

Avaliação da gestão do abastecimento e demanda de água da cidade de São Carlos sob a ótica da sustentabilidade hídrica

Sidnei Pereira da Silva
Universidade Federal de São Carlos - Brasil
sidneisa@gmail.com

Bernardo Arantes do Nascimento Teixeira
Universidade Federal de São Carlos - Brasil
bernardo@ufscar.br

ABSTRACT

The objective of this work was to evaluate the supply and demand for potable water in the city of São Carlos, for which the analysis of historical series of abstraction and consumption of water in the city was used as methodology. The apparent water abundance in which we live is an illusion and in this way the waste of this finite resource must be avoided, so that this is possible is necessary to reduce the losses of water treated by the distribution systems. Another important action to avoid waste is the implementation of greywater reuse systems, being possible to reuse up to 70% of the residential water in this process. In conjunction with the protection of water sources, reducing waste can maintain water quality and avoid unnecessary increase in abstraction due to population increase and consequent increase in demand. In São Carlos, almost half of the volume captured (43%) was wasted during the supply, mainly by leaks and clandestine connections. Residential consumption is responsible for 80%, almost 13 million m³/year, in the consumption of treated water in the municipality, with the implementation of reuse only in residences, about 70% of this consumption can be reduced. PLANSAB established a goal of reducing water losses for the Southeast Region to a level of 29% by 2033, if this value were applied in the municipality there would be an economy of approximately 5 million m³/year. With the reuse of greywater only in residences the treated water economy would be around 9 million m³/year. The city has been increasing its water catchment annually due to increased demand, with these resource saving actions such an increase could be avoided for a longer period.

Keywords: *Water supply and demand; Water catchment; Water Sustainability; Greywater reuse; Water losses.*

1. INTRODUÇÃO

Apesar da falsa ilusão de abundância de água no planeta, o recurso hídrico disponível para abastecimento urbano é finito, pois grande parte desse recurso não está disponível para consumo, sendo que aproximadamente 97% ou 1,3 bilhão de km³ são de água salgada e apenas 3% ou 42 milhões de km³ são de água doce. Desse volume de água doce, 33 milhões de km³ estão em forma de gelo nas calotas polares, restando como recurso hídrico apenas 8,1 milhões de km³ em água subterrânea e 220 km³ de águas superficiais, para um consumo considerando todas atividades (agrícolas, industriais, lazer, etc.) ~ 56.000 L/d (~20.000 m³/ano/pessoa) (FAO,2007).

O Brasil tem quase um quinto das reservas de água do mundo, mesmo assim, sofre com problemas de escassez devido à distribuição geográfica irregular, degradação de áreas no entorno das bacias hidrográficas, alterações climáticas e infraestruturas de abastecimento deficientes (WORLD BANK, 2016).

Segundo Tundisi (2008), no amplo contexto social, econômico e ambiental do século XXI, os seguintes problemas e processos são as principais causas da crise da água: intensa urbanização, com aumento pela demanda de água, o despejo de descargas de efluentes contaminados (TUCCI, 2008); estresse e escassez de água devido a alterações no balanço hídrico e mudanças climáticas; perdas de cerca de 30% de água tratada devido a problemas na infraestrutura e a falta de manutenção na rede; aumento da vulnerabilidade da população humana e comprometimento da segurança alimentar (chuvas intensas e período intensos de seca); problemas na articulação e falta de ações consistentes na governabilidade de recursos hídricos e na sustentabilidade ambiental.

A cidade de São Carlos, no interior do Estado de São Paulo, não foge a esse quadro, possuindo uma grande demanda por recurso hídrico e o desperdício de água tratada gira em torno de 40% devido à falta de manutenção da rede, infraestrutura e ligações clandestinas (BRASIL, 2016). Outra característica é a distribuição de consumo, sendo que cerca de 80% do consumo de água tratada é feita por residências.

O objetivo deste trabalho é avaliar a sustentabilidade da gestão de recursos hídricos no município de São Carlos por meio da avaliação de dados históricos de captação e abastecimento dos anos de 2008 a 2017. Assim como a possibilidade de reduzir o consumo por meio do reuso de águas cinzas e apresentar cenários com redução das perdas físicas reais e aparentes no sistema de abastecimento da cidade.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1. Urbanização e Recursos hídricos

O Efeito das Mudanças climáticas é amplamente reconhecido como uma questão global, devido aos seus impactos nos sistemas urbanos de água devido à mudanças no regime de escoamento e de inundações urbanas (LENDERINK e Van MEIJGAARD, 2008; HALLEGATTE *et al*, 2011; RANGER *et al*, 2011; WILLEMS *et al*, 2012).

A urbanização representa outro fator essencial que influencia a quantidade e a qualidade da água urbana nas cidades. O processo de desenvolvimento da cidade pode causar mudanças significativa nos padrões de escoamento, em termos de volumes de pico e velocidade de escoamento, devido à impermeabilização do solo (LEOPOLD, 1968; HUONG e PATHIRANA, 2013).

Impactos ambientais produzem grandes alterações nos estoques de água superficial e subterrânea, principalmente quando a urbanização avança sobre os mananciais (TUCCI, 2008). Áreas urbanas produzem grande volume de águas residuárias de origem doméstica e industrial, quando lançados sem tratamento, produzem um estado de eutrofização de rios, represas e lagos, aumentando também os custos de tratamento de água para abastecimento (TUNDISI, 2003).

A situação dos recursos hídricos na Unidade de Gestão de Recursos Hídricos (UGRHI) Mogi-Guaçu e Tietê-Jacaré, onde se localiza o município de São Carlos, quanto ao balanço entre demanda e disponibilidade hídrica superficial e subterrânea é considerado crítico, com utilização de mais de 60% da capacidade, os principais usos da água são para irrigação e uso industrial, seguidos pelo uso urbano (SÃO PAULO, 2017).

2.2. Reuso de água

Água recuperada é o processo de conversão de águas residuais em águas que podem ser usadas para outros fins. A reutilização pode incluir irrigação de jardins e campos agrícolas ou reabastecimento de águas superficiais e recarga de águas subterrâneas. A água reutilizada também pode ser direcionada para o atendimento de certas necessidades em residências (por exemplo, descargas sanitárias), empresas e indústrias, e pode até mesmo ser tratada para alcançar os padrões de água potável (WARSINGER *et al*, 2018)

A reutilização no lugar de usar suprimentos de água doce pode ser uma medida de economia de água (BISCHEL *et al*, 2013) e é uma prática de longa data usada para irrigação, especialmente em países

áridos. Reutilizar as águas residuais como parte da gestão sustentável da água, permite que esta permaneça como uma fonte alternativa para atividades humanas. Isso pode reduzir a escassez e aliviar as pressões sobre as águas subterrâneas e outras massas de água naturais. (ANDERSSON *et al*, 2016).

A Organização Mundial de Saúde (OMS) reconheceu como principais forças motrizes para a reutilização de águas residuais (OMS, 2016; WWAP (2017): aumento da escassez de água e estresse; aumento de populações e questões de segurança alimentar; aumento da poluição ambiental devido à eliminação inadequada de águas residuais e; aumento do reconhecimento do valor dos recursos de águas residuais e águas cinzas. Para Burgess *et al* (2015) a necessidade de reutilização aumenta à medida em que a população mundial se torna cada vez mais urbanizada e pode ser uma opção alternativa de abastecimento de água.

A maioria dos usos de água recuperada são para fins não potáveis, como: lavagem de carros, vasos sanitários com descarga, água de resfriamento para usinas de energia, mistura de concreto, lagos artificiais, irrigação para campos de golfe e parques públicos. Onde seja aplicável, os sistemas operam com um sistema de tubulação dupla para manter a água reciclada separada da água potável.

2.3. Perdas de água

Os sistemas públicos de água enfrentam uma série de desafios, incluindo: envelhecimento da infraestrutura, aumento dos requisitos regulatórios, quantidade e qualidade inadequadas. Esses desafios podem ser ampliados por mudanças na população e no clima local.

Segundo a USEPA (2013), os Estados Unidos precisarão gastar US \$ 200 bilhões, nos próximos 20 anos, para melhorar seus sistemas de transmissão e distribuição de água. Desse montante, estima-se que US \$ 97 bilhões (29%) sejam necessários para o controle das perdas de água. A perda média de água nos sistemas americanos é de 16%, sendo que até 75% desse montante pode ser recuperado. Embora exija investimento em tempo e de recursos financeiros, o gerenciamento de perdas pode ser eficaz em termos de custo se for implementado adequadamente.

2.3.1. Entendendo o uso da água e a perda de água

Grande parte da infraestrutura de água potável em regiões urbanas está em serviço há décadas e pode ser uma fonte significativa de perdas de água por vazamentos. Além dos vazamentos, a água pode ser perdida por meio de consumos não autorizados, erros administrativos, erros no manuseio de dados e imprecisões ou falhas na medição (THORNTON *et al*, 2008). A *International Water Association (IWA)* e a *American Water Works Association (AWWA)* desenvolveram terminologia e métodos padronizados para auxiliar os sistemas de água no rastreamento de perdas e na realização de auditorias (USEPA, 2013):

- Perdas Reais - também referidas como perdas físicas, são perdas reais de água do sistema e consistem em vazamentos em redes de transmissão e distribuição, vazamentos e transbordamentos dos tanques de armazenamento do sistema e vazamentos de conexões de serviço, incluindo o medidor.
- Perdas aparentes - também referidas como perdas comerciais, ocorrem quando a água que deveria ser incluída como receita aparece como uma perda devido a ações não autorizadas ou erro de cálculo. As perdas aparentes consistem em consumo não autorizado, imprecisões de medição do cliente e erros sistemáticos de manipulação de dados nos processos de leitura e faturamento do medidor.
- Água sem receita - é a água que não é cobrada e nenhum pagamento é recebido. Pode ser autorizado ou resultar de perdas aparentes e reais.

Um programa de controle de perda de água (**Figura 1**) consiste em três etapas principais (USEPA, 2013, USEPA, 2016): o primeiro passo crítico é a auditoria da água, que identifica e quantifica os usos e perdas de água de um sistema de abastecimento. O processo de intervenção aborda os resultados da auditoria através da implementação de controles para reduzir ou eliminar as perdas. A etapa de avaliação usa indicadores de desempenho para determinar o sucesso das ações de intervenção escolhidas.

Figura 1. Resumo das principais necessidades de dados, itens de ação e indicadores de desempenho para cada etapa de um programa de controle de perda de água.

Etapa 1 - Necessidades de dados de auditoria	Etapa 2 - Ação de intervenção	Etapa 3 - Indicadores de Avaliação de Desempenho
<ul style="list-style-type: none"> • Coleta de informações; • Determinar os fluxos para dentro e para fora do sistema de distribuição com base em estimativas ou medição; • Calcular os indicadores de desempenho; • Avaliar onde as perdas de água parecem estar ocorrendo com base na medição e nas estimativas disponíveis; • Analisar as lacunas de dados. • Considerar opções e fazer comparações econômicas e de benefícios de ações potenciais; • Selecionar as intervenções apropriadas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Reunir mais informações, se necessário; • Avaliação de medição, teste ou um programa de substituição de medição; • Reunir mais informações, se necessário; • Avaliação de medição, teste ou um programa de substituição de medição; • Detectar e localizar vazamentos. • Reparar ou substituir a tubulação; • programas e mudanças de operação e manutenção; • Processos administrativos ou mudanças de políticas; • Nenhuma outra ação é necessária. 	<ul style="list-style-type: none"> • Os objetivos da intervenção foram atingidos? Se não, por que não? • Onde o sistema precisa de mais informações? • Com que frequência o sistema deve repetir o processo de auditoria, intervenção e avaliação? • Existe outro indicador de desempenho que o sistema deve considerar? • Como o sistema se compara ao último processo de auditoria, intervenção e avaliação? • Como o sistema pode melhorar o desempenho?

Fonte: USEPA, 2013.

3. METODOLOGIA

3.1. Área de Estudo

A área de estudo abrange a área urbana do município de São Carlos, o qual está localizado na região central do estado de São Paulo, distante 230 km da capital, entre as coordenadas 47°30' e 48°30' Longitude Oeste e 21°30' e 22°30' Latitude Sul.

O município possui 1.132km² de extensão, sendo 67,25km² correspondentes à área urbana, cerca de 6% da área total (**Figura 2**). A população de 246.088 habitantes, com Índice de Desenvolvimento Humano Municipal-IDHM de 0,805 (IBGE, 2017). O território do município, está situado em duas – UGRHI's 13 – Tietê-Jacaré e 9 – Mogi Guaçu.

O município se encontra, segundo o Atlas de Águas Subterrâneas do Estado de São Paulo (2013), em área enquadrada como de restrição, na qual os recursos hídricos subterrâneos devem seguir diretrizes específicas para utilização e proteção. Uma das medidas importantes a aplicar nas áreas com restrição, consiste na proteção das captações de águas subterrâneas destinadas ao abastecimento público, o município possui uma densidade superior a 1 poço/km², segundo o próprio Atlas.

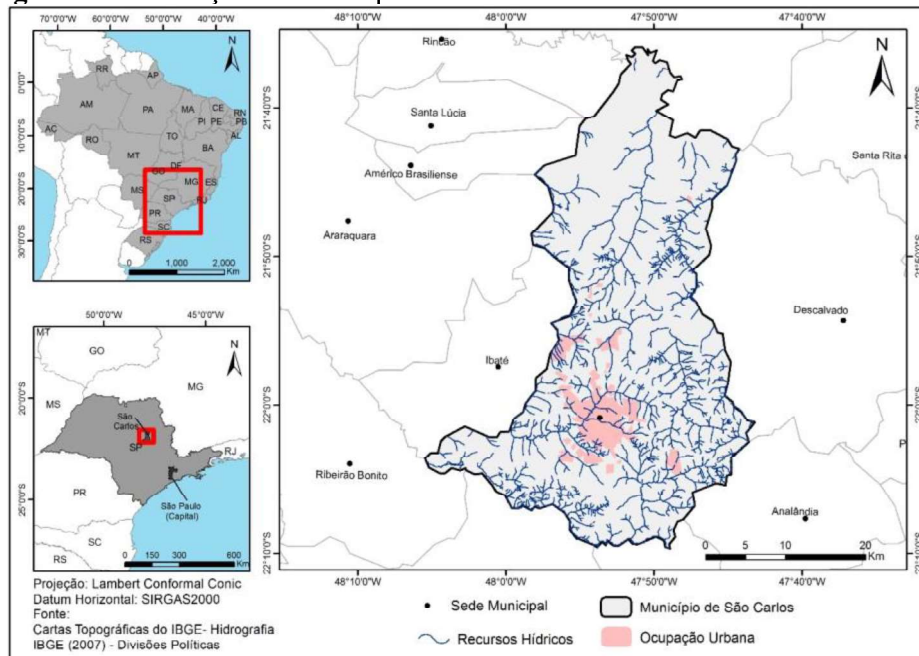
3.2. Avaliação da captação e do abastecimento

A avaliação da situação hídrica do município foi realizada por meio de análise de dados históricos de captação nos principais mananciais superficiais e subterrâneos do município e, também, dos dados de abastecimento do município subdivididos em cinco categorias: público, público municipal, residencial, industrial e comercial. Os dados foram fornecidos pela SAAE - Sistema de Abastecimento de Água e Esgoto de São Carlos, autarquia responsável pela gestão dos recursos hídricos do município.

Junto a esses dados obtidos, foi realizada a projeção de reuso baseado nos perfis de usos urbanos, em trabalhos que citam a produção residencial de águas negras em torno de 30%, sendo que o restante,

águas cinzas, podem ser recuperadas e reutilizadas (RANDOLPH e TROY, 2008; MOGHADAM, 2016;) Também foi avaliada a perda de água no sistema de abastecimento e seu efeito na disponibilidade de água tratada para consumo.

Figura 2. Localização do município de São Carlos no Estado de São Paulo e no Brasil



Fonte: Mazzuco *et al.*, 2018.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Por meio de dados fornecidos pelo SAAE, o maior volume de captação atualmente ocorre por poços profundos cerca de 21,3 milhões de m³ em 2017, enquanto que a captação de água superficial foi de 14 milhões de m³ no mesmo período. Cabe observar que a partir de 2013/14 a captação subterrânea inicia um aumento significativo e vem subindo desde então, enquanto a captação nos mananciais superficiais está estabilizando ou até mesmo sendo reduzida, isso decorre do alcance da capacidade limite dos mananciais quanto ao fornecimento de água e da intensa ocupação urbana e, conseqüente, redução da disponibilidade de água (Figura 3a).

A redução da capacidade dos mananciais decorre também da supressão da cobertura vegetal devido ao uso intenso do solo por atividades relacionadas ao agronegócio, como a pecuária e lavouras de cana de açúcar e laranja. Deve-se ressaltar, também, que a qualidade ambiental de uma bacia hidrográfica, geralmente, é influenciada por variáveis como cobertura florestal, densidade de estradas, continuidade de mata ciliar, além das práticas de cultivo. A preservação das matas ciliares influencia diretamente nos custos dispensados ao tratamento da água captada. O custo para tratar 1.000m³ pode variar de R\$ 2,00 em áreas de mananciais preservados a R\$ 300,00 dependendo da preservação das matas ciliares (TUNDISI, 2010).

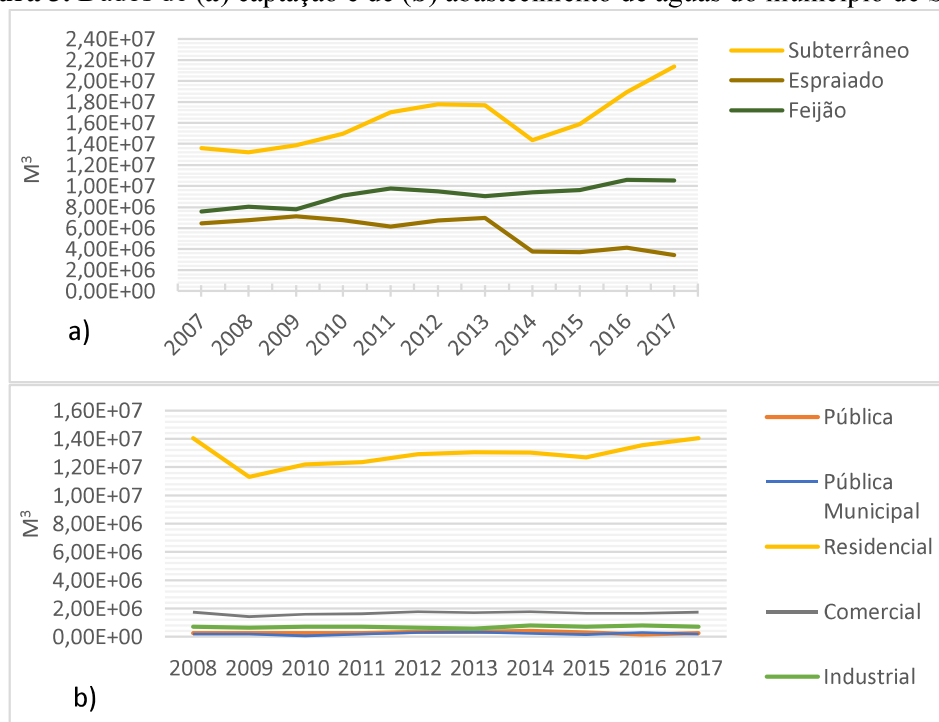
Com relação às captações subterrâneas, além dos 28 poços municipais utilizados para o abastecimento, o município apresenta poços cadastrados particulares, em áreas de cultivos de cana de açúcar (210 poços) e área urbana (190 poços) e, apenas 37 poços estão protegidos por vegetação nativa (MAZZUCO, 2018). A vulnerabilidade das águas subterrâneas é evidente, diante da ausência de proteção dos poços localizados em áreas potencialmente contaminadoras devido ao uso de insumos agrícolas de natureza biológica ou química e atividades urbanas, como, indústrias e postos de combustíveis.

A cidade é abastecida por dois mananciais superficiais Ribeirão Feijão e Córrego do Monjolinho (Espreado) e 28 poços subterrâneos profundos, a bacia hidrográfica do Ribeirão Feijão tem parte de suas nascentes em São Carlos, possui 230 km² e integra a bacia do rio Jacaré-Guaçu. Com relação à água do Córrego do Monjolinho, boa parte de sua bacia possui ocupações urbanas regulares e irregulares, que prejudicam sua qualidade atual e podem comprometer sua capacidade de abastecimento no futuro. Os mananciais superficiais estão entre os vetores de crescimento urbano e em áreas com uso intensivo do solo devido a atividades de agropecuária intensivas, ou seja, usos que necessitam de grande volume de água e que são fontes de poluição.

À margem do manancial do Monjolinho foi constituída uma área urbana de 4,2 Km² representando 17,4% de superfície impermeabilizada. Na Bacia Ribeirão Feijão, novos loteamentos surgiram próximos a rodovia Washington Luiz (SP 310) incluindo parcelamentos de solo aprovados e registrados, assim como parcelamentos clandestinos irregulares, também é observado aumento na concentração industrial próximo à rodovia Luiz Augusto de Oliveira (SP 215), resultando em 10,9 Km² ou 4,9% de superfície impermeabilizada na Bacia (COSTA, 2013).

Com relação ao abastecimento de água (**Figura 3b**), o consumo médio anual no período de 2008 a 2010 com relação as 5 categorias foi, respectivamente, de aproximadamente 289 mil m³, 211 mil m³, 13 milhões m³, 1,6 milhão de m³ e 700 mil m³. Mesmo somando todas as outras categorias, a categoria residencial é disparada a que mais consome (80%). Outra observação importante é que o consumo por categorias, com exceção da residencial, esta sofreu um acréscimo de 10% apenas nos últimos dois anos, foi bem estável com poucas variações de volume durante o período.

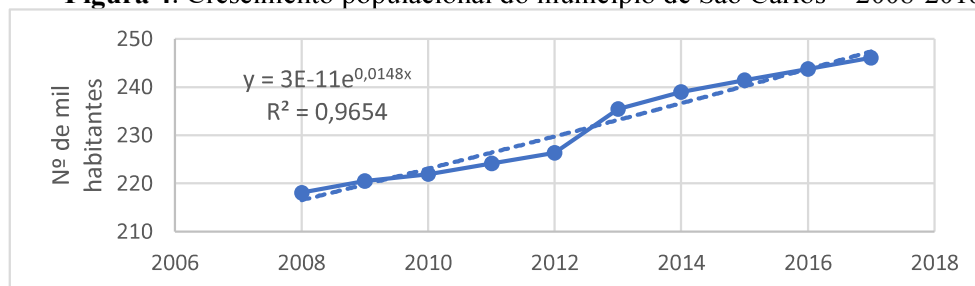
Figura 3. Dados de (a) captação e de (b) abastecimento de águas do município de São Carlos



Fonte: Próprio autor

Segundo dados do IBGE (2017), São Carlos possui 96% da sua população vivendo em área urbana, uma densidade de 210,7 hab./km² sendo que a taxa de crescimento do município é de 10% comparado ao último censo 2010, com uma taxa de crescimento geométrico de 0,94% ao ano. A **Figura 4**, apresenta a curva de crescimento da população de São Carlos de 2008 a 2018.

Figura 4. Crescimento populacional do município de São Carlos – 2008-2018



Fonte: IBGE, 2017.

O aumento da captação de água nos mananciais, principalmente subterrâneo, coincide com o crescimento da população no mesmo período e conseqüente aumento do consumo. Infelizmente, a solução mais simplista é a opção utilizada nos casos de aumento da demanda, o aumento da oferta e sobrecarga do sistema de captação. A melhor solução ainda é poupar, a economia do recurso para provimento de necessidades de acréscimos futuros e, a melhor maneira é evitando o desperdício e reaproveitando o recurso em usos menos exigentes. Segundo PERRONI e WENDLANDS (2008) a taxa de recarga do aquífero é de cerca de 100 mm/ano em uma área de 95 km², gerando uma disponibilidade de 1099 m³/h e a demanda, na época dos estudos, era de 2200 m³/h, segundo esses dados, o déficit seria de 1183 m³/h o que mostra que a exploração do aquífero é insustentável, causando o rebaixamento do aquífero a uma taxa média de 9 mm/ano.

Uma possibilidade real de combate ao desperdício de água tratada e redução do impacto da captação nos mananciais é o controle de perdas. A perda de água no sistema de abastecimento de São Carlos é de 43,5%, segundo relatórios do SNIS – Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento do Ministério das Cidades (BRASIL, 2016).

O Banco Mundial, no livro *International Benchmarking Network for Water and Sanitation Utilities* – IBNET, realizou estudo para estimar o desempenho das operadoras de água no que tange à perda de água. A média de perdas de água constatada foi de 35%. Entretanto, como grandes países em desenvolvimento ainda não são cobertos pelo IBNET e as estatísticas desses países não são confiáveis, é mais provável que o nível médio de perdas de água em países em desenvolvimento gire em torno de 40-50%. (ABES, 2013). Países como Alemanha e Japão, possuem taxa de perdas em torno de 10% e Austrália de 16%.

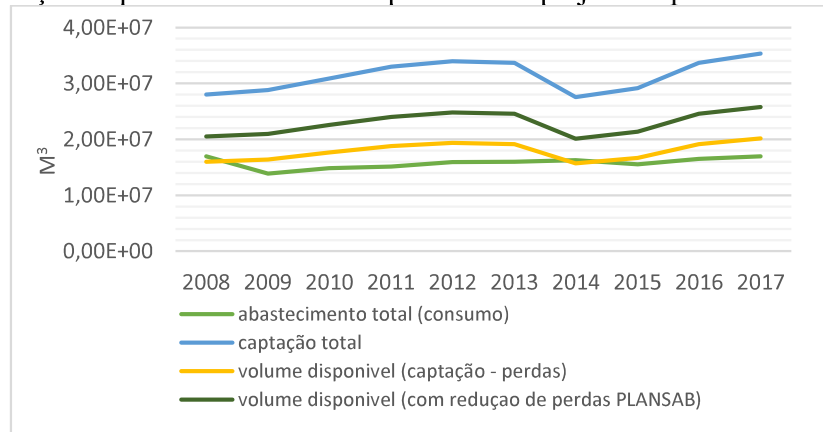
O PLANSAB – Plano Nacional de Saneamento Básico (2013), apresenta um quadro de metas para redução de perdas até 2033, o valor para a Região Sudeste é de 29%, aplicando esse cenário ao caso do município de São Carlos, é possível melhorar a disponibilidade de água sem aumentar o volume de captação direta nos mananciais, essa redução seria capaz de economizar cerca de 5 milhões de m³/ano de água tratada. Esse aspecto pode ser observado na **Figura 5**, onde são apresentados, também, os cenários atuais de volume da captação e volume consumido, assim como o volume desperdiçado pelas perdas no sistema, o que faz o volume distribuído se torne praticamente o mesmo demandado pelo município.

Com relação ao reuso das águas cinzas deve ser considerada, pois está cada vez mais difícil abastecer a população com água tratada, a cidade de São Paulo tem buscado seus recursos em bacias hidrográficas cada vez mais distantes e em São Carlos a demanda tem sido suprida com o aumento da captação de águas subterrâneas. No caso residencial, águas cinzas são aquelas provenientes de chuveiros, banheiras, pias de banheiros, tanques, máquinas de lavar roupas, excluindo-se aquelas provenientes de vasos sanitários, bidês e mictórios, chamadas de águas negras.

Com relação a produção de efluente, aproximadamente 70% pode ser considerado águas cinzas, dessa maneira, grande volume de água consumida em uma residência pode ser reaproveitado para outros fins. No caso de São Carlos a reutilização de águas cinzas, considerando apenas o consumo e produção

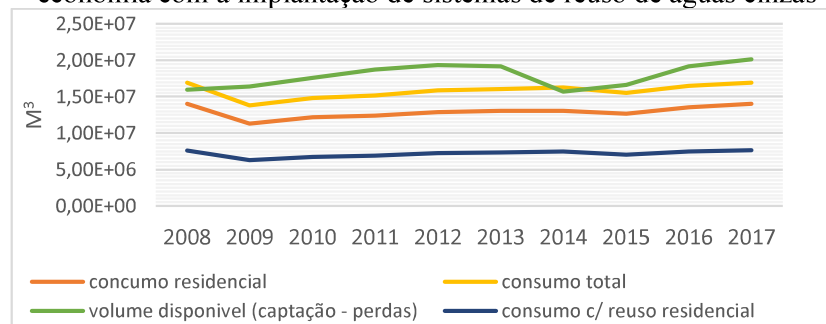
residencial alcançaria uma economia de água tratada de aproximadamente 9 milhões de m³/ano. A **Figura 6**, apresenta curvas do volume captado real, considerando a perda do abastecimento, o consumo total e residencial e a economia alcançada com o reuso de águas cinzas.

Figura 5. Situação atual de captação, distribuição e consumo de água na cidade de São Carlos e cenário de redução de perdas dos atuais 43% para os 29% projetados pelo PLANSAB para 2033.



Fonte: Próprio autor

Figura 6. Volume de água real disponível para distribuição, a demanda total e residencial e possível economia com a implantação de sistemas de reuso de águas cinzas



Fonte: Próprio autor

No caso de edifícios é possível haver um sistema central de captação da água cinza, tratamento e armazenamento. No caso de residências é possível ter um sistema interno de reuso similar ao de edifícios ou por sistema de separação de águas tratadas, cinzas e negra a autarquia responsável realizaria a captação da água cinza e a redistribuiria para fins não potáveis. Esse sistema chamado de sistema duplo foi adotado nos Estados Unidos, em *Grand Canyon Village/Arizona* em 1926 e trata e reutiliza cerca de 3000m³/dia (CROOK *et al*, 1994).

5. CONCLUSÃO.

O volume de água captada por São Carlos no ano de 2017 foi de mais de 35 milhões de m³, desse volume total 43,5%, ou seja, 15 milhões de m³ de água tratada foi desperdiçada por perdas físicas ou aparentes. Como apresentado anteriormente, é necessário investir no combate ao desperdício e soluções existem para isso, mesmo que o investimento seja alto e de longo prazo, esse recurso não pode ser perdido, ainda mais se contabilizado o custo pós tratamento, além de perda de recurso existe um alto prejuízo econômico.

O consumo residencial corresponde a mais de 80% do consumo urbano total e o reuso de águas cinzas é capaz de diminuir esse impacto em até 70%, isto significa uma economia de aproximadamente 9 milhões de m³/ano. Os mananciais superficiais se encontram no limite e com o aumento da demanda

a opção do município foi aumentar a captação de águas subterrâneas e causar sobrecarga, inclusive com rebaixamento do aquífero. A partir dessas informações é possível perceber que o aumento da captação para suprir a demanda não é sustentável, sendo assim, é extremamente importante se implantar ações de redução de consumo de médio e longo prazo, já que a demanda tende aumentar proporcionalmente ao aumento da população.

REFERÊNCIAS

- ABES, Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental. **Perdas em sistemas de abastecimento de água**: diagnóstico, potencial de ganhos com sua redução e propostas de medidas para o efetivo combate. [S.L.]: Abes-sp.org.br, 2013. 45 p.
- ANDERSSON, K., ROSEMARIN, A., LAMIZANA, B., KVARNSTRÖM, E., MCCONVILLE, J., SEIDU, R., DICKIN, S. and TRIMMER, C. **Sanitation, Wastewater Management and Sustainability: from Waste Disposal to Resource Recovery**. Nairobi and Stockholm: United Nations Environment Programme and Stockholm Environment Institute, 2016. Acesso em 25/07/2018. <http://www.cep.unep.org/meetings/documents/bba30bf9df35d319ac6cae4184a56e29>
- BISCHEL, H. N. et al. Renewing Urban Streams with Recycled Water for Streamflow Augmentation: Hydrologic, Water Quality, and Ecosystem Services Management. **Environmental Engineering Science**, [S.L.], n. 30, p. 455-479, nov. 2013.
- WORLD BANK. **A Water-Secure World for All**. Washington, DC: World Bank, 2016. 25 p.
- BRASIL, Ministério Das Cidades. Secretaria Nacional De Saneamento Ambiental. **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento**: Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos. Brasília: [s.n.], 2016. 220 p.
- BURGESS, J. et al. International research agency perspectives on potable water reuse. **Environmental Science: Water Research & Technology**, [S.L.], v. 1, n. 5, p. 563-580, 2015.
- COSTA, C. W. et al. Monitoramento da expansão urbana, cenários futuros de crescimento populacional e o consumo de recursos hídricos no município de São Carlos. São Paulo. **Geociências**, UNESP, v. 32, n. 1, p. 63-80, 2013.
- CROOK, J.; OKUN, D. A.; PINCINCE, A. B. **Water reuse**. 10 ed. Alexandria, Virginia: Water Environmental Research Foundation, 1994. 1529 p.
- FAO, Food and Agriculture Organization. **Coping with water scarcity**: Challenge of the twenty-first century. [S.L.]: United Nation, 2007. 29 p.
- HALLEGATTE, S. et al. Assessing climate change impacts, sea level rise and storm surge risk in port cities: a case study on Copenhagen. **Climate Change**, [S.L.], n. 104, p. 113-137, 2011.
- HUONG, H. T. L.; PATHIRANA, A. Increase in hourly precipitation extremes beyond expectations from temperature changes. **Hydrology and Earth System Sciences**, [S.L.], n. 17, p. 379-394, 2013.
- IBGE- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATISTICA. **Estimativas da população para 1 de julho de 2008 a 2017**. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas-novoportal/sociais/populacao/9103-estimativas-de-populacao.html?=&t=downloads>>. Acesso em: 22 mai. 2018.
- LENDERINK, G.; MEIJGAARD, E. Van. Increase in hourly precipitation extremes beyond expectations from temperature changes. **National Geoscience**, [S.L.], n. 1, p. 511-524, 2008.
- LEOPOLD, L. B. **Hydrology for Urban Land Planning**: A Guidebook on the Hydrologic Effects of Urban Land Use. Washington, DC, USA: Geological Survey Circular 554; U.S. Geological Survey, 1968.
- MAZZUCO, G. G. et al. Avaliação da efetividade das políticas públicas voltadas para a proteção das áreas de captação de água: estudo de caso no município de São Carlos-SP. **Águas Subterrâneas**, [S.L.], v. 32, n. 1, p. 154-161, 2018.

MOGHADAM, B. Z. **Introducing Water Efficiency of U.S. Green Building Council's LEED Program to the freshmen of the Technology.** Farmingdale. USA: College Architecture and Construction Management Department of the Farmingdale State College, 2016.

OMS, ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE SAÚDE. **WHO Guidelines for the Safe Use of Wastewater, Excreta and Greywater:** Excreta and greywater use in agriculture. 4 ed. Geneva, Switzerland: World Health Organization (WHO), 2016. 182 p.

PERRONI, J. C. A.; WENDLANDS, E. C. Avaliação das condições de ocorrência e exploração do sistema Aquífero Guarani em São Carlos /SP. **Águas Subterrâneas**, [S.L.], v. 22, n. 1, p. 13-24, 2008.

RANDOLPH, B; TROY, P. Attitudes to conservation and water consumption. **Environmental Science & Policy**, [S.L.], v. 11, n. 5, p. 441-455, out. 2008.

RANGER, N. et al. An assessment of the potential impact of climate change on flood risk in Mumbai. **Climate Change**, [S.L.], n. 104, p. 139-167, 2011.

SÃO PAULO. **Relatório da Situação dos Recursos Hídricos.** Disponível em: <<http://www.sigrh.sp.gov.br/public/uploads/documents/CBH-TJ/12284/relatorio-situacao-2017-cbh-tj-final.pdf>>. Acesso em: 17 mai. 2018.

SAO PAULO. Secretaria de Saneamento e Recursos Hídricos. Universidade Estadual Paulista. Águas subterrâneas no Estado de São Paulo. Diretrizes de Utilização e Proteção / Departamento de Águas e Energia Elétrica, Instituto Geociências e Ciências Exatas. Laboratório de Estudo de Bacias. - São Paulo, DAEE/LEBAC, 2013, 44 p.

THORNTON, J.; STURM, R.; KUNKEL, G. **Water Loss Control:** Understanding the Types of Water Losses. 2 ed. [S.L.]: McGraw-Hill Professional, 2008. 615 p.

TUCCI, C. E. M. Águas Urbanas. **Estudos Avançados**, [S.L.], v. 22, n. 63, p. 97-112, 2008.

TUNDISI, J. G. Recursos hídricos no futuro: problemas e soluções. **Estudos Avançados**, [S.L.], v. 22, n. 63, p. 7-16, 2008.

TUNDISI, J. G.; TUNDISI, T. M. Impactos potenciais das alterações do Código Florestal nos recursos hídricos. **Biota Neotropica**, Campinas, v. 10, n. 4, p. 67-76, 2010.

TUNDISI, J. G. O futuro dos recursos hídricos. **Revista Multiciência**, UNICAMP, n. 1, p. 1-15, 2003.

USEPA - UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. **Water Audits and Water Loss Control for Public Water Systems.** 2013. Disponível em: <<https://www.epa.gov/sites/production/files/2015-04/documents/epa816f13002.pdf>>. Acesso em: 15 jul. 2018.

USEPA. **Water Recycling and Reuse: The Environmental Benefits**, 2016. Disponível em: <<https://www3.epa.gov/region9/water/recycling/pdf/brochure.pdf>>. Acesso em: 29 jul. 2016.

WARSINGER, D. M. et al. A review of polymeric membranes and processes for potable water reuse. **Progress in Polymer Science**, [S.L.], v. 81, p. 209-237, 2018.

WILLEMS, P. et al. Climate change impact assessment on urban rainfall extremes and urban drainage: Methods and shortcomings. **Atmospheric Research**, [S.L.], n. 103, p. 106-118, 2012.

WWAP - United Nations World Water Assessment Programme. **The United Nations World Water Development Report 2017.** Wastewater: The Untapped Resource. Paris. Acesso em 2017-04-08, 2017.