

# O USO DE MODELAGEM EM UM SISTEMA DE REUSO DE EFLUENTES POR IRRIGAÇÃO: ESTUDO DE CASO

## MODELING USE IN A SYSTEM FOR REUSE OF WASTEWATER FOR IRRIGATION: A CASE STUDY

GIOVANI.A BROTA<sup>1</sup>  
BRUNO CORAUCCI FILHO<sup>2</sup>  
DENIS MIGUEL ROSTON<sup>3</sup>  
LUBIENSKA CRISTINA LUCAS JAQUIÊ RIBEIRO<sup>4</sup>  
MARTA SIVIERO GUILHERME PIRES<sup>4\*</sup>

### RESUMO

Embora a irrigação seja gota a gota o consumo de água continua a aumentar e as fontes de água potável estão se esgotando. É possível observar que os aquíferos subterrâneos estão secando e os níveis dos rios estão diminuindo e estão se tornando mais evidentes as baixas de precipitações pluviométricas. A escassez de água pode afetar cerca de milhares de pessoas num futuro muito próximo. A gestão dos recursos é fundamental na atual situação além do desenvolvimento de novos suprimentos, isto tudo para atender o consumismo dos seres humanos que utilizam a água em níveis elevados. Mas sempre há um preço a pagar pelo uso abusivo dos recursos. E os seres humanos sabem disso e acreditam que não é tarde para mudar a realidade. Um repensar sobre suas atitudes é importante. E como enfrentar os problemas sem afetar o desenvolvimento humano e a qualidade de vida. É com esta idéia de repensar sobre suas ações e externalizar suas idéias e pensamentos que esta pesquisa apresenta modelo semi-quantitativo e quantitativo sobre o uso de sistemas naturais de tratamento de efluentes. Com o avanço da informática o uso de ferramentas de modelagem apresenta estruturas que auxiliam a dar expressão ao pensamento e ajudam a pensar sobre novas situações.

**Palavras-Chaves:** Leitões Cultivados, agricultura, escassez de água.

---

1 Tecnólogo em Saneamento Ambiental pela Faculdade de Tecnologia da Unicamp

2 Professor da Faculdade de Engenharia Civil da Unicamp

3. Professor da Faculdade de Engenharia Agrícola da Unicamp

4 Professoras da Faculdade de Tecnologia da Unicamp: marta@ft.unicamp.br

## ABSTRACT

Although irrigation is drip by drip, water consumption continues to increase and sources of drinking water are running low. One can see that the underground aquifers are drying up and the river levels are decreasing and it is evident that the rainfall is decreasing. Water scarcity may affect thousands of people in the very near future. Resource management is essential in the current situation and developing new supplier sources to meet all this consumerism of human's beings that use high levels of water is a need. The human being knows about abusive water usage and knows that it is not late to change this reality. How to deal with these problems without affecting human development and maintain quality of life is the big issue. It was with the idea to rethink about humans actions and externalize their ideas and thoughts that this research presents the semi-quantitative and quantitative model about the use of natural systems of wastewater treatment. With the advancement of the use of computer modeling tools one can have a structure that helps to give expression to the thought and couple to think about new situations.

**Keywords:** Cultivated stream beds, agriculture, water scarcity.

## INTRODUÇÃO

Num espaço de 50 anos a terra mudou mais radicalmente do que com todas as gerações humanas anteriores. Nos últimos 60 anos a população da Terra quase triplicou. A principal preocupação diária de todos os seres humanos é se alimentar e alimentar a sua família, portanto a demanda por alimento aumenta progressivamente. E os seres humanos nunca mediram esforços para obter o seu alimento.

A nova agricultura aboliu a dependência dos solos e das estações do ano e nenhuma nascente escapa as exigências da agricultura que segundo TUNDUZI (2003) soma 70 % da água consumida pela humanidade. Mas sempre há um preço a pagar pelo uso abusivo dos recursos.

Diante deste uso descontrolado pelos seres humanos em todos os seus usos, principalmente na agricultura o reúso de efluentes vem se tornado uma prática muito valorizada nos dias de hoje, principalmente para as práticas agrícolas onde há uma grande demanda pelos recursos hídricos. Mesmo sabendo que esta prática não é algo novo, ela já acontecia na antiguidade principalmente no processo de fertilização de culturas.

Nos últimos anos o uso de técnicas de tratamento de águas residuárias vem apresentando vários benefícios em práticas de irrigação, apesar de no Brasil ainda ter sido pouco explorado o uso de leitos cultivados ou comumente conhecidos como *constructed wetlands*, já se sabe que esses sistemas se mostraram muito promissores pela sua alta remoção de matéria orgânica, por ser de fácil implantação e de baixo custo.

Devido às contribuições dos avanços da informática é possível avaliar os leitos cultivados através de modelos semi-quantitativos e quantitativos. Entender o comportamento desta técnica é o que esta pesquisa busca através da modelagem, trabalhando de forma metodológica as vantagens do sistema natural de tratamento, os leitos cultivados (Wetlands).

## MATERIAL E MÉTODOS

Ao longo dos tempos as ferramentas computacionais estão sendo desenvolvidas para facilitar a exploração de modelos e transformar o processo de modelagem deixando-o mais acessível para todos.

O software escolhido para utilização nesta pesquisa. Num primeiro momento o VISQ - Variáveis que Interagem de Modo Semi-Quantitativo (KURTZ DOS ANTOS et al., 1997). É um sistema que pode animar diagramas causas, sem a utilização de números e equações através da tela de um computador. De acordo com NORMAN (1983) os modelos mentais das pessoas são freqüentemente incompletos, instáveis, nebulosos, facilmente confundíveis com outros, e nem sempre capazes de serem executados ao se realizar uma tarefa. Assim, interagir com um modelo no computador, que é claramente estruturado e executável, fornece pelo menos a possibilidade de clarificação e cristalização de idéias.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

Como foi dito os seres humanos precisam se alimentar e a busca pelo alimento o leva a caminhos de modernidade que provocam o uso abusivo dos Recursos Naturais, aqui demonstrado pela água. O primeiro modelo criado mostra o modelo mental desta realidade (Figura 1).

O sistema é muito simples e garante uma rápida interpretação até mesmo por usuários inexperientes, a modelagem das informações respeita os acontecimentos previamente definidos e correlacionados entre si.

Uma vez criado o modelo, o criador pode experimentar e refletir sobre suas próprias idéias de forma concreta certificando seu entendimento sobre o assunto, ou seja, esta ferramenta possibilita visualizar o modelo mental criado partindo do raciocínio não numérico relacionado a uma lista de variáveis, espera-se uma modificação em termos de aumento ou diminuição das variáveis, sem a preocupação de saber o valor exato da variação.

FORRESTER (1968) diz que é mais fácil entender a realidade quando se utiliza os diagramas de elos causais. E através deles é possível se comunicar com outras pessoas.

É realizada uma listagem de variáveis que possam descrever este comportamento. As variáveis definidas são: Seres Humanos, Necessidade por Alimento, Água para Irrigação, Desequilíbrio Ambiental e Disponibilidade Hídrica e estas são organizadas de modo a representarem juntas uma idéia relacionada a realidade.

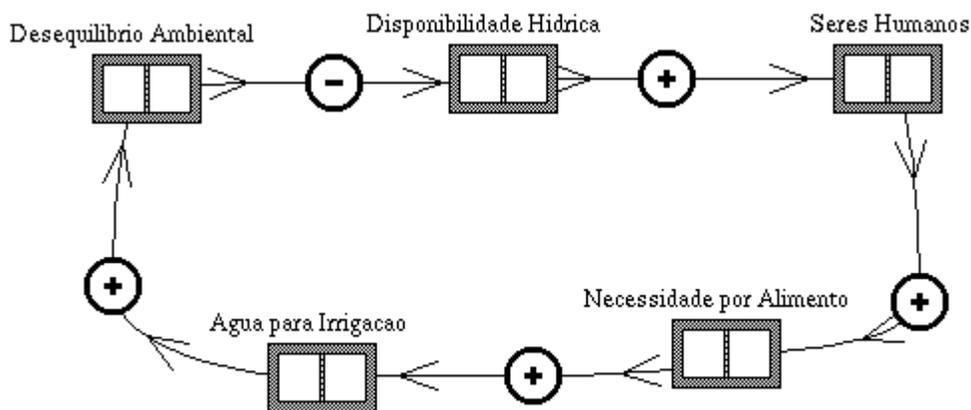
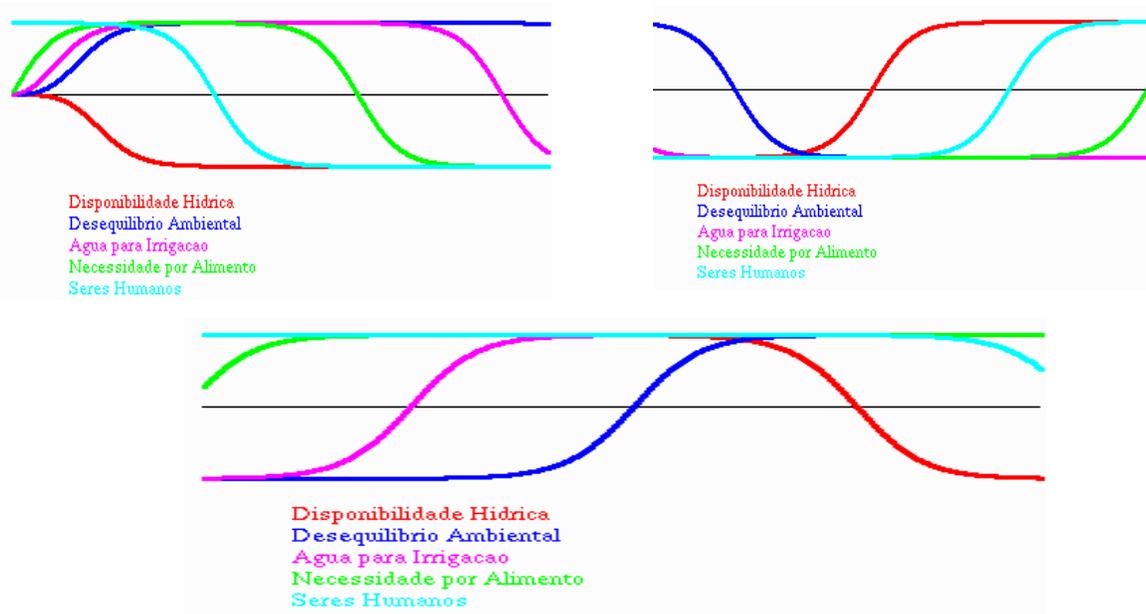


FIGURA 1. Modelo que descreve os Seres Humanos, suas necessidades e conflitos.

Os elos causais, ou seja, as linhas contendo um círculo com sinal positivo ou negativo implicam em aumentar ou diminuir o valor das variáveis, relacionando as causas e efeitos.

Quando executada a simulação do modelo o programa mostra um gráfico das relações entre as variáveis em função do tempo como pode ser visto na Figura 2.



**FIGURA 2.** Representação gráfica do Modelo criado.

A idéia descreve (Figura 2) através do modelo que com o aumento da população na Terra (“Seres Humanos”) leva os “Seres Humanos” a buscar cada vez mais pela sua sobrevivência (“Necessidade por Alimento”), pois ele precisa de muito mais do que está disponível na natureza. Ele busca então a agricultura, que para atender a demanda de cultivo utiliza elevados níveis de água para a irrigação, ou seja, aumentando a “Necessidade por Alimento” aumenta a quantidade de “Água para Irrigação” que com o passar do tempo leva a um aumento no “Desequilíbrio Ambiental”. Quanto maior o “Desequilíbrio Ambiental” menor vai ser a “Disponibilidade Hídrica” na Terra.

A “Disponibilidade Hídrica” começa a mudar a vida na Terra, causando uma diminuição aos “Seres Humanos” que vão passar a necessitar de menos alimento, conseqüentemente precisando de uma menor quantidade de “Água para Irrigação”, o que permite diminuir o “Desequilíbrio Ambiental”, aumentando as “Disponibilidades Hídricas” naturalmente

o aumento dos Seres Humanos o que leva a um aumento na Necessidade por Alimentos aumentando a quantidade de Água para Irrigação e assim num ciclo de acontecimentos.

Com esta verificação da realidade fica evidenciada a dependência entre as variáveis, tudo na Terra está ligado. Sabe-se que na agricultura a prática do reuso de efluentes doméstico era realizada desde a antiguidade principalmente no processo de fertilização de algumas culturas.

Com isso um novo modelo mental pode ser apresentado concretizando a idéia de reuso para a irrigação através de leitos cultivados. Neste modelo são listadas as variáveis: Esgoto Doméstico, Sistema Natural de Tratamento, Efluente adequado para Irrigação, Gastos ETE, Gastos ETA, Fertirrigação, Água Consumida na Irrigação, Água Disponível para Consumo, Investimentos com Conscientização e Educação Ambiental e Investimento com Coleta de Esgoto. (Figura 3).

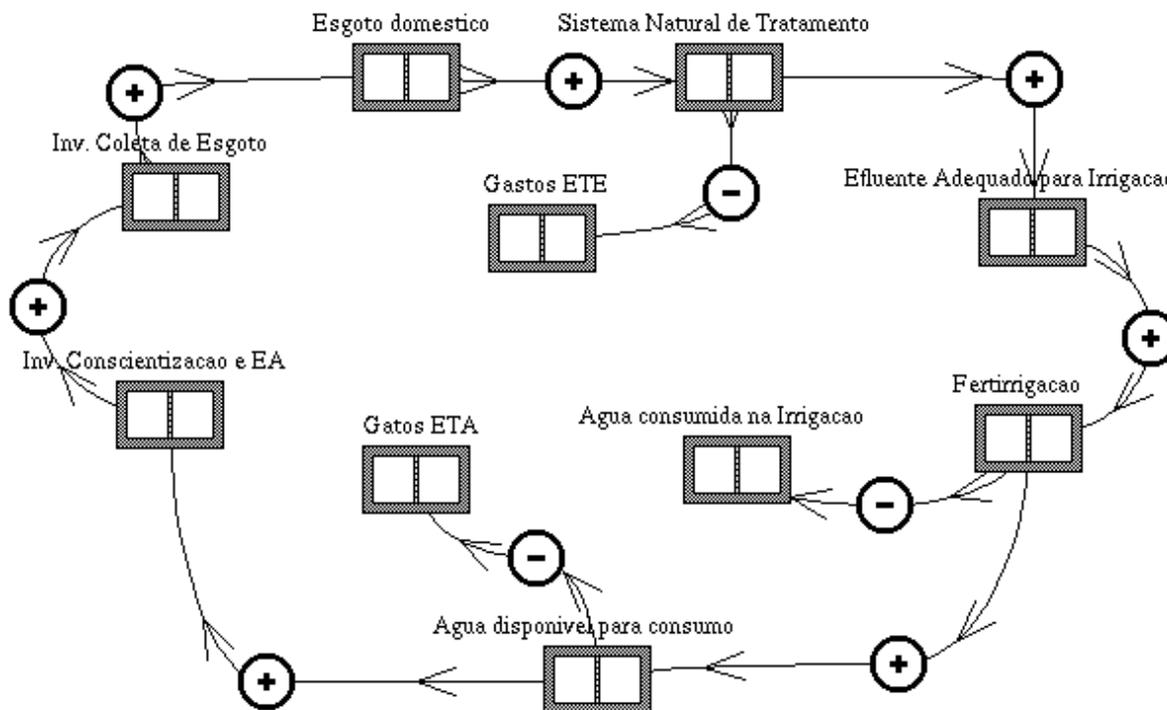


FIGURA 3. Modelo que representa a idéia de fertirrigação.

No modelo, com a influência do reuso de efluentes na agricultura, fica claro a redução dos gastos com a ETA e a ETE e ainda uma diminuição na água consumida na irrigação.

Avaliando a simulação do modelo através da figura 4 tem-se que com o uso de “Sistema Natural de Tratamento” os “Gastos ETE”

demonstram uma redução dos gastos com a estação de tratamento de esgoto. O “Efluente adequado para a irrigação” por sua vez tem uma adição nas disposições do efluente tratado, bem como, a “Fertirrigação” tem sua disponibilidade favorecida pela adição proveniente da adequação do efluente.



FIGURA 4. Representação gráfica para a idéia de fertirrigação.

Com a maior disponibilidade de efluente tratado para a “Fertirrigação” há uma diminuição da captação de água tratada utilizada para a irrigação como demonstrado na variável “Água consumida na irrigação”, por outro lado esta água é ofertada com um maior volume para o abastecimento público e outros fins mais nobres. Subsequente ao item “Água disponível para consumo” há uma redução dos gastos com a estação de tratamento de água aqui identificada como “Gastos ETA”.

Como conseqüência a economia gerada pela maior disponibilidade de água potável é possível um maior investimento na promoção de programas contra o desperdício de água e uma ampliação da conscientização ambiental “Inv. Conscientização e Educação Ambiental”, ações como essas promovem uma sociedade mais crítica e exigente para com o poder público, exigindo maiores investimentos na coleta de esgoto doméstico “Inv. Coleta de Esgoto” e “Esgoto Doméstico” e por fim com um volume maior de efluente doméstico a se tratar novas tecnologias podem ser utilizadas, como por exemplo, os sistemas de tratamento naturais.

## CONCLUSÕES

As ferramentas computacionais são desenvolvidas para facilitar a exploração de modelos que buscam representar a realidade, e fazer o processo de modelagem mais acessível através de uma estrutura adequada que auxilia a dar expressão ao pensamento.

Com o desenvolvimento de modelos é possível concluir que investimentos para o desenvolvimento de pesquisas na área de reuso de efluentes domésticos através de leitos cultivados devem ser realizados. Resultados promissores podem ser alcançados através da fertirrigação.

No entanto devem-se considerar os aspectos sanitários envolvidos no reuso, tudo para se chegar a uma conclusão satisfatória quanto aos possíveis riscos dessa atividade para com a saúde das pessoas, bem como para o meio

ambiente no entorno da propriedade ou da área atendida.

Medidas devem ser tomadas para realizar o gerenciamento dos recursos hídricos de forma eficiente, diante de uma população em pleno desenvolvimento, considerando a recuperação da qualidade das águas continentais e seu reuso e a proteção daquelas que ainda não foram contaminadas.

## REFERÊNCIAS:

FORRESTER, J. M. *Principles of systems*. Cambridge, MA: Wright- Allen Press Inc, 1968.

KURTZ DOS SANTOS, A. C., THIELO, M. R. & KLEER, A. A. Students modelling environmental issues. *Journal of Computer Assisted Learning*, Nottingham, UK, v. 13, n. 1, p 35-47, mar., 1997.

NORMAN, D. A. Some observations on mental models. In GENTNER, D. & STEVENS, A. (Eds) *Mental models*. London: Lawrence Erlbaum Associates, 1983.

TUNDISI, J.G. *Água no século XXI: enfrentando a escassez*. São Carlos: RiMa, IIE, 2003. p. 967-971.