

## 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 lavagem de roupas e usos correlatos. Como trabalho experimental foi instalado um sistema de aproveitamento de água de chuva em uma residência no bairro Ratonas/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, lavagem 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 escoar. Uma vez que ela está em contato com o ar, esta adquire características ácidas pelo contato com o gás carbônico, e quando escoar 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 lavagem 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 malhas: 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.**

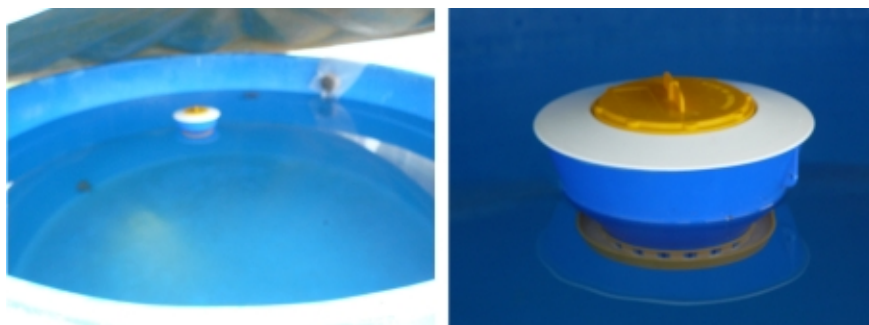
Após a passagem pelo sistema de peneiras, a água era armazenada em uma cisterna com capacidade para 2.000 litros. O volume de reservação foi calculado para atender a demanda da máquina de lavar roupas e do tanque, por um período de 15 dias consecutivos sem chuva.

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.



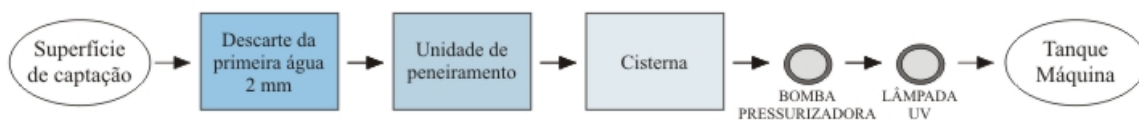
**Figura 4: Fluxograma do sistema de aproveitamento de água da chuva com desinfecção por cloração.**

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 m<sup>3</sup>/h considerando a dose de 40 mJ/cm<sup>2</sup> 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
pH	-	Média	7,33	7,24
		Desvio padrão	0,32	0,38
		Nº amostragens	20	26
Alcalinidade total	mg/L	Média	47,57	29,54
		Desvio padrão	20,78	11,66
		Nº amostragens	21	27
Turbidez	NTU	Média	3,24	1,10
		Desvio padrão	4,16	1,68
		Nº amostragens	20	27
Dureza	mg/L	Média	56,56	36,76
		Desvio padrão	21,82	16,29
		Nº amostragens	19	27
Cor Aparente	Uc	Média	45,65	17,15
		Desvio padrão	27,31	14,77
		Nº amostragens	20	27
Cor Verdadeira	Uc	Média	23,05	10,85
		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.

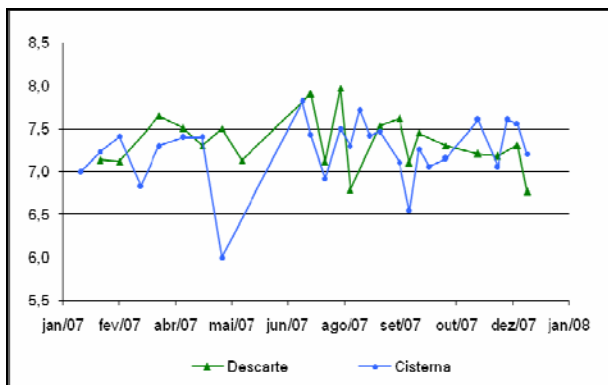


Figura 7: Série temporal - pH.

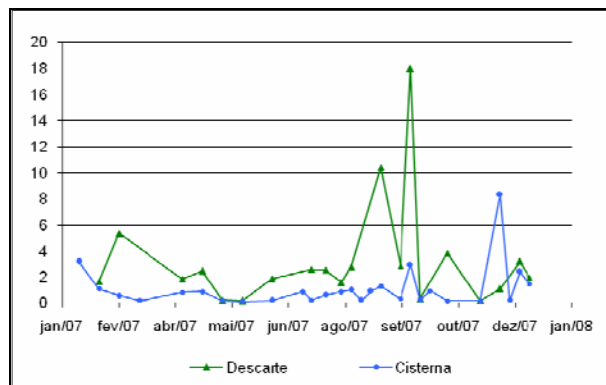


Figura 8: Série temporal – turbidez (NTU).

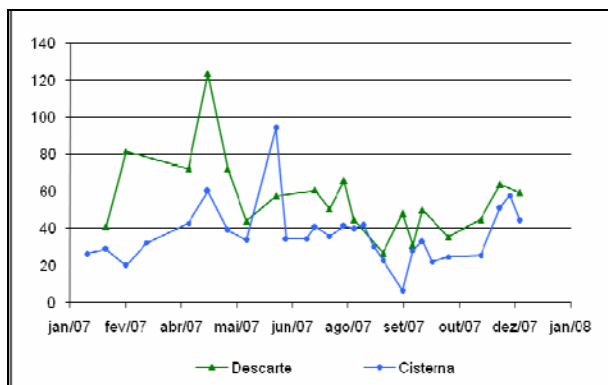


Figura 9: Série temporal – dureza (mg/L).

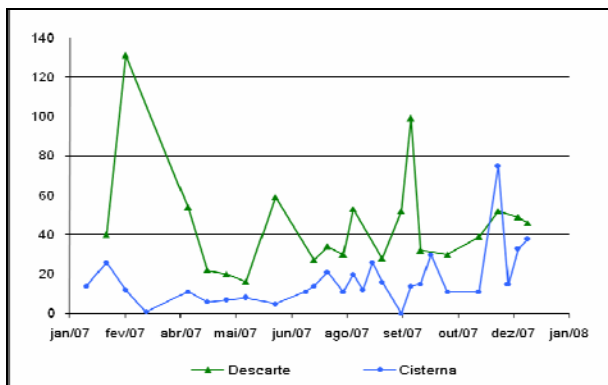


Figura 10: Série temporal – cor aparente (Uc).

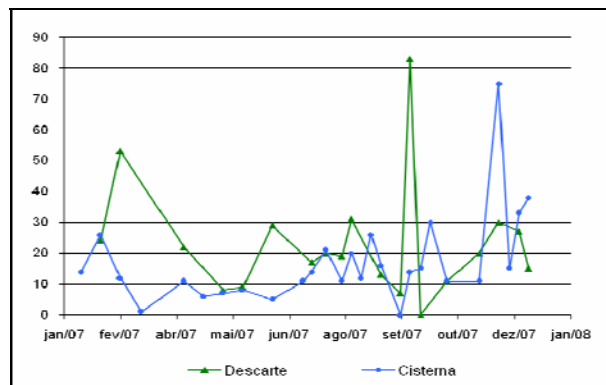


Figura 11: Série temporal – cor verdadeira (Uc).



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.

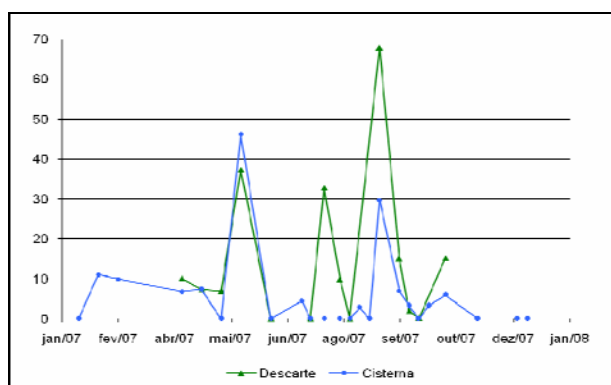
**Tabela 2: Resultados dos parâmetros SS, ST, SD e DQOtotal no sistema.**

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

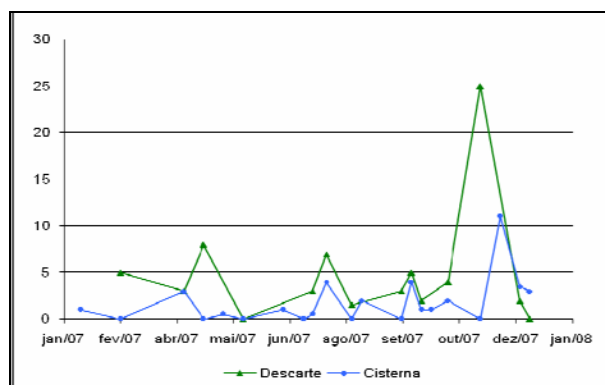
Em termos de eficiências das unidades de descarte e peneiramento, com relação aos parâmetros apresentados na tabela 2, foram obtidas: 64% de remoção média de sólidos suspensos, 21% de remoção média de sólidos totais, 6% de sólidos dissolvidos e 61% de DQO total, produzindo um efluente com concentrações 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 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 lavagem 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
<b>Nitrogênio Amoniacal</b>	mg/L	<b>Média</b>	<b>0,15</b>	<b>0,10</b>
		Desvio padrão	0,14	0,15
		Nº amostragens	15	20
<b>Nitrogênio Nitrito</b>	mg/L	<b>Média</b>	<b>0,02</b>	<b>0,02</b>
		Desvio padrão	0,02	0,07
		Nº amostragens	15	20
<b>Nitrogênio Nitrato</b>	mg/L	<b>Média</b>	<b>0,09</b>	<b>1,04</b>
		Desvio padrão	0,17	1,43
		Nº amostragens	13	17
<b>Fósforo total</b>	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 lavagem 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
<b>Coliformes totais</b>	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
<b><i>Escherichia coli</i></b>	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 hidrometração 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	Média	2,3E+03	1,8E+03	0,6E+00
		Desvio padrão	2,3E+03	1,2E+03	1,9 E+00
		Nº amostragens	13	10	10
<i>Escherichia coli</i>	NMP/100mL	Média	1,3E+01	2,0E+01	0,0E+00
		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 lavagem 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.