

PREVISÃO DO CONSUMO DE ÁGUA NO MUNICÍPIO DE VITÓRIA DA CONQUISTA/BA: A DISPONIBILIDADE HÍDRICA FUTURA

Lais Barbosa Oliveira (*), Gislan Silveira Santos.

* Instituto Federal da Bahia – Campus Vitória da Conquista, lais.barbo18@gmail.com.

RESUMO

Um das propostas para um planejamento eficaz em combate à escassez é o estudo do comportamento do consumo de água aliado com o crescimento populacional, sendo possível analisar estimativas para consumo e a provável disponibilidade hídrica futura. Diante do crescimento populacional e dos problemas enfrentados em Vitória da Conquista – BA relacionados à demanda de recursos hídricos foram realizadas comparações entre as estimativas do crescimento populacional do município aliado ao seu consumo de água, analisando as limitações das barragens através da previsão do consumo da população. Para validação dos modelos escolhidos, foram utilizadas ferramentas computacionais com o objetivo de executar simulações numéricas que descrevam comportamentos o mais próximo da realidade. Tais simulações permitem a comparação dos dados programados com os dados reais dos fatores que norteiam a distribuição de água. Como resultado, notou-se que o município não possui uma disponibilidade hídrica estável, os fatores climáticos, capacidade da barragem, consumo clandestino para irrigação e crescimento populacional são os mais significantes para tal instabilidade. São necessários novos caminhos para a ampliação do abastecimento hídrico em Vitória da Conquista, como também realizar a educação ambiental em sua população sobre um consumo mais racional e adotando medidas para reduzir o desperdício.

PALAVRAS-CHAVE: Consumo Populacional, Modelagem Matemática, Gestão de Recurso Hídrico.

INTRODUÇÃO

Questões relacionadas ao desenvolvimento sustentável estão sendo discutidas atualmente, por conta do avanço demasiado das tecnologias e a evolução de todos os setores econômicos, sociais e ambientais. É fato que o planeta vem sofrendo mudanças significantes em relação ao meio ambiente, e um dos principais problemas que afetam diretamente o desenvolvimento antrópico é a questão da disponibilidade hídrica na Terra. Sem este recurso natural é quase impossível a sobrevivência do homem, por conta disso é necessária a busca do conhecimento para a aplicação de novas tecnologias, com intuito de minimizar os riscos da escassez hídrica e outros impactos ambientais. (HELLER, 2005). As cidades que sofrem com este impacto tendem a tomar medidas para que se reduza ao máximo a escassez de água.

O município de Vitória da Conquista/BA fica a 329 km de Salvador, conta com uma população estimada de 346.069 habitantes (IBGE, 2016). No momento, Vitória da Conquista está passando por um período de racionamento hídrico, pois as barragens denominadas por Água Fria I e II, que abastecem o município e região, estão em níveis menores. O racionamento hídrico é uma medida preventiva que se realiza em função dos baixos níveis dos reservatórios e a previsão do consumo hídrico é essencial para o gerenciamento desses sistemas de abastecimento (SILVA, 2008).

Um das propostas para um planejamento eficaz em combate à escassez é o estudo do comportamento do consumo de água aliado com o crescimento populacional, sendo possível analisar estimativas para consumo e a provável disponibilidade hídrica futura. De acordo com Boscaglia (2013), há poucos estudos sobre essa temática analisando as inter-relações entre população e o uso dos recursos hídricos.

OBJETIVOS

O estudo tem como objetivo realizar comparações entre as estimativas do crescimento populacional de Vitória da Conquista/BA aliado ao seu consumo de água, a fim de analisar as limitações das barragens através da previsão do consumo da população.

METODOLOGIA

Para a realização das estimativas foram utilizados dois modelos de previsão, nos quais foram estabelecidos parâmetros para que houvesse resultados satisfatórios. Inicialmente, foram levantadas com auxílio de banco de dados demográficos informações sobre a população residente com abastecimento de água em Vitória da Conquista/BA entre os anos de 2007 a 2016, no intuito de realizar estimativas do crescimento populacional. Segundo Boscaglia (2013) existem fatores como a mudança climática, alteração do modo de vida da população, matriz econômica etc., que alteram a construção das projeções populacionais. Diante disso, cada método de cálculo de estimativa deve ser escolhido com muita cautela a fim de não sofrer alteração na interpretação dos resultados e levar a um nível de erro significativo. Para a elaboração das estimativas populacionais foi escolhido o método do crescimento logístico.

O modelo logístico visa o estudo da previsão de crescimento populacional não exponencial, incorporando parâmetros que diminuam a velocidade do desenvolvimento da população num determinado período, no qual demonstra a curva do desenvolvimento desde o início da população até a sua saturação num ambiente que apresenta limite de capacidade (BOSCAGLIA, 2013). Assim, admite-se a equação diferencial abaixo:

$$dx/dt = rx(1-x/K) \quad \text{equação (1)}$$

Sujeita a uma condição inicial de $x(t_0) = x_0$

Onde,

dx/dt é a taxa de variação da população

t_0 é o tempo inicial

x_0 é a população inicial

x é a população estabelecida num determinado tempo t

r é a taxa de crescimento da população

K é a capacidade de suporte do sistema.

Resolvendo a equação (1), obteve-se a seguinte solução:

$$P(t) = (K \times C \times e^{rt}) / (1 + C \times e^{rt}) \quad \text{equação (2)}$$

Devido às dificuldades encontradas para estabilizar a solução da equação e os resultados não se tornarem discrepantes, utilizou-se um K igual a 415.000, ou seja, uma população K limite no município. Utilizando a solução da equação (2), iniciou-se o cálculo da taxa de crescimento da população (r), com o auxílio da programação em MATLAB e os dados da população existente entre 2007 e 2016, admitindo como população inicial o ano de 2007, manipulou-se a eq. (2) para que fosse isolada a variável r e a partir dos resultados obtidos, conforme cada ano calculado realizou-se o cálculo de médias harmônica, geométrica e simples. Como as médias harmônica e simples obtiveram resultados divergentes, escolheu-se a média geométrica, pois a mesma apresentou resultados atendíveis com a solução da equação (2).

Em seguida, buscaram-se dados referentes ao consumo da população de Vitória da Conquista entre os anos de 2007 e 2016 para realizar as previsões do consumo hídrico. Na realização dessas previsões, utilizou-se o método da Quota de Consumo per Capita (QPC), nos quais estabelece o consumo médio diário de água utilizado pelos setores domiciliar ou populacional, industrial, comercial e público, porém foi estudado somente o consumo do setor populacional. Segundo Boscaglia (2013), o Consumo Per Capita é necessário para poder avaliar ou ter conhecimento sobre a demanda hídrica de uma população ou cidade quando é preciso a determinação de projetos de abastecimento, além de estabelecer projeções do consumo populacional. A QPC é expressa em L/hab.dia, sendo obtida pela divisão da média diária do volume anual consumido pela população beneficiada (BOSCAGLIA, 2013). Os dados do consumo populacional de Vitória da Conquista foram fornecidos do total anual em m^3 , portanto para que as unidades e os resultados fossem corretos fez-se uma pequena alteração na eq. (3), dividindo-se a variável V_c por 360, esse procedimento é referente aos dias do ano. Expressa na seguinte equação:

$$QPC \text{ (L/hab.dia)} = (V_c \times 1000) / (360 \times P) \quad \text{equação (3)}$$

Onde,

V_c = média diária do volume anual consumido (m^3)

P = População abastecida (hab.)

A partir da eq. (3) e com os dados da população abastecida e da média do volume anual consumido entre os anos de 2007 e 2016, a realização dos cálculos foi programada em linguagem MATLAB. Com os resultados obtidos da QPC entre os anos estudados, realizou-se uma média geométrica, equivalente a utilizada para o cálculo da taxa de crescimento da população (r), para as estimativas do consumo total anual dos habitantes de Vitória da Conquista, desse modo estimou-se o consumo até o ano de 2027.

RESULTADOS

Com base nos dados fornecidos pela empresa que abastece o município de Vitória da Conquista e a metodologia empregada no estudo das previsões, foi possível realizar as estimativas. Assim foram caracterizadas e analisadas as principais informações sobre o abastecimento e o crescimento populacional do município.

Vitória da Conquista é um município ainda em desenvolvimento, na qual diversas pesquisas já apontaram o seu crescimento tanto econômico quanto populacional, os principais setores de sua economia são os serviços (educação, saúde e comércio), que correspondem por 84% da economia da cidade, seguida de indústria, com 14%, e agroindústria, com 2% (REVISTA OE, 2014). Aliado ao desenvolvimento pode-se observar o crescimento da população entre os anos de 2007 e 2016, de acordo com a tabela 1.

Tabela 1. População Total de Vitória da Conquista/BA com abastecimento de água entre os anos de 2007 e 2016 - Fonte: IBGE, 2010 e DATASUS, 2012.

ANO	POPULAÇÃO (hab.)	ANO	POPULAÇÃO (hab.)
2007	294.203	2012	315.884
2008	313.898	2013	336.987
2009	318.904	2014	340.199
2010	306.866	2015	343.230
2011	310.129	2016	346.069

Percebe-se o crescimento populacional no município entre os anos de 2007 e 2016, exceto em 2010 quando houve uma diminuição brusca da população, 12.038 pessoas saíram da cidade, essa mudança pode ter ocorrido por conta de fatores tanto econômicos e/ou sociais da população fixa ou o que denominam como população flutuante, em que se caracteriza nas pessoas que residem temporariamente em uma determinada localidade para fins econômicos, sociais ou políticos (FILHO, 2009). Porém mesmo com a queda populacional em 2010, nos anos posteriores houve um aumento considerável, até que em 2013 a população cresceu subitamente, 21.103 pessoas se instalaram no município, esse aumento pode congestionar alguns setores e serviços públicos, como o abastecimento de água e na gestão de políticas públicas.

Aliado com o estudo do crescimento populacional entre os anos de 2007 e 2016 é preciso observar o consumo de água utilizado por essa população. Segundo Filho (2009), o abastecimento de água para a população com a finalidade de ser satisfatório deve ter como princípios a quantidade e qualidade desse recurso hídrico, em quantidade de modo que atenda todas as necessidades de consumo e em qualidade adequada as finalidades que se destina. Entre os fatores que influenciam no consumo de acordo com Tsutiya (2006) têm-se que os principais são: o desenvolvimento da cidade, as condições climáticas, os hábitos e o nível de vida da população, o preço da água e as características do sistema de abastecimento. Desse modo, a cidade de Vitória da Conquista possui todos esses fatores que determinam o consumo de sua população, conforme a tabela 2.

Tabela 2. Consumo de água da população de Vitória da Conquista/BA entre os anos de 2007 e 2016 - Fonte: AGUIAR, 2017.

ANO	CONSUMO POPULACIONAL/RESIDENCIAL	ANO	CONSUMO POPULACIONAL/RESIDENCIAL
2007	9.785.465	2012	10.067.910
2008	10.302.829	2013	9.788.878
2009	10.359.755	2014	10.452.648
2010	10.409.305	2015	10.701.660
2011	10.243.364	2016	10.202.427

A partir desses dados apresentados na tabela 1 e 2, foram empregadas as metodologias do estudo. A média geométrica da taxa de crescimento da população (r) obteve um valor de 0.0871008591, a eq.(2) foi ajustada para o município de Vitória da Conquista tornando-se a eq.(4), estimando a população do município até o ano de 2027.

$$P(t) = (415000 \times 2.435515783 \times e^{0.087100859t}) / (1 + 2.435515783 \times e^{0.087100859t}) \quad \text{equação (4)}$$

Dessa maneira, tomou a população de 2007 como a inicial, ou seja, P(0), até a estimativa proposta em 2027, obtendo os resultados a seguir.

Tabela 3. Previsão do crescimento populacional em Vitória da Conquista/BA entre os anos de 2007 e 2027 – Fonte: Autor do trabalho.

ANO	POPULAÇÃO ESTIMADA (hab.)	ANO	POPULAÇÃO ESTIMADA (hab.)
2007	294.203	2018	358.528
2008	301.524	2019	362.645
2009	308.562	2020	366.501
2010	315.308	2021	370.109
2011	321.755	2022	373.479
2012	327.901	2023	376.623
2013	333.744	2024	379.550
2014	339.285	2025	382.274
2015	344.528	2026	384.805
2016	349.479	2027	393.162
2017	354.143		

Com os dados dessas estimativas é possível comparar a tabela 1 com a tabela 3, analisando as semelhanças entre a população real e a estimada, de acordo com a população limite estabelecida em 415.000 habitantes. É necessário ressaltar que as estimativas sobre o crescimento populacional sempre terá uma linearidade crescente em seus resultados, não prevendo incidências que podem ocorrer devido a diversos fatores externos, explicando assim, o fato de alguns anos estimados não estarem tão condizentes com a realidade.

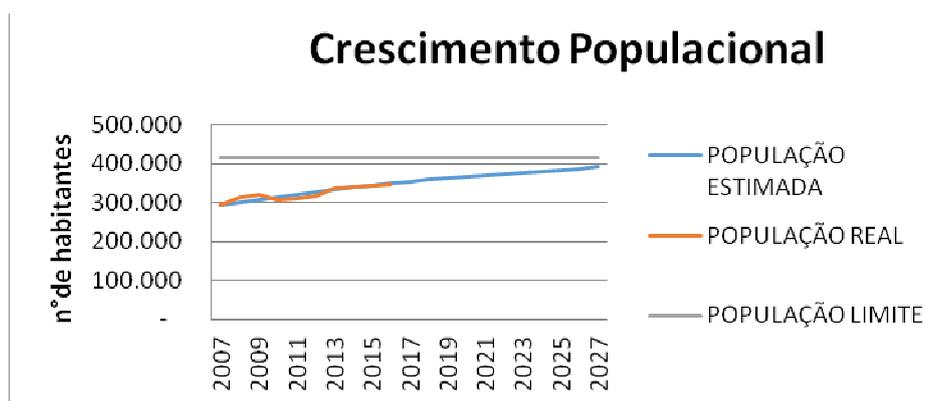


Figura 1: Comparação entre a população real e estimada, a partir do limite populacional. Fonte: Autor do trabalho.

Desse modo, observa-se a conformidade das duas curvas, nas quais no início se tornam um pouco discrepantes por causa da queda da população real em 2010, sendo que a população foi reestabelecida nos anos posteriores, nota-se que a previsão não se distancia do crescimento real e com o avanço dos anos estimados a linearidade do crescimento foi satisfatória, estando dentro do limite populacional estabelecido e com previsões proporcionais as características do município.

Em relação à previsão do consumo populacional, utilizou-se a população estimada entre os anos de 2007 e 2016 para obter a média geométrica da Quota Per Capita (QPC) com o valor de 87.92 (L/hab.dia), multiplicou-se essa taxa a todos os anos estimados entre 2007 e 2027. Nos quais obtiveram as previsões da tabela 4.

Tabela 4. Previsão do consumo populacional de Vitória da Conquista/BA entre os anos de 2007 e 2027 – Fonte: Autor do trabalho.

ANO	CONSUMO ESTIMADO (m ³)	ANO	CONSUMO ESTIMADO (m ³)
2007	9.311.804,71	2017	11.208.951,54
2008	9.543.524,35	2018	11.347.761,68
2009	9.766.281,05	2019	11.478.047,38
2010	9.979.789,94	2020	11.600.120,96
2011	10.183.856,38	2021	11.714.314,91
2012	10.378.370,87	2022	11.820.976,12
2013	10.563.302,84	2023	11.920.460,58
2014	10.738.693,66	2024	12.013.128,75
2015	10.904.649,06	2025	12.099.341,58
2016	11.061.331,34	2026	12.179.457,02
		2027	12.443.951,57

O consumo estimado em comparação com o consumo real sofreu divergências por conta do comportamento do volume de água retirado em Vitória da Conquista ser instável, o volume disponível nas barragens entre um ano e outro sofre variações significativas, isto ocorre devido sua geografia, clima e consumo. O consumo da população aliado com as condições climáticas são essenciais para determinar a disponibilidade hídrica no município, nos anos que ocorrem o desequilíbrio desses dois fatores sucede-se a medida preventiva de racionamento. Ao comparar a tabela 2 com a tabela 4, podem-se analisar essas características ilustradas na figura 2.

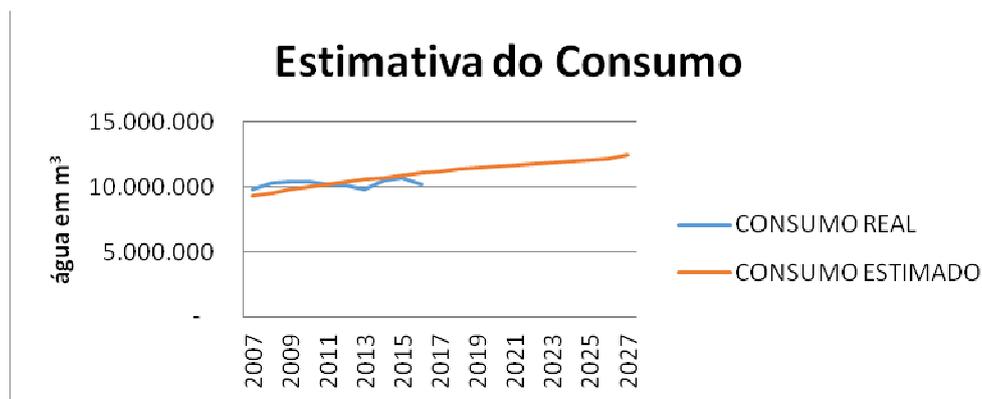


Figura 2: Comparação do consumo real com o estimado da população de Vitória da Conquista/BA. Fonte: Autor do trabalho.

Percebe-se a instabilidade do consumo real da população do município, que sempre está passando pelo racionamento hídrico, mostrando que apesar do crescimento da população (tabela 1) o seu consumo (tabela 2) não corresponde com o desenvolvimento da cidade, assim a população cresce, com uma média de consumo limitada, ocorrendo às medidas de prevenção para não resultar-se numa escassez nas barragens que abastecem o município e região. Já de acordo com as previsões do consumo, nas quais tem uma tendência de crescimento linear conforme sua população, o mesmo vai aumentando proporcionalmente a população estimada. Com isso, tornam-se necessárias medidas para que o abastecimento do município não seja prejudicado a partir do desenvolvimento e crescimento da população.

É necessário ressaltar que o município conta com diversos pontos de poços artesianos para o abastecimento de estruturas de grande porte, porém as previsões estão caracterizadas como se toda a população utilizasse somente água das barragens, mas apesar de uma parte da população utilizar água proveniente de poços artesianos, em sua maioria o consumo principal de água é advindo do sistema de abastecimento da cidade. Segundo a Agência Nacional de Águas

(ANA), num estudo feito em 2015, já apontava que o município necessitava de um novo manancial, pois o existente não atendia a demanda.

O reservatório da barragem de Água Fria I e II que abastecem o município não é suficiente perante o desenvolvimento econômico no município, que já passa por um racionamento hídrico. Nota-se que o município de Vitória da Conquista não possui uma disponibilidade hídrica estável, os fatores climáticos e capacidade da barragem são os mais significantes para tal instabilidade. O crescimento da cidade ainda é um fator que agrava esse balanço hídrico, pois a tendência do consumo é aumentar de acordo com a população, porém com o racionamento dos últimos anos, os índices de consumo entre 2007 e 2016 (tabela 2) são bem próximos, demonstra que mesmo com o crescimento, a população de Vitória da Conquista e região tem o consumo hídrico limitado.

Para que esse sistema entre o consumo populacional e a disponibilidade hídrica das barragens não entrem em colapso, é necessário buscar práticas preventivas para melhoria na gestão dos recursos hídricos, ações como a educação ambiental relacionada ao consumo consciente, práticas de reuso, tratamento e manejo de água, além da aplicabilidade dos princípios do direito ambiental e suas devidas sanções diante de irregularidades.

Contudo, após a realização das estimativas populacionais e QPC, é preciso enfatizar que para a elaboração de projeções obtêm-se resultados quantitativos, no caso em estudo a população de Vitória da Conquista e seu consumo, portanto os resultados obtidos podem estar ou não condizentes com a realidade atual, por conta das mudanças externas que podem ocorrer no município como a mobilidade urbana, a dinâmica econômica, as alterações ambientais no local, as transformações nos modos de vida da população, entre diversos outros (BOSCAGLIA, 2013). Esses fatores devem estar destacados no estudo, pois a projeção se forma a partir de cenários anteriores, podendo estes serem modificados conforme o avanço ou situação da sociedade futuramente.

CONCLUSÃO

Nas previsões tanto do crescimento quanto do consumo populacional os resultados das estimativas não foram discrepantes da realidade, isso pelo fato de que todos os cálculos e equações produzidos possuem dados reais entre os anos estabelecidos, assim interligando esses dados com as previsões. Como já ressaltado, as estimativas são apenas resultados quantitativos, portanto fatores sociais, ambientais ou políticos não são analisados no estudo, porém são previsíveis, nos quais podem modificar todo o comportamento da população, podendo todas as informações exibidas se tornarem incoerentes futuramente.

Constata-se que o crescimento populacional em Vitória da Conquista/BA nos próximos anos é perceptível, diante do desenvolvimento do município, porém a tendência do consumo é aumentar de acordo com a população, dessa forma é preciso que os gestores de políticas públicas busquem novos caminhos para a ampliação do abastecimento hídrico no município, como também conscientizem sua população sobre um consumo mais racional e adotando práticas de reuso da água.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ANA. Atlas Brasil: Abastecimento Urbano de Água. Disponível em: <http://atlas.ana.gov.br/Atlas/forms/analise/Geral.aspx?est=13#>. Acesso: 04 de Abril 2017.
2. AGUIAR, Álvaro Newman Vasconcelos. Dados sobre Água Fria II. [mensagem pessoal]. Mensagem recebida por <lais.barbo18@gmail.com> em 19 janeiro 2017.
3. BOSCAGLIA, F. Dinâmica Populacional e Consumo de Água na Serra-Es: panorama atual e cenário futuro. Dissertação de Mestrado. UFES Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, ES. 2013.
4. DATASUS. População residente: Bahia. Disponível em: <http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/tabcgi.exe?ibge/cnv/popba.defv>. Acesso: 04 Abril 2017.
5. HELLER, L.; PÁDUA, V. L. (Orgs.) Abastecimento de água para consumo humano. – Belo Horizonte: Editora UFMG, 2006.
6. IBGE. IBGE Estados – Bahia: Vitória da Conquista 2010. Disponível em: <http://cod.ibge.gov.br/1SX>. Acesso: 24 de Janeiro 2017.
7. JUNIOR, Jorge L. B. Análise da disponibilidade hídrica da bacia do rio Jundiá por meio de simulações hidrológicas de cenários prováveis. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP. 2014.

8. REVISTA OE. Desenvolvimento Urbano: Shopping em Vitória da Conquista (BA) usa forma deslizante para concretar laje. Revista O Empreiteiro, n° 529. 54p. Abr, 2014. Disponível em: <http://www.pmvc.ba.gov.br/wp-content/uploads/Shopping-Conquista-p%C3%A1gs-54-a-57-1.pdf>. Acesso: 04 Abril 2017.
9. SILVA, Wellitom T. P. da. Modelagem aplicada à determinação da quota per capita de água: Um instrumental para gestão de recursos hídricos no município de Cuiabá. Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, MT. 2008.
10. TSUTIYA, Milton T. Abastecimento de água. Milton T. Tsutiya. Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 3ª Ed. São Paulo. 2006.
11. FILHO, Carlos F.M. Abastecimento de água. Ed. Univ./UFCG. Campina Grande, PB. 2009.