

## **XXIII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS**

### **ANÁLISE DOS EVENTOS DE PRECIPITAÇÃO DE IRAÍ - RS**

*José Antonio Guarienti<sup>1</sup>; Aleska Kaufmann Almeida<sup>1</sup>; Armando Menegati Neto<sup>1</sup>;*

*Izabel Rodrigues Leite<sup>1</sup>; Marcos Mota Medalha Júnior<sup>1</sup>; João Paulo Ottonelli<sup>1</sup>*

*& Isabel Kaufmann de Almeida<sup>1\*</sup>*

**RESUMO** – Conhecer o comportamento e a relação entre as variáveis representativas do clima é imprescindível para auxiliar na compreensão da ocorrência de eventos extremos e para o entendimento dos processos hidrológicos. O entendimento do comportamento da precipitação é fator indispensável nas atividades de planejamento ambiental, pois fornece informações que subsidiam a gestão sustentável de recursos hídricos. Nesse contexto, o objetivo deste trabalho é avaliar a relação entre as variáveis precipitação, temperatura e umidade relativa do ar para o município de Iraí, no estado do Rio Grande do Sul. Para tanto, foram utilizados dados hidrológicos disponibilizados pela ANA e dados meteorológicos disponibilizados pelo INMET. Os dados foram normalizados a fim de analisar a variação mensal e a relação entre as variáveis. Verificou-se que no inverno e no verão há uma relação diretamente proporcional entre a temperatura, a intensidade máxima de precipitação e os eventos de curta duração, assim como uma relação diretamente proporcional entre a umidade relativa do ar e os eventos de maior duração.

**ABSTRACT** – Knowing the behavior and the relation between the variables representative of the climate is essential to help in the understanding of the occurrence of extreme events and to the understanding of the hydrological processes. Understanding precipitation behavior is an indispensable factor in environmental planning activities, since it provides information that supports the sustainable management of water resources. In this context, the objective of this work is to evaluate the relationship between the variables precipitation, temperature and relative humidity data for the municipality of Iraí, in the state of Rio Grande do Sul. For that, were used hydrological data provided by ANA and meteorological data provided by INMET. The data were normalized in order to analyze the monthly variation and the relationship between the variables. It was found that in winter and summer there is a directly proportional relationship between temperature, maximum precipitation intensity and short duration events, as well as a directly proportional relationship between relative humidity and longer duration events.

**Palavras-Chave** – Intensidade máxima; Temperatura; Umidade relativa do ar.

### **INTRODUÇÃO**

As alterações climáticas se refletem nas modificações das variáveis representativas do clima: precipitação, temperatura, vento, radiação, umidade. Mudanças na temperatura podem gerar mudanças nos padrões de precipitação, na distribuição temporal e espacial do escoamento superficial,

---

<sup>1</sup>) Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Faculdade de Engenharias, Arquitetura e Urbanismo e Geografia. Cidade Universitária, CEP 79070-900. Campo Grande, MS.

\* Autor Correspondente: isabel.almeida@ufms.br

na umidade do solo e nas reservas de água subterrânea, bem como aumentar a frequência de ocorrência de secas e inundações (Schulze, 2011). Herrera-Pantoja e Hiscock (2008) sugerem que, para o futuro, tanto os eventos de seca como os de chuva se tornarão mais graves e frequentes, aumentando a vulnerabilidade dos recursos hídricos e comprometendo a sustentabilidade.

A análise multitemporal do comportamento hidroclimático de uma região possibilita o entendimento da resposta do meio ambiente frente às interferências antrópicas e às mudanças climáticas. O aumento na temperatura normalmente causa a intensificação do ciclo hidrológico, como resultado do aumento da evaporação bem como a precipitação. Para auxiliar na compreensão da ocorrência de eventos extremos, estudos têm sido conduzidos visando avaliar a possível dependência entre determinadas variáveis e esses eventos. De acordo com Tucci (2015), na Bacia do Prata, os valores de precipitação se relacionam proporcionalmente com os de vazão. O autor ainda destaca que nos anos em que houveram registros de valores extremos (inundações e secas) a resposta da bacia se amplifica com relação a variação adimensional da precipitação.

A precipitação é a principal variável de entrada no ciclo hidrológico e suas alterações temporais e espaciais podem produzir mudanças nas variáveis de saída da bacia, principalmente na vazão do rio. As variações das precipitações podem ocorrer tanto do ponto de vista geográfico como sazonal. O conhecimento destas variações na precipitação é de extrema importância para estudos de eventos extremos e suas ações mitigadoras.

O entendimento do comportamento da precipitação é fator indispensável nas atividades de planejamento ambiental, pois fornece informações que subsidiam a gestão sustentável dos recursos hídricos. Dessa forma, neste trabalho objetiva-se verificar a relação entre os dados de precipitação, temperatura e umidade relativa do ar para o município de Iraí, no estado do Rio Grande do Sul.

## **METODOLOGIA**

### **Descrição da área de estudo**

Adotou-se como área de estudo o município de Iraí, situado no centro-norte do estado do Rio Grande do Sul, próximo à fronteira com o estado de Santa Catarina. O clima da região segundo a classificação climática de Köppen é o Cfa, considerado um clima subtropical com verão (de Outubro a Março) quente e sem estação seca. Suas temperaturas são superiores a 22°C no verão e com mais de 30 mm de chuva no mês mais seco (Alvares *et al.*, 2013).

### **Dados hidrológicos e meteorológicos**

Foram utilizados dados hidrológicos da estação pluviométrica telemétrica 02753019 – IRAÍ (27°18'S; 53°23'O; 200,88m), disponibilizados pela Agência Nacional de Águas (ANA), com dados transmitidos em intervalos de tempo da ordem de uma hora. Assim como, dados meteorológicos de

Temperatura Compensada Média diária e Umidade Relativa Média diária da estação de monitoramento IRAI-RS (OMM: 83881) (27°18'S; 53°23'O; 247,10m), disponibilizados pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). Os postos de monitoramento e seus respectivos períodos de medição utilizados estão apresentados na Tabela 1. Os dados de pluviosidade foram preparados em planilha eletrônica e separados em eventos.

Tabela 1 – Postos de monitoramento utilizados.

| Dados          | Código     | Nome do posto | Responsável | Período de observação   |
|----------------|------------|---------------|-------------|-------------------------|
| Pluviométricos | 02753019   | IRAÍ          | ANA         | 10/07/2005 a 27/07/2015 |
| Meteorológicos | OMM: 83881 | IRAI - RS     | INMET       | 1961 a 31/07/2015       |

Para a verificação da variabilidade temporal da temperatura, foram selecionadas as Normais Climatológicas dos períodos de 1961-1990 e de 1981-2010, disponibilizadas pelo INMET. De acordo com a Organização Meteorológica Mundial (OMM), normais são valores médios calculados para um período relativamente longo e uniforme, compreendendo no mínimo três décadas consecutivas. A OMM define padrões climatológicos normais como “médias de dados climatológicos calculadas para períodos consecutivos de 30 anos”. As diferentes faixas de período de monitoramento das Normais Climatológicas de temperatura e de umidade relativa foram comparadas entre si e com o período de monitoramento dos dados de precipitação, afim de verificar a variabilidade temporal.

### **Análise dos eventos**

Os eventos obtidos através dos dados de pluviosidade foram analisados individualmente, obtendo-se suas durações e intensidades máximas. Os eventos com intensidades menores do que 5,0 mm/h foram desconsiderados por serem classificados como chuva fraca pelo sistema de Alerta da cidade do Rio de Janeiro – AlertaRio. Os eventos também foram agrupados pela duração de acordo com as faixas de duração de 1 a 3 horas, de 4 a 6 horas, de 7 a 12 horas e mais de 12 horas. Essas faixas de duração são semelhantes às adotadas por Yu *et al.* (2007), que realizou estudo em região com a mesma classificação climática de Iraí.

Com os dados de intensidade máxima de cada evento, dados de temperatura compensada média diária e umidade relativa média diária (período de 10/07/2005 a 27/07/2015) foram calculadas as médias mensais, normalizando-as a fim de analisar a variação mensal e a relação entre elas.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Com os dados meteorológicos de temperatura compensada média diária e umidade relativa do ar diária foram calculadas as médias mensais para o período de 2005 a 2015. Junto às Normais

Climatológicas dos períodos de 1961 a 1990 e de 1981 a 2010 tem-se a análise temporal da temperatura compensada (Figura 1) e da umidade relativa do ar (Figura 2).

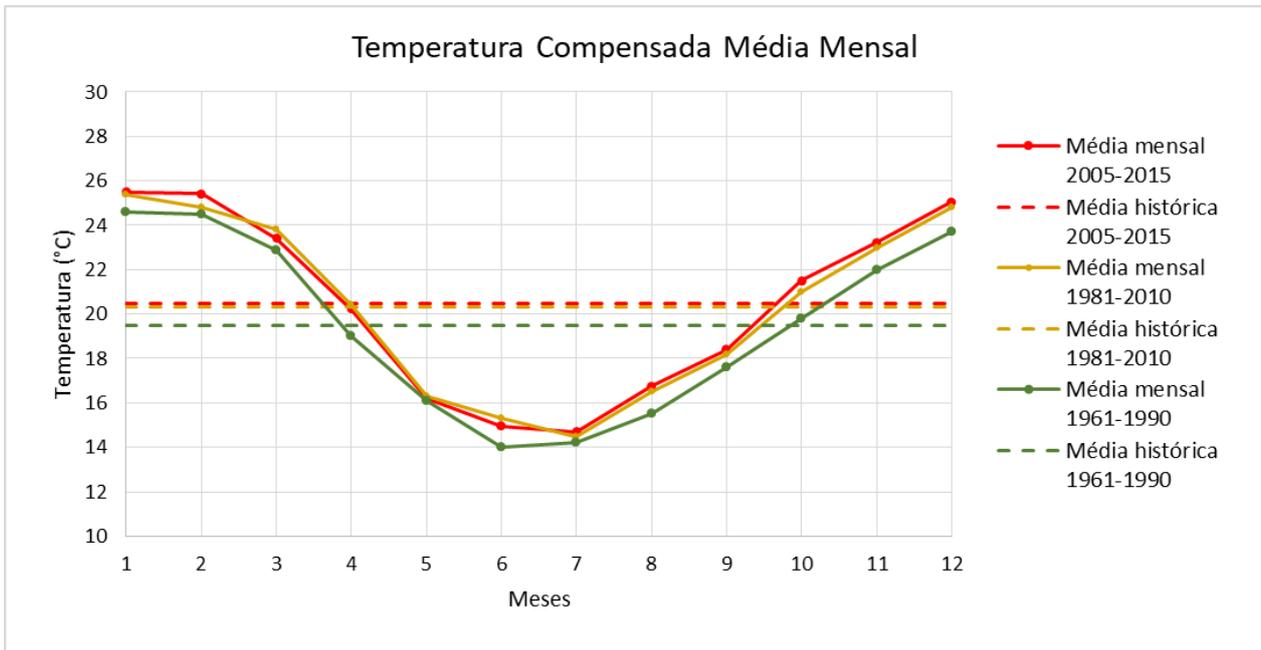


Figura 1 – Média mensal das temperaturas compensadas médias em diferentes períodos.

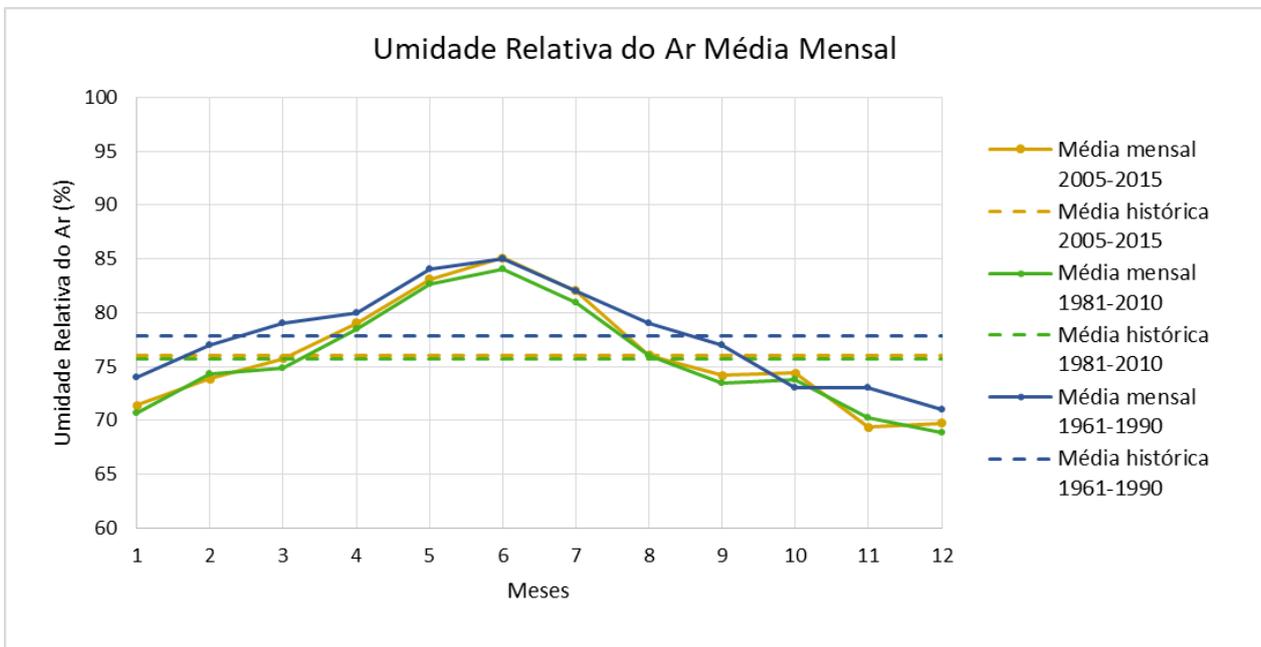


Figura 2 – Média mensal das umidades relativas do ar em diferentes períodos.

Nota-se a ocorrência de maiores temperaturas nos meses de Outubro a Março, constatando o verão quente característico do clima Cfa. Verifica-se que a média mensal da temperatura de 2005-2015 foi de 20,48 °C e de 1961-1990 foi de 19,5 °C, diferença de 0,98 °C. A umidade relativa do ar

teve suas médias mensais iguais a 76,02 % em 2005-2015 e de 77,8 % em 1961-1990, resultando em uma diferença de 1,78 % entre os períodos analisados. Assim, observa-se a tendência de aumento das temperaturas médias e diminuição da umidade relativa do ar ao longo dos anos.

A partir da separação dos dados pluviométricos telemétricos em eventos foi obtida a porcentagem de ocorrência de eventos em cada faixa de duração por mês (Figura 3).

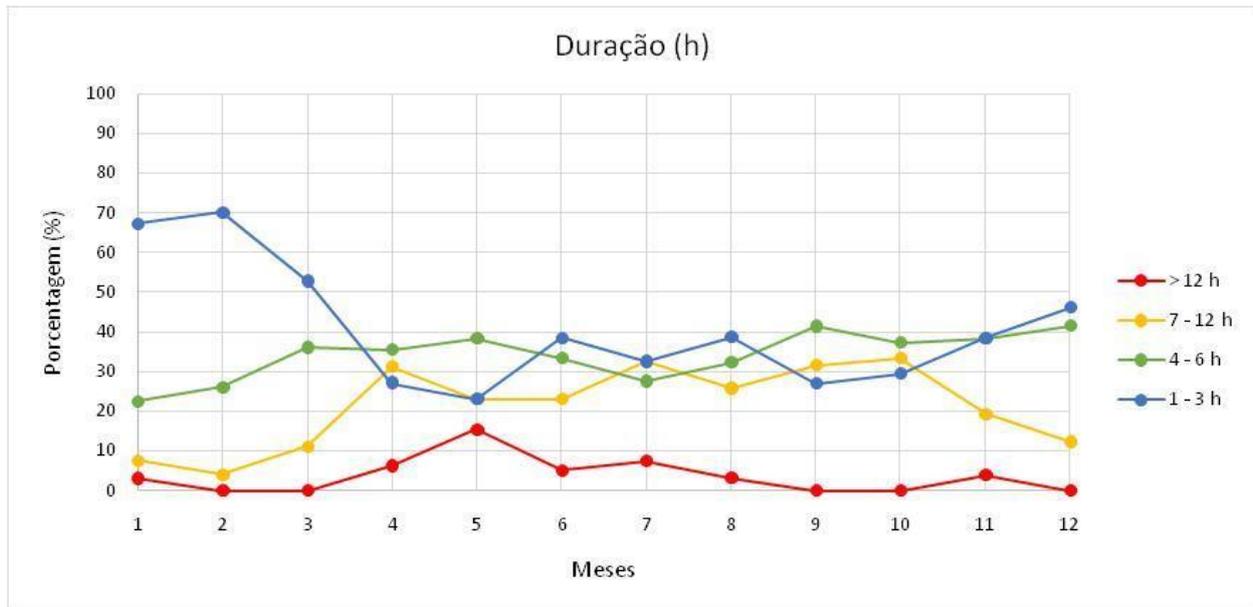


Figura 3 – Porcentagem de eventos por faixas de duração por mês.

Ainda com os dados pluviométricos separados em eventos, realizou-se o cálculo da média mensal das intensidades máximas dos eventos (Figura 4).

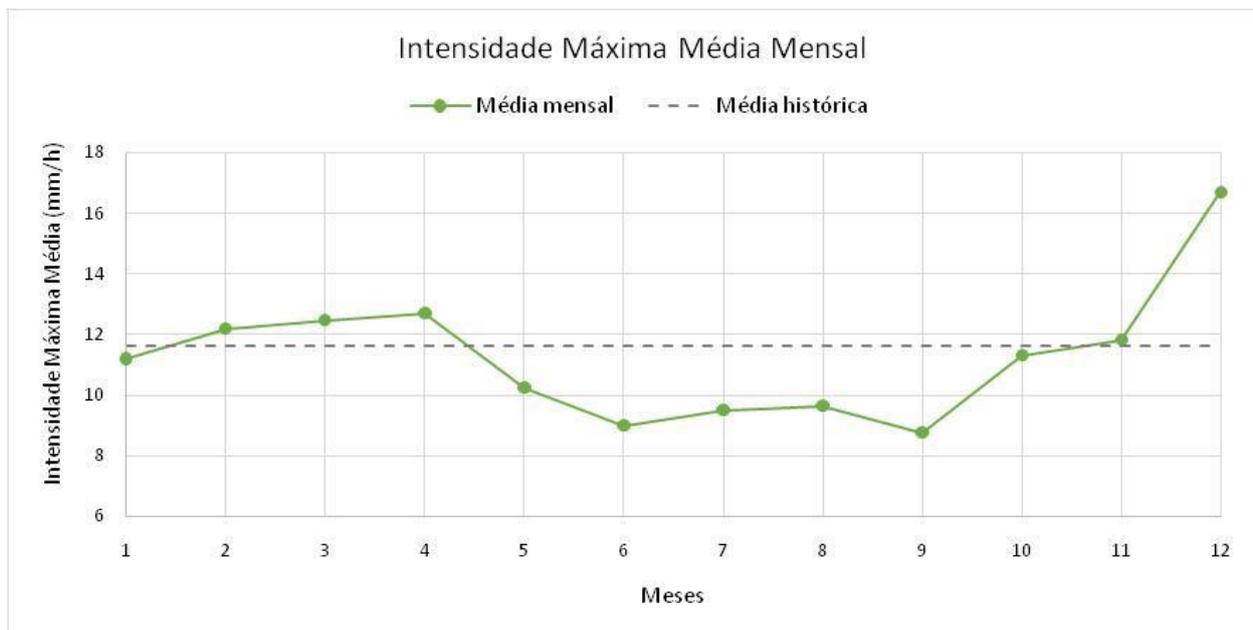


Figura 4 – Média mensal das intensidades máximas dos eventos de precipitação.

Observa-se que no verão predomina a ocorrência de eventos de chuva de menor duração, nas faixas de uma a três horas e de quatro a seis horas. Com relação à intensidade máxima dos eventos, verificou-se que a mesma é maior de Outubro a Abril e menor de Maio a Setembro. Resultado semelhante ao obtido por Vanhoni e Mendonça (2008) em estudo realizado no litoral do estado do Paraná, onde também predomina o clima Cfa. Os referidos autores evidenciam que a intensidade pluviométrica está intimamente ligada aos períodos das estações do ano, sendo que no verão a média é maior, diminuindo no outono, chegando às menores médias no inverno e progressivamente aumentando na primavera.

Com os dados meteorológicos de temperatura compensada média diária e umidade relativa do ar diária foram calculadas as médias mensais. Assim, junto às médias mensais de intensidade máxima esses parâmetros foram normalizados em função da média histórica dos dados no período de 2005 a 2015 (Figura 5).

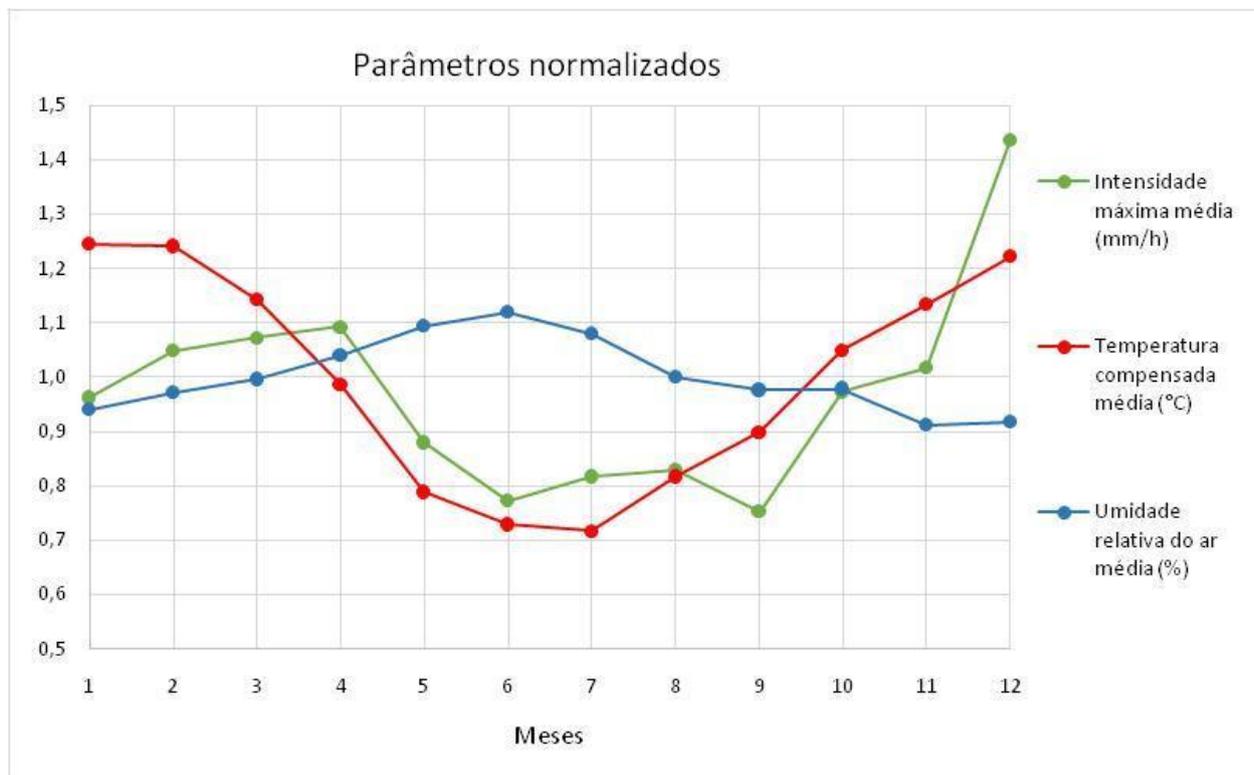


Figura 5 – Intensidade máxima, temperatura compensada e umidade relativa do ar normalizadas.

Com os resultados obtidos percebe-se que as durações dos eventos de precipitação são mais curtas entre os meses de Novembro e Março e mais longas entre os meses de Abril e Outubro. A intensidade máxima dos eventos é maior de Outubro a Abril e menor de Maio a Setembro. As maiores temperaturas ocorrem nos meses de Outubro a Março e as menores temperaturas de Abril a Setembro. A umidade relativa do ar tende a ser maior entre Abril e Agosto e menor entre Setembro e Março.

## CONCLUSÃO

No inverno e no verão há uma relação diretamente proporcional entre a temperatura, a intensidade máxima de precipitação e os eventos de curta duração, assim como uma relação diretamente proporcional entre a umidade relativa do ar e os eventos de maior duração. Observa-se, também, que a umidade relativa do ar e os eventos de maior duração de precipitação têm uma relação inversamente proporcional com os demais parâmetros tanto no verão quanto no inverno. Através da análise temporal verifica-se o aumento das temperaturas médias em 0,98 °C e a diminuição da umidade relativa do ar em 1,78 % nos períodos analisados.

**AGRADECIMENTOS** – Ao Grupo de Pesquisa ModelHy, à Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul – FUFMS, à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq.

## REFERÊNCIAS

ALERTA RIO - Sistema Alerta Rio da Prefeitura do Rio de Janeiro. Disponível em: < <http://alertario.rio.rj.gov.br> >. Acessado em: 05 de maio de 2019.

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; DE MORAES, G.; LEONARDO, J.; SPAROVEK, G. “Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*”, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.

ANA - Agência Nacional de Águas. HidroWeb: sistemas de informações hidrológicas. Disponível em: < <http://www.snirh.gov.br/hidroweb/publico/apresentacao.jsf> >. Acessado em: 05 de maio de 2019.

HERRERA-PANTOJA, M.; HISCOCK, K. M. (2008). “*The effects of climate change on potential groundwater recharge in Great Britain*”. *Hydrological Processes* 22 (1), pp. 73-86.

INMET - Instituto Nacional de Meteorologia. Disponível em: < <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep> >. Acessado em: 05 de maio de 2019.

OMM - Organização Meteorológica Mundial. Disponível em: < <https://public.wmo.int/en> >. Acessado em: 05 de maio de 2019.

SCHULZE, R. E. (2011). “*Approaches towards practical adaptive management options for selected water-related sectors in South Africa in a context of climate change*”. *Water SA*, 37(5), pp. 621-646.

TUCCI, C. E.; BRAGA, B. P. (2015). “*Clima e recursos hídricos no Brasil*”. Porto Alegre - Associação Brasileira de Recursos Hídricos - 2ª Reimpressão da 1ª edição, 348p.

VANHONI, Felipe; MENDONÇA, Francisco. O clima do litoral do estado do Paraná. *Revista Brasileira de Climatologia*, v. 3, 2008.

YU, R.; XU, Y.; ZHOU, T.; LI, J. (2007). "Relation between rainfall duration and diurnal variation in the warm season precipitation over central eastern China". Geophysical research letters 34(13).