

# GESTÃO SUSTENTÁVEL DOS RECURSOS HÍDRICOS - CENÁRIOS DA EFICIÊNCIA DO REÚSO DE ÁGUA

**Maria Cristina Gragnani Alves** <sup>(1)</sup>

SABESP/Botucatu – Analista de Sistemas de Saneamento, Doutora em Ciências Biológicas e aluna do Programa de Pós-Graduação em Agronomia: Irrigação e Drenagem – FCA/UNESP.

**Claudiane Otilia Paes**

UNESP/Botucatu - Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Agronomia: Irrigação e Drenagem.

**Joselina de Souza Correia**

UNESP/Botucatu - Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Agronomia: Irrigação e Drenagem.

**Joyce Reissler**

UNESP/Botucatu - Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Agronomia: Irrigação e Drenagem.

**Rodrigo Máximo Sánchez Román**

UNESP/Botucatu - Professor do Programa de Pós-Graduação em Agronomia: Irrigação e Drenagem.

**Endereço** <sup>(1)</sup>: Rua Tomaz Matheus, 110 – VI Nossa Senhora de Fátima – Botucatu – SP - CEP 18608145 –  
Tel: +55(14) 3815-5564 – Fax: + 55 (14) 3882-0404 – e-mail: mcgalves@sabesp.com.br

## RESUMO

O Brasil sofre com a escassez de água em algumas regiões devido ao crescimento populacional, à má distribuição da população pelo território e à falta de políticas públicas eficientes que relacionem o plano econômico-social com a sustentabilidade. O sistema de reúso de água vem sendo utilizado em diversos países, proporcionando inúmeras melhorias das condições ambientais e de saúde, preservando os recursos hídricos subterrâneos, conservando o solo e aumentando a resistência à erosão. A água de reúso pode ser usada na prática agrícola com a fertirrigação de diversas culturas, além de garantir a recarga do lençol freático. A área de estudo é o município de Botucatu, no Estado de São Paulo, comprometido com a preservação natural e com a sustentabilidade. Faz parte de uma região com grande potencial ecológico e se encontra em um importante pólo agrícola. Sendo esta atividade, uma das principais consumidoras de água e levando em consideração a saturação das lagoas de tratamento, a utilização das águas residuárias é uma alternativa para o planejamento da gestão dos recursos hídricos no município. Desta maneira, o objetivo deste trabalho é de realizar, através do software Stella, uma comparação de cenários que simulam, a partir de uma modelagem sistêmica, condições futuras da produção de esgoto e da eficiência de sua reutilização para solução de uma futura crise na disponibilidade de água no município. Os cenários obtidos indicam que, se for reutilizado a partir de 50% do esgoto gerado no município, solucionaria problemas com a oferta e demanda de água tratada para a população, colaborando com a idéia de que a integração entre usos múltiplos e otimização destes, são necessários para a gestão sustentável dos recursos hídricos da região.

**PALAVRAS-CHAVE:** recursos hídricos, reúso, águas residuárias.

## INTRODUÇÃO

Em todo o mundo futuras crises de abastecimento de água têm sido previstas por diversos autores, a exemplo de Hespagnol e Mierzwa (1999); Bernardi (2003); Silva (2003); Gonçalves, Oliveira e Santos (2006); Metcalf e Eddy (2007); Monte e Albuquerque (2010). O Brasil, apesar de sua grande oferta de recursos hídricos disponíveis para uso, quer seja urbano ou rural, atualmente sofre com a escassez de água devido à má distribuição populacional, que cresce exageradamente e concentra-se em determinadas áreas.

Os principais fatores que promovem a degradação dos recursos hídricos são: a ineficiente coleta e tratamento da água residual com conseqüente lançamento de esgotos não tratados nos corpos de água, a inapropriada destinação dos resíduos sólidos, o desperdício, o falho sistema de drenagem, a grande poluição atmosférica e a falta de conscientização ambiental causados pela imprudência da sociedade.

O Ministério do Meio Ambiente e a Agência Nacional de Águas apontaram que serão necessárias, até 2020, mudanças estruturais para três dos principais usuários das águas do país: agricultura, geração de energia e diluição de esgoto doméstico e industrial (MMA/ANA, 2006). Segundo a ANA (2012), a implementação dos instrumentos de outorga e, principalmente, cobrança pelo uso da água, em alguns casos, induzirão à prática do reúso, devido à motivação econômica. Com a utilização de águas residuárias para a agricultura irrigada, poderemos preservar mananciais produtores de água e evitar o desperdício, além de destinar a água tratada para outros usos. E ainda, a Resolução nº 54/2005 estabelece diretrizes e critérios para a prática de reúso direto não potável de água na modalidade agrícola e florestal.

Tratando-se de um problema de múltiplas esferas, a abordagem sistêmica a partir da integração de todos os fatores que interferem no sistema de produção de esgoto, possibilita encontrar soluções que atinjam todos os setores envolvidos. Desta forma, o reúso de água apresenta-se como uma das alternativas para amenizar futuras crises de abastecimento, tendo como área de estudo a região de Botucatu, no Estado de São Paulo, município comprometido com a preservação natural e com a sustentabilidade.

## **ESGOTO**

Segundo Ottoni (1999), o ser humano vem ocupando as bacias hidrográficas de forma crescente e desordenada, que, com o crescimento populacional somado a uma incessante busca por comodidade, aumenta a demanda por água potável conduzindo a um aumento na geração de esgoto podendo decorrer em contaminação das águas naturais, ocasionando a dissipação de doenças de veiculação hídrica aos próprios usuários. Além disso, práticas como desmatamentos, queimadas, nocivas práticas agrícolas e extrativistas, além do descarte de esgotos industriais e domésticos nos rios e lagos, acarretam em diminuição na produção e na qualidade de água.

Outra discussão importante e de elevada preocupação é a questão dos resíduos industriais e agropecuários que podem contaminar os corpos d'água com metais pesados, hormônios e quantidades consideráveis de produtos químicos sintéticos, substâncias essas caracterizadas por sua toxicidade e persistência, não sendo desta forma, facilmente degradados nas condições naturais (OTTONI, 1999).

Situações como a apresentada acima, bem como por problemas de demanda e abastecimento de água, podem ser amenizadas e revertidas através da reutilização de águas residuárias. A necessidade da reciclagem dos resíduos produzidos deve ser levada em conta dentro dos processos de tratamento dos esgotos sanitários e industriais e saneamento dos resíduos sólidos, tendo como valor máximo a manutenção de nossos recursos naturais para o bem estar humano e dos ecossistemas.

## **REÚSO DE ÁGUA**

Fundamentalmente, o reúso é a utilização de água residuária. Dentre os instrumentos previstos pela Política Nacional de Recursos Hídricos, a cobrança pelo uso da água, talvez acarrete maior incentivo ao reúso de água como forma de minimização do passivo ambiental. Segundo Brega Filho e Mancuso (2002), a água de reúso pode ser usada na prática agrícola com a fertirrigação de diversas culturas, além de garantir a recarga do lençol freático. Essa prática tem sido aplicada por muitos séculos em várias partes do mundo e já é uma realidade no Brasil.

Os termos esgoto e água residuária são sinônimos, segundo a Resolução nº 54/2005 do CONAMA. São utilizados para denominar os dejetos provenientes de diversos tipos de utilização de recursos hídricos, podendo ser denominados de acordo com estes usos em: esgoto doméstico, comercial, industrial, agrícola, águas pluviais, entre outros. (UEHARA; VIDAL, 1989).

Os esgotos sanitários constituem-se, aproximadamente, 99% de água e 0,1% de sólido, em peso seco, sendo basicamente matéria orgânica e mineral (em solução e suspensão), assim como alta quantidade de bactérias e outros organismos patogênicos e não patogênicos (VON SPERLING, 2005). O líquido em si nada mais é que um meio de transporte das inúmeras substâncias eliminadas pelo ser humano diariamente. Para caracterização desses esgotos, utilizam-se determinações físicas, químicas e biológicas, cujos valores permitem conhecer o seu grau de poluição e de nutrição (UEHARA; VIDAL, 1989).

O potencial futuro para a reutilização de águas residuárias é expansivo, segundo Mancuso e Santos (2003), sendo uma opção viável e sustentável se várias barreiras atuais forem vencidas, como por exemplo: a aceitação do público, apoio político, as barreiras mais rigorosas de descarga, tecnologias inovadoras e melhor gestão da água para garantir a proteção da saúde e do ambiente.

O sistema de reúso proporciona inúmeras melhorias das condições ambientais e de saúde, pois evita a descarga de esgoto bruto nos corpos d'água, preserva recursos hídricos subterrâneos, proporciona a conservação do solo e aumento da resistência à erosão. Em países em desenvolvimento, vem contribuir para o aumento da produção agrícola, elevando os níveis de saúde, qualidade de vida e condições sociais das comunidades ligadas ao processo de reúso (SOUZA, 2004).

Segundo Azevedo (2005), são encontrados vários experimentos com águas residuárias em diversas culturas agrícolas, constatando que a irrigação com efluente contribuiu significativamente para o aumento no teor de N, nitrogênio amoniacal, nitrato, K, Ca, Mg, Zn e S retidos na solução do solo. Silva (2003) observou que, aplicando a quantidade de água demandada pela planta, o volume de líquido não absorvido por ela é mínimo, reduzindo assim, o risco de contaminação do lençol freático.

A água proveniente das ETEs, apresenta uma série de benefícios no uso agrícola. Sua alta concentração de nutrientes são facilmente absorvidos pelas plantas. Favorecem a estrutura do solo, permitindo uma melhor aeração, redução ou eliminação de alguns patógenos. Assim, contribui na melhoria da produção, decorrendo numa enorme economia para o agricultor (BRESSAN, 2012).

## NECESSIDADE DE REÚSO DE ÁGUA NO MUNICÍPIO DE BOTUCATU-SP

O município de Botucatu, localizado no Estado de São Paulo, faz parte de uma região com grande potencial ecológico pelo fato do município estar localizado em uma região de cuesta, característica de grande importância na dinâmica hídrica de recarga de um dos maiores aquíferos do mundo, perfazendo a necessidade de um cuidado minucioso com os recursos hídricos local. Além disso, o município de Botucatu possui em grande parte de seu território uma Área de Preservação Permanente (APA) Corumbataí- Botucatu- Tejuapá, criada para proteger os atributos ambientais e paisagísticos como as Cuestas Basálticas e as áreas de recarga do Aquífero Guarani.

Dentre as principais atividades econômicas do município, destacamos a agricultura de citros, eucalipto e cana de açúcar, que são culturas propícias para a irrigação com água residuária. Botucatu também tem como particularidade o incentivo técnico e político com a cultura de produtos orgânicos, que assim, dentre as outras características mencionadas acima, a destaca como um município de consciência e práticas sustentáveis.

Uma Estação de Tratamento de Esgoto – ETE tem como objetivo principal, transformar a matéria orgânica poluidora em subprodutos (lodo e água residuária) de forma que atendam aos padrões da Legislação vigente, contribuindo para a redução da poluição ambiental e bem estar da comunidade em geral.

A ETE está localizada dentro do Campus da UNESP/Fazenda Lageado e é constituída por um sistema misto de tratamento composto por: equalização – UASB - lodos ativados. Seu afluente, classe IV, é lançado no Ribeirão Lavapés e é predominantemente doméstico, apesar de receber os despejos líquidos das indústrias localizadas na região.

A estação recebe os esgotos de toda a área urbana do município e apesar de receber os despejos líquidos das indústrias localizadas na região, os esgotos afluentes da ETE são predominantemente domésticos. Seu projeto executivo considera que a carga orgânica industrial é de 22%.

**Tabela 1. Dados característicos para os esgotos efluentes da ETE-Botucatu (Schmidt e Andrade, 2012)**

Parâmetro	Unidade	Ano 2009	Ano 2010	Ano 2011	Ano 2012
População	Hab	99276	112324	125541	127328
Vazão média	L/s	327	134	242	274

O município de Botucatu encontra-se num importante pólo agrícola, sendo esta atividade, uma das principais consumidoras de água, tendo em iminência uma futura crise de abastecimento hídrico, e levando em

consideração a saturação das lagoas de tratamento, em relação ao esgoto produzido futuramente, a utilização das águas residuárias, é uma alternativa para o planejamento da gestão dos recursos hídricos para o município.

A reutilização das águas é considerada uma opção conservacionista para o aumento da disponibilidade dos recursos hídricos existentes e futuros, como alternativa ao crescente aumento da demanda. O reúso apresenta diversas vantagens do ponto de vista econômico, social e ambiental, colaborando com o tripé da sustentabilidade que defende o equilíbrio destas três visões.

Nesse aspecto, o reúso das águas de esgoto promove as seguintes vantagens, segundo BERNARDI (2003): propicia o uso sustentável dos recursos hídricos; minimiza a poluição hídrica nos mananciais; estimula o uso racional de águas de boa qualidade; permite evitar a tendência de erosão do solo e controlar processos de desertificação, por meio da irrigação e fertilização de cinturões verdes; possibilita a economia de dispêndios com fertilizantes e matéria orgânica; promove o aumento da produtividade agrícola; gera aumento da produção de alimentos; e permite maximizar a infraestrutura de abastecimento de água e tratamento de esgotos pela utilização múltipla da água aduzida.

## **OBJETIVO**

Este trabalho teve como objetivo discutir cenários, obtidos com a utilização do software Stella, relacionando a oferta e a demanda de água no município de Botucatu-SP; bem como, a geração de esgoto pelos diversos setores da região, possibilitando a tomada de decisão pela gestão pública, de forma sustentável, sobre os recursos hídricos. Dentre as alternativas propostas está o reúso de água ao qual foi considerado, no sistema, como possível solução para os futuros problemas com o suprimento de água para a população de Botucatu.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

### **ÁREA DE ESTUDO**

Botucatu é um município localizado no interior do estado de São Paulo, a 22°53'09" de latitude sul, 48°26'42" de longitude oeste e a 804 metros de altitude. Sua população, estimada pelo senso do IBGE em 2010, é de 127.328 habitantes, com densidade demográfica de 85,88 habitantes/km<sup>2</sup>, tendo o Rio Pardo como o principal rio de abastecimento do município.

O município é drenado por duas bacias hidrográficas, a do Rio Tietê ao norte e a do Rio Pardo ao sul. Sua malha urbana pertence, em sua maioria, à UGRH 10 – Sorocaba Médio Tietê e CBH-SMT - Comitê da Bacia Hidrográfica dos Rios Sorocaba e Médio Tietê, além de integrar Área de Proteção Ambiental (APA) Corumbataí-Botucatu-Tejupá e uma extensão significativa de afloramento do Aquífero Guarani e remanescentes da mata atlântica.

A bacia hidrográfica do Rio Pardo ocupa uma área de, aproximadamente, 72.100 hectares das terras de Botucatu, sendo o Rio Pardo um afluente do Rio Paranapanema; ou seja apesar da malha urbana do município estar localizada e possuir a maior parte de seu território na UGRH 10, o único manancial abastecedor da cidade é o Rio Pardo, afluente da margem direita do Rio Paranapanema, pertencente a bacia hidrográfica do Alto Paranapanema, UGRH-14 (Schmidt e Andrade, 2012).

## **DADOS**

Foram utilizados dados da população, do município e taxa de crescimento da população, taxa de consumo de água e geração de esgoto, de todas as esferas da sociedade, para desenvolvimento do modelo, tendo como projeção o período de 2007 a 2057.

## **O SOFTWARE STELLA**

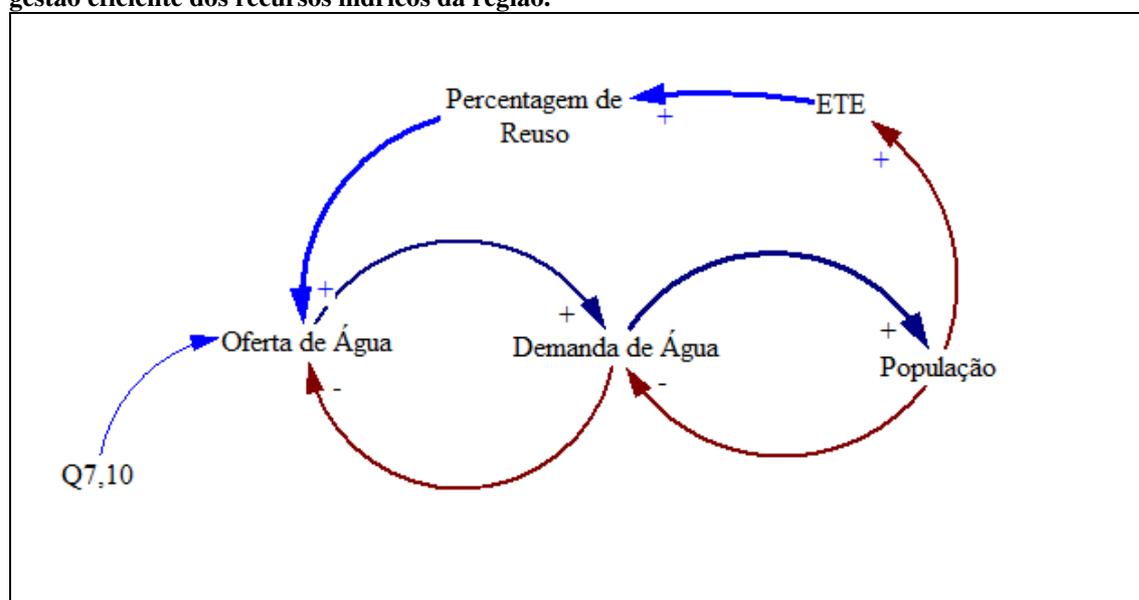
Os recursos do software Stella 9.1.3, foram utilizados para o desenvolvimento do presente trabalho. O Stella é um recurso computacional que permite cada pesquisador ou equipe, a partir de seus conhecimentos, desenvolva modelos de importante aplicação na gestão pública.

Sendo assim, os dados obtidos através da SABESP do município, foram inseridos nas equações do modelo utilizado para a previsão de cenários, permitindo a visualização da situação do abastecimento de água, produção de esgoto no futuro.

## RESULTADOS

O modelo utilizado considera a disponibilidade de água do Rio Pardo que abastece Botucatu em detrimento ao consumo das residências, do comércio, misto (residência que possui um comércio), das indústrias e do consumo do setor público. Ao utilizar estes dados através de um cenário pelo programa Stella, foi possível observar que, considerando a taxa de crescimento de cada setor ao longo dos anos, a disponibilidade de água 50% da Q7,10 deste rio, no ponto de captação de água e a taxa de eficiência da distribuição de água, ocorrerá uma crise na disponibilidade de abastecimento no ano de 2053. Além disso, foi possível calcular a quantidade de esgoto gerada de acordo com sua eficiência de transporte para tratamento.

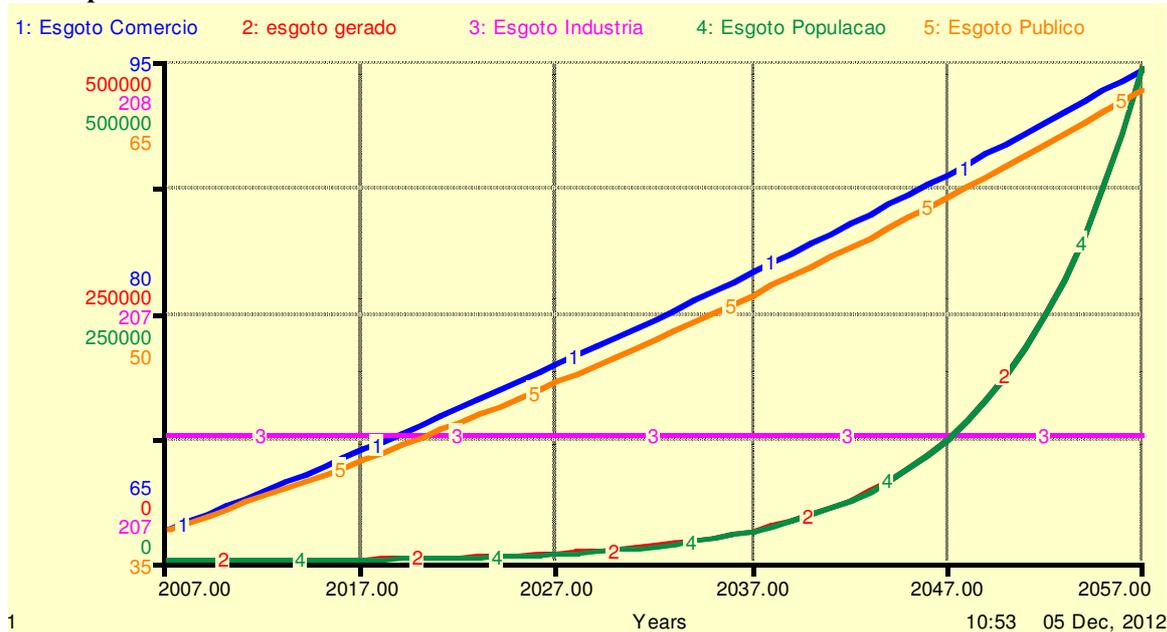
**Figura 1. Diagrama de Influência das relações da oferta e demanda de água e geração de esgoto, pela população do município de Botucatu-SP, bem como o sistema de reúso como possível solução para a gestão eficiente dos recursos hídricos da região.**



Os resultados apresentados são eficientes para o planejamento e tomada de decisão na gestão pública pois predizem que a fonte de captação de água para o abastecimento de Botucatu não será suficiente para atender às necessidades nos anos subsequentes a 2053 mantendo as taxas de consumo e crescimento atuais. Devendo, portanto, a criação de medidas que solucionem ou, ao menos, amenizem essa situação. Uma alternativa eficiente e ambientalmente correta é a adoção de sistemas de reúso de água, já que o município de Botucatu é favorecido por seu perfil político, econômico e ambiental comprometidos com a preservação natural e com a sustentabilidade. Além disso, a cidade conta com um excelente apoio técnico advindo da Universidade Estadual Júlio de Mesquita Filho – UNESP, que desenvolve e apoia vários projetos com águas residuárias. Diante dessa possibilidade, foram feitas projeções de cenários que discutem e relacionam o reúso da água de esgoto do município com a demanda de água pela população.

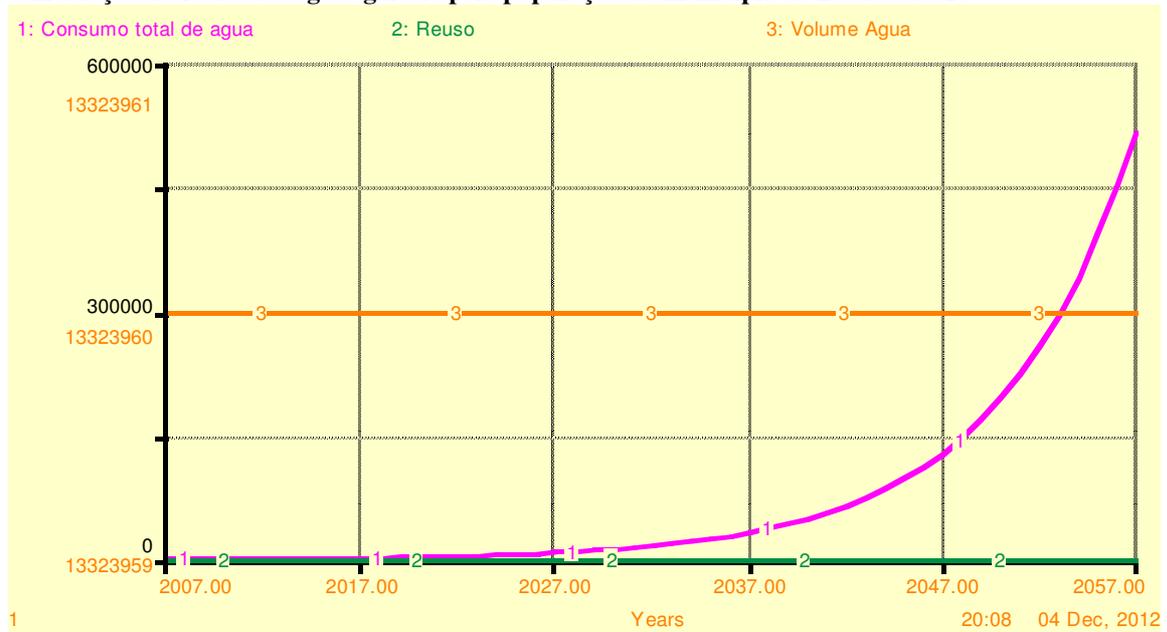
A partir do gráfico de produção de esgoto (Figura 2), podemos observar que o esgoto da rede pública e comercial, tem um aumento linear crescente para uma projeção de 50 anos, que se deve à taxa de crescimento desses setores. A indústria, a partir de 2006, foi condicionada pelo plano diretor de Botucatu a tratar uma parte de seu próprio esgoto, podendo demandar apenas um taxa para o tratamento nas ETE's do município e, por esse motivo, sua taxa se manteve constante no gráfico. O esgoto gerado pela população apresentou um crescimento exponencial positivo, acompanhando o crescimento das variáveis. É possível observar que o esgoto total gerado acompanha a curva do esgoto gerado pela população, sendo esse o setor mais influente na produção de esgoto do município.

**Figura 2. Gráfico do cenário gerado pelo Stella, considerando a produção de esgoto de cada setor (comércio, indústria, população=doméstico, público e misto) e esgoto total gerado por esses setores, no município de Botucatu-SP.**



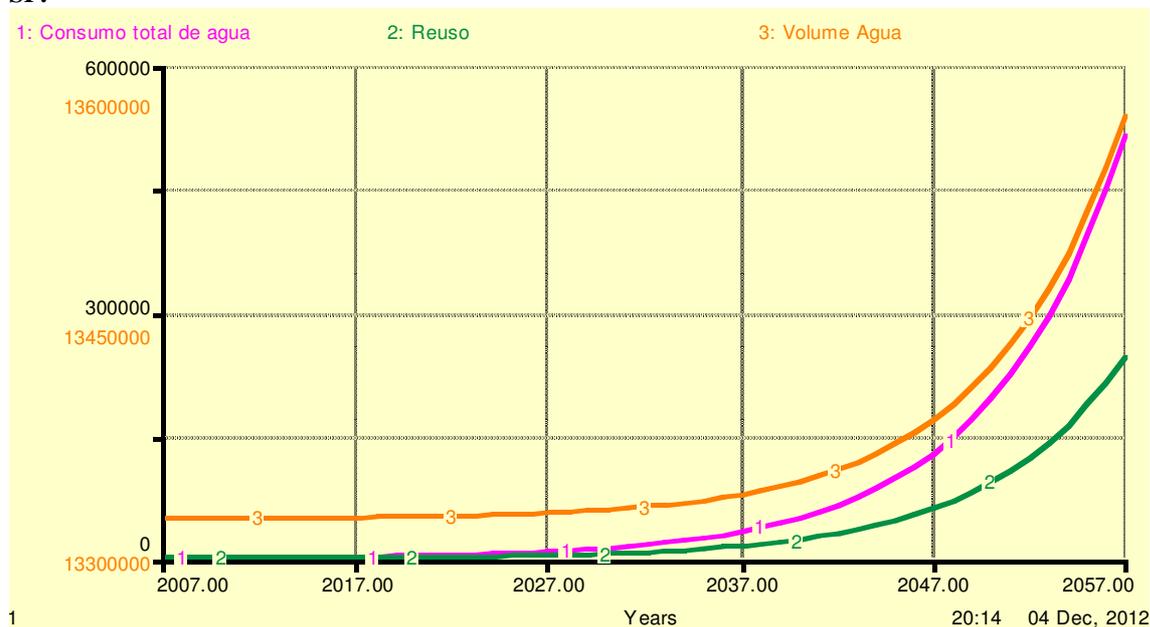
O cenário representado na Figura 3, demonstra que o volume de água disponível permanece constante, uma vez que sua extração advém do Q<sub>7,10</sub>, valor fixo. Todavia, ocorre um acréscimo anual da população e, por consequência, um aumento do consumo de água. Sem medidas paliativas para a demanda e oferta de água, neste caso, o reúso da água do esgoto gerado pela população do município, ocorre crise na disponibilidade de água, exatamente no ano 2053.

**Figura 3. Gráfico do cenário gerado pelo Stella, considerando disponibilidade e consumo total de água, sem adoção do reúso de esgoto gerado pela população do município de Botucatu-SP.**



O cenário que representa a Figura 4, cuja taxa de reúso é de 50%, evidencia progressão no volume de água disponível, que cresce continuamente em parábola crescente acompanhado o consumo total de água, sem que ocorra o corte entre as linhas gráficas. A evolução da produção de água segue em paralelo, porém sempre acima do consumo, sinalizando que a partir dessa porcentagem de reúso o sistema não entra em colapso.

**Figura 4. Gráfico do cenário gerado pelo Stella, considerando disponibilidade e consumo total de água, com adoção de uma taxa de 50% de reúso do esgoto gerado pela população do município de Botucatu-SP.**



## CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES

A projeção de cenários consiste em um processo estratégico e de grande valia para a gestão dos recursos hídricos, podendo avaliar impactos e propor alternativas para a tomada de decisões, por fornecer dados para o uso sustentável dos nossos recursos. Além disso, esses cenários podem antecipar eventos e impactos a fim de discutir prognósticos, promovendo novas soluções quantitativas e qualitativas para a gestão dos recursos hídricos.

O relatório de conjuntura da ANA – Agência Nacional de Água, demonstra que avanços nas áreas de gestão de recursos hídricos, avaliação da sua vulnerabilidade, integração entre usos múltiplos e otimização destes, além dos investimentos em saneamento básico são necessários para diminuir os impactos do lançamento direto de esgotos na qualidade dos corpos d'água.

Administração de conflitos, integração de setor público e privado e participação dos usuários são princípios de governança que, em conjunto com as informações geradas e aplicações tecnológicas, podem ter sucesso na promoção de melhor gestão dos recursos hídricos.

De acordo com os cenários gerados e considerando que a cidade de Botucatu está incluída em um dos mais importantes pólos agrícolas do Estado de São Paulo, atividade essa a maior consumidora de água, somado ao prenúncio de uma futura crise no fornecimento hídrico do município e a saturação da Estação de Tratamento de Esgoto - ETE, a implementação da utilização das águas residuárias é uma alternativa para o planejamento da gestão dos recursos hídricos para o município.

Sendo assim, a fim de evitar uma crise na disponibilidade de água, visto o perfil econômico, social e ambiental do município de Botucatu, o reúso de água seria, comprovadamente através do modelo Stella, a solução para a problemática: disponibilidade e consumo de água da região.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ANA – AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUA. Apresentação da Visão da ANA sobre reúso no Workshop sobre reúso de efluentes de lagoas facultativas na irrigação de eucalipto. ABES Subseção Franca. Franca – SP, 30/31 de Agosto, 2012.
2. AZEVEDO, L. P. e OLIVEIRA, E. L. – Efeitos da aplicação de efluentes de tratamento de esgoto na fertilidade do solo e produtividade de pepino sob irrigação sub superficial - Eng. Agríc. vol.25 no.1 Jaboticabal Jan./Abr. 2005.
3. BERNARDI, C. C. Reúso de água para irrigação. Ecobusiness school, 2003. 52p. (Monografia - MBA em Gestão Sustentável da Agricultura Irrigada, área de concentração Planejamento Estratégico) Brasília, ISAEFGV, 2003.
4. BREGA FILHO, D; MANCUSO, P. C. S. Conceito de reúso de água. In: Reúso de água; Capítulo 2. Eds. P. C. Sanches Mancuso & H. Felício dos Santos. Universidade de São Paulo – Faculdade de Saúde Pública, Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental – ABES. São Paulo, 2002.
5. BRESSAN, D.F. et al., Reúso de água na agricultura teorias e práticas. In: OLIVEIRA, L.E. Manual de utilização de águas residuárias em irrigação. 1ª Ed. Botucatu: FEPAF. cap. 1, p. 72-75., 2012.
6. GONÇALVES, J.A., OLIVEIRA, E.L., SANTOS, L. – Reúso da água para irrigação de maracujá. XIII SIMPEP - Bauru, SP, Brasil, 6 a 8 de Novembro de 2006.
7. HESPANHOL, I., MIERZWA, J.C. Artigo: Programa para gerenciamento de águas nas indústrias, visando ao uso racional e à reutilização. Revista Engenharia Sanitária e Ambiental, v.4, abr./jun. 1999.
8. MANCUSO, P. C. S.; SANTOS, H. F. – Reúso de água – editores. Barueri, Sp: Manole, 2003. 579p.
9. METCALF e EDDY. Water reuse. Issues, technologies, and applications. McGraw-Hill Publisher, New York, 2007.
10. MMA. Plano Nacional de Recursos Hídricos. Síntese Executiva - Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Recursos Hídricos. Brasília: MMA,135p., 2006. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiano.cfm?codlegitipo=3>>. Acessado em 12 de outubro de 2012.
11. MONTE, H. M; A, ALBUQUERQUE, A. Reutilização de Águas Residuais. Guia Técnico 14. p. 1-339, 2010.
12. OTTONI, A. B. A importância da preservação dos mananciais de água para a saúde e sobrevivência do ser humano. 20º Congresso brasileiro de engenharia sanitária e ambiental, v - 003, p. 3731-3737, 1999.
13. SCHIMIDT, A. P. R. A. ; ANDRADE, T. F. Descrição da ETE e da cidade de Botucatu. In: OLIVEIRA, E. L. (Coord.) . Manual de utilização de águas residuárias na agricultura. Fepaf. Botucatu, 2012.
14. SOUZA, S. B. S.; - Irrigação por infiltração com efluentes de lagoa anaeróbia em solo cultivado com milho – Campinas: Unicamp, 2004. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil, arquitetura e urbanismo), Unicamp, 2004.
15. UEHARA, M. Y., VIDAL, W. L. Operação e Manutenção Lagoas Anaeróbias e Facultativas – São Paulo: CETESB, 91p. Série Manuais/Secretaria do Meio Ambiente, 1989.
16. VON SPERLING, M. Introdução à qualidade das águas e o tratamento de esgotos - Princípios do tratamento biológico de águas residuárias. V. 1. 3 ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental. DESA. UFMG, 452 p., 2005.