

## II-085 - AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA E VIABILIDADE DE SISTEMAS DE APROVEITAMENTO DE ÁGUA DE CHUVA EM ESCALA RESIDENCIAL, PARA LAVAÇÃO DE ROUPAS E USOS CORRELATOS

**Maria Elisa Magri<sup>(1)</sup>**

Engenheira Sanitarista e Ambiental pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Mestranda pelo programa de pós-graduação em Engenharia Ambiental da UFSC (PPGEA/UFSC). Bolsista CNPq/PROSAB 5.

**Fernando Resende Fenelon**

Graduando do curso de Engenharia Sanitária e Ambiental da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Bolsista de iniciação científica CNPq/PROSAB 5.

**João Luiz Annes Ghisleni**

Graduando do curso de Engenharia Sanitária e Ambiental da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Bolsista de iniciação científica CNPq/PROSAB 5.

**Taísa Sandoli Rosseto**

Graduanda do curso de Engenharia Sanitária e Ambiental da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Bolsista de iniciação científica CNPq/PROSAB 5.

**Luiz Sérgio Philippi**

Engenheiro Civil pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Mestre em Hidráulica e Saneamento pela Escola de Engenharia de São Carlos (EESC/USP). Doutor em Saneamento Ambiental pela Université de Montpellier I (França). Pós-doutorado pela Université de Montpellier II (França). Professor Titular do Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Coordenador do Grupo de Estudos em Saneamento Descentralizado (GESAD/UFSC).

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Rua Capitão Romualdo de Barros, 694 - Carvoeira - Florianópolis - Santa Catarina - CEP: 88040-600 - Brasil - Tel: + 55 (48) 3338.4264 - e-mail: [mariaelisamagri@yahoo.com.br](mailto:mariaelisamagri@yahoo.com.br)

### RESUMO

A necessidade de conservação da água apresenta-se hoje consolidada. A instituição de medidas que visem ações de controle dos desperdícios, bem como a implementação de políticas que reforcem a necessidade de reduções do consumo de água potável, começam a ser elaboradas pelo poder público e órgãos não governamentais. Estas medidas são relativas, em parte, ao estudo de tecnologias que viabilizem soluções como o uso de fontes alternativas de água para fins menos nobres. Dentro deste contexto, este trabalho tem como objetivo principal o estudo e avaliação de fontes alternativas de água para fins não potáveis, especificamente, da água de chuva, visando à conservação deste recurso através da implantação de tecnologias de aproveitamento em escala residencial. Como objetivo específico pretende-se caracterizar a qualidade da água de chuva nos sistemas de aproveitamento propostos e apontar a potencialidade de aplicação para usos menos nobres, como a lavação de roupas e usos correlatos. Como trabalho experimental foi instalado um sistema de aproveitamento de água de chuva em uma residência no bairro Ratones/Florianópolis/SC, onde moram três pessoas. O sistema era composto por uma unidade de descarte da primeira água da chuva, um sistema de peneiras, cisterna e desinfecção. Como sistemas de desinfecção foram implantados e avaliados: cloração e radiação ultra-violeta. O sistema de descarte seguido de peneiramento se mostrou eficiente na remoção de turbidez, dureza, cor aparente, cor verdadeira, sólidos em suspensão e DQO total, com percentuais médios de respectivamente: 66, 35, 62, 53, 64 e 61%, produzindo uma água com as seguintes características médias: 1 NTU de turbidez, 37 mg/L de dureza, 17 Uc de cor aparente, 11 Uc de cor verdadeira, 1,8 mg/L de sólidos suspensos e 6 mg/L de DQO total. Os dois sistemas de desinfecção foram eficientes na eliminação dos indicadores microbiológicos avaliados. A água da chuva apresentou então qualidade compatível ao uso previsto.

**PALAVRAS-CHAVE:** Água de chuva, reúso, sistemas de aproveitamento, lavação de roupas, desinfecção.

### INTRODUÇÃO

A necessidade de conservação da água apresenta-se hoje consolidada. A instituição de medidas que visem ações de controle dos desperdícios, bem como a implementação de políticas que reforcem a necessidade de reduções do consumo de água potável, começam a ser elaboradas pelo poder público e órgãos não

governamentais. Estas medidas são relativas, em parte, ao estudo de tecnologias que viabilizem soluções como o uso de fontes alternativas de água para fins menos nobres.

Dentro deste contexto, este trabalho tem como objetivo principal o estudo e avaliação de fontes alternativas de água para fins não potáveis, especificamente, da água de chuva, visando à conservação deste recurso através da implantação de tecnologias de aproveitamento em escala residencial.

Segundo AZEVEDO NETTO (1991), a disponibilidade de água de chuva para o aproveitamento no abastecimento público, está relacionada à precipitação anual da região, da seguinte forma:

- Baixa – menor que 1000 mm;
- Razoável – entre 1000 e 1500 mm;
- Excelente – acima de 2000 mm.

Florianópolis, local de implantação da pesquisa, teve a precipitação média anual de 1704 mm, entre 1970 e 2005. Assim pode-se fazer a utilização da água de chuva como uma alternativa na redução do consumo de água potável, contribuindo para preservação dos mananciais de água.

A qualidade da água de chuva está relacionada com a região (qualidade do ar) em que ocorre a precipitação e com a superfície de captação na qual escoa. Uma vez que ela está em contato com o ar, esta adquire características ácidas pelo contato com o gás carbônico, e quando escoa em uma superfície (telhado, árvores, vias), a água pode adquirir características indesejáveis para sua utilização.

Segundo GROUP RAINDROPS (2002), o local de coleta determina o nível de qualidade exigido da água, então este local é de extrema importância e limita o seu uso. Contudo é possível alcançar o nível de qualidade desejado ao se aplicar alguns sistemas de tratamentos, como por exemplo, a filtração.

Como objetivos específicos, dentro do breve contexto apresentado acima, pretende-se caracterizar a qualidade da água de chuva em sistemas de aproveitamento propostos e apontar a potencialidade de aplicação para usos menos nobres, como a lavação de roupas e usos correlatos.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Um sistema de captação, tratamento, reservação e aproveitamento de água de chuva foi implantado em uma residência no bairro Ratones, Florianópolis/Santa Catarina.

O sistema foi instalado na área de serviço da residência, que possui uma superfície de captação de 25 m<sup>2</sup>. Foi escolhida esta área para instalação do sistema, em função da proximidade das peças hidro-sanitárias nas quais foi proposta a utilização da água de chuva, tanque e máquina de lavar roupas.

O sistema de aproveitamento era composto por:

- Calha coletora;
- Unidade de descarte da primeira água da chuva;
- Unidade de peneiramento;
- Sistema de desinfecção;
- Cisterna para reservação;
- Hidrometração para medição do consumo.

A figura 1 apresenta o sistema de coleta e aproveitamento de água da chuva implantado na residência em estudo.



**Figura 1: Sistema de aproveitamento de água de chuva.**

A água da chuva após ser coletada seguia o seguinte percurso: os primeiros dois milímetros eram descartados em um volume de 145 Litros. Em seguida a água era conduzida para a unidade de peneiramento, uma caixa construída em fibra de vidro, onde quatro peneiras estão posicionadas a 60° com a horizontal, para facilitar o escoamento da água e a limpeza. As malhas das peneiras são de nylon, e tem o tamanho de 148x115mm.

A unidade de peneiramento foi fabricada sob medida em fibra de vidro (figura 2). Foi testado um conjunto de peneiras removíveis com as seguintes aberturas de malha: 0, 627, 0,385, 0,296 e 0,150mm. Estas aberturas foram escolhidas levando-se em consideração a abertura da malha, seu custo e disponibilidade no mercado.



**Figura 2: Sistema de peneiramento.**

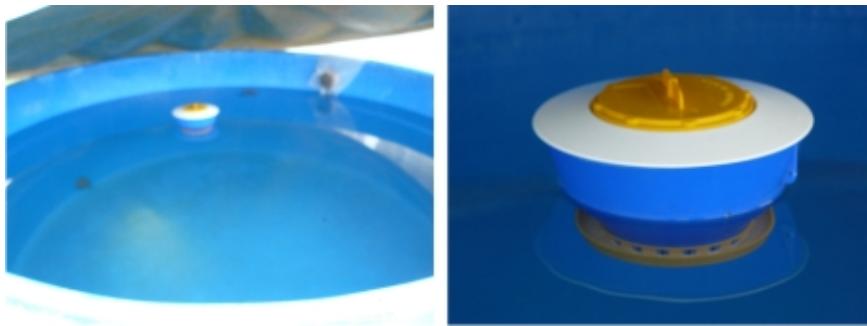
Após a passagem pelo sistema de peneiras, a água era armazenada em uma cisterna com capacidade para 2.000 litros. O volume de reserva foi calculado para atender a demanda da máquina de lavar roupas e do tanque, por um período de 15 dias consecutivos sem chuva.

Optou-se pela instalação do reservatório de água de chuva na forma de cisterna no nível do solo, sem a utilização de reservatório superior, com o objetivo de economizarem-se gastos com instalações, energia elétrica e manutenção de bombas.

Para suprir a demanda de pressão, principalmente da máquina de lavar roupas, foi testado no período de abril a setembro de 2007 um pressurizador de água convencional. Este pressurizador foi instalado na saída da cisterna e possuía capacidade de pressão de 2,5 m.c.a. No mês de outubro foi instalado e testado outro equipamento com capacidade pressurizadora maior e acionamento automático, com o objetivo de facilitar a operação e aumentar a vazão de enchimento da máquina de lavar e pressão de água no tanque.

No sistema de aproveitamento de água de chuva foram aplicados e avaliados dois métodos de desinfecção, o primeiro método por cloração e o segundo por radiação ultravioleta.

O sistema por cloração (figura 3) foi feito por meio da introdução de pastilhas de 15 gramas de Ácido tricloro isocianúrico na cisterna. As pastilhas, a princípio, foram repostas de acordo com a necessidade. Este sistema foi operado e monitorado no período de abril a setembro de 2007.



**Figura 3: Sistema de desinfecção por cloração.**

A figura 4 apresenta um fluxograma do sistema de aproveitamento da água de chuva com a desinfecção por cloração na cisterna.



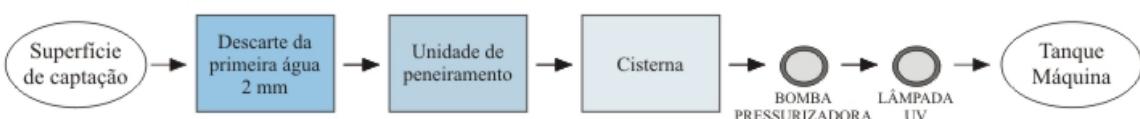
**Figura 4: Fluxograma do sistema de aproveitamento de água da chuva com desinfecção por cloração.**

A partir do mês de outubro foi dado início ao segundo sistema de desinfecção proposto, por radiação UV (figura 5). O sistema de desinfecção por raios ultravioleta é constituído por uma lâmpada germicida de 25 watts (vida útil de 9.000 horas, de acordo com manual do equipamento) inserida em uma câmara de aço inox, eletro-polida internamente. A unidade de desinfecção, possui consumo de energia nominal de 30W e capacidade máxima de desinfecção de  $1 \text{ m}^3/\text{h}$  considerando a dose de  $40 \text{ mJ/cm}^2$  aplicada a massa d'água, valor recomendado por USEPA (1999) e comprimento de onda de 254nm (UV-C).



**Figura 5: Sistema de desinfecção por radiação UV e hidrômetro para medição do consumo.**

A figura 6 apresenta um fluxograma do sistema de aproveitamento da água de chuva com a desinfecção por ultra-violeta.



**Figura 6: Fluxograma do sistema de aproveitamento de água da chuva com desinfecção por UV.**

## MONITORAMENTO DO SISTEMA

O monitoramento dos parâmetros para o acompanhamento da eficiência dos sistemas e caracterização da água da chuva foi realizado entre janeiro e dezembro de 2007. Os pontos amostrados foram: água de descarte, cisterna e ponto de uso.

Os parâmetros físico-químicos e bacteriológicos analisados foram: pH, alcalinidade total, dureza, cor, turbidez, DQO total, sólidos totais, suspensos e dissolvidos, série nitrogenada (inorgânicos), fósforo total, coliformes totais e *Escherichia coli*. Todas as análises foram realizadas segundo recomendações do Standard Methods for Examination of Water and Wastewater, 1998, com exceção do nitrogênio amoniacal, realizado segundo VOGEL, 1981.

Como parte da operação e monitoramento do sistema de desinfecção por cloração foram realizadas medições diárias *in loco* do cloro residual e pH. O monitoramento da cloração teve por objetivo a avaliação da quantidade de cloro mínima necessária para eliminação de organismos patogênicos em um determinado volume de água, sem que esta ultrapassasse o valor estabelecido pela Portaria 518 do Ministério da Saúde (2mg/L).

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

As tabelas 1, 2, 3 e 4 apresentam os resultados médios, desvio padrão e número de amostragens dos parâmetros utilizados na avaliação do sistema de aproveitamento de água de chuva.

**Tabela 1: Resultados dos parâmetros pH, alcalinidade, turbidez, dureza e cor no sistema.**

Parâmetro	Unidade	Dados	Descarte	Cisterna
<b>pH</b>	-	<b>Média</b>	<b>7,33</b>	<b>7,24</b>
		Desvio padrão	0,32	0,38
		Nº amostragens	20	26
<b>Alcalinidade total</b>	mg/L	<b>Média</b>	<b>47,57</b>	<b>29,54</b>
		Desvio padrão	20,78	11,66
		Nº amostragens	21	27
<b>Turbidez</b>	NTU	<b>Média</b>	<b>3,24</b>	<b>1,10</b>
		Desvio padrão	4,16	1,68
		Nº amostragens	20	27
<b>Dureza</b>	mg/L	<b>Média</b>	<b>56,56</b>	<b>36,76</b>
		Desvio padrão	21,82	16,29
		Nº amostragens	19	27
<b>Cor Aparente</b>	Uc	<b>Média</b>	<b>45,65</b>	<b>17,15</b>
		Desvio padrão	27,31	14,77
		Nº amostragens	20	27
<b>Cor Verdadeira</b>	Uc	<b>Média</b>	<b>23,05</b>	<b>10,85</b>
		Desvio padrão	18,64	9,11
		Nº amostragens	19	27

Em termos de eficiências das unidades de descarte e peneiramento, como pode ser observado na tabela 1, foram obtidas: 66% de remoção média de turbidez, 35% de remoção média de dureza, 62% de cor aparente e 53% de cor verdadeira, produzindo um efluente com concentrações efluentes médias de 1 NTU, 37 mg/L, 17 Uc e 11 Uc, respectivamente.

As figuras 7, 8, 9, 10 e 11 apresentam as séries temporais onde pode-se observar a variação dos parâmetros pH, turbidez, dureza, cor aparente e cor verdadeira nos pontos: água de descarte e cisterna.

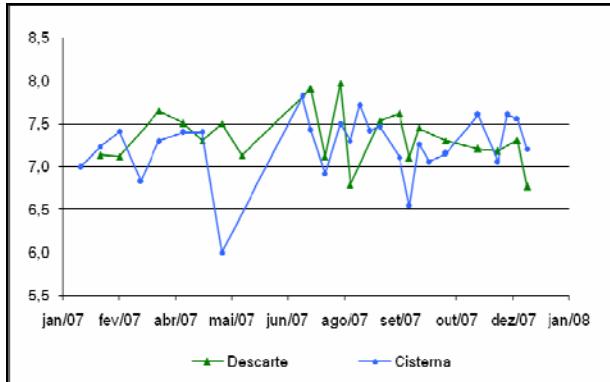


Figura 7: Série temporal - pH.

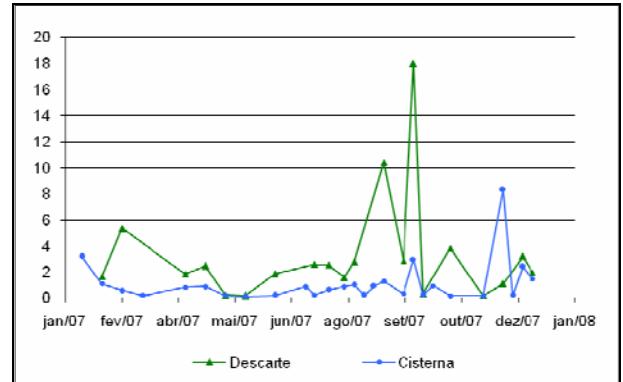


Figura 8: Série temporal – turbidez (NTU).

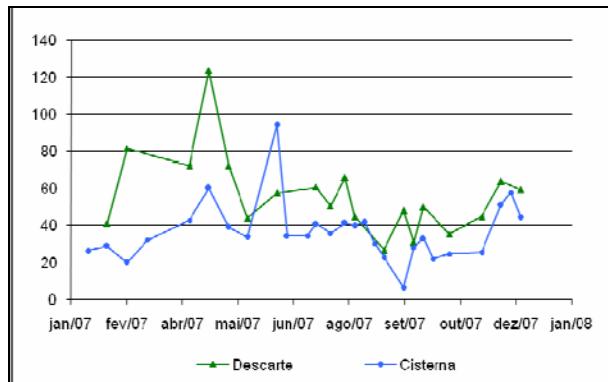


Figura 9: Série temporal – dureza (mg/L).

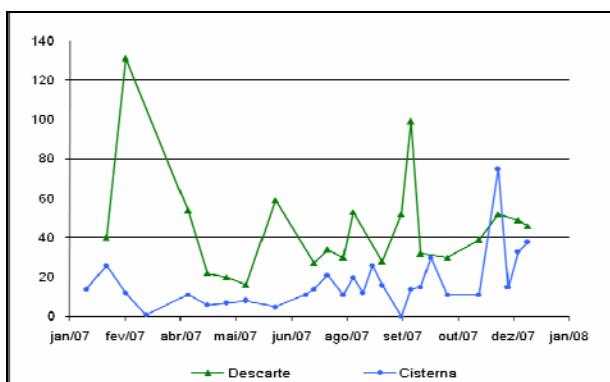


Figura 10: Série temporal – cor aparente (Uc).

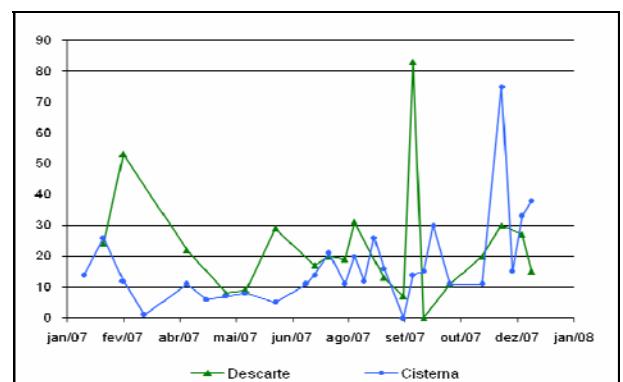


Figura 11: Série temporal – cor verdadeira (Uc).

A tabela 2 apresenta os resultados das análises de demanda química de oxigênio, sólidos totais, sólidos dissolvidos e sólidos suspensos nos pontos amostrados do sistema.

**Tabela 2: Resultados dos parâmetros SS, ST, SD e DQOtotal no sistema.**

Parâmetro	Unidade	Dados	Descarte	Cisterna
Sólidos Suspensos	mg/L	<b>Média</b>	<b>4,89</b>	<b>1,79</b>
		Desvio padrão	6,24	2,54
		Nº amostragens	14	21
Sólidos Totais	mg/L	<b>Média</b>	<b>147,92</b>	<b>116,60</b>
		Desvio padrão	165,90	81,05
		Nº amostragens	12	20
Sólidos Dissolvidos	mg/L	<b>Média</b>	<b>119,62</b>	<b>112,64</b>
		Desvio padrão	155,62	79,21
		Nº amostragens	12	21
DQO total	mg/L	<b>Média</b>	<b>14,66</b>	<b>5,76</b>
		Desvio padrão	19,34	10,82
		Nº amostragens	14	24

Em termos de eficiências das unidades de descarte e peneiramento, com relação aos parâmetros apresentados na tabela 2, foram obtidas: 64% de remoção média de sólidos suspensos, 21% de remoção média de sólidos totais, 6% de sólidos dissolvidos e 61% de DQO total, produzindo um efluente com concentrações efluentes médias de 1,8, 117, 113 e 6 mg/L, respectivamente.

Estes percentuais de remoção de turbidez, dureza, cor, sólidos e DQO, juntamente com as características finais da água reservada indicam que para sistemas de aproveitamento de água de chuva em locais onde a água já possui boa qualidade, a adoção de medidas simples e de baixo custo mostram-se suficientes e eficientes para aplicação da água em usos como a lavação de roupas.

As figuras 12 e 13 apresentam as séries temporais onde pode-se observar a variação dos parâmetros DQO e sólidos suspensos nos pontos: água de descarte e cisterna.

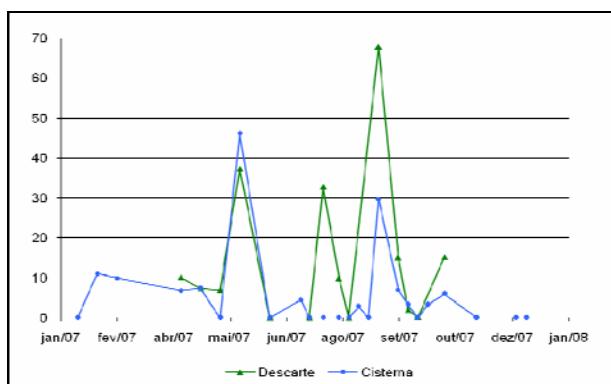


Figura 12: Série temporal – DQO total (mg/L).

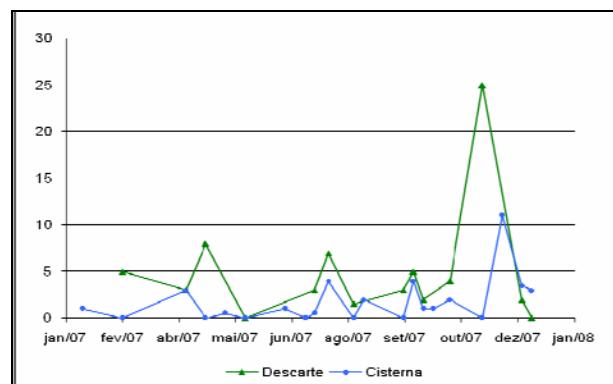


Figura 13: Série temporal – SS (mg/L).

A tabela 3 apresenta os resultados das análises dos nutrientes nos pontos amostrados do sistema aproveitamento.

**Tabela 3: Resultados dos parâmetros N-NH<sub>4</sub>, N-NO<sub>2</sub>, N-NO<sub>3</sub> e Pt no sistema.**

Parâmetro	Unidade	Dados	Descarte	Cisterna
Nitrogênio Amoniacal	mg/L	<b>Média</b>	<b>0,15</b>	<b>0,10</b>
		Desvio padrão	0,14	0,15
		Nº amostragens	15	20
Nitrogênio Nitrito	mg/L	<b>Média</b>	<b>0,02</b>	<b>0,02</b>
		Desvio padrão	0,02	0,07
		Nº amostragens	15	20
Nitrogênio Nitrato	mg/L	<b>Média</b>	<b>0,09</b>	<b>1,04</b>
		Desvio padrão	0,17	1,43
		Nº amostragens	13	17
Fósforo total	mg/L	<b>Média</b>	<b>0,25</b>	<b>0,24</b>
		Desvio padrão	<b>0,33</b>	<b>0,37</b>
		Nº amostragens	12	18

Como pode ser observado na tabela 3 as concentrações das frações inorgânicas de nitrogênio e de fósforo total podem ser consideradas muito baixas, não prejudicando a reservação de água e o reúso para lavação de roupas. Estas concentrações baixas estão relacionadas principalmente com as condições da superfície de captação, que são adequadas, e com a localidade do sistema, uma área afastada com baixos níveis de poluição.

A tabela 4 apresenta os resultados das análises dos indicadores microbiológicos, coliformes totais e *escherichia coli*, nos pontos amostrados do sistema de aproveitamento de água de chuva com desinfecção por cloração na cisterna.

**Tabela 4: Resultados dos parâmetros coliformes totais e *escherichia coli* no sistema com cloração.**

Parâmetro	Unidade	Dados	Descarte	Cisterna
Coliformes totais	NMP/100mL	<b>Média</b>	<b>2,3E+03</b>	<b>2,0E+00</b>
		Desvio padrão	2,3E+03	1,0E+00
		Nº amostragens	13	10
<i>Escherichia coli</i>	NMP/100mL	<b>Média</b>	<b>1,3E+01</b>	<b>0,0E+00</b>
		Desvio padrão	1,4E+01	0,0E+00
		Nº amostragens	13	10

Com relação ao monitoramento do sistema de desinfecção por cloração, as concentrações de cloro residual variaram de 0,2 a 2,0 ppm durante todo o período de monitoramento. Observa-se que os valores de cloro residual não ultrapassam o limite máximo estipulado pela Portaria 518/MS (2004) (2,0 ppm). Com este método de cloração adotado, os coliformes totais e *Escherichia coli* na cisterna permaneceram ausentes durante todo período de monitoramento, como pode ser observado na tabela 4.

No caso estudado, para uma cisterna de 2000L e consumo de água médio de 134L/dia (obtido através de hidrometria no tanque e máquina de lavar roupas), o período ideal para reposição de pastilhas de cloro de 18 gramas foi de 25 dias, observando-se que as pastilhas eram repostas se a cisterna estivesse com, no mínimo, 20% de sua capacidade. Considerando que o preço médio de uma pastilha de 15 g de Ácido Tricloro Isocianúrico é de aproximadamente R\$ 0,70, o gasto mensal com pastilhas de cloro fica em torno de R\$ 0,85.

A tabela 5 apresenta os resultados das análises dos indicadores microbiológicos, coliformes totais e *escherichia coli*, nos pontos amostrados do sistema de aproveitamento de água de chuva, com desinfecção por lâmpadas ultra-violeta na tubulação entre a cisterna e os pontos de uso.

**Tabela 5: Resultados dos parâmetros coliformes totais e *escherichia coli* no sistema com radiação UV.**

Parâmetro	Unidade	Dados	Descarte	Cisterna	Ponto de uso
Coliformes totais	NMP/100mL	<b>Média</b>	<b>2,3E+03</b>	<b>1,8E+03</b>	<b>0,6E+00</b>
		Desvio padrão	2,3E+03	1,2E+03	1,9 E+00
		Nº amostragens	13	10	10
<i>Escherichia coli</i>	NMP/100mL	<b>Média</b>	<b>1,3E+01</b>	<b>2,0E+01</b>	<b>0,0E+00</b>
		Desvio padrão	1,4E+01	5,0E+00	0,0E+00
		Nº amostragens	13	10	10

O sistema de radiação ultra-violeta, conforme pode ser observado na tabela 5, foi 99,9% eficiente na remoção de coliformes totais e 100% na remoção de *escherichia coli*. Este sistema possui o custo de aquisição bem superior ao do sistema por cloração, mas a principal vantagem que deve ser ressaltada é a não formação de sub-produtos, muitos deles com efeitos prejudiciais à saúde se ingeridos, o que ocorre normalmente nos sistemas que utilizam cloro.

Os valores de micro medição na tubulação que alimenta a máquina e o tanque de lavar roupas mostram uma economia de água na grandeza de 38,53% do consumo de água da família residente. O que significa a redução média de 4,06 m<sup>3</sup> da água fornecida pela Companhia de Água. Tal redução implicou também, na redução de mais de 20 reais, uma vez que agora a família se enquadra na faixa de cobrança da tarifa social de até 10m<sup>3</sup>.

Vale ressaltar que hoje a água tratada tem um custo relativamente baixo, o que provoca em muitos casos o seu desperdício. Assim quando os reflexos da escassez incidirem nas grandes concentrações urbanas com o consequente aumento do valor pago pela água, os sistemas de aproveitamento de água de chuva poderão ser pagos única e exclusivamente com a economia de caráter financeiro, em função da redução do consumo de água das companhias pelas residências.

## CONCLUSÕES

As características finais da água da chuva reservada indicam que para sistemas de aproveitamento em locais onde a água já possua boa qualidade, a adoção de medidas simples e de baixo custo mostram-se suficientes e eficientes para aplicação da água em usos como a lavação de roupas.

Com a interpretação dos dados dos dois métodos de desinfecção é possível afirmar que os dois são realmente eficientes para a desinfecção da água de chuva da localidade, no que se refere a coliformes totais e *Escherichia coli*.

No caso estudado, para uma cisterna de 2000L e consumo de água médio de 134L/dia, o período ideal para reposição de pastilhas de cloro de 18 gramas foi de 25 dias, com a cisterna com, no mínimo, 20% de sua capacidade. Considerando que o preço médio de uma pastilha de 15 g de Ácido Tricloro Isocianúrico é de aproximadamente R\$ 0,70, o gasto mensal com pastilhas de cloro fica em torno de R\$ 0,85.

O sistema de descarte seguido de peneiramento se mostrou eficiente na remoção de turbidez, dureza, cor aparente, cor verdadeira, sólidos em suspensão e DQO total, com percentuais médios de respectivamente: 66, 35, 62, 53, 64 e 61%, produzindo uma água com as seguintes características médias: 1 NTU de turbidez, 37 mg/L de dureza, 17 Uc de cor aparente, 11 Uc de cor verdadeira, 1,8 mg/L de sólidos suspensos e 6 mg/L de DQO total. A água da chuva apresentou então qualidade compatível ao uso previsto.

Os valores de micro medição mostram uma economia de água na grandeza de 38,53% do consumo de água da família residente. O que significa a redução média de 4,06 m<sup>3</sup> da água fornecida pela Companhia de Água. Tal redução implicou também, na redução de mais de 20 reais, uma vez que agora a família se enquadra na faixa de cobrança da tarifa social de até 10m<sup>3</sup>.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

1. ANA - Agência Nacional de Águas. Conservação e Reúso da Água em Edificações. Prol Editora Gráfica: São Paulo, 2005.
2. APHA – American Public Health Association. Standard methods for the examination of water and wastewater, 19. ed. Washington: APHA, 1998.
3. AZEVEDO NETO, J.M. Aproveitamento de Águas de chuva para abastecimento. In: BIO Ano III, No. 2, ABES, Rio de Janeiro, p 44-48, 1991.
4. BRASIL, 2004. Portaria nº 518 de 25 de março de 2004 do Ministério da Saúde.
5. GROUP RAINDROPS. Aproveitamento da Água da Chuva. Editora Organic Trading – Curitiba/PR. 2002.
6. PHILIPPI, L.S. et al. Reúso combinado de águas cinzas (grey water) e água de chuva em uma unidade residencial. In: 23º CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 2005, Campo Grande. Campo Grande: ABES. CD-ROM. 2005.
7. PROSAB – Programa de Pesquisa em Saneamento Básico. Processos de Desinfecção e Desinfetantes Alternativos na Produção de Água Potável. Ricardo Franci Gonçalves (Coordenador). ABES: Rio de Janeiro, 2001.
8. PROSAB – Programa de Pesquisa em Saneamento Básico. Desinfecção de Efluentes Sanitários. Ricardo Franci Gonçalves (Coordenador). ABES: Rio de Janeiro, 2003.
9. PROSAB – Programa de Pesquisa em Saneamento Básico. Uso Racional da Água em Edificações. Ricardo Franci Gonçalves (Coordenador). ABES: Rio de Janeiro, 2006.
10. SILVA, C. V.; PÁDUA, V. L.; PAULA, G. M.; BORBA, G. L. A.; SANTOS, L. A. Avaliação dos sistemas de captação/armazenamento de água de chuva construídos em comunidades rurais do município de Araçuaí – MG, e os cuidados da população com a água armazenada. In: 24º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Belo Horizonte/MG, 2007, 7p.
11. USEPA – United States Environmental Protection Agency. Alternative Disinfectants and Oxidants. Guidance Manual. – EPA 815-R-99-014, Office of Water, 1999.
12. VOGEL, A. L. Análise inorgânica qualitativa. 4ªed. Editora Guanabara. Rio de Janeiro. 1981.