

## ANÁLISE DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DA CIDADE DE BEBEDOURO (SP): CORRELAÇÃO ENTRE AS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E LOCACIONAIS DOS LOTES E A DEMANDA POR ÁGUA

Flávia Cristina Gaspar (\*), Erich Kellner

\* Universidade Federal de São Carlos, Campus – São Carlos, e-mail: [fcristinagaspar@gmail.com](mailto:fcristinagaspar@gmail.com)

### RESUMO

O abastecimento de água preocupa os gestores e a população, pela a disponibilidade e qualidade a ser oferecida. De recurso natural, a água é provavelmente um recurso de abastecimento humano prioritário. O aumento do consumo de água e a maior demanda de água, associado ao crescimento populacional, industrialização e a urbanização, está esgotando esse recurso hídrico em todo o mundo. O consumo de água está intimamente ligado às condições socioeconômicas da população e, contudo, o seu poder aquisitivo em relação a água tratada. A previsão da demanda por água em uma cidade é uma das grandes preocupações dos gestores de saneamento. A adoção de consumos per capita únicos para mesma cidade pode gerar sérias distorções, quantitativas e financeiras. O clima, o nível socioeconômico, a topografia da região atendida, a população abastecida, o tipo e consumidor, entre outros fatores, podem influenciar a demanda por água. Uma vez que a demanda pelo consumo de água varia de acordo com o clima e a renda da população, entre outros fatores, a estimativa do consumo médio efetivo de cada região passa a ser uma importante ferramenta para os gestores e projetistas da área de saneamento, uma vez que se permite avaliar as demandas futuras com maior exatidão. Nesse sentido, o presente trabalho procurou contribuir com as informações acerca sobre a análise do sistema de abastecimento de água, no município de Bebedouro-SP, abordando o consumo de água. Foram analisadas 63 regiões urbanas que formam a cidade de Bebedouro (SP), Brasil através do órgão responsável pelo saneamento básico de Bebedouro SAAEB Serviço Autônomo de Água e Esgotos de Bebedouro, Prefeitura Municipal de Bebedouro, Sistema Nacional de Informação sobre o Saneamento (SNIS). Foram observadas as características sócio econômicas da população, a taxa de ocupação, rendimento médio mensal domiciliar e o consumo médio per capita de água.

**PALAVRAS-CHAVE:** Sistema de abastecimento de água. Consumo de água. Demanda por água potável

### INTRODUÇÃO

O abastecimento de água preocupa os gestores e a população, pela a disponibilidade e qualidade a ser oferecida. A água é provavelmente um recurso exclusivo para o abastecimento humano prioritário o aumento do consumo de água e a maior demanda de água, associado ao crescimento populacional, industrialização e a urbanização, está esgotando esse recurso hídrico em todo o mundo. O desenvolvimento das cidades resulta das necessidades de adaptações nas diversas atividades humanas e na infraestrutura onde corresponde as modificações quantitativas e qualitativas.

O crescimento populacional está relacionado ao planejamento urbano, dessa forma gera impactos nas cidades e nas pessoas que não estão preparadas para tal ocorrência. A desorganização pela ausência de planejamento urbano, políticas públicas decorrentes de falta de recursos aplicados adequadamente, traz agravantes na infraestrutura, como o crescimento da demanda de moradias, sendo estas adequadas e inadequadas (favelas), sobrecarregando o sistema de abastecimento de água e esgoto.

Evidenciando situações precárias a cerca que se expõe a população brasileira em níveis de saneamento básico, é promulgada em 2007 a lei ao saneamento básico, a Lei 11. 445, de 5 de janeiro de 2007, estabelecendo que saneamento básico compreende abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos e drenagem e manejo das águas pluviais. A previsão da demanda por água em uma cidade é uma das grandes preocupações dos gestores de saneamento.

Na ampliação dos sistemas de abastecimento de água visando a elevar o espectro da população abastecida é fundamental uma estimativa acerca do consumo residencial *per capita* ou na estimativa de vazão de demanda para implantação. Entre os principais fatores intervenientes do consumo domiciliar encontramos na literatura técnica o valor da tarifa, clima, percentual de hidrometração, qualidade da água e pressões dinâmicas e estáticas na rede de distribuição. As características socioeconômicas da população a ser abastecida podem adquirir papel de relevância (DIAS; MARTINEZ e LIBANIO, 2010).

O consumo de água está intimamente ligado às condições socioeconômicas da população e, contudo, o seu poder aquisitivo em relação a água tratada. Essa correlação considera as condições socioeconômicas da população abastecida e a política tarifária realizada pela concessionária responsável pelo abastecimento de água.

## OBJETIVOS

O objetivo da pesquisa foi analisar a correlação entre a demanda por água potável, as características físicas, locais na área urbana cidade de Bebedouro (SP), caracterizadas pelas regiões demográficas definidas pelo IBGE e estabelecer relação do consumo de água com outros fatores.

## METODOLOGIA

O município de Bebedouro localiza-se na região norte do estado de São Paulo, está situado na sub bacia hidrográfica do Baixo Pardo/Grande. Possui 683,192 km<sup>2</sup> de território, limita-se ao norte com Colina; ao leste com Terra Roxa, Viradouro e Pitangueiras, ao sul com Taquaral, Taiúva, Taiacu, e Pirangi, e ao oeste com Monte Azul Paulista, Figura 1. A cidade possuía uma população em 2000 de 74.815 habitantes, em 2010 passou para 75.035 (IBGE, 2010) e estima-se que o município em 2018 possua uma população de 74.373 (FUNDAÇÃO SEADE, 2018).

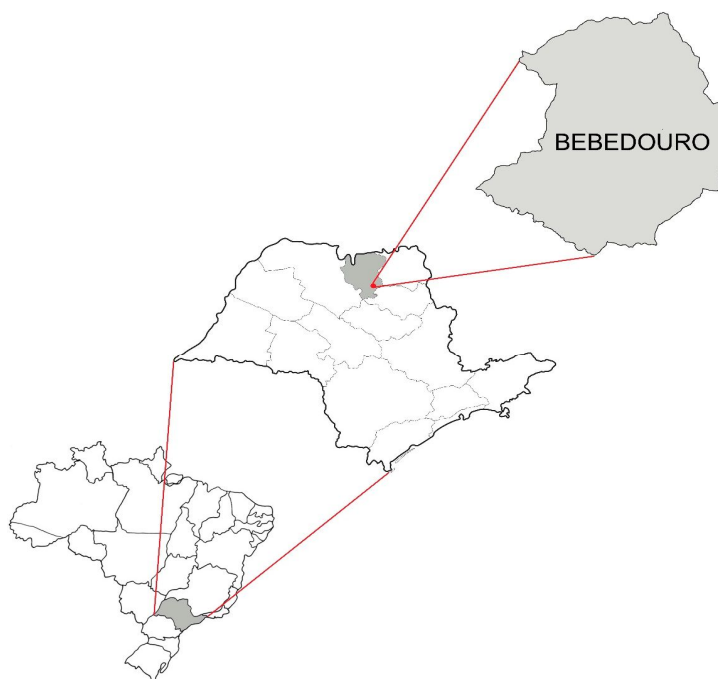


Figura 1: Localização do município de Bebedouro-SP.

Os dados referentes ao abastecimento de água da cidade foram obtidos com o órgão responsável o SAAEB, Prefeitura Municipal de Bebedouro, Sistema Nacional de Informação sobre o Saneamento (SNIS).

Os serviços públicos de esgotamento sanitário e abastecimento de água do município são prestados pelo SAAEB – Serviço Autônomo de Água e Esgotos de Bebedouro.

Foram estudadas para o presente trabalho os consumos de água de 63 bairros do município de Bebedouro-SP. Sendo estes bairros localizados como: 1-Centro, 2-Jardim Ciranda, 3-Jardim do Sonho, 4-Jardim São João, 5-Jardim São Sebastião, 6-Vila Novo Lar, 7- Vila Paula, 8-Jardim Nossa Senhora Aparecida, 9-Jardim Paraíso, 10-Residencial San Conrado, 11-Vila Cruzeiro, 12-Jardim Casa Grande, 13-Jardim Esplanada, 14-Jardim Talarico, 15-Jardim Marajá, 16-Jardim Júlia, 17-Jardim Alvorada, 18-Jardim Califórnia, 19-Vila Elizabeth, 20-Jardim Progresso, 21-Jardim Sanderson, 22-Jardim Canadá, 23-Parque Eldorado, 24-Jardim São Fernando, 25-Jardim Menino Deus I, 26-Jardim Menino Deus II, 27-Vila Aeroporto, 28-Jardim Claudia I, 29-Jardim Claudia II, 30-Residencial Vale do Sol, 31-Vila Santa Terezinha, 32-Chácaras Parati, 33-Residencial Parati I, 34-Residencial Parati II, 35-Jardim do Bosque, 36-Residencial Doutor Pedro Paschoal, 37-Residencial Rassim Dibe, 38-Estância Vila Verde, 39-Vila Irmã Antonieta Farani, 40-Jardim de Lúcia, 41-Jardim das Laranjeiras, 42-Dsitrito Industrial I, 43-Vila Alto do Sumaré, 44- Distrito Industrial II, 45-Jardim das Acácias, 46-Hercules Pereira Hortal, 47- Residencial Centenário, 48-Residencial Antonia Santaella, 49- Residencial Pedro Maia, 50-Pioneiro, 51-Residencial Bebedouro, 52-Residencial Souza Lima, 53-Vila Paulista, 54-Parque Residencial Irmãos Furquim, 55-Residencial São Francisco, 56-Residencial Franciscano, 57-Jardim Três Marias, 58-Residencial São Carlos, 59-Jardim Estoril, 60-Parque Residencial Santo Antonio, 61-Jardim Tropical, 62-Jardim União e 63-Vila Major Cicero de Carvalho, conforme ilustra a Figura 2.

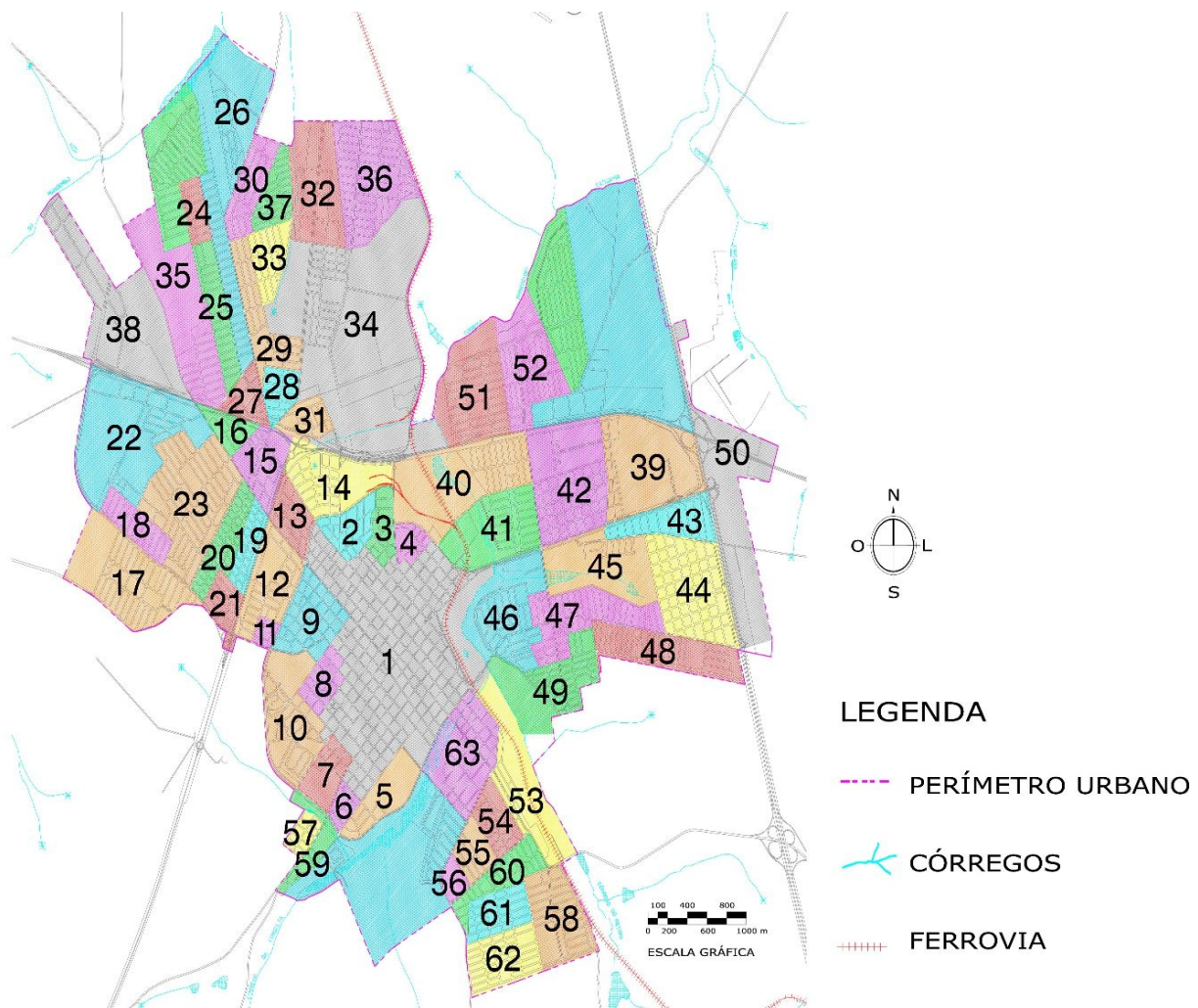


Figura 2: Localização dos Bairros do Município de Bebedouro-SP.

Foi realizado coleta de dados junto aos órgãos responsáveis o SAAEB, Prefeitura Municipal de Bebedouro, sendo fornecido o número de ligações ativas, distribuídas por bairro, referentes aos períodos de 2015, 2016 e 2017. O sistema de coleta e afastamento de esgotos do município foi projetado para ser um sistema separador absoluto, destinado a coletar e transportar as águas pluviais e águas residuárias em sistemas independentes. O sistema de abastecimento de água a saber conta com duas captações superficiais de água bruta, um poço profundo e 13 poços artesianos. Como consta na Figura 3.

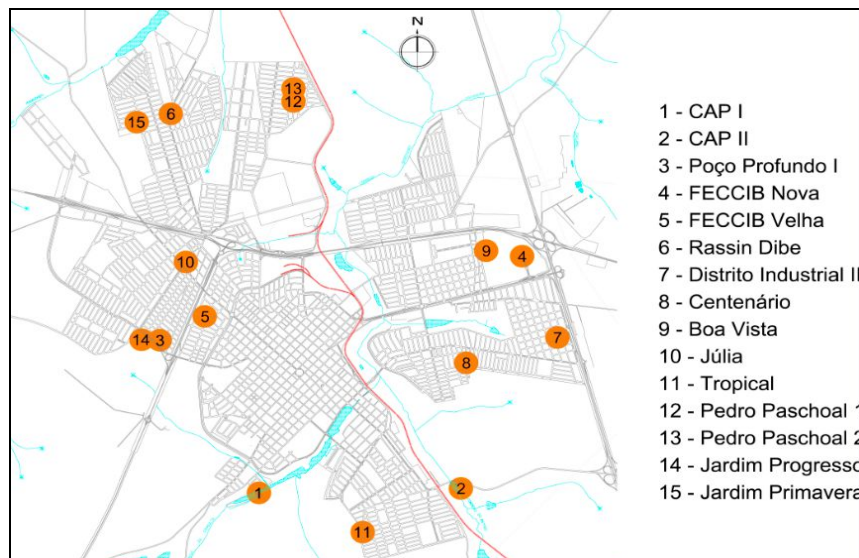


Figura 3. Localização dos pontos de produção de água na cidade de Bebedouro.

Para calcular a área ocupada do setor censitário (km<sup>2</sup>) 2010 o IBGE (2018), foi seguido o cálculo através da equação (01).

$$Densidade\ demográfica = \frac{População}{Área\ (km^2)} \quad Eq. (01)$$

Foram consideradas as variáveis para cada um dos setores censitários: população do setor censitário (PSC), área do setor censitário (ASC), número de domicílios (ND), rendimento nominal mensal dos domicílios (RNMD). De cada loteamento, foi determinado o número de lotes (NL), a área bruta do loteamento (ABL) e a área ocupada pelo setor censitário (AOSC).

Realizou-se a renda média mensal domiciliar (RMMD) calculada de acordo com a equação (02):

$$RMMD = \frac{RNMD}{ND} \quad Eq. (02)$$

Para estimar a população (P) de cada loteamento esta foi calculada segundo a equação (03):

$$P = \frac{\sum ABL}{AOSC} \cdot PSC \quad Eq. (03)$$

Para a densidade demográfica do setor censitário (DDSC) foi calculada pela equação (04):

$$DDSC = \frac{PSC}{AOSC} \quad Eq. (04)$$

Os bairros do município possuem zonas mistas, considerou-se que cada ligação ativa de água correspondia a um lote. Desta forma, calculou-se a taxa de ocupação (TO) dos loteamentos a partir da relação entre o número de ligações ativas (NLA) e o número de lotes (NL) do loteamento, conforme equação (05):

$$TO = \frac{NLA}{NL} \quad Eq. (05)$$

Para o período de 2015 a 2017 foi analisado o consumo médio de água para os loteamentos. Assim, a partir da população (P) de cada loteamento e do número de ligações ativas (NLA), determinou-se o número de habitantes por ligação (NHL), de acordo com a equação (06):

$$NHL = \frac{P}{NLA} \quad Eq. (06)$$

Desta forma, realizou-se análises entre a taxa de ocupação considerados superior a 50%, o consumo médio efetivo diário *per capita* (q<sub>c</sub>), renda média mensal domiciliar (RMMD), e número de habitantes por ligação ativa (NHL). Os dados foram digitados e agrupados e as equações forma calculadas através de planilhas do programa Microsoft Excel 2013 e após analisadas.

## RESULTADOS

Foram analisadas 63 regiões urbanas que formam a cidade de Bebedouro (SP), e com relação a população urbana o município de acordo com o IBGE (2018) e FUNDAÇÃO SEADE (2018) não se desenvolveu significativamente.

Para as análises entre as características físicas, sócio-econômicas e locacionais dos lotes e para a análise do consumo médio de água, foram analisados e considerados os loteamentos com taxa de ocupação de 50%. Ao analisar a taxa de ocupação de cada loteamento com TO ≥ 50%, deparou-se com 53 loteamentos. E ao refazer nova análise considerando TO ≥ 100%, obteve um resultado de 21 loteamentos. Sendo identificados na Tabela 1, a população (P), a taxa de ocupação (TO), rendimento médio mensal domiciliar (RMMD), número de domicílios (ND), número de ligações ativas (NLA) e número de habitantes por ligação (NHL).

**Tabela1. Características físicas, sócio-econômicas do loteamentos com taxa de ocupação  $\geq 100\%$**   
**Fonte: Adaptado IBGE, 2018.**

| Loteamentos                   | P<br>População | (TO)<br>Taxa de<br>Ocupação<br>(%) | (RMMD)<br>Rendimento<br>Médio<br>Mensal<br>Domiciliar<br>R\$ | (ND)<br>Número<br>de<br>Domicí-<br>lios | (NLA)<br>Número de<br>Ligações<br>Ativas | (NHL)<br>Número de<br>Habitantes<br>por<br>Ligaçã |
|-------------------------------|----------------|------------------------------------|--|---|--|---|
| Centro                        | 8583           | 164                                | 3.694,84   | 3509                                    | 5883                                     | 164   |
| Jardim do Sonho               | 668            | 109                                | 2.625,88   | 166                                     | 184                                      | 109   |
| Vila Novo Lar                 | 479            | 426                                | 2.373,86   | 86                                      | 379                                      | 426   |
| Vila Cruzeiro                 | 461            | 116                                | 1.838,15   | 143                                     | 170                                      | 116   |
| Jardim Esplanada              | 390            | 229                                | 4.153,62   | 71                                      | 204                                      | 229   |
| Jardim Júlia                  | 190            | 112                                | 5.340,00   | 84                                      | 135                                      | 112   |
| Vila Elizabeth                | 929            | 166                                | 1.534,99   | 280                                     | 469                                      | 166   |
| Jardim Menino Deus I          | 1187           | 159                                | 1.878,76   | 373                                     | 635                                      | 159   |
| Jardim Cláudia I              | 1171           | 115                                | 1.898,79   | 353                                     | 405                                      | 115   |
| Jardim Cláudia II             | 2279           | 113                                | 1.863,20   | 581                                     | 658                                      | 113   |
| Residencial Rassim Dibe       | 1524           | 107                                | 1.602,97   | 416                                     | 445                                      | 107   |
| Distrito Industrial I         | 59             | 131                                | 1.215,11   | 49                                      | 68                                       | 131   |
| Jardim das Acácias            | 399            | 101                                | 1.502,37   | 108                                     | 115                                      | 101   |
| Residencial Centenário        | 3381           | 106                                | 2.087,85   | 1029                                    | 1092                                     | 106   |
| Residencial Antonia Santaella | 2553           | 109                                | 1.806,48   | 889                                     | 979                                      | 109   |
| Residencial Pedro Maia        | 985            | 104                                | 1.665,58   | 506                                     | 535                                      | 104   |
| Residencial Bebedouro         | 2303           | 109                                | 1.316,39   | 760                                     | 921                                      | 109   |
| Residencial Franciscano       | 506            | 281                                | 3.262,98   | 81                                      | 281                                      | 281   |
| Jardim Três Marias            | 580            | 120                                | 1.925,93   | 167                                     | 227                                      | 120   |
| Jardim Tropical               | 1678           | 110                                | 1.890,38   | 532                                     | 586                                      | 110   |
| Vila Major Cícero de Carvalho | 1394           | 145                                | 1.183,51   | 661                                     | 949                                      | 145   |

Em se tratando de taxa de ocupação esta é mais elevada em loteamentos de menor dimensão do terreno, por ser de moradia popular, sendo estes Vila Elizabeth, Jardim Cláudia I, Jardim Cláudia II, Residencial Rassim Dibe, Distrito Industrial I, Jardim das Acácias, Residencial Centenário, Residencial Bebedouro e o Residencial União.

A fim de se ter mais informações acerca do sistema de abastecimento de água foi realizado uma busca histórica no SNIS no período de 2003 a 2016, como mostra a Tabela 2. E é oportuno destacar que podem existir limitações associadas a essa análise, uma vez que estes dados estão baseados em informações disponibilizadas pelos prestadores de serviços ao SNIS, as quais podem não ser, necessariamente duvidosas.

**Tabela 2. Características de consumo médio per capita de água, volume e quantidade de água.**  
**Fonte: Adaptado SNIS, 2018.**

| Ano  | Consumo médio per capita de água l/hab.dia | Volume de Água                                   |  | Índice de perdas na distribuição (percentual) | Quantidade de ligações de água |        |                     | Extensão da rede (km) |
|------|--|--|--|---|--------------------------------|--------|---------------------|-----------------------|
|      |  | Produzido e Macromedido 1000m <sup>3</sup> / ano | Tratado em ETAs 1000m <sup>3</sup> / ano |   | Ativas+ Inativas               | Ativas | Ativas macromedidas |                       |
| 2003 | 247,90                                     | 11.812   | 10.126                                   | 44,4  | 22.600                         | 21.245 | 21.245              | -                     |
| 2004 | 251,90                                     | 11.147   | 9.974                                    | 39,7  | 23.882                         | 20.911 | 20.911              | -                     |
| 2005 | 227,00                                     | 11.851   | 10.156                                   | 48,4  | 27.080                         | 24.005 | 23.712              | 414                   |
| 2006 | 225,20                                     | 11.865   | 8.973                                    | 48,3  | 27.705                         | 24.357 | 24.357              | 418                   |
| 2007 | 199,50                                     | 10.048   | 8.525                                    | 45,4  | 27.978                         | 25.455 | 25.455              | 500                   |
| 2008 | 189,30                                     | 10.084   | 9.191                                    | 48,8  | 28.313                         | 25.900 | 25.900              | 500                   |
| 2009 | 183,90                                     | 10.275   | 9.383                                    | 51,3  | 28.530                         | 25.220 | 25.010              | 503                   |
| 2010 | 191,70                                     | 11.101   | 9.253                                    | 52,7  | 28.820                         | 25.733 | 25.469              | 507                   |
| 2011 | 199,80                                     | 11.323   | 9.285                                    | 51,7  | 29.609                         | 26.582 | 26.271              | 521                   |
| 2012 | 211,20                                     | 11.707   | 9.007                                    | 50,6  | 30.517                         | 27.002 | 26.683              | 521.2                 |
| 2013 | 215,85                                     | 11.991.86  | 9.291                                    | 49,9  | 31.121                         | 27.596 | 27.366              | 650                   |
| 2014 | 204,32                                     | 9.478.54   | 7.106                                    | 39,1  | 32.036                         | 28.298 | 28.206              | 680                   |
| 2015 | 194,30                                     | 9.288.17   | 8.110                                    | 48,4  | 32.609                         | 28.779 | 28.723              | 705                   |
| 2016 | 83,93                                      | 9.835  | 6.284                                    | 61,3  | 33.651                         | 29.714 | 29.679              | 716                   |

De acordo com as informações do SNIS (2018), a média do consumo médio per capita de água para o município corresponde a 202 l/hab/dia. Assim, observando os dados de índice de perdas na distribuição (percentual), nota-se que as perdas estão na média de 48,5% e devemos considerar que as perdas físicas no sistema de distribuição, são na ordem de 20% (TSUTIYA, 2006). Normalmente, o consumo per capita para uma cidade média fica entre 120-220 L/hab.dia (VON SPERLING, 2005). Contudo para Rodrigues, Bocardo e Fernández (2007) o consumo per capita é de 300 L/hab.dia. Cabe destacar que o município de Bebedouro é uma cidade média (entre 50.000 – 250.000 mil habitantes).

## CONCLUSÕES

As análises realizadas permitem afirmar que o consumo de água está intimamente relacionado com as condições socioeconômicas da população abastecida e, por conseguinte, o poder aquisitivo em relação à água. Após analisar os 63 bairros que formam a cidade de Bebedouro (SP), a taxa de ocupação (TO) é maior em loteamentos de moradia popular e com menor dimensão de área territorial. Pode-se afirmar que o município de Bebedouro está na média em relação ao consumo médio per capita, na ordem de 202 l/hab/dia, e está com os índices de perdas na distribuição alterados.

Diante do cenário atual é necessário que os gestores do SAAEB busquem soluções para diminuir os índices de perdas na distribuição percentual.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BRASIL. Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis nº 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036 de 11 de maio de 1990, 8.666 de 21 de junho de 1993, 8.987 de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei nº 6.528 de 11 de maio de 1978; e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 8 jan. 2001. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2007/Lei/L11445.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/Lei/L11445.htm)> Acesso em: 07 mar. 2017.
- DIAS, D. M. ; MARTINEZ, C. B.; LIBANIO, M. Avaliação do impacto da variação da renda no consumo domiciliar de água. Eng. Sanit. Ambient., Rio de Janeiro, v. 15, n. 2, p. 155-166, June 2010. Available from



- <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1413-41522010000200008&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-41522010000200008&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em 13 Jun. 2018. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-41522010000200008>.
3. FUNDAÇÃO SEADE. Perfil dos municípios paulistas. São Paulo, 2018. Disponível em: <<http://www.perfil.seade.gov.br/>>. Acesso em: 13 abr. 2018.
  4. IBGE. Base de Informações do Censo Demográfico 2010: Resultados do Universo por setor censitário. Rio de Janeiro, 2011. 201p.
  5. RODRÍGUEZ, J. J. S.; BOCARDO, J. R. P.; FERNÁNDEZ, I. C. Capítulo I - Generalidades. In: Centro de las Nuevas Tecnologías del Agua (CENTA). Manual de Tecnologías No Convencionales Para La Depuración de Aguas Residuales. Sevilla: Coria Gráfica, 2007. 104 p. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/publication/275949965\\_Manual\\_de\\_tecnologias\\_no\\_convencionales\\_para\\_la\\_depuracion\\_de\\_aguas\\_residuales\\_Generalidades](https://www.researchgate.net/publication/275949965_Manual_de_tecnologias_no_convencionales_para_la_depuracion_de_aguas_residuales_Generalidades)> Acesso em: 21 jun. 2016.
  6. TSUTIYA, M.T. Abastecimento de água. 1ª Edição, São Paulo, DHS/POLI – USP. 2006. 643p.
  7. VON SPERLING, M. Princípio de tratamento biológico de águas residuárias. 2 ed. Belo Horizonte: DESA-UFMG, 1996.