Drenagem urbana. Excedente hídrico.

Abstract: This article has as its aim to present an analysis of the impacts on urban drainage caused by hydric surplus presented in rainy years highlighting the periods with influence of ENSO phenomenon (Southern Oscillation). The text presents the results of the empirical methodology of Thornthwaite (1948) in 1972, 1983, 2009 and 2015, being this last period

marked by gully erosion development in Rancharia (SP). Surplus water rates are important in application in Climatology for the analyses related to runoff in urban areas and urban drainage planning in municipal scale.

Keywords: Variability. Urban drainage. Hydric surplus.

Résumé: Cet article a pour but de présenter une analyse des impacts sur le drainage urbain causée par l'excédent d'eau présente dans les années pluvieuses mettant en évidence les périodes avec l'influence du phénomène ENSO (Southern Oscillation). Le texte présente les résultats de la méthode empirique de Thornthwaite (1948) en 1972, 1983, 2009 et 2015, ceci étant la dernière période marquée par le développement de l'érosion régressive dans Rancharia (SP). Tarifs de l'eau excédentaires sont importants dans l'application en climatologie pour les analyses relies aux eaux de ruissellement dans les zones urbaines et d'assainissement urbain, la planification à l'échelle municipale.

Mots clés: Variabilité. Drainage urbain. Excédent d'eau.

INTRODUÇÃO

Os fenômenos atmosféricos desde a Grécia Antiga foram analisados para a compreensão de suas dinâmicas na natureza pelo avanço do conhecimento científico. O resgate das discussões da filosofia da ciência é importante para a análise dos métodos empregados pelos pesquisadores sobre os estudos meteorológicos e climáticos.

A análise dos fenômenos da natureza incluindo o tempo meteorológico, apresentada por Aristóteles (384 – 322 a.C.), era dependente da percepção (sensação) e marcada pela ausência de dados empíricos, como apresenta:

> [...] a sensação gera-se ao mesmo tempo que o sujeito sensível (que sente), pois que a sensação nasce com o ser animado, mas o sujeito sensível não é anterior nem ao ser animado nem à sensação, dado que objetos como fogo, água, e outros elementos da natureza, a partir dos quais o ser animado se compõe, já existiam anteriormente ao ser animado e à sensação (ARISTÓTELES, 1985, p. 75).

O apego às teorizações e às médias pela ausência de experiência nos estudos sobre a natureza é uma herança aristotélica que, durante séculos, foi superada pela ciência, pois a natureza é diversificada e heterogênea, sendo necessários os estudos empíricos para interpretar a natureza e garantir a compreensão dos fenômenos atmosféricos. No entender de Descartes (2001, p. 69):

> [...] ao invés dessa filosofia especulativa ensinada nas escolas, pode-se encontrar uma filosofia prática, mediante a qual, conhecendo a força e as ações do fogo, da água, do ar, dos astros, dos céus e de todos os outros corpos que nos rodeiam, tão distintamente como conhecemos os diversos ofícios de nossos artesãos.

Neste sentido, Descartes (2001) apresenta a necessidade de repensar sobre as teorias diante dos fatos investigados, pois a natureza é diversificada e o tempo meteorológico é

dinâmico. Logo, considera-se a importância da existência de estações meteorológicas espalhada por diversos lugares para garantir o monitoramento dos fenômenos atmosféricos e a compreensão destes fenômenos nas diferentes superfícies e usos da terra.

Rogério Bacon (1214-1292) fez uma descrição de todas as regiões conhecidas na época pelos europeus, a partir do conhecimento cartohistograma e astronômico, sendo um filósofo conhecido pelos experimentos de campo e desenvolvimento da ótica e da geometria espacial. No entender de Bacon (2006, p. 97) "há, no entanto, uma dupla experiência; uma é através dos sentidos externos, através do qual experimentamos visivelmente aqueles objetos da experiência que estão nos céus, por meio de instrumentos feitos para tal e os objetos de experiência inferiores, por meio de operações certificadas".

O monitoramento dos fenômenos atmosféricos pelos avanços tecnológicos no campo da Meteorologia garante o desenvolvimento de pesquisas geográficas na escala local, sendo esta escala utilizada nos últimos anos com mais frequência pelos estudos sobre o clima urbano (MENDONÇA; MONTEIRO, 2003).

As mudanças no uso da terra pela urbanização das vertentes geram modificações na dinâmica dos escoamentos superficiais, sendo preocupantes os impactos causados pelas velocidades das águas pluviais em áreas urbanizadas com declividades acentuadas. A urbanização implica a instalação de sistemas de drenagem urbana para o direcionamento das águas pluviais pelos lotes urbanos, logradouros até os cursos d'água receptores. No entender de Tucci (2005), a drenagem urbana é formada por um conjunto de medidas infraestruturais que visam amenizar os impactos aos solos causados pela impermeabilização e urbanização em microbacias hidrográficas, e ressalva:

> [...] como em drenagem urbana o impacto da urbanização é transferido para jusante, quem produz o impacto geralmente não é o mesmo que o sofre o impacto. Portanto, para um disciplinamento do problema é necessário a interferência da ação pública através da regulamentação e do planejamento (TUCCI, 2005, p. 17).

A cidade de Rancharia (SP) apresenta um histórico de problemas relacionados ao desenvolvimento de boçorocas conforme estudos apresentados por Oliveira (1994) e Francisco (2017). Nos anos de 1997 e 2015 ocorreram episódios de precipitações concentradas e o desenvolvimento da erosão remontante na boçoroca do Córrego do Grito, comprometendo o sistema de macrodrenagem urbana (FRANCISCO, 2017).

O clima de Rancharia (SP), localizada na latitude de 22º15'S é do tipo tropical continental (Cfa) com uma precipitação anual média de 1.328 mm, sendo a média de 512 mm de precipitação pluvial durante o verão e a média de 149 mm de precipitação pluvial durante o inverno (BOIN, 2000).

Diante destas condições de sazonalidade climática pela concentração das precipitações pluviais no verão e o risco de desenvolvimento de erosão remontante nas boçorocas durante anos chuvosos, neste artigo serão analisados os históricos de precipitação pluvial entre 1945 e 2016, com o intuito de analisar esta dinâmica através de histogramas gerados dos dados primários de um posto pluviométrico.

MATERIAL E MÉTODOS

Para a geração dos histogramas de balanço hídrico, foram utilizados os índices pluviométricos do posto do Departamento de Águas e Energia Elétrica (D7-036) localizado no município de Rancharia-SP (22°14'09"S e 50°53'20"W).

Tarifa (1970) apresenta o método de Thornthwaite (1948) que se baseou em equações empíricas para estimar a evapotranspiração potencial (evapotranspiração num terreno totalmente vegetado) conforme as latitudes, cujo solo comporta-se como um reservatório da água da chuva que é influenciado pelas perdas pela evapotranspiração e saídas pelo excedente hídrico.

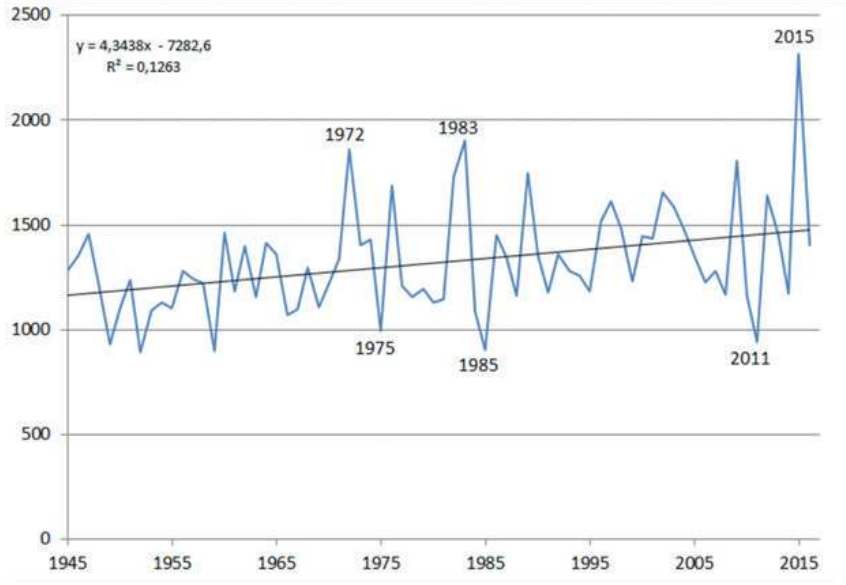
Os cálculos dos índices de evapotranspiração potencial (ETP), evapotranspiração real (ETR), déficit hídrico (DEF) e excedente hídrico (EXC) foram obtidos numa planilha do aplicativo Microsoft Excel disponibilizada pela Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz.

Foram realizados trabalhos de campo na área atingida pela erosão remontante em julho de 2015 para registrar com fotografias os impactos causados à drenagem urbana.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A variabilidade dos totais anuais de precipitação pluvial é notada nos dados apresentados em Rancharia (SP) com a presença de anos chuvosos com precipitação pluvial acima de 1.800 mm anuais, como ocorreram em 1972, 1983, 2009 e 2015; e anos com precipitação pluvial abaixo de 1.000 mm como os anos secos de 1975, 1985 e 2011. Nota-se que em três décadas (1970, 1980 e 2000) ocorreram anos chuvosos e anos secos. O histograma da figura 1 mostra a distribuição das precipitações pluviais anuais entre 1945 e 2016.

Figura 1 – índices pluviométricos anuais (mm) em Rancharia (SP) entre 1945 e 2016



Elaboração: Francisco, A.B. (2018).

Devida análise dos impactos das precipitações concentradas na drenagem urbana neste artigo, são analisados os excedentes hídricos durante os anos chuvosos de 1972, 1983, 2009 e 2015. A tabela 1 mostra os totais pluviométricos anuais e os excedentes hídricos dos respectivos anos analisados.

Tabela 1 – Índices do balanço hídrico de Thornthwaite para Rancharia (SP)

Ano	ETP	ETR	P	EXC	% EXC / P
1972	321,89	321,39	1858,6	1538,8	82,80
1983	321,89	321,39	1904,6	1595,2	83,60
2009	321,89	321,39	1806,2	1484,3	82,18
2015	321,89	321,39	2314,4	1993,2	86,12

Elaboração: Francisco, A.B. (2018)

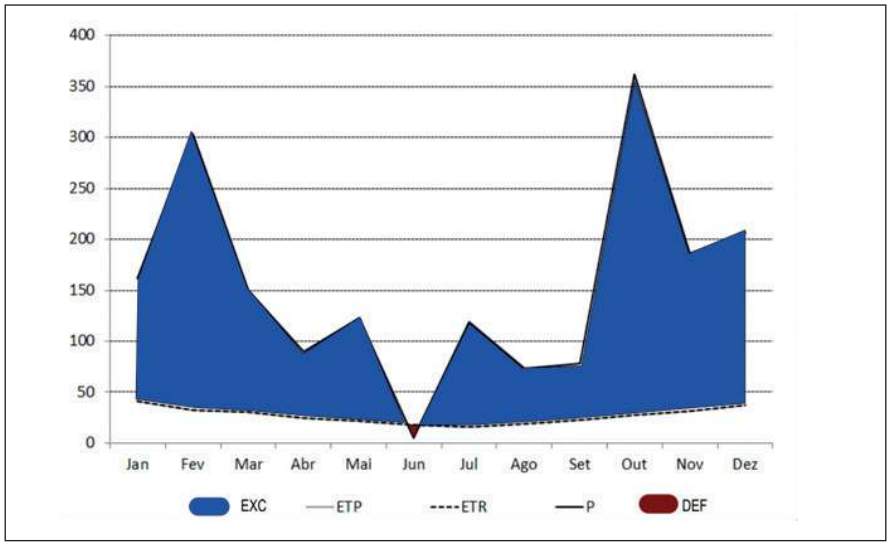
ETP: evaporação potencial ETR: evaporação real P: precipitação pluvial

EXC: excedente hídrico % EXC / P: relação do excedente hídrico e da precipitação

Durante o ano de 1972 ocorreu uma influência do fenômeno El Niño (Oscilação Sul) de forte intensidade, com um total de pluviosidade anual de 1.858 mm, excedente hídrico anual de 1.538,8 mm correspondendo a uma relação de 82,8% do total de precipitação anual. A figura 2 mostra o histograma de balanço hídrico de 1972 com dados de Rancharia (SP).

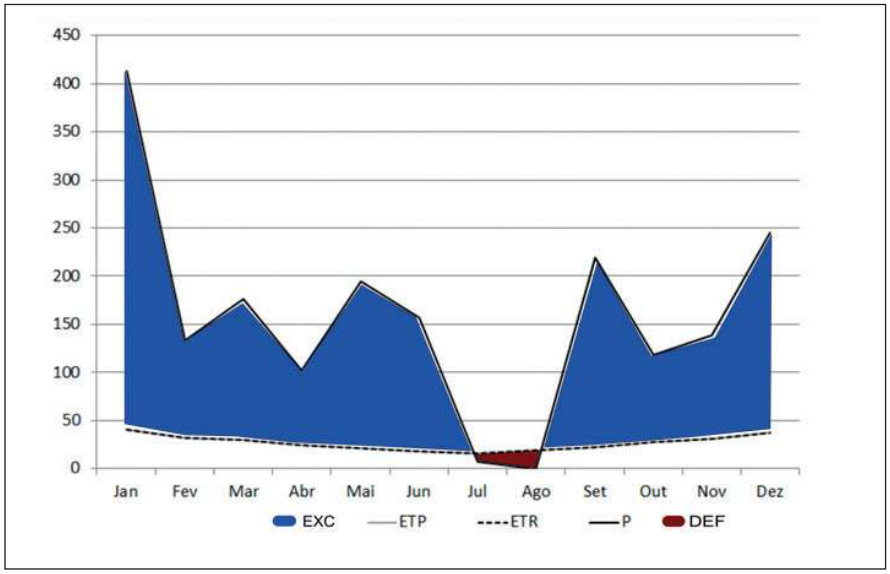
O ano de 1983 possui aspectos semelhantes ao de 1972 sobre o volume anual de precipitação e excedente hídrico com valores um pouco superiores, sendo também um ano de atuação do fenômeno El Niño (Oscilação Sul) de forte intensidade. A figura 3 mostra o histograma do balanço hídrico com destaque para o excedente hídrico no ano de 1983 em Rancharia (SP).

Figura 2 – Histograma de balanço hídrico - Rancharia (SP) em 1972



Elaboração: Francisco, A.B. (2018).

Figura 3 – Histograma de balanço hídrico - Rancharia (SP) em 1983

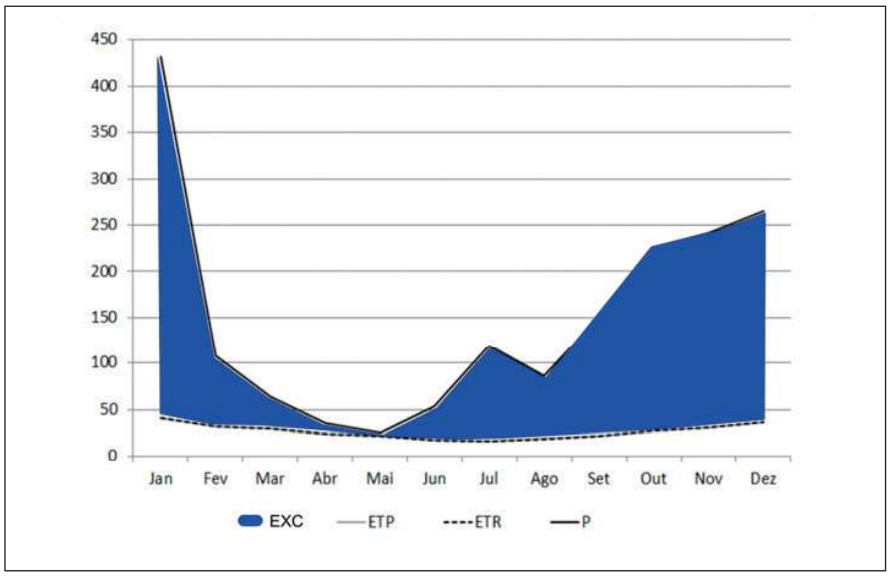


Elaboração: Francisco, A.B. (2018).

Durante o ano de 2009, com ocorrência do fenômeno ENOS de intensidade moderada, ocorreram precipitações volumosas no mês de janeiro que atingiram um total de 432 mm em Rancharia (SP). O histograma da figura 4 mostra destaca o excedente hídrico ocorrido no ano de 2009.

O ano de 2015 apresentou um excedente hídrico considerável no primeiro semestre como apresenta o histograma da figura 5.

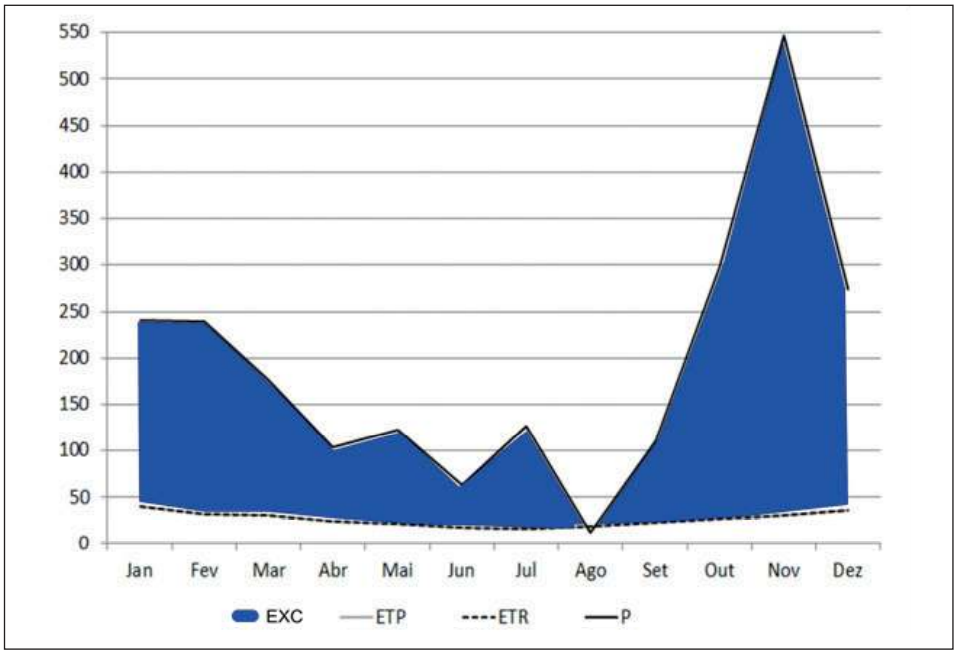
Figura 4 – Histograma de balanço hídrico de Rancharia (SP) em 2009



Elaboração: Francisco, A.B. (2018).

A forte intensidade do fenômeno El Niño (Oscilação Sul) também foi presente no ano de 2015 com um excedente hídrico de 888 mm entre os meses de janeiro e julho, provocando o aumento da vazão da bacia urbana do Córrego do Grito em Rancharia (SP) e o desenvolvimento de erosão remontante, como apresenta a figura 6.

Figura 5 – Histograma de balanço hídrico - Rancharia (SP) em 2015



Elaboração: Francisco, A.B. (2018).

Figura 6 – Impacto do excedente hídrico em Rancharia (SP)



Foto: Francisco, A.B. Data: 02/07/2015.

No ano de 2015 o percentual de excedente hídrico em relação ao total de precipitação anual foi de 86%, representando uma quantidade relevante de escoamento superficial mesmo em áreas rurais com a presença de vegetação. Numa área urbana, como foi mencionado na introdução, o escoamento superficial é mais relevante devida impermeabilização da maior parte da superfície do solo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise do histórico das precipitações pluviais é importante para considerar a variabilidade climática com a presença de anos chuvosos e relacionados ao fenômeno ENOS, sendo um aspecto sobre a dinâmica do clima que afeta na escala local das pequenas cidades, tendo a erosão urbana em Rancharia (SP) como exemplo.

O excedente hídrico obtido com base no modelo estatístico de Thornthwaite considera os aspectos geohistogramas de latitude e utiliza dados empíricos de precipitação, adquiridos durante décadas nos postos pluviométricos, sendo um exemplo da necessidade de coleta de dados para melhor compreensão dos fenômenos naturais.

A variabilidade das chuvas provocada pelo fenômeno ENOS não é a causa da intensidade acelerada dos processos erosivos, visto que as formas de uso da terra influenciam diretamente

na dinâmica de escoamento superficial em relação à infiltração das águas pluviais, sendo esta variabilidade das chuvas apenas uma "válvula de escape" para o desencadeamento da erosão remontante.

Diante do cenário futuro de variabilidade climática, com a possibilidade de anos chuvosos em períodos concentrados, são necessárias políticas públicas que considerem a importância do conhecimento geohistograma na elaboração de planos diretores de uso do solo e drenagem urbana para evitar maiores danos à infraestrutura e impactos aos recursos hídricos.

REFERÊNCIAS

ARISTÓTELES. **Organon**. Lisboa: Guimarães Editores, 1985, tradução de Pinharanda Gomes.

BACON, R. **Obras escolhidas**. Porto Alegre: Editora São Francisco, 2006, volume 8, tradução de Jan Ter Reegen e Luís Alberto de Boni.

BOIN, M. N. **Chuvas e erosões no Oeste Paulista**: uma análise climatológica aplicada. Tese (Doutorado em Geociências e Meio Ambiente), Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2000, 281f.

DESCARTES, R. **Discurso do método**. 3.ed. São Paulo: Martins Fontes, 2001, tradução de Maria Ermantina Galvão.

FRANCISCO, A. B. **A erosão periurbana em Rancharia-SP**: a análise espaço-temporal e as propostas de recuperação da boçoroca do Córrego do Grito. Tese (Doutorado em Geografia), Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, 2017, 201f.

MENDONÇA, F.; MONTEIRO, C. A. F. **Clima urbano**. São Paulo: Contexto, 2003.

OLIVEIRA, A. M. S. **Depósitos tecnogênicos e assoreamento de reservatórios**: exemplo do Reservatório de Capivara, Rio Paranapanema, SP/PR. Tese (Doutorado em Geografia Física), Universidade de São Paulo, Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, 1994, 211f.

TARIFA, J. R. Estudo preliminar das possibilidades agrícolas da região de Presidente Prudente segundo o balanço hídrico de Thornthwaite (1948-1995). **Boletim Geohistograma**, n. 217, p. 34-45, 1970.

TUCCI, C. E. M. **Gestão de águas pluviais urbanas**. Brasília: Ministério das Cidades, 2005.

Recebido para publicação em março de 2018

Aceito para publicação em maio de 2018