

SIMULAÇÃO HÍDRICA PARA O SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DA CIDADE DE GUARABIRA/PB.

Rubens Hayran Cabral dos Santos¹; Luísa Eduarda Lucena de Medeiros²; Dayse Luna Barbosa³.

(1) *Universidade Federal de Campina Grande, rubenshayran@gmail.com*, (2) *lu.mdeiros@gmail.com*,
(3) *dayseluna@yahoo.com.br*

1 Introdução

Diante da expansão das cidades ocorrida nas últimas décadas e o aumento do uso dos recursos naturais para o atendimento das necessidades requeridas pelo crescimento populacional, é importante o estudo da disponibilidade atual e futura destes recursos, de modo a não comprometer o desenvolvimento das gerações futuras a partir do atual cenário de mudanças climáticas ocorridas, como por exemplo, a alteração do ciclo hidrológico.

A água é um recurso fundamental e indispensável para o desenvolvimento de uma sociedade, tendo em vista a necessidade do seu consumo para a sobrevivência, os usos básicos e o equilíbrio ecológico. Assim, surge a necessidade de estudos de disponibilidade hídrica atual e futura, a partir das demandas requeridas para o abastecimento de determinadas áreas, principalmente nas quais a disponibilidade hídrica é irregular.

Para Ribeiro (2009) a urbanização e o crescimento demográfico geram não apenas um crescimento de demanda aos serviços de abastecimento de água, mas também a ocupação indevida em áreas de mananciais, extrapolando a sua capacidade de suporte.

O presente trabalho estuda a disponibilidade hídrica futura e as demandas de água do Sistema Integrado de Abastecimento de Guarabira (SIAG), localizado no Brejo Paraibano, composto por Guarabira e também outras três cidades - Araçagi, Cuitegi e Pilõezinhos-, sendo a primeira a mais importante dentre as demais, detentora de 82% da demanda de água para abastecimento no SIAG, por meio de estimativas populacionais e simulações do reservatório que abastece essas cidades que servirão para prognóstico da situação hídrica do manancial responsável pelo abastecimento na região para um horizonte temporal de dez anos.

A cidades constituintes do SIAG, mesmo não pertencendo ao semiárido brasileiro, enfrentaram recentemente (2015) problemas relacionados ao desabastecimento de água a partir do colapso hídrico do manancial responsável pelo seu abastecimento. Assim, é preciso avaliar a disponibilidade hídrica atual e futura, garantindo água em quantidade e qualidade adequada aos usuários, de modo a não comprometer o desenvolvimento, uma vez que a água é um fator limitante.

2 Metodologia

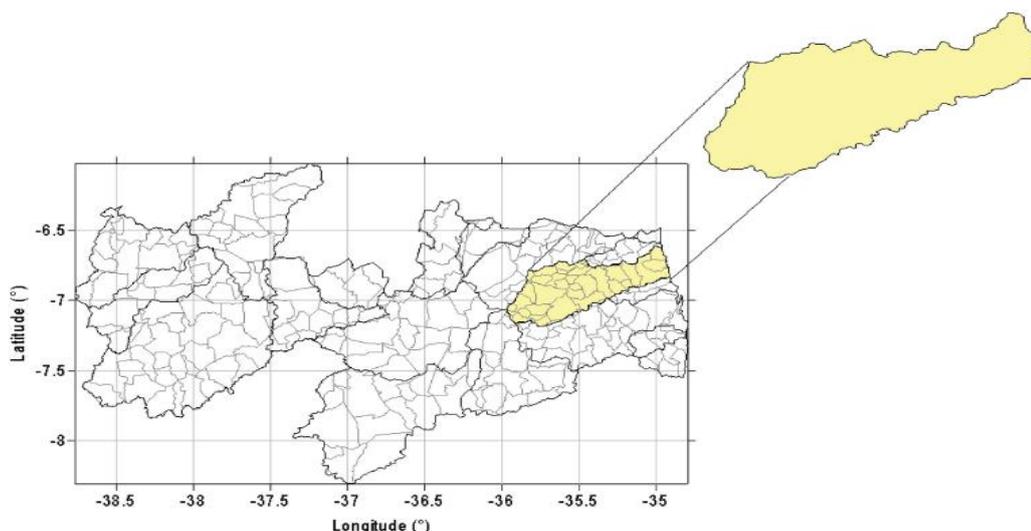
A pesquisa foi realizada em quatro etapas fundamentais, sendo elas: caracterização da área de estudo, coleta de dados, cálculo de demandas de água e, por fim, cálculo da disponibilidade hídrica a partir do estudo de cenários futuros.

2.1 Caracterização da área de estudo

Caracterização da bacia hidrográfica

A bacia hidrográfica do Rio Mamanguape (Figura 01) está situada no extremo leste do Estado da Paraíba, com regime intermitente, área de drenagem de aproximadamente 3.525,00 km², sendo a segunda maior bacia do leste do Estado da Paraíba, localizada entre as latitudes 6° 36' 49" – 7° 11' 08" S e longitudes 34° 54' 42" – 35° 57' 51" O, inserida nas mesorregiões da Zona da Mata e Agreste paraibano, contendo 41 municípios (PERH, 2004).

Figura 1 - Localização da Bacia do Rio Mamanguape



Fonte: Santos et. al., 2015

Caracterização do sistema de abastecimento de água - SIAG

Os mananciais responsáveis pelo abastecimento de água são a barragem Tauá e o açude Araçagi, ambos situados na bacia do rio Mamanguape, com capacidade de acumulação de 8.573.500 m³ e 63.289.037m³, vazão regularizável de 157,6 l/s e 345,0 l/s e área de 29,7 km² e 1.310 km² respectivamente.

O SIAG abastece quatro municípios, Guarabira, Piloõezinhos, Aracagi e Cuitegi, localizados no brejo paraibano, sob a responsabilidade da CAGEPA - Companhia de Água e Esgoto da Paraíba-, com população total de 84.594 habitantes, IDH médio de 0,589, PIB médio per capita de 8.523,89 e área 480,1002 km² (IBGE, 2017). As perdas na distribuição média de 40% (SNIS, 2015).

2.2 Coleta de dados

A coleta de dados foi realizada no IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), CAGEPA e AESA. As informações coletadas no IBGE foram de população residente disponíveis nos censos demográficos de 1980, 1991, 2000 e 2010 para as cidades abastecidas pelo SIAG. Os dados de precipitação da bacia do Rio Mamanguape entre 1995 e 2017, dados mensais de volumes do reservatório, evapotranspiração na região, afluências, vazões de outorga, capacidade total de acumulação de água, curva cota-área-volume, retiradas e principais usuários de água do manancial foram adquiridas junto a AESA. Com relação aos dados disponibilizados pela CAGEPA, obtiveram-se informações operacionais e de infraestrutura do SIAG.

2.3 Cálculo de demandas de água

Para o estudo de demandas de água utilizou-se o método de regressão linear, a qual se estima uma condicional (valor esperado) de uma variável y , dado alguns valores de outras variáveis x , para o cálculo das projeções populacionais em um horizonte temporal de dez anos.

As fórmulas que definem a estimativa populacional por meio da regressão linear estão contidas na Equação 01.

$$P_t = P_0 + r \cdot (t - t_0)^s \quad (\text{Equação 01})$$

Fonte: Von Sperling (2005)

Onde:

- P_0 = populações nos anos t_0 ,
- P_t = população estimada no ano t (hab) ;
- r, s = coeficientes

A partir da projeção populacional, foi realizado o cálculo da demanda futura de água para O SIAG a partir da Equação 02.

$$Q_{\text{méd}} = \frac{\text{população atendida} \times \text{consumo per capita}}{86400} \quad (\text{Equação 02})$$

Considerou-se, ainda, que as perdas não sejam corrigidas e mantenham-se próximas ao valor atual de 40% e um consumo per capita médio de 200 l/hab/dia.

2.4 Disponibilidade hídrica futura

No cálculo de oferta hídrica, as simulações foram realizadas no ambiente Hidro, planilha Excel desenvolvida por Silva (1997) que permite simular os volumes dos mananciais a partir das demandas estimadas, tanto para consumo humano quanto para outros usos, como a

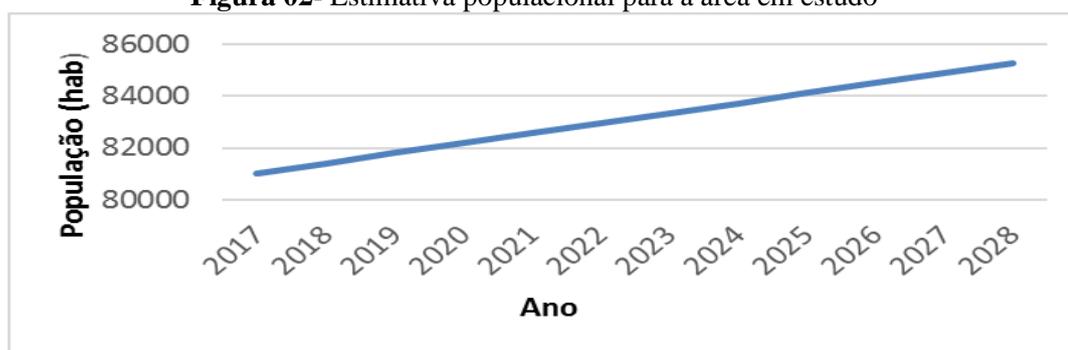
irrigação. Considerou-se três cenários. O primeiro adotou-se que para os próximos dez anos as precipitações estariam abaixo e em torno da média encontrada na série histórica disponibilizada pela AESA. No segundo cenário as precipitações estariam acima e em torno da média registrada para a Bacia Hidrográfica. Por fim, o último cenário, considerou-se que os volumes de chuva teriam um comportamento similar de acima e abaixo da média histórica.

Para os cenários, foi considerado que a partir de 2018 apenas o manancial de Araçagi abasteceria as cidades de Guarabira, Araçagi e Pilõezinhos, já que essa possibilidade já vem sendo estudada pela CAGEPA para alteração nos próximos anos, o que justifica a simulação desta hipótese e que também, atualmente, cerca de 80% de toda demanda hídrica da área em estudo já é atendida por Araçagi. Os valores outorgados para irrigação são de 530l/s e abastecimento 270l/s para o reservatório, segundo a AESA (2017), não superiores as de regularização estabelecidos pelo Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERH, 2004).

3 Resultados e Discussão

A estimativa populacional para o horizonte temporal estudado está descrita na Figura 02, ilustrando a curva gráfica de crescimento para o método da regressão linear escolhido para a pesquisa descritas no tópico 2.3 da Metodologia.

Figura 02- Estimativa populacional para a área em estudo



Fonte: Autoria própria

O método da regressão linear foi o que apresentou maior crescimento, com coeficiente de regressão (R^2) de 95,6%, sendo estas as justificativas para sua escolha.

O cálculo de demanda de água para abastecimento das cidades foi realizado a partir da Equação 03a partir dos resultados obtidos para estimativa populacional descritos na Figura 02.

A Tabela 01 mostra as demandas diárias encontradas para os anos de 2018 a 2028 no SIAG.

Tabela 01- Demandas do SAA em estudo

Ano	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
-----	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

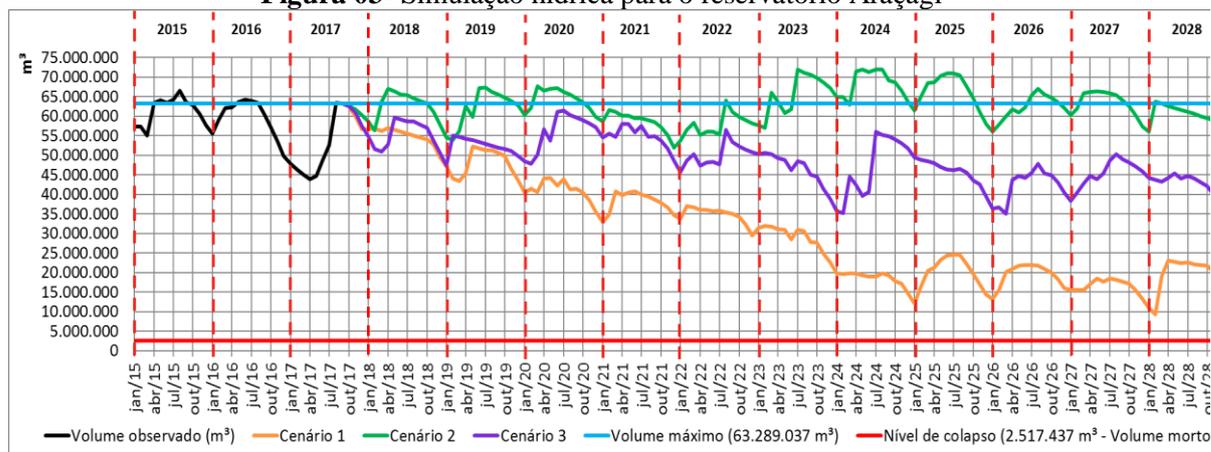
Q_{méd} (l/s) 188,43 189,33 190,22 191,12 192,01 192,91 193,80 194,70 195,59 196,49 197,38

Fonte: Autoria própria

Por meio da Tabela 01 foi possível estimar as retiradas de água no manancial Araçagi e simular, a partir de estudos de cenários, a disponibilidade hídrica futura.

As simulações foram realizadas em ambiente Hidro, no Excel. Para tal, foram considerados três cenários diferentes de simulação, de forma a prever o atendimento das demandas a partir de diferentes possibilidades. O comportamento simulado para os cenários estudados estão expostos na Figura 03.

Figura 03- Simulação hídrica para o reservatório Araçagi



Fonte: Autoria própria

Após a realização das simulações de acordo com cada cenário sugerido, observa-se que o Reservatório Araçagi atende as demandas estabelecidas para o horizonte temporal definido de dez anos, inferindo uma segurança hídrica no SIAG no período simulado. O resultado mais desfavorável foi obtido no cenário 1, onde considerou-se as aflúências abaixo e em torno da média histórica, registrando um volume mínimo de 9.359.141 m³, equivalente a 14,8% da capacidade total do reservatório, em fevereiro de 2028. A análise mais favorável registrou-se por meio do cenário 2, em que para os próximos dez anos, os volumes de precipitação estariam superiores e/ou em da média histórica, proporcionando maior conforto hídrico, chegando há um vasto período de extravasamento quase que anualmente, principalmente nos meses mais chuvosos da região, que são entre abril e julho. Já o cenário 3 comportou-se de forma mediana, não chegando a períodos de transbordamento, porém com volumes de armazenamento superiores a 54%.

4 Conclusões

Por meio dos objetivos expostos nessa pesquisa, observa-se a segurança hídrica para o Sistema Integrado de Abastecimento de Guarabira (SIAG) para as demandas estimadas dentro de curto e médio prazo. Nota-se que para as simulações realizadas, o manancial atende as demandas tanto para abastecimento humano quanto para irrigação. Assim, há a possibilidade de ampliação dos perímetros irrigados abastecidos com a água de Araçagi, de forma que em alguns cenários simulados o manancial manteve-se cheio e extravasando, uma vez que essa água que verte para jusante deste poderia ser armazenada e utilizada para outros fins, como irrigação.

É sabido que, mesmo quando são realizadas muitas simulações e idealização de cenários, dificilmente tem-se uma resposta completamente assertiva no futuro, até mesmo porque tais idealizações são projetadas por meio de dados de séries históricas de precipitação, aflúências que são variáveis dotadas de incertezas. Recomenda-se que seja realizado um estudo mais específico com relação às possibilidades de crescimento das demandas de água no açude de Araçagi, além de uma gestão e fiscalização mais efetiva por parte dos órgãos competentes quanto às retiradas do manancial, de forma a garantir água em quantidade e qualidade adequada ao maior número de usuários possíveis, principalmente nos períodos mais secos, com disponibilidade hídrica reduzida e nos quais os altos índices de perdas no sistema comprometem diretamente o abastecimento de água.

Referências

- AESA - Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba. **Comunicação pessoal**, 2017.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censos demográficos**, 2017.
- PERH-PB - Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado da Paraíba. **Relatório Final**, 2006.
- RIBEIRO, C. R.. **Avaliação da Sustentabilidade Hídrica do Município de Juiz de Fora/MG**: Um subsídio à Gestão Sustentável dos Recursos Hídricos em Âmbito Municipal. Monografia (Curso de Especialização em Análise Ambiental). Universidade Federal de Juiz de Fora. Faculdade de Engenharia. Juiz de Fora, 2009.
- SANTOS, E. C. A.; ARAÚJO, L. E.; MARCELINO, A. S. **Análise climática da Bacia Hidrográfica do Rio Mamanguape**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v. 19, n. 1, p. 9-14, 2015.
- SILVA, R. P. **Hidro - Versão original**. Laboratório de Meteorologia, Recursos Hídricos e Sensoriamento Remoto da Paraíba e Secretaria Extraordinária do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos Minerais da Paraíba. Campina Grande, 1997.
- VON SPERLING, Marcos. **Princípios do tratamento biológico de águas residuárias**. Vol. 1. Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental - UFMG. 3ª ed, 2005. 452 p..