



You are free: to copy, distribute and transmit the work; to adapt the work.  
You must attribute the work in the manner specified by the author or licensor

## ASPECTOS BACTERIOLÓGICOS DA ÁGUA DE CHUVA COLETADA EM TELHADO DE UM PRÉDIO INDUSTRIAL

Gilmar da Silva<sup>1</sup>; José Euclides Stipp Paterniani<sup>2</sup>

### RESUMO

Hoje é de vital importância se criar alternativas que levem ao racionamento ou economia de água potável, e uma dessas medidas é fazer uso da água de chuva disponível na natureza. Para tanto, foi necessário avaliar mediante estudo de caso os aspectos bacteriológicos, aproveitando-se da água de chuva de maneira qualitativa num complexo industrial. O complexo industrial escolhido foi a Fábrica de mancais de deslizamento Grafimec, localizada no município de Araras/SP. Realizou-se a coleta de água de chuva na Fábrica Grafimec ao longo de um ano, em 4 pontos distintos (telhado, calha, cisterna e cisterna filtrada) para avaliar os aspectos bacteriológicos dessa água. Uma vez que não existe uma Portaria ou Resolução que discorra sobre o tema aproveitamento de água de chuva, foram adotadas para efeito de comparação dos resultados bacteriológicos às Resoluções 274 e 357 mais à Portaria 518 do Ministério da Saúde. Apesar de existirem contaminações bacteriológicas quando os resultados foram suficientemente comparados com a Portaria 518, a qualidade da água atendeu à exigência de uso da Fábrica Grafimec de Araras/SP. Fazem-se necessários estudos que contemplem a qualidade da água de chuva de modo que os usuários tenham a confiabilidade e a segurança para poder usá-la, evitando assim problemas de saúde pública.

**Palavras-chave:** água de chuva; qualidade de água; fábrica.

### BACTERIOLOGICAL ASPECTS OF RAINWATER IN AN INDUSTRIAL BUILDING

#### ABSTRACT

It is highly important nowadays to create alternatives for drinking water rationing and saving, and one of the measures in this direction is to make use of the rainwater available in nature. To achieve this, it was necessary to evaluate the bacteriological aspects through a case study, making qualitative use of the rainwater in an industrial complex. The industrial complex chosen was the sliding bearings factory called Grafimec, located in the town of Araras, SP. The rainwater collection was done at Grafimec Factory during one year, at 4 different spots (roof, spout, cistern and filter-cistern) to evaluate the bacteriological aspects of this water. Since there is no Decree or Resolution on the rainwater recovery theme, for comparison purposes, the Health Ministry's Resolutions 274 and 357 plus Directive 518 were adopted. Although there was bacteriological contamination when the results were sufficiently compared to Directive 518, the water quality met the rainwater use requirements of Grafimec Factory in Araras, SP. It is still necessary to carry out studies that observe the rainwater quality, so that its users may count on the trust and safety to use it, therefore avoiding public health problems.

**Keywords:** rainwater; water quality; factory.

---

Trabalho recebido em 12/06/2011 e aceito para publicação em 27/05/2012.

---

<sup>1</sup> Professor Pesquisador Doutor da Universidade Nove de Julho (UNINOVE), Av. Dr. Adolpho Pinto, 109 – Barra Funda, São Paulo-SP, Brasil – Tel: (55)11-3665-9048, e-mail: gilmar@uninove.br

<sup>2</sup> Professor Doutor Livre Docente da Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo – FEC (UNICAMP) Campinas- SP, Brasil - E-mail: pater@feagri.unicamp.br

## 1. INTRODUÇÃO

A captação e o aproveitamento de água de chuva não é um fato novo. Pesquisadores apontam à existência de reservatórios escavados há 3600 aC.

É sabido que a água é fundamental para a saúde e constitui um dos modos mais eficazes de melhorar a saúde e o bem estar da população.

Todavia o aumento gradativo da população urbana faz com esse bem precioso venha se tornar escasso num futuro não muito distante.

Juntamente com o aumento gradativo da população, as chuvas que caem nas ruas pavimentadas correm pelas sarjetas e se constituem num problema caracterizado pelas enchentes ou inundações que acabam com milhares de vidas e prejudicam o dia-a-dia de milhares de pessoas. Boa parte é despejada em rios ou diretamente no mar, em vez de se infiltrar pelo solo e reabastecer os aquíferos. Como consequência de tal fato, o volume de água doce está se esgotando.

Segundo O ATLAS DA ÁGUA (2005), a indústria utiliza cerca de 20% de toda água doce consumida no planeta. Isso representa uma média de quase 130 m<sup>3</sup> por pessoa anualmente, embora mais da metade seja emprestada em usinas hidrelétricas, de onde a maior

parte da água volta inalterada para a sua fonte.

Outros importantes usuários industriais de água são consumidores da indústria pesada, entre os quais estão às indústrias química e petrolífera, as indústrias de metal, as de madeira, papel e celulose, as de processamento de alimentos e as de máquinas.

Apesar de ser um tema relativamente antigo a água de chuva faz parte atualmente da gestão urbana dos recursos hídricos de vários países da Europa, Ásia, Oceania e da América que utilizam água da chuva em residências, indústrias, comércios e irrigação de agriculturas.

Diferentemente desses países o aproveitamento de água de chuva no Brasil não é uma prática muito difundida, havendo a necessidade de maiores investimentos em pesquisas no âmbito técnico e acadêmico.

É sabido que existem inúmeros potenciais para aplicação de um sistema de aproveitamento de água de chuva, tais como condomínio vertical, condomínio horizontal, residências unifamiliares, galpões, armazéns, loteamentos industriais, aeroportos e posto de gasolina, cada construção com sua particularidade.

Segundo o Group Raindrops (2002), o incentivo para aproveitar a

água de chuva não existe em nosso país, devido à urbanização caracterizada principalmente pela retirada da vegetação e do solo, revestimento do terreno com concreto e asfalto e rejeição de água (ou seja, escoar a água da chuva o mais rápido possível) é considerada uma virtude nas sociedades modernas.

Ainda os mesmos autores relatam que a população procurando o conforto de vida, passou a viver em um meio totalmente inorgânico de concreto, no qual os rios se tornaram o lugar de destino da água pluvial (uma espécie de aterro sanitário para a água).

Para ser implementada essa medida deve-se haver um trabalho de conscientização ambiental (educação ambiental), junto às diversas camadas da sociedade principalmente aquelas que carecem das informações.

Hoje em nosso país não existe legislação do Ministério da Saúde, que contemplem estudos sobre utilização de águas pluviais, daí a necessidade de se realizar pesquisas que permitam servir de subsídios para que se implantem portarias ou resoluções visando sempre atender os aspectos qualitativos, permitindo assim que a sociedade saiba o potencial de aplicação que essa água possa ter para outras finalidades e

contribuindo assim para a conservação e economia de água potável.

O objetivo da presente pesquisa foi diagnosticar a qualidade bacteriológica da água de chuva da Fábrica Grafimec, no município de Araras, SP, a fim de caracterizá-la quanto ao seu potencial de uso.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

### **Material**

#### **Área experimental localizada no município de Araras/SP**

A área experimental destinada à realização do projeto de pesquisa pertence à fábrica Grafimec, localizada no município de Araras/SP que possui clima Cwa, mesotérmico, verões quentes e úmidos e invernos secos. Totaliza 3.976,27 m<sup>2</sup> de construção, e as seguintes coordenadas geodésicas: latitude 22°22'26,4"S, longitude 47°24'07,0"W.

Tendo sua instalação em 1996 no município de Araras/SP, a fábrica atua como uma fundição de metais não ferrosos. A Grafimec desenvolveu-se como fabricante e fornecedor de uma ampla gama de mancais de deslizamento, com lubrificação convencional ou sólida, fornecendo produtos para as mais conhecidas

empresas alemãs, tanto na área automobilística quanto para os fabricantes de máquinas e equipamentos.

Preocupada com as questões ambientais e com a escassez de água nos próximos anos toda a fábrica foi projetada visando o racionamento da

água, mediante a reserva e o aproveitamento da água de chuva.

A Figura 1 apresenta a foto aérea da fábrica Grafimec Indústria e Comércio Ltda. na sua totalidade, caracterizando a edificação onde foi realizado o estudo bacteriológico da água de chuva.



**Figura 1.** Fábrica Grafimec Indústria e Comércio Ltda, localizada no município de Araras/SP.

## MÉTODOS

### **Metodologia para análise bacteriológica da água de chuva na Fábrica Grafimec de Araras-SP**

Toda metodologia foi desenvolvida no sentido de caracterizar

a qualidade da água de chuva na edificação.

Foram realizadas coletas ao longo de 1 ano em todos os pontos (Tabela1), ou seja, telhado, calha, cisterna e cisterna filtrada.

Mensalmente eram realizadas 2 repetições de coletas para todos os pontos, com exceção do telhado e calha uma vez que essa coleta era exatamente em tempo real, dependendo assim da chuva instantânea.

Todos os parâmetros bacteriológicos da Tabela 1 foram analisados pelo laboratório Áquali localizado no município de Araras/SP, seguindo as normas do Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.

**Tabela 1.** Parâmetros bacteriológicos de qualidade em água de chuva.

<b>Coliformes Totais</b>	<b>Coliformes Termotolerantes</b>	<b>Bactérias Heterotróficas</b>
Telhado	Telhado	Telhado
Calha	Calha	Calha
Cisterna	Cisterna	Cisterna
Cisterna Filtrada	Cisterna Filtrada	Cisterna Filtrada

Foram empregados Testes Estatísticos, sendo um deles o de “Mann Whitney” e o “Teste T”, para verificar se existe diferença significativa ou não na análise bacteriológica entre as combinações: Telhado e Calha; Telhado e Cisterna; Telhado e Cisterna Filtrada; Calha e Cisterna; Calha e Cisterna Filtrada; Cisterna e Cisterna Filtrada.

Os pontos P1 (telhado), P2 (calha), P3 (cisterna) e P4 (água filtrada) são os pontos em que foram coletadas as amostras para posterior análise bacteriológica e encaminhadas ao laboratório Áquali de análise de água, conforme ilustram respectivamente as Figuras 3, 4, 5 e 6 .

### **Pontos de coleta para análise qualitativa da água de chuva**

O esquema da Figura 2 ilustra todo percurso da água de chuva da empresa desde a sua captação feita pelo telhado até o seu aproveitamento final.

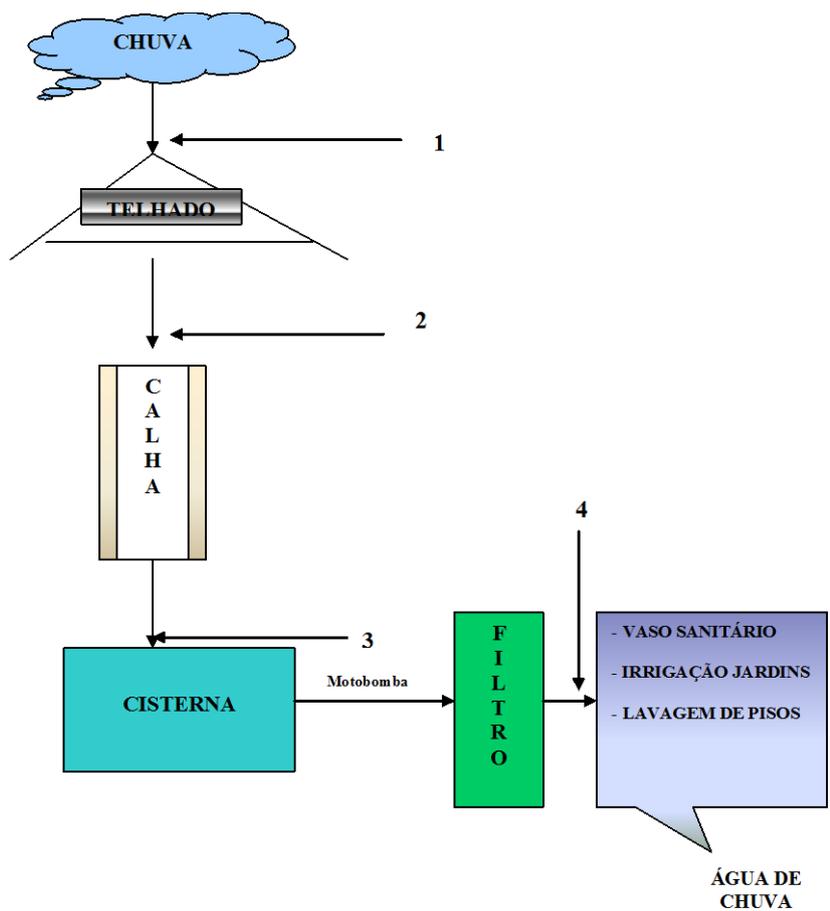


Figura 2. Fluxograma da empresa destacando todo percurso da água de chuva.



Figura 3. Telhado da Fábrica Grafimec (Ponto de Coleta 1).



**Figura 4.** Calha da Fábrica Grafimec (Ponto de Coleta 2).



**Figura 5.** Cisterna da Fábrica Grafimec (Ponto de Coleta 3).



**Figura 6.** Torneira para coleta da água da cisterna que foi filtrada (Ponto de Coleta 4).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### Resultados das análises bacteriológicas da Fábrica Grafimec

Com o objetivo de verificar se os dados coletados nos pontos de coleta estão dentro dos padrões estabelecidos se adotou a Portaria nº 518, de 25 de março de 2004 e foram confeccionados gráficos de pontos.

Esse tipo de gráfico é possível se ter uma idéia de como as amostras se comportam e compará-las com um padrão previamente estabelecido.

Os valores dos resultados das análises bacteriológicas para a Fábrica Grafimec do município de Araras/SP, encontram-se localizados no item 6 denominado de Apêndice .

A Tabela 2 apresenta os parâmetros com os seus respectivos Valores Máximos Permitidos (VMP) baseados na Portaria nº 518, segundo o padrão de potabilidade. A água potável deve estar em conformidade com o padrão microbiológico conforme a Tabela 2.

**Tabela 2.** Parâmetros e seus Valores Máximos Permitidos (VMP).

Parâmetro	VMP
Coliformes Totais	Ausência em NMP/100 mL
Coliformes Termotolerantes	Ausência em NMP/100 mL
Bactérias Heterotróficas	500 Unidades Formadoras de Colônias (UFC)

A Figura 7 abaixo relata os resultados que foram encontrados para Coliformes Totais no âmbito da Portaria nº 518 nos pontos de coleta, telhado (P1), calha (P2), cisterna (P3) e cisterna filtrada (P4).

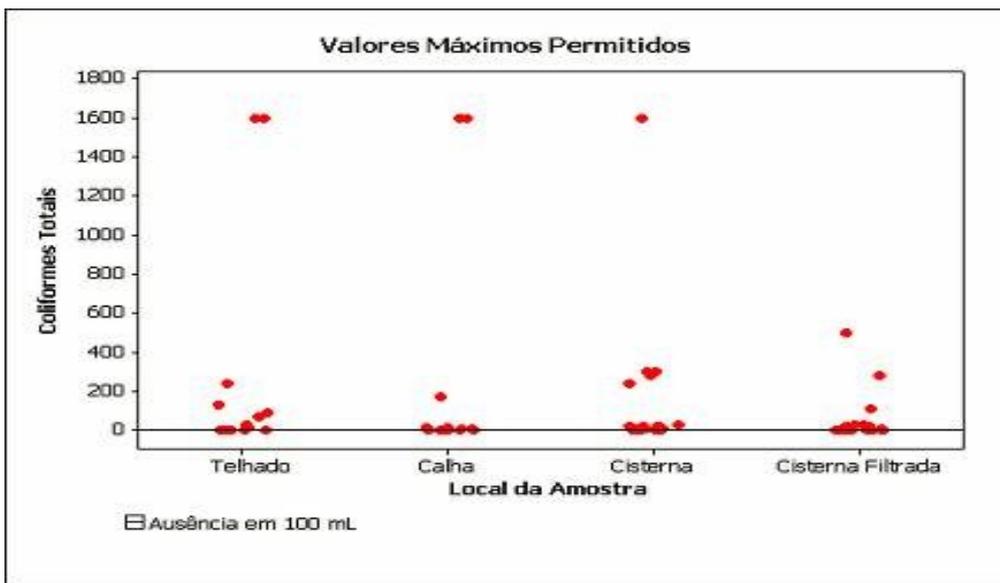
Na Figura 7, verificou-se que todos os pontos de coleta apresentaram valores acima dos Valores Máximos Permissíveis (VMP), para o parâmetro Coliforme Totais.

Telhado (P1), calha (P2), cisterna (P3) e cisterna filtrada (P4) apresentaram

os maiores valores de contaminação por bactérias do grupo coliforme, em torno de 1600 NMP/100 mL.

Não existiram diferenças significativas entre os pontos telhado (P1), calha (P2), cisterna (P3) e cisterna filtrada (P4), ou seja, todos os pontos mostraram resultados estatisticamente iguais.

Após essa constatação realizou-se um novo teste e verificou-se que a presença de coliformes totais foi maior na cisterna (P3) quando comparado à cisterna filtrada (P4).

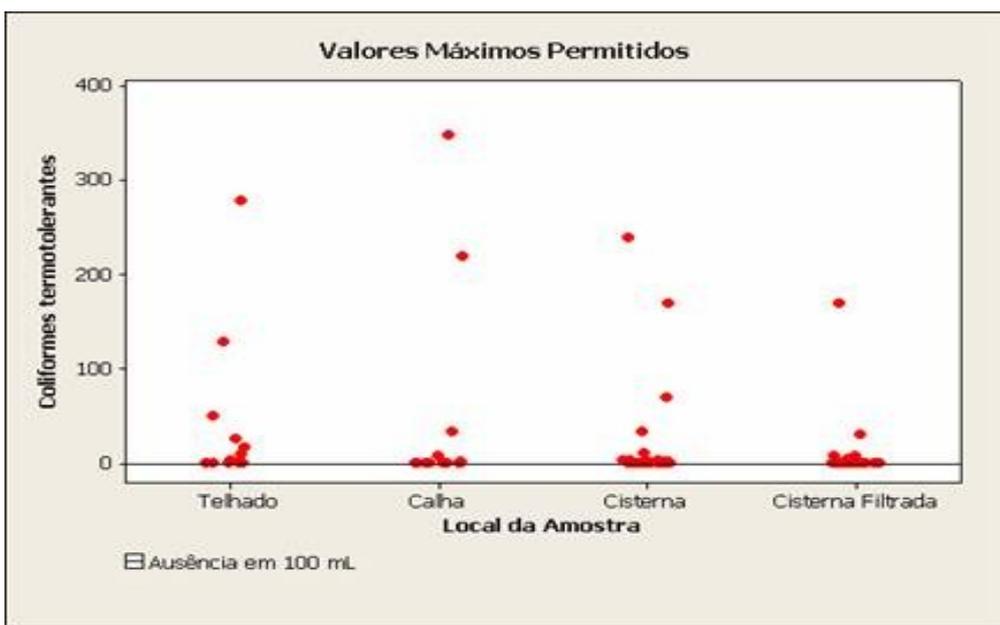


**Figura 7.** Resultado das análises para Coliformes Totais (Portaria nº 518).

Essa constatação pode ter relação, pelo fato da cisterna (P3) não possuir um sistema auto-limpante, ou seja, toda sujeira que passa pelo telhado (P1) e calha (P2) vai parar no fundo da cisterna (P3), contribuindo para que o número de coliformes totais seja maior na cisterna (P3) quando comparado à cisterna filtrada (P4).

Não existe um sistema de limpeza da cisterna (P3), onde a mesma só poderá ser limpa esvaziando-a totalmente.

Analisando a Figura 8 é possível verificar os resultados das análises em todos os pontos de coleta P1, P2, P3 e P4 para o parâmetro coliforme termotolerantes tomando-se como referência a Portaria 518.



**Figura 8.** Resultado das análises para Coliformes Termotolerantes (Portaria 518).

Na Figura 8, se constatou a contaminação por coliformes termotolerantes em todos os pontos de coleta, telhado, calha, cisterna e cisterna filtrada.

A maior contaminação verificada no gráfico da Figura 8, ocorreu na calha atingindo o valor de 350 NMP/100 mL de Coliformes Termotolerantes segundo a Portaria nº 518.

Não existe diferença significativa entre os pontos de coleta telhado (P1), calha (P2), cisterna (P3) e cisterna filtrada (P4), ou seja, estatisticamente todos os pontos se comportaram de maneira semelhante.

Uma série de fatores pode levar ao entendimento desse resultado, onde no caso do telhado (P1) não existe sistema de descarte das primeiras chuvas, dificultando assim as primeiras coletas, pois a primeira chuva que caía no telhado não era descartada e imediatamente se coletava a água.

Já no caso da calha (P2), uma vez que toda a água que passava pelo ponto anterior (P1) era coletada logo em seguida no (P2), também se constituiu num fator

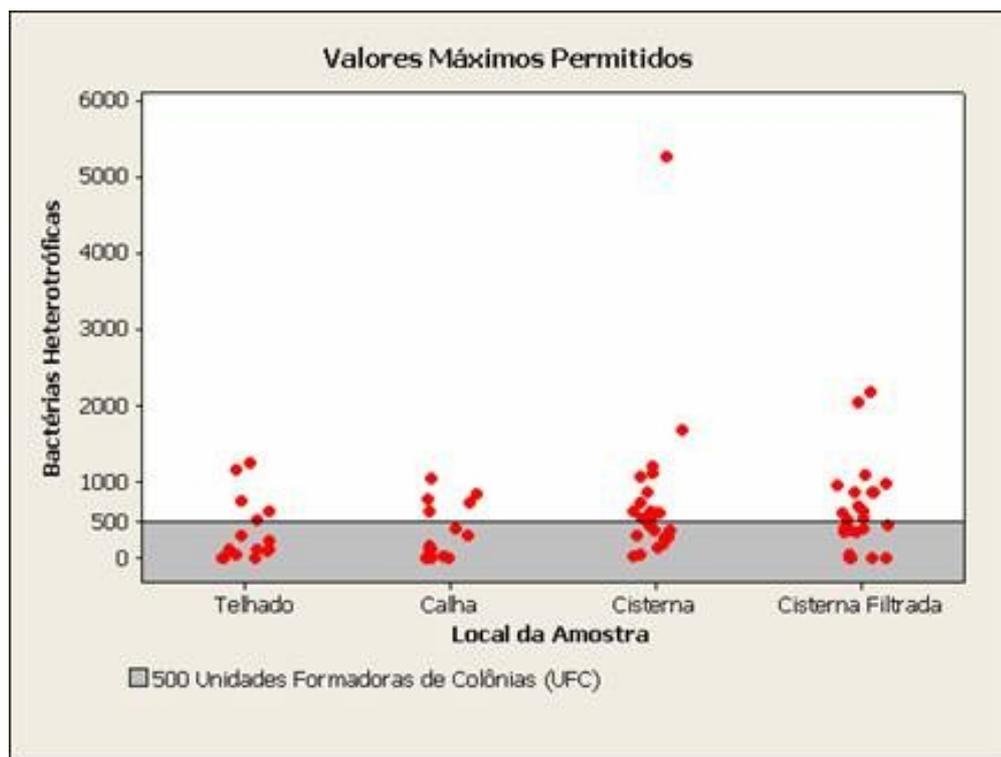
negativo, pelo fato da primeira água que não era descartada pelo telhado, ser coletada logo em seguida coletada na calha (P2).

Toda essa água tinha como destino a cisterna (P3) que recebia toda essa água da chuva numa cisterna de 90.000 litros. Como as instalações da cisterna não apresentavam um sistema auto-limpante, toda sujeira era armazenada no fundo da cisterna e a mesma só poderia ser limpa quando ocorresse o seu esvaziamento total, fato que nunca aconteceu.

Reportando-se a cisterna filtrada (P4), a água de chuva que estava na cisterna sofria um bombeamento e passava por um filtro de areia, e aí sim se coletava a água da cisterna filtrada (P4).

Os resultados da cisterna filtrada (P4) mostraram que o filtro é ineficiente, totalmente inadequado para esse tipo de instalação, e por isso ocorreram contaminações por coliformes termotolerantes.

Os resultados para bactérias heterotróficas aparecem na Figura 9, conforme a Portaria nº 518.



**Figura 9.** Resultado das análises para Bactérias Heterotróficas (Portaria nº 518).

A Figura 9 nos mostra que os valores para bactérias heterotróficas não apresentaram diferenças significativas, mostrando que estatisticamente todos os pontos (P1), (P2), (P3) e (P4) podem ser considerados estatisticamente iguais.

Adotando-se 500 Unidades Formadoras de Colônias (UFC) como valor máximo permitido, é possível concluir que a água coletada em todos os pontos se encontra fora dos padrões estabelecidos pela Portaria 518.

A causa dessa contaminação por bactérias heterotróficas se deve aos mesmos problemas que foram abordados anteriormente para os parâmetros coliformes, ou seja, tendo como fator

preponderante as instalações e os equipamentos.

Cabe aqui destacar que o nosso país carece de uma Resolução que contemple aspectos referentes ao aproveitamento de água de chuva, portanto é muito difícil atender às exigências contidas na Portaria 518, que estabelece os procedimentos e responsabilidades relativas ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano.

Evidentemente que os resultados das análises da água de chuva devem ser comparados com outra Resolução uma vez que fica difícil atender as especificações da Portaria 518.

Com esse intuito os resultados das análises para Coliformes Termotolerantes

foram tomados como referência a Resolução nº 357, que está em vigência em nosso país, mas que também não é apropriada para o aproveitamento da água de chuva.

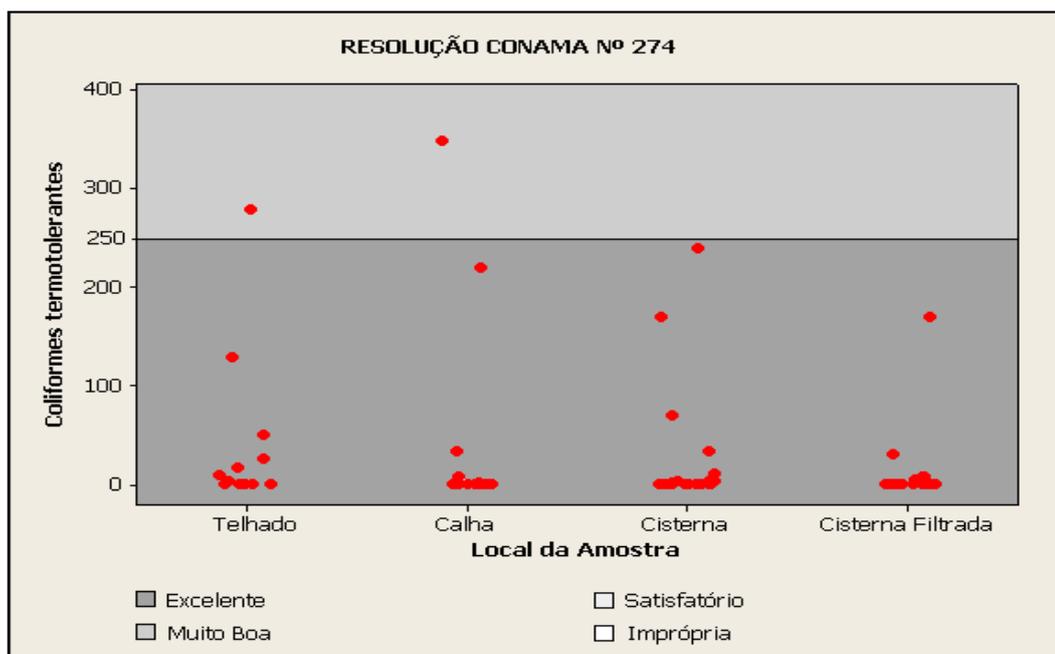
A Resolução CONAMA nº 274 que serviu de base para a comparação dos resultados das análises para Coliformes Termotolerantes conforme a Tabela 3.

**Tabela 3.** Parâmetro e seus Valores Máximos Permitidos (VMP).

Parâmetro	VMP
Coliformes Termotolerantes	Excelente: máximo 250 NMP/ 100 mL
	Muito Boa: máximo 500 NMP/100 mL
	Satisfatório: máximo 1000 NMP/100 mL
	Imprópria: superior a 2500 NMP/100 mL

Cabe aqui ressaltar que a Resolução CONAMA nº 274 é uma Resolução menos rígida que a Resolução 518, e ela tolera uma certa incidência de bactérias do grupo coliforme.

A Figura 10 apresenta os resultados das análises da água de chuva em todos os pontos de captação envolvendo os Coliformes Termotolerantes (NMP/100 mL).



**Figura 10.** Resultado das análises para Coliformes Termotolerantes.

Pela Figura 10 fica evidente que todos os pontos de coleta da água de chuva apresentaram quase que na totalidade resultados excelentes, sobrando alguns pontos com valores de 280 NMP/100 mL para o telhado e 350 NMP/100 mL para calha enquadrando-se como muito boa no que se refere aos Coliformes Termotolerantes.

Nesse caso em se tratando de Coliformes Termotolerantes o aproveitamento da água de chuva é compatível com todas as instalações da fábrica, não comprometendo assim o usuário ou colaboradores de utilizá-la.

Faz-se necessário um conjunto de análises bacteriológicas independente do tipo de Resolução ou Portaria a serem adotadas, uma vez que as análises bacteriológicas podem evidenciar a comprovação ou não de contaminação na água de chuva, permitindo assim que os usuários tenham segurança ao utilizar essa água.

Essas análises contribuem no âmbito da saúde pública permitindo assim que se tenham subsídios para evitar possíveis doenças de veiculação hídrica proporcionados por contaminações bacteriológicas no sistema de aproveitamento de água de chuva.

Juntamente com as análises bacteriológicas é de suma importância às

adequações dos equipamentos instalados, tais como material da cisterna, filtro, vedação da cisterna, tipo de telhado, pois esses fatores podem ter papel preponderante e influenciar no resultado das análises bacteriológicas.

#### 4. CONCLUSÕES

Por meio dos estudos bacteriológicos da água de chuva visando o aproveitamento de água de chuva, o presente trabalho permite concluir que:

- Ocorreram contaminações bacteriológicas (coliformes totais, coliformes termotolerantes e bactérias heterotróficas) em todos os pontos de captação de água, ou seja, telhado, calha, cisterna e cisterna filtrada, quando foi adotado à Portaria 518;
- O nosso país carece de uma Resolução que contemple aspectos referentes ao aproveitamento de água de chuva, portanto fica muito difícil atender às exigências contidas na Portaria 518;
- Em se tratando de Coliformes Termotolerantes baseado na Resolução CONAMA 274, os resultados foram favoráveis, demonstrando que o aproveitamento de água de chuva foi compatível com as instalações da fábrica, não comprometendo os usuários ou colaboradores de utilizá-la;

- Nesse trabalho de pesquisa não se pode adotar uma única Resolução e/ou Portaria específica, portanto optou-se por um conjunto de Resoluções e/ou Portaria para uma melhor compreensão dos resultados bacteriológicos;
- Apesar de existirem contaminações bacteriológicas quando os resultados foram suficientemente comparados com a Portaria 518, a qualidade da água atendeu a exigência de uso da Fábrica Grafimec de Araras/SP;
- Para uma melhor eficiência do sistema de aproveitamento de água de chuva poderia ser adaptado um sistema de desinfecção da água de chuva após o bombeamento da cisterna;
- Com aprimoramento e melhoria nas instalações das edificações a pesquisa tem demonstrado que pode ocorrer uma considerável redução da contaminação bacteriológica da água de chuva.

## 5. REFERÊNCIAS

ANA, FIESP e SindusCon-SP. **Conservação e reuso de água em edificações**. São Paulo: Prol Editora Gráfica. 2005.

GROUP RAINDROPS. **Aproveitamento da água da chuva**. In: KOBAYAMA, M.; USHIWATA, C.T.; AFONSO, M.A. Editora Organic Trading – Curitiba/PR. 2002.

PROSAB. **Uso racional da água em edificações**. Rio de Janeiro: ABES, 2006.

REBELLO, G.A.O. de. **Conservação de água em edificações: estudo das características de qualidade da água pluvial aproveitada em instalações prediais residenciais**. São Paulo, 2004. 96 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Ambiental) –Área de Mitigação de Impactos Ambientais, Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo.

SILVA, G. da. **Aproveitamento de água de chuva em um prédio industrial e numa escola pública – estudo de caso**. Campinas, SP: [s.n], 2008. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo. Área de Concentração: Saneamento e Ambiente.

SRH e MMA. **Água: Manual de uso**. Implementando o Plano Nacional de Recursos Hídricos. Brasília. 2006.

**Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**, 17º e 20º edições, APHA, AWWA e WPCF. Washington, 1995.

## Legislação Federal

BRASIL, CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução CONAMA nº 20, de 18 de junho de 1986.

BRASIL, CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução CONAMA nº 274, de 29 de novembro de 2000.

BRASIL, CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005.

BRASIL, MINISTÉRIO DA SAÚDE. Portaria nº 518, de 25 de março de 2004.