

CAPTAÇÃO DA ÁGUA DA CHUVA NO LABORATÓRIO DE ENGENHARIA AMBIENTAL¹

RAINWATER COLLECTION AT THE ENVIRONMENTAL ENGINEERING LABORATORY

**Camila Ferreira Tamiosso², Alan Lambert Jobim²,
Anderson Veras Maciel³ e Pedro Daniel da Cunha Kemerich⁴**

RESUMO

O crescimento populacional, em especial nos grandes centros urbanos, aliado à falta de consciência ambiental, tem se tornado o principal fator do aumento do consumo de água. Disso, surge a necessidade de alternativas que visem à sua preservação para as gerações futuras. Com base nesse problema, o objetivo, neste trabalho, foi determinar a quantidade e a qualidade de água de chuva coletada de forma direta do telhado do Laboratório de Engenharia Ambiental do Centro Universitário Franciscano – Santa Maria/RS. O método utilizado baseou-se em cálculos da sua área de cobertura, nos dados de precipitação mensal na região e na avaliação da qualidade da água. Foram analisados os seguintes parâmetros: cor aparente, sólidos totais dissolvidos, turbidez, condutividade elétrica, pH, alcalinidade total, oxigênio dissolvido, DBO e coliformes totais. Os resultados obtidos foram comparados aos padrões de potabilidade, segundo a Portaria n.º 518 (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2004). As análises mostraram que a água coletada do telhado apresenta um acréscimo na concentração de sólidos totais dissolvidos, turbidez, cor e pH, devido à concentração de partículas. Dessa forma, para um eficaz aproveitamento da água do telhado, não deve ser utilizada a decorrente da primeira meia hora de chuva, sendo também necessária a instalação de um filtro para remoção de sólidos grosseiros.

Palavras-chave: preservação, qualidade da água, aproveitamento.

¹ Trabalho Final de Graduação – TFG.

² Acadêmicos do Curso de Engenharia Ambiental – UNIFRA.

³ Laboratorista do Curso de Engenharia Ambiental – UNIFRA.

⁴ Orientador - UNIFRA.

ABSTRACT

The population increase, especially in large urban centers, along with the lack of environment concerns, has become the main factor on the increase of water consume. Consequently, the need for alternatives which are committed to its preservation for future generations has risen. Based on this matter, the aim of this work was to determinate the quality and quantity of rainwater collected straight from outside and from the roof of the Environmental Engineering Laboratory at Centro Universitario Franciscano - Santa Maria, RS. The method used was based on calculations of the area, data of the amount of monthly rainfall, and evaluation of water quality. The parameters analyzed were: apparent color, total dissolved solids, turbidity, electric conductivity, pH, alkalinity, dissolved oxygen, biochemical oxygen demand – BOD and total coliform. The results obtained were compared to the patterns of purity, according to Law n.º 518 (HEALTH DEPARTMENT, 2004). The analysis showed that the water collected from the roof indicates a volume of solids concentration, turbidity, color and pH, due to particles concentrations. So, for an effective water collection from the roof, it should not be collected the water of the first half hour of rainfall, as well as the need of an installation of a filter is required to remove bigger solid particles.

Keywords: preservation, water quality, utilization.

INTRODUÇÃO

A água é substância essencial à vida do homem e dos demais seres vivos que habitam nosso planeta. Apesar de $\frac{3}{4}$ da Terra estar coberta por esse líquido vital, menos de 1% da água no globo terrestre encontra-se em rios e lagos, estando em condições mais favoráveis de ser captada para o consumo humano.

Segundo May (2004), com o aumento de informações referentes ao risco de escassez de água, tem aumentado a conscientização da população com relação à utilização desse recurso. A água potável encontrada na natureza é essencial para a vida no nosso planeta. No entanto, esse recurso tornou-se cada vez mais escasso. O acentuado e desordenado crescimento populacional, em especial, nos grandes centros urbanos, tornou-se o principal fator do aumento do consumo de água.

Alguns problemas bastante comuns e que agravam a escassez de água são: o desmatamento, a poluição das nascentes, a falta de saneamento, a expansão das cidades e a má gestão, dos recursos hídricos (MAY, 2004).

Nesse cenário, tornam-se necessárias ações e ampliações de conhecimento referentes ao consumo da água, buscando alternativas que visem a sua preservação para as gerações futuras. Uma forma de conservá-la é aproveitar a água de chuva para consumo não potável.

A captação da água de chuva, forma milenar de utilização da água pelo homem, desponta como uma opção interessante, necessitando, porém, de estudos mais precisos para definir sua utilização, a qual advém de mais de 2.000 anos, quando a população já a captava para a agricultura, para seus animais e para fins domésticos. Atualmente, essa prática é muito desenvolvida em países como Alemanha, Japão e Austrália, onde novos, simples e efetivos sistemas são desenvolvidos, possibilitando uma coleta de boa qualidade em termos de custo/benefício.

Tendo em vista a degradação dos recursos hídricos e a consequente escassez da água em praticamente todo o mundo, torna-se importante seu racionamento e gerenciamento eficaz, e uma das formas de obtê-los é justamente a partir do aproveitamento das águas pluviais. Ela pode ser aproveitada para uso doméstico, industrial, agrícola, entre outros, estando em franco crescimento esse tipo de utilização. O primeiro passo é armazenar a água de chuva mediante sistema de captação, com utilização de calhas nos telhados, levando-a para um filtro para retirada de impurezas maiores, como galhos e folhas e, em seguida, armazená-la em uma cisterna.

Podem ser citadas como vantagens da utilização das águas pluviais: a economia do usuário e a diminuição de enchentes e da escassez. Já entre as utilizações principais estão: serviços de empresas em geral, irrigação de jardins e hortas, uso nos vasos sanitários e lavagem de veículos e/ou máquinas agrícolas. O franco desenvolvimento da captação e utilização das águas pluviais já possibilitou, inclusive, a criação da Associação Brasileira de Manejo e Captação da Água de Chuva - ABMAC, que reúne equipamentos, instrumentos e serviços sobre o assunto (JAQUES, 2005).

Assim, o uso racional dos recursos hídricos aliado à reutilização e captação da água de chuva são, certamente, as ferramentas fundamentais para a minimização da problemática da água em um futuro próximo. Ao atravessar a atmosfera, ela absorve as partículas ali existentes. Por isso, as características de impureza da chuva e da composição da atmosfera estão relacionadas às atividades predominantes da região (MAY, 2004).

Os telhados são usados no aproveitamento da água de chuva e, dependendo dos materiais utilizados em sua construção, essa água pode estar altamente contaminada. Os principais contaminantes são: fezes de passarinhos, de ratos e

de outros animais, bem como poeiras, folhas de árvores, revestimento do telhado, tintas. (TOMAZ, 2003 apud SEEGER, 2005).

Devido à necessidade de um melhor aproveitamento das fontes de água potável, a utilização da água de precipitação pluviométrica apresenta-se como uma excelente ferramenta para a minimização do consumo de água tratada para fins menos nobres.

Conforme o tema exposto, neste trabalho, busca-se determinar a quantidade e a qualidade de água de chuva coletada de forma direta sem interferência do telhado, na área de cobertura do pavilhão do Laboratório de Engenharia Ambiental do Centro Universitário Franciscano de Santa Maria - RS, para posterior comparação entre essas amostras.

MATERIAL E MÉTODOS

CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL DE ESTUDO

Este trabalho foi desenvolvido junto ao Laboratório de Engenharia Ambiental, localizado na Rua Silva Jardim s/n, no Bairro Rosário, na cidade de Santa Maria – RS, podendo ser visualizado na figura 1. O Laboratório possui uma área construída de, aproximadamente, 510 m² que atende, em média, a 40 alunos diariamente. Nele são ministradas aulas práticas e projetos de pesquisa, nas áreas de microbiologia, ecobiologia, mecânica dos solos, hidrologia, hidráulica, entre outras, que necessitam de água em suas atividades. A demanda de água entre o laboratório e a Escola São Vicente de Paulo (que é medida no mesmo hidrômetro) é, em média, de 2m³ diários. Na Escola, há 345 alunos, 32 professores e 6 funcionários que também utilizam essa água em suas atividades diárias, como higiene, limpeza, entre outras.



Figura 1 – Entrada do Laboratório de Engenharia Ambiental.

DETERMINAÇÃO DA ÁREA TOTAL DE COBERTURA DO LABORATÓRIO

A área total do telhado do Laboratório de Engenharia Ambiental para captação da água da chuva foi determinada a partir das dimensões obtidas na sua planta baixa.

Para determinação da área de cobertura do laboratório, foi utilizada a equação [1], segundo NBR 10844 (ALEXANDRER, 1989):

$$A_t = (a + h/2) \times b \quad [1]$$

em que:

A_t = área total do telhado do laboratório (m²);

a = metade da largura do telhado (m);

h = altura do telhado (m); $h = i \times a$, sendo i = declividade (10%)

b = comprimento do telhado (m).

PRECIPITAÇÃO MENSAL MÉDIA DE CHUVA NA REGIÃO

A precipitação mensal média de chuva na região foi obtida nos pluviômetros, a partir da série histórica de 1912 a 2004 (BURIOL et al., 2005 apud SEEGER, 2005).

DETERMINAÇÃO DO VOLUME DE CAPTAÇÃO DA ÁGUA DA CHUVA POR MÊS

A previsão tem como base a precipitação mensal média coletada na área do telhado do laboratório.

Para determinação do volume mensal médio foi utilizada a equação [2]:

$$V = A_t \times \bar{p} \quad [2]$$

em que:

V = volume mensal médio de chuva (m³);

A_t = área total do telhado (m²);

\bar{p} = precipitação mensal média (mm).

DIMENSIONAMENTO DA CISTERNA

A fim de determinar o volume da cisterna, foi utilizada a equação [3] descrita segundo Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento/EMBRAPA (MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO, 2005), para armazenagem da água de chuva e para atender à demanda por um período mínimo de 15 dias:

$$V_c = (V_d \times N_{dia}) + 10\% \quad [3]$$

em que:

V_c = volume da cisterna (m^3);

V_d = volume de demanda da água diária (m^3);

N_{dia} = número de dias de armazenagem (15 dias);

10% = Acréscimo de 10% em função da evaporação no período de armazenagem considerado.

A área necessária para captação da chuva, a fim de atender à necessidade de armazenagem é obtida pela equação [4]:

$$A = V_c / Prec_período \quad [4]$$

em que:

A = área do telhado para captação (m^2);

V_c = volume da cisterna (m^3);

$Prec_período$ = precipitação média no período considerado para captação (mm).

COLETA E AMOSTRAGEM

Para coleta de água da chuva, após o contato com a cobertura do prédio do laboratório, foi utilizada uma caixa quadrada de fibra de 50 litros, acoplada ao sistema de captação da água (calhas e canos condutores), conforme figura 2, retendo a primeira meia hora de precipitação.



Figura 2 – Captação da água da chuva proveniente do telhado.

A coleta direta da água da chuva foi realizada com o uso de um recipiente de acrílico disposto sobre uma mesa a, aproximadamente, um metro do solo, sem a interferência de qualquer tipo de superfície, conforme apresenta a figura que segue:



Figura 3 – Sistema de captação direta da água da chuva.

As amostras foram coletadas nos dias 10/11/2007 e 13/11/2007 e acondicionadas em frascos plásticos de um litro, esterelizados e devidamente rotulados.

DESCRIÇÃO DOS MÉTODOS DE ANÁLISE

Os parâmetros analisados, com os instrumentos e metodologias utilizadas, estão descritos no quadro abaixo:

Quadro 1 – Parâmetros analisados.

Parâmetros Físicos	Equipamentos: marca e modelo	Referências
Cor aparente	Colorímetro/Aqua-Tester/611-A	Portaria, n.º 518
Sólidos dissolvidos totais	*	Macedo (2003)
Turbidez	Turbidímetro Portátil/2100P	Portaria, n.º 518
Condutividade elétrica	Condutivímetro/Analion/C 708	Macêdo (2003)
Parâmetros Químicos	Equipamentos	Referências
pH	pH-metro/Analion/PM 608	Macêdo (2003)
Alcalinidade total	*	Macêdo (2003)
Oxigênio dissolvido	Oxímetro/Digimed/DM-4	Macêdo (2003)
DBO	*	Macêdo (2003)
Parâmetros Biológicos	Equipamentos	Referência
Coliformes totais	*	Alexander, (1982)

* Em razão do grande número de materiais utilizados, esses não foram discriminados no quadro.

Foram realizadas três repetições para cada amostra, obtendo-se a média e o desvio padrão. Os parâmetros físicos, como a cor aparente e a turbidez, foram analisados na Estação de Tratamento de Água de Santa Maria (ETA – CORSAN), seguindo a Portaria n. 518 de 2004 do Ministério da Saúde.

Os parâmetros químicos e biológicos foram observados no Laboratório de Engenharia Ambiental do Centro Universitário Franciscano - UNIFRA, no período de 12 a 30 de novembro de 2007, utilizando, para as determinações: água destilada/deionizada, vidrarias e equipamentos específicos para cada método.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

DETERMINAÇÃO DA ÁREA TOTAL DE COBERTURA DO LABORATÓRIO

Com as dimensões obtidas na planta baixa do Laboratório de Engenharia Ambiental, calculou-se a área total do telhado, 263,55 m².

$$h = 0,1 \times 5 \text{ m}$$

$$h = 0,5 \text{ m}$$

$$At = (5\text{m} + 0,5\text{m}/2) \times 25,10 \text{ m}$$

$$At = 131,77 \text{ m}^2 \text{ (metade do telhado)}$$

$$At = 131,77 \text{ m}^2 \times 2$$

$$At = 263,55 \text{ m}^2$$

DETERMINAÇÃO DO VOLUME MENSAL MÉDIO DE CHUVA A SER CAPTADO NO TELHADO

Na tabela 1, apresentam-se, na segunda coluna, as precipitações mensais médias no período de 1912 a 2004, na região (BURIOL et al., 2005 apud SEEGER, 2005). Essa precipitação, multiplicada pela área do telhado do laboratório (263,55 m²), fornece o volume mensal médio provável a ser captado no telhado, que é de 37,60 m³/mês.

Tabela 1 – Relação entre a precipitação mensal média e a área de captação.

Meses	Precipitação mensal média (mm)	Volume mensal médio (m³)
Janeiro	148,00	39,00
Fevereiro	134,90	35,55
Março	137,30	36,18
Abril	143,40	37,79
Mai	150,50	39,66
Junho	155,40	40,95
Julho	143,40	37,79
Agosto	126,80	33,41
Setembro	159,80	42,11
Outubro	159,10	41,93
Novembro	120,10	31,65
Dezembro	133,70	35,23
Total	1712,40	451,25
Média mensal	142,70	37,60
Desvio padrão	±12,60	±3,32

DIMENSIONAMENTO DA CISTERNA

Com uma demanda diária de água potável de, aproximadamente, 2m³ entre o laboratório e a Escola São Vicente de Paulo, calculou-se o volume da cisterna para atender à demanda por um período mínimo de 15 dias.

$$V_c = (2\text{m}^3 \times 15 \text{ dias}) + 10\%$$

$$V_c = 33 \text{ m}^3$$

A área de telhado necessária para captar esse volume de água será:

$$A = 33 \text{ m}^3 / 142.70 \text{ mm}$$

$$A = 231 \text{ m}^2 \text{ de telhado}$$

Tendo como estudo a área do telhado do laboratório, que é de 251 m², o volume da cisterna será de: $V_c = 35,8 \text{ m}^3$.

ANÁLISE COMPARATIVA DOS RESULTADOS DOS PARÂMETROS DE QUALIDADE DA ÁGUA

No quadro 2, são apresentados os valores referentes às análises de qualidade físico-química e bacteriológica da água da chuva, bem como os valores estabelecidos pela Portaria 518/2004 do Ministério da Saúde.

Quadro 2 – Resultados das análises da água da chuva e o respectivo desvio padrão.

Parâmetros Físicos	Coleta direta	Coleta do telhado	Portaria n.º 518 (MS, 2004)
Cor aparente	25 uH ± 5	50 uH ± 4	15 uH
Sólidos dissolvidos totais	32,8 mg/L ± 16	123 mg/L ± 31	1000 mg.L
Turbidez	14 UT ± 3,8	44 UT ± 5	5 UT
Condutividade elétrica	6 µS/cm ± 2	17 µS/cm ± 2,5	Não faz referência
Parâmetros Químicos	Coleta direta	Coleta do telhado	Portaria n.º 518 (MS, 2004)
pH	4,95 ± 0,2	6,72 ± 0,4	6 a 9,5
Alcalinidade total	10 mg.L ⁻¹ de CaCO ₃	10 mg.L ⁻¹ de CaCO ₃ dd433	Não faz referência
Oxigênio dissolvido	6,40 mg/L ± 0,3	5,96 mg/L ± 0,7	Não faz referência
DBO	3,28 mg/L ± 0,3	2,54 mg/L ± 0,4	Não faz referência
Parâmetros Biológicos	Coleta direta	Coleta do telhado	Portaria n.º 518 (MS, 2004)
Coliformes totais	Ausência	Ausência	Ausência

COR APARENTE, SÓLIDOS TOTAIS DISSOLVIDOS E TURBIDEZ

Das duas amostras analisadas, a cor apresentou-se mais elevada na água que passou pelo telhado do laboratório cujo valor foi de 50 uH, ± 4; comparando-as ao máximo valor permitido pela Portaria n.º 518/2004 do Ministério da Saúde, as duas amostras apresentaram-se acima do aceitável.

Os sólidos totais dissolvidos passaram de 32,8 mg/L ± 16 na água de coleta direta da precipitação para 123,5 mg/L ± 31. Também se observou um acréscimo nos

valores de turbidez na água captada do telhado, passando de $14 \text{ UT} \pm 3,8$ (captação direta) para $44 \text{ UT} \pm 5$. O acréscimo dos valores obtidos na análise das amostras captadas no telhado está ligado ao acúmulo de sedimentos, matéria orgânica e outros materiais presentes no telhado, já que a água foi captada na primeira meia hora de precipitação, quando são carregadas todas as partículas nele presentes.

PH E ALCALINIDADE

O pH da água da chuva coletada diretamente foi de $4,95 \pm 0,2$. Nessas condições, o fato do pH ser levemente ácido é considerado normal, pois, mesmo em áreas inalteradas, o pH pode encontrar-se próximo a 5, devido à presença de gases como o CO_2 e o SO_4 que reagem com a água da chuva, formando ácidos que, como consequência, diminuem o pH. Em relação à água da chuva coletada, após a passagem pelo telhado, foi observado um valor de pH mais elevado $6,72 \pm 0,4$. Isso se deve ao fato de o material do telhado ser de amianto que é composto por mais de 90% de cimento e menos de 10% de fibras de amianto crisotila cuja fórmula química é $\text{Mg}_3\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$, responsável pelo acréscimo do pH. As partículas acumuladas na cobertura também são responsáveis pelo seu aumento (JAQUES, 2005).

Não é feita referência à alcalinidade na Portaria n.º 518 (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2004). Em geral, a alcalinidade é causada por sais alcalinos, principalmente por sódio e cálcio. O valor médio encontrado nas duas coletas foi de 10 mg/L de CaCO_3 , considerado dentro da normalidade, não indicando grande presença de sais (JAQUES, 2005).

DBO E OD

A DBO e o OD da água da chuva, sem a interferência do telhado ou passando por ele, apresentaram resultados semelhantes. Os valores de DBO encontrados foram de $3,28 \text{ mg/L} \pm 0,3$ e $2,54 \text{ mg/L} \pm 0,4$, respectivamente. Os resultados de OD foram $6,40 \text{ mg/L} \pm 0,3$ e $5,96 \text{ mg/L} \pm 0,7$. A Portaria n.º 518 (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2004) não faz referência a tais parâmetros, mas, na Resolução n. 357 do Ministério do Meio Ambiente (2005), estabelece-se, para água doce Classe 1, valores de DBO menores que 3 mg/L e, para Classe 2, valores menores que 5 mg/L. Já para o OD, para classe 1, valores maiores que 6 mg/L e, para classe 2, maiores que 5 mg/L. Sendo assim, os valores estão dentro dos níveis aceitáveis, sendo considerados baixos, pois, nas duas classes citadas,

a água pode ser utilizada tanto para recreação de contato primário e irrigação de hortaliças que sejam consumidas cruas quanto para o consumo humano após tratamento simplificado, não podendo o último ser aplicado para a água por ela ser oriunda da precipitação.

COLIFORMES TOTAIS

Em relação à presença de coliformes, nas duas formas de coleta, obteve-se ausência, possivelmente, em virtude do local em estudo tratar-se de uma região central pouco arborizada e sem grande presença de fezes de pássaros e de outros animais que poderiam contribuir para o aumento desse parâmetro.

CONCLUSÃO

Devido ao volume da cisterna encontrado de 35,8 m³, para atender à demanda do laboratório e da escola (de 2 m³/dia), por um período mínimo de 15 dias, pode-se concluir que, tratando-se apenas do laboratório, esse volume de água captado suportaria um período maior de dias, mas para obtenção de resultados mais precisos do dimensionamento da cisterna para captação da água de chuva, é necessária a presença de um hidrômetro separado para o laboratório, pois, dessa forma, será possível fazer o cálculo apenas com o seu consumo, a fim de projetar um sistema para aproveitamento da água da chuva para fins não potáveis.

A maioria dos parâmetros físico-químicos apresentou um acréscimo de concentração quando a água foi coletada do telhado. Desse modo, houve a necessidade de descarte da primeira meia hora da água da chuva para diminuir a concentração de partículas e elementos poluidores localizados no telhado, os quais influenciam na elevação de sólidos suspensos, turbidez, cor e pH.

Nas atividades do Laboratório de Engenharia Ambiental, em virtude dos resultados obtidos com as análises nos usos em que a água tem apenas a finalidade de afastar os dejetos, como, no caso das descargas sanitárias, irrigação de jardins, lavagem de calçadas e pátios, entre outros, sua utilização pode ser feita necessitando apenas de dispositivo para a retirada de folhas e sólidos grosseiros que possam dificultar o funcionamento do sistema. Sendo assim, para que não ocorram riscos a saúde de seus usuários, deve-se verificar a qualidade da água de chuva captada, bem como as finalidades de sua utilização.

REFERÊNCIAS

ALEXANDER, M. **Most probable number method for microbial populations**. 1989.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10844. **Instalações prediais de águas pluviais**. Rio de Janeiro, 1989.

JAQUES, Reginaldo Campolino. Avaliação da qualidade da água de chuva da cidade de Florianópolis-SC. In: 23º CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 2005. Campo Grande. **Anais...ABES** Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2005. Disponível em <<http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/abes23/I-115.pdf>>. Acesso em 15/09/07.

MACÊDO, Jorge Antônio Barros de. **Métodos laboratoriais de análises: físico-químicas e microbiológicas**. 2. ed. Belo Horizonte: CRQ, 2003.

MAY, Simone. **Estudo da viabilidade do aproveitamento de água de chuva para consumo não potável em edificações**. São Paulo: USP, 2004. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2004. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3146/tde-02082004-122332/>>. Acesso em: 12/09/07.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. Embrapa suínos e aves. **Cisternas para armazenagem de água da chuva**. Acesso em: Outubro de 2005.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Portaria n.º 518, de 25 de março de 2004**. Atualiza as disposições da Portaria n.º 1469, de 29 de dezembro de 2000. Brasília, 2004.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução n.º 357, de 17 de março de 2005**.

SEEGER, Lilia Mayumi Kaneda. **Aproveitamento da água da chuva para lavagem de veículos de transporte coletivo**. Santa Maria: UNIFRA, 2005. Trabalho Final de Graduação do Curso de Engenharia Ambiental, Centro Universitário Franciscano, 2005.

