

## **IV-068 – ESTUDO COMPARATIVO DA QUALIDADE DA ÁGUA DE CHUVA COLETADA EM COBERTURA CONVENCIONAL E EM TELHADO VERDE**

### **Marcel Aramis Budel<sup>(1)</sup>**

Arquiteto e Urbanista pela Pontifícia Universidade Católica do Paraná. Especialista em Construções Sustentáveis pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Mestrando em Recursos Hídricos e Saneamento pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil na Universidade Tecnológica Federal do Paraná (Brasil).

### **Stella Maris da Cruz Bezerra<sup>(2)</sup>**

Engenheira Civil pela Universidade Federal do Paraná (Brasil). Mestre em Engenharia Civil e Ambiental pela Universidade Federal de Campina Grande (Brasil). Doutoranda em Engenharia Ambiental na University of Guelph (Canadá). Professora da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (Brasil).

### **Khosrow Farahbakhsh**

Bachelor of Chemical Engineering e Master of Applied Science and Air Pollution Control pela Dalhousie University (Canadá). Ph.D. em Environmental Engineering pela University of Alberta (Canadá). Associate Professor da University of Guelph – School of Engineering (Canadá).

### **Margolaine Giacchini<sup>(3)</sup>**

Engenheira Civil pela Universidade Estadual de Ponta Grossa (Brasil). Especialista em Gestão Ambiental pela Universidade Estadual de Ponta Grossa (Brasil). Mestre em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental pela Universidade Federal do Paraná (Brasil). Professora do Centro de Educação Superior dos Campos Gerais (Brasil).

### **Celimar Azambuja Teixeira<sup>(4)</sup>**

Engenheira Civil pela Universidade Estadual de Ponta Grossa (Brasil). Mestre em Engenharia Hidráulica e Sanitária pela EESC/USP (Brasil). Doutora em Engenharia Sanitária pela POLI/USP (Brasil). Professora da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (Brasil).

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Av. Deputado Heitor de Alencar Furtado, 4900 – Campo Comprido - Curitiba - PR - CEP: 81280-340- Brasil - Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Departamento Acadêmico de Construção Civil-Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Tel: (41) 96493401 - e-mail: marcelbudel@hotmail.com, <sup>(2)</sup> sbezerra@utfpr.edu.br, <sup>(3)</sup> margolaine@yahoo.com.br <sup>(4)</sup> celimar@utfpr.edu.br

## **RESUMO**

Este estudo consiste em uma comparação da qualidade da água da chuva coletada em duas formas distintas de captação: um sistema composto por um telhado inclinado com telhas de concreto e o outro composto por uma cobertura plana com telhado verde. O objetivo consistiu em caracterizar os sistemas utilizados nas duas formas de cobertura e analisar a qualidade da água da chuva captada nos dois sistemas. O presente estudo foi realizado em duas residências no bairro de Santa Felicidade, região noroeste da cidade de Curitiba, capital do Paraná. Para a comparação da qualidade da água da chuva armazenada foram coletadas três amostras: uma proveniente do telhado de cada casa em estudo e uma amostra da chuva atmosférica. Esta última foi coletada sem a interferência de outras superfícies, com o objetivo de caracterizar a água da chuva em seu estado natural. As amostras coletadas nas coberturas, devidamente acondicionadas, foram levadas ao laboratório no qual foram analisadas para determinação de: pH, cor, turbidez e coliformes. Os resultados obtidos atenderam aos padrões de qualidade dispostos na norma ABNT NBR 15527:2007 e apresentaram informações relevantes para comparação entre os sistemas. Para estes dois casos avaliados conclui-se que a utilização da água da chuva, para fins não potáveis, possui qualidade satisfatória para o local e a forma de captação demonstrada no estudo. Este estudo também mostrou que o telhado verde tem potencial de funcionar em substituição aos filtros disponíveis no mercado para sistemas de captação de água da chuva.

**PALAVRAS-CHAVE:** Água da chuva, aproveitamento, qualidade, telhado verde, estudo de caso.

## **INTRODUÇÃO**

A sustentabilidade nos últimos anos vem sendo discutida e cada vez mais se torna um tema conhecido entre a população. A preocupação com o meio ambiente e com impactos ambientais deixou a grande escala para entrar nos lares, escolas e escritórios. Porém se engana quem pensa que são necessários grandes projetos e tecnologia de ponta para contribuir com essa nova realidade. Neste trabalho são apresentadas medidas simples e aplicáveis em qualquer empreendimento, mas que muito auxiliam na busca por melhores condições. Os temas de captação e utilização de água da chuva e utilização de vegetação nas coberturas são abordados e analisados.

A escassez de água, os fenômenos de ilhas de calor, as enchentes, dentre muitos outros eventos comuns nas grandes metrópoles, podem ser minimizados por sistemas de retenção e uso da água da chuva, reúso de água cinza e aumento de áreas permeáveis. Essas ações podem contribuir para a sustentabilidade ambiental nas cidades, ao deixarem de ser atos isolados para tornarem-se medidas públicas por meio da legislação e incentivos governamentais.

O objetivo geral deste trabalho é comparar dois sistemas de cobertura e captação de água da chuva, sendo um o sistema convencional e outro o sistema composto de telhado verde, ambos no Município de Curitiba, Estado do Paraná.

Os objetivos específicos são:

- 1- caracterizar os sistemas utilizados nas duas formas de cobertura: plana vegetada e telhado convencional;
- 2- analisar a qualidade da água da chuva captada nas duas formas de cobertura;
- 3- comparar os resultados referentes à qualidade da água nas duas formas de cobertura.

## **CARACTERÍSTICAS DA ÁGUA DA CHUVA**

Segundo Carvalho (2004) a formação da atmosfera se dá pela aglomeração ou mistura de diversos gases e partículas em suspensão. Estas partículas podem ser sólidas ou líquidas e a chuva resulta, então, das partículas suspensas e principalmente da água em suspensão, as quais formam as nuvens.

De acordo com a região geográfica e suas características meteorológicas, considerando-se, por exemplo, vegetação profusa ou falta desta, zonas urbanas ou rurais, efluentes gasosos emitidos e outros tantos fatores, as chuvas podem variar tanto em sua composição como em intensidade (TOMAZ, 2005). Emissões atmosféricas podem alterar o pH das chuvas, fazendo com que em alguns lugares ocorram precipitações da chamada “chuva ácida”. Na ausência de poluentes, o pH das chuvas se apresentam em torno de 5,7, o que é o nível de acidez normal devido à formação de  $\text{H}_2\text{CO}_3$  – ácido carbônico, derivado do  $\text{CO}_2$  – dióxido de carbono, cuja presença é normal na atmosfera (JAQUES, 2005).

A excessiva utilização de combustíveis fósseis também contribui para que se solubilizem os gases que estão na atmosfera, resultando na geração de ácidos mais fortes, chegando a formar, por exemplo, ácido nítrico -  $\text{HNO}_3$  e ácido sulfúrico -  $\text{H}_2\text{SO}_4$  os quais geram chuvas com pH inferiores a 5,0. Chuvas ácidas podem ser prejudiciais tanto para os seres humanos, diretamente e indiretamente, atingindo edificações, veículos, e o próprio solo, assim como as plantas (OLIVEIRA, 2005).

Pelo seu grau de pureza, Zolet (2005) classifica a água nos graus de A à D, representando respectivamente água de melhor para pior qualidade (Tabela 1).

**Tabela 1 – Variação da qualidade da água de chuva de acordo com seu local de coleta**

GRAU DE PUREZA	ÁREA DE COLETA	UTILIZAÇÃO
<b>A</b>	Telhados (lugares não ocupados, porém freqüentados por animais de sangue quente).	Bacia Sanitária, rega de plantas e outros usos. Se purificadas por tratamento simples, são potáveis ao consumo.
<b>B</b>	Coberturas, sacadas (lugares freqüentados por pessoas e animais).	Bacia Sanitária, rega de plantas e outros usos não potáveis. São impróprias para consumo. Tratamento necessário.
<b>C</b>	Estacionamentos, jardins artificiais.	
<b>D</b>	Vias elevadas, estradas de ferro, rodovias.	

Fonte: modificado de FENDRICH (2002).

Conforme indicado na Tabela 1, a água captada da chuva ainda não é apropriada para o consumo humano, necessitando tratamento para que se torne potável. Porém, pode ser utilizada para fins não potáveis diversos como limpeza em geral e em descargas de bacias sanitárias.

Naturalmente a coleta de águas da chuva por telhados faz com que esta água contenha microorganismos diversos, procedendo, por exemplo, de fezes de pássaros além de outros elementos, como restos de plantas, folhas e galhos, muitos destes em decomposição. Desta forma, para o consumo humano, a água coletada da chuva deve ser devidamente tratada, para que se torne potável (TORDO, 2004). A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) através da norma NBR 15527/2007 especifica parâmetros de qualidade para água de chuva ser utilizada para usos em fins não-potáveis (Tabela 2).

**Tabela 2 – Parâmetros de qualidade de água da chuva para usos restritivos não potáveis**

PARÂMETRO	ANÁLISE	VALOR
Coliformes totais	Semestral	Ausência em 100mL
Coliformes termotolerantes	Semestral	Ausência em 100mL
Cloro residual livre <sup>1</sup>	Mensal	0,5 a 3,0 mg/L
Turbidez	Mensal	< 2,0 uT <sup>2</sup> , para usos menos restritivos < 5,0 uT
Cor aparente (caso não seja utilizado nenhum corante)	Mensal	< 15 uH <sup>3</sup>
pH (Deve prever ajuste para proteção das redes de distribuição, caso necessário)	Mensal	pH de 6,0 a 8,0 no caso de tubulação de aço carbono ou galvanizado
NOTA: Podem ser utilizados outros processos de desinfecção além do cloro, como a aplicação de raio ultravioleta e aplicação de ozônio.		
<sup>1</sup> No caso de serem utilizados compostos de cloro para desinfecção.		
<sup>2</sup> uT é a unidade de turbidez.		
<sup>3</sup> uH é a unidade Hazen		

Fonte: modificado de ABNT (2007)

## MEDIDAS E CUIDADOS NO ARMAZENAMENTO DA ÁGUA DE CHUVA COLETADA

Quando do projeto e execução de um sistema de captação e armazenamento de águas pluviais, deve-se prever medidas que garantam a segurança sanitária da água após tratamento adequado. (SIQUEIRA CAMPOS, 2004). Entre as medidas que devem ser adotadas, destaca-se o descarte inicial das chuvas preconizado pela ABNT NBR 15527/07 objetivando eliminar os primeiros milímetros de chuva, as águas seguintes tendem a ser de melhor qualidade já que as anteriores carregaram consigo muito das impurezas indesejáveis, tornando mais fácil o tratamento das águas então aproveitadas (Zolet 2005). As primeiras águas limpam, até certo ponto, o telhado onde a água é captada, e ao serem descartadas melhoram a condição no armazenamento da água de chuva que segue o descarte.

A norma ABNT NBR 15527:2007 estabelece o que é necessário para que seja dimensionado o volume de descarte da precipitação pluviométrica inicial e que, no caso da impossibilidade de se dimensionar tal volume,

este seja estabelecido em um mínimo de 2mm (ABNT, 2007). Além disso, a mesma norma indica uma rotina de manutenção das partes do sistema (Tabela 3).

É de suma importância que seja planejado, de forma adequada, um sistema que aproveite ao máximo a água da chuva estabelecendo-se qual a quantidade desta água que poderá, efetivamente, ser aproveitada. Também as necessidades de tratamento devem ser estabelecidas, considerando-se a utilização que se pretende de tal água (JAQUES, 2005).

Dentre alguns fatores importantes quanto à captação, transporte e armazenamento das águas de chuva, salienta-se que os dutos de águas captadas das chuvas não devem ser ligados a dutos da rede pública de abastecimento de água potável, pois há alto risco de contaminação cruzada. Um tratamento prévio da água de chuva coletada pode ser necessário para retirar possíveis agentes contaminantes de maior porte, como galhos, folhas, e outros materiais que possam produzir impurezas. Este tratamento pode ser feito com a utilização de telas e redes estrategicamente distribuídas em pontos dos condutores da água (ZOLET, 2005).

Na Tabela 3 é apresentada uma rotina de manutenção da água coletada, listando os componentes envolvidos e a periodicidade da limpeza de cada um.

**Tabela 3 – Frequência de manutenção de alguns componentes do sistema de aproveitamento de água de chuva**

COMPONENTE	FREQUÊNCIA DE MANUTENÇÃO
Dispositivo de descarte de detritos	Inspeção mensal Limpeza trimestral
Dispositivo de descarte do escoamento inicial	Limpeza mensal
Calhas, condutores verticais e horizontais	Semestral
Dispositivos de desinfecção	Mensal
Bombas	Mensal
Reservatório	Limpeza e desinfecção anual

Fonte: ABNT (2007)

## MATERIAIS E MÉTODOS

O presente estudo foi realizado em duas residências localizadas a aproximadamente mil metros uma da outra, no bairro de Santa Felicidade, região noroeste da cidade de Curitiba, capital do Paraná. Consiste em um estudo de caso elaborado pela comparação através de análises laboratoriais da qualidade da água da chuva captada pelas coberturas dessas duas residências, conforme descrito na sequência.

### DESCRIÇÃO DO SISTEMA: CASA-1\_TELHADO CONVENCIONAL

A casa 1 possui como cobertura um telhado inclinado em 50% com telhas de concreto planas e uma área de captação de 65m<sup>2</sup> que corresponde a uma das duas águas do telhado.

A água da chuva que escoar pelo telhado é primeiramente coletada por uma calha, seguindo por um duto vertical de alumínio até o nível do solo, no qual se encontra um filtro do tipo 3P Teknik\_VF1 responsável pela retirada de partículas maiores, como folhas e galhos. Após passar pelo filtro a água segue para uma cisterna de 2.800 litros de PEAD (polietileno de alta densidade - pré-fabricada) na qual fica armazenada para uso.

O sistema de distribuição conta com uma eletrobomba com pressostato que aciona o funcionamento da bomba quando verifica variação de pressão ao abrir uma das duas torneiras. A utilização da água da chuva nesta residência é para limpeza de áreas externas e rega de jardim.

### DESCRIÇÃO DO SISTEMA: CASA-2\_TELHADO VERDE

A casa 2 tem cobertura composta por uma laje plana, com 77m<sup>2</sup> de área de captação, recoberta por vegetação, ou seja, um telhado verde.

A água da chuva após passar pelo telhado verde é conduzida para dutos verticais de PVC até a cisterna de concreto de 1.500 litros no nível do solo. O sistema contempla uma eletrobomba responsável por bombear a água até um reservatório de 1.000 litros de PEAD (polietileno de alta densidade - pré-fabricada) localizado na cobertura acima do nível do telhado verde, na qual fica armazenada até sua utilização. O uso destinado à água da chuva nesta residência, além de limpeza externa e rega de jardim, é fornecer água para a descarga nas bacias sanitárias.

## COLETA DAS AMOSTRAS DE ÁGUA DE CHUVA

Para a comparação da qualidade da água foram coletadas três amostras, nomeadas como:

‘Amostra 1\_Casa-1\_Telhado Convencional’: coletada diretamente da torneira com abastecimento de água da chuva.

‘Amostra 2\_Casa-2\_Telhado Verde’: coletada diretamente da torneira com abastecimento de água da chuva.

‘Amostra 3\_Atmosférica’, coletada diretamente da chuva, sem interferência de outras superfícies.

As coletas, ‘Amostra 1\_Casa-1\_Telhado Convencional’ e ‘Amostra 2\_Casa-2\_Telhado Verde’, foram realizadas no dia 18 de maio de 2011 entre 9 e 10:30 horas e a ‘Amostra 3\_Atmosférica’ foi realizada em dia diferente, dia 16 de maio de 2011, último dia de chuva mais intensa anterior às análises.

Para que a amostragem da água da chuva representasse um mesmo período de chuvas foi feito o esvaziamento de ambas as cisternas no dia 12 de maio de 2011, sendo que o período de armazenamento das chuvas compreende os dias 14, 15, 16 e 17 de maio de 2011. O último registro anterior de chuva foi no dia 04 de maio, assim sendo o período entre esse dia, 4 de maio e o primeiro dia da chuva, dia 14 de maio, são os dias nos quais foram depositados nas coberturas partículas como poeira, dejetos de animais, resíduos orgânicos, folhas galhos, etc.

Depois de coletadas, as amostras foram acondicionadas de forma adequada, seguindo os requisitos estabelecidos pelo laboratório contratado para realizar as análises, e foram imediatamente encaminhadas ao laboratório para determinação de: pH, cor, turbidez e coliformes. As análises seguiram a metodologia indicada no Standard Methods for Examination of Water and Wasterwater, 21<sup>a</sup> edição, publicado em 2005.

## RESULTADO DAS ANÁLISES: COR APARENTE

**Tabela 4 – Resultados para cor aparente**

Amostra	Método	LQ <sup>(1)</sup>	Resultado	Expressão
Atmosférica	SM 2120 B	2,5	< 2,5	un PtCo
Casa-1_Telhado Convencional	SM 2120 B	2,5	< 2,5	un PtCo
Casa-2_Telhado Verde	SM 2120 B	2,5	< 2,5	un PtCo

<sup>(1)</sup>L.Q.: Limite de Quantificação do Método Analítico Utilizado

No parâmetro cor aparente (Tabela 4) as três amostras indicaram resultados inferiores ao limite de quantificação estabelecido pelo método analítico utilizado no laboratório. Sendo a análise de cor aparente (Escala Platina-Cobalto) uma escala indicada para detectar tons de amarelo e os resultados se apresentarem inferiores ao limite de quantificação, isso indica que não há matéria orgânica suficiente para interferir na cor da água.

## RESULTADO DAS ANÁLISES: TURBIDEZ

**Tabela 5 – Resultados para turbidez**

Amostra	Método	LQ <sup>(1)</sup>	Resultado	Expressão
Atmosférica	SM 2130 B	0,01	0,72	NTU
Casa-1_Telhado Convencional	SM 2130 B	0,01	0,64	NTU
Casa-2_Telhado Verde	SM 2130 B	0,01	0,50	NTU

<sup>(1)</sup>L.Q.: Limite de Quantificação do Método Analítico Utilizado

A turbidez é um parâmetro que caracteriza a existência de partículas finamente divididas dispersas em água podendo deixar as águas com aparência turva, sem transparência. No parâmetro turbidez (Tabela 5) foi verificada diferença entre as amostras. A ‘Amostra 3\_ Atmosférica’ apresentou o maior valor. Isso provavelmente indica que os sistemas de filtragem funcionam de forma eficiente melhorando a qualidade da água. A ‘Amostra 2\_Casa-2\_Telhado Verde’ apresentou o menor valor de turbidez indicando que esse sistema, telhado verde, como havia expectativa, funciona como um filtro e acabou por obter melhor resultado que o filtro da Casa-1\_Telhado Convencional, no parâmetro turbidez.

## RESULTADO DAS ANÁLISES: pH

Tabela 6 – Resultados para pH

Amostra	Método	LQ <sup>(1)</sup>	Resultado	Expressão
Atmosférica	SM 4500-H+ B	0,01	<b>6,00</b>	-
Casa-1_Telhado Convencional	SM 4500-H+ B	0,01	<b>6,18</b>	-
Casa-2_Telhado Verde	SM 4500-H+ B	0,01	<b>7,22</b>	-

(1)L.Q.: Limite de Quantificação do Método Analítico Utilizado

O pH é um parâmetro físico-químico que indica a acidez, neutralidade ou alcalinidade de uma solução. Com relação à captação e ao armazenamento, este parâmetro é importante para que os sistemas e tubulações não sejam danificados. Na utilização para rega de plantas o pH da água utilizada é um fator determinante no crescimento e bom desenvolvimento das mesmas.

Todas as amostras coletadas se apresentaram dentro da faixa ideal - com pH de 6,0 a 8,0 - conforme estabelecido pela ABNT NBR 15527:2007 (Tabela 2).

A ‘Amostra 1\_Casa-1\_Telhado Convencional’, com pH 6,18 mostra-se muito semelhante a ‘Amostra 3\_ Atmosférica’ com pH 6,00 levemente ácida e condizente com o pH natural da chuva, já a ‘Amostra 2\_Casa-2\_Telhado Verde’ apresenta uma variação considerável se mostrando levemente alcalina, possivelmente pelo fato do sistema ser novo e ter passado por um processo de limpeza recente que utiliza hipoclorito de sódio, de natureza alcalina, desta forma resíduos dessa limpeza podem ter alterado os resultados. Porém somente outras análises poderiam assegurar isso, já que não temos informações suficientes também para descartar o efeito do telhado verde no pH da água por ele captada.

## RESULTADO DAS ANÁLISES: COLIFORMES TERMOTOLERANTES E TOTAIS

Tabela 7 – Resultados para coliformes termotolerantes e totais

Amostra	Método	LQ <sup>(1)</sup>	Resultado	Expressão
Casa-1_Telhado Convencional	SM 9221 B/C e E	18,0	<b>&lt; 18,0</b>	NMP/100mL
Casa-2_Telhado Verde	SM 9221 B/C e E	18,0	<b>&lt; 18,0</b>	NMP/100mL

(1)L.Q.: Limite de Quantificação do Método Analítico Utilizado

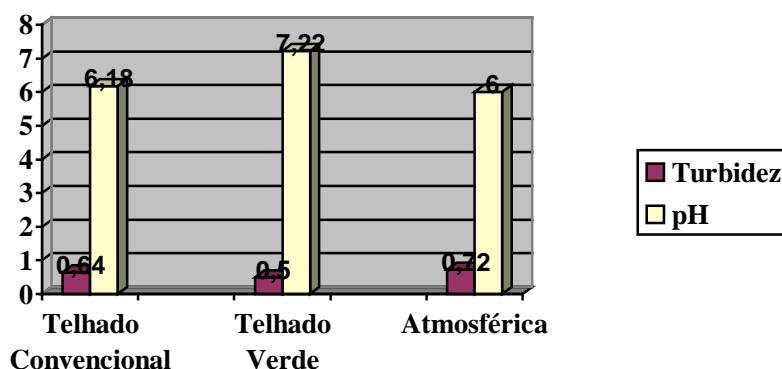
A análise de coliformes é um importante parâmetro microbiológico utilizado como indicador da existência de microorganismos patogênicos, responsáveis pela transmissão de doenças de veiculação hídrica, tais como febre tifóide, febre paratífóide, desistéria bacilar e cólera.

As amostras Casa-1\_Telhado Convencional e Casa-2\_Telhado Verde apresentaram valores inferiores ao limite de quantificação da análise (Tabela 7), porém somente análises mais precisas poderiam indicar a ausência de coliformes e desta forma assegurar o que regula a ABNT NBR 15527:2007 (Tabela 2).

## COMPARATIVO DE DESEMPENHO ENTRE AS COBERTURAS

Na figura 1 são indicados comparativamente os parâmetros que apresentaram diferenças nos resultados das amostras: que foram pH e turbidez. Cor e coliformes não são apresentados nos gráficos por não possuírem valores significativos, estando estes com os valores mínimos decorrentes do limite quantitativo das análises.





**Figura 1 – Gráfico comparativo da qualidade da água da chuva coletada nas coberturas**  
**Fonte: Próprio autor**

O telhado verde funcionou como um filtro tendo inclusive o melhor resultado no parâmetro turbidez (0,5 NTU). A amostra coletada do telhado convencional (lembrando que possui um filtro acoplado) apresentou o valor de turbidez em 0,64 NTU. Para a amostra coletada diretamente da chuva atmosférica a turbidez foi 0,72 NTU. Estes dados nos fornecem uma importante informação, visto que na casa com telhado verde a água captada da chuva é também utilizada nas descargas das bacias sanitárias, portanto, a qualidade superior no parâmetro turbidez é uma vantagem e um incentivo na utilização conjunta do telhado verde com a captação de água da chuva.

No parâmetro cor aparente todas as amostras apresentaram valores inferiores ao limite quantitativo da análise indicando que não há matéria orgânica suficiente para alterar a coloração da água e que os sistemas funcionam de forma adequada já que não permitem a entrada deste material, que em sua decomposição poderia piorar a qualidade da água. Com relação ao pH a 'Amostra 1\_Casa-1\_Telhado Convencional' ficou muito próxima à 'Amostra 3\_ Atmosférica', porém levemente mais alcalina, provavelmente por se tratar de uma cobertura de telhas de concreto, o que influenciaria no pH tendendo a ficar mais básico (TORDO, 2004).

Já a 'Amostra 2\_Casa-2\_Telhado Verde' indicou um pH mais alcalino 7,22 em comparação ao pH 6,00 da 'Amostra 3\_ Atmosférica', essa variação possivelmente ocorreu devido ao fato do sistema ser novo e o reservatório ter sido higienizado com hipoclorito de sódio, de caráter alcalino. O resíduo desta limpeza pode ter afetado o resultado da análise, porém não é descartada a possibilidade de o telhado verde ser responsável pela alteração do pH, já que não se sabe o pH do solo utilizado. Na análise de coliformes, tanto totais quanto termotolerantes as duas amostras, Casa-1\_Telhado Convencional e Casa-2\_Telhado Verde, apresentaram valores inferiores ao limite quantitativo indicando uma possível ausência, contudo seria necessária uma nova análise mais precisa para assegurar esse fato.

## CONCLUSÕES

A partir dos resultados obtidos é possível concluir que tanto o sistema composto por telhado convencional e filtro, quanto o telhado verde conseguem atender aos critérios de qualidade da água da chuva para usos não potáveis, estando dentro das normas estabelecidas pela ABNT NBR 15527:2007 e ainda apresentando uma melhora em comparação à qualidade da água da chuva atmosférica *in natura*.

Os resultados também indicam que a utilização da água da chuva para fins não potáveis possui boa qualidade para o local e a forma de captação demonstrada no estudo. Aliado a isso, mostra que telhados verdes podem funcionar satisfatoriamente em substituição aos filtros disponíveis no mercado para esse fim.

Ao longo do estudo novas dúvidas surgiram, as quais serão investigadas na continuidade desta pesquisa. Entre os questionamentos resultantes estão: (1) qual seria a relação do pH da água da chuva captada, com o telhado verde?, (2) como seria o comportamento do telhado verde com o passar do tempo e a estabilização do substrato? e (3) o pH do solo é alterado após a captação da água chuva?

Vale salientar que este estudo continua em desenvolvimento com o objetivo de responder as questões apresentadas acima.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR15527:2007: Água de chuva - Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis – Requisitos.
2. CARVALHO, V., N. Deposição atmosférica e composição química da chuva. Revista Tecnologia. Fortaleza, v25, n 2, pág. 61-71, 2004.
3. JAQUES, R., C. Qualidade da água de chuva no município de Florianópolis e sua potencialidade para aproveitamento em edificações. 2005. 102f. Dissertação de Mestrado (Graduação em Engenharia Ambiental) - Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis.
4. OLIVEIRA, S. M. Aproveitamento da Água da Chuva e Reúso da Água em Residências Unifamiliares: Estudo de Caso em Palhoça – SC. 2005. 149f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis.
5. SIQUEIRA CAMPOS, M. A. Aproveitamento de Água Pluvial em Edifícios Residenciais Multifamiliares na Cidade de São Carlos. 2004. 131f. Dissertação de Mestrado (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Federal de São Carlos. São Carlos.
6. TOMAZ, P. Aproveitamento de Água da Chuva: Para áreas urbanas e fins não potáveis. São Paulo. 2.a edição Navegar Editora, 2005. 180p.
7. TORDO, O.C. Caracterização e Avaliação de Águas de Chuva Para Fins Potáveis. 120f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental)- Centro de Ciências Tecnológicas, Universidade Regional de Blumenau, Blumenau, 2004.
8. ZOLET, M. Potencial de Aproveitamento de Água de Chuva Para Uso Residencial na Região Urbana de Curitiba. 2005. 33f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Ambiental) - Pontfíca Universidade Católica do Paraná. Curitiba.