

USO DE ÁGUAS RESIDUÁRIAS NA AGRICULTURA – O CASO DO BRASIL

Dr. José Carlos Mierzwa

mierzwa@usp.br

Prof. no Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da EPUSP e Coordenador de Projetos do Centro Internacional de Referência em Reúso de Água – CIRRA.

Av. Prof. Almeida Prado nº 83 – Butantã – São Paulo - SP – CEP 05508-900.

RESUMO

Neste trabalho são apresentados e discutidos os principais aspectos relacionados ao aproveitamento de esgotos sanitários na agricultura, com o objetivo de obter um panorama atual da situação brasileira sobre este tema. Inicialmente foram apresentados dados relativos à evolução da produção agrícola nacional, cultivo em áreas irrigadas e demanda de água para irrigação. De 1990 até 2002, enquanto a expansão da área cultivada foi de apenas 4,7%, o aumento da produção agrícola foi de 45,3% e para o mesmo período ocorreu uma expansão de, aproximadamente, 35% na área irrigada, passando de 2,33 para 3,15 milhões de hectares com um consumo de 37,8 km³ de água. Em decorrência do surgimento de conflitos pelo uso da água, o aproveitamento de esgotos sanitários passa a ser uma opção, sendo que o volume efetivamente disponível em todo o país é da ordem de 2,46 km³, o que representa 26% do volume gerado. Mesmo o aproveitamento desta parcela de esgoto está vinculado a uma série de condicionantes, de maneira que o efetivo potencial de aproveitamento depende de um estudo específico. Os fundamentos para o aproveitamento de esgotos sanitários na agricultura já estão bem consolidados, inclusive com um amplo acervo de pesquisas desenvolvidas no próprio país. Contudo até o presente momento não se dispõe de nenhum exemplo planejado, fora das instituições de pesquisa, onde ocorra o aproveitamento de esgotos sanitários. Isto leva a conclusão de que a viabilização do aproveitamento de esgotos sanitários na agricultura depende de uma ação conjunta principalmente dos governos federal, estadual e municipal.

ABSTRACT

In this paper it is presented and discussed some factors related to wastewater use in agriculture focusing to get a global overview about the Brazilian situation on this topic. Firstly it was presented some data on the evolution of agricultural production, harvest on irrigated land, and water use for irrigation. From 1990 to 2002 the harvest land grown only 4.7%, agricultural production had increased 45.3% and at the same time harvest on irrigated land had expanded 35%, from 2,33 to 3.15 millions hectares, with a water consumption of 37.8 km³. Because water conflict start to arise, wastewater use become an option for irrigation, with an effective available volume of about 2.46 km³ in all the country, which represents almost 26% of total wastewater volume produced. Even the use of this available volume is subjected to some restrictions. It means that the actual share of wastewater that could be used need to be determined case by case. The knowledge required for agricultural wastewater use is well developed in the country. However until the present moment there is not any practical example of planned wastewater use, unless the ones developed on research institutions. For these reasons it could be concluded that the wastewater use for agricultural purposes depends of a combined effort involving federal, states and municipals government.

INTRODUÇÃO

Depois do uso da água para abastecimento humano, o uso para a irrigação foi e continua sendo uma das aplicações mais importantes dada a este recurso natural. A técnica de irrigação possibilitou a produção de alimentos em quantidade superiores àquelas necessárias para garantir a subsistência

das antigas civilizações, permitindo que o Homem fosse liberado do trabalho no campo para desenvolver outras atividades. Isto, por sua vez, nos conduziu ao nível de desenvolvimento que nos encontramos hoje.

Na atualidade a agricultura irrigada ainda é muito importante para os seres humanos, principalmente pelo fato da maior parte da população estar concentrada em áreas urbanas, atualmente cerca de 82% da população brasileira está concentrada nas cidades, exigindo que nas áreas rurais sejam produzidos grandes excedentes de alimentos, inclusive para a exportação.

Com a necessidade de produzir mais alimentos, há também um aumento no consumo de água para a irrigação, principalmente para o desenvolvimento de novas fronteiras agrícolas, além do aumento no uso de insumos agrícolas, como fertilizantes e defensivos.

Com relação à água, um dos problemas que começam a surgir em muitas regiões é o conflito pelo seu uso, originando normas para o gerenciamento dos recursos hídricos, as quais trazem como avanços, o reconhecimento da água como bem natural dotado de valor econômico e, por conseguinte, os conceitos de usuário pagador e poluidor pagador (Lei nº 9.433, 1997).

A associação dos fatores mencionados tem conduzido à necessidade do desenvolvimento de fontes alternativas de abastecimento de água para atender a crescente demanda para consumo humano, setor industrial, geração de energia e agricultura.

Em relação à agricultura, uma das opções que está sendo amplamente discutida no Brasil e já é bastante utilizada em outros países diz respeito à utilização de águas residuárias (esgotos sanitários), para irrigação.

Este trabalho tem por objetivo apresentar o panorama Nacional sobre a aplicação de efluentes sanitários na irrigação, apresentando e discutindo os aspectos mais relevantes sobre a adoção desta prática, dos pontos de vista técnico e operacional.

Para que este objetivo seja atingido, será apresentada a atual situação da produção agrícola, demanda de água para irrigação e respectivas áreas irrigadas, na tentativa de demonstrar os benefícios da irrigação na produção agrícola. Posteriormente será feita uma prospecção sobre o potencial de utilização de esgotos sanitários para irrigação nas diversas regiões geográficas do país e finalmente será apresentada a atual situação brasileira com relação à utilização de esgotos sanitários na agricultura.

PRODUÇÃO AGRÍCOLA E DEMANDA DE ÁGUA PARA IRRIGAÇÃO NO BRASIL

Nos últimos anos o desempenho da produção agrícola brasileira apresentou uma melhora significativa no desempenho. Uma avaliação dos dados disponibilizados pelo IBGE (SIDRA, 2004 a), revela que no período de 1990 - 2002, a expansão da área cultivada com lavouras temporárias foi de apenas 4,7%, enquanto o aumento da produção foi de 45,3%, com destaque para a soja em grãos (112%) e para o milho (68%). A figura 1 mostra a evolução na produção de soja e milho para o período 1990 – 2002.

A estimativa é que em 2004 a produção das principais culturas da lavoura temporária será de 147 milhões de toneladas, excluindo-se a produção de cana-de-açúcar, em uma área de aproximadamente 49 milhões de hectares (IBGE, 2004 a).

Cabe ressaltar que somente uma pequena parcela de toda a área utilizada para cultivo, lavouras permanentes e temporárias, é irrigada. Em 2001, por exemplo, dos 53,49 milhões de hectares cultivados, somente 3,15 milhões (5,9%), foram irrigados, aproximadamente 35% a mais que em 1990 (CHRISTOFIDIS, 2002).

Embora pareça pouco expressiva, a produção obtida em áreas irrigadas é significativamente superior do que naquelas onde o cultivo é feito sem o uso de irrigação. Mantidas no Brasil as médias mundiais, onde apenas 18% da área disponível para cultivo foi responsável por 42% de toda

produção agrícola (CHRISTOFIDIS, 2002), em 2001 a parcela de 5,9% da área cultivada sob irrigação teria sido responsável por 13,8% de toda a produção agrícola.

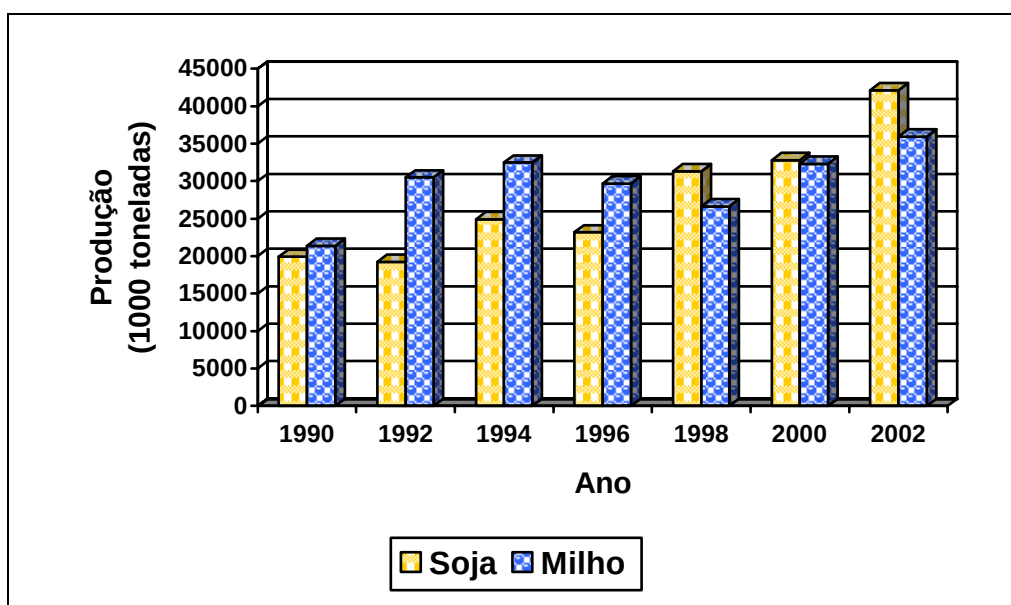


Figura 1 – Evolução da produção de soja e milho no Brasil (SIDRA, 2004 b)

Tomando-se como base os dados de CHRISTOFIDIS para a relação entre o volume de água utilizado para irrigação e a respectiva área irrigada em 1998, é possível estimar, com base na área irrigada em 2001, qual foi o consumo de água. (Tabela 1).

Tabela 1 – Estimativa do consumo de água para irrigação em 2001

Região	Demanda para irrigação em 1998 (m ³ /ha.ano) ^(a)	Área irrigada em 2001 (ha) ^(a)	Consumo de água em 2001 (10 ⁶ m ³ /ano)	% em Relação à disponibilidade natural ^(b)
Norte	9.657,3	91.035	879,2	0,024
Nordeste	16.380,9	693.672	11.363,0	4,87
Sudeste	10.780,4	909.639	9.806,3	3,04
Sul	11.457,2	1.196.800	13.712,0	3,78
Centro-oeste	7.941,0	258.071	2.049,3	0,18
Brasil	12.006,1^(c)	3.149.217	37.809,8	0,65

(a) - CHRISTOFIDIS, D (2002).

(b) – valores obtidos com base nos dados disponíveis na publicação ANA, 2002 e informações relacionadas à área das Unidades da Federação.

(c) – valor obtido com base nas demandas regionais e área total irrigada

Em relação à disponibilidade de água nas diversas regiões geográficas do Brasil, o uso para irrigação é uma parcela pouco significativa, mas nas regiões que sofrem problemas de escassez, seja por causas naturais ou resultante da demanda excessiva, a prática de irrigação, principalmente pelos métodos tradicionais, é bastante questionável.

GERAÇÃO DE ESGOTOS SANITÁRIOS

Atualmente não existem dados precisos sobre a geração de esgotos sanitários em todas as unidades do território Nacional, mas é possível obter uma estimativa destes valores com base nos dados sobre a demanda de água para consumo humano.

Tomando-se como base os dados do IBGE, relativos à distribuição de água para consumo humano e população em 2000 (IBGE, 2004 b e c) e a estimativa da população residente em 2003 (IBGE, 2004 d), foram obtidos os dados apresentados na tabela 2.

Tabela 2 – Estimativa do volume de água distribuída para consumo humano em 2003

Região	População em 2000 (hab) ^a	Volume de água distribuído em 2000 (m ³ /dia) ^b	Demanda específica (m ³ /ano.hab)	Estimativa da população em 2003 (hab) ^c	Volume de água distribuído em 2003 (10 ³ m ³ /ano) ¹
Norte	12.900.704	2.468.238	69,83	13.784.881	962.652,4
Nordeste	47.741.711	7.892.876	60,34	49.352.225	2.978.083,7
Sudeste	72.412.411	26.214.949	132,14	75.391.969	9.962.170,3
Sul	25.107.616	5.103.109	74,19	26.025.091	1.930.736,5
Centro-oeste	11.636.728	2.320.406	72,78	12.317.271	896.479,7
Brasil	169.799.170	43.999.678	94,54	176.871.437	16.728.789,0

a – IBGE, 2004 b.

b – IBGE 2004 c.

c – IBGE 2004 d.

1 - Valor obtido admitindo-se que o consumo per capita tenha se mantido constante.

Nem toda a água distribuída para consumo humano chega ao seu destino, devido a problemas de perdas, de maneira que para estimar a geração de esgoto é necessário descontar esta parcela.

No Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos – 2002, publicado em janeiro de 2004 (PMSS, 2004), é possível constatar que, para o universo de companhias de saneamento analisadas, as perdas de água são significativas, em relação ao volume produzido para distribuição. Utilizando-se os índices médios de perda de água por região e os dados apresentados na tabela 2 é possível obter a quantidade potencial de esgotos sanitários gerados (tabela 3).

Tabela 3 – Volume de esgotos produzido por região geográfica

Região	Volume de água distribuído em 2003 (10 ³ m ³ /ano)	Índices médios de perdas (%) ^a	Volume potencial de Esgoto (10 ³ m ³ /ano)
Norte	962.652,4	53,98	443.012,6
Nordeste	2.978.083,7	49,34	1.508.697,2
Sudeste	9.962.170,3	41,46	5.831.854,5
Sul	1.930.736,5	42,24	1.115.193,4
Centro-oeste	896.479,7	35,74	576.077,9
Brasil	16.728.789,0	43,35	9.476.858,9 ^b

a – valores obtidos através da relação entre volume de água produzido e consumido apresentados no Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos – 2002, considerando-se companhia de abrangências regional e local.

b – há uma variação de 0,02 % em relação à soma dos volumes por região, devido a aproximações nos cálculos.

POTENCIAL PARA USO DE ESGOTOS SANITÁRIOS NA AGRICULTURA

O uso de esgotos sanitários para a irrigação de culturas agrícolas foi originado dos processos de disposição de esgotos no solo objetivando o seu tratamento ou disposição final, por volta do século XIX (BASTOS, 2003).

Atualmente, com o surgimento de conflitos pelo uso da água e pelo fato do consumo para irrigação ser expressivo, no Brasil equivale a 63% do volume total (ANA, 2002), o interesse pelo uso de esgotos sanitários em substituição às fontes normalmente utilizadas para irrigação tem aumentado.

Em tese, todo o esgoto gerado em uma região teria potencial para ser utilizado na agricultura, devendo-se assegurar, no entanto, que as devidas medidas de controle fossem adotadas, de maneira a não resultar em danos à saúde pública e ao meio ambiente.

Assumindo-se a viabilidade da hipótese anterior, no Brasil, os volumes de esgotos disponíveis para uso na agricultura são aqueles apresentados na tabela 3. Estes esgotos, mantidas as demandas para irrigação praticadas nas regiões geográficas brasileiras (tabela 1), poderiam ser suficientes para irrigar as áreas apresentadas na tabela 4.

Tabela 4 – Áreas potenciais para irrigação com esgotos sanitários

Região	Área potencial para Irrigação (ha)
Norte	45.873
Nordeste	92.101
Sudeste	540.968
Sul	97.336
Centro-oeste	72.545
Brasil (soma)	848.823

Em relação a alguns tipos de culturas cultivadas no Brasil, adotando-se como referência os dados da Organização para Agricultura e Alimentos das Nações Unidas (FAO, 1986), para a demanda de água e, ainda, considerando-se os principais métodos de irrigação disponíveis e suas respectivas eficiências, é possível estimar a área que seria possível irrigar utilizando-se os esgotos sanitários gerados (tabela 5).

Outro benefício do emprego de esgotos sanitários na agricultura está associado aos nutrientes presentes (nitrogênio e fósforo), o que contribui para a melhoria da produtividade da lavoura e para redução dos gastos com o uso de fertilizantes sintéticos, ressaltando-se que o balanceamento dos nutrientes seja mais difícil.

Considerando-se os valores médios para a concentração de nitrogênio (24,4 mg/L) e fósforo (7,6 mg/L), em efluentes de lagoas de polimento (BASTOS, 2003), e os volumes potenciais de esgotos sanitários, é possível obter a carga anual de nutrientes disponibilizadas para as lavouras (tabela 6).

Tabela 6 – Carga de nutrientes presente nos esgotos

Nutriente	Quantidade disponível (t/ano)					
	Norte	Nordeste	Sudeste	Sul	Centro-oeste	Brasil
Nitrogênio	10.809,51	36.812,21	142.297,25	27.210,72	14.056,30	231.185,99
Fósforo	3.366,90	11.466,10	44.322,09	8.475,47	4.378,19	72.008,75

É importante observar que os dados até aqui apresentados consideram uma situação ideal, na qual todas as condições necessárias para viabilizar o uso dos esgotos são atendidas. Contudo, em condições reais isto não ocorre, o que significa dizer que nem todo o esgoto sanitário gerado poderá ser utilizado na agricultura e os principais fatores que influenciam nesta condição são:

- Localização das áreas agrícolas em relação à fonte de esgotos sanitários;
- Contaminação dos esgotos por efluentes de origem industrial;
- Falta de infra-estrutura de coleta e tratamento dos esgotos gerados;
- Inexistência de políticas e programas de incentivo ao aproveitamento de esgotos sanitários na agricultura;

Tabela 5 – Áreas potenciais para irrigação com os esgotos gerados e tipos de sistemas de irrigação por região geográfica brasileira.

Cultura	Demanda por Ciclo (m³/ha) ⁽¹⁾	Área potencial para irrigação com esgotos (ha) ^{(2), (3), (4)}																	
		Região e tipo de irrigação																	
		Norte (volume m³)			Nordeste (volume m³)			Sudeste (volume m³)			Sul (volume m³)			Centro-oeste (volume m³)			Brasil (soma)		
		443.012.600			1.508.697.200			5.831.854.500			1.115.193.400			576.077.900					
		SUP	ASP	GOT	SUP	ASP	GOT	SUP	ASP	GOT	SUP	ASP	GOT	SUP	ASP	GOT	SUP	ASP	GOT
Arroz	5.750	46.227	53.932	69.341	157.429	183.667	236.144	608.541	709.965	912.812	116.368	135.763	174.552	60.112	70.131	90.169	988.678	1.153.458	1.483.018
Banana	17.000	15.636	18.242	23.454	53.248	62.123	79.872	205.830	240.135	308.745	39.360	45.920	59.040	20.332	23.721	30.498	334.406	390.140	501.609
Feijão	4.000	66.452	77.527	99.678	226.305	264.022	339.457	874.778	1.020.575	1.312.167	167.279	195.159	250.919	86.412	100.814	129.618	1.421.225	1.658.096	2.131.838
Melão	5.000	53.162	62.022	79.742	181.044	211.218	271.565	699.823	816.460	1.049.734	133.823	156.127	200.735	69.129	80.651	103.694	1.136.980	1.326.477	1.705.470
Milho	6.500	40.893	47.709	61.340	139.264	162.475	208.897	538.325	628.046	807.488	102.941	120.098	154.411	53.176	62.039	79.765	874.600	1.020.367	1.311.900
Soja	5.750	46.227	53.932	69.341	157.429	183.667	236.144	608.541	709.965	912.812	116.368	135.763	174.552	60.112	70.131	90.169	988.678	1.153.458	1.483.018
Tomate	6.000	44.301	51.685	66.452	150.870	176.015	226.305	583.185	680.383	874.778	111.519	130.106	167.279	57.608	67.209	86.412	947.484	1.105.397	1.421.225
Trigo	5.000	53.162	62.022	79.742	181.044	211.218	271.565	699.823	816.460	1.049.734	133.823	156.127	200.735	69.129	80.651	103.694	1.136.980	1.326.477	1.705.470

(1) - Foi adotada a média entre os valores indicados em FAO, 1986.

(2) - Área = (Volume de esgoto / Demanda por ciclo)*eficiência de irrigação.

(3) - Os dados relativos à eficiência foram obtidos em EPA, 1992.

(4) - As áreas obtidas estão subestimadas já que a precipitação efetiva não foi considerada nos cálculos.

SUP - Irrigação superficial (inundação ou sulcos) - eficiência de 60%.

ASP - Irrigação por aspersão - eficiência de 70%.

GOT - Irrigação por gotejamento - eficiência de 90%.

- Riscos à saúde pública por falta de códigos de prática;
- Facilidade ao acesso de outras fontes de água para uso na irrigação;

Avaliando-se apenas a questão da falta de infra-estrutura adequada para a coleta e tratamento dos esgotos, no Brasil, pelos índices de cobertura é possível verificar que o volume efetivamente disponível é muito inferior ao produzido. Os dados apresentados no Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos de 2002 mostram que a média brasileira para coleta e tratamento de esgotos, em relação ao volume efetivamente consumido, equivale a 46,97 % e 26,49 %, respectivamente (PMSS, 2004).

Com base nos índices de tratamento dos esgotos das principais regiões geográficas verifica-se que o volume potencial de esgotos sanitários é bem menor do que os valores apresentados, conforme pode ser constatado pela análise dos dados apresentados na tabela 7.

Tabela 7 – Volume de esgotos com viabilidade de utilização na agricultura

Região	Volume de água que chega ao consumidor (10 ³ m ³ /ano)	Índice de Coleta (%)	Índice de Tratamento (%)	Volume de Esgotos Coletados (10 ³ m ³ /ano)	Volume de Esgotos Tratados (10 ³ m ³ /ano)
Norte	443.012,6	9,45	3,42	41.864,7	15.151,0
Nordeste	1.508.697,2	41,73	36,42	629.579,3	549.467,5
Sudeste	5.831.854,5	55,17	25,71	3.217.434,1	1.499.369,8
Sul	1.115.193,4	29,03	22,28	323.740,6	248.465,1
Centro-oeste	576.077,9	49,21	25,45	283.487,9	146.611,8
Brasil	9.476.858,9	46,97	26,49	4.496.106,6^(a)	2.459.065,2^(a)

(a) – valor obtido através da soma dos volumes regionais.

Por estes dados constata-se que as áreas potenciais para serem irrigadas com esgotos são significativamente inferiores àquelas apresentadas na tabela 4. Ressalta-se ainda que a maior disponibilidade de esgotos tratados provém de grandes centros urbanos, o que pode limitar o uso na agricultura, em razão de não se dispor de área para o desenvolvimento desta atividade.

Como exemplo, pode-se mencionar o caso da Região Metropolitana de São Paulo (RMSP), onde a produção anual de água para uso doméstico é de 2.050 milhões de metros cúbicos e o volume de esgotos tratados é de 347 milhões de metros cúbicos (SABESP, 2004 a e b), enquanto a estimativa de demanda de água para irrigação é de, aproximadamente, 83 milhões de metros cúbicos, para uma área de 8.050 ha (CRH, 2000). A figura 1 mostra as principais áreas irrigadas na RMSP e a localização aproximada das estações de tratamento de esgotos (SMA, 1997).

Mesmo com a existência de cultura irrigada na RMSP, verifica-se que as áreas cultivadas estão muito distantes das estações de tratamento de esgotos, o que limita, ainda mais, o aproveitamento dos esgotos sanitários para irrigação. Tal situação também é encontrada em outras regiões do país.

A SITUAÇÃO BRASILEIRA SOBRE USO DE ESGOTOS SANITÁRIOS NA AGRICULTURA:

Até o presente momento, no Brasil, não há nenhum registro sobre aplicações planejadas e em grande escala, sobre a utilização de esgotos sanitários na agricultura, muito embora pesquisadores de várias entidades estejam dedicando-se ao estudo deste tema, com a obtenção de resultados bastante promissores.

Dentre as várias iniciativas de pesquisa sobre o aproveitamento de esgotos sanitários na agricultura desenvolvidas no Brasil destaca-se a do Programa de Pesquisa em Saneamento Básico (PROSAB), que em seu terceiro edital deu ênfase a este assunto. O título do tema de pesquisa relacionado ao aproveitamento de esgotos sanitários foi “Desinfecção de efluentes sanitários, aplicações para fins

produtivos como agricultura, aqüicultura e hidroponia” do qual participaram instituições do Espírito Santo, Minas Gerais, Paraíba, Paraná, Pernambuco, Rio Grande do Norte, Rio Grande do Sul, Santa Catarina e São Paulo.

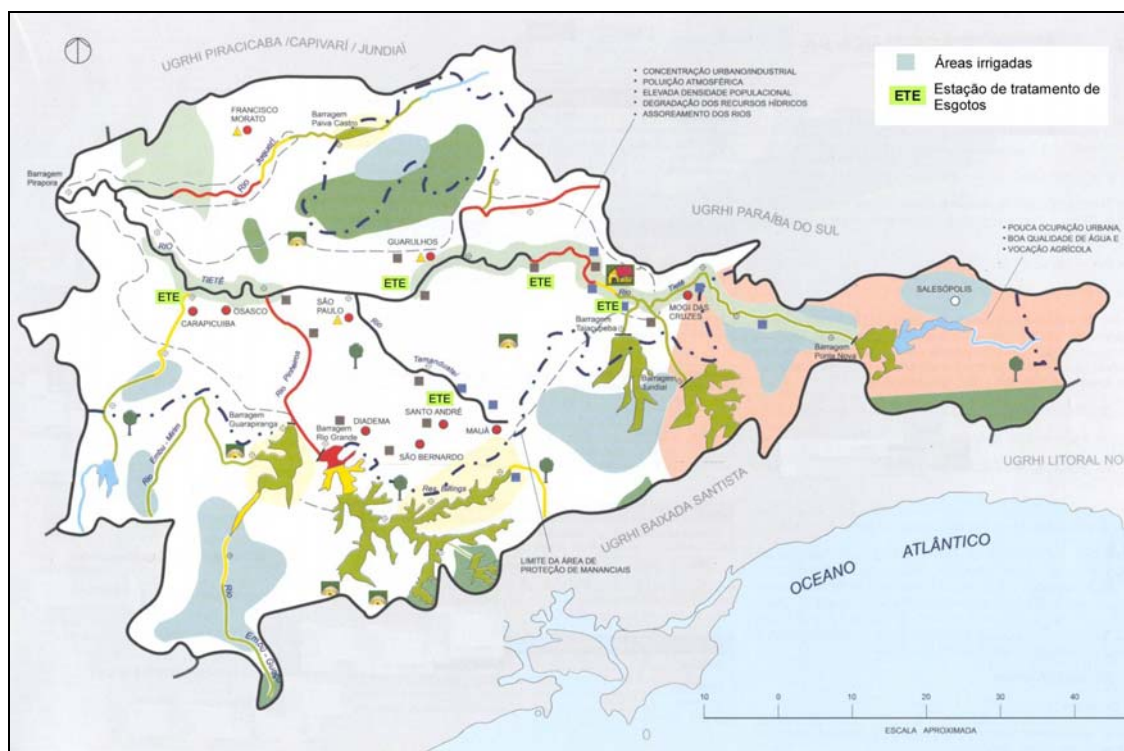


Figura 1 – Localização das áreas irrigadas na RMSP e localização das estações de tratamento de esgotos

As pesquisas desenvolvidas no âmbito do Edital 3 do PROSAB, relacionadas ao uso de esgotos sanitários na irrigação, procurou avaliar a produtividade obtida, qualidade fitotécnica e sanitária das culturas estudadas e os riscos potenciais à saúde, quando da irrigação de hortaliças.

Desta pesquisa conjunta resultou a publicação “Utilização de esgotos tratados em fertirrigação, hidroponia e piscicultura”, publicado em 2003 pela Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental. Ressalta-se que iniciativas individuais de grande relevância sobre o aproveitamento de esgotos sanitários na agricultura já haviam sido desenvolvidas anteriormente, inclusive por pesquisadores de algumas das instituições envolvidas na pesquisa do PROSAB.

Mesmo não existindo iniciativas planejadas para a utilização de esgotos sanitários na agricultura, ou que estas ainda estejam restritas às instituições de pesquisa, uma condição comum no Brasil é a utilização inconsciente de esgotos domésticos, com ou sem tratamento.

A razão para isto é que a maior parcela dos esgotos sanitários coletados, tratados ou não, são lançados diretamente nos curso d'água, muitos dos quais também são utilizados para captação de água utilizada na irrigação. Na figura 2 são apresentados os dados relativos à destinação final dos esgotos sanitários após a sua coleta (IBGE, 2004 e).

Esta situação se constitui em condição de risco à saúde humana, especialmente quando a captação de água ocorre nas proximidades do ponto de lançamento dos esgotos, uma condição que pode ser encontrada em diversas regiões do país.

Uma iniciativa pioneira sobre a utilização planejada de esgotos sanitários na agricultura está sendo desenvolvida para a Cidade de Campina Grande-PB, através da Companhia de Água e Esgotos da Paraíba (CAGEPA).

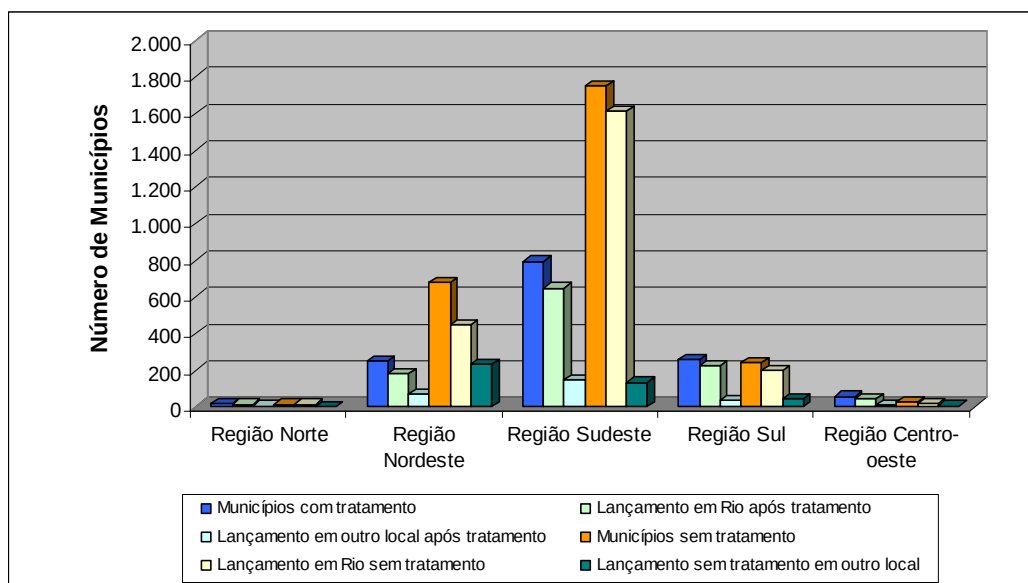


Figura 2 – Forma de destinação final dos esgotos sanitários coletados.

A proposta de aproveitamento dos esgotos tratados de Campina Grande resultou de um estudo para a avaliação do impacto sobre o Reservatório Acauã, do lançamento desses esgotos no riacho Bodocongó, tributário do reservatório (CIRRA, 2004 a).

Para a avaliação do potencial de aproveitamento dos esgotos tratados em um sistema constituído por lagoas anaeróbias, facultativas e de maturação, foram consideradas três opções, dentre as quais o aproveitamento na agricultura, que foi considerada a mais adequada para as condições locais, conforme detalhamento apresentado a seguir.

Estudo sobre o potencial de aproveitamento de esgotos para irrigação em Campina Grande – PB

Campina Grande está localizada na Serra de Borborema, a 120 Km de João Pessoa, capital do Estado. Devido a sua localização, semi-árido nordestino, Campina Grande está sujeita a problemas naturais de escassez de água (tabela 8), o que se agrava em função da elevada demanda (Tabela 9).

Tabela 8 – Dados hidrológicos da Cidade de Campina Grande para os anos de 2002 a 2003.

Período	Ano					
	2002			2003		
	Precipitação (mm)	Evaporação (mm)	Acúmulo ou Déficit	Precipitação (mm)	Evaporação (mm)	Acúmulo ou Déficit
No Ano	595,3	605,1	- 9,80	560,8	560,3	0,50
Média Mensal	49,6	50,4	- 0,82	46,74	46,69	0,04
Média Diária	1,63	1,66	- 0,03	1,54	1,54	0,00

Fonte: CPTEC, 2004 (http://www.cptec.inpe.br/proclima2/balanco_hidrico/balancohidrico.shtml)

Tabela 9 – Demanda de água em Campina Grande

Uso da água	Demanda (L/s)	
	Atual	Futura
Abastecimento humano	474,2 ^a	925,0
Uso industrial	47,0	Sem previsão
Irrigação	151,0	Sem previsão
Animais	40,0	Sem previsão
Total	712,2	925,0
Geração de Esgotos	330,0	643,7

a - estimada com base na geração de esgotos

Atualmente, os esgotos de Campina Grande são tratados por processo anaeróbio, com previsão da implantação de um sistema complementar constituído por lagoas facultativas e de maturação.

O projeto do sistema complementar prevê a construção de nove lagoas de tratamento, três facultativas, que irão operar em paralelo e seis lagoas de maturação, sendo que cada lagoa facultativa estará associada a duas lagoas de maturação em série.

Os dados relativos às características físicas, químicas e biológicas após o tratamento no sistema proposto são apresentados na tabela 10 (CIRRA, 2004 b).

Tabela 10 – Características estimadas dos esgotos tratados de Campina Grande

Parâmetro	Esgoto na Saída do Sistema de Lagoas
pH (unidades)	7,29
Turbidez (NTU)	36,5
Amônia (mg N/L)	19,93
Bicarbonatos (mg/L)	384,57
Cálcio (mg/L)	10,37
Cloretos (mg/L)	181,27
Condutividade (mmho/cm ou dS/m)	1,42
DBO (mg O ₂ /L)	15,32
DQO (mg O ₂ /L)	280
Fósforo Total (mg P/L)	1,60
Magnésio (mg/L)	51,27
Nitrato (mg/L)	0,55
Sódio (mg/L)	149,58
STF (mg/L)	557,13
SS (mg/L)	58,12
SSF (mg/L)	10,67
SDT (mg/L)	546,47
Coliformes Termotolerantes (NMP/100 mL)	934
Coliformes Totais (NMP/100 mL)	1,38E+04
Helmintos (ovos/L)	0

As unidades complementares de tratamento deverão ser construídas fora do perímetro urbano da cidade, próximas a propriedades rurais, onde há o desenvolvimento de atividade agropecuária e utilização da água do Riacho Bodocongó para irrigação e, também, do próprio esgoto tratado na estação atual (figuras 3 a e b), o que conduziu à opção pelo aproveitamento dos esgotos tratados na agricultura, a qual foi confrontada com as opções de reúso urbano não potável e industrial.

Uma comparação entre a qualidade do esgoto sanitário de Campina Grande e os limites de qualidade de água de reúso para irrigação recomendados pela Agência Americana de Proteção Ambiental (USEPA), indicou a viabilidade do aproveitamento do esgoto tratado.

Com base nos dados de vazão de esgotos tratados disponível e os déficits médios de água na cidade de Campina Grande (Tabela 11), a demanda de água necessária para a irrigação pode ser considerada como sendo equivalente ao déficit de água nos períodos onde não há chuvas, o que torna possível estimar a área que poderia ser irrigada com os esgotos tratados de Campina Grande para cada uma das condições de déficit de água, conforme apresentado na tabela 12.



Figura 3.a – Captação na saída da estação



Figura 3.b – Captação após lançamento

Tabela 11 – Dados sobre o déficit de água na cidade de Campina Grande (Jan/2000 a Dez/2003)

Tipo de Déficit	Déficit @				
	2000	2001	2002	2003	Média
Soma dos meses com déficit (mm)	-124,63	-148,26	-105,16	-53,22	-107,81
Média diária para os meses com Déficit (mm/dia)	-0,68	-0,61	-0,69	-0,25	-0,56
Déficit no mês mais crítico (mm)	-37,01	-37,75	-45,01	-13,65	-33,35
Média diária para o mês mais crítico (mm/dia)	-1,19	-1,22	-1,45	-0,44	-1,08
Déficit no dia mais crítico do ano (mm/dia)	-5,26	-5,66	-4,47	-5,30	-5,17

@ - Diferença entre precipitação e evapotranspiração.

Dados obtidos a partir das informações hidrológicas do CPTEC (CPTEC, 2004).

Tabela 12 – Área potencial para ser irrigada com os esgotos tratados de Campina Grande

Período	Déficit (mm/dia)		Demanda de água (m ³ /ha.dia)		Área potencial para Irrigação (ha) ¹			
					Disponibilidade de Esgoto tratado (m ³ /dia)			
					28.512 (Atual)		55.616 (Futura)	
	Média 4 anos	Valores críticos	Média 4 anos	Valores críticos	Média 4 anos	Valores críticos	Média 4 anos	Valores críticos
Meses com Déficit	-0,56	-0,69	5,60	6,90	5.091	4.132	9.931	8.060
Mês com maior Déficit	-1,08	-1,45	10,80	14,50	2.640	1.966	5.150	3.836
Dia mais crítico	-5,17	-5,66	51,70	56,60	551	504	1.075	983

1 – Estes valores são indicativos, devendo ser reavaliados no caso da adoção desta opção, devendo-se utilizar um excesso de água para possibilitar uma sobre-irrigação e aumentar a taxa de lixiviação do solo, de maneira a garantir que não haverá salinização.

Caso fosse utilizado o valor médio da região para a demanda de água para irrigação (16.380,9 m³/ha.ano), as áreas potenciais seriam de 635 ha e 1.237 ha, para a condição atual e futura, respectivamente.

Com relação à produção agrícola de Campina Grande (tabela 13), a utilização do esgoto sanitário na irrigação poderia trazer como benefício o aumento da produtividade das lavouras, com conseqüente aumento da renda dos agricultores, o que se traduz em melhoria de qualidade de vida.

Tabela 13 – Produção das lavouras permanentes de Campina Grande em 2002.

Dado	Tipo de Lavoura	
	<i>Permanente</i>	<i>Temporária</i>
Área Cultivada (ha)	236	6.684
Área Colhida (ha)	236	6.684
Quantidade Produzida (t)	784	3.016
Produtividade (kg/ha)	90.600	53.692
Valor (1000 R\$)	215	1.539
Rendimento (R\$/t)	274,23	510,28

Fonte: IBGE, 2002 f e g.

Embora os benefícios da aplicação da prática de reúso sejam significativos, também é importante avaliar os aspectos que podem se constituir em barreiras para a implantação desta opção como, por exemplo, método de distribuição da água de reúso para os diversos usuários, método de irrigação a ser utilizado e necessidade de programas de controle da qualidade do efluente disponível.

Um outro fator que foi considerado na avaliação é que a prática de irrigação não é necessária ao longo de todo o ano, o que significa dizer que em certos períodos do ano não haverá demanda para este tipo de aplicação e que os esgotos tratados do sistema de lagoas deverão ser lançados para o meio ambiente.

CONCLUSÕES

Com a crescente urbanização do País, a produção de alimentos torna-se um desafio, exigindo que as áreas disponíveis para cultivo produzam cada vez mais. Uma das formas mais antigas utilizadas para o aumento da produtividade é a prática de irrigação, o que exerce uma grande pressão sobre os recursos hídricos.

O aumento da demanda de água para o desenvolvimento das atividades humanas tem conduzido ao surgimento de conflitos pelo seu uso, exigindo o desenvolvimento de alternativas que possam atender aos diversos interesses envolvidos.

No que se refere à irrigação, o aproveitamento de esgotos sanitários tratados se constitui em uma valiosa ferramenta para minimizar os conflitos pelo uso da água, quer seja pela redução da quantidade extraída dos mananciais, ou por possibilitar a redução dos impactos decorrentes do seu lançamento nesses mananciais.

Comparativamente, no Brasil, o volume de água utilizado para irrigação é significativamente superior àquele utilizado para consumo humano, o qual dará origem aos esgotos sanitários.

Mesmo em condições ideais, na qual se admite que o índice de coleta e tratamento de esgotos seja de 100% e que todo o volume gerado possa ser aproveitado, sempre haverá necessidade de complementar a demanda para irrigação com a água proveniente de fontes tradicionais, ou então, desenvolver e utilizar métodos mais eficientes de irrigação.

Com a incorporação dos principais fatores que podem influenciar na viabilidade do aproveitamento dos esgotos sanitários, verifica-se que há uma redução significativa do volume potencialmente disponível para aplicação e que nas áreas com maior disponibilidade a demanda é baixa.

Pelo exposto, é possível concluir que o aproveitamento de esgotos sanitários na agricultura depende de ações conjuntas dos governos federal, estaduais e municipais, no que se refere ao planejamento adequado para uso e ocupação do solo, implantação de infra-estrutura para coleta e tratamento dos esgotos gerados e desenvolvimento de programas que incentivem o uso de esgotos tratados para irrigação.

REFERÊNCIAS

_____, Lei nº 9.433, de 08 de janeiro de 1997, que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos e dá outras providências. Publicada no Diário Oficial da União em 09 de janeiro de 1997.

ANA. *Regiões Hidrográficas do Brasil - Caracterização Geral e Aspectos Prioritários*. Agência Nacional de Águas, 2002.

BASTOS, R.K.X. *Utilização de esgotos tratados em fertirrigação, hidroponia e piscicultura*. Programa de Pesquisa em Saneamento Básico – PROSAB. Rio de Janeiro: ABES. 2003.

CHRISTOFIDIS, D. *Irrigação, a fronteira hídrica na produção de alimentos*. Revista Irrigação & Tecnologia Moderna. nº 54 – 2º trimestre de 2002. p. 46-55.

CIRRA a. Avaliação do potencial de reúso dos esgotos tratados da cidade de Campina Grande - PB. Relatório 3. Centro Internacional de Referência em Reúso de Água. São Paulo, 2004 (Relatório técnico).

CIRRA b. Avaliação dos níveis tróficos do Reservatório de Acauã localizado na região de Campina Grande - PB. Relatório 2. Centro Internacional de Referência em REúso de Água. São Paulo, 2004 (Relatório técnico).

CPTEC. *Proclima – Programa de monitoramento climático em tempo real*. Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos. http://www.cptec.inpe.br/proclima2/balanco_hidrico/balancohidrico.shtml, acessado em 04/05/2004.

CRH. *Relatório de Situação dos Recursos Hídricos do Estado de São Paulo*. Conselho Estadual de Recursos hídricos. Comitê Coordenador do Plano Estadual de Recursos Hídricos. São Paulo, junho de 2000.

EPA. *Manual: Guidelines for water Reuse*. United States Environmental Protection Agency. EPA/625/R-92/004. 1992.

FAO. *Irrigation water management: Irrigation Water Needs - Training manual nº. 3*. C. Brouwer and M. Heibloem - FAO, 1986

IBGE a. Levantamento sistemático da produção agrícola – Confronto das Safras de 2003 e das Estimativas para 2004 – Brasil – Maio de 2004. <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/lspa05200405.shtm>, acessado em 25/07/2004.

IBGE b. Censo demográfico 2000 – Resultado do Universo. <http://ibge.gov.br>, acessado em 25/07/2004.

IBGE c. Pesquisa Nacional de Saneamento Básico. Tabela 22 – Volume de água distribuída por dia, com tratamento ... – 2000. http://ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicao_de_vida..., acessado em 28/07/2004.

IBGE d. Estimativa de população – Tabelas das estimativas das populações residentes. Estimativas 2003. ftp://ibge.gov.br/estimativas_projecoos_populacao/. acessado em 28/07/2004.

IBGE e. Pesquisa Nacional de Saneamento Básico. Tabela 50 - Distritos com coleta de esgoto sanitário, com tratamento de esgoto sanitário e sem tratamento..., http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaodevida/pnsb/esgotamento_sanitario/. acessado em 02/08/2004.

IBGE f. Produção Agrícola Municipal 2002, Tabela 4 – Área destinada a colheita, área colhida, quantidade produzida, rendimento médio e valor da produção dos principais produtos das lavouras

permanentes, segundo as mesorregiões, microrregiões e os municípios. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2002. <http://www.ibge.com.br>, acessado em 02/05/2003.

IBGE g. Produção Agrícola Municipal 2002, Tabela 2 – Área plantada, área colhida, quantidade produzida, rendimento médio e valor da produção dos principais produtos das lavouras temporárias, segundo as mesorregiões, microrregiões e os municípios. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2002. <http://www.ibge.com.br>, acessado em 02/05/2003.

PMSS. Sistema Nacional de Informações sobre o Saneamento. *Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos*. - 2002. Programa de Modernização do Setor de Saneamento. Brasília. Ministério das Cidades, Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental e Instituto de Pesquisas Econômicas Aplicadas. V. 8 - 2002. 2004

SIDRA a. Banco de dados agregados. Área plantada de 1990 a 2002. Sistema IBGE de Recuperação automática. <http://www.sibra.ibge.gov.br/bda/tabela/>. acessado em 26/07/2004.

SIBRA b. Banco de dados agregados. Quantidade produzida 1990 a 2002. Sistema IBGE de Recuperação automática. <http://www.sibra.ibge.gov.br/bda/tabela/>. acessado em 26/07/2004.

SABESP a. Sistemas de captação e tratamento da Região Metropolitana de São Paulo. http://www.sabesp.com.br/o_que_fazemos/captacao_e_distribuicao_de_agua/. acessado em 28/07/2004.

SABESP b. Tratamento de Esgotos Região Metropolitana de São Paulo. http://www.sabesp.com.br/o_que_fazemos/coleta_e_tratamento/. acessado em 28/07/2004.

SMA. *Gestão das Águas: 6 anos de Percurso*, Secretaria do Meio Ambiente, Secretaria de Recursos Hídricos, Saneamento e Obras. São Paulo, 1997.