ACADEMIA CEARENSE DE ENGENHARIA

REÚSO DE ÁGUAS

SUETÔNIO MOTA

Julho / 2016

REÚSO DE ÁGUA

POR QUÊ?

Cantareira – São Paulo

Nordeste

Reúso de Água

Aproveitamento de águas previamente utilizadas, uma ou mais vezes, em algumas atividades humanas, para suprir as necessidades de outros usos benéficos, inclusive o original.

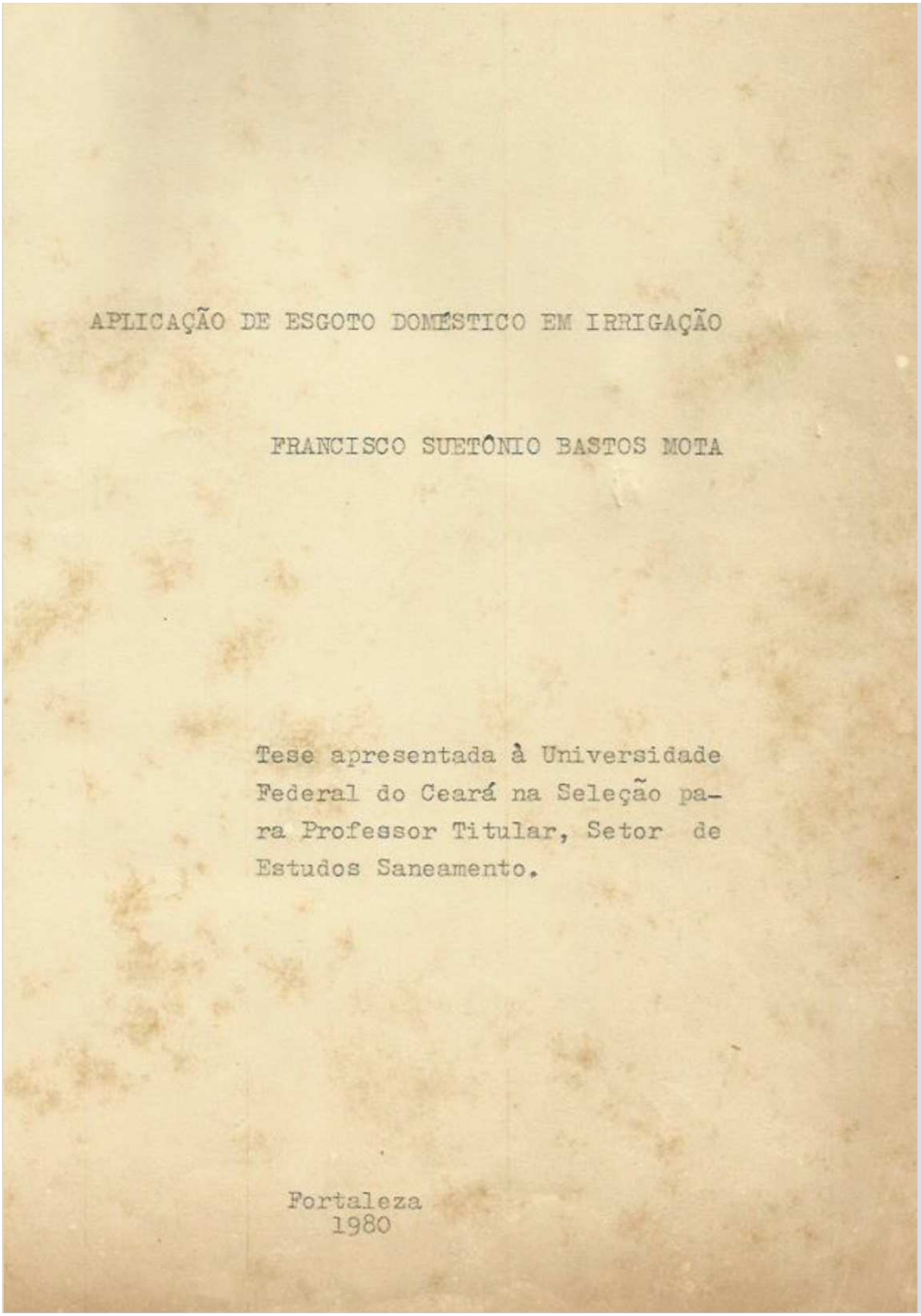
Primeiros contatos com reúso de água - 1978

Muskegon County, Michigan

Irrigação de cerca de 2.000 hectares com esgoto tratado.

Orange County, California

Desde 1976 – esgoto tratado injetado no subsolo para formação de uma barreira contra a entrada de água do mar no lençol freático.



APLICAÇÃO DE ESGOTO DOMÉSTICO EM IRRIGAÇÃO

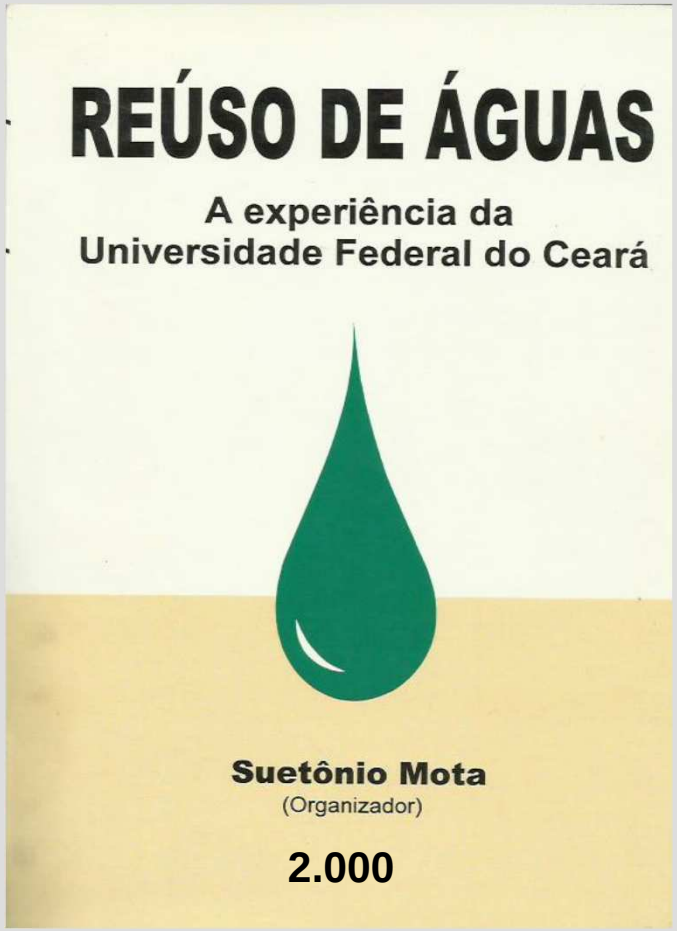
FRANCISCO SUETÔNIO BASTOS MOTA

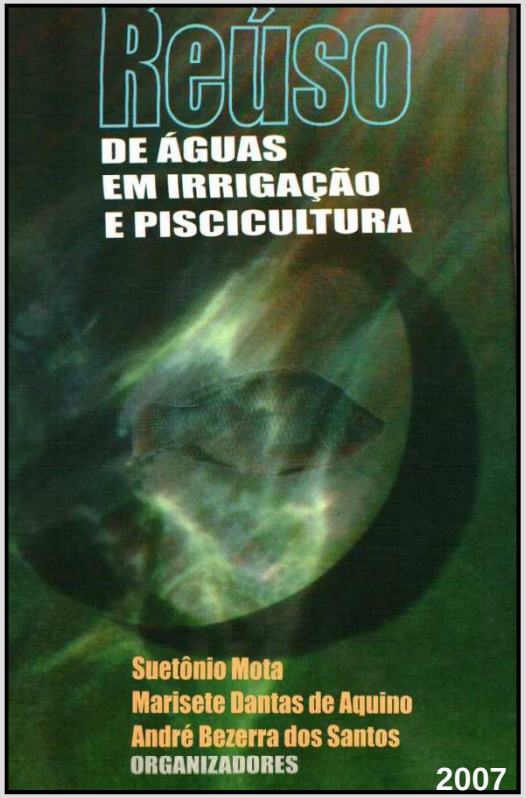
Tese apresentada à Universidade Federal do Ceará na Seleção para Professor Titular, Setor de Estudos Saneamento.

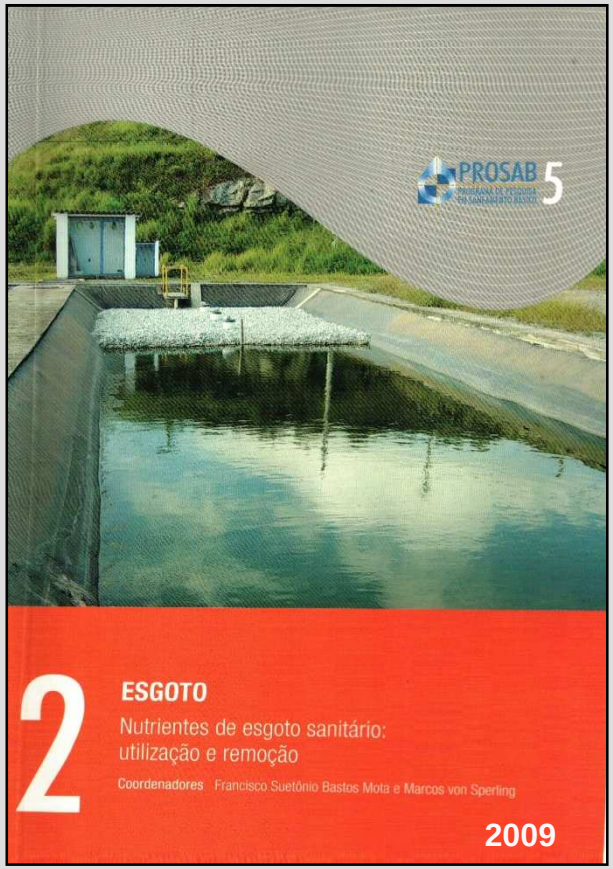
Fortaleza
1980

1980

Um dos primeiros trabalhos sobre reúso de água no Brasil


REÚSO DE ÁGUAS
A experiência da
Universidade Federal do Ceará
Suetônio Mota
(Organizador)
2.000


Reúso
DE ÁGUAS
EM IRRIGAÇÃO
E PISCICULTURA
Suetônio Mota
Marisete Dantas de Aquino
André Bezerra dos Santos
ORGANIZADORES
2007


PROSAB 5
2
ESGOTO
Nutrientes de esgoto sanitário:
utilização e remoção
Coordenadores Francisco Suetônio Bastos Mota e Marcos von Sperling
2009

REÚSO DE ÁGUA

Vantagens

- **Aumento da disponibilidade de água.**
- **Suprimento de água durante todo o ano.**
- **Liberação da água disponível para utilização em usos onde há necessidade de melhor qualidade, como o abastecimento humano.**

REÚSO DE ÁGUA

Vantagens

- O esgoto reutilizado não é lançado em corpos d'água, evitando-se a poluição, principalmente de mananciais com baixas capacidades de depuração (ex. rios intermitentes).

- A irrigação com esgotos domésticos tratados proporciona a adição de matéria orgânica e nutrientes ao solo, reduzindo o uso de fertilizantes artificiais.

REÚSO DE ÁGUA

Vantagens

- **Produção de alimentos, quando usado em irrigação ou piscicultura, resultando em benefícios econômicos e sociais.**

- **Geração de emprego / renda.**

REÚSO DE ÁGUA

Dificuldades

A rejeição da população a essa prática, por desconhecimento de que é possível utilizá-la com segurança ou devido a resistências de natureza cultural.

Riscos de contaminação ambiental.

Riscos de transmissão de doenças aos trabalhadores e aos consumidores de produtos gerados a partir de águas de reúso.

REÚSO DE ÁGUA

Dificuldades

Possibilidade de alterações nas características do solo como conseqüência do reúso em irrigação, podendo-se citar como exemplo a salinização do solo.

Possíveis danos às culturas, devido à presença de alguns compostos nas águas de reúso usadas em irrigação.

PRINCIPAIS TIPOS DE REÚSO DE ÁGUAS

- Irrigação
- Aquacultura
- Industrial
- Urbano
- Doméstico
- Regularização de cursos d’água
- Recarga de aquíferos
- Potável (?)

Reúso de Águas em Irrigação

Israel

Cerca de 75% do total de esgoto tratado é usado em irrigação.

Reúso de água:

Israel	Espanha	Austrália	Itália	Grécia	Europa Central e USA
75%	12%	9%	8%	5%	1%

Israel - Dan Region Project

ETE SHAFDAN → **BACIAS DE RECARGA** → **CAPTAÇÃO EM POÇOS** → **Irrigação Irrestrita**

Tratamento preliminar
Lodos Ativados

Tratamento no Solo/Aquífero *(Soil Aquifer Treatment - SAT)*

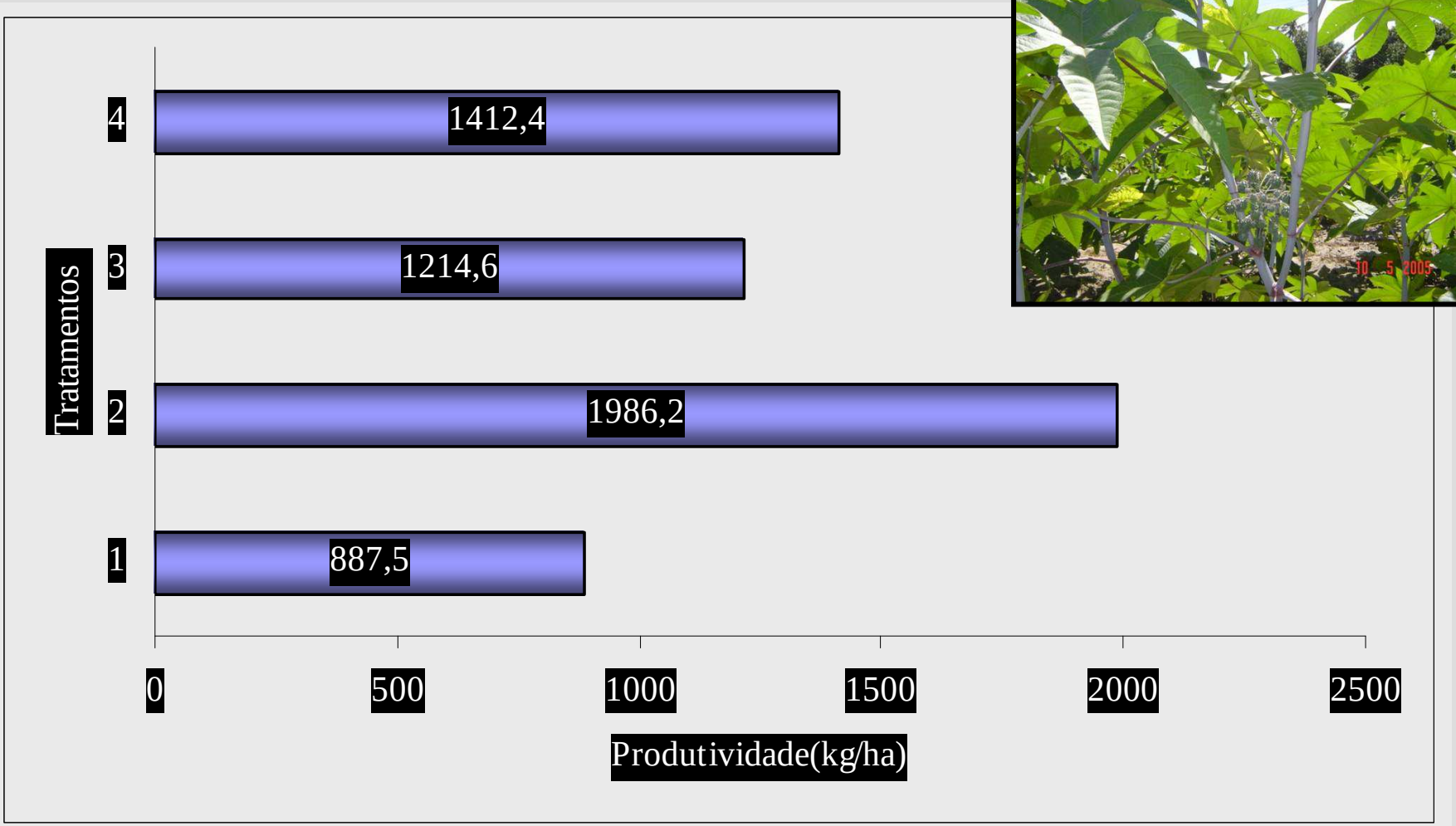
Israel

Agriculture with Reclamation

Oranges // Carrots // Potatoes // Lettuce // Flowers // Wheat //

MEKOROT

Experiências da UFC



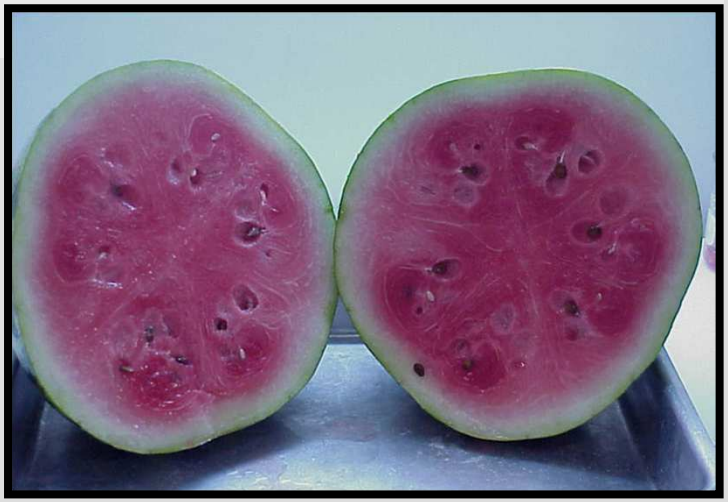
Produtividade da mamona

T1 – Água + adub.
T2 – Esgoto + adub.
T3 – Esgoto
T4 – Esgoto + ½ adub.

Experiências da UFC

Tratamento	Média da produtividade ($kg.ha^{-1}$)
T1 – água + adubação recomendada	16.269 a
T3 – esgoto sem adubação recomendada	16.295 a
T2 – esgoto + adubação recomendada	19.350 ab
T4 – esgoto + 1/2 da adubação recomendada	23.120 b

Produtividade da melancia



Experiências da UFC

Análise	Irrigadas com esgoto tratado		Irrigadas com água	
	Sulco	Gotejo	Sulco	Gotejo
Salmonella sp. (25 g)	ausente	ausente	ausente	ausente
Coliforme fecal (NMP g^{-1})	< 3	< 3	< 3	< 3

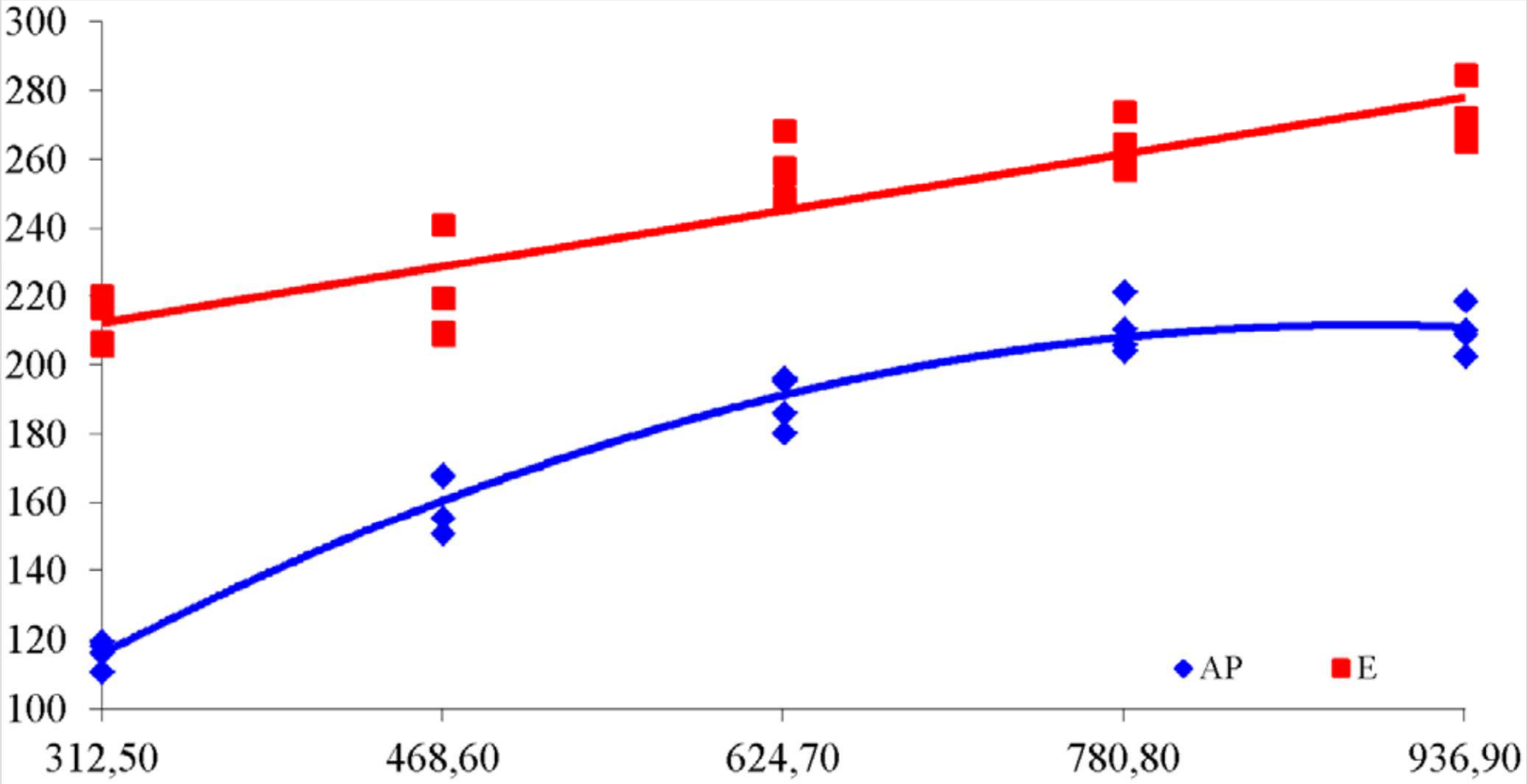
Características microbiológicas das melancias

Obs. Atendem aos padrões estabelecidos pela ANVISA

Experiências da UFC

Irrigação de cana-de-açúcar

Potencial produtivo de cana-de-açúcar (*S. officinarum* L.) em função das lâminas de irrigação - $t.ha^{-1}$



Lâmina de irrigação (mm)

AP – água

E – esgoto tratado

Experiências da UFC

Cultivo Hidropônico de flores (*Zinia*) com esgoto tratado - UFRN

REÚSO EM PISCICULTURA

Tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus,* cultivada em esgoto tratado – Centro de Pesquisa de Aquiraz

Experiências da UFC

Cultivo de Tilápia do Nilo em 09 tanques com esgoto doméstico tratado.

Experiências da UFC

Resultados dos principais parâmetros zootécnicos avaliados nos peixes dos três tratamentos

PARÂMETROS ZOOTÉCNICOS	Tratamentos		
	1	2	3
Crescimento em comprimento (cm/peixe)	17,57 ± 1,30	19,30 ± 1,34	17,87 ± 1,98
Crescimento diário (cm/peixe/dia)	0,154	0,169	0,156
Ganho de peso (g/peixe)	198,12 ± 29,18	220,81 ± 32,09	173,7 ± 51,42
Ganho de peso diário (g/peixe/dia)	1,737	1,936	1,523
Ganho de Biomassa (g/m^3)	395,95 ± 58,36	653,72 ± 94,98	308,90 ± 91,53
Produtividade (kg/ha)	34,7	57,3	27,0
Conversão alimentar (CA*)	0	0,54	2,57

* Quilo de ração para produzir um quilo de peixe

T1 – sem ração; T2 – 50% da ração; T3 – 100% da ração

Resultados das análises microbiológicas realizadas nos peixes cultivados em esgoto doméstico tratado e sem alimentação artificial nos Viveiros Experimentais 01 e 02

Vivei-ro	Microorganismos Pesquisados	Coliformes Fecais Termotolerantes	*Salmonella* spp	Estalilococus coagulase positiva	Condições Sanitárias
	Padrão Microbiológico	*	Ausência / 25g	10^3 UFC/g	
VE-1	Músculo	<1,8	Ausência	<10	Satisfatória
	Pele	4,5	Ausência	<10	Satisfatória
	Brânquias	24	Ausência	<10	Satisfatória
VE-2	Músculo	7,8	Ausência	<10	Satisfatória
	Pele	7,8	Ausência	<10	Satisfatória
	Brânquias	14	Ausência	<10	Satisfatória

* Não existe valor de referência na legislação

USO DE ESGOTO DOMÉSTICO TRATADO NO CULTIVO DO PEIXE ORNAMENTAL MOLINÉSIA (Poecilia sp.)

Experiências da UFC

Reúso Industrial

- Torres de resfriamento
- Caldeiras
- Irrigação de áreas verdes
- Lavagem de pisos
- Lavagem de peças
- Lavagem de gases de chaminés
- Água para combate a incêndios
- Nos processos industriais
- Construção civil
    - preparação e cura do concreto
    - controle de poeiras

Indústrias cearenses reutilizam até 80%

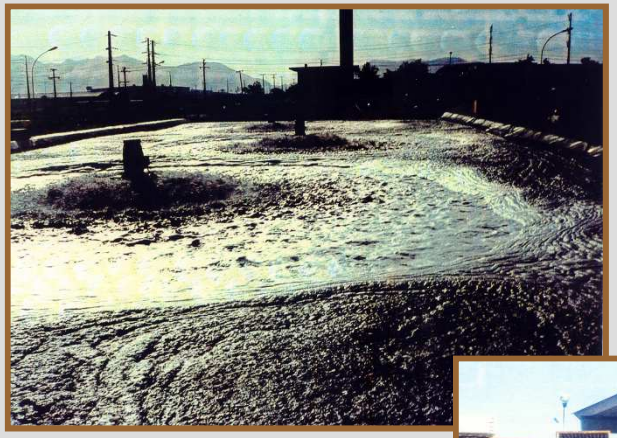
Entre as indústrias – para onde vão 13,5% da água bruta consumida no Ceará – consumo sustentável e reúso são práticas comuns. Além de preocupação ambiental e com a própria imagem, a prática significa economia.

Jornal O POVO – 15.02.2015

Tratamento de Esgoto para Reúso

Vicunha – Distrito Industrial

Maracanaú - Ceará



Cerca de 80 % da água usada na Vicunha I é água de reúso.

Vazão: 100 m^3 / hora

Reúso - Guararapes

Esgoto doméstico → tratamento → 100% aproveitado

Esgoto industrial → tratamento → 60% aproveitado

40% rede coletora

Aproveitamento: lavanderia, sanitários, jardins

Relatório Anual de Efluentes Líquidos/2015

Origem				
Descrição	Cagece	Poços	Reciclagem p/ Lavanderia, Jardim e Sanitários	Total
Necessidade (M³)	68.825	92.902	165.679	327.406
Percentual (%)	21%	28%	51%	100%
Custo médio (M³)	R$ 16,50	R$ 0,80	R$ 4,50	
Custo Total (R$)	1.135.612,50	74.321,60	745.555,50	1.955.489,60

Comentário: Entendendo que a reciclagem (165.679 m³ / ano) fosse todo fornecido pela CAGECE, veja simulação:

Água Reciclada .....:	165.679m³
Preço Médio CAGECE (m³).....:	R$ 16,50
TOTAL.....:	R$ 2.733.703,50
Custo Tratamento Água Reciclada...:	R$ 745.555,50
Benefício .....:	R$ 1.988.148,50

REÚSO URBANO

- Irrigação de áreas verdes
- Limpeza de vias públicas
- Combate a incêndios
- Paisagismo
- Controle de poeiras
- Em edificações

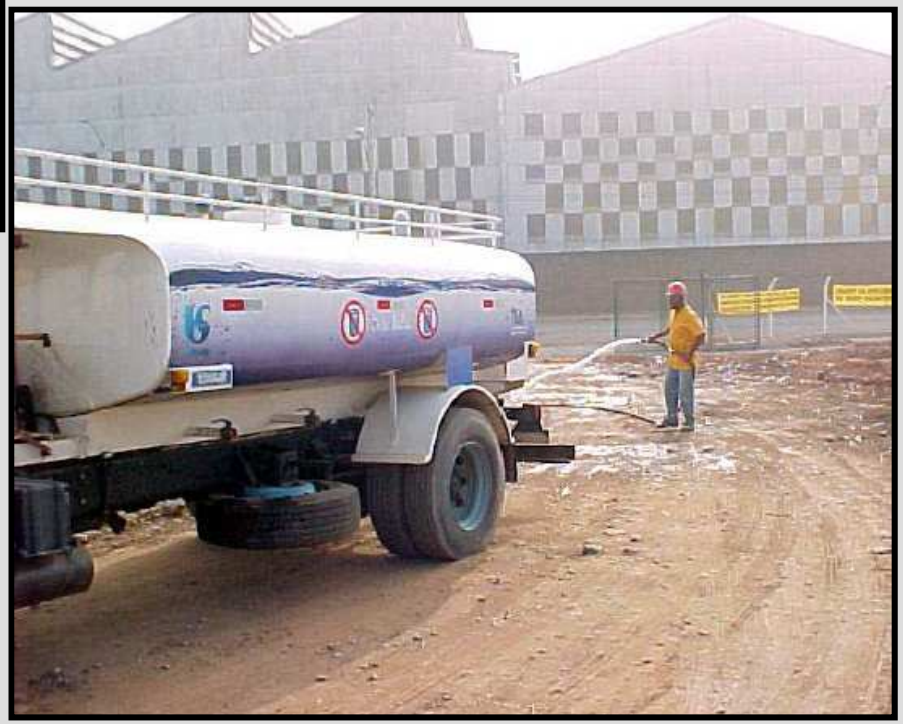
Reúso Urbano

Água de reúso fornecida pela SABESP, para irrigação de áreas verdes em Barueri e Carapicuíba, São Paulo.

Barueri: 2 milhões de metros cúbicos por mês

Carapicuíba: 1 milhão de metros cúbicos por mês

Lavagem de vias



Controle de poeiras

Sabesp / SP

Limpeza de tubulações

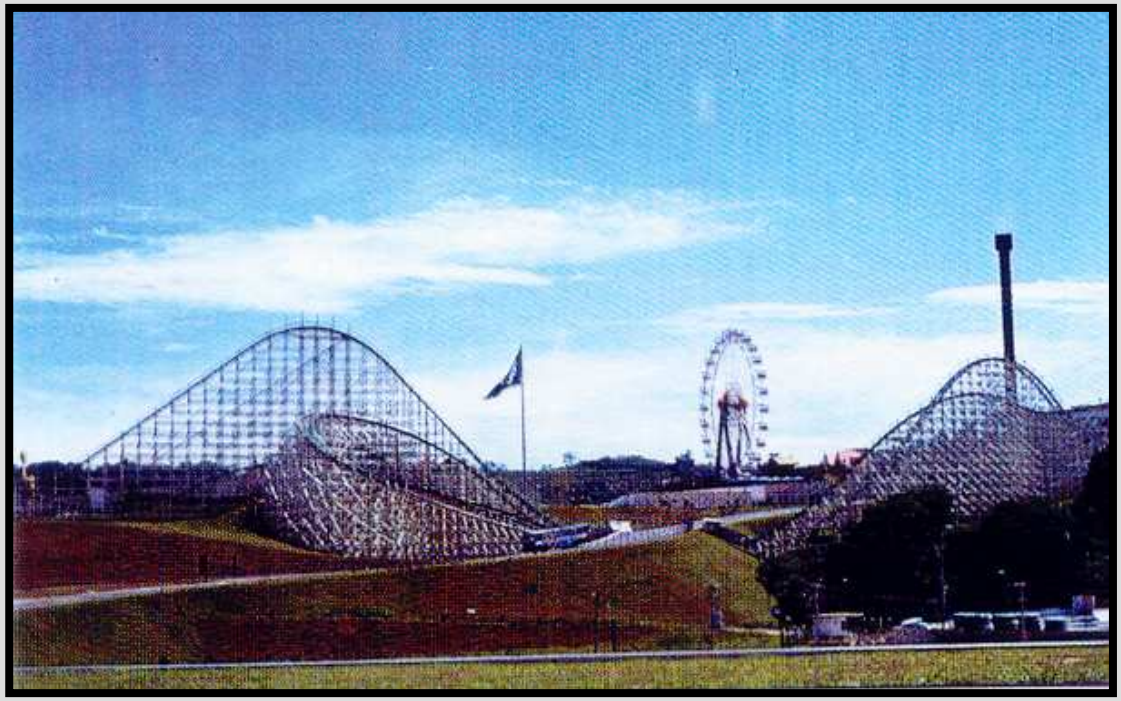
Sabesp / SP

Uso de esgoto tratado na irrigação de jardins Shopping Iguatemi

Shopping Iguatemi – Fortaleza

Desde 1986 – uso de esgoto tratado (ETE lodos ativados) na irrigação de jardins.

Desde 2000 – uso de esgoto tratado (ETE + Estação de Polimento) nas torres de refrigeração



Parque Temático

Hopi Hari

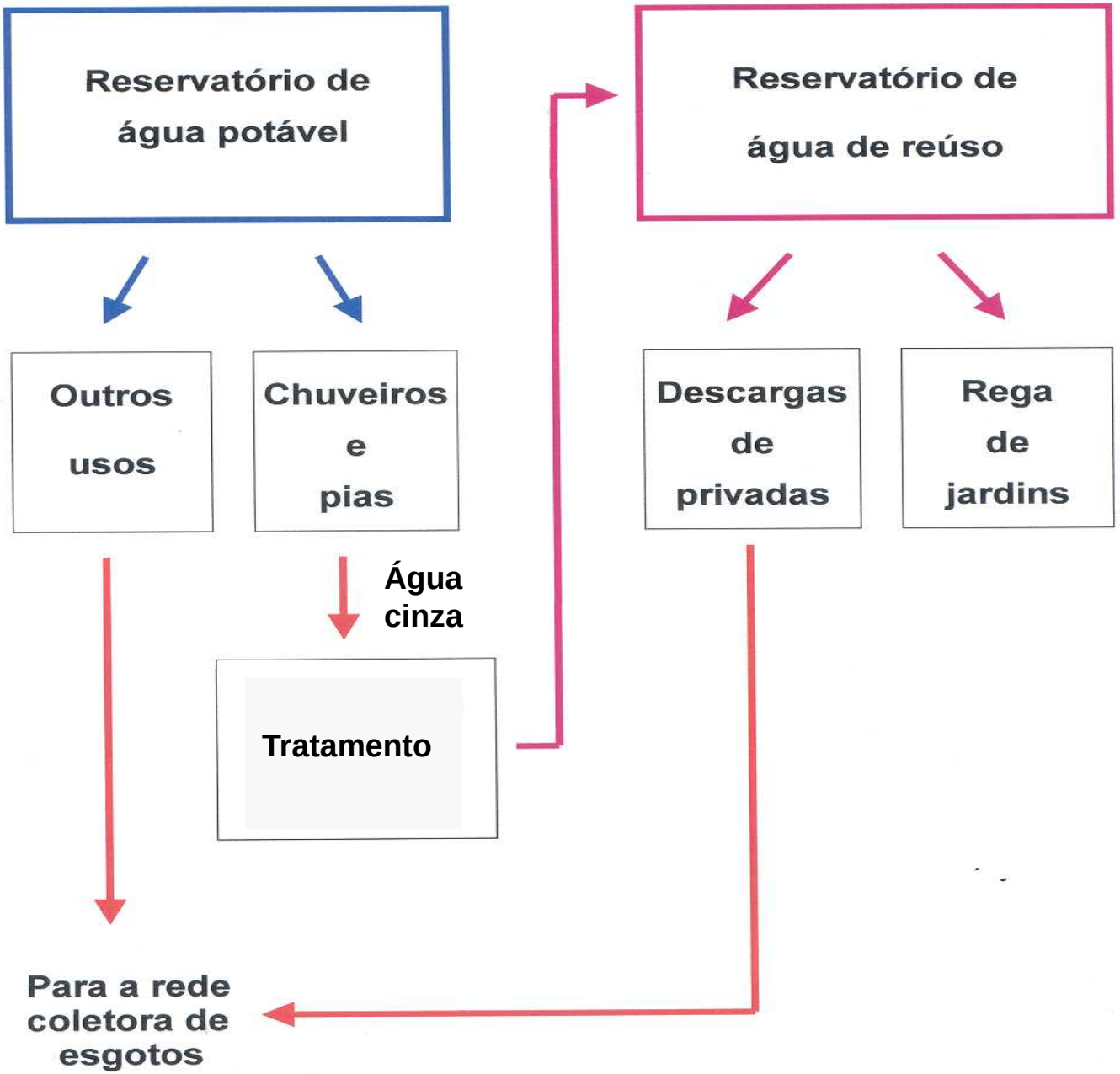
São Paulo

- **Reúso total da água**
- **A água de reúso é utilizada em: irrigação de áreas verdes, limpeza, lavagem de pátios e sanitários.**

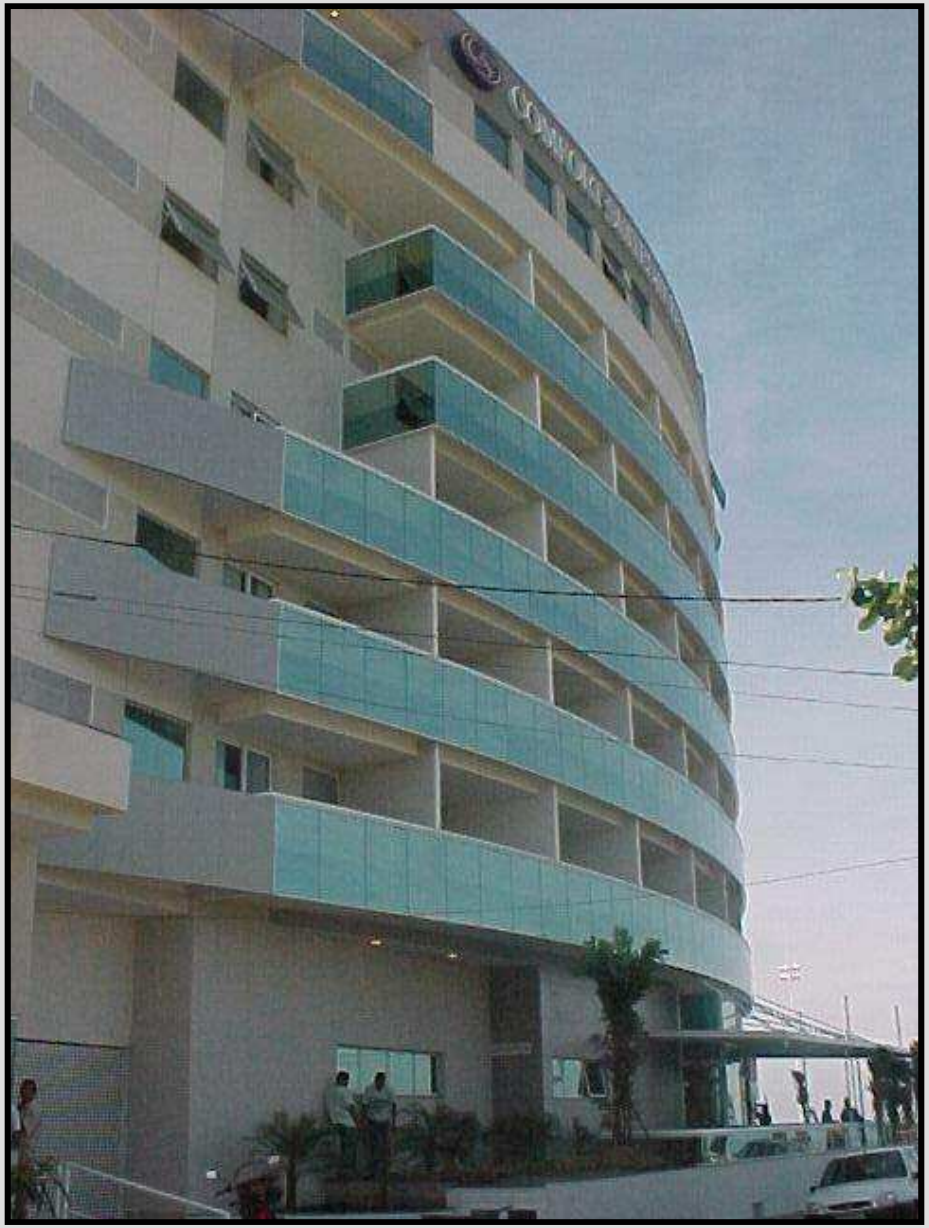
Shopping Center Millenia – Orlando, EUA

Reúso em edificações

- **Descarga de sanitários**
- **Rega de jardins**
- **Combate a incêndios**
- **Refrigeração**



Reuso de Águas em Edificações



Hotel *COMFORT Inn*
Macaé/RJ

Tratamento de águas cinzas (pias, chuveiros e lavatórios) para reúso nas descargas

126 apartamentos, 2 salas de convenções,
2 restaurantes, academia de ginástica, piscina e área de lazer

Capacidade: 252 pessoas

Universidade Petrobras – Rio de Janeiro

O abastecimento de água é projetado com rede dupla, uma de água potável, atendendo pias, chuveiros, tanques, máquina de lavar, e outra de água de reúso, atendendo os vasos sanitários.

Complexo poupa 4,5 milhões de litros de água por mês com esgoto tratado e reúso

Um complexo de escritórios, centro de convenções, hotel e shopping center na Zona Sul de São Paulo consegue economizar 4,5 milhões de litros de água por mês com tratamento próprio de esgoto e reaproveitamento na limpeza, banheiros e sistema de refrigeração.

A água utilizada nas salas comerciais do WTC, no Centro de Eventos, no hotel Sheraton e no Shopping D&D – por onde passam em média 4 mil pessoas por dia - é captada e tratada em uma estação própria do complexo.

Depois desse processo, ela volta para o sistema do complexo para reaproveitamento nas áreas externas, rega de plantas, nas descargas do banheiro e nos equipamentos de ar condicionado e na claraboia de vidro, que é refrigerada pela água de reúso para deixar a temperatura agradável nos espaços internos.

g1.com.br – 14.04.2015

SCOPA

SCOPA ENGENHARIA LTDA.

A partir do ***Villa Toscana***, todos os seus empreendimentos irão contar com um sistema de tratamento de águas (provenientes dos chuveiros e lavatórios).

A água tratada, límpida e inodora, é reutilizada em bacias sanitárias e regas do jardim, gerando uma economia acima de 30% na conta de água do condomínio.

2013

Reúso Potável

Campinas será 1ª cidade do país a usar esgoto tratado para abastecimento

LUCAS SAMPAIO
DE CAMPINAS

Em meio à forte estiagem que atinge o Sudeste, Campinas (a 93 km de SP) anunciou nesta quinta-feira (30) que será a primeira cidade do país a usar esgoto tratado para o consumo direto da população.

A obra está estimada em R$ 12 milhões, será financiada pela concessionária que administra o aeroporto de Viracopos e deve ficar pronta em 18 meses.

Atualmente, parte do esgoto da cidade é tratado e transformado em água de reúso -que tem 99% de pureza, mas não serve para consumo humano.

Folha de São Paulo – 30.10.2014

LEI Nº 16.033, de 20 de junho de 2016.

DISPÕE SOBRE A POLÍTICA DE REÚSO DE ÁGUA NÃO POTÁVEL NO ÂMBITO DO ESTADO DO CEARÁ.

Os órgãos integrantes da Administração Pública Estadual Direta, das autarquias, das fundações instituídas ou mantidas pelo Poder Público, das empresas cujo capital o Estado do Ceará tenha participação majoritária, bem como as demais entidades por ele controladas direta ou indiretamente, devem priorizar, na compra de equipamentos hidrossanitários, aqueles que possibilitem a redução do consumo ou o reúso da água.

Em caso de reforma das instalações hidrossanitárias ou da construção de novas unidades custeadas com recursos financeiros do Estado do Ceará, devem ser previstas, quando técnica e economicamente viável, atividades de reúso de água para fins relacionados às demandas dessas unidades ou de terceiros.

LEI Nº 16.034, 20 de junho de 2016.

Isenção do ICMS para as operações internas e de importação de máquinas, aparelhos e equipamentos, suas partes e peças, destinados à instalação de Estações de Tratamento de Água de Reúso e Estações Elevatórias de Uso Exclusivo para Água de Reúso

As experiências têm demonstrado que a prática de reúso de água pode ser utilizada com segurança, desde que sejam adotadas as necessários medidas de controles ambiental e sanitário.

OBRIGADO

suetonio@ufc.br