

## INFLUÊNCIA DOS SISTEMAS AGRÍCOLAS IRRIGADOS POR ASPERSÃO SOBRE A QUALIDADE DOS RECURSOS HÍDRICOS.

CELSO JOÃO ALVES FERREIRA<sup>1</sup>  
ARIOVALDO LUCHIARI JUNIOR<sup>1</sup>  
LUIZ GONZAGA DE TOLEDO<sup>1</sup>  
ALFREDO JOSÉ BARRETO LUIZ<sup>1</sup>  
JOÃO ROCHA<sup>2</sup>  
LAERCIO LOURENÇO LELIS<sup>3</sup>

---

<sup>1</sup> EMBRAPA/CNPMA - Caixa Postal 69, Jaguariúna/SP, CEP 13820-000

<sup>2</sup> Depto. de Água e Esgoto de Guafra/SP

<sup>3</sup> Secretaria Municipal de Agricultura - Guafra/SP

## RESUMO

A relação entre a alteração da qualidade de água dos recursos hídricos e a evolução da área ocupada por agricultura irrigada por pivô central foi investigada no município de Guaíra-SP que constitui-se em uma das regiões de maior concentração deste tipo de agricultura na América Latina. Dados de consumo do floculante sulfato de alumínio usado na Estação de Tratamento de Água mostram uma estreita relação entre o incremento no consumo e o aumento de 0,0 a 96,0% da área ocupada por pivô central que ocorreu entre 1983-90. Nos últimos anos a adoção do sistema de plantio direto parece estar refletindo em uma estabilização ou mesmo em uma diminuição dos gastos com sulfato de alumínio, sugerindo menor impacto sobre os recursos hídricos da região. Para o uso em irrigação a qualidade da água não apresenta restrição, exceto para alguns locais em determinados períodos do ano em que pode ocorrer restrição moderada em função dos teores de ferro total dissolvido e da condutividade elétrica.

**Palavras Chaves:** QUALIDADE DE ÁGUA; PIVÔ CENTRAL; AGRICULTURA IRRIGADA; SÓLIDOS EM SUSPENSÃO.

## 1. INTRODUÇÃO

O município de Guaíra, localizado na região nordeste do estado de São Paulo, possui uma extensão territorial de 1.241 Km<sup>2</sup> (Abreu, 1994), e constitui-se, na América Latina, em uma das áreas mais antigas de concentração de agricultura irrigada por pivô central.

Segundo Stefani (1995) haviam 188 pivôs de irrigação no município, cobrindo 8.623,84 ha, o que corresponde a cerca de 7,18% da área total do município. Este conjunto representa mais de 90% do total de sistemas de irrigação, sendo o restante constituído pelos sistemas de autopropelidos e convencional. O sucesso alcançado por este tipo de agricultura, pode ser explicado, dentre outros fatores, pela obtenção de até 5 safras em dois anos, em que se produz, principalmente, milho, soja, feijão, sorgo e tomate industrial (Abreu, 1994). No restante da área do município predominam as culturas anuais de sequeiro de milho, sorgo e soja, a cana-de-açúcar e as pastagens.

A agricultura irrigada por aspersão praticada em Guaíra tem por características um alto índice de mecanização do solo e um uso intensivo de agroquímicos: produtos fitossanitários, fertilizantes e corretivos, condições estas que podem potencializar os riscos de degradação dos ambientes aquáticos.

É de conhecimento que práticas agrícolas intensivas, incluindo nesse caso o pivô central, podem causar impactos adversos na qualidade e na disponibilidade dos recursos hídricos. Em geral, como resultado de alterações nos ciclos hidrológico, do carbono e dos nutrientes principais, além do aporte de sedimentos e químicos dissolvidos para os sistemas aquáticos. A erosão do solo e o escoamento superficial associado, a lixiviação e o fluxo por macroporos estão entre os principais processos que afetam a qualidade da água (Lal & Stewart, 1994; Merten, 1994).

Deste modo, procurou-se avaliar o estado atual da qualidades dos recursos hídricos nesta região, estabelecendo as relações com as práticas agrícolas vigentes e com a evolução da agricultura irrigada, fundamentando-se nas informações atualmente disponíveis.

## 2. PRÁTICAS AGRÍCOLAS E O ABASTECIMENTO URBANO DE ÁGUA

O ribeirão Jardim que cruza o município de sul a norte é a principal fonte de água para o abastecimento da cidade de Guaíra. O ponto de captação está localizado à montante da cidade após o ribeirão percorrer aproximadamente, 19 Km desde a sua nascente (Figura 1). A bacia de drenagem até este ponto soma cerca de 9600 ha, ocupados pelas culturas anuais de sequeiro, a cana de açúcar e os pivôs centrais como as principais classes de uso do solo. Dentro da área encontra-se, também, uma usina de açúcar e alguns açudes.

O clima na região é de característica sazonal no que diz respeito às precipitações, apresentando uma estação chuvosa de outubro a abril e uma estação de seca de maio a setembro. Este padrão influencia o comportamento hidrológico do ribeirão Jardim, o qual apresenta vazões mínimas entre julho e outubro, podendo chegar a menos de 100 l/s no mês de agosto. A diminuição da disponibilidade natural de água nesta estação de seca favorece o surgimento de um conflito, que é a possibilidade de não haver água suficiente para atender às principais demandas, especialmente, o uso em irrigação e o abastecimento urbano. Neste período a irrigação é essencial para as chamadas culturas das secas: feijão, milho e tomate, o que resulta em um aumento do volume de água captado para este fim (Figura 2). Ao mesmo tempo, registra-se, também, neste período um aumento do consumo urbano de água como estimado pela vazão de captação para o abastecimento (Figura 2). Isto leva a uma redução do volume de água do ribeirão Jardim, à jusante do ponto de captação, que acarreta um segundo conflito, a perda da sua capacidade de diluição do efluente final que recebe da estação de tratamento de esgoto da cidade. Esta situação tende a se agravar em anos sequenciais de baixa precipitação com acúmulo do déficit hídrico.

Figura 1. Mapa de localização do município de Guaíra e da bacia hidrográfica do ribeirão Jardim.

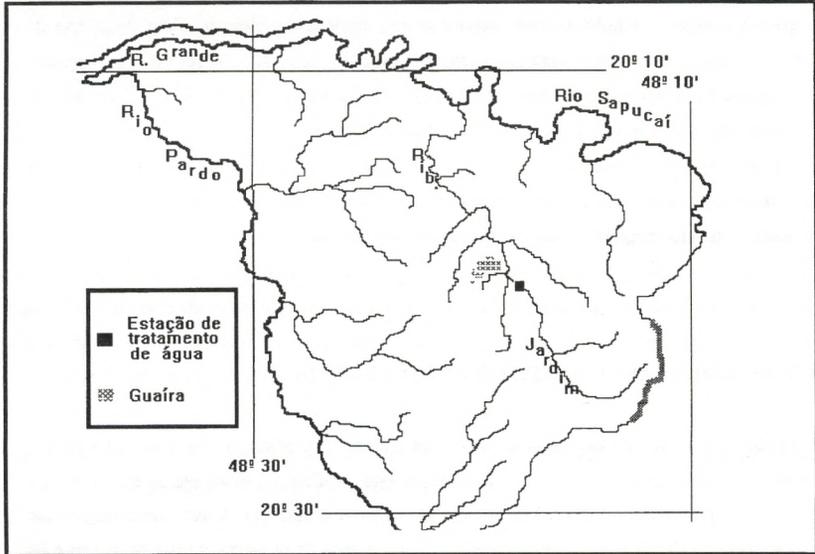
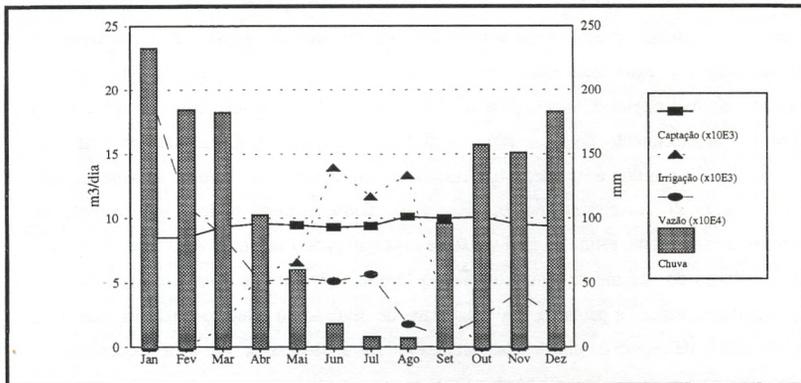


Figura 2. Valores médios mensais de precipitação pluviométrica (1992-95), de vazão do Ribeirão Jardim (1995-96), de captação para abastecimento urbano (1992-95) e de uso em irrigação (1994-96).



Entre os fatores que normalmente caracterizam a qualidade de água de um determinado ambiente aquático, os teores de sólidos suspensos são freqüentemente citados, pois, além de causar o assoreamento dos cursos d'água e de destruir habitats, afetam o comportamento de animais, os processos fisiológicos de plantas e transportam fertilizantes, pesticidas e metais pesados que ficam adsorvidos às partículas coloidais do solo. Em zonas agrícolas a presença de sedimentos em suspensão ou sendo transportado por arrasto de fundo pode ser um indicativo de que o sistema está perdendo solo, pois constituem-se em uma fração daquilo que foi erodido à montante da bacia de drenagem (Jones et alii, 1991).

Os sólidos suspensos em determinadas concentrações podem diminuir a aptidão de um corpo d'água para proposta de uso em irrigação, por possíveis danos aos equipamentos de bombeamento e aspersão (Ayers e Westcot, 1991). Além disso, podem causar prejuízos econômicos a outras atividades que não a agricultura tais como: aumento dos custos operacionais de tratamento de água e dos sistemas de distribuição e abastecimento (Bragagnolo e Aliaga, 1991), gastos com a recuperação de reservatórios eutrofizados (Altafin et alii, 1995), a diminuição da vida útil de reservatórios e danos a equipamentos, turbinas e máquinas de usinas hidrelétricas (Marques, 1995) e diminuição da navegabilidade e da qualidade para uso como lazer, pesca e turismo (Sorrenson e Montoya, 1989).

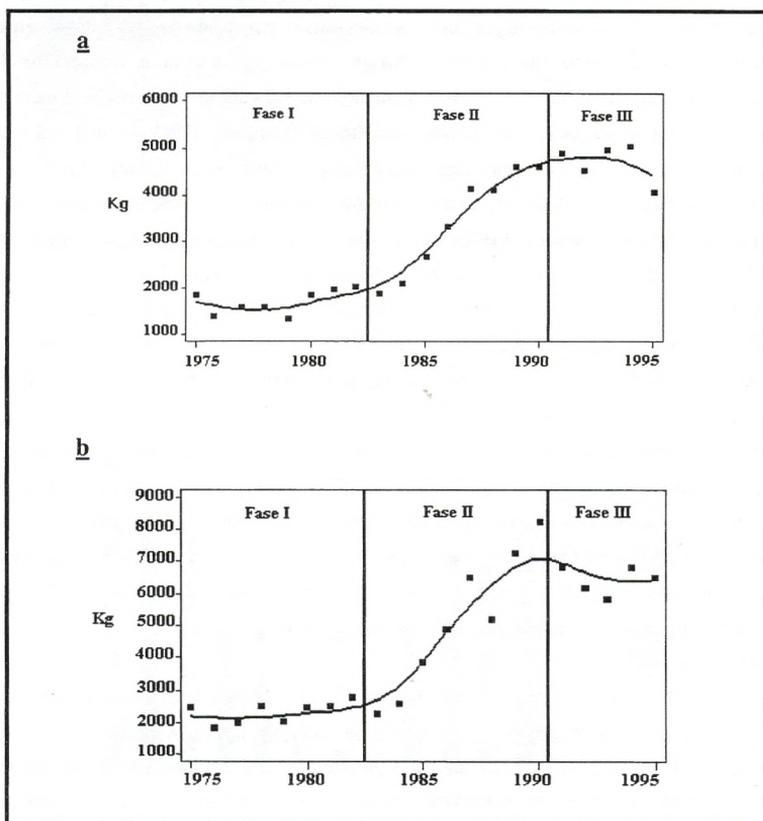
O sulfato de alumínio é um floculante de uso comum em sistemas de tratamento de água para a precipitação de material em suspensão (WHO, 1984). A Figura 3 apresenta a evolução do consumo de sulfato de alumínio junto à Estação de Tratamento de Água de Guaíra - DEAGUA, em que foram identificadas três fases. A Fase I que compreende o período de 1975 a 1982 e caracteriza-se por médias baixas de consumo, 20.437,5 Kg/ano e coeficiente de variação de 14,77%. Neste período a bacia era ocupada por pastagens cultivadas, culturas anuais de sequeiro e cana de açúcar, não existindo, até então, pivô central.

A Fase II compreende os anos de 1983-90 e caracteriza-se por um aumento marcante no consumo de sulfato de alumínio, como observado pela média de 41.126,75 Kg/ano e coeficiente de variação de 32,08%. A principal mudança nos sistemas agrícolas vigentes foi a introdução da agricultura irrigada por aspersão, que de 1 pivô (108 ha) em 1983 passou para 12 pivôs (680 ha) em 1990, o que representa 96 % da área atualmente ocupada por pivô. Segundo Abreu (1994) esta expansão na aquisição de equipamentos de irrigação foi favorecido pela facilidade na obtenção de recursos financeiros, articulados através do PRONI.

A Fase III que estende-se até os dias de hoje apresenta consumos médios ligeiramente superiores à Fase II, 56.376,0 Kg/ano, porém um baixo coeficiente de variação (8,6%). A partir de 1990 foi incorporado apenas 1 pivô central (29 ha) na bacia do ribeirão Jardim a montante da estação de captação, por outro lado, ocorreu um aumento da área de pivô onde o sistema tradicional de plantio foi

substituído pelo plantio direto. Em 1991 a área com plantio direto representava cerca de 17% da área total de pivô, enquanto que na safra de 1995-96 este percentual evoluiu para cerca de 58%. O uso da técnica de alisamento, usando rotina de interpolação do tipo “spline cúbica” (SAS/GRAPH, 1990), quando aplicada às médias anuais sugere uma estabilização dos gastos (Figura 3a) e quando aplicada aos máximos mensais anuais (Figura 3 b) sugere uma tendência de redução no consumo de sulfato de alumínio. Isto vem de encontro com outras observações de redução no custo de tratamento de água em microbacias em que o plantio direto foi incorporado como o sistema mais freqüente, (Merten, 1994).

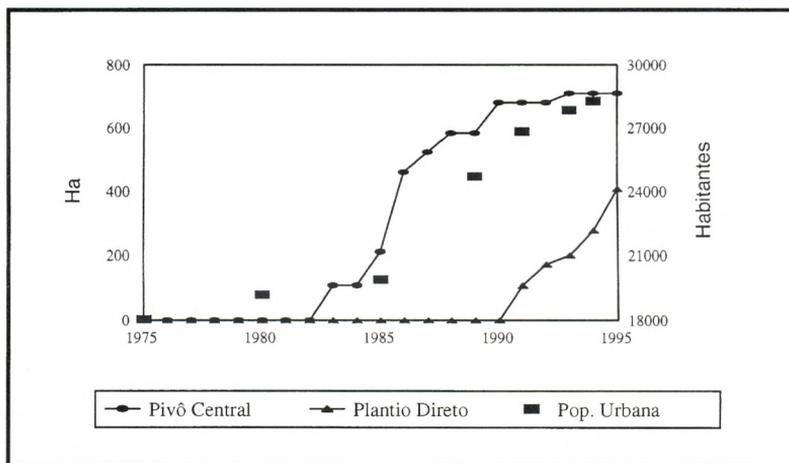
**Figura 3.** Evolução dos gastos com sulfato de alumínio na Estação de Tratamento de Água para o abastecimento urbano de Guaíra-SP. a) médias anuais e b) máximos mensais anuais.



Registros diários de vazão de captação no DEAGUA somente estão disponíveis a partir de novembro de 1992. Assim podemos supor que dois fatores podem ter contribuído para o incremento observado de consumo de sulfato de alumínio entre os anos de 1983-90: um aumento na vazão de captação ou uma diminuição da qualidade da água.

Quanto ao volume de água tratada houve um aumento médio estimado de 85,0 l/s em 1980 para 125,0 l/s em 1995, isto representa um incremento percentual de 47%. Este valor é bem próximo do registrado para o incremento na população urbana que passou de 19.199 habitantes em 1980 para 26.838 em 1991, percentual aproximado de 40% (Figura 4). Entretanto, somente no período de 1983-1990 houve um aumento percentual de 150 % no consumo de sulfato de alumínio. Esta diferença deve ser explicada como o resultado da diminuição da qualidade de água do ribeirão Jardim, especialmente, no que diz respeito a um aumento da carga de sólidos em suspensão.

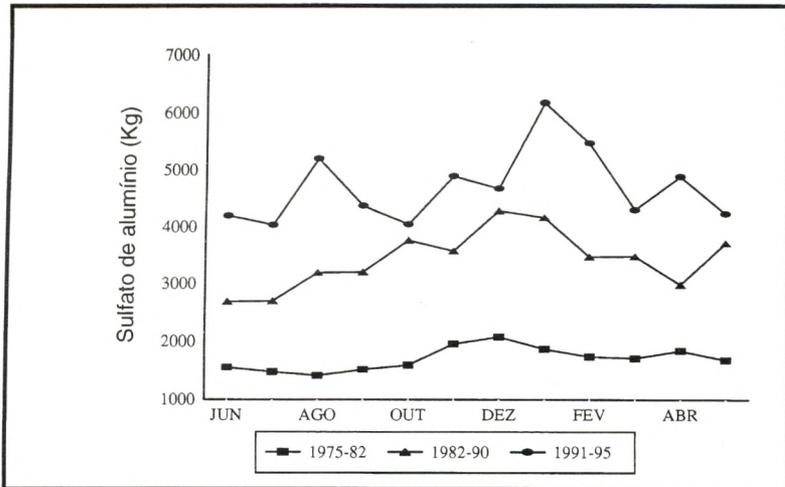
**Figura 4.** Evolução das áreas ocupadas por pivô central e plantio direto na sub-bacia do ribeirão Jardim e da população urbana da cidade de Guafrá-SP.



Para o período em que há registro diário de vazão de captação (1992-96) não se observa uma relação direta significativa entre o volume de água captado e os gastos com sulfato de alumínio por unidade de volume. A Figura 5 apresenta as médias mensais de consumo de sulfato de alumínio em separado para as três fases observadas. Percebe-se que há um aumento nas diferenças entre os meses de maior e de menor consumo da Fase I em direção à Fase III, bem como um modificação nos picos de

consumo. Dezembro, janeiro e fevereiro são meses em que se registra um aumento nos gastos por unidade de volume, embora as vazões de captação sejam as menores (Figura 2). Este período corresponde àquele de maior precipitação, e embora as culturas já estejam desenvolvidas é esperado que tanto os pivôs centrais como as culturas anuais de sequeiro contribuam com aporte de sedimentos para os cursos d'água, comportamento este que também pode ser verificado em áreas ocupadas por cana. Em 1992 a cana representava 32,2%, as culturas anuais de sequeiro 35,7%, as pastagens 13,1% e os pivôs 7,4% da área de drenagem à montante da estação de captação. A entressafra ou pousio poderia constituir-se no período mais crítico de erosão pois, é quando o solo está mais exposto às intempéries. Isto não ocorre porque o pousio coincide com os meses de menor intensidade pluviométrica (Figura 2) havendo produção agrícola, basicamente, nos pivôs centrais.

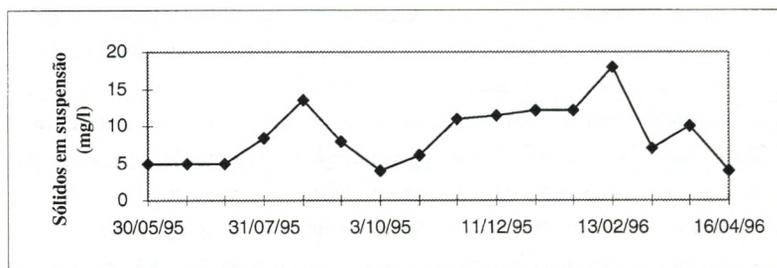
**Figura 5.** Distribuição dos valores médios mensais do consumo de sulfato de alumínio junto à Estação do DEAGUA, Guafrá-SP.



Os dados disponíveis de concentração de sólidos em suspensão no ribeirão Jardim junto ao ponto de captação de água estão apresentados na Figura 6. Os valores de um modo geral são baixos (5,0 a 20,0 mg/l) comparativamente à outras bacias hidrográficas tipicamente agrícolas (SUREHMA,1987). Entretanto, os picos de concentração foram registrados de dezembro a fevereiro, coincidindo com o padrão mensal de consumo de sulfato de alumínio. Este fato corrobora a importância que a qualidade

de água exerce sobre os custos de tratamento de água. Nos meses de agosto e setembro, especialmente na fase III, registra-se também um pico secundário de aumento nas concentrações de material em suspensão, comportamento este também observado para o gasto de sulfato de alumínio.

**Figura 6.** Valores de material em suspensão registrados no ribeirão Jardim, junto à estação de captação do DEAGUA, de maio/95 a abril/96.



O conjunto de informações e dados disponíveis sugerem que a agricultura irrigada deve ter causado impacto nos recursos hídricos do município de Guaíra durante o período inicial de instalação e operação dos sistemas, o qual se concentrou na década de 80. A retirada da cobertura vegetal nativa ou à substituição de outras culturas, o trato mais intensivo do solo e à adaptação às condições climáticas deve ter contribuído para intensificar a perda de solos e, conseqüentemente o aporte de sedimentos para os rios e lagoas da região. Com o estabelecimento de melhores práticas de manejo para a atividade, aliado às características favoráveis do solo como boa permeabilidade e razoável espessura é suposto ter ocorrido uma diminuição na produção de sedimentos. Segundo Stefani (1995) o município de Guaíra possui cerca de 81,7 % de sua área com declividade inferior à 6% mais 11,1% de várzeas com menos de 3% de declividade.

Na atualidade, os riscos de exportação de sedimentos de áreas de pivôs para os cursos d'água são maiores em locais em que o conflito de uso da terra é médio a alto, ou seja, o uso da terra não está condizente com sua capacidade de uso, podendo a erosão ser minimizada somente com um nível de manejo alto. Nestes locais, em geral, a declividade média deve estar acima de 5%. Esta categoria está representada por 15,68% da área do município (Stefani, 1995). Saad (1987) estimou, com base em dados do balanço hídrico pelo método de conservação das massas, deflúvio superficial da ordem de 25% do total de perdas ao longo do ciclo da cultura de soja de sequeiro cultivada sob pivô posicionado em área com declividade superior à 5%.

Poucas são as informações que se dispõem acerca do aporte de nutrientes e outros químicos dissolvidos, tais como agrotóxicos, de áreas de pivô para os cursos d'água, embora Saad (1987) tenha estimado perdas por drenagem profunda, à profundidade de 90 cm, da ordem de 45% para arroz, 38% para o milho e 16% para a soja, considerando as perdas totais.

Uma previsão pode ser feita em relação aos inúmeros açudes e barramentos que são construídos ao longo dos cursos d'água para perenizá-los e assim dispor de água para irrigação o ano todo. Como estes sistemas mudam o comportamento hidráulico reduzindo a velocidade e aumentando o tempo de residência da água, prevalece um efeito depurador e acumulador de substâncias que aportam na forma particulada e dissolvida. O acúmulo de nutrientes resulta normalmente no processo conhecido por eutrofização, quando se observa crescimentos exagerados de algas com subsequente morte e decomposição resultando em maior demanda por oxigênio dissolvido e liberação de compostos tóxicos os quais irão impactar negativamente a biota destes reservatórios. Atualmente têm sido investigada uma possível relação entre os picos de material em suspensão nos meses de agosto e setembro com o aumento dos níveis de eutrofização dos reservatórios neste mesmo período. Os quais resultariam do aumento das concentrações dos solutos em decorrência da diminuição do volume de água que somado à maior disponibilidade de luz e aquecimento a partir de agosto favoreceria o desenvolvimento algal.

### 3. QUALIDADE DA ÁGUA PARA IRRIGAÇÃO

Tanto a concentração total de sais dissolvidos como a composição dos mesmos é que definem a adequação de um tipo de água para uma proposta de irrigação. Os problemas resultantes podem, geralmente, surgir depois de um uso prolongado, das condições climáticas, das características do solo e do nível de manejo adotado. O excesso de sais no solo e água, os impedimentos à infiltração de água pelas razões entre os teores de sódio e cálcio, a toxicidade de íons específicos como sódio, cloreto e boro, danos estéticos em produtos como as frutas e a corrosão e obstrução de equipamentos de irrigação estão entre os principais problemas associados à qualidade de água (Ayers e Westcot, 1991).

A tabela 3 apresenta os valores mínimos e máximos de parâmetros de qualidade de água obtidos em 162 amostras distribuídas em 7 microbacias no município de Guaíra-SP e no ribeirão Jardim à montante e à jusante da cidade, (CNPMA/EMBRAPA, no prelo). Na mesma tabela é indicado os intervalos para os graus de nenhuma, ligeira a moderada e severa restrição de uso do ponto de vista da salinização, infiltração, toxicidade, e obstrução e corrosão de equipamentos.

Podemos considerar que a qualidade de água no Município de Guaíra, para os sistemas estudados mostrou-se adequada para propostas de irrigação. Exceção pode ocorrer quanto aos teores de ferro e os

# XI Congresso Nacional de Irrigação e Drenagem

valores de condutividade elétrica em algumas microbacias e em determinadas épocas. Ferro pode criar problemas de obstrução de equipamentos bem como estimular a produção de mucilagem por ferrobactérias. A concentração de 0,5 mg/l pode ser considerada não desejável quando não dispor de filtro ou os teores de sulfeto e substâncias adstringentes excederem 2,0 mg/l (Ayers e Westcot, 1991).

**Tabela 1.** Valores mínimos e máximos de parâmetros de qualidade de água de sete micro-bacias e do ribeirão Jardim à montante e à jusante da cidade de Guaíra-SP, e o grau de restrição de uso associado para irrigação, maio de 1995 a fevereiro de 1996.

Parâmetros	Micro-bacias	Ribeirão Jardim		Grau de Restrição de Uso <sup>1</sup>		
		Montante	Jusante	Nenhum	Moderado	Severo
Condutividade Elétrica (µS/cm)	21,0-73,4	29,0-47,5	45,9-66,6	<700	700-3000	>3000
pH *	5,1-7,2	5,9-7,1	5,6-6,5	<7,0	7,5-8,0	>8,0
pH **	5,1-7,2	5,9-7,1	5,6-6,5	>6,5	5,5-6,5	<5,5
Alcalinidade Total (meq/l)	0,15-0,54	0,17-0,43	0,29-0,53			
Nitrato (mg/l)	0,0-3,79	0,0-0,16	0,05-0,82	0,0-10,0		
Amônia (mg/l)	0,0-2,18	0,0-0,12	0,0-0,46	0,0-5,0		
Sulfato (meq/l)	0,0-0,18	0,0-0,16	0,0-0,16	0,0-20,0		
Cloreto (meq/l)	0,0-0,03	0,0-0,03	0,0-0,03	<3,0	>3,0	
Magnésio (meq/l)	0,02-0,29	0,9-3,42	0,9-2,30	0,0-5,0		
Cálcio (meq/l)	0,04-0,33	1,41-5,45	1,94-5,37	0,0-20,0		
Sódio (meq/l)	0,01-0,23	0,93-2,16	3,35-5,28	<3,0	>3,0	
Ferro (mg/l)	0,01-1,39	0,06-0,44	0,22-0,51	<0,1	0,1-1,5	>1,5
Sólidos Suspensos (mg/l)	<1,0-30,8	1,6-21,6	6,4-29,5	<50,0	50,0-100,0	>100,0
Taxa de Adsorção de Sódio (RAS)	0,10-0,49	0,07-0,18	0,30-0,36			***

\* Problemas com incrustações.

\*\* Problemas com corrosão.

\*\*\* Para os valores de condutividade elétrica citados.

<sup>1</sup> Fonte : (Ayers e Westcot, 1991)

Águas com condutividade elétrica inferior a 200 uS/cm tendem a lixiviar os sais e minerais solúveis incluindo os de cálcio, deste modo, causando problemas de infiltração independentemente do valor da Taxa de Adsorção de Sódio (RAS), que no caso em questão foram baixos favorecendo à infiltração. O uso de corretivos e fertilizantes do solo parecem minimizar este problema em Guaíra, pois, não tem sido levantado este ponto como sendo preocupante.

## 4. CONCLUSÕES

Existe uma clara e forte evidência de uma relação entre o incremento da área ocupada por pivô central e a perda de qualidade de água do ponto de vista do consumo de sulfato de alumínio na estação de tratamento de água para abastecimento. Nos últimos anos, a partir de 1991, a introdução do sistema de plantio direto têm provocado uma estabilização ou mesmo uma diminuição dos impactos sobre os recursos hídricos da região.

Do ponto de vista do uso em irrigação a qualidade de água do ribeirão Jardim não apresenta problemas, exceção para os teores de ferro dissolvido que ocorreram em alguns casos acima de 0.1 ppm. Perda de qualidade ocorre à jusante da cidade de Guaíra após receber efluentes da estação de tratamento de esgoto da cidade de Guaíra e de pocilgas.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

1. ABREU, L. S. **Impactos sociais & ambientais na agricultura: uma abordagem histórica de um estudo de caso**. Jaguariúna, EMBRAPA-CNPMA :EMBRAPA- SPI, 1994. 149p.
2. ALTAFIN, I.G., MATTOS, S.P., CAVALCANTI, C.G.B. e ESTUQUI, V.R.. Paranoá Lake - Limnology and Recovery Program. In: Tundisi, J.G., Bicudo, C.E.M. e Tundisi, T.M. (ed), *Limnology in Brazil*. Rio de Janeiro, ABC/SBL, 1995, p 325-349.
3. AYERS, R.S. e WESTCOT, D.W. **A qualidade da água na agricultura**. Campina Grande, UFPB. 1991. 218p. Estudos FAO Irrigação e Drenagem Nº 29.
4. CNPMA/EMBRAPA. **Monitoramento e avaliação do impacto ambiental do uso de agroquímicos em agricultura irrigada**. Jaguariúna, CNPMA. No Prelo. Relatório Técnico Anual.
5. JONES, C.A.; DYKE, P.T.; WILLIAMS, J.R.; KINIRY, J.R.; BENSON, V.W. e GRIGGS, R.H.. EPIC: an operational model for evaluation of agricultural sustainability. *Agricultural Systems*, 37(4):341-350. 1991.
6. LAL, R. L. e STEWART, B.A. (ed.). **Soil processes and water quality**. Boca Raton, Advances in Soil Sciences, 1994. 398 p.
7. MARQUES, J. F. **Efeitos da erosão do solo na geração de energia elétrica: uma abordagem da economia ambiental**. São Paulo, USP. 1995, 257p. Tese Doutorado.
8. MERTEN, G.H. Impacto da mecanização do solo. In: **anais ... Campinas, Anais do Simpósio sobre Impacto Ambiental por Uso Agrícola do Solo**. 1994. p47-58.