

## **RITMO PLUVIAL E HÍDRICO NA BACIA HIDROGRÁFICA DO ALTO PARDO: ANÁLISE DO ANO CHUVOSO DE 1983**

Pedro Augusto Breda Fontão<sup>1</sup>

João Afonso Zavattini<sup>2</sup>

### **Conservação e Educação de Recursos Hídricos**

#### **RESUMO**

Trata-se de um estudo que busca, através da Análise Rítmica em Climatologia, compreender a dinâmica pluvial de uma bacia hidrográfica num período excepcionalmente chuvoso e visualizar os reflexos da circulação atmosférica na vazão natural de sua principal drenagem. Para tanto, a área de estudo abrange o alto curso da bacia hidrográfica do Pardo (Alto Pardo), inserida na porção nordeste do Estado de São Paulo e sul/sudoeste de Minas Gerais, Brasil. Nessa bacia, elegeu-se o ano-padrão chuvoso de 1983 para aplicar a análise rítmica dos tipos de tempo, no intuito de identificar, em nível diário/horário, os sistemas atmosféricos que atuaram em sucessão ao longo do tempo na região. Tais resultados evidenciaram uma forte atuação de sistemas frontais durante a maior parte do ano, mesmo em períodos habitualmente mais secos como o outono, e destacaram-se episódios de precipitações intensas e bem distribuídas propiciadas pelo estacionamento da Frente Polar Atlântica, suscitando períodos de elevada vazão hídrica no Alto Pardo.

**Palavras-chave:** Chuva; Vazão natural; Análise Rítmica; rio Pardo; Climatologia.

#### **INTRODUÇÃO**

As precipitações destacam-se por apresentar grande variabilidade e irregularidade ao longo do tempo e espaço. Tais características relacionam-se diretamente à dinâmica da atmosfera, pois é nela que reside a gênese das chuvas, elemento inerente ao ritmo climático (MONTEIRO, 2015). Nessa perspectiva, conhecer esse comportamento mostra-se fundamental para o planejamento e gestão dos recursos hídricos, tendo em vista a importância da água para os seres vivos do planeta.

À vista disso, a presente investigação optou por realizar suas análises na área da bacia hidrográfica do Alto Pardo, inserida à montante da bacia rio Pardo e localizada na porção nordeste do Estado de São Paulo e sul/sudoeste de Minas Gerais, Brasil. Trata-se, em virtude de suas características hidrográficas e altimétricas, de uma região de grande potencial energético, possuindo atualmente quatro usinas hidrelétricas instaladas e em operação,

---

<sup>1</sup>Aluno de doutorado em Geografia, Universidade Estadual Paulista – IGCE/UNESP – Campus Rio Claro-SP, Programa de Pós-Graduação em Geografia, pedrofontao@yahoo.com.br.

<sup>2</sup>Prof. Dr. da Universidade Estadual Paulista – IGCE/UNESP – Campus Rio Claro-SP, Departamento de Geografia, zavattini@rc.unesp.br.

destacando-se dentre elas a Usina Hidrelétrica de Caconde como a mais importante da região, além de outras atividades econômicas relevantes e que demandam recursos hídricos como, por exemplo, a agropecuária, de grande destaque no cultivo de cana-de-açúcar e café, o abastecimento urbano, o turismo, dentre outras.

Desse modo, objetiva-se com esse trabalho compreender o ritmo pluvial em anos de excedente hídrico, dando enfoque na circulação atmosférica do ano excepcionalmente chuvoso de 1983. Da mesma maneira, o presente estudo se propõe a entender quais tipos de tempo atmosférico e sequências rítmicas contribuem (ou não), através da gênese de chuvas volumosas e bem distribuídas, para aumentos significativos na vazão natural no rio Pardo, no intuito de contribuir para o entendimento da gênese dos episódios extremos de chuva e para fins de planejamento dos recursos hídricos regionais.

## **METODOLOGIA**

Tendo em vista os objetivos propostos, escolheu-se o ano de 1983, classificado como ano-padrão extremamente chuvoso na bacia do Alto Pardo (FONTÃO e ZAVATTINI, 2014), para aplicar a Análise Rítmica em Climatologia (MONTEIRO, 2015). Tal procedimento metodológico visa identificar, de maneira empírica em nível diário/horário, os sistemas atmosféricos (massas de ar e frentes) que atuaram sobre a área e analisar a dinâmica e o ritmo da circulação atmosférica secundária em nível regional. Para tanto, foram utilizados dados diários (e horários) das variáveis temperatura, precipitação, pressão atmosférica, umidade relativa, insolação e vento da Estação Meteorológica C3-003M (Caconde-SP), administrada na época pelo Departamento de Águas e Energia Elétrica do Estado de São Paulo (DAEE), para a elaboração do Gráfico de Análise Rítmica.

Do mesmo modo, no propósito de auxiliar na identificação dos sistemas atmosféricos no campo sinótico, recorreu-se às cartas sinóticas da Marinha do Brasil, nos horários locais das 9 horas e 21 horas (12hrs e 00hrs GMT), e às imagens de satélite disponibilizadas pela National Climatic Data Center da National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA). Em termos dos critérios de classificações dos sistemas atmosféricos e a nomenclatura adotada, este estudo optou por utilizar a base proposta por Zavattini e Boin (2013), que detalha o avanço dos sistemas frontais e identifica as massas de ar de origem tropical, equatorial ou polar.

Para analisar as repercussões do ritmo pluvial na vazão hídrica do rio Pardo, utilizaram-se os dados diários da vazão natural da Usina Hidrelétrica Caconde, em uma série

histórica fornecida pelo Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS). Por tratar-se de uma drenagem regularizada pelo reservatório da usina Caconde, optou-se por utilizar nas análises a vazão natural, pois ela reconstitui o fluxo que ocorreria em uma seção do rio, se não houvesse ação antrópica direta na bacia hidrográfica. Dessa forma, associou-se em sequência diária, por meio de um gráfico, os sistemas atmosféricos identificados duas vezes ao dia (9hrs e 21hrs horário local), a precipitação diária em Caconde-SP e a vazão natural do rio Pardo.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Primeiramente, a Figura 1 ilustra a localização geográfica do Alto Pardo, as principais drenagens da bacia e o local da Estação Meteorológica e da Usina Hidrelétrica, ambas inseridas nas adjacências do município de Caconde – SP. Trata-se de um setor central da bacia hidrográfica, e representativo tanto das características climáticas à nível regional quanto das drenagens, visto que à jusante da usina, a vazão hídrica é regularizada (FONTÃO e ZAVATTINI, 2017). Isto posto, o gráfico que ilustra as chuvas e a vazão natural do ano de 1983, associadas diariamente aos sistemas atmosféricos identificados através da Análise Rítmica, podem ser conferidos na Figura 2.

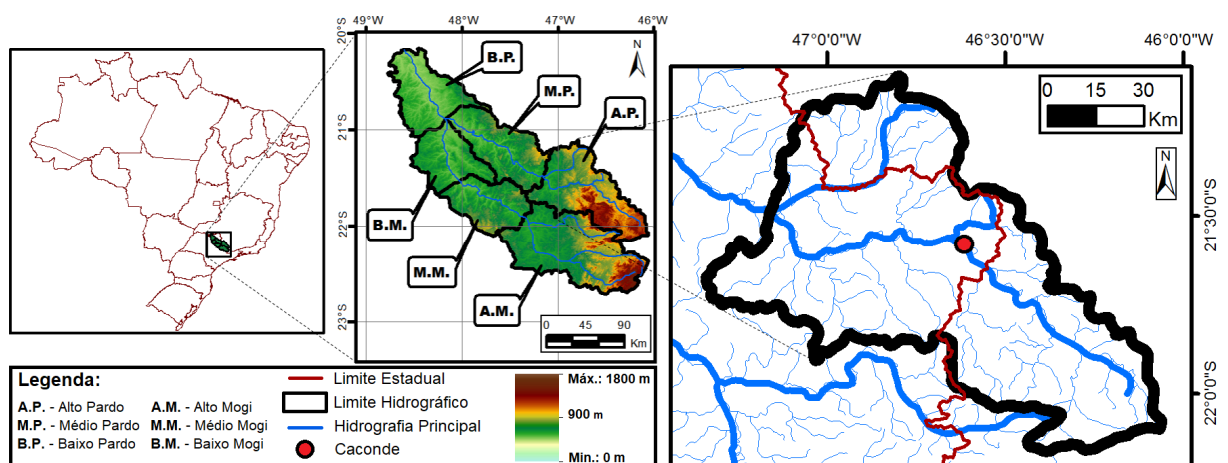


Figura 1 – A bacia hidrográfica do Pardo: Alto Pardo em destaque.

Da análise da dinâmica atmosférica e das variáveis dessa pesquisa, o ano de 1983 apresentou os três primeiros meses, correspondentes ao verão, extremamente chuvosos em relação ao padrão habitual no alto curso da bacia. Verificou-se no período uma atuação intensa e frequente de sistemas frontais sobre a região, advindos de um intenso fluxo das correntes atmosféricas do sul, que resultou num embate recorrente entre a Frente Polar Atlântica e inflexões aos avanços em direção à porção setentrional do continente, permitindo o

estacionamento desses sistemas. Tais sucessões provocaram intensos episódios pluviais como, por exemplo, entre os dias 12 e 21 de janeiro, 30 de janeiro e 4 de fevereiro e 4 a 8 de março, que resultaram em três principais picos de cheia na vazão, ou seja, elevações muito rápidas dos dados que se destacaram em relação ao restante do mês.

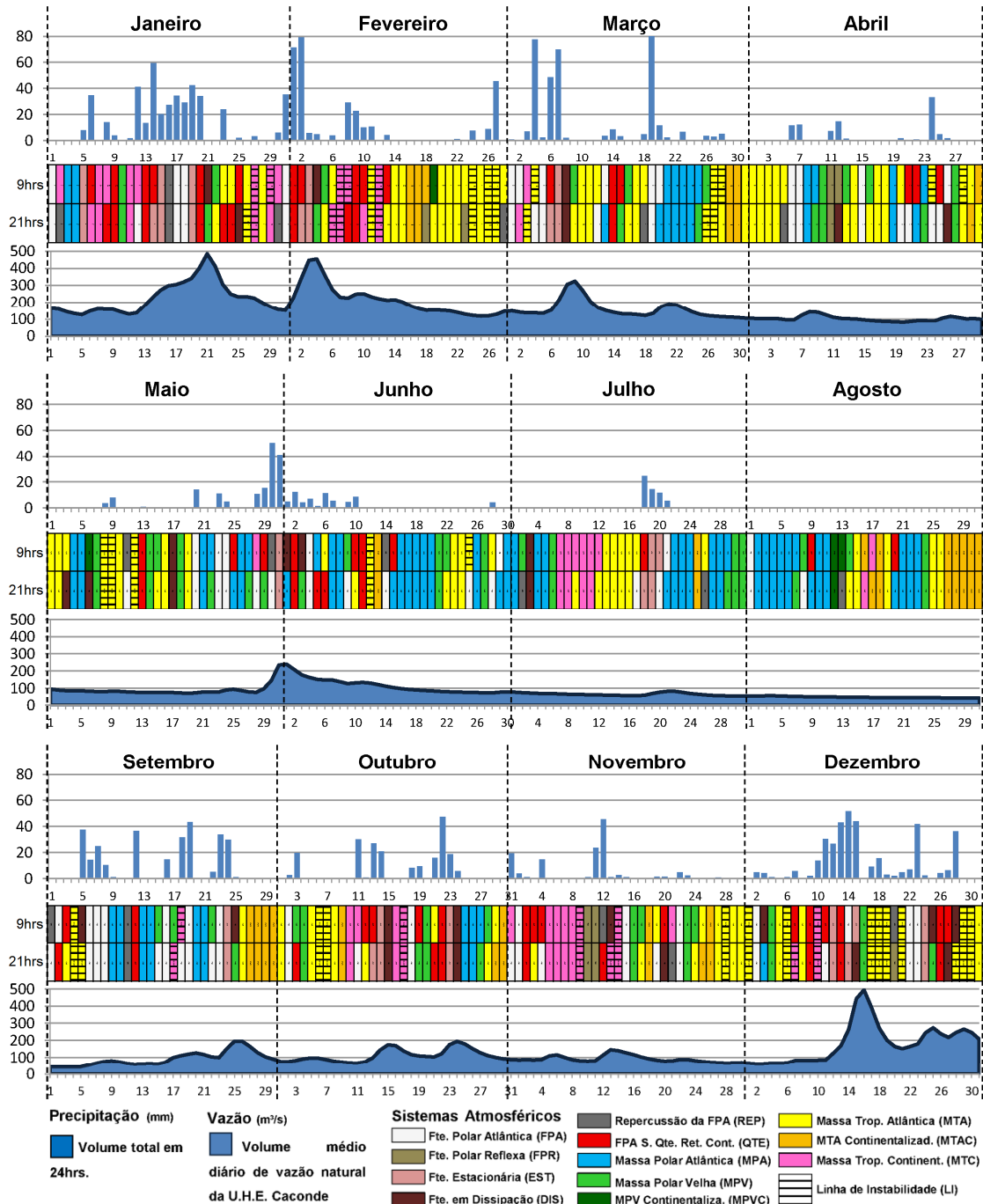


Figura 2– Precipitação, sistemas atmosféricos e vazão natural no posto de Caconde.

Sem embargo da entrada do outono austral na região, período cujo regime hídrico é habitualmente mais seco (SANT'ANNA NETO, 1999), os meses de abril, maio e início de

junho mostraram-se excepcionalmente chuvosos sob grande influência das correntes de sul, em destaque a forte atuação de sistemas frontais que deixaram o tempo instável durante alguns períodos. Somente com a maior atuação de sistemas anticiclônicos, como é o caso da Massa Polar Atlântica e massas de ar tropicais, houve certa estabilidade atmosférica nos tipos de tempo entre junho e agosto, malgrado as fortes chuvas ocorrida no início da segunda metade do mês de julho. A vazão acompanhou a diminuição do ritmo pluvial, atuando tipos de tempo favoráveis à maior evapotranspiração, e contribuindo para uma progressiva redução do volume.

Entretanto, a partir do mês de setembro, houve uma retomada da atuação frontal, apresentando ao longo da primavera sequências rítmicas semelhantes às do início do ano, com forte participação da frente estacionária e novamente elevados volumes de chuva. A vazão natural acompanhou tal dinâmica, atingindo o máximo de 493 m<sup>3</sup>/s no dia 16 de dezembro, após uma sequência de sistemas instáveis de origem frontal, que geraram durante seis dias uma banda de nebulosidade e precipitação intensa sobre a região.

## CONCLUSÕES

A partir das análises realizadas, constatou-se no ano de 1983 longos períodos de predomínio de ação vigorosa da Frente Polar Atlântica e inflexões, que geraram tipos de tempo instáveis, com dias úmidos, nublados ou de céu encoberto, além de chuvas quase constantes e de grande intensidade, que acarretaram num aumento gradual da vazão hídrica. Particularmente, os episódios de estacionamento das frentes resultaram nos principais picos de cheias na vazão natural. Ademais, nesse ano o período de estiagem habitual, geralmente registrada ao longo do outono-inverno, foi abreviado pela forte ação frontal já no início de setembro, que resultou numa dinâmica atmosférica extremamente favorável às cheias e recarga de reservatórios.

## REFERÊNCIAS

- FONTÃO, Pedro Augusto Breda; ZAVATTINI, João Afonso. Regionalização das chuvas anuais na bacia do Pardo, Brasil. **Caderno Prudentino de Geografia**, n. 36, p. 143-158, 2014.
- FONTÃO, Pedro Augusto Breda; ZAVATTINI, João Afonso. Variations of Rainfall Rhythm in Alto Pardo Watershed, Brazil: Analysis of Two Specific Years, a Wet and a Dry One, and Their Relation with the River Flow. **Climate**, v. 5, n. 3, p. 47, 2017.
- MONTEIRO, Carlos Augusto de Figueiredo (Org.). **A construção da Climatologia Geográfica no Brasil**. Campinas, SP: Alínea, 2015.

SANT'ANNA NETO, João Lima. Avaliação das mudanças no regime das chuvas no Estado de São Paulo durante um século (1888 - 1993). **Acta Scientiarum**, v. 21, n.4, p. 915-921, 1999.

ZAVATTINI, João Afonso; BOIN, Marcos Norberto. **Climatologia Geográfica**: teoria e prática de pesquisa. Campinas, SP: Alínea, 2013.