

PEGADA HÍDRICA DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DO MUNICÍPIO DE SÃO CARLOS – SP

DAIANE FERREIRA CAMPOS¹

¹ Programa de Pós Graduação em Engenharia Hidráulica e Saneamento, Escola de Engenharia de São Carlos / Universidade de São Paulo, Av. Trab. São Carlense, 400 - Centro, CEP 13566-590, São Carlos – SP, Brasil, email: daianecampos.eng@gmail.com

1 RESUMO

Os sistemas de saneamento estão entre os principais interconectores entre água e sociedade. Sendo perceptível que quanto maior a compreensão do recurso hídrico dentro do sistema, melhor será o gerenciamento. Seguindo esta dialética, sabe-se que o consumo de água vai além do que realmente é calculado, podendo ser analisado também, pela vertente de água virtual. Portanto, o objetivo deste trabalho é apresentar uma análise da água virtual do sistema de abastecimento de água do município de São Carlos no estado de São Paulo. Logo, a estimativa de água virtual do abastecimento urbano de água foi calculada segundo o Manual de Pegada Hídrica. Sendo utilizado os dados de vazões médias de água tratada e distribuída pelas duas unidades de tratamento de água disponibilizados pelo SAAE (Sistema Autônomo de Água e Esgoto) do município de São Carlos, em seguida foi calculado o volume de água evaporado pelo método de Penman. Após contabilizar, resultou que a pegada hídrica do sistema de abastecimento foi estimada em 22.860.960,64 m³ por ano, o que representa uma razão de 1,44 m³ entre a água virtual e a água real, de maneira que, a evaporação contribuiu com 2.320,0 m³ por ano e as perdas de distribuição representaram 7.795.587,57 m³/ano de água virtual.

Palavras-chave: Pegada Hídrica; Sistemas de Saneamento; Água Virtual.

CAMPOS, D. F.

WATER FOOTPRINT OF THE WATER SUPPLY SYSTEM OF SÃO CARLOS - SP

2 ABSTRACT

Sanitation systems are among the main interconnectors between water and society. It is noticeable that the greater the understanding of the water resource within the system, the better the management. Following this dialectic, water consumption goes beyond what is actually calculated and can also be analyzed by the virtual water aspect. Therefore, this work aims to present an analysis of the virtual water of the water supply system in the municipality of São Carlos in the state of São Paulo. Therefore, the estimate of virtual water for urban water supply was calculated according to the Water Footprint Manual. Using data from average water flows treated and distributed by the two water treatment units provided by SAAE-São Carlos, the evaporated water volume was then calculated using the Penman method. After accounting, it turned out that the water footprint of the supply system was estimated at 22,860,960.64 m³ per year, which represents a ratio of 1.44 between virtual water

and real water, so that evaporation contributed to 2,320.0 m³ per year and distribution losses represented 7,795,587.57 m³/year of virtual water.

Keywords: Water Footprint; Sanitation Systems; Virtual Water.

3 INTRODUÇÃO

Dentro da conjuntura atual, os sistemas de saneamento estão entre os principais interlocutores entre água e sociedade, sendo responsáveis principalmente pelo abastecimento hídrico e coleta de esgoto, cuja cobertura nos municípios brasileiros, é capaz de retratar parte da relação socioambiental do país. Visto que 83,6% da população brasileira tem acesso a água tratada por um sistema de saneamento, mas apenas 51,4% possui coleta de esgoto (BRASIL, 2018).

Logo, é perceptível que quanto maior a compreensão do recurso hídrico dentro de um sistema prestador de serviço à sociedade, melhor será o gerenciamento. Seguindo esta dialética, sabe-se que o consumo de água vai além do que realmente é calculado, podendo ser analisado também, pela vertente de água virtual.

Água virtual baseia-se no volume de água que é incorporada em uma variedade de processos e produtos que consumimos, onde sua presença frequentemente permanece oculta (EWING, 2011). O conceito de água virtual inclui o que foi consumido na produção e preparação, bem como, o que foi poluído e descartado, sendo calculada sob o conceito de pegada hídrica.

A pegada hídrica é analisada tanto sob a ótica do produtor como a do consumidor, pois seu cálculo é indicador de vulnerabilidade relativa. Bem como, sua comparação com a disponibilidade de recursos hídricos indica impactos com

medidas de adaptação e compensação (MENDIONDO, 2012).

Portanto, o objetivo deste trabalho é apresentar uma análise da água virtual do sistema de abastecimento de água do município de São Carlos no estado de São Paulo, com intuito de proporcionar uma ampla visão do recurso hídrico e consequentemente atuar como instrumento de gerenciamento e conscientização.

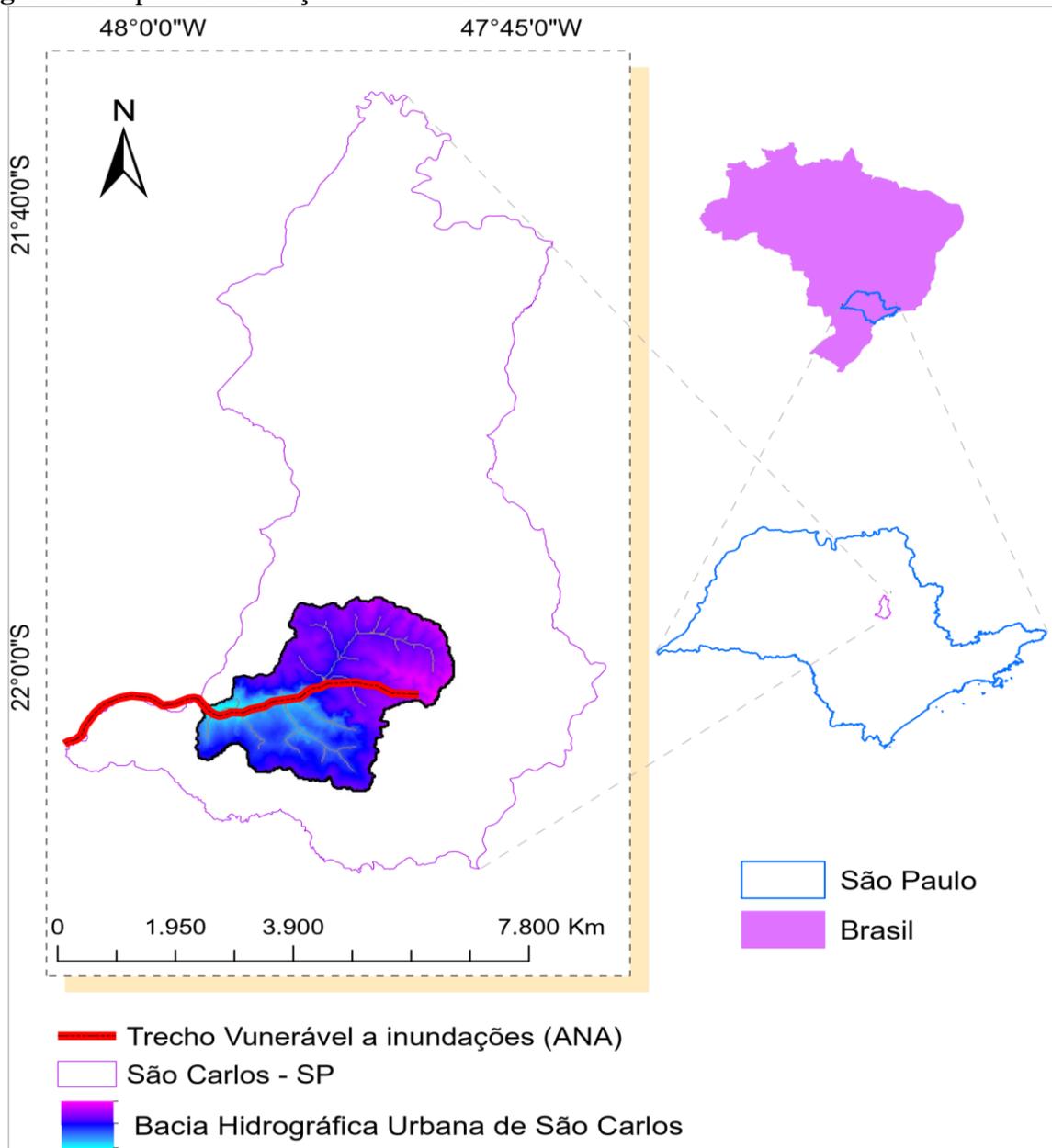
4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Área de Estudo

O município de São Carlos – SP está entre os paralelos 21°35' S e 22°10' S e meridianos 48°5' W e 47°42' W, no Centro-Leste do interior do estado de São Paulo, demonstrado na Figura 1. Possui extensão territorial de 1.136,907 km² e população estimada de 251.983 habitantes, sendo que 96,5% dos habitantes estão localizados na área urbana (IBGE, 2019).

De acordo com Koppen (1948) o clima da região é denominado como clima tropical de altitude, Cwa, caracterizado pelo clima temperado úmido com inverno seco e verão quente. Logo, o município de São Carlos possui precipitação média anual de 1361,6 mm e temperatura média anual de 21,5°C (EMBRAPA, 2020).

É importante destacar que o trecho da bacia urbana da cidade de São Carlos, mostrado na figura 1, é um dos trechos de vulnerabilidade a inundações do estado de São Paulo (AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS, 2014).

Figura 1. Mapa de localização de São Carlos.

O sistema de saneamento que atua no município é o Serviço Autônomo de Água e Esgoto - SAAE de São Carlos, cuja criação ocorreu em 26 de junho de 1969, por meio da lei 6.199, com personalidade jurídica própria e autonomia financeira e administrativa, para administrar os serviços de abastecimento de água e coleta de esgoto em todo o município (SÃO CARLOS, 2015).

4.2 Dados da Produção de Água

A vazão média de água tratada e distribuída pelas duas unidades de tratamento de água do município gerenciadas pelo Sistema Autônomo de Água e Esgoto (SAAE) de São Carlos foi obtida através de dados disponibilizados no site do próprio sistema de saneamento, onde, mais de 90% da produção ocorre na ETA Vila Pureza do tipo convencional, cujas águas são oriundas das captações do

Feijão e Monjolinho, enquanto, a outra parcela da produção ocorre na ETA CEAT (Centro Empresarial de Alta Tecnologia) do tipo dupla filtração rápida (SERVIÇO AUTÔNOMO DE ÁGUA E ESGOTO, 2020).

4.3 Cálculo da Água Virtual

A estimativa de água virtual do abastecimento urbano de água foi calculada baseado no Manual de Pegada Hídrica segundo Hoekstra et al. (2011), através da representação da água virtual pela pegada hídrica azul.

Logo, para estimar o volume de água virtual foi utilizado a equação 1, abaixo, onde foi acrescentado ao volume distribuído, a água utilizada e consumida ao longo da produção. Tais acréscimos foram 10% da produção, estimando esta proporção destinada a lavagem dos filtros e limpeza dos decantadores, bem como, 34,1% referente a média de perda na distribuição no estado de São Paulo de acordo o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento em Brasil (2018) e o volume de água evaporado nas etapas do tratamento de acordo o método de Penman (1956).

$$A_{virtual} = PH_{azul} = Q_{Pr} + Q_L + Q_p + Q_{ev} \quad (1)$$

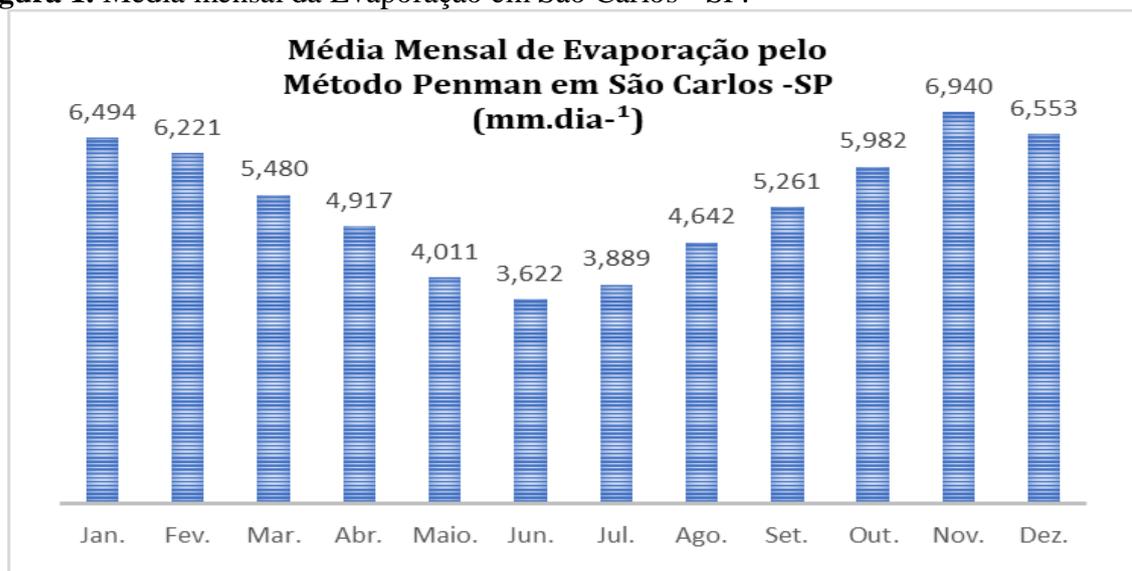
Onde, $A_{virtual}$ = Água Virtual; PH_{azul} = Pegada hídrica azul; Q_{Pr} = Volume de água produzido; Q_L = Volume de água utilizado com limpezas dos filtros e decantadores; Q_p = Volume de água perdido na distribuição; Q_{ev} = Volume de água evaporado no processo.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A vazão média de água produzida e distribuída no SAAE São Carlos é de 510 l/s, o que gera 15.863.040 m³ por ano destinado ao abastecimento urbano do município. Em contrapartida, a água virtual do sistema de abastecimento foi estimada em 22.860.960,64 m³ por ano, o que representa uma razão de 1,44 entre a água virtual e a água real.

Para compreender a influência climática, pode-se observar que a evaporação contribuiu com 2.320,0 m³ por ano no cálculo da pegada hídrica no município de São Carlos, onde a média mensal de evaporação pelo método de Penman (1956) é apresentado na Figura 2.

No entanto, as perdas de distribuição foi o fator de maior influência no cálculo da pegada hídrica, visto que, representaram 7.795.587,57 m³ por ano. Assim, os custos de produção da água podem estar indiretamente atrelados com a água virtual, visto que o preço da água está relacionado ao financiamento do setor de saneamento, para suprir necessidades com manutenção e infraestrutura, além de servir como mecanismo de alocação, instrumento de gerenciamento das demandas e aumento de produtividade (GELAIN, 2018). Logo, compreender a Pegada Hídrica do sistema pode permitir a aplicação de estratégias mitigadoras e conseqüentemente, acarretar aumento da produção vinculado a diminuição dos custos, bem como, proporcionar benefícios econômicos a sociedade.

Figura 1. Média mensal da Evaporação em São Carlos - SP.

Contudo, o cálculo da pegada hídrica não possui eficiência quando falta compreensão dos riscos dos ciclos, sendo necessário para um bom manejo de recursos ambientais e para dar solvência dos projetos (MENDIONDO, 2012).

A água virtual, bem como, o consumo e alocação da água de uma bacia possuem características próprias e variam de acordo com a cadeia de produtividade e a organização geográfica e temporal de cada região (BRUM, 2019). Portanto, a água virtual de um local ou processo produtivo não deve ser simplesmente comparada com a água virtual de outro, principalmente porque os custos de oportunidade e os impactos associados com cada uma das formas de consumo de água são diferentes (VIEIRA, 2015).

Além disto, é importante ressaltar, que a falta de avaliação da evolução temporal da pegada hídrica pode limitar importantes observações dentro de um setor e, conseqüentemente, impedir a identificação de possíveis causas da variação, ligadas ao clima, produtividade, gerenciamento ou manejo (REIS et al., 2020).

6 CONCLUSÕES

Sabendo que o consumo de água vai além do que realmente é contabilizado no hidrômetro, vale compreender o cenário do sistema de saneamento de São Carlos, em que a vazão média de água produzida e distribuída é de 510 l/s, o que gera 15.863.040 m³ por ano e a água virtual do sistema de abastecimento foi estimada em 22.860.960,64 m³ por ano, o que representa uma razão de 1,44 entre a água virtual e a água real. Sendo que a evaporação contribuiu com 2.320,0 m³ por ano no cálculo da pegada hídrica e as perdas de distribuição representaram 7.795.587,57 m³/ano. Logo, é fundamental compreender o volume de água incorporada no processo de abastecimento hídrico, principalmente, para possibilitar enxergar possíveis indicadores de melhorias do sistema, além de servir como instrumento de monitoramento e de comparações com situações futuras.

7 REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Atlas de Vulnerabilidade a Inundações**. Brasília, DF: ANA, 2014. il.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional. Secretaria Nacional de Saneamento. **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: 24º Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos**. Brasília, DF: SNS/MDR, 2018. il.

BRUM, A. K.; FRAINER, D. M.; SOUZA, C. C.; REIS NETO, J. F. Análise do fluxo de Água virtual: uma abordagem a partir da balança comercial de mato grosso do sul. **Interações**, Campo Grande, v. 20, n. 1, p. 297-313, mar. 2019. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.20435/inter.v0i0.1587>. Acesso em: 10 de jul. 2020

EMBRAPA. **Condições Meteorológicas**: Estação da Embrapa Pecuária Sudeste. São Carlos: Embrapa, 2020. Disponível em: <http://www.cppse.embrapa.br/meteorologia/index.php?pg=caracterizacao>. Acesso em: 10 jul. 2020.

EWING, J. J. Virtual water: tackling the threat to our planet's most precious resource, by Tony Allen. **Water International**, London, v. 36, n. 7, p. 948-950, 2011.

GELAIN, J. **Análise do custo-benefício da exportação de água virtual no setor agropecuário brasileiro**. Piracicaba: USP, 2018.

HOEKSTRA, A. Y.; CHAPAGAIN, A. K.; ALDAYA, M. M.; MEKONNEN, M. M. **The water footprint assessment manual**. 1. ed. London: Water Footprint Network, 2011.

IBGE. **Bahia**: Panorama. v. 4.4.13. Rio de Janeiro: IBGE, 2019. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ba>. Acesso em: 20 jul. 2020.

KOPPEN, W. **Climatologia**: con un estudio de los climas de la tierra. Mexico, DF: Fundo de Cultura Economica, 1948.

MENDIONDO, E. M. Se podes olhar, vê. Se podes ver, repara. **Revista Opiniões**, Ribeirão Preto, Op-CP-28, 2012. Disponível em: <https://florestal.revistaopinioes.com.br/revista/detalhes/8-se-podes-olhar-ve-se-podes-ver-repara-jose-saram/>. Acesso em: 9 jul. 2020.

PENMAN, H. L. Evaporation: an Introductory Survey. **Netherlands Journal of Agricultural Science**, Wageningen, v. 4, n. 1, p. 9-29, 1956.

REIS, A. S.; ANACHE, A. C.; AYACH, J. A.; MENDIONDO, E. M.; WENDLAND, E. C. Water footprint analysis of temporary crops produced in São Carlos (SP), Brazil. **RBRH**, Porto Alegre, v. 25, p. e33, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/2318-0331.252020200017>. Acesso em: 9 jul. 2020.

SERVIÇO AUTÔNOMO DE ÁGUA E ESGOTO. **Estações de Tratamento de Água**. São Carlos: SAAE, 2020. Disponível em: <https://www.saaesaocarlos.com.br/saaesc/index.php/agua/e-t-a-s>. Acesso em: 5 jul. 2020.

SÃO CARLOS. **Servidores Comemoram os 46 Anos do Saae São Carlos**. São Carlos: Prefeitura Municipal de São Carlos, 2015. Disponível em: <http://www.saocarlos.sp.gov.br/index.php/noticias-2015/168817-servidores-comemoram-os-46-anos-do-saae-sao-carlos.html>. Acesso em: 5 jul. 2020.

VIEIRA, B.; SOUSA JUNIOR, W. Contribuições Para Abordagem Municipal Da Pegada Hídrica: estudo de caso no litoral de São Paulo. **Ambiente & Sociedade**, São Paulo, v. 18, n. 3, p. 231-252, set. 2015. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/1809-4422asoc1145v1832015>. Acesso em: 9 jul. 2020.