

ANÁLISE DA DEMANDA HÍDRICA DE ABASTECIMENTO HUMANO EM UMA BACIA HIDROGRÁFICA ESTENDIDA

Jamila Alcoforado Mendonça de Lima¹
Luan Cardoso de Oliveira Pereira²
Mirella Leoncio Motta e Costa³
Cybelle Frazão Costa Braga⁴

RESUMO

A questão da água é uma temática que, atualmente, tem gerado bastante discussão no intuito de conseguir aprimorar a gestão da demanda hídrica nos estados brasileiros, principalmente, os localizados na região semiárida. Sendo assim, o presente artigo tem por objetivo investigar, minuciosamente, a dinâmica de demanda pelos usos da água, considerando o conceito de bacia estendida e refletindo sobre as alternativas de gestão da demanda humana de água. Foram observados os municípios inseridos nas bacias hidrográficas do rio Camaratuba, rio Mamanguape e rio Paraíba que sofrerão influência do Canal das Vertentes Litorâneas (Acauã-Araçagi) e calculados as demandas hídricas de abastecimento humano, urbano e rural, referentes ao ano de 2018, utilizando os métodos ANA1 e ANA2 para posterior análise e comparação dos resultados obtidos. Observou-se que devido as disparidades nos dados disponibilizados para a realização da demanda hídrica, houve, conseqüentemente, uma discrepância nos resultados obtidos entre ambas as metodologias adotadas pela ANA.

Palavras-chave: Recursos Hídricos, Bacia Hidrográfica, Abastecimento.

INTRODUÇÃO

A problemática da água é um tema que se deve ter bastante atenção e que tem repercutido diversas discussões pelo mundo. Sabe-se que o Brasil é detentor de grande potencial hídrico, no entanto, a sua distribuição não ocorre de forma igualitária para todos os Estados brasileiros. Segundo a Agência Nacional de Águas - ANA (2018) estima-se que a disponibilidade hídrica superficial no Brasil está em torno de 78.600 m³/s, porém, mais da metade deste valor corresponde à contribuição da Bacia Amazônica ao total do País.

De outro lado, a pressão da demanda hídrica cresce proporcionalmente ao aumento da população. O desenvolvimento socioeconômico, que está diretamente ligado ao uso da água através do abastecimento humano e demais usos, tem se expandido cada vez mais. Ademais, a

¹Graduanda do Curso de Gestão Ambiental do Instituto Federal da Paraíba-IFPB, jamilaalcoforado@gmail.com;

²Engenheiro Civil, graduando do Curso de Gestão Ambiental do Instituto Federal da Paraíba-IFPB, luancaoli@gmail.com;

³Doutora em Desenvolvimento e Meio Ambiente pela Universidade Federal da Paraíba-UFPB, mirella.costa@ifpb.edu.br.

⁴Professora orientadora: Doutora em Recursos Naturais pela Universidade Federal de Campina Grande-UFCG, professora do Curso de Gestão Ambiental do Instituto Federal da Paraíba-IFPB cybelle.braga@ifpb.edu.br;

(83) 3322.3222

demanda hídrica está relacionada aos aspectos climáticos, econômicos, sociais, populacionais, políticos, legais e até culturais, juntamente aos usuários de água, que estabelecem sua demanda em função da atividade e volume de água necessário para realizá-la.

Consequentemente, sabendo da pressão sobre os recursos hídricos, a oferta hídrica deve ficar cada vez mais difícil e onerosa na busca de se ter segurança hídrica para o desenvolvimento socioeconômico. E para aumentar essa oferta, vem se adotando as transposições de águas entre bacias. Contudo, grandes obras de transferência de recursos hídricos de uma bacia para outra contígua ou não, estabelecem relação entre os usuários das bacias doadoras e receptoras, consequentemente a alocação da água deve ser feita considerada a bacia como um todo (bacia doadora + bacia receptora), aqui chamada de bacia estendida. Assim, os conflitos de recursos hídricos também devem ser analisados considerando este conceito.

O presente artigo propõe analisar a dinâmica de demanda pelo uso de abastecimento humano da água em uma bacia estendida, apresentando a estimativa de demanda de água na bacia estendida formada pelas bacias hidrográficas dos rios Paraíba, Mamanguape e Camaratuba, em função do Canal das Vertentes Litorâneas, no estado da Paraíba. Adotou-se as metodologias de estimativa das vazões associadas ao uso humano urbano e rural, contidas na Nota Técnica nº 56/2015/SPR (ANA, 2015) e no Manual de Usos Consuntivos da Água no Brasil (ANA, 2019), com a finalidade de realizar um comparativo entre os resultados.

Foram analisados os municípios inseridos nas bacias hidrográficas dos rios Camaratuba, Mamanguape e Paraíba e calculada a demanda hídrica para o uso de abastecimento humano urbano e rural. Os resultados obtidos evidenciam que a demanda de água é superior nas áreas urbanas dos municípios inseridos dentro das bacias hidrográficas em estudo em relação às áreas rurais. Porém, observou-se uma diferença entre as metodologias adotadas pela ANA, uma vez que os resultados das demandas de abastecimento humano urbano divergem para o mesmo ano de referência.

METODOLOGIA

O conceito de bacia estendida considera que a unidade de planejamento deve incorporar as bacias hidrográficas interligadas por obras de infraestrutura hídrica, a exemplo das transposições. A bacia estendida, que será objeto deste estudo, é formada pelas bacias hidrográficas dos rios Paraíba, Mamanguape e Camaratuba, que serão interligadas pelo Canal

Acauã-Araçagi (Vertentes Litorâneas). Dessa forma, é imperioso que se aborde a dinâmica dessa demanda de água em bacias interligadas por transposições. Essas bacias devem ser consideradas uma única unidade de planejamento, compostas pelas bacias doadoras e receptoras, a qual pode ser definida como bacia estendida.

✓ **Caracterização da área**

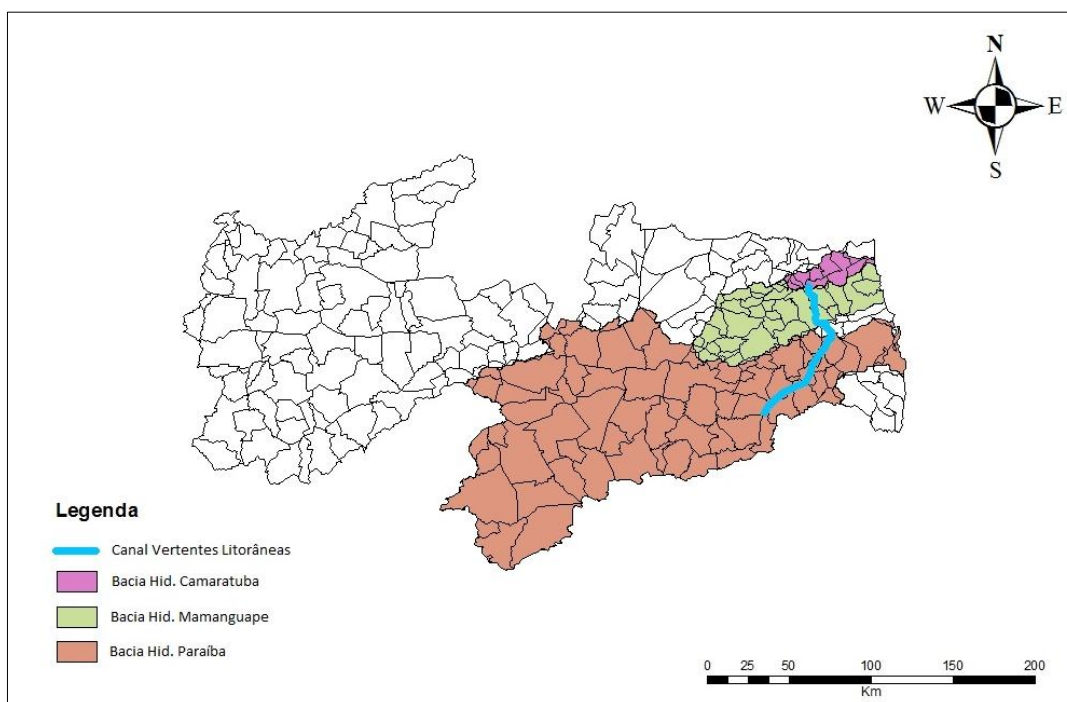
A área em estudo está localizada na Região Nordeste do Brasil, delimitada pelas coordenadas de latitude 6° 02' 12" e 8° 19' 18" S e longitude 34° 45' 45" O, ocupando parte do estado da Paraíba/PB. O Estado possui área territorial de 56.467,239 km² e uma população estimada de 4.018.127 de habitantes para o ano de 2019, com um total de 223 municípios (IBGE, 2019). Além disso, a Paraíba faz divisa com os estados do Pernambuco, Rio Grande do Norte e Ceará e apresenta a influência de onze bacias hidrográficas, através dos seguintes rios: rio Piranhas, rio Paraíba, rio Jacu, rio Curimataú, rio Camaratuba, rio Guaju, rio Mamanguape, rio Gramame, rio Miriri, rio Trairi e rio Abiaí.

A bacia estendida deste estudo analisou três bacias, são elas a bacia hidrográfica do rio Camaratuba, do rio Mamanguape e do rio Paraíba, sendo esta última composta pelas sub-bacias do baixo, médio, alto curso e rio Taperoá. Suas áreas totais são respectivamente: 637,6 km², 3.526,54 km² e 20.071,83 km², sendo esta última dividida em baixo curso com 3.925,4 km², médio curso com 3.760,65 km², alto curso com 6.717,39 km² e rio Taperoá com 5.666,38 km² (PERH-PB, 2006).

A extensão das referidas bacias abrange três das quatro mesorregiões do Estado, são eles: Borborema, Agreste Paraibano e Mata Paraibana.

Com o auxílio do software de Sistema de Informações Geográficas, foi elaborado um mapa temático com as referentes informações das bacias hidrográficas do rio Camaratuba, rio Mamanguape e rio Paraíba, juntamente com os municípios do estado da Paraíba, no intuito de delimitar a área da bacia em que cada município encontra-se localizada (**Mapa 1**).

Mapa 1 - Bacias hidrográficas dos rios Paraíba, Mamanguape e Camaratuba e o Canal Vertentes Litorâneas, no Estado da PB.



Fonte: GeoPortal AESA, 2019.

Em relação ao quantitativo de municípios localizados dentro dos limites de cada bacia e do Estado da Paraíba, identificou-se um total de 120, sendo estes distribuídos de forma total e parcial em uma, duas ou mais bacias hidrográficas.

Com isso, observou-se que destas 120 cidades, 99 possuem 100% de sua área total localizada dentro de apenas uma bacia hidrográfica, enquanto os demais fazem divisa com duas ou mais bacias. Foram identificados 4 municípios com área total pertencente à bacia do rio Camaratuba, 23 municípios com área total pertencente à bacia do rio Mamanguape e 72 municípios com área total pertencente à bacia do rio Paraíba.

Para os municípios que fazem borda com duas ou mais bacias hidrográficas, definiu-se que a bacia que prevaleceria para a realização do cálculo de demanda, seria a que a sede municipal se encontrasse localizada. Por conseguinte, admitiu-se o valor da população urbana somente quando a sede municipal pertencer à bacia calculada.

✓ **Estimativa de demanda**

Para a realização da estimativa de demanda hídrica para o abastecimento humano, foi necessária a elaboração da projeção das populações urbanas e rurais de cada município alocado dentro das bacias hidrográficas em estudo, para o ano de 2018. Tiveram-se como base

os censos geográficos dos anos de 2000 e 2010, realizados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, através do Método Matemático Aritmético (Progressão Aritmética), que detém da seguinte formulação: $P_t = P_l + K_a(t-t_l)$, onde:

- P_t é a população estimada no ano t (hab);
- P_l é a população no ano t_l ;
- K_a é a taxa de crescimento em função do tempo;
- t é o ano da estimativa; e
- t_l é o último ano de referência adotado nos dados;

Para a taxa de crescimento, foi necessário realizar o seguinte cálculo: $K_a = (P_l - P_0)/(t_l - t_0)$, onde:

- P_0 é a população no ano t_0 (hab);
- P_l é a população no ano t_l (hab); e
- t_0 é o ano inicial de referência para os dados adotados.

Posteriormente, foi realizado o cálculo da demanda hídrica do abastecimento humano dos municípios estudados, embasando-se nas populações estimadas de cada um e na metodologia de estimativa de vazões associadas ao uso humano urbano e rural, atribuídas na Nota Técnica nº 56/2015/SPR (ANA, 2015) e no Manual de Usos Consuntivos da Água no Brasil (ANA, 2019), aqui descritos como Método ANA1 e ANA2, respectivamente. O cálculo foi realizado da seguinte forma: $Q = [(P*q)/86.400]$, onde:

- Q é a vazão demandada em (L/s);
- P é a população (hab);
- q é a demanda per capita (L/hab.dia); e
- 86.400 são os segundos contidos em um dia.

Nos cálculos para o Método ANA1, os valores de uso médio per capita (L/hab.dia) adotados são apresentados na **Tabela 1**, onde os valores atribuídos foram: 222,2 para os municípios com população até cinco mil habitantes; 238,6 para os municípios com população de cinco mil a trinta e cinco mil habitantes; 266,1 para os municípios com população de trinta e cinco mil a setenta e cinco mil habitantes; e 262,3 para os municípios com população maior que setenta e cinco mil habitantes.

Tabela 1 – Valores per capita do uso da água.

UF	Índice de Perdas (SNIS 2013)	Demanda Per Capita (L/hab.dia)			
		<5000 habitantes*	5.000 a 35.000 habitantes*	35.000 a 75.000 habitantes*	>75.000 habitantes*
PB	38,6	222,2	238,6	266,1	262,3

*Os valores de habitantes se referem apenas à população urbana.

Fonte: Adaptado da ANA, 2015.

Já nos cálculos para o Método ANA2, os valores de uso médio per capita (L/hab.dia) adotados são apresentados na **Tabela 2**, onde os valores atribuídos foram: 87 para os municípios com população menor e/ou igual a cinco mil habitantes; 87 para os municípios com população maior que cinco mil e menor e/ou igual a trinta e cinco mil habitantes; 95 para os municípios com população maior que trinta e cinco mil e menor e/ou igual a setenta e cinco mil habitantes; e 112 para os municípios com população maior que setenta e cinco mil habitantes.

Tabela 2 – Demanda per capita por quantitativo de população.

Grupo	Demanda Per capita (L/hab.dia)			
	≤ 5000	> 5000 e ≤ 35000	> 35000 e ≤ 75000	> 75000
2*	87	87	95	112

*Grupo 2: AL, BA, CE, PB, PE, PI, RN e SE.

Fonte: Adaptado da ANA, 2019.

Para o Método ANA2, foi necessário calcular também as perdas para a finalização do cálculo de demanda per capita (**Tabela 3**), através do seguinte cálculo: $D = [Q*(1+q)/86.400]$, onde:

- D é a demanda hídrica em (L/s);
- Q é a vazão demandada em (L/s);
- q é o valor adotado de perdas (%); e
- 86.400 são os segundos contidos em um dia.

Tabela 3 – Adoção do coeficiente para o cálculo de perdas por quantitativo de população.

População urbana (habitantes)	≤ 5000	> 5000 e ≤ 35000	> 35000 e ≤ 75000	> 75000
Perdas (%)	0,37	0,36	0,39	0,50

Fonte: Adaptado da ANA, 2019.

DEMANDA HÍDRICA NO BRASIL E NA PARAÍBA

A caracterização do uso da água é de fundamental importância para se desenvolver as políticas de gestão de recursos hídricos, no âmbito da Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, que instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos.

A região de estudo deste trabalho de pesquisa situa-se na Região Hidrográfica Atlântico Nordeste Oriental. Esta região é considerada umas das regiões mais críticas do Brasil, devido a sua localização no clima do Semiárido Brasileiro. A baixa disponibilidade hídrica oriundas nesta Região, provém de seus baixos índices de precipitação, irregularidade do seu regime e das temperaturas elevadas durante quase todo o ano (ANA, 2018).

A ANA (2018) nos informa que em 2017, aproximadamente, 38 milhões de pessoas foram afetadas por secas e estiagens no Brasil, superando a quantidade de casos de cheia no país. No entanto, constatou-se que 80% destas pessoas vivem na Região Nordeste.

De acordo ainda com a ANA (2018), a utilização da água classifica-se em três tipos: retirada, consumo e retorno, onde a retirada equivale à água total captada para um uso, o retorno à parte da água retirada para um determinado uso que retorna para os corpos hídricos e o consumo à água retirada que não retorna de forma direta aos corpos hídricos.

Estima-se que em relação ao uso de abastecimento humano urbano e rural, cerca de 25,5% seja referente a média do total de retirada de água no Brasil e 11% referente a média do total de consumo brasileiro (ANA, 2018).

No Estado da Paraíba, da mesma forma da Lei 9.433/97, agora em âmbito estadual a Lei nº 6.308, de 2 de julho de 1996, detém de exigências para o suprimento de água atual e futuro. É de suma importância que, apesar problemas econômicos ou financeiros que o venham acontecer, haja a garantia de disponibilidade e qualidade de água igual a 100% para a população.

Segundo a Nota Técnica nº 56/2015/SPR (ANA, 2015), a metodologia adotada para os cálculos de demandas hídricas para o uso de abastecimento humano, urbano e rural, inclui a

realização das projeções populacionais, levando em consideração os dados populacionais do IBGE e por valores de uso per capita máximo diário de consumo provenientes do ATLAS - Abastecimento de Água (ANA, 2010).

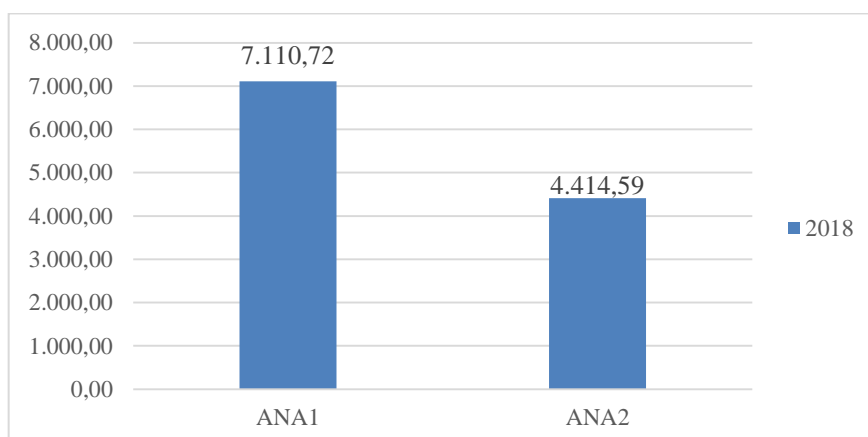
Por outro lado, o Manual de Usos Consuntivos da Água no Brasil (ANA, 2019) adota, assim como o método anterior, as projeções populacionais, porém com coeficientes técnicos de uso per capita urbanos obtidos a partir de cálculos com base em indicadores do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento - SNIS.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir dos resultados obtidos dos cálculos de demanda desta pesquisa, foi possível realizar uma análise das estimativas de demanda hídrica para o uso de abastecimento humano, urbano e rural, para o ano de 2018, comparando as duas metodologias aplicadas.

No **Gráfico 1**, pode-se observar que a comparação entre os resultados apresenta uma diferença significativa em relação a demanda total. A estimativa de demanda para abastecimento humano para o ano de 2018 pelo Método ANA1 foi de 7.110,72 litros/segundos (L/s), correspondendo a um valor 37,9% superior ao resultado do cálculo de demanda realizado pelo Método ANA2, que resultou em 4.414,59 L/s, uma diferença de 2.696,13 L/s.

Gráfico 1 – Demanda hídrica para abastecimento humano total para o ano de 2018 (L/s).



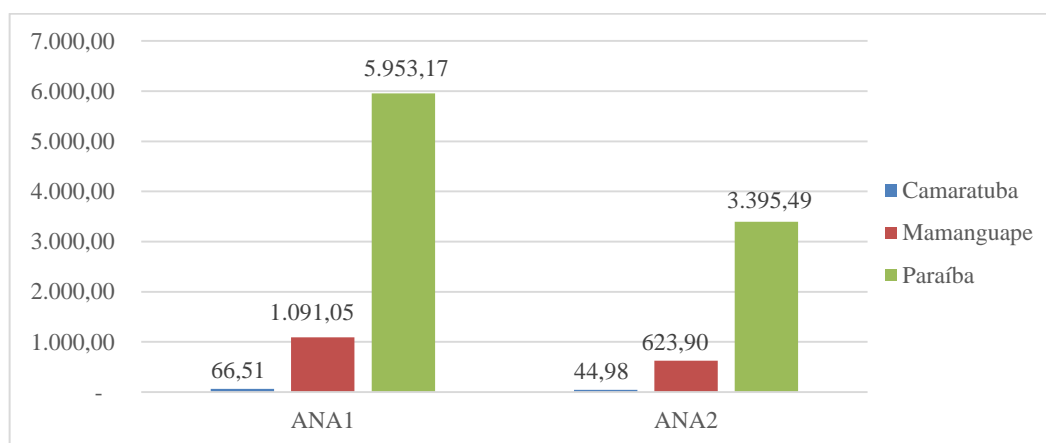
Fonte: Dados da pesquisa, 2019.

Vale salientar que, a diferença dos valores aqui encontrados, está relacionada às considerações feitas para o desenvolvimento de cada metodologia, visto que com o avanço

das pesquisas sobre o uso da água no Brasil, aprimoram-se as informações sobre uso per capita. Além disso, é importante esclarecer que a demanda hídrica, seja ela per capita ou total, varia de acordo com diversos fatores, como as condições econômicas e o tempo.

Enquanto isso, o **Gráfico 2** nos mostra a relação da demanda dos municípios inseridos no conceito de bacia estendida deste estudo. Identifica-se que a maior demanda hídrica tem predominância na bacia do rio Paraíba, seguida da bacia do rio Mamanguape e rio Camaratuba. Nos resultados desta pesquisa, constata-se que os consumos para as bacias hidrográficas Camaratuba, Mamanguape e Paraíba, pelo Método ANA1, são respectivamente: 66,51; 1.091,05 e 5.953,17 L/s. Pelo Método ANA2 têm-se as seguintes demandas por bacia: 44,98; 623,90 e 3.395,49 L/s.

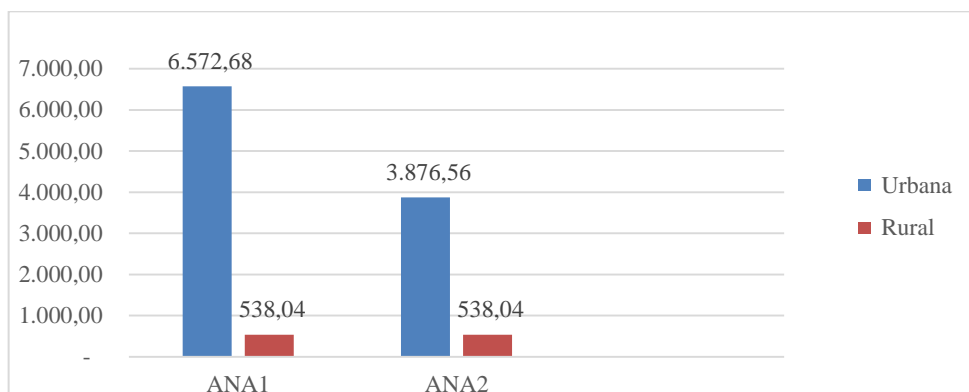
Gráfico 2 – Comparativo de demanda hídrica para abastecimento humano total na bacia estendida estudada (L/s).



Fonte: Dados da pesquisa, 2019.

A partir das projeções realizadas pôde-se comparar também as estimativas de demandas urbana e rural da bacia estendida em estudo. Pode-se observar no **Gráfico 3** que de todos os 120 municípios estudados que estão inseridos nas bacias, a maior demanda hídrica tem predominância na área urbana, totalizando 92,4% para o Método ANA1 e 87,8% para o Método ANA2.

Gráfico 3 – Comparativo de demanda hídrica para abastecimento humano urbano e rural na bacia estendida estudada (L/s) para o ano de 2018.



Fonte: Dados da pesquisa, 2019.

Acredita-se que o motivo para esta maior incidência deva-se à localização de alguns dos municípios do estado que detém maior população, a exemplo da cidade de João Pessoa, capital do Estado e Campina Grande, que respectivamente têm 809.015 e 409.731 habitantes (IBGE, 2019). Vale ressaltar, que nos resultados desta pesquisa o município de João Pessoa destacou-se entre os demais por possuir a maior demanda hídrica para abastecimento humano, obtendo 2.438,33 L/s e 1.041,15 L/s no ano de 2018, para os Métodos ANA1 e ANA2, respectivamente.

Ainda analisando o **Gráfico 3**, observa-se que a diferença entre as estimativas de demanda totais para a bacia estendida pelos dois métodos, se dá unicamente pela diferença entre as demandas urbanas que variam devido os valores de coeficientes per capita e perdas adotados, presentes nas **Tabelas 1, 2 e 3**. Isso, porque, para o cálculo da demanda rural, tanto o método apresentado por ANA (2015) quanto por ANA (2019) consideram o coeficiente per capita rural como sendo único e igual a 100 L/s para o Estado da Paraíba.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em síntese, as análises dos cálculos de demanda hídrica realizados evidenciam que há uma grande discrepância entre ambas as metodologias adotadas pela ANA, uma vez que os valores de demanda de abastecimento urbano diferem consideravelmente para o mesmo ano de referência.

É pertinente dizer que as dificuldades encontradas para a concretização deste trabalho, foram devidas a disponibilização de dados distintos entre si. Acredita-se que isto deva-se a

complexidade em se estimar valores precisos de coeficientes per capita, uma vez que, tais valores variam com a realidade de cada localidade e não apenas com o tamanho das populações. Vale salientar, que é de suma importância que haja periodicidade na atualização dos dados disponibilizados para a sociedade.

Para ampliação da oferta, destaca-se a busca de novas alternativas como a construção de canais e transposições de interligação de bacias. Mas deve-se ressaltar que para a gestão essas bacias interligadas devem ser analisadas como uma única bacia, aqui chamada de bacia estendida, uma vez que problemas na bacia doadora podem interferir na bacia receptora e vice-versa, como também o balanço hídrico na bacia doadora deve considerar a demanda hídrica da bacia receptora.

A demanda hídrica pode ser reduzida com a adoção de ações de gestão da demanda de água, como o uso de equipamento poupadores, torneiras automáticas e métodos de irrigação mais eficientes, como microaspersão e gotejamento

Contudo, ainda se faz necessário a continuidade dos estudos para avaliar o comportamento da demanda desses e demais usuários de água e a sociedade.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao apoio financeiro do Instituto Federal da Paraíba, através do Edital Interconecta/2019.

REFERÊNCIAS

ANA. Agência Nacional de Águas. ATLAS - Abastecimento de Água. ANA, 2010.

ANA. Agência Nacional de Águas. **Nota Técnica nº 56/2015/SPR**. ANA, 2015.

ANA. Agência Nacional de Águas. **Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil 2018: informe anual**. Brasília: ANA, 2018. Disponível em: <<http://conjuntura.ana.gov.br/gestaoagua>>. Acesso em 29 de ago de 2019.

ANA. Agência Nacional de Águas. **Manual de Usos Consultivos da Água no Brasil**. Ministério do Desenvolvimento Regional (MDR). Superintendência de Planejamento de Recursos Hídricos (SPR). Brasília - DF. 2019. 74p. Disponível em: <http://www.snirh.gov.br/portaL/snirh/centrais-de-conteudos/central-de-publicacoes/ana_manual_de_usos_consultivos_da_agua_no_brasil.pdf/view>. Acesso em maio de 2019.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo demográfico de 2000 e 2010**. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/pt/inicio.html>> Acesso em jun de 2019.

OLIVEIRA, M. M. **Canal da Vertente Litorânea no Estado da Paraíba: Agente de mudanças e conflitos**. 2014. 53 f. Monografia (Bacharelado em Geografia) - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2014.

PARAÍBA (Estado). AESA-PB. **Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba**. GeoPortal AESA. Disponível em: <<http://geoserver.aesa.pb.gov.br/geoprocessamento/geoportal/index.php>>. Acesso em maio de 2019.

_____. GOVERNO DO ESTADO DA PARAÍBA. Secretaria de Estado da Ciência e Tecnologia e do Meio Ambiente – SECTMA. PERH-PB: **Plano Estadual de Recursos Hídricos: resumo executivo & atlas** / Governo do Estado da Paraíba; Secretaria de Estado da Ciência e Tecnologia e do Meio Ambiente, SECTMA; Agência Executiva de Gestão de Águas do Estado da Paraíba, AESA. – Brasília, DF: Consórcio TC/BR – Concremat, 2006.