

## Modelagem de dados volumétricos do açude Epitácio Pessoa (Boqueirão)

Modeling of volumetric data from the Epitácio Pessoa reservoir (Boqueirão)

Modelado de datos volumétricos del embalse Epitácio Pessoa (Boqueirão)

Recebido: 05/08/2022 | Revisado: 16/08/2022 | Aceito: 18/08/2022 | Publicado: 26/08/2022

**Ana Clara da Silva Morais**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4605-6766>

Universidade Estadual da Paraíba, Brasil

E-mail: [ana.clara.morais@aluno.uepb.edu.br](mailto:ana.clara.morais@aluno.uepb.edu.br)

**Nyedja Fialho Morais Barbosa**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1813-320X>

Universidade Estadual da Paraíba, Brasil

E-mail: [nyedja@servidor.uepb.edu.br](mailto:nyedja@servidor.uepb.edu.br)

### Resumo

Localizado no Estado da Paraíba, o açude Epitácio Pessoa representa um dos principais mananciais nordestinos, responsável por abastecer a importante cidade de Campina Grande, e demais cidades vizinhas. O referido açude chegou ao nível volumétrico mais baixo desde sua inauguração em março de 2017, quando atingiu cerca de 3% de sua capacidade total de armazenamento de água, havendo a possibilidade de colapso no abastecimento de água das cidades que dependiam de sua disponibilidade hídrica. Em meio à ameaça iminente, ainda em março de 2017, o açude começou a receber as águas da Transposição do Rio São Francisco, que veio para modificar o cenário caótico em que se encontrava o reservatório. Diante disto, o presente trabalho teve por objetivo analisar o comportamento volumétrico do açude Epitácio Pessoa entre janeiro de 2012 e junho de 2022 fazendo o estudo das séries temporais do açude disponibilizadas no site da AESA. Utilizando o *software* R 4.1.2, por meio da função 'auto.arima' do pacote 'forecast', foi possível verificar que o modelo ARIMA(2,1,0) demonstrou melhor acurácia, portanto foi escolhido para descrever o comportamento da série e por meio dele foi possível estimar o comportamento volumétrico esperado para os meses seguintes (julho a dezembro de 2022).

**Palavras-chave:** Séries temporais; Represa; Transposição do Rio São Francisco; Paraíba.

### Abstract

Located in the state of Paraíba, the Epitácio Pessoa reservoir represents one of the main springs in the northeast, responsible for supplying the important city of Campina Grande, and other neighboring cities. The reservoir reached the lowest volumetric level of its innovations in March, when it reached about 3% of its total water storage capacity, it has the possibility of replenishing without water supply in cities that depend on its water availability. During the imminent threat, still in March 2017, the dam started in the waters of the São Francisco River Transposition, which came to change the chaotic scenario that is found in the reserve. Therefore, the present work aimed to analyze the volumetric behavior of the Epitácio Pessoa weir between January 2012 and June 2022 through the study of the time series of the weir available on the AESA website. Using the R 4.1.2 software, through the 'autoarima' function of the 'forecast' package, it was possible to verify that the ARIMA model (therefore better accuracy) was chosen to describe the series of behavior. the volumetric behavior expected for the following months (July to December 2022).

**Keywords:** Time series; Dam; Transposition of the São Francisco River; Paraíba.

### Resumen

Ubicado en el estado de Paraíba, el embalse Epitácio Pessoa representa una de las principales fuentes del nordeste, responsable por el abastecimiento de la importante ciudad de Campina Grande y de otras ciudades vecinas. El embalse mencionado alcanzó el nivel volumétrico más bajo desde su apertura en marzo de 2017, cuando alcanzó cerca del 3% de su capacidad total de almacenamiento de agua, con la posibilidad de un colapso en el suministro de agua de las ciudades que dependían de su disponibilidad de agua. En medio de la amenaza inminente, aún en marzo de 2017, la presa pasó a recibir las aguas de la Transposición del Río São Francisco, que vino a cambiar el caótico escenario en el que se encontraba el embalse. Por lo tanto, el presente trabajo tuvo como objetivo analizar el comportamiento volumétrico del vertedero Epitácio Pessoa entre enero de 2012 y junio de 2022 a través del estudio de la serie temporal del vertedero disponible en el sitio web de AESA. Utilizando el *software* R 4.1.2, a través de la función 'auto.arima' del paquete 'forecast', se pudo verificar que el modelo ARIMA(2,1,0) presentaba mejor precisión, por lo que se eligió para describir la comportamiento de la serie y a través de ella se pudo estimar el comportamiento volumétrico esperado para los siguientes meses (julio a diciembre de 2022).

**Palabras clave:** Series de tiempo; Presa; Transposición del Río São Francisco; Paraíba.

## 1. Introdução

A Região do Nordeste do Brasil possui características peculiares. Seu regime de chuva apresenta-se distribuído de forma irregular, tanto temporal quanto espacialmente, em decorrência dos vários fatores que atuam sobre sua climatologia (Medeiros et al., 2022). Além disso, a formação rochosa que ocorre em grande parte territorial torna difícil o armazenamento subterrâneo de água, fato este que torna a região nordestina desfavorecida deste recurso (Chaves et al., 2022).

A água está presente em diversas atividades como no uso doméstico, na indústria, na agricultura, entre outros. E, mesmo sendo um recurso que pode ser renovável, sua distribuição não é uniforme, portanto, sua reposição natural pode ser comprometida. Se por um lado as secas agravam a tendência para a escassez de água, por outro lado a ação humana gera escassez pelo mau gerenciamento deste recurso (Cruz, 2016).

De acordo com Moura (2007) e Medeiros et. al (2019), a região semiárida da Paraíba possui muitos reservatórios de água, porém os problemas hídricos não são resolvidos porque os açudes não conseguem suprir a demanda de água em períodos de seca. Outro problema enfrentado é a degradação ambiental, que ocasiona altos índices de assoreamento nos rios que alimentam as represas, e outras práticas irregulares como utilização de produtos agrotóxicos, que contaminam as águas (Santos, 2018). Deste modo, o cenário de incertezas quanto à disponibilidade e a qualidade de água, causa insegurança quanto à gestão hídrica (Cruz, 2016).

O açude Epitácio Pessoa é um dos mais importantes açudes da Paraíba, ficando em terceiro lugar quanto a capacidade máxima de armazenamento de água, o que corresponde a 466.525.964  $m^3$ . O reservatório, também conhecido como açude de Boqueirão, encontra-se localizado na cidade de Boqueirão, na mesorregião da Borborema, sendo alimentado pelo Rio Paraíba. Ele exerce papel fundamental na economia local e estadual, sobretudo, por abastecer a cidade de Campina Grande, uma das principais cidades no interior nordestino e segundo maior centro político econômico da Paraíba, perdendo apenas para a Capital do Estado, João Pessoa (Brito, 2008). Além de Campina Grande, as águas do Epitácio Pessoa chegam às cidades de Queimadas, Caturité, Barra de Santana, Pocinhos, Soledade, São Vicente do Seridó, Pedra Lavrada, Olivados, Juazeirinho, Cubati, Cabaceiras, Boqueirão, Boa Vista, Lagoa Seca, São Sebastião de Lagoa de Roça, Alagoa Nova e Matinhas, correspondendo ao abastecimento de aproximadamente 700 mil pessoas (Cruz, 2016).

O manancial enfrentou em 2017 seu estado mais crítico quanto ao volume de armazenamento, o mais baixo desde sua inauguração, correspondendo a cerca de 3% de sua capacidade total. Diante da situação emergencial, chegou-se a especular que poderia haver um colapso no abastecimento de água para Campina Grande e demais cidades, levando as autoridades gestoras a adotarem um sistema severo de racionamento de água (Rego et. al, 2017).

A solução para este problema foi a chegada das águas da Transposição do Rio São Francisco, em março de 2017 (Pereira et. al, 2019). Para atender a demanda emergencial, as obras de transposição sofreram adaptações e foram excepcionalmente aceleradas, porém não foram totalmente finalizadas, devido à grande necessidade em trazer água para o açude (Rego et. al, 2017). Carvalho (2019) afirma a grande importância do Projeto de Integração do Rio São Francisco, sobretudo para o Epitácio Pessoa, que foi beneficiado por meio do Eixo Leste da transposição.

Neste sentido, o presente trabalho tem como objetivo analisar o comportamento volumétrico do açude Epitácio Pessoa entre janeiro de 2012 e junho de 2022, bem como fazer estimativas para o comportamento da série até o final de 2022. Os dados utilizados foram coletados no site da Agência Executiva de Gestão de Águas (AESAs) e processados no software R 4.1.2 por meio do pacote “forecast” com a função “auto.arima”.

## 2. Metodologia

Séries temporais são observações de uma variável no tempo, em intervalo fixo, onde é possível descrever seu comportamento, encontrar um modelo matemático que consiga explicar sua trajetória e fazer estimativas para valores futuros da série (Moretin & Toloí, 2006). Os componentes de uma série temporal são: tendência, sazonalidade, ciclos e erros aleatórios – que podem ser observados por meio do gráfico de decomposição das séries temporais, onde cada componente é exibida e pode ser analisada separadamente. De acordo com Bueno (2011), uma característica importante, que deve ser investigada, é a estacionariedade da série, assim, deve-se verificar se sua média e variância são constantes ao longo do tempo.

Segundo Moretin e Toloí (2006), os modelos ARIMA (autorregressivos integrados e de médias móveis), são muito utilizados para séries temporais estacionárias. De acordo com Gujarati e Porter (2011), a grande procura pelo uso desta modelagem se dá por este modelo apresentar confiabilidade em suas estimativas.

Os parâmetros do modelo ARIMA( $p, d, q$ ) são:  $p$  que representa a ordem autorregressiva do modelo;  $d$  que se refere ao grau de diferenciação e  $q$  corresponde ao número de médias móveis. A metodologia proposta por Box-Jenkins utiliza um algoritmo para a checkar a aderência de modelos ARIMA( $p, d, q$ ) para descrever uma série temporal, que consiste nos passos: 1 – Especificação; 2 – Identificação; 3 – Estimação; 4 – Validação do modelo. Assim, o modelo investigado é submetido às fases citadas e sendo aprovado em todos os procedimentos, diz-se que o modelo está apto para descrever a série analisada (Box et al, 2015; Gujarati & Porter, 2011).

De acordo com Ehlers (2007), para que um modelo seja considerado bem ajustado espera-se que os resíduos tenham distribuição normal com média zero e variância constante. Logo, faz-se necessário recorrer a análise de resíduos, a qual fornecerá informações sobre o ajuste do modelo escolhido à série observada. Bueno (2011) afirma que uma ferramenta que auxilia na análise do comportamento de uma série é a função de autocorrelação que permite investigar o nível de dependência entre as observações da série. Outros suportes para auxiliar na análise do modelo são o teste de Ljung-Box, que verifica se o modelo está bem ajustado – onde testa-se se o modelo exibe falhas no ajuste – e o critério de informação AIC, que determina qual modelo é o mais parcimonioso (Bueno, 2011). Depois de encontrar o melhor modelo, é possível estimar o comportamento da série para valores futuros baseados em intervalos de confiança.

### 2.1 Obtenção e processamento dos dados

Os dados utilizados neste trabalho foram oriundos da Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba, AESA, e correspondem à porcentagem volumétrica mensal do açude Epitácio Pessoa, entre os meses de janeiro de 2012 e junho de 2022. Para processamento dos dados foi utilizado o *software* R 4.1.2, por meio do pacote *forecast*. Os dados foram organizados respeitando a ordem cronológica mensal da leitura das porcentagens volumétricas do açude, de onde foi possível realizar o seguinte procedimento:

1. Fazer o esboço do comportamento da série, utilizando a função “*autoplot*”;
2. Fazer a decomposição da série, visto que é necessário dividir a mesma em componentes não observáveis, com a finalidade de se verificar a presença de tendência, sazonalidade e se o processo pode ser considerado estocástico, respeitando a aleatoriedade. Para isso, utilizou-se a função “*decompose*”;
3. Encontrar o melhor modelo para explicar o comportamento da série. Tal procedimento se deu pelo algoritmo da função “*auto.arima*”, proposto por (Hyndman & Khandakar, 2008) que automatiza a busca pelo modelo que melhor consegue minimizar os erros. Ao executar o comando, o programa fornece vários modelos que podem ser utilizados para modelar a série e seleciona o melhor entre eles.

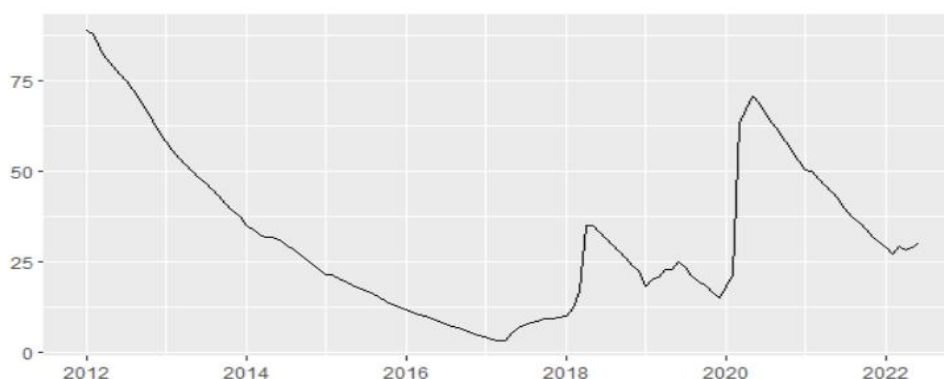
4. Realizar a análise de resíduos por meio da função “*checkresiduals*” que apresenta três gráficos: O gráfico dos resíduos, com base no modelo escolhido, onde deve-se verificar que os resíduos de distribuem aleatoriamente ao redor do zero; O gráfico de FAC onde verifica-se como se comporta a função de autocorrelação; O gráfico de histograma, onde pode-se verificar a normalidade dos resíduos, com média zero e variância constante. Por esta função, ainda é possível validar o modelo por meio do teste de Ljung-Box, quando não se rejeita  $H_0$ .

5. Fazer previsões para o comportamento da série por meio da função “*forecast*” (no caso específico deste trabalho, estimou-se até dezembro de 2022). O gráfico gerado apresenta previsões com intervalos de confiança de 80% e 95%, onde a linha azul apresenta a previsão média para a série, a mancha azul escuro esboça o intervalo de confiança para 80% e o azul mais claro, para 95%.

### 3. Resultados

Dentro do período observado, o açude Epitácio Pessoa (Figura 1), também conhecido como açude de Boqueirão, registrou porcentagem volumétrica máxima de 88,77% ( $365.473.414 m^3$ ) em janeiro de 2012 e mínima de 3,18% ( $13.094.571m^3$ ) em março de 2017.

**Figura 1** – Série histórica da porcentagem volumétrica do açude Epitácio Pessoa.



Fonte: Autores.

Observando a Figura 1, percebe-se que desde o início do intervalo analisado o açude Epitácio Pessoa veio perdendo volume de água de forma significativa e só conseguiu se recuperar após a recepção das águas do Rio São Francisco em março de 2017. O Quadro 1 apresenta um estudo descritivo da porcentagem volumétrica de água no reservatório entre janeiro de 2012 e junho de 2022, onde são apresentados o valor mínimo observado, mediana, valor máximo, média, desvio padrão e coeficiente de variação.

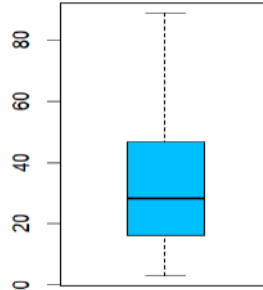
**Quadro 1** – Resumo descritivo dos dados de porcentagem volumétrica do Açude Epitácio Pessoa entre janeiro de 2012 e junho de 2022.

Mínimo	Mediana	Máximo	Média	Desvio padrão	Coefficiente de variação
3,18	28,36	88,77	32,55	21,76	66,84 %

Fonte: Autores.

Para facilitar a interpretação dos dados descritivos do açude, o gráfico de box-plot (Figura 2) da distribuição volumétrica do açude Epitácio Pessoa durante o período analisado pode ser observado.

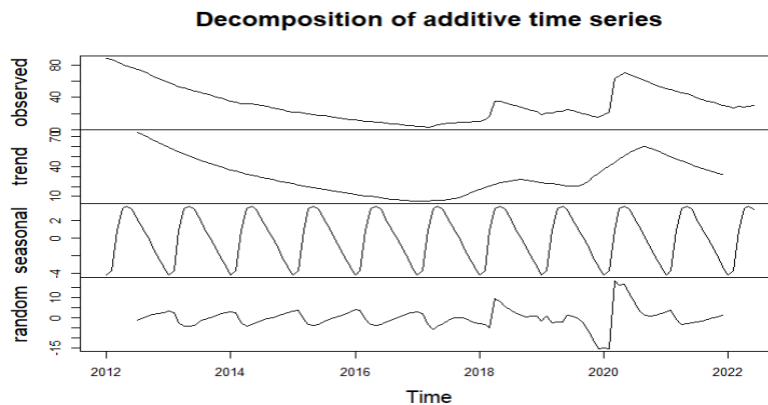
**Figura 2** – Box-plot do volume do açude Epitácio Pessoa entre janeiro de 2012 a junho de 2022.



Fonte: Autores.

De acordo com as informações obtidas (Quadro 1 e Figura 2) é possível perceber que a porcentagem volumétrica do açude se distribui de forma assimétrica onde o valor mediano é inferior à média da série. Para melhor analisar a série temporal, é necessário observar seus componentes (Figura 3).

**Figura 3** – Decomposição da série histórica do Açude Epitácio Pessoa.



Fonte: Autores.

Na Figura 3 é observada uma sequência de quatro gráficos onde na parte superior encontra-se o esboço da série original (a mesma apresentada em melhor resolução na Figura 1); em seguida encontra-se o gráfico da tendência da série, no qual observa-se a variação de crescimento/decrescimento ao decorrer do tempo; logo após, observa-se a sazonalidade da série, onde pode-se verificar que há presença desta componente na série ao longo do tempo; e por fim, a aleatoriedade da série, onde verifica-se que os resíduos se distribuem aleatoriamente ao redor do zero.

Para escolher o melhor modelo para representar a série histórica analisada foi utilizado a função ‘*auto.arima*’ do pacote ‘*forecast*’ que baseia-se o AIC para encontrar de forma automática o modelo que possui maior acurácia. Os resultados obtidos encontram-se descritos no Quadro 2.

**Quadro 2** – Modelos testados para a série histórica do açude Epitácio Pessoa no período analisado.

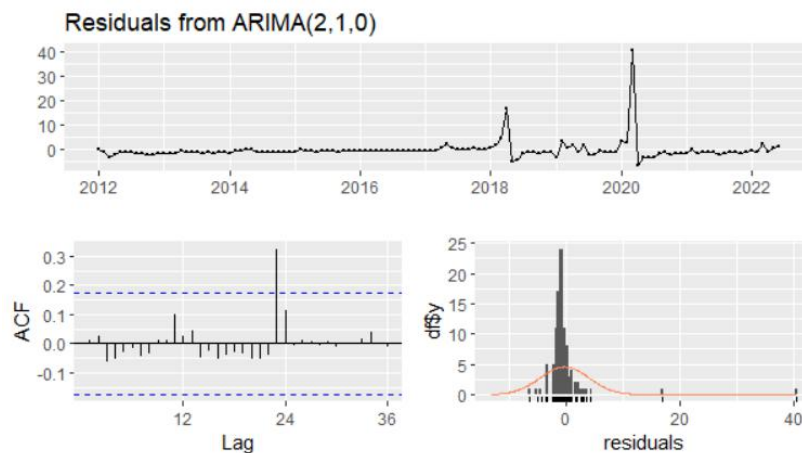
Modelo	AIC	Modelo	AIC
ARIMA(2,1,2)(1,0,1)[12]	731.6255	ARIMA(3,1,0)	725.5067
ARIMA(0,1,0)	731.6546	ARIMA(2,1,1)	725.8637
ARIMA(1,1,0)(1,0,0)[12]	726.9211	ARIMA(1,1,1)	725.4362
ARIMA(0,1,1)(0,0,1)[12]	729.3138	ARIMA(3,1,1)	727.3545
ARIMA(0,1,1)	730.9677	<b>ARIMA(2,1,0)</b>	<b>722.6537</b>
ARIMA(1,1,0)	724.7998	ARIMA(2,1,0)(1,0,0)[12]	724.6983
ARIMA(1,1,0)(0,0,1)[12]	726.9232	ARIMA(2,1,0)(0,0,1)[12]	724.7144
ARIMA(1,1,0)(1,0,1)[12]	728.8359	ARIMA(2,1,0)(1,0,1)[12]	726.3774
ARIMA(2,1,2)	724.1903	ARIMA(1,1,0)	723.4954
ARIMA(2,1,0)(1,0,0)[12]	726.2812	ARIMA(3,1,0)	724.0233
ARIMA(2,1,0)(0,0,1)[12]	726.2957	ARIMA(2,1,1)	724.3219
ARIMA(2,1,0)(1,0,1)[12]	728.0002	ARIMA(1,1,1)	723.9373

Fonte: Autores.

Diante dos modelos testados pelo algoritmo, o mais indicado é o ARIMA(2,1,0) por apresentar melhor acurácia, de acordo com o critério AIC informado no Quadro 2, logo, será o modelo escolhido para representar a série temporal dos dados volumétricos do açude Epitácio Pessoa durante o período analisado.

Uma vez que um modelo foi escolhido, é necessário que ele seja validado para que seja capaz de representar a série analisada e seja possível ainda fazer estimativas para valores futuros da série. A validação do modelo se dá por meio da análise dos resíduos, onde serão investigadas se todas as pressuposições estão satisfeitas. A análise de resíduos para o modelo encontrado pode ser observada por meio da Figura 4.

**Figura 4** – Análise de resíduos com base no modelo escolhido.

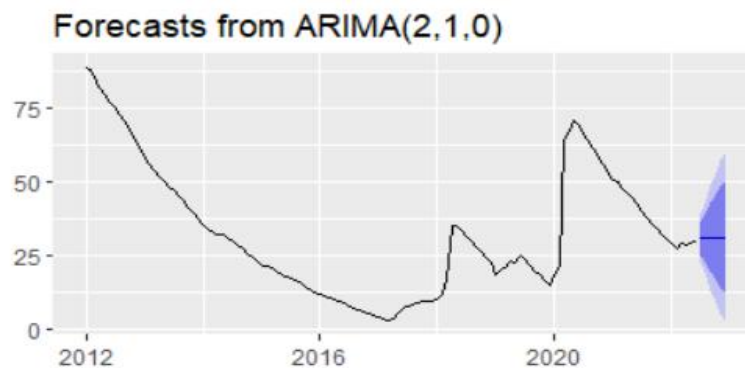


Fonte: Autores.

Por meio da representação gráfica (Figura 4) observa-se que os erros de distribuem de forma aleatória ao redor do zero (parte superior), o que indica estacionariedade; a função da autocorrelação apresenta um comportamento satisfatório (parte inferior, à esquerda) e pelo histograma confirma-se a normalidade dos resíduos, com média zero (parte inferior, à direita). Portanto, os pressupostos para os resíduos encontram-se satisfeitos. Outro resultado muito importante foi encontrado pelo teste de Ljung-Box ( $Q=24,447$ ;  $p=0,3244$ ), demonstrando que o modelo escolhido é bem ajustado.

Com base no modelo, fez-se a previsão para o comportamento da série até o final de 2022. Os valores podem ser observados na Figura 5.

**Figura 5** – Previsão para o comportamento volumétrico do açúcar Epitácio Pessoa até dezembro de 2022.



Fonte: Autores.

Os valores estimados até dezembro de 2022, com base no modelo selecionado, encontram-se no Quadro 3, onde é possível observar além do valor pontual as estimativas para intervalos de confiança aos níveis de 80% e 95%.

**Quadro 3** – Valores estimados para a porcentagem volumétrica de açude Epitácio Pessoa até dezembro de 2022.

Mês	Valor esperado	Intervalo de confiança (80%)		Intervalo de confiança (95%)	
Jul/2022	30,68	25,19	36,16	22,28	39,07
Ago/2022	30,94	22,24	39,63	17,64	44,23
Set/2022	31,06	19,14	42,78	13,13	48,99
Out/2022	31,13	16,76	45,49	09,15	53,10
Nov/2022	31,16	14,42	47,90	05,56	56,75
Dez/2022	31,18	12,31	50,05	02,32	60,03

Fonte: Autores.

De acordo com as estimativas (Figura 5 e Quadro 3) espera-se que até o final de 2022 o açude apresente aumento nos níveis volumétricos.

#### 4. Discussão

A aplicação da técnica de análise de séries temporais pode ser observada nas mais diversas áreas, auxiliando na compreensão do comportamento observado de uma série histórica, e quando bem ajustada, fornece estimativas para possíveis valores futuros para a série analisada. Guedes (2011) afirma que os modelos ARIMA são muito utilizados para previsões de variáveis hidrológicas, e têm tido grande aceitabilidade nas últimas décadas. Na literatura existem alguns estudos sobre dados históricos de barragens e açudes, como por exemplo o artigo de Morais e Barbosa (2022) que analisaram a variação volumétrica nos açudes de Coremas e Mãe D'água no sertão da Paraíba; Sáfiadi (2004) que estudou a vazão de água na barragem de Furnas e Pereira (2016) que utilizou séries temporais e redes neurais para modelar dados da barragem de Itaipu.

Em relação ao reservatório Epitácio Pessoa Brito (2008) destacou que o açude veio perdendo progressivamente sua capacidade de armazenamento, que no ato da inauguração era de 535.680.000  $m^3$  e hoje corresponde a 466.525.964  $m^3$  (AESAs, 2022). Costa (2006) explica que além do assoreamento, outros fatores que contribuíram para a diminuição da capacidade volumétrica no Epitácio Pessoa foram o desmatamento da mata ciliar, o uso desordenado do solo na bacia hidrográfica, a construção de moradias no entorno do reservatório e em suas ilhas, além dos métodos e irrigação inadequados. Além dos problemas mencionados, existem outros fatores que colaboram para a oscilação volumétrica de água no açude tais como evaporação, precipitação, e abastecimento populacional.

Um fato histórico de suma importância para a população que depende do reservatório de Boqueirão foi a chegada das águas da Transposição do Rio São Francisco em março de 2017. A partir deste acontecimento é possível verificar que o açude Epitácio Pessoa conseguiu recuperar boa parte do seu volume. De acordo com Brito (2008) o projeto inicial da Transposição do Rio São Francisco só previa um eixo, o Norte, entretanto, o Eixo Leste foi implementado em 2004, devido ao risco de colapso hídrico para a cidade de Campina Grande ocorrido entre 1998 e 1999, quando o açude atingiu níveis volumétricos muito baixos.

Observando a série histórica do açude no período analisado neste trabalho é possível verificar o estado crítico a que chegou o reservatório com a perda considerável de volume de água desde o início da série até março de 2017, quando atingiu o menor volume desde quando foi inaugurado, cerca de 3% de sua capacidade total de armazenamento, conforme também



observado por Rego et al. (2017), Oliveira e Ambrozevicius (2017) e Silva et al. (2017). Por outro lado, ao longo do período analisado foram observados dois aumentos consideráveis no nível de água do açude Epitácio Pessoa, o primeiro no início de 2018 e o segundo no início de 2020, que coincidem com ocorrência de La Niña. Este fato também se repetiu nos açudes de Coremas e Mãe D'água, localizados no Sertão da Paraíba (Morais & Barbosa, 2022).

## 5. Considerações Finais

Durante o período analisado foi possível observar a grande dificuldade hídrica a que chegou o manancial, mais precisamente em março de 2017, e quanto o referido açude pôde ser beneficiado com a chegada das águas do Rio São Francisco, que mudou o cenário de quase colapso para a cidade de Campina Grande e das outras cidades e distritos que dependem do açude Epitácio Pessoa.

Como resultado deste trabalho foi verificado que o modelo ARIMA(2,1,0) mostrou-se robusto para descrever o comportamento da série histórica do açude Epitácio Pessoa na Paraíba. Por meio do modelo escolhido foi possível fazer previsões para o comportamento volumétrico do açude até dezembro de 2022, onde os valores esperados apresentam comportamento crescente dentro dos intervalos estimados aos níveis de 80 e 95% de confiança.

Tendo em vista a grande importância em se estudar o comportamento dos açudes localizados na região Nordeste, em especial, no Estado da Paraíba, sugere-se que outros açudes sejam também analisados.

## Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da FAPESq, Fundação de Apoio à Pesquisa do Estado da Paraíba e da PRPGP, Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa da Universidade Estadual da Paraíba.

## Referências

- Box, G. E. P., Jenkins, G. M., Reinsel, G. C., & Ljung, G. M. (2015). *Time series analysis: Forecasting and control*. 5th ed.: Hoboken, NJ: John Wiley & Sons.
- Brito, F. B. de (2008). *Conflito pelo uso da água do açude Epitácio Pessoa (Boqueirão) – PB*. Dissertação [Mestrado em Geografia, Universidade Federal da Paraíba]
- Bueno, R. de L. da S. (2011). *Econometria das séries temporais*. (2ªed.) Cengage Learning.
- Carvalho, G. A. de (2019). *Balanço hídrico do reservatório Epitácio Pessoa após a chegada das águas da transposição do rio São Francisco*. Trabalho de conclusão de curso [Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Campina Grande]
- Chaves, L. C. G., Moura, W. B., Lima, A. L., & Araújo, M. C. (2022). Influência dos fenômenos El niño /La niña na variação do espelho d'água do Açude Castanhão, no Estado do Ceará. In Oliveira, R. J. de (Coord.), *Recursos hídricos: Gestão, planejamento e técnicas em pesquisa* (Vol. 2). Editora científica digital.
- Costa, I. C. (2006). *Análise da evolução volumétrica do aporte de sedimentos ao reservatório Epitácio Pessoa – PB*. [Monografia de especialização, Universidade Federal de Santa Catarina]
- Cruz, G. L. da C. (2016). *Estimativa da demanda de água para o consumo urbano e rural frente ao volume dos açudes Epitácio Pessoa, Cordeiro e Camalaú, Estado da Paraíba*. Trabalho de conclusão de curso [Graduação em Engenharia de Biosistemas, Universidade Federal de Campina Grande]
- Ehlers, R. S. (2007). *Análise de séries temporais*. (4ª ed.) <http://www.each.usp.br/rvicente/AnaliseDeSeriesTemporais.pdf>
- Guedes, R. V. de S. (2011). *Previsão de seca na bacia hidrográfica do açude Epitácio Pessoa com base em redes neurais artificiais*. [Dissertação de mestrado, Universidade Federal de Campina Grande]
- Gujarati, D. N., & Porter, D. C. (2011). *Econometria básica*. (5ª ed.) AMGH Editora Ltda.
- Hyndman, R. J., & Khandakar, Y. (2008) Automatic time series forecasting: The forecast package for R. *Journal of Statistical Software*, 27(1), p. 1–22.
- Medeiros, B. M., Aragão, de A., Silvino, G. da S., Medeiros, C. M., & Gondin, S. C. (2019). Avaliação do volume armazenado no açude Epitácio Pessoa (Boqueirão) no semiárido paraibano. In Pereira, A. I. de A. (Org.) *Agronomia: elo da cadeia produtiva 4*. (vol.4). Editora Atena.

- Medeiros, R. M. de., Saboya, L. M. F., França, M. V. de., Holanda, R. M. de., Cunha Filho, M., & Araújo, W. R. de. (2022). Impactos das anomalias pluviais nas atividades agrícolas em Alagoa Nova e Lagoa Seca – Paraíba, Brasil. *Research, Society and Development*, 11(3), e32311326608.
- Morais, A. C. S., & Barbosa, N. F. M. (2022). Análise de dados volumétricos dos açudes Coremas e Mãe D'água da Paraíba. *Research, Society and Development*, 11(10), e49111032397.
- Morettin, P. A., & Toloi, C. M. C. (2006). *Análise de séries temporais*. (2 ed.): Egard Blucher.
- Moura, E. M. de (2007). *Avaliação da disponibilidade hídrica e da demanda hídrica no trecho do Rio Piranhas-Açu entre os açudes Coremas-Mãe D'água e Armando Ribeiro Gonçalves*. [Dissertação de mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Norte]
- Oliveira, F. M. B., & Ambrozevicius, A. P. (2017). Açude Epitácio Pessoa – Boqueirão (PB): Situação hídrica e perspectivas com a chegada da água da Transposição do Rio São Francisco. *Anais do XXII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos*.
- Pereira, E. N. (2016). *Proposta de modelo híbrido composta por wavelet, arima e Redes neurais artificiais de funções de bases radiais para previsão de séries temporais: uma aplicação em um instrumento da barragem de Itaipu*. [Tese de doutorado, Universidade Federal do Paraná]
- Pereira, G. R., Silva Júnior, M. M., & Barbosa, A. H. S. (2019). Mapeamento dos espelhos d'água de reservatórios da Paraíba: Estudo de caso da Transposição do Rio São Francisco. *Anais do XIX Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*.
- Rego, J. C., Galvão, C. de O., Albuquerque, J. do P. T., Ribeiro, M. M. R., & Nunes, T. H. C. (2017). A gestão de recursos hídricos e a transposição de águas do Rio São Francisco para o açude Epitácio Pessoa – Boqueirão. *XXII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos*.
- Santos, E. P. dos (2018). *Análise temporal e histórica da distribuição dos reservatórios superficiais no Estado da Paraíba – BR*. [Trabalho de conclusão de curso de Graduação, Universidade Federal da Paraíba].
- Sáfadi, T. (2004). Uso de séries temporais na análise de vazão de água na represa de Furnas. *Ciências Agrotec.*, Lavras, 28(1), 142-148.
- Silva, G., Rocha, I. S. C., & Fontgalland, I. L. (2017). Análise do sistema de reservatório do açude Epitácio Pessoa do semiárido paraibano. *Anais do III Workshop Internacional Sobre Águas No Semiárido Brasileiro*.