



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL
CURSO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL**

TARCIANA RAMOS DINIZ

**ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE A PRECIPITAÇÃO E O APORTE DO
PROJETO DE INTEGRAÇÃO DO RIO SÃO FRANCISCO COM AS BACIAS
HIDROGRÁFICAS DO NORDESTE SETENTRIONAL – PISF, EIXO LESTE, NO
RESERVATÓRIO EPITÁCIO PESSOA - PARAÍBA**

**CAMPINA GRANDE
2018**

TARCIANA RAMOS DINIZ

**ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE A PRECIPITAÇÃO E O APORTE DO
PROJETO DE INTEGRAÇÃO DO RIO SÃO FRANCISCO COM AS BACIAS
HIDROGRÁFICAS DO NORDESTE SETENTRIONAL – PISF, EIXO LESTE, NO
RESERVATÓRIO EPITÁCIO PESSOA - PARAÍBA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentada como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia Sanitária e Ambiental, pelo curso de Engenharia Sanitária e Ambiental da Universidade Estadual da Paraíba.

Orientadora: Profa. Dra. Weruska Brasileiro Ferreira

É expressamente proibido a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano do trabalho.

D585a Diniz, Tarciana Ramos.

Análise comparativa entre a precipitação e o aporte do Projeto de integração do Rio São Francisco com as bacias hidrográficas do nordeste setentrional – PISF, eixo leste, no reservatório Eptácio Pessoa - Paraíba [manuscrito] / Tarciana Ramos Diniz. - 2018.

19 p. : il. colorido.

Digitado.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências e Tecnologia, 2018.

"Orientação : Profa. Dra. Weruska Brasileiro Ferreira, Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental - CCT."

1. Transposição de água. 2. Perenização. 3. escoamento superficial. I. Título

21. ed. CDD 628

TARCIANA RAMOS DINIZ

**ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE A PRECIPITAÇÃO E O APORTE DO
PROJETO DE INTEGRAÇÃO DO RIO SÃO FRANCISCO COM AS BACIAS
HIDROGRÁFICAS DO NORDESTE SETENTRIONAL – PISF, EIXO LESTE, NO
RESERVATÓRIO EPITÁCIO PESSOA - PARAÍBA**

Artigo apresentado como requisito parcial à
obtenção do título de Bacharel em Engenharia
Sanitária e Ambiental, pelo curso de
Engenharia Sanitária e Ambiental da
Universidade Estadual da Paraíba.

Aprovada em: 27/11/2018.

BANCA EXAMINADORA



Profª. Dra. Weruska Brasileiro Ferreira (Orientadora)
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)



Profª. Dra. Lígia Maria Ribeiro Lima
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)



M. Sc. Whelton Brito dos Santos
Universidade Federal de Campina Grande (UFCG)

Aos meus pais, por todo ensino, dedicação,
companheirismo e amizade, DEDICO.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus, por Sua tamanha graça e misericórdia para comigo, por Seu cuidado e proteção em todos os momentos. *Soli Deo Glória*.

A minha mãe, minha melhor amiga, por todo carinho, amor, paciência, por ter me auxiliado nessa árdua caminhada, não deixando que os tropeços me deixassem cair, e não mediu esforços para que eu pudesse chegar tão longe. Gratidão a Deus por sua vida.

A meu pai, John Cassimiro (*In memoriam*), por todo ensinamento e garra passado em vida, isso me fez tornar a pessoa que sou hoje, sei que estaria muito orgulhoso de mim.

A minha irmã, Morgana Ramos, por ser meu espelho, por ter me ensinado tanto ao decorrer do curso e da vida, por ter acreditado em mim, tendo paciência em todos os momentos.

A meu irmão, John Filho, por tanto amor e carinho.

A minha família, em especial aos meus avós, Ednelma e José, que sempre torceram por meu sucesso, me dando força a todo o momento.

Aos meus sogros, Lidicleide e Célio, por terem me acolhido e cuidado de mim.

Ao meu querido esposo, Thiago Nepomuceno, sem o qual não teria conseguido concluir esta etapa, estando comigo em todos os momentos dessa longa caminhada, cuidando de mim, me dando carinho e amor, além de sempre estar me incentivando a ser uma pessoa melhor.

A minha orientadora, professora Dra. Weruska Brasileiro, que me acolheu desde o primeiro período, confiando em mim e me auxiliando para que me tornasse uma boa profissional.

Aos meus amigos de curso, Augusto, Adiel e Erika, por todas as atividades, projetos elaborados e todos os momentos vividos juntos, me engrandeceram como pessoa e como profissional.

A minha amiga, Laís Montenegro, que se manteve sempre ao meu lado em momentos bons e ruins, minha dupla, te agradeço por sua cumplicidade, amizade e carinho.

Aos professores do DESA, em especial, a Dr. Fernando Fernandes, Dr. William de Paiva e Dra. Lígia Ribeiro, aos quais tenho uma admiração enorme.

A todos que direta ou indiretamente fizeram parte da minha formação.

“Que darei eu ao Senhor, por todos os benefícios que tem me feito?” (Salmos 116:12).

SUMÁRIO

| | | |
|----------|--|-----------|
| 1 | INTRODUÇÃO..... | 09 |
| 2 | MATERIAIS E MÉTODOS..... | 10 |
| 2.1 | ÁREA DE ESTUDO..... | 10 |
| 2.2 | OBTENÇÃO DOS DADOS DE CHUVA, VOLUME DO RESERVATÓRIO E VAZÕES..... | 11 |
| 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO..... | 14 |
| 4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS..... | 17 |
| | REFERÊNCIAS..... | 18 |

ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE A PRECIPITAÇÃO E O APORTE DO PROJETO DE INTEGRAÇÃO DO RIO SÃO FRANCISCO COM AS BACIAS HIDROGRÁFICAS DO NORDESTE SETENTRIONAL – PISF, EIXO LESTE, NO RESERVATÓRIO EPITÁCIO PESSOA - PARAÍBA.

Tarciana Ramos Diniz*

RESUMO

Os reservatórios de acumulação têm papel fundamental para os abastecimentos hídricos das múltiplas demandas a eles associados, sendo fundamental, desta forma, a análise da variabilidade dos volumes acumulados, ainda mais quando esses corpos hídricos recebem afluições de obras hídricas como a transferência de águas em nível de bacias hidrográficas. O presente trabalho tem como objetivo avaliar a contribuição das águas da transposição do rio São Francisco (PISF), Eixo Leste, no reservatório Epitácio Pessoa (Boqueirão) – Paraíba, em comparação com os aportes pluviométricos registrados nas bacias de contribuição. Foram estudados dados de precipitação pluviométrica das duas bacias hidrográficas contribuintes para o aporte hídrico do reservatório Epitácio Pessoa, sendo calculados dados como a média histórica, desvios absolutos e precipitações acumuladas anuais. Os dados de precipitação foram estudados entre os anos de 2011 e 2018, sendo incluído o período de déficit hídrico que acompanhou a região de estudo (2012 a 2017). Também foram obtidos dados correspondentes as vazões volumétricas do PISF a montante do reservatório de estudo, a respectiva série histórica compreendeu o período temporal entre a chegada das águas ao reservatório e a parada para manutenções técnicas do sistema. Por meio dos resultados foi verificado que apenas no ano de 2011 os dados de precipitação acumulada foram superiores à média histórica, ano em que o reservatório Epitácio Pessoa atingiu a sua capacidade máxima pela última vez. Em 2018, mesmos com precipitações superiores ao período entre 2012 e 2018, os valores foram abaixo da média histórica. A contribuição do PISF foi fundamental para a perenização do rio Paraíba, no trecho Monteiro-Boqueirão, favorecendo a saturação do solo e, conseqüentemente, tencionando o ciclo hidrológico para o escoamento superficial, já que perdas por infiltração para o perfil do solo foram suavizadas.

Palavras-Chave: Demandas; Transposição; Perenização; Escoamento superficial.

ABSTRACT

The supply reservoirs have a fundamental role in meeting the multiple demands associated with them, being essential the analysis of the variability of the accumulated volumes, even more when these water bodies receive inflows of hydro works as the transfer of waters at the level of hydrographic basins. The present work has the objective of evaluating the contribution of waters from transposition of the São Francisco River (PSIF), East Axis, in the Epitácio Pessoa (Boqueirão) - Paraíba reservoir, in comparison to the pluviometric contributions recorded in the basins. Rainfall data of the two watersheds contributing to the water supply of the Epitácio Pessoa reservoir were studied, and data such as the historical average, absolute deviations and cumulative annual rainfall were calculated. Precipitation data were studied between the years 2011 and 2018, including the period of water deficit that

* Aluno de Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental na Universidade Estadual da Paraíba – Campus I.
E-mail: tarciannaramos@gmail.com

accompanied the region of study (2012 to 2017). Also, data corresponding to the volumetric flow rates of the PISF upstream of the study reservoir were obtained, the respective historical series comprised the time period between the arrival of the waters to the reservoir and the shutdown for technical maintenance of the system. By means of the results it was verified that in 2011 alone the accumulated rainfall data were higher than the historical average, the year in which the Epitácio reservoir reached its maximum capacity for the last time. In 2018, even with precipitation higher than the period between 2012 and 2018, the values were below the historical average. The contribution of the PISF was fundamental for a perpetuation of the river Paraíba, in the Monteiro - Boqueirão stretch, favoring soil saturation and, consequently, the hydrological cycle for a superficial runoff, since the losses due to infiltration to the soil profile were smoothed.

Keywords: Demands; Transposition; Perenization; Surface runoff.

1 INTRODUÇÃO

O semiárido nordestino possui pluviosidade anual entre 300 e 800 mm, característica climática que torna a água alvo de grande preocupação no que diz respeito ao planejamento e gestão dos recursos hídricos da região (GUIMARÃES, 2016).

Os reservatórios superficiais de acumulação são uma alternativa bastante praticada em localidades com essas peculiaridades. Essas obras hídricas tem a finalidade de armazenar água nos meses de maior índice pluviométrico, de maneira que as demandas possam ser atendidas nos períodos de elevado déficit pluviométrico (ULIANA *et al.*, 2015; GUEDES, 2016). Assim, esses corpos hídricos são fundamentais para o suprimento das múltiplas demandas a eles associadas.

A eficiente operação das águas dos reservatórios é algo imprescindível, visto que fenômenos cíclicos naturais e esperados são observados no Nordeste setentrional, cujas características envolvem menores índices pluviométricos e incrementos na evaporação (RÊGO *et al.*, 2016), algo que pode contribuir para uma redução mais acentuada nos níveis dos reservatórios. Porém, muitas vezes, a ausência de práticas adequadas de controle das vazões liberadas para o atendimento das demandas pode ser a principal causa de períodos de severas crises hídricas.

A situação recentemente enfrentada pelo reservatório Epitácio Pessoa, popularmente conhecido como Boqueirão, localizado no município de Boqueirão – PB, é um relevante exemplo que corroboram com as assertivas anteriores, como será descrito posteriormente. Abastecendo o município de Campina Grande, segunda maior cidade do Estado da Paraíba, e circunvizinhas, o reservatório Boqueirão enfrentou nos últimos anos (2012 a 2017) uma severa seca, sendo necessária a captação do volume morto por meio de um sistema flutuante. Consumo desordenado de vazões, com valores superiores as estimativas da vazão de regularização do reservatório (ANA, 2009; GALVÃO, 2002) e ausência de decisões racionais foram importantes para o declínio do volume do reservatório e o progressivo racionamento do abastecimento (GRANDE *et al.*, 2016).

Para proporcionar a segurança hídrica de cerca de 12 milhões de habitantes do semiárido nordestino, tem-se praticado a transposição das águas do rio São Francisco, a partir do Projeto de Integração do Rio São Francisco com as Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional (PISF). A obra se divide em dois sistemas principais: o Eixo Norte, com extensão de 260 km, e o Eixo Leste, com 217 km. Ambos sistemas são constituídos por canais, aquedutos, túneis, reservatórios e estações elevatórias.

O Eixo Norte beneficiará os Estados de Pernambuco, Ceará, Paraíba e Rio Grande do Norte. O Eixo Leste atua no sertão e agreste dos Estados de Pernambuco e Paraíba. O Eixo Leste do PISF tem sua entrada, no Estado da Paraíba, a partir da bacia hidrográfica do rio Paraíba, com o objetivo de perenizar este rio, de modo a dar segurança hídrica aos reservatórios existentes ao longo de seu curso, com destaque para Eptácio Pessoa (NETO; VIANNA, 2016), foco do presente estudo.

O aporte hídrico das águas da transposição (Eixo Leste) foi fundamental para o mantimento e elevação dos níveis do reservatório Eptácio Pessoa, que chegou a acumular apenas 3,18% de sua capacidade total em abril de 2017 (AESA, 2018). Além do mais, o aumento da umidade do solo, devido às águas do PISF, pode ter facilitado o escoamento superficial após os eventos chuvosos ocorridos nas bacias contribuintes.

A partir do que foi exposto, o presente trabalho tem como objetivo avaliar o impacto quantitativo das águas do PISF no reservatório Eptácio Pessoa, em comparativo com os volumes precipitados observados nas bacias contribuintes.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

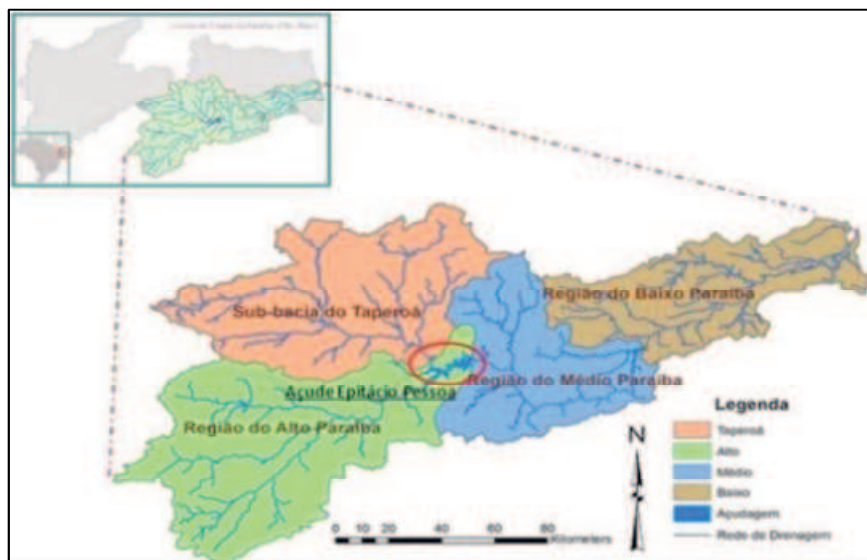
2.1 ÁREA DE ESTUDO

O reservatório Eptácio Pessoa está localizado na Bacia Hidrográfica do rio Paraíba, esta, por sua vez, é a segunda maior bacia do Estado, drenando uma área de 20.127,17 km², composta por 85 (oitenta e cinco) municípios e abrangendo as duas mais importantes cidades do Estado (VIEIRA, 2008).

A Bacia Hidrográfica do rio Paraíba é dividida em quatro sub-regiões, são elas: as regiões hidrográficas do Alto, Médio e Baixo Curso do rio Paraíba e a sub-bacia do rio Taperoá (Figura 1). A Região do Alto Curso, onde está presente o reservatório Eptácio Pessoa, está localizada na parte sudoeste do planalto da Borborema, faz fronteira ao norte com a bacia do Taperoá, ao sul e a oeste com o Estado de Pernambuco e a leste com a Região do Médio Curso do rio Paraíba (RIBEIRO, 2012).

A Região do Alto Curso do rio Paraíba possui um dos menores índices pluviométricos do Brasil, com precipitação média na região do açude de 600 mm/ano, com os totais anuais concentrando-se em um período de quatro meses (entre fevereiro e maio) (LUCENA, 2018).

Figura 1 - Localização do reservatório Epitácio Pessoa na bacia do rio Paraíba.



Fonte: Rêgo *et al.*, (2013).

Sendo o segundo maior reservatório superficial da Paraíba, o açude Epitácio Pessoa abastece aproximadamente 700 mil habitantes, com destaque para o município de Campina Grande, importante núcleo econômico, educacional e industrial do Estado, fator que é fundamental para a elevada preocupação dos seus recursos hídricos não apenas nos períodos de escassez (RÊGO *et al.*, 2014).

2.2 OBTENÇÃO DOS DADOS DE CHUVA, VOLUME DO RESERVATÓRIO E VAZÕES

Os dados utilizados nesse estudo foram obtidos a partir da Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba (AESAs), que realiza o monitoramento hidrométrico em todo o Estado.

Os dados de precipitação (a nível mensal) foram coletados para os postos pluviométricos integrantes da sub-bacia do Alto Curso do Rio Paraíba e da sub-bacia do rio Taperoá (ambas contribuintes para o aporte hídrico do açude Epitácio Pessoa).

No Quadro 1 estão descritos os postos pluviométricos selecionados para cada bacia estudada.

Quadro 1 – Postos selecionados para a coleta dos dados pluviométricos.

| POSTOS PLUVIOMÉTRICOS | BACIA |
|------------------------------|-------------------------------------|
| Amparo | Região do Alto Curso do Rio Paraíba |
| Barra de São Miguel | |
| Boqueirão/Açude Boqueirão | |
| Camalaú | |
| Caraúbas | |
| Congo | |
| Coxixola | |
| Monteiro/EMBRAPA | |
| Ouro Velho | |
| Prata | |
| São Domingos do Cariri | |
| São João do Tigre | |
| São Sebastião do Umbuzeiro | |
| Sumé | |
| Sumé/Bananeiras | |
| Zabelê | |
| Assunção | |
| Boa Vista | |
| Cabaceiras | |
| Cacimbas | |
| Desterro | |
| Juazeirinho | |
| Junco do Seridó | |
| Livramento | |
| Olivedos | |
| Parari | |
| Pocinhos | |
| Santo André | |
| São João do Cariri | |
| São José dos Cordeiros | |
| São Vicente do Seridó | |
| Serra Branca | |
| Soledade | |
| Soledade/Fazenda Pendência | |
| Taperoá | |
| Tenório | |

Fonte: Adaptado da AESA (2018).

Os dados de precipitação foram submetidos a correções de falhas existentes em determinados meses utilizando o Método das Ponderações Regionais que segundo Oliveira *et al.* (2010), é um dos métodos mais empregados na correção de falhas de dados de precipitação. Nesse método a falha no posto de interesse pode ser corrigido pela Equação 1. (BERTONI e TUCCI, 2007; ALVES *et al.*, 2006)

$$P_x = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{N_x}{N_i} P_i \quad (1)$$

em que:

P_x : Precipitação mensal da estação a ter a falha na série preenchida (mm).

P_i : Precipitação mensal da estação vizinha de ordem “i” para o mês em que se verificou a falha (mm).

N_x e N_i : Precipitações médias mensais das estações a ter a falha na série preenchida e da vizinha de ordem “i”, respectivamente (mm).

n : Número de estações vizinhas.

O preenchimento de uma falha no valor da precipitação mensal para um determinado posto pluviométrico x foi feito com base na ponderação entre as médias mensais dos postos vizinhos, normalmente adotando-se três postos mais próximos, com dado observado de precipitação mensal desejada.

Para as sub-bacias hidrográficas foram calculadas as precipitações anuais de todos os postos considerados, sendo posteriormente calculadas as médias aritméticas, obtendo-se, a precipitação média anual para cada sub-bacia. A média histórica, foi obtida por meio do dados coletados da AESA. A partir da média história e da média anual, foram calculados os desvios absolutos ou afastamento absoluto, permitindo a análise da dispersão em torno da média histórica.

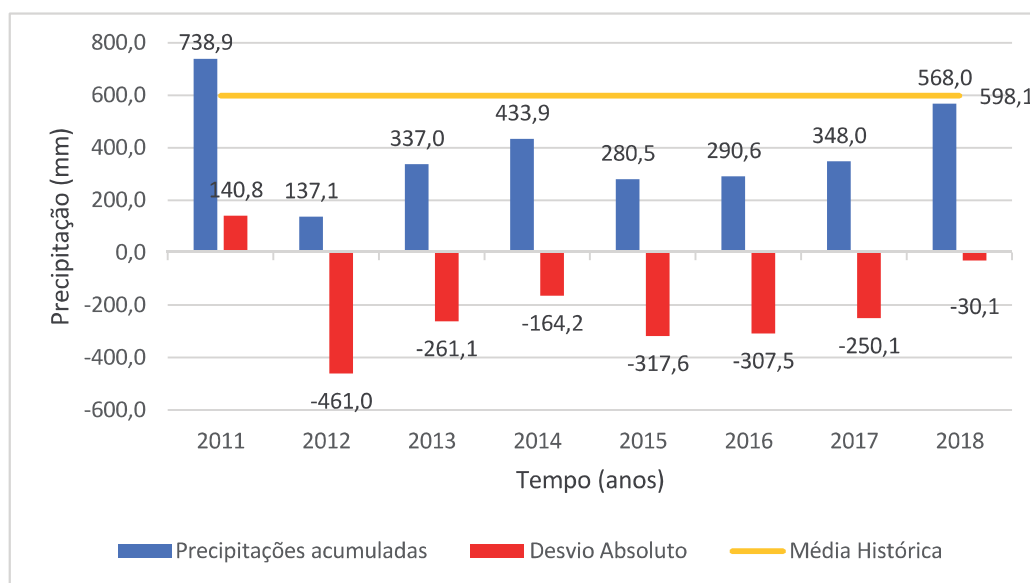
O período para a análise dos dados obtidos pela a AESA (chuva/reservatórios/vazão) foi de 2011 até o ano de 2018, de maneira que possa ser observado o último ano em que o reservatório Epitácio Pessoa atingiu sua capacidade máxima de armazenamento, além do início e progressão do ciclo de estiagem e a influência das águas do PISF.

Os volumes do reservatório Epitácio Pessoa correspondem aos valores diários para o período destacado anteriormente, sendo analisada a dinâmica dos volumes apresentados pelos reservatórios. A partir das vazões do PISF, medidas a montante do reservatório, foi possível quantificar o incremento volumétrico dessa contribuição para o açude, juntamente com o comparativo com o aporte pluviométrico.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

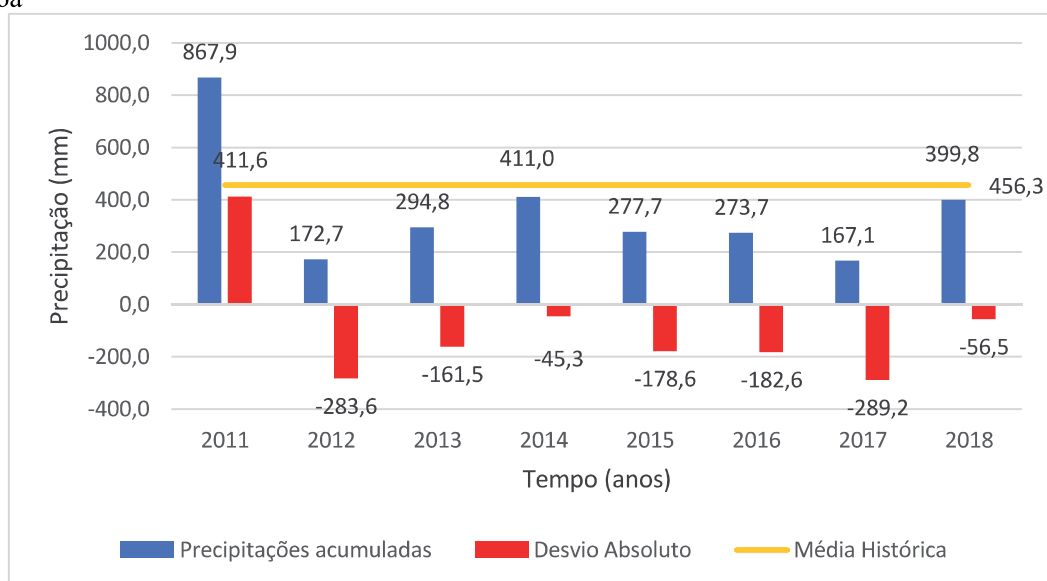
Os resultados correspondentes à precipitação acumulada anual, precipitação histórica e o desvio absoluto, para as duas bacias hidrográficas estudadas, estão presentes nas Figuras 2 e 3.

Figura 2 – Precipitação anual acumulada, precipitação histórica e desvio absoluto para a sub-bacia da Região do Alto Paraíba



Fonte: Própria autoria (2018).

Figura 3 – Precipitação anual acumulada, precipitação histórica e desvio absoluto para a sub-bacia de Taperoá



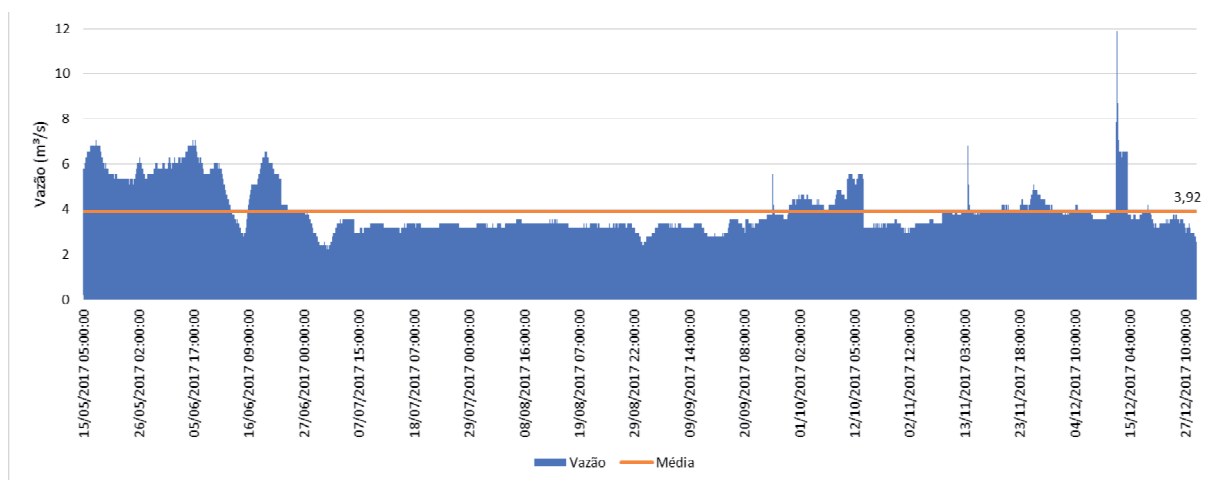
Fonte: Própria autoria (2018).

Por meio das Figuras 2 e 3 é possível verificar que os valores anuais da precipitação mantiveram-se abaixo da média histórica (para as duas sub-bacias hidrográficas) durante os anos em que foi observado o ciclo de estiagem (2012 a 2017), o que justifica a redução significativa do nível das águas do reservatório Epitácio Pessoa durante esse período. Apenas no ano de 2011 os valores da precipitação acumulada anual foram superiores à média histórica, nas duas bacias hidrográficas, algo que pode ser justificado pelo fato de que neste ano o reservatório atingiu sua capacidade máxima pela última vez (AESAs, 2018).

Ainda em relação às Figuras 2 e 3, para as duas bacias hidrográficas estudadas foi observado maior desvio absoluto no ano de 2012. No respectivo ano, também foram verificados os menores índices pluviométricos, sendo o início do ciclo de estiagem.

A partir de abril de 2017, a vazão do PISF, Eixo Leste, passou a fornecer suporte hídrico ao reservatório Epitácio Pessoa. Na Figura 4 está ilustrada a evolução das vazões volumétricas da transposição do rio São Francisco, registradas na estação do Sítio do Jacaré/Riacho Fundo, a montante do reservatório Epitácio Pessoa, localizada no município de Cabaceiras – PB. A vazão média observada corresponde a $3,92 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. O período de contribuição registrado para o PISF compreende abril de 2017 até abril de 2018, em que o bombeamento foi parado para manutenção técnica nos reservatórios de Poções e Camalaú (CGAOH/DPE/SIH, 2018). Do ponto de vista quantitativo, desde a chegada das águas do PISF no reservatório Epitácio Pessoa até a paralização da operação do respectivo eixo, foi computado, em média, um aporte de $109.454.976,00 \text{ m}^3$.

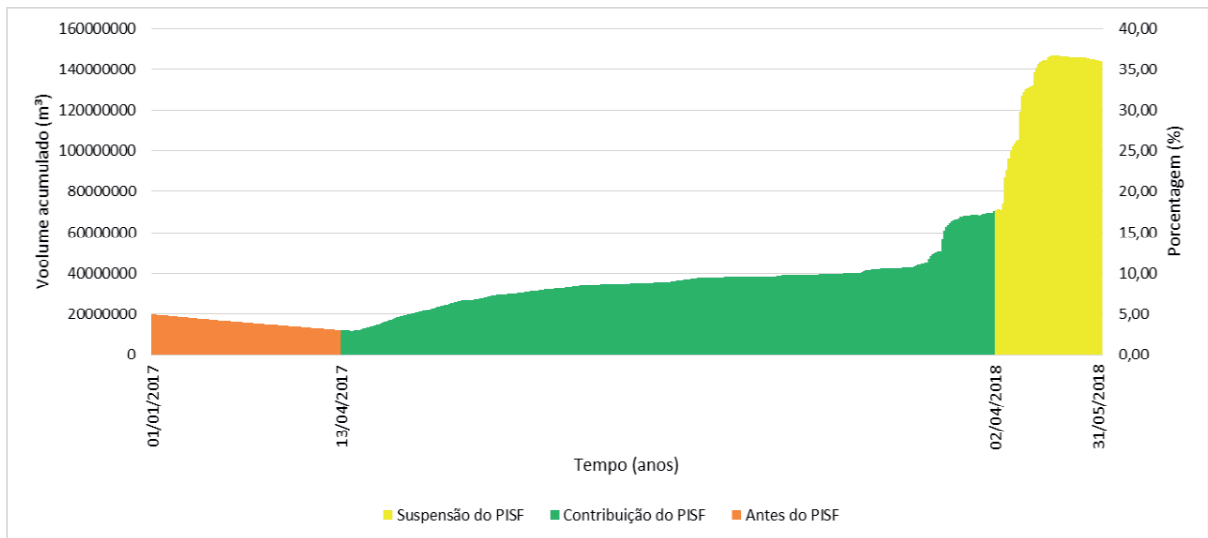
Figura 4 - Vazões do PISF, Eixo Leste, afluentes ao reservatório Epitácio Pessoa



Fonte: Adaptado da AESA (2018).

A evolução média mensal do volume do reservatório Epitácio Pessoa nos anos de 2017 e 2018 está ilustrada na Figuras 5, sendo destacadas duas fases distintas, a primeira representada pelo período antes da chegada das águas da transposição, e a segunda após esse aporte hídrico. De acordo com a AESA, no dia 13 de abril de 2017 as águas da transposição passaram a contribuir para o volume do reservatório em questão, e a partir do dia 02 de abril de 2018, houve a interrupção no bombeamento.

Figura 5 - Variação do volume do reservatório Epitácio Pessoa nos anos de 2017 e 2018



Fonte: Adaptado da AESA (2018).

Conforme ilustrado na Figura 5, pode-se observar que antes do início da contribuição das águas do PISF é observado um declínio representativo do volume do reservatório. De maneira distinta, após a contribuição do PISF ocorreu um acréscimo substancial no volume do reservatório.

É possível elencar que a contribuição das águas do PISF foi fundamental, inclusive para uma resposta hidrológica favorável as precipitações que ocorreram na bacia durante os meses seguintes, destacando que para o período entre 2011 e 2018, o ano de 2018 apresentou maiores índices pluviométricos. O PISF, além de auxiliar na segurança hídrica do reservatório, foi responsável pela perenização do rio Paraíba no trecho compreendido entre Monteiro e Boqueirão, desta forma, após os eventos chuvosos, o solo integrante do leito do rio já estava saturado, proporcionando que uma maior parcela da precipitação correspondesse à parcela efetiva.

Segundo Lagadec *et al.* (2016) um dos processos que favorece um maior escoamento superficial é a saturação por via terrestre, que ocorre quando a capacidade de armazenamento

do solo é limitada ou o solo já está saturado, algo observado com a perenização do trecho do rio Paraíba. Fantin (2012), Zhang, Wang e Bai (2015) e Pereira *et al.* (2016) também evidenciam a influência de umidade antecedente e saturação do solo na geração do escoamento superficial.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por meio das análises efetuadas foi possível verificar a importância da contribuição quantitativa das águas da transposição do rio São Francisco, Eixo Leste, nos níveis do reservatório Epitácio Pessoa.

Como destacado, as precipitações anuais acumuladas foram inferiores as médias históricas, inclusive no ano de 2017, em que foram observados os maiores valores pluviométricos entre o ciclo de estiagem.

A perenização do rio Paraíba favoreceu a resposta das bacias hidrográficas no sentido da geração do escoamento superficial, já que o solo estava saturado e a água que foi conduzida para o rio foi incorporada diretamente ao seio do escoamento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AESA - Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba. Disponível em: <<http://www.aesa.pb.gov.br/>>. Acessado em 20 set. de 2018.
- ALVES, A.; KOBAYAMA, M.; SILVA, R. V.; CHECCHIA, T. **Análise de dados hidrológicos na região do município de Alfredo Wagner/SC**. In: Simpósio de Recursos Hídricos do Sul, 1, 2006, Curitiba. Anais... Porto Alegre: Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 2006.
- ANA (2009). Nota Técnica nº 08/2009/GEREG/SOF-ANA. Brasília, ANA.
- BERTONI, J. C.; TUCCI, C. E. M. Precipitação. In: Tucci, C. E. M. Hidrologia: **Ciência e aplicação**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Porto Alegre, RS, p. 177-241, 2007.
- FANTIN, T. Y. **Cobertura vegetal e erosão em entressulcos sob pastagem irrigada em Uberaba – MG**. Tese de Doutorado. Universidade Estadual Paulista. Jaboticabal, SP, 2012.
- GALVÃO, C. O. **Parecer técnico sobre Ação Civil Pública no. 00.0017250-2 Abastecimento de Água do Açude Epitácio Pessoa (Boqueirão)**. Universidade Federal de Campina Grande (UFCG). Campina Grande, PB, 2002.
- GRANDE, M. H.; GALVÃO, C. O.; MIRANDA, L. I. B.; GUERRA SOBRINHO, L. D. **A percepção de usuários sobre os impactos do racionamento de água em suas rotinas domiciliares**. *Ambiente & Sociedade*, 19(1), 165-184, 2016.
- GUEDES, J. DE A. **Qualidade ambiental de dois reservatórios públicos na região do alto oeste potiguar (RN/Brasil)**. *Revista Geointerações*, v. 1, n. 1, p. 03-16, out. 2016.
- GUIMARÃES, B. S. A transposição do Rio São Francisco: Análise da efetividade do projeto. Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa, PB, 2016.
- LAGADEC, L. R.; PIERRE PATRICE, P.; BRAUD, I.; CHAZELLE, B.; MOULIN, L.; DEHOTIN, J.; HAUCHARD, E.; BREIL, P. Description and evaluation of a surface runoff susceptibility mapping method. *Journal of Hydrology*, v. 541, p. 495–509, 2016.
- LUCENA, D. P. M. M. **Simulações da implantação de ações de gestão no açude Epitácio Pessoa e seus impactos na crise hídrica em Campina Grande-PB e região**. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental. Universidade Federal de Campina Grande (UFCG). Campina Grande, PB, 94 p. 2018.
- NETO, F. V. A. S.; VIANNA, P. C. G. **Análise espacial das obras do Projeto de Integração do Rio São Francisco – PISF (Eixo Leste) no Estado da Paraíba**. *Geo – UERJ*, 2016.
- OLIVEIRA, L. F. C.; FIORENZE, A. P.; MEDEIROS, A. M. M.; SILVA, M. A. S. Comparação de metodologias de preenchimento de falhas de séries históricas de precipitação pluvial anual. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 14, n. 11, p. 1186-1192, 2010.
- PEREIRA, L. S.; RODRIGUES, A. M.; JORGE, M. C. O.; GUERRA, A. J. T.; FULLEN, M. A. Processos hidro erosivos em solos degradados em relevo de baixa declividade. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, v. 17, p. 299-316, 2016.
- RÊGO, J. C.; GALVÃO, C. O.; RIBEIRO, M. M. R.; ALBUQUERQUE, J. P. T.; NUNES, T. H. C. **Novas considerações sobre a gestão dos recursos hídricos do açude Epitácio Pessoa**

- **A seca 2012-2014**. In: Anais do XII Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste. Natal, RN, nov. 2014.

RÊGO, J. C.; GALVÃO, C. O.; VIEIRA, Z. M.C.L.; RIBEIRO, M. M. R.; ALBUQUERQUE, J. P. T.; SOUZA, J. A. **Atribuições e responsabilidades na gestão dos recursos hídricos – O caso do açude Epitácio Pessoa/Boqueirão no Cariri paraibano**. In Anais do XX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. Bento Gonçalves, RS, nov. 2013.

RÊGO, J. C.; GALVÃO, C. O.; RIBEIRO, M. M. R.; ALBUQUERQUE, J. P. T.; PEDROSA, R. N. **O agravamento da crise hídrica no Açude Boqueirão: riscos qualitativos e de saúde pública**. In: Anais XIII Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste, 2016.

RIBEIRO, 2012.

ULIANA, E. M.; REIS, E. F.; SOUZA, A. P.; SILVA, J. G. F. D. A; XAVIER, A. C. **Utilização do Índice de Precipitação Padronizado para a região norte do Estado do Espírito Santo**. Irriga, v. 20, p. 414, 2015.

VIEIRA, Z. M. C. L. **Metodologia de análise de conflitos na implantação de medidas de gestão da demanda de água**. Tese de Doutorado. Programa de Pós-graduação em Recursos Naturais. Universidade Federal de Campina Grande (UFCG). Campina Grande, PB, p. 255, 2008.

ZHANG, L.; WANG, J.; BAI, Z.; L, C. **Effects of vegetation on runoff and soil erosion on reclaimed land in an opencast coal-mine dump in a loess area**. Catena (128), p. 44–53, 2015.