

## **XVII SIMPÓSIO DE RECURSOS HÍDRICOS DO NORDESTE**

### **ANÁLISES GRÁFICAS SIMULTÂNEAS DAS VARIÁVEIS CLIMÁTICAS NA BACIA DO RIO CARINHANHA**

*João H. P. de Britto Salgueiro<sup>1</sup>; Éber José de Andrade Pinto<sup>2</sup>; João Alberto Oliveira Diniz<sup>3</sup> &  
Thiago Luiz Feijó de Paula<sup>4</sup>*

**RESUMO** – Devido ao aumento da frequência e magnitude dos desastres naturais atribuídos às mudanças climáticas, cresce a necessidade de intensificar cada vez mais, às pesquisas científicas nessa área. Para tal, necessário se faz que as séries das variáveis climáticas sejam bem definidas e interpretadas, de modo a proporcionarem os melhores resultados possíveis. Este artigo propõe que as variáveis sejam analisadas simultaneamente, utilizando gráficos representativos dessas variações, de maneira que as definições das relações das ocorrências entre elas próprias comprovem de fato as sazonalidades conhecidas na bacia do rio Carinhanha. Os resultados comprovaram que as séries utilizadas tinham qualidades suficiente para representarem corretamente o conhecimento sobre as variáveis climáticas, assim como foi comprovado que o modelo gráfico como é uma excelente ferramenta utilizada para depuração de possíveis erros.

**ABSTRACT**– Due to the increase in the frequency and magnitude of natural disasters attributed to climate change, there is a growing need to increasingly intensify scientific research in this area. To achieve this, it is necessary that the climatic temperature series are well defined and interpreted, in order to provide the best possible results. This article proposes that the variations be verified simultaneously, through graphs representing these variations, so that the definitions of the relationships between the occurrences actually prove the known seasonalities in the Carinhanha river basin. The results proved that the series used had sufficient qualities to correctly represent knowledge about the basin, in addition to proving that the graphic model is an excellent tool used to debug possible errors.

**Palavras-Chave** – Análises simultâneas de variáveis climáticas; Análises gráficas de variáveis climáticas.

- 1) Pesquisador em Geociências do Serviço Geológico do Brasil-CPRM, Av. Sul, 2291, Afogados, Recife-PE, CEP 50.770-011, Fone: +55 81-999598587, e-mail: [joao.salgueiro@sgb.gov.br](mailto:joao.salgueiro@sgb.gov.br);
- 2) Pesquisador em Geociências do Serviço Geológico do Brasil-CPRM e Professor da Universidade Federal de Minas Gerais-UFMG, Av. Brasil 1.731, Funcionários, Belo Horizonte - MG, CEP 30.140-002, Fone: +55 31-3878.0307, e-mail: [eber.andrade@sgb.gov.br](mailto:eber.andrade@sgb.gov.br);
- 3) Pesquisador em Geociências do Serviço Geológico do Brasil-CPRM, Av. Sul, 2291, Afogados, Recife-PE, CEP 50.770-011, Fone: +55 81-999712417, e-mail: [joao.diniz@sgb.gov.br](mailto:joao.diniz@sgb.gov.br);
- 4) Pesquisador em Geociências do Serviço Geológico do Brasil-CPRM, Av. Sul, 2291, Afogados, Recife-PE, CEP 50.770-011, Fone: +55 81-99990058, e-mail: [thiago.paula@sgb.gov.br](mailto:thiago.paula@sgb.gov.br);

## 1 - INTRODUÇÃO

Devido ao aumento da frequência e magnitude dos desastres naturais ocorridos no Planeta, nos últimos anos, atribuídos às mudanças climáticas, cresce a necessidade de intensificar cada vez mais, às pesquisas científicas nessa área. Para tal, necessário se faz que as variáveis climáticas sejam bem definidas e interpretadas, de modo que as séries temporais históricas apontem para resultados adequados, com representatividade fiel e real do tempo, no local e no momento em que foram aferidas.

Este artigo ilustra a análise simultânea de variáveis climáticas, utilizando como ferramenta os gráficos representativos de suas variações, de modo que as definições das relações de ocorrências entre si comprovem de fato as sazonalidades demonstradas pelas literaturas, pelos pesquisadores e pela população que habita o espaço em estudo. O acompanhamento gráfico será exemplificado para melhor depuração de possíveis inconsistências nas suas séries, uma vez que se tornam mais perceptíveis. Para local do trabalho foi escolhido a bacia hidrográfica do rio Carinhanha.

A bacia escolhida faz parte da região que contém o Sistema Aquífero Urucuia - SAU, daí sua grande importância política, econômica e social para o Oeste do estado da Bahia, como também para o Brasil. Nessa região os projetos desenvolvidos visam substancialmente estimular a utilização racional dos recursos hídricos, reduzir os conflitos advindos dos seus usos múltiplos e asseverar o planejamento de políticas públicas locais, por se tratar de uma área em pleno desenvolvimento, considerada um dos pólos do agronegócio mais importante do país. A jusante dessa região, o rio São Francisco potencializa um grande aproveitamento para as diversas utilização da água, com destaque para a produção de alimentos e energia elétrica nas sucessivas barragens.

Os resultados comprovaram que as séries climatológicas utilizadas tinham qualidades suficiente para justificar os atuais conhecimentos sobre a bacia hidrográfica estudada, assim como o modelo gráfico utilizado mostrou-se bastante eficiente para contribuir na depuração dos equívocos indesejáveis nas séries.

## 2 - MATERIAL E MÉTODOS

### Localização da área de estudo

A bacia do rio Carinhanha localiza-se na margem esquerda do rio São Francisco, servindo de divisão política entre os estados brasileiros da Bahia e Minas Gerais, ambos respectivamente pertencentes respectivamente às regiões Nordeste e Sudeste do Brasil. Segundo a divisão fisiográfica,

a bacia do Carinhanha fica situada no curso médio do rio São Francisco (IBAMA, 2006), como mostra a Figura 1.



Figura 1 - Localização da bacia hidrográfica do rio Carinhanha no Médio São Francisco.

## **Caracterização climatológica**

Segundo o Mapa de Clima do Brasil, a área estudada pertence à região do tipo climático: “Tropical Brasil central”, com predominância do “Tropical quente semiúmido”, o qual tem o cerrado como principal bioma (IBGE, 2002). Apesar da sua continuidade semiúmida, fica próximo ao Polígono da seca, delimitando com o clima “Tropical quente semiárido”. Devido a essa adjacência é possível que influencie a bacia do Carinhanha nos anos considerados de baixa pluviometria.

Do ponto de vista meteorológico, as chuvas são bastante influenciadas pelos sistemas atmosféricos oceânicos tropicais e polares, que respondem pela pluviosidade de todos os meses do ano, assim como pela variabilidade dos índices térmicos (Mendonça e Danni-Oliveira, 2007).

Partindo das nascentes até chegar no médio curso, o rio São Francisco percorre gradativamente regiões mais úmidas com chuvas abundantes, contrastando com a redução da precipitação em um clima cada vez mais seco, caracterizando o semiárido, até aproximar-se de sua foz no oceano Atlântico. YKema *et al.* (2015) afirmaram que essa região “subsumida” possuem regimes sazonais em que a estação chuvosa acontece de novembro a março, e a estação seca entre maio e outubro.

Esse subtipo semiúmido é caracterizado por temperatura média em todos os meses do ano que não ultrapassam 18°C, proporcionando quatro a cinco meses seco por ano (IBGE, 2002). Apesar da sua continuidade semiúmida, fica próximo ao Polígono da seca, responsável pela delimitação do clima “Tropical quente semiárido”.

Situada as regiões Nordeste e Sudeste, com forte aproximação do Centro-oeste, é provável que essa bacia receba influência de vários sistemas meteorológicos que afetam o tempo, como também dos seus efeitos combinados. As pesquisas mostram que os principais sistemas que provocam chuvas nessas regiões são a Zona de convergência do Atlântico Sul (ZCAS), a Frente Fria (FF) e o Vórtice Ciclônico da Atmosfera Superior (VCAS).

## **Análise das variáveis climáticas**

Com o intuito de analisar as principais variáveis climatológicas ocorrentes na bacia do rio Carinhanha, as redes de coleta de dados meteorológicos de maiores referências operadas NA região foram investigadas. Para tal, foi escolhida a “Estação Carinhanha”, vinculada à Rede de Monitoramento do Instituto Nacional de Meteorologia – INMET, sob o Código 83408, localizada no município de Carinhanha, na periferia da bacia, perfazendo 26 anos de monitoramento, no período de 1993 a 2018. O motivo da escolha se deve ao maior período encontrado. As informações foram disponibilizadas através do Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa – BDMEP (INMET, 2019). A Figura 2 apresenta o mapa de localização da Estação meteorológica do Carinhanha.

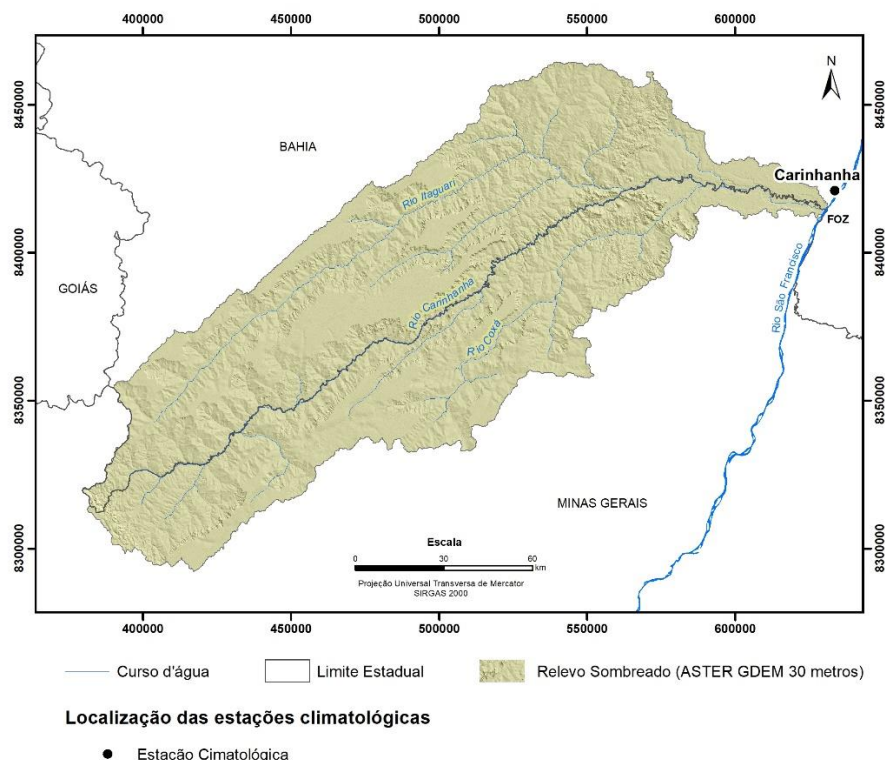


Figura 2 - Localização da bacia hidrográfica do rio Carinhanha no Médio São Francisco.

### 3 – RESULTADO E DISCUSSÕES

Após as avaliações das séries climáticas, foram construídos os gráficos cartesianos para as análises mensais das séries de máximas, médias e mínimas, da precipitação, temperatura, pressão atmosférica, evaporação, insolação, umidade relativa do ar, nebulosidade e intensidade do vento.

As Figuras 3 a 10 mostram as análises gráficas mensais das variáveis medidas na Estação climatológica de Carinhanha (83408). A Tabela 1 apresenta os totais anuais e as médias mensais das variáveis analisadas.

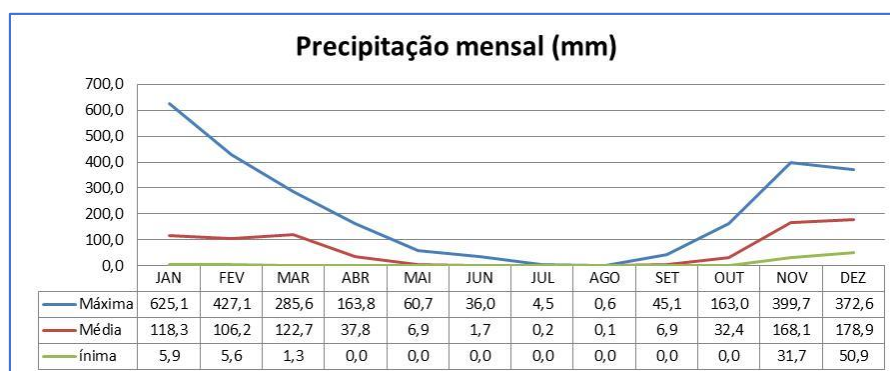


Figura 3 - Precipitação mensal na Estação Carinhanha-BA - 83408 (INMET, 2019).



A Figura 3 mostrou o período de estiagem de maio a outubro e o período chuvoso de novembro a abril conforme YKema *et al.* (2015). Embora o clima semiúmido seja caracterizado por quatro a cinco meses secos (IBGE, 2002), os gráficos delinearam seis meses de chuvas escassas, justificando que, os sistemas meteorológicos atuantes no semiárido influenciam a redução de chuvas na bacia do Carinhanha.

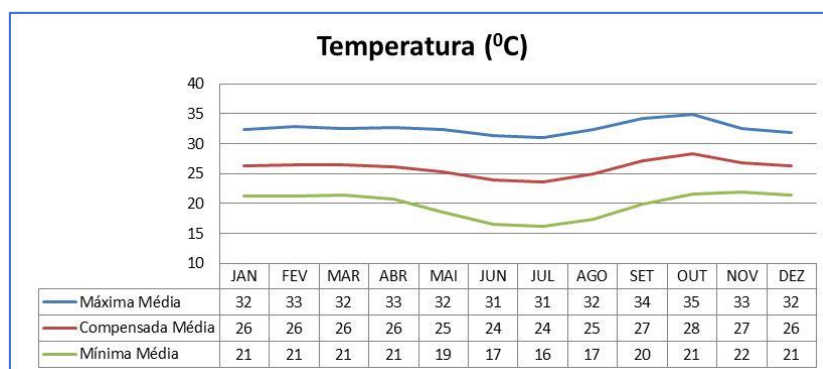


Figura 4 – Temperatura média compensada mensal em Carinhanha-Ba - 83408 (INMET, 2019).

Sobre a temperatura do ar na bacia, a Figura 4 mostrou seu comportamento através das médias das temperaturas “máximas”, “média das médias compensadas” e “mínimas”. Observou-se que os meses mais frios se concentraram em junho e julho (inverno) e os mais quentes em setembro e outubro (verão). Observou-se também uma amplitude térmica de 19°C, que oscila anualmente entre 16°C (julho) e 35°C (outubro). As temperaturas mais altas ocorreram em outubro (Figura 4), juntamente com as taxas evaporimétricas (Figura 6), diferentemente da umidade relativa do ar (Figura 8), insolação (Figura 7) e pressão atmosférica (Figura 5), que começam a baixar

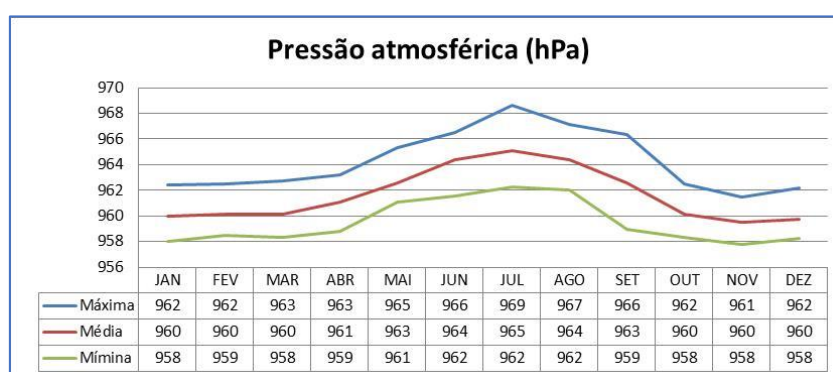


Figura 5 – Pressão atmosférica mensal na Estação Carinhanha-Ba - 83408 (INMET, 2019).

Nos meses considerados secos (abril a outubro), a Figura 5 apresentou as maiores pressões atmosféricas registradas, com máximo no mês de julho. Tal condição é impeditiva aos movimentos ascendentes e responsável pela não formação de nuvens. Já nos meses de novembro a março as pressões são reduzidas e favorece ao período sazonal chuvoso.

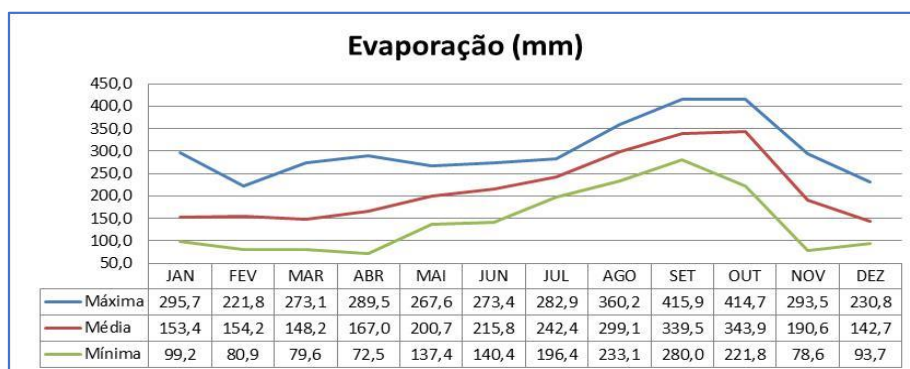


Figura 6 – Evaporação mensal na Estação Carinhanha-BA - 83408 (INMET, 2019).

As séries de evaporação da Figura 6, obtidas com uso do evaporímetro de piché, estabeleceram que nos meses de maio a novembro ocorreram as maiores taxas evaporimétricas, justificando o período mais secos do ano, com destaque para o bimestre de setembro e outubro, os quais coincidiram com as mais altas temperaturas (Figura 4) e insolação (Figura 7) do ano e mais baixa umidade relativa do ar (Figura 8).

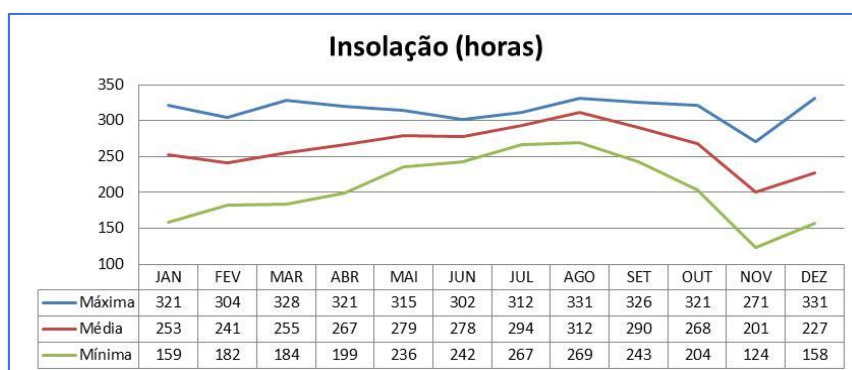


Figura 7 - Insolação mensal na Estação Carinhanha-BA - 83408 (INMET, 2019).

Nas análises da Figura 7, as séries referentes à insolação apresentaram uma redução desde agosto, culminando no mês de novembro, acompanhada também da evaporação (Figura 6), da temperatura (Figura 4) e da velocidade do vento (Figura 10). Já a pressão atmosférica (Figura 5) e a nebulosidade aumentaram, marcando o final da sazonalidade seca e o início das primeiras chuvas.

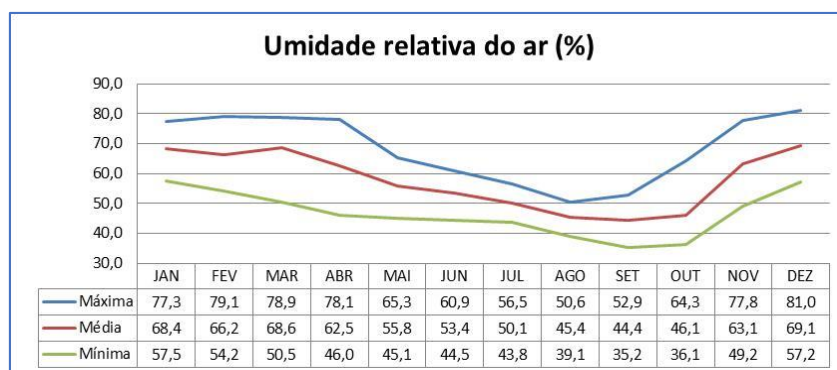


Figura 8 – Umidade relativa do ar mensal na Estação Carinhanha-BA - 83408 (INMET, 2019).

Na Figura 8 referente à umidade relativa do ar, observou-se uma redução entre os meses de maio a outubro, com destaque para o último trimestre, coincidindo com a insolação (Figura 7), pressão atmosférica (Figura 5), e evaporação (Figura 6). Entretanto, surgem os primeiros sinais do período chuvoso a partir de novembro, com o aumento da precipitação e da nebulosidade, e da temperatura por se aproximar do verão.

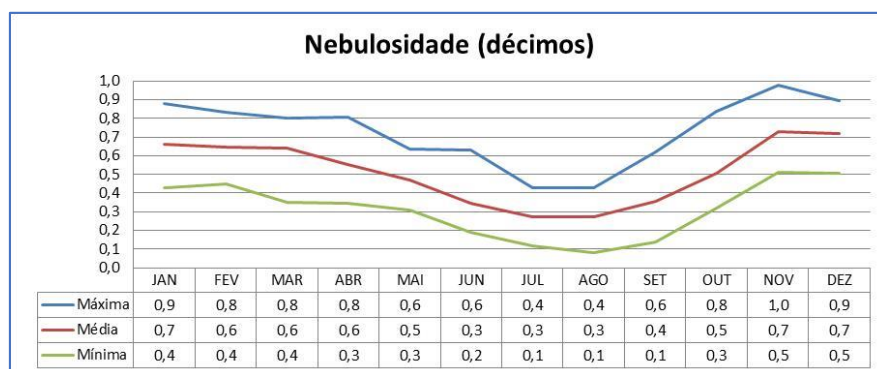


Figura 9 – Nebulosidade mensal na Estação Carinhanha-BA - 83408 (INMET, 2019).

Quanto a Nebulosidade apresentada na Figura 9, as análises confirmaram o início do crescimento em setembro, com o pico em novembro, ou seja, no início do período chuvoso. No período seco, as ocorrências mostraram-se compatíveis com as altas pressões atmosféricas (Figura 5), inibindo as formações sazonais de nuvens.

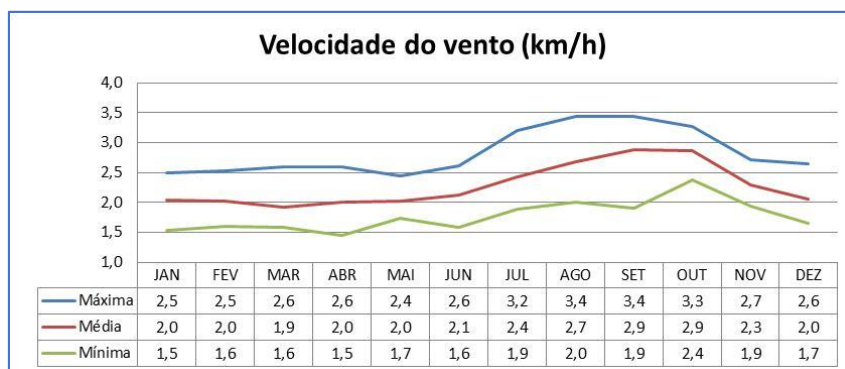


Figura 10 – Velocidade do vento na Estação Carinhanha-BA - 83408 (INMET, 2019).

Na Figura 10 somente foi possível analisar o comportamento da velocidade do vento, uma vez que, a direção do vento não foi contemplada com monitoramento. As séries de velocidade mostraram em km/h que durante o período úmido os ventos permaneceram inalteráveis. Entretanto, durante todo o período seco as velocidades foram elevadas, coincidente com o aumento da pressão atmosférica (Figura 5), Evaporação (Figura 6) e insolação (Figura 7). Em contrapartida a nebulosidade (Figura 9) e a umidade relativa do ar (Figura 8) estiveram em baixas.



Tabela 1 – Valores anuais das variáveis climáticas na Estação Carinhanha (83408).

| Item | Variável climática/Unidade | Total anual | Média anual |        |         |
|------|----------------------------|-------------|-------------|--------|---------|
|      |                            | Médias      | Máximas     | Médias | Mínimas |
| 01   | Precipitação (mm)          | 780,2       |             |        |         |
| 02   | Temperatura (°C)           |             | 33          | 26*    | 20      |
| 03   | Pressão atmosférica (hPa)  |             | 964         | 962    | 959     |
| 04   | Evaporação (mm)            | 2597,6      |             |        |         |
| 05   | Insolação (horas)          | 3164,0      |             |        |         |
| 06   | Umidade relativa do ar (%) |             | 68,6        | 57,8   | 46,5    |
| 07   | Nebulosidade (décimos)     |             | 0,7         | 0,5    | 0,3     |
| 08   | Velocidade do vento (km/h) |             | 2,8         | 2,3    | 1,8     |

\*Refere-se à média compensada

Interpretando as informações contidas na Tabela 1, nota-se que a precipitação se apresenta com valor inferior ao medido na evaporação. Essa condição confirma, mais uma vez, que a bacia do Carinhanha se situa de fato em uma região de transição entre os subtipos climáticos “Tropicais quentes semiúmidos e semiáridos”, onde os sistemas meteorológicos atuantes nesse segundo podem influenciar o primeiro.

#### 4 – CONCLUSÕES

- Comprovação de que as séries climatológicas utilizadas tinham qualidades suficiente para demonstrar os atuais conhecimentos sobre a bacia do Carinhanha;
- A análise simultânea dos gráficos pode contribuir na depuração de inconsistências nas séries.
- De um modo geral, ao analisar a coerência do desenvolvimento gráfico e simultâneo entre as variáveis climáticas ficou mais fácil identificar as suas relações entre si e compará-las se atendem ou não ao atual conhecimento da área em estudo;

#### AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Serviço Geológico do Brasil – SGB pelo apoio científico e pela logística disponibilizada para participação do evento. Agradecemos também ao Instituto Nacional de Meteorologia – INMET, pelas das séries climatológicas disponibilizadas.

#### 5 – REFERÊNCIAS

IBGE (2002). Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Mapa de Clima do Brasil - Escala 1.5.000.000*. Ministério do Planejamento, Rio de Janeiro - RJ.

IBAMA (2006). Instituto do Meio Ambiente e Recursos Naturais renováveis. *Caderno da Região Hidrográfica do São Francisco*. Ministério do Meio Ambiente - MMA, Brasília, 2006148p.

INMET (2019). Instituto Nacional de Meteorologia. *Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa – BDMEP*. Disponível: <http://www.inmet.gov.br/projetos/rede/pesquisa/>. Visualizado em: 12/02/2019.

MENDONÇA, F.; DANNI-OLIVEIRA, I. M. (2007). *Climatologia: noções básicas e climas do Brasil*, Ed. Oficina de texto, São Paulo, 206p.

SGB (2019). Serviço geológico do Brasil. Aquífero Urucuia: *Caracterização Hidrológica com base em dados secundários*. Disponível: <https://www.sgb.gov.br/nossos-produtos?aba=#collapse-hidrologiaehidrogeologia>. Visualizado em: 20/03/2019.

YKEMA, M.; COSTA, A. C.; OEL, P. V.; MARTINS, E. S. P. R. *Modelagem chuva-deflúvio da bacia do rio São Francisco (Brasil)*. In: XXI Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, Brasília-DF, 2015.