

**XI SILUBESA*****Simpósio Luso-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental***

28/03 a 02/04/2004 - Natal - Rio Grande do Norte - Brasil

II-083 - CARACTERIZAÇÃO DAS ÁGUAS CINZAS E AVALIAÇÃO DO CUSTO BENEFÍCIO PARA REUSO DOMICILIAR

Beatriz Rapoport⁽¹⁾

Bióloga pela Universidade Estadual do Rio de Janeiro. Analista Ambiental da Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente. Mestranda em Saneamento pela Escola Nacional de Saúde Pública Sérgio Arouca (ENSP/FIOCRUZ).

Aldo Pacheco Ferreira

Biólogo pela Universidade Gama Filho. MSc e DSc em Engenharia Biomédica pela Coordenação de Programas de Pós-Graduação em Engenharia (COPPE), Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Pesquisador e Professor da Escola Nacional de Saúde Pública Sérgio Arouca (ENSP/FIOCRUZ).

Odir Clécio da Cruz Roque

Engenheiro Químico pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ). DSc em Ciências pela Escola Nacional de Saúde Pública Sérgio Arouca (ENSP/FIOCRUZ). Pesquisador Titular da Escola Nacional de Saúde Pública Sérgio Arouca (ENSP/FIOCRUZ). Professor Adjunto Universidade Estadual do Rio de Janeiro (UERJ).

Endereço⁽¹⁾: Av. N.S. Copacabana, 978 sala 507 – Copacabana – Rio de Janeiro - RJ - CEP: 22060-000 - Brasil - Tel: (21) 25112304

biarapoport@hotmail.com

RESUMO

Muito vem sendo falado a respeito da escassez de água nos grandes centros urbanos onde a demanda cada vez maior tende a suplantar a oferta. Uma alternativa para economia do insumo é o seu reuso que vem sendo estimulado principalmente devido à lei de recursos hídricos. O reuso industrial já vem sendo largamente empregado, entretanto, o reuso domiciliar vem sendo sugerido, o que representa o aproveitamento das águas cinzas decorrentes dos efluentes gerados em uma residência sem as águas negras provenientes de vasos sanitários.

Observamos que para implantação de um sistema de reuso das águas cinzas é necessário além de um sistema duplo de distribuição de água, também um tratamento adequado. As análises químicas, físicas e biológicas demonstraram que estas águas apesar de serem menos contaminados que as águas negras apresentam alto grau de contaminação que não a liberam de um tratamento para serem reutilizadas.

As águas cinzas apresentaram alta DQO e DBO além de alta taxa de Coliformes totais e fecais. Foram encontrados *Streptococos* que estão relacionados com contaminação viral além de helmintos. Dessa forma, para reuso domiciliar é sugerido nesta dissertação um tratamento simples, de baixo custo e que requer pouca manutenção das instalações. Deve-se levar em consideração para o reuso das águas cinzas, as reais condições locais de disponibilidade hídrica, preferindo em primeira instância a troca de equipamentos com alto consumo por outros de baixo consumo e a educação para economia do insumo. Observamos que a economia gerada com o reuso é significativa levando-se em consideração o modelo de tarifação empregado em diversos Estados Brasileiros e, especificamente, no Estado do Rio de Janeiro onde é cobrado 100% do valor da água devido ao esgotamento sanitário.

No Estado do Rio do Janeiro onde o sistema Guandu é o responsável pelo abastecimento de 14 milhões de habitantes, o reuso em médio prazo é uma possibilidade a ser considerada. Para tal, medidas imediatas devem ser tomadas para que no futuro estas águas possam ser reusadas com segurança em caso de necessidade.

PALAVRAS-CHAVE: Reuso, Águas Cinzas, Saneamento Ambiental.

INTRODUÇÃO

O aumento populacional acompanhado pelas mudanças climáticas globais vem contribuindo para o aumento na demanda pelos recursos hídricos. Embora a água existente seja um recurso renovável, ela tende a perder sua qualidade em função do uso indiscriminado comprometendo, conseqüentemente, a qualidade e a quantidade deste recurso disponível para consumo.

Sabe-se que o ciclo hidrológico se constitui basicamente do transporte de massas d'água do oceano para atmosfera por evaporação e da atmosfera através de precipitações, escoamentos superficiais e subterrâneos para os oceanos influenciando, diretamente, a distribuição e extensão dos corpos d'água continentais em muitas regiões as quais tem sofrido alterações resultantes das diferentes formas de interferência humana sobre o ambiente. Exemplos são o surgimento de metrópoles, dragagens, desmatamentos desenfreados e a construção de represas. Segundo Bloch (2002) 97% de toda a água da terra encontra-se nos oceanos. Somente 0,62% corresponde a água doce.

A água doce está distribuída de forma desigual sobre o planeta. A disponibilidade de água no Brasil é significativa, entretanto ela está distribuída de forma irregular sobre o território (69% da água doce encontra-se na Região Amazônica e 31% nas demais regiões, as quais concentram 95% da população do País). Segundo o Departamento nacional de Águas e Energia elétrica, atual ANEEL, a distribuição dos recursos hídricos está na proporção de 68,5 %para a região Norte, 3,3% para a região Nordeste, 6,0%para a região Sudeste, 6,5% para a região sul e 15,7% para a região Centro-Oeste.

À medida que a população aumenta a deteriorização dos mananciais se acentua e desta forma, surgem problemas de abastecimento que atualmente estão merecendo a atenção e preocupação de populações e autoridades do mundo. Desta forma é necessário que haja uma gestão integrada do recurso água, incentivando-se o seu uso racional favorecendo o desenvolvimento de sistemas sustentáveis como forma de prevenção contra a escassez. O fenômeno da escassez está diretamente relacionado ao crescimento populacional e conseqüente degradação ambiental. Não é problema exclusivo das zonas áridas e semi-áridas. Muitas regiões com recursos hídricos abundantes, mas que não atendem as demandas elevadas, também experimentam conflitos de usos e sofrem restrições ao consumo.

O rio Guandu é o principal responsável pelo abastecimento da população residente na região metropolitana do Rio de Janeiro. A maior parte das águas que chegam poluídas a estação de tratamento de água (ETA) vem do Rio Paraíba do Sul. A Bacia do Paraíba do Sul abrange uma área de aproximadamente 57.000 Km², estendendo-se pelos Estados do Rio de Janeiro, Minas Gerais e São Paulo. Recebe a contribuição de cerca de 3000 indústrias paulistas, 700 indústrias fluminenses e, ainda, de esgoto sanitário de 53 municípios fluminenses com uma população de, aproximadamente, 2,2 (milhões de habitantes). Além destas fontes de poluição, a poluição industrial e doméstica dos Rios dos Poços e Queimados é muito preocupante, pois eles deságuam pouco antes da tomada de água da CEDAE.

Segundo estudos sócio econômicos e de demanda de água para a região metropolitana do Rio de Janeiro (Rios, 2000), deverá ser feita uma ampla campanha de educação ambiental através da mídia visando o controle dos desperdícios de água nas indústrias, comércio e domicílios tendo em vista o perigo de uma crise de racionamento de água semelhante a crise energética ocorrida entre 2001 e 2002.

A demanda por água nos grandes centros urbanos fez com que fossem construídos complexos sistemas de captação em rios de grande porte, os quais tem córregos que cruzam núcleos urbanos e que recebem esgoto não tratado como contribuição. Com o aumento da poluição, cresce o risco de oferecimento de água de má qualidade, crescem os custos para o tratamento da água e cresce o risco de falta de água nas estiagens. Juntamente com a preservação do meio ambiente sob todos os seus aspectos, a necessidade de economizar água vem sendo apontada como alternativa para se contornar o problema da escassez.

A água de reuso é uma opção correta do ponto de vista ambiental, já que contribui par diminuição da captação e conseqüente redução nas vazões de lançamento de efluentes. Operacionalmente, permite substituir grandes volumes de água destinados a usos nos quais a potabilidade não é fator preponderante (Jefferson *et al.*, 1999).

O reuso de água já vem sendo amplamente empregado na indústria, principalmente em torres de resfriamento, caldeiras, construção civil, irrigação de áreas verdes e em alguns processos industriais onde a utilização de água com menor padrão de qualidade não acarrete maiores problemas. O reuso de água para fins não potáveis deve ser considerado como primeira opção para reuso, entretanto o reuso domiciliar vem sendo estimulado (Hespanhol & Mierzwa, 2000).

O reuso de água domiciliar pode ser considerado uma alternativa em tempos de escassez. Não se trata de pensar em curto prazo, mas sim em médio prazo quando, provavelmente, a exemplo do que está acontecendo em outros estados brasileiros poderá faltar água de qualidade para consumo. Neste sentido o reuso das águas cinzas, que são as águas provenientes de todas as atividades domésticas com exceção de fontes de águas negras tais como sanitários bidês e urinol, vem sendo estudadas com vistas ao reuso em sanitários.

Estudo realizado para verificação das quantidades de água utilizadas em uma residência e publicado na revista Brasileira de Saneamento e Meio Ambiente jan e mar 2002, mostram que 29% da água consumida é direcionada para bacias sanitárias e 28% para utilização em chuveiros e 6% para lavatórios (USP). Desta forma, as águas cinzas provenientes de pias de banheiros e chuveiros poderiam ser totalmente aproveitadas nas bacias sanitárias.

Como exemplo, em uma residência com 4 pessoas que utiliza cerca de 1000 litros diários aproximadamente 290 litros serão consumidos diariamente no vaso sanitário, 340 litros para chuveiro/ pia e 370 litros para as demais atividades. Ao se estabelecer o sistema de reuso das águas cinzas provenientes do chuveiro/ pia nos vaso sanitário estará sendo feita uma economia de 290 litros/dia.

Vem ainda incentivar a alternativa de reuso das águas cinzas o fato de que o sistema típico de tarifação do consumo de água nas grandes cidades brasileiras é o que foi consumido multiplicado na maioria das vezes, por dois uma, vez que o esgoto é tarifado na mesma conta. Desta forma, ao se reaproveitar 290 litros de água, além de estarmos reduzindo o consumo, estaremos economizando tarifa equivalente a 290×2 na conta e preservando a água de qualidade para fins nobres.

Por serem menos poluídas que as águas negras no que diz respeito a ausência de fezes, urina, papel higiênico e etc., as águas cinzas tem recebido especial atenção como alternativa para reuso. Entretanto, suas características devem ser levadas em consideração ao se avaliar as possibilidades de reuso incluindo inclusive pré-tratamento. O reuso das águas cinzas é indicado para descargas sanitárias já que em alguns países, como é o caso do Brasil, é utilizada a água potável.

O reuso de água para qualquer fim depende de sua qualidade física, química e microbiológica. A maioria dos parâmetros de qualidade físico-químicos são bem compreendidos, tendo sido possível estabelecer critérios de qualidade orientadores para o reuso. Os limites microbiológicos relativos à saúde são mais difíceis de serem quantificados, como evidenciado pela multiplicidade de parâmetros e orientações de uso, variáveis em termos mundiais (Eriksson *et al.*, 2002). Certamente a qualidade da água cinza gerada deverá estar de acordo com o uso que se quer dar a ela. No caso em questão estaremos analisando o reuso em descargas sanitárias e como no Brasil ainda não existe um padrão para reuso destas águas é importante a caracterização das mesmas como forma de levantar a questão e possivelmente subsidiar futuras ações.

MATERIAIS E MÉTODOS

Embora a utilização das águas cinzas como alternativa em tempos de escassez de água esteja sendo proposta cabe ressaltar que estas águas devido a suas origens são de difícil caracterização devido a diversidade de produtos químicos utilizados e a ao fato delas poderem estar ou não contaminadas por patógenos. Desta forma, foi elaborada a caracterização das águas cinzas de modo a viabilizar sua utilização de forma segura.

O local escolhido foi uma creche situada no município de Belford Roxo, Rio de Janeiro, onde foi implantado pelo Instituto Ambiental um biodigestor para produção de biogás. Desta forma o efluente sanitário era segregado dos demais efluentes para utilização do biosólido. Os demais efluentes se conectavam a uma caixa de passagem e daí eram direcionados a filtro de brita e posteriormente a um tanque para criação de peixes.

As águas da cozinha foram separadas das águas provenientes dos chuveiros e pias do banheiro de modo que apenas estas últimas serviram para a análise. Imediatamente antes da caixa de passagem, foi implantada uma caixa coletora, onde seriam colhidas as amostras antes dos efluentes alcançarem o filtro de modo que as águas cinzas eram coletadas antes do tratamento existente.

A creche utiliza água de poço e água proveniente da Concessionária Estadual de Água e esgoto do Rio de Janeiro (CEDAE) sendo esta última, clorada. O total de água utilizada é de 6000 litros de água/ dia. A água após o banho era armazenada em uma caixa com capacidade para 5 litros, permanecendo armazenada até o dia seguinte quando se procedia a coleta.

Foram feitas 10 amostragens. As amostras foram analisadas no laboratório da Fundação Estadual de Engenharia do

Meio Ambiente (FEEMA). Os parâmetros contemplados foram:

Parâmetros físico-químicos

DQO – Demanda Química de Oxigênio;

DBO – Demanda bioquímica de Oxigênio;

Pt – Fósforo total;

Mbas –Metil blue active substances - Detergentes;

Nitrogênio Kjeldahl;

Nitrogênio amoniacal;

Nitrito;

OD – Oxigênio Dissolvido;

pH – Potencial de Hidrogênio;

SS – Sólidos em Suspensão;

Turbidez

Análises Bacteriológicas

CT – Coliforme total;

CF – Coliforme fecal

Pseudomonas aeruginosa;

Salmonella sp.

Streptococcus

Escherichia coli

Análises Parasitológicas

Protozoários

Helminths

Os dados relativos ao OD, pH e cloro livre foram obtidos 'in loco'. As demais análises físico-químicas foram realizadas no laboratório de físico-química da FEEMA. As análises parasitológicas foram realizadas no laboratório de parasitologia da FEEMA. As análises microbiológicas no laboratório de microbiologia ambiental do departamento de Saneamento e Saúde Ambiental da ENSP. Duas amostras para análises microbiológicas foram encaminhadas ao laboratório de microbiologia da FEEMA para constatar a presença de *Streptococcus* e *E. coli*.

Para análise de OD, foi utilizado frasco de vidro com capacidade para 100ml. A água cinza era então colocada até a boca do frasco. Adicionava-se então 2 ml de sulfato manganoso seguido de 2 ml de iodeto alcalino-azida. A amostra era então levada para o laboratório para análise do precipitado.

O pH era medido com a fita Universalindikator pH 0-14, original da Alemanha

O Cl livre era medido com fita teste HTH.

Para as demais análises físico-químicas utilizou-se frasco com capacidade para 5 litros.

As amostras para análise bacteriológica eram depositadas em frascos com capacidade para 100 ml devidamente esterilizados e levados imediatamente para o laboratório. Para as análises parasitológicas frascos com capacidade para

5 litros.

Os métodos de análise dos parâmetros em questão seguiram as normas estabelecidas pelo ‘Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater’ (APHA, 1998), Manual do Meio Ambiente da Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente (FEEMA), March *et al.* (2002) e Centro Tecnológico de Saneamento Básico (CETESB).

Foram analisados dois empreendimentos que fizeram a segregação dos efluentes gerados. Uma residência unifamiliar e um condomínio para população de baixa renda. Os pontos problemáticos foram apontados de forma a sugerir o tratamento adequado.

RESULTADOS

É certo que cada tipo de água cinza gerado em uma residência tem características distintas, entretanto não nos interessava a caracterização individualizada de cada tipo e sim o efluente constituído basicamente pelas águas de chuveiros e pias de banheiros. Sabendo que as águas cinzas provenientes de pias de cozinha possuem alto teor de gordura e carga orgânica foram excluídas das análises, pois certamente dificultariam o tratamento final do efluente. Desta forma, os resultados apresentados a seguir (quadro 1, quadro 2, quadro 3 e quadro 4) dizem respeito somente as águas cinzas provenientes de banhos e pias de lavatórios. As águas cinzas analisadas eram armazenadas em uma caixa coletora e após aproximadamente 20 h eram, então, processada a coleta.

Quadro 1. Resultado de parâmetros físico-químicos no sítio de estudo

	7/5	20/5	4/6	17/6	1/7	15/7	5/8	12/8	1/10
DQO mg/l	900	350	730	220	290	360	260	200	300
DBO mg/l	360	180	350	110	160	230	25	30	155
Ptotal mg/l	2,9	2,3	6,0	0,95	0,50	1,0	0,35	3,35	0,82
Mbas mg/l	3,4	16,5	50	1,0	2,8	0,90	0,06	23,0	0,72
N Kj mg/l	14	10	14	1,5	8	2	4	3,5	9,4
N am mg/l	1,7	2,1	14	1,1	1,0	0,03	0,10	0,25	-----
Nitrito mg/l	0,01	0,02	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,008
OD mg/l	0,5	0,6	1,4	1,2	0,8	0,1	0,1	4,4	0,8
OG mg/l	30	11	18	7	25	10	80	13	15
pH	4,8	6,4	6,6	7,5	6,7	5,4	4,7	6,3	6,6
SS mg/l	570	120	290	98	110	160	100	90	126
TurbidezUT	100	100	100	60	90	65	55	65	150

Quadro 2. Resultado de parâmetros bacteriológicos no sítio de estudo (membrana filtrante)

	7/5	20/5	4/6	17/6	1/7	15/7	5/8	12/8
CT UFC/100ml	2×10^5	$7,9 \times 10^6$	$2,9 \times 10^7$	$1,7 \times 10^7$	7×10^4	3×10^7	1×10^7	3×10^7
CF UFC/100ml	5×10^4	1×10^6	2×10^4	4×10^6	$4,8 \times 10^2$	$1,9 \times 10^4$	9×10^2	6×10^6
Pseudom. UFC/100ml	3×10^6	$1,2 \times 10^6$	2×10^7	$1,22 \times 10^6$	$3,9 \times 10^4$	2×10^7	8×10^6	4×10^6
Salmonela UFC/100ml	0	0	0	0	2×10^2	0	0	0

Quadro 3. Resultado de parâmetros bacteriológicos (tubos múltiplos)

	01/10	26/11
Coliforme total (NMP/100ml)	$>1,6 \times 10^6$	$>1,6 \times 10^8$
Coliforme termotolerante (NMP/100ml)	$1,6 \times 10^6$	5×10^4
E.coli (NMP/100ml)	$1,6 \times 10^6$	5×10^4
Streptococos (NMP/100ml)	$1,7 \times 10^3$	$2,3 \times 10$

Quadro 4. Resultado de parâmetros parasitológicos no sítio de estudo (Método HIBJAN – Sedimentação em cone d'Imhoff)

	5/8	12/8
<i>Ancylostoma</i> sp.	Ovos e larvas	Ovos e larvas
Nematódeo de vida livre	larvas	Larvas

Foram encontrados ovos e larvas de *Ancylostoma* sp. Foi detectada, também, grande quantidade de larvas de nematódeos de vida livre que embora não sejam considerados parasitas, indicam a presença de bactérias.

Sabe-se que as concentrações dos compostos podem variar ao longo do dia e em diferentes dias da semana. Desta forma torna-se necessário avaliar as informações existentes na literatura de forma a estabelecer faixas para as concentrações dos parâmetros em questão. Esta informação será útil ao se estabelecer formas de tratamento ou o risco para o reuso destas águas.

Quanto aos parâmetros físicos observou-se que a temperatura pode variar entre 18 e 38 °C. As altas temperaturas utilizadas em higiene pessoal podem favorecer o desenvolvimento de microorganismos e também ocasionar a precipitação de CaCO_3 e de outros sais que em altas temperaturas não se solubilizam. A turbidez encontrada na literatura apresentou uma variação de 15.3 UT a 240 UT. Os sólidos em suspensão variam de 17 a 330 mg/l sendo os valores mais altos encontrados para lavadoras e cozinha.

Quanto aos parâmetros químicos observou-se que os valores de pH estão na faixa de 5 – 8,7. A DQO proveniente da água cinza originada nos banheiros pode variar de 184 – 633mg/l e a DBO pode variar de 76 a 300mg/l. As quantidades de Oxigênio dissolvido podem variar de 0,4 a 5,8 mg/l dependendo da origem da água cinza. Para os banheiros não foi avaliada a concentração de acordo com vários autores apresentados. A concentração de Nitrogênio total é bem menor que no esgoto doméstico. Nas águas cinzas a concentração pode variar de 0,6-74 mg/l sendo a maior

concentração proveniente da cozinha. Os níveis mais baixos de N correspondem às águas cinzas provenientes de banheiros e lavanderia. A concentração de fósforo total e fosfato são provenientes de detergentes que levam fósforo como constituinte. Em países onde detergentes à base de fósforo são utilizados, a concentração no esgoto tradicional pode variar de 6 a 23 mg/l. Em países onde não há utilização destes detergentes pode-se encontrar concentrações de 4 a 14 mg/l. Nas lavanderias a concentração é maior que nos banheiros. Quanto às águas cinzas, pode-se encontrar 0,1- 2 mg/l nas provenientes de banheiros enquanto que nas lavanderias os valores podem ser de 0,1 a 57 mg/l (Mieli, 2001).

Quanto aos parâmetros microbiológicos, segundo a literatura, nas águas cinzas provenientes dos banheiros, a concentração de Coliforme fecal pode estar acima de 3×10^3 / 100ml e variar de 70 a $2,4 \times 10^7$ /100ml de Coliforme total. A concentração de *Streptococos* pode variar de 1 a 7×10^4 . Comparativamente apresentam menor concentração de microorganismos que as águas da cozinha.

Tratamento proposto

Com base em observações de campo e nos resultados obtidos observamos que as águas cinzas não devem ser misturadas a outro tipo de água com risco de favorecer a proliferação de microrganismos e o surgimento de odores.

As águas cinzas após captação devem ser direcionadas a:

1. Uma caixa de retenção de sólidos;
2. Filtro de fluxo ascendente constituído de brita, areia e carvão para eliminar impurezas;
3. Reservatório inferior com volume equivalente ao consumo diário estimado para vaso sanitário, onde a água poderá ficar estocada por no máximo 48 hs. Neste reservatório deverá ser feita a cloração e o bombeamento para o reservatório superior.
4. Reservatório superior onde a água cinza ficará estocada também por no máximo 48h e deverá ser dimensionada de forma a atender ao consumo diário para o vaso sanitário. Entre este reservatório e o barrilete de distribuição de água potável há um sistema de 'by pass' onde um registro de gaveta, uma válvula de retenção e uma torneira de bóia, instalados de forma que não haja contato entre a água potável e a cinza. O reservatório superior de água potável será também utilizado para suprir eventual falta de água cinza.

Cuidados a serem tomados:

Deverá ser criado no reservatório inferior, um 'by pass' para que as águas cinzas excedentes ao volume deste reservatório sejam direcionadas a rede de esgoto para que não haja desperdício de Cloro.

Sempre que o consumo das águas cinzas nos vasos sanitários for inferior ao estocado nos dois reservatórios, estas águas deverão ser eliminadas após 48hs de retenção de modo a evitar a proliferação de microrganismos.

CONCLUSÕES

As águas cinzas provenientes dos chuveiros e pias de banheiros são menos contaminadas do que as águas cinzas provenientes de cozinhas e de lavanderias. O principal problema no que diz respeito ao reuso em descargas sanitárias é a contaminação por microrganismos (Ottoson & Stenstrom, 2002).

Ao se pretender infiltrar águas cinzas no solo deve-se levar em conta os constituintes químicos existentes que podem contaminar o lençol freático ou plantações caso não haja um tratamento adequado. Não se deve utilizar as águas cinzas em descargas sanitárias sem que haja um pré-tratamento seguido de desinfecção. O Cloro é uma opção eficiente e de baixo custo para desinfecção ao se pretender o reuso.

As águas cinzas não devem ficar estocadas por mais de 48 h, mesmo após o tratamento de forma a evitar a proliferação de microrganismos e odores. Não se deve estocar água cinzas junto com água de chuva visando o reuso evitando a contaminação das últimas.

As águas cinzas são uma excelente opção para reuso já que com sua utilização deixa-se de captar aproximadamente 28% da água potável em uma residência. Como no Rio de Janeiro se paga duas vezes pela água consumida devido ao esgotamento sanitário e além deste fato, a tarifa aumenta progressivamente a medida em que o consumo aumenta, a economia gerada é significativa.

Para que possa ser feito um sistema de reuso de águas cinzas prevendo escassez do insumo no futuro é necessário que medidas imediatas sejam tomadas tais como a instalação de redes duplas de distribuição em residências e condomínios.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. APHA (American Public Health Association), 1998. Standard methods for the examination of water and wastewater. 19. Ed. Washington: APHA.
2. BLOCH, D., 2002. Água: Direito à Vida. <http://ircsa.org.br/semana/aguavida.htm>.
3. RIOS, J. L. P., 2000. Plano Diretor de Abastecimento de Água do Rio de Janeiro. Revista de Engenharia Sanitária e Ambiental, 83: editorial.
4. DIXON, A BUTLER, D., FEWKES, A. & ROBINSON, M., 1999 Measurement and modeling of quality changes in untreated grey water. *Urban Water*, 1:293-306.
5. ERIKSSON, E. et al., 2001. Characteristics of grey wastewater. *Urban Water* 4 (2002) 85-104
6. HESPAÑHOL, I. & MIERZWA, J.C., 2000. Programa para o gerenciamento de água e efluentes nas indústrias visando o uso racional e o reuso. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, 4 (1/2):11-15.
7. IBGE, 2000. CENSO DEMOGRÁFICO –2000, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Rio de Janeiro.
8. JEFFERSON, B., LAINE, A., PARSONS, S., STEPHENSON, T. & JUDD, S., 1999. Technologies for domestic wastewater recycling. *Urban Water*, 285-292.
9. MARCH, J.G., GUAL, M. & SIMONET, B.M., 2002. Determination of residual chlorine in grey water using o-tolidine. *Talanta*, 58: 995-1001.
10. MIELI, J.C.A., 2001. Reuso de água domiciliar. Dissertação (mestrado) –Engenharia Civil, Universidade Federal Fluminense, Niterói.
11. OTTOSON, J. & STENSTROM, T.A. ,2002. Faecal contamination of greywater and associated microbial risks. *Water research* 37 (2003) 645-655.