

VARIAÇÃO DA Q_{90%} SAZONAL NA BACIA HIDROGRÁFICA DO ARROIO PELotas

TUANA PEDRA VARGAS; RETIELE VELLAR²; JULIO CESAR ANGELO BORGES³; ISABEL SILVA NEUTZLING⁴; SAMUEL BESKOW⁵; TAMARA LEITZKE CALDEIRA BESKOW⁶

¹Universidade Federal de Pelotas - tuanapedra@gmail.com

²Universidade Federal de Pelotas - vellar.retiele@ufpel.edu.br

³Universidade Federal de Pelotas - engjulioborges@gmail.com

⁴Universidade Federal de Pelotas - neutzlingisabel@gmail.com

⁵Universidade Federal de Pelotas - samuelbeskow@gmail.com

⁶Universidade Federal de Pelotas - tamaraleitzkecaldeira@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

O uso crescente dos recursos hídricos gera preocupações quanto à sua gestão, especialmente no que tange à disponibilidade e ao uso eficiente. A avaliação das vazões em uma bacia hidrográfica é essencial para uma administração eficaz desses recursos, sem o devido conhecimento sobre a quantidade de água disponível, torna-se difícil coordenar os múltiplos usos desse recurso em uma bacia hidrográfica (ANA, 2012). A vazão mínima é um indicador essencial para mensurar a disponibilidade hídrica de uma bacia hidrográfica, possibilitando a avaliação da quantidade de água disponível para atender às diversas demandas de uso. Segundo a ANA (2005), esse parâmetro está ligado ao comportamento hidrológico da bacia e pode ser investigado por meio de análises de séries históricas de dados.

Os registros diários de vazões são obtidos por operadores que medem os níveis d'água em réguas instaladas em seções transversais dos rios, localizadas em pontos de fácil acesso, com leito estável e sem interferências externas (Tucci, 1993). A partir dos níveis d'água registrados, calcula-se a vazão por meio de uma curva denominada curva-chave, que relaciona a altura da água à vazão. Esses dados são analisados estatisticamente para definir vazões de referência a partir das curvas de permanência, que ajudam a determinar os limites de retirada de água para diferentes usos (Lanna, 1993).

No Brasil, as vazões de referência consideradas as vazões com duração de sete dias e período de retorno de dez anos (Q_{7,10}), além das vazões com permanência de 90% (Q₉₀) e 95% (Q₉₅) (ANA, 2012). As vazões Q_{90%} e Q_{95%} são calculadas a partir das curvas de permanência de longo prazo. Essas vazões de referência são amplamente utilizadas no país, inclusive no estado do Rio Grande do Sul, como instrumentos destinados à avaliação de processos de outorga e gestão dos recursos hídricos.

A Bacia Hidrográfica do Arroio Pelotas (BHAP) tem um papel fundamental no crescimento econômico de Pelotas, já que é uma das principais fontes de água do município. Seu principal curso d'água, o Arroio Pelotas, abastece a Estação de Tratamento de Água do Sinnott, operada pelo Serviço Autônomo de Saneamento de Pelotas (SANEP). Diante disso, o presente estudo tem como objetivo avaliar a variação anual da Q_{90%} sazonal na BHAP em 56 anos de monitoramento, fornecendo subsídio para a compreensão da dinâmica das vazões mínimas nas diferentes estações do ano.

2. METODOLOGIA

O estudo foi desenvolvido na Bacia Hidrográfica do Arroio Pelotas (BHAP), localizada ao sul do estado do Rio Grande do Sul, contendo os municípios de Arroio do Padre, Canguçu, Morro Redondo e Pelotas. O monitoramento de vazões é realizado, atualmente, em um ponto de monitoramento hidrológico denominado “Ponte Cordeiro de Farias” (PCF), sob o código 88850000, localizado no município de Pelotas cujas coordenadas são 31°34’W e 52°27’S, com uma área de contribuição de aproximadamente 910 km².

Este ponto de monitoramento hidrológico é mantido pela Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) equipado com réguas linimétricas, onde se realizam duas leituras diárias do nível d’água desde 1964 que disponibiliza os dados diários em seu portal HidroWeb – Sistema de Informações Hidrológicas (ANA,2024), totalizando 60 anos de registros com falhas em alguns anos. Neste estudo, foi selecionado um período base de 56 anos, abrangendo os anos de 1965 a 2021, onde foram considerados apenas os anos com maior disponibilidade de dados, excluindo-se os anos de 1983, 1991, 2006 e 2007, que apresentaram um número significativo de falhas.

Para construir as curvas de permanência, os dados de vazão média diária foram agrupados em períodos trimestrais, com intervalos de três meses consecutivos dentro de cada ano, considerando as estações do ano, ao longo dos 56 anos de monitoramento. Em seguida, as vazões (Q) foram organizadas em ordem decrescente e, para cada valor ordenado (Q_m), foi atribuída sua respectiva posição na classificação. A cada vazão organizada foi associada sua frequência ou probabilidade empírica de ser igualada ou superada, $F(Q \geq Q_m)$. Essa probabilidade foi calculada usando a estimativa de posição de plotagem de Weibull, com o objetivo de determinar os valores de Q_{90%} — ou seja, a vazão com 90% de permanência — para cada trimestre na seção de medição do Arroio Pelotas.

Por fim, foi conduzida uma análise para verificar a presença ou não de tendência estatisticamente significativa de aumento ou redução da vazão Q_{90%}. Para isso, utilizou-se o teste de Mann-Kendall (Mann, 1945; Kendall, 1975) com um nível de significância de 5%.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 1 mostra a variação da Q_{90%} sazonal, calculada a partir das curvas de permanência. Os pontos pretos das figuras indicam as vazões de cada um dos 56 anos, enquanto a linha azul representa a média da Q_{90%} em cada trimestre.

A Figura 1 (a) mostra a variação da Q_{90%} nos meses de janeiro, fevereiro e março, correspondentes à estação do verão. Entre os anos, evidencia-se uma oscilação natural nas vazões anuais, mas com uma tendência de estabilização ao redor da média (1,54 m³/s) a partir de 1980. Percebe-se que: i) entre 1965 a 1985, há uma variação das vazões sazonais, com alguns anos registrando vazões extremamente altas e outros com valores abaixo da média; ii) nos anos mais recentes, há uma predominância de valores abaixo da média.

A vazão de referência Q_{90%}, apresentada na Figura 1 (b), refere-se ao comportamento nos meses de abril, maio e junho, observando-se que, durante o outono: i) de 1965 a 1985, as vazões sazonais variaram, com alguns anos acima da média (1,96 m³/s) e outros abaixo; ii) entre 1985 e 2005, as vazões ficaram mais

estáveis, próximas à média; iii) após 2005, nota-se uma leve queda nas vazões, que passaram a ocorrer com maior frequência abaixo da média.

Nos meses de julho, agosto e setembro, que pertencem à estação do inverno, a Figura 1 (c) mostra que: i) de 1965 e 1980, as vazões sazonais variaram, com alguns anos registrando valores bem acima da média de 3,47 m³/s, enquanto outros ficaram abaixo da média; ii) entre 1980 e 2000, as vazões se tornaram mais estáveis, concentrando-se em torno da média; iii) A partir de 2005, nota-se uma queda, com as vazões frequentemente abaixo da média da Q_{90%}.

Por fim, a Figura 1 (d) apresenta a variação das vazões sazonais da Q_{90%} para os meses de outubro, novembro e dezembro, que correspondem o final da primavera e o início do verão. Percebe-se que: i) entre 1965 e 1985 as vazões mostraram uma variação, com alguns anos acima da média que é de 2,25 m³/s e outros abaixo; ii) entre 1985 e 2005, as vazões se tornaram mais estáveis, oscilando próximas à média; iii) a partir de 2005, novamente nota-se uma redução nas vazões, com a maioria dos valores ficando abaixo da média, o que pode indicar um comportamento hidrológico mais estável, no entanto, com valores abaixo da média nos anos recentes.

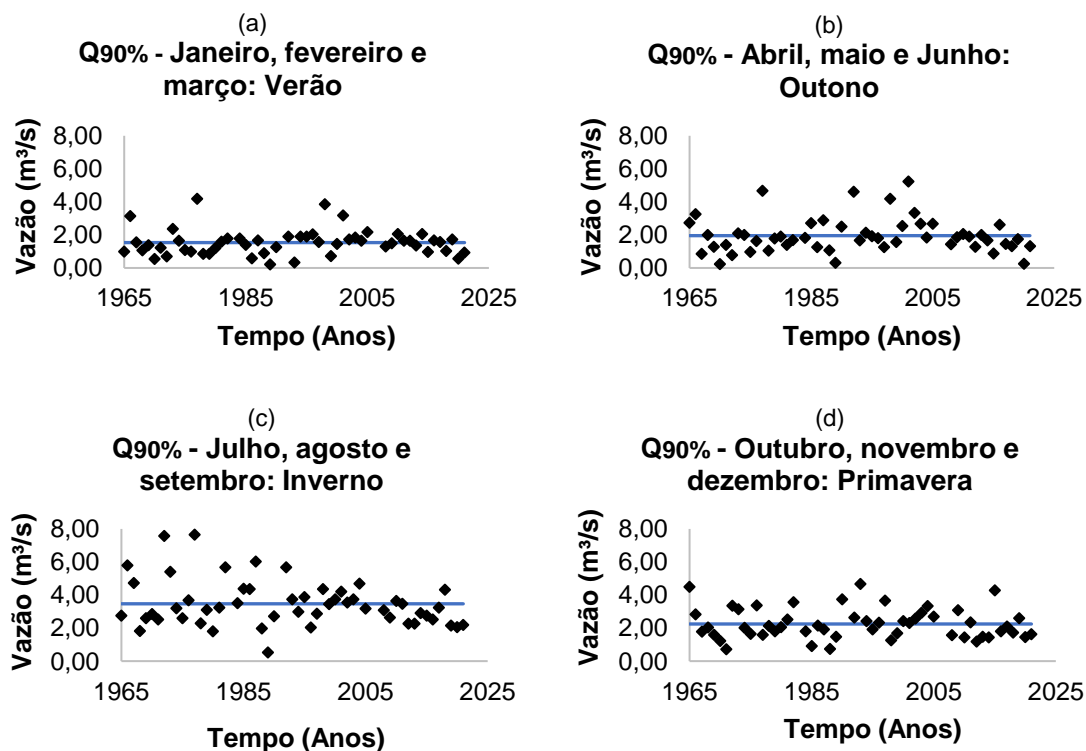


Figura 1 - Variação da Q_{90%} sazonal considerando os períodos trimestrais.

Observa-se nas figuras um padrão regular das vazões sazonais ao longo dos anos, com alguns picos pontuais em todos períodos, refletindo o comportamento das chuvas na região sul do estado. As vazões mínimas de referência ocorrem nos meses de janeiro, fevereiro e março, coincidindo com o período de menor precipitação na região, que corresponde a estação do verão. Já os meses de abril, maio e junho destacam-se por apresentar vazões superiores a 4,67 m³/s em 1977, chegando a 5,21 m³/s em 2001. Entre julho e setembro, as vazões aumentam consideravelmente, chegando a ultrapassar 7,65 m³/s em 1977, esse crescimento está associado ao período mais chuvoso da região. Por outro lado, entre outubro e dezembro, as vazões médias caem abaixo de 2,24 m³/s, com

exceção dos anos de 2009 e 2015, que registraram valores acima da média, de 3,07 m³/s e 4,27 m³/s, respectivamente.

A partir da década de 2000, a variação das vazões sazonais da Q_{90%} em todos trimestres ficou majoritariamente abaixo da média indicando uma possível redução na disponibilidade hídrica ou maior frequência de períodos secos. No entanto, ao aplicar o teste de Mann-Kendall não revelou uma tendência estatisticamente significativa de aumento ou redução das vazões ao longo dos anos.

4. CONCLUSÕES

Apesar das variações da Q_{90%} sazonal não terem apresentado tendência estatisticamente significativa de aumento ou de diminuição ao longo dos períodos trimestrais durante os 56 anos de monitoramento, oscilando em torno da respectiva vazão de referência de longo período. É possível identificar relações sazonais que evidenciam períodos com vazões inferiores ou superiores, associados aos volumes de precipitação na bacia.

Assim, a avaliação da disponibilidade hídrica através das curvas de permanência em períodos trimestrais se mostrou uma importante ferramenta para compreensão da variabilidade sazonal das vazões, materializadas pela resposta hidrológica da bacia a eventos extremos de seca ou chuva em excesso.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANA – Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. **Outorga de direito de uso de recursos hídricos**. Brasília: ANA, 2012. Acesso em: 5 out. 2024.

ANA – Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. **Disponibilidade e demanda de recursos hídricos no Brasil**. Brasília: ANA, 2005. Acesso em: 5 out. 2024.

BRASIL. Lei 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos e cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. **Diário Oficial da União: seção 1**, Brasília, DF, 1997.

LANNA, A. E. Elementos de estatística e probabilidade. In: TUCCI, C.E.M. **Hidrologia: ciência e aplicação**. Porto Alegre: ABRH; UFRGS, 1993. p. 79-176.

MCKEE, T. B. et al. The relationship of drought frequency and duration to the time scales. In: **Conference On Applied Climatology**, 8. Anhaeim, CA. Proceedings. Boston: American Meteorological Society, 179-184, 1993.

TUCCI, C. E. M. **Hidrologia: ciência e aplicação**. Porto Alegre: ABRH; UFRGS, 1993. 946 p.