



## Qualidade ambiental da água de chuva em um prédio industrial

Gilmar da Silva<sup>1</sup>, José E. S. Paterniani<sup>2</sup>, Alisson G. de Moraes<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Prof. Dr. Universidade Nove de Julho / UNINOVE / SP (gilmar@uninove.br)

<sup>2</sup>Prof. Dr. Universidade Estadual de Campinas / UNICAMP / SP (pater@feagri.unicamp.br)

<sup>3</sup>Prof. Dr. Universidade Nove de Julho / UNINOVE / SP (moraes\_ag@uninove.br)

### 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, foi adotado para efeito de comparação dos resultados bacteriológicos 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 da Água. Fábrica.

Área Temática: Gestão Ambiental na Indústria

### Abstract

Nowadays it is essential important to develop alternatives that will promote economy or rationing of drinking water, and one of these ways is to make use of rainwater available in the environment. Thus, it was necessary to evaluate the case study by bacteriological aspects, using the rainwater in a qualitative way in the industrial area. The industrial area was chosen the factory of sleeve bearings Grafimec, located in Araras city (in São Paulo State). Was collected rainwater in Grafimec plant over a year in four distinct points (roof, gutter, filtered tank and cistern) to evaluate the bacteriological aspects of water. Once there is not a law that talks about the subject of rainwater utilization, was adopted for comparison of bacteriological results with Drinking Water Legislation (Portaria 518/04) from Brazilian Ministry of Health. Although there are bacteriological contamination when the results were sufficiently compared with this legislation, the water quality accord the requirement to use of Grafimec plant. It is necessary studies contain the quality of rainwater so that users have the reliability and security in order to use it, preventing public health problems.

Key words: Rainwater. Water quality. Plant.

Theme Area: Industrial Environmental Management



## 1 Introdução

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

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



## 3 Metodologia

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 (Tabela 1), 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.

Tabela 1 - Parâmetros bacteriológicos de qualidade em água de chuva

Coliformes Totais	Coliformes Termotolerantes	Bactérias Heterotróficas
Telhado	Telhado	Telhado
Calha	Calha	Calha
Cisterna	Cisterna	Cisterna
Cisterna Filtrada	Cisterna Filtrada	Cisterna Filtrada

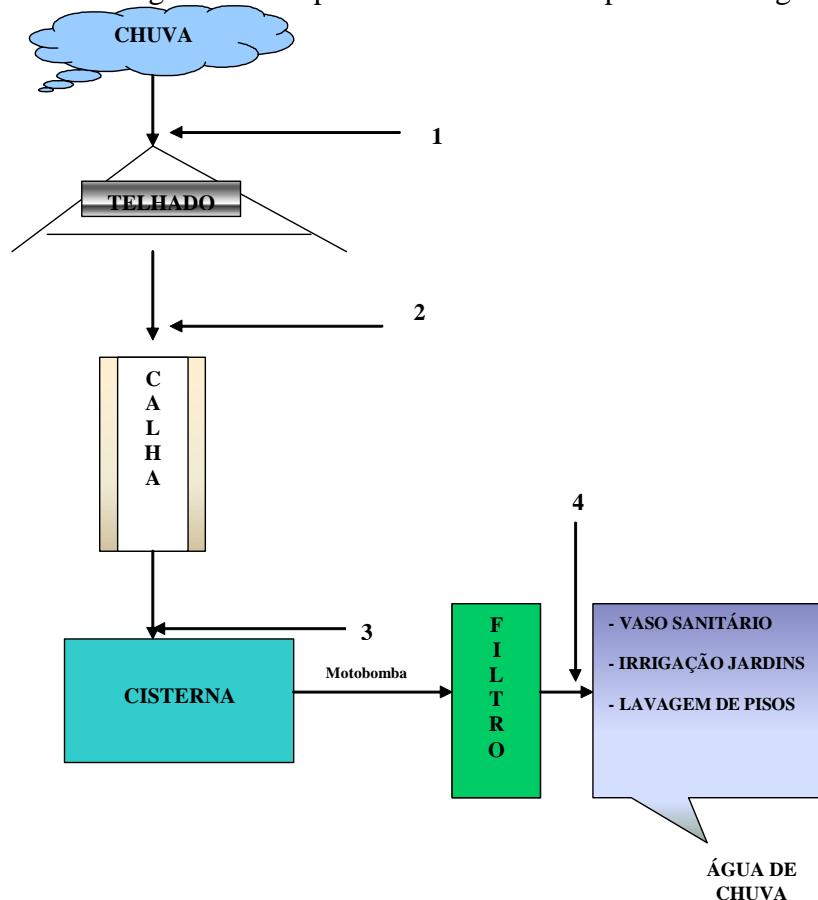
Todos os parâmetros bacteriológicos da Tabela 1 foram analisados pelo laboratório Áquali localizado no município de Araras/SP, seguindo as normas do Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.

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.

### 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





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.

#### 4 Resultados

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.

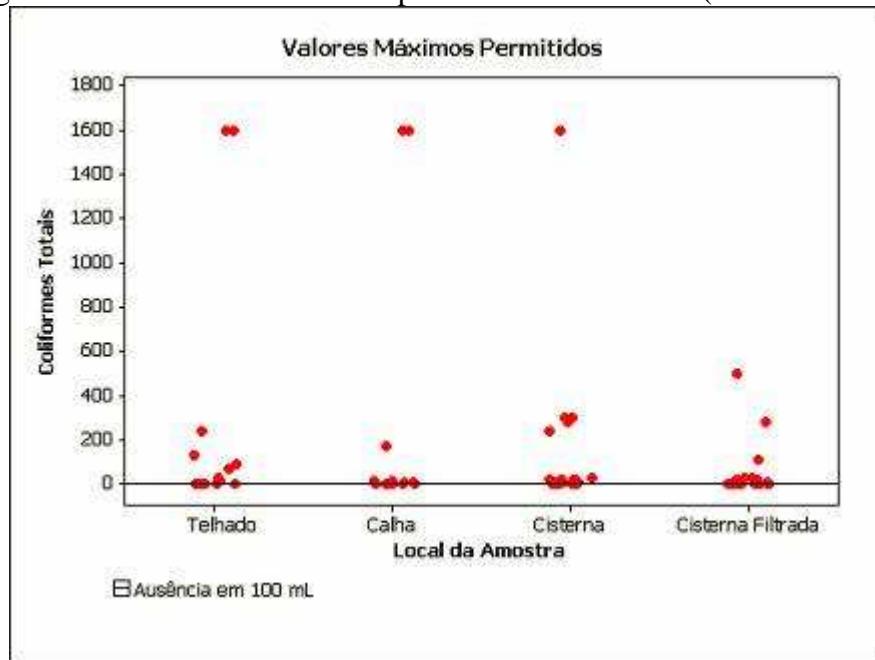
A Tabela 2 apresenta os parâmetros com os seus respectivos Valores Máximos Permitidos (VMP) baseados na Portaria nº 518, segundo o padrão de potabilidade. A água potável deve estar em conformidade com o padrão microbiológico conforme a Tabela 2.

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 3 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).

Figura 3 - Resultado das análises para Coliformes Totais (Portaria nº 518).



Na Figura 3, 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.



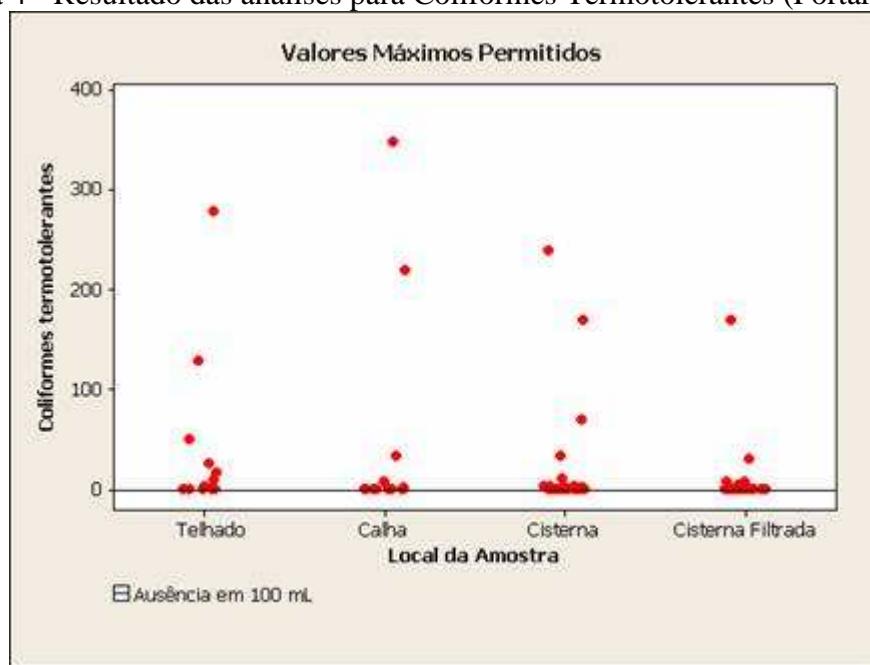
Após essa constatação realizou-se um novo teste e verificou-se que a presença de coliformes totais foi maior na cisterna (P3) quando comparado à cisterna filtrada (P4).

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.

Analizando a Figura 4 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 4 - Resultado das análises para Coliformes Termotolerantes (Portaria 518).



Na Figura 4, 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 4, 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



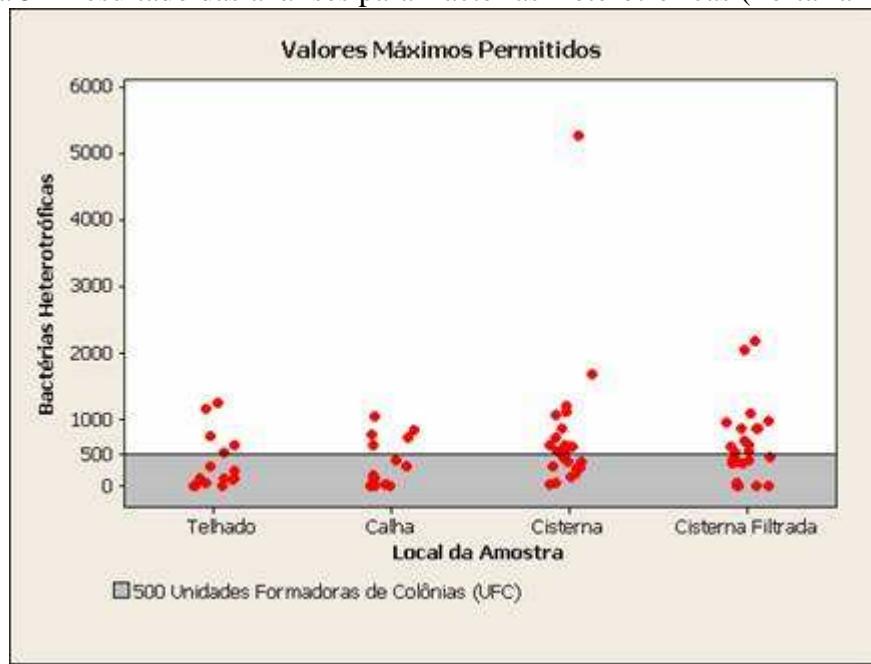
auto-limpante, toda sujeira era armazenada no fundo da cisterna e a mesma só poderia ser limpa quando ocorresse o seu esvaziamento total, fato que nunca aconteceu.

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 5, conforme a Portaria nº 518.

Figura 5 - Resultado das análises para Bactérias Heterotróficas (Portaria nº 518).



A Figura 5 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 permitível, 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 conte com 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.

Esse trabalho de pesquisa objetivou adotar a Portaria 518, para que a mesma servisse de base para comparar os resultados físico, químico e bacteriológico.

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.

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.

## 5 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;
- Nesse trabalho de pesquisa não se pode adotar uma única Resolução e/ou Portaria específica, portanto se faz necessário aplicar 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;
- Práticas de educação ambiental no sentido de preservação dos recursos hídricos adotada pela Fábrica Grafimec, devem ser seguidas como exemplo por outros complexos industriais.

## 6 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: KOBIYAMA, 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,



### 3º Congresso Internacional de Tecnologias para o Meio Ambiente

Bento Gonçalves – RS, Brasil, 25 a 27 de Abril de 2012

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.