

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA PLUVIAL DO MUNICÍPIO DE MEDIANEIRA – PARANÁ, POR MEIO DE ANÁLISES DE PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS

EVALUATION OF THE RAINWATER QUALITY ON THE MEDIANEIRA- PARANÁ BY ANALISYS OF PHYSICO-CHEMICAL PARAMETERS

Bruna dos Santos Cunha¹; Luiz Gustavo Schulz²; Paulo Rodrigo Stival Bittencourt³; Ângela Laufer Rech⁴

^{1,2,3,4} Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR –Medianeira – Brasil

brunacunha_@hotmail.com

RESUMO

O uso e o manejo da terra, proveniente do crescimento populacional acentuado e da industrialização, têm provocado a degradação dos recursos hídricos, tornando este recurso cada vez mais escasso e conseqüentemente mais precioso. Frente a essa problemática, o aproveitamento da água pluvial para fins não potáveis é considerado uma alternativa eficaz para a preservação dos recursos hídricos, pois conserva a água potável somente para usos mais nobres, como o abastecimento humano. Neste contexto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a qualidade da água pluvial do município de Medianeira – PR, por meio de análises de parâmetros físico-químicos representados por pH, turbidez, condutividade elétrica, salinidade, sólidos totais dissolvidos e dureza, e posteriormente verificar, de acordo com os resultados obtidos, a possível utilização desta água em sistemas de resfriamento, geração de vapor e irrigação. Para a avaliação da qualidade da água foram coletadas 8 amostras de água pluvial, no período de 27 de março a 26 de abril de 2010. Os resultados obtidos dos parâmetros físico-químicos demonstraram uma boa qualidade da água, considerando que todos os parâmetros analisados estavam dentro dos limites estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/05, a qual foi utilizada como parâmetro de comparação dos resultados obtidos. Os resultados também indicaram que a água pluvial em estudo apresenta grande potencial de ser utilizada para os fins que foram propostos (uso industrial e irrigação).

Palavras-chave: recursos hídricos; água pluvial; uso da água.

ABSTRACT

The use and soil management, due the growth population and industrialization, have caused the water resources degradation, making this resource increasingly scarce and, therefore, more precious. Face to this problem, the utilization of rainwater to the not potable purposes is considered an effective alternative for the water resources preservation, this practice conserves water just to the most noble ends, such as human consumption. This paper evaluated the quality of rainwater in Medianeira - PR, through the physic-chemical parameters, like pH analysis, turbidity, conductivity, salinity, total dissolved solids and hardness, and then checking the results, to the possible use of this water in cooling systems, steam generation and irrigation. To the assessment of water quality, eight samples of rainwater were collected from March 27 to April 26, 2010. The results of analyzed parameters showed good water quality, considering that all parameters were within the patterns established by CONAMA Resolution 357/05, which were used as a comparison of the results. The results also indicated that the rainwater in this study has great potential to be used in the proposed aims (industrial use and irrigation).

Keywords: hidric resources; rainwater; water use.

1 INTRODUÇÃO

A água encontrada na natureza é considerada uma substância primordial para a vida no nosso planeta, tanto para as espécies vegetais quanto para as animais. Para May (2004) a água é caracterizada como o principal recurso natural, sendo indispensável para o desenvolvimento dos seres vivos e de inúmeras atividades humanas como: comerciais, industriais, agrícolas e culturais.

Ela é um recurso natural de valor econômico, estratégico e social, essencial à existência e bem estar do homem e à manutenção dos ecossistemas do planeta, considerada um bem comum a toda a humanidade (JAQUES, 2005). No entanto, o uso e o manejo da terra de forma desordenada têm provocado a degradação deste recurso, pois houve um aumento expressivo não só no consumo, mas também na poluição dos recursos hídricos, tornando este bem cada vez mais escasso e conseqüentemente mais precioso.

Mediante o exposto, ligado a premissa de preservação ambiental, de minimização e de reutilização de recursos, faz-se necessário ações que visem buscar alternativas para conservação dos recursos hídricos. Uma das formas é a obtenção e o aproveitamento da água pluvial, a qual pode ser utilizada para diversas finalidades, como o uso doméstico, industrial e agrícola.

Além de colaborar com a diminuição da escassez, com o aproveitamento da água pluvial, pode-se evitar outro problema relevante, que é o seu acúmulo nas vias públicas, ocasionando as enchentes, as quais prejudicam o dia-a-dia de milhares de pessoas.

Nesse sentido, o presente estudo teve como objetivo avaliar a qualidade da água pluvial do município de Medianeira – Paraná, por meio da análise de parâmetros físico-químicos e posteriormente verificar, de acordo com os resultados obtidos, a possível utilização desta água para a geração de vapor (caldeiras), torres de resfriamento e irrigação.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar a qualidade da água pluvial do município de Medianeira – PR, por meio de análises de parâmetros físico-químicos.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1) Avaliar a qualidade da água pluvial do município de Medianeira – PR, por meio das análises dos parâmetros físico-químicos, como sólidos totais dissolvidos (STD), condutividade elétrica, pH, salinidade, turbidez e dureza.

2) Verificar, de acordo com os resultados das análises, a viabilidade do uso desta água para a geração de vapor, trocador de calor (torre de resfriamento) e irrigação. Tendo em vista que estas atividades utilizam grandes volumes de água potável.

3) Contribuir com a ampliação de estudos referentes a qualidade e aproveitamento da água pluvial, visando a preservação dos recursos hídricos.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 DISPONIBILIDADE HÍDRICA NO MUNDO

Entre os recursos naturais que o homem dispõe, a água é considerada como um dos mais importantes para sua sobrevivência, porém sua disponibilidade não é ilimitada e sua demanda é crescente, sendo assim torna-se essencial preservá-la e controlá-la (DERISIO, 2000).

Segundo Philippi Jr *et al.* (2004), a água é a substância mais abundante na biosfera, está distribuída nos estados líquido, sólido e gasoso pelos oceanos, rios, lagos, calotas polares e geleiras, no ar e no subsolo, sendo assim considerada a substância mais importante para toda a vida na Terra.

Ainda que a maior parte da Terra esteja coberta por água, apenas uma pequena quantidade desta é utilizável, pois mais de 97% da água disponível no planeta está nos mares e oceanos, indisponível para beber. Três

quartas partes da água doce estão presas nas geleiras e calotas polares. Já os lagos e rios, que são as principais fontes de água potável, constituem menos de 0,01% do total de água do mundo (BAIRD, 2002).

A América do Sul possui 26% da quantidade total de água do mundo, sendo superada somente pela Ásia que tem 36% do total, porém é o continente que possui a maior população, apresentando mais de 50% da população mundial, enquanto na América do Sul há apenas 6% da população (Tabela1).

Tabela 1 - Relação entre a disponibilidade de água e a população nos continentes

Continente	Água (%)	População (%)
América do Norte e Central	15	8
América do Sul	26	6
Europa	8	13
África	11	13
Ásia	36	60
Austrália e Oceania	5	1

Fonte: UNESCO (2003 *apud* Macêdo 2004).

3.2 REÚSO DA ÁGUA

O reúso da água, segundo Braga *et al.* (2005), apresenta-se como alternativa mais aceitável para suprir as demandas menos restritivas, visando utilizar as águas de qualidade superior para usos mais nobres. A escassez de água nas regiões urbanas traz vários prejuízos para a população, uma vez que limita a atividade econômica e retarda o progresso da região. Infelizmente, essa realidade vem acontecendo em vários locais onde o abastecimento de água se encontra ameaçado por problemas relacionados tanto com a quantidade quanto com a qualidade da água (GONÇALVES; JORDÃO, 2006).

Neste contexto, a principal vantagem da utilização da água de reúso é a conservação das águas potáveis, que são destinadas somente para atender os usos mais nobres, como o abastecimento doméstico. Já as atividades menos restritivas podem ser supridas com a utilização de águas de qualidade inferior, porém que contenha a qualidade necessária para tal finalidade (FIORI *et al.*, 2006).

Segundo Gonçalves e Jordão (2006), a utilização de fontes alternativas de água é uma importante medida de racionalização, pois evita o uso das fontes tradicionais de

suprimento como os mananciais subterrâneos ou superficiais.

Além disso, no que diz respeito às indústrias, o reúso de água possibilita a redução nos custos de produção, bem como a melhoria da imagem da empresa junto a sociedade na qual está inserida (CROOK, 1996 *apud* Sautchúk *et al.*, 2004).

3.3 APROVEITAMENTO DA ÁGUA PLUVIAL

O aproveitamento da água pluvial consiste em utilizar essa água como fonte alternativa para fins não potáveis. É uma fonte alternativa importante também nas regiões onde o regime pluviométrico é abundante, pois não há necessidade de deixar esta água ir embora sem ter o seu aproveitamento (FIORI *et al.*, 2006).

Apesar de parecer algo novo a utilização da água pluvial pelo homem para a produção de alimentos, criação de animais e até mesmo consumo humano acontece há milhares de anos (JAQUES, 2005). O aproveitamento da água pluvial tem sido uma prática empregada por diferentes civilizações ao longo do tempo. Passando pelo Oriente, Oriente Médio, Europa, Incas, Maias e Astecas na América Latina, relatos de armazenamento da água pluvial remontam a sistemas construídos e operados há mais de 2.000 anos (Philippi *et al.*, 2006).

De acordo com May (2004), o aproveitamento da água pluvial para uso doméstico, industrial e agrícola está ganhando destaque em várias partes do mundo, sendo considerado um meio eficaz para diminuir a questão da escassez da água.

No Brasil, segundo Mano (2004), a água pluvial vem se tornando cada vez mais importante, principalmente na região do semi-árido, pois a falta de água nestes locais tem provocado grandes problemas não só de ordem política e econômica, mas principalmente pessoal para os brasileiros que sofrem com esse problema.

As áreas urbanas das cidades muitas vezes sofrem com a falta de água para abastecimento, em virtude da elevada concentração populacional. De encontro a isso o

aproveitamento da água pluvial ao invés de causar problemas traz inúmeros benefícios para a população (JAQUES, 2005).

A água pluvial geralmente é boa para várias finalidades, inclusive para beber, exceto em locais com elevada poluição atmosférica. Ainda pode ser utilizada na lavagem de vasos sanitários, lavagem de veículos, lavagem de pisos e na irrigação de jardins. Nas indústrias, pode ser empregada no resfriamento de telhados e máquinas, climatização interna, lavanderia industrial, limpeza industrial, entre outros (JAQUES, 2005).

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL DE ESTUDO

O estudo foi desenvolvido no município de Medianeira – PR, sendo que as coletas das amostras da água pluvial foram feitas na Estação Meteorológica da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) – *Campus Medianeira* e as análises físico-químicas foram realizadas no Laboratório de Química Ambiental da UTFPR.

4.2 COLETAS DAS AMOSTRAS

As coletas de água aconteceram entre o período de 27 de março a 26 de abril de 2010, totalizando 8 coletas. A captação da água foi realizada com a utilização de um recipiente plástico, o qual estava localizado na cobertura da Estação Meteorológica, a fim de coletar diretamente a água pluvial, pois neste local não há interferência de telhados, edifícios, árvores ou outros elementos que venham intervir nos resultados das avaliações dos parâmetros físico-químicos.

Posteriormente esta água era transferida para garrafas de polietileno (tipo PET), as quais eram refrigeradas para análises físico-químicas.

4.3 PARÂMETROS ANALISADOS

Para a determinação da qualidade da água pluvial coletada foram realizadas as análises físico-químicas apresentadas na Tabela 2.

Tabela 2 - Parâmetros Físico-Químicos Avaliados

Parâmetro	Unidade	Método
pH	-	pHmetro <i>Hanna</i> - Modelo pH 21
Condutividade Elétrica (CE)	$\mu\text{S.cm}^{-1}$	Sonda Multiparâmetro <i>Hanna</i> - Modelo HI 769828
Sólidos totais dissolvidos (STD)	mg.L^{-1}	Sonda Multiparâmetro <i>Hanna</i> - Modelo HI 769828
Salinidade	-	Sonda Multiparâmetro <i>Hanna</i> - Modelo HI 769828
Turbidez	NTU	Turbidímetro Polilab – Modelo AP – 1000 II
Dureza	mg.L^{-1}	Método Titulométrico – (EDTA) (APHA,1998)

4.4 NORMA PARA APROVEITAMENTO DE ÁGUA PLUVIAL

Uma vez que ainda não existe uma legislação específica para o aproveitamento da água pluvial, estabelecendo os padrões de qualidade que esta água deve possuir em função dos diversos usos que dela podem ser feitos, adotou-se no presente estudo como padrões de comparação os valores estipulados na Resolução CONAMA nº 357/05, para águas doces - Classe I.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 DADOS PLUVIOMÉTRICOS DO PERÍODO DAS COLETAS

Os dados pluviométricos do local de estudo são referentes ao período em que realizou-se as coletas de água pluvial, os dados foram obtidos junto a Estação Meteorológica da UTFPR – Medianeira.

Como é possível observar na Figura 1, no total foram coletadas oito amostras de água e a precipitação total neste período foi de 350,40 mm. As amostras foram coletadas em dias que apresentaram um grande volume de água precipitada, sendo que somente 3 amostras foram coletadas em dias que o volume de chuva foi menor que 20,0 mm. A maior precipitação ocorreu no dia 25/04 e o no dia 05/04 houve o menor volume de água pluvial, apenas 3,4 mm.

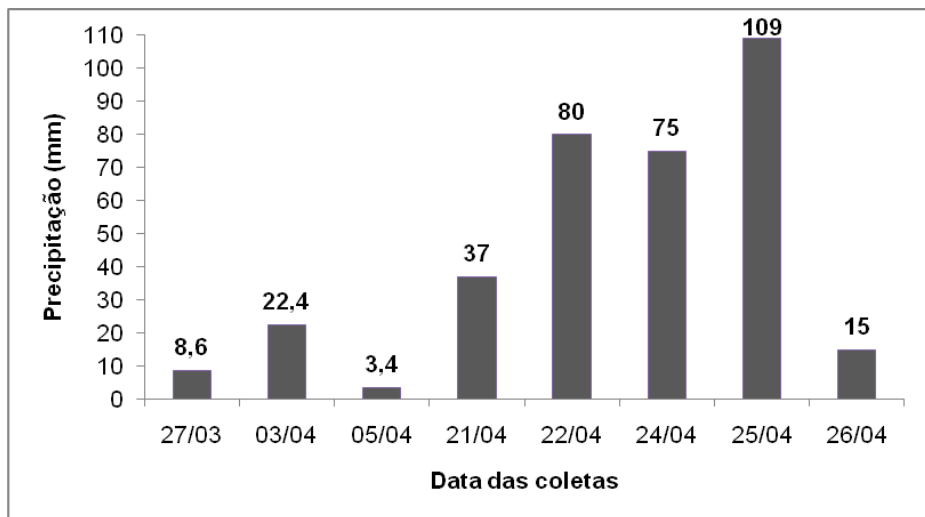


Figura 1 – Quantidade de água pluvial precipitada no período das coletas

Em geral, a média dos resultados demonstra que a água pluvial possui característica levemente ácida, com pH em torno de 6,43. Porém o pH ainda está dentro do limite mínimo instituído pela legislação, que é de 6,00. May (2004), ao analisar a qualidade da água pluvial da cidade de São Paulo - SP obteve uma média ainda menor, de 4,90, indicando um caráter mais ácido ainda. Isto evidentemente está relacionado ao fato de São Paulo ser considerado um grande centro urbano, apresentando um grau de poluição bem maior que do município do presente estudo.

5.2 PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS

5.2.1 Potencial Hidrogênioônico

Por meio da Figura 2, pode-se observar que os resultados obtidos do pH das amostras de água pluvial analisadas não apresentaram grandes alterações, variando de 5,70 a 7,15. Jaques (2005), afirma que valores de pH abaixo de 5,60 demonstram que a água pluvial apresenta-se poluída com ácidos fortes, como por exemplo o gás sulfídrico (H_2S) e o ácido nítrico (HNO_3), provenientes de processos de combustão, este fato ocorre principalmente nos centros urbanos onde a queima de combustíveis fósseis dos veículos automotores é muito maior.

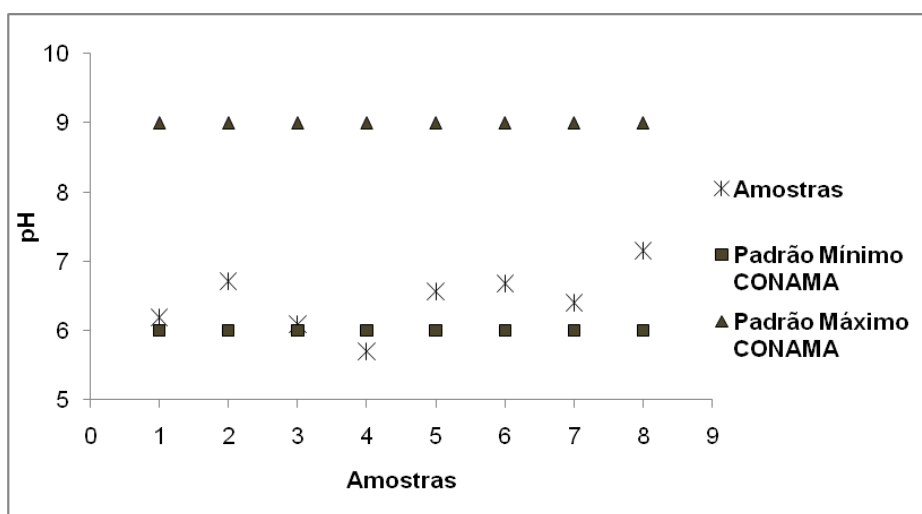


Figura 2 - Valores de pH encontrados nas amostras analisadas

Para utilização industrial, na maioria dos processos o pH é um parâmetro que domina a grande parte das reações. (VALLE *et al.*, 2007). Diante disso, essa água apresenta um caráter ácido para uso industrial, nos sistemas de refrigeração e geração de vapor, já que o valor recomendado por Crook (1996 *apud* Sautchúk *et al.*, 2004), para estes usos deve ser de 6,90 a 10,00. Porém, sua utilização na irrigação se torna possível, pois os valores encontrados estão dentro dos limites estipulados pela legislação, de 6 a 9.

5.2.2 Sólidos Totais Dissolvidos

A presença de sólidos em suspensão ou dissolvidos na água pluvial, na maioria das vezes está associada à presença de poluentes atmosféricos, poeiras e fuligens (GONÇALVES; JORDÃO, 2006).

De acordo com a resolução CONAMA nº 357/05, o limite máximo para o parâmetro STD é de 500 mg/L e, como pode ser visualizado na Figura 3, em todas as amostras esse limite não foi ultrapassado, apresentando valores bem inferiores ao permitido.

Oliveira (2008), ao estudar a qualidade da água pluvial da cidade de Ouro Preto - MG obteve uma média de 60,73 mg/L de sólidos totais dissolvidos. Sendo assim, mesmo

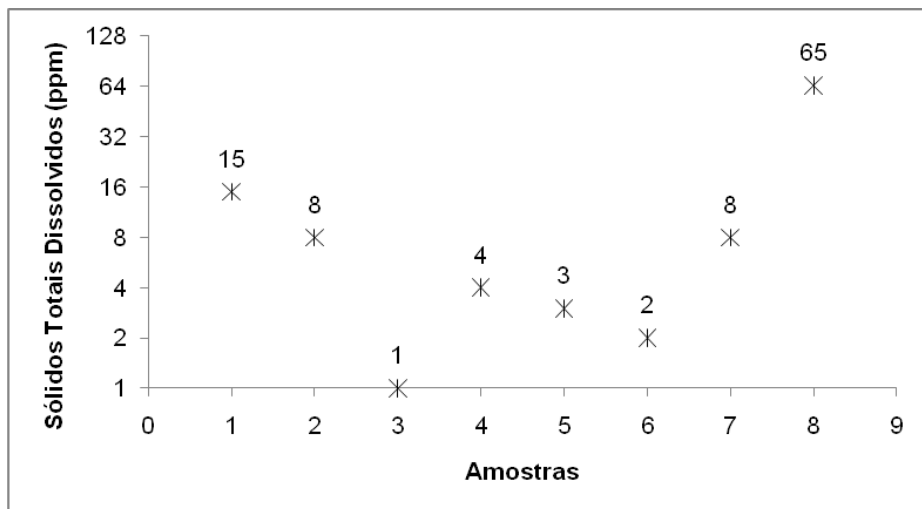


Figura 3 - Valores de sólidos totais dissolvidos nas amostras analisadas

com uma elevada concentração de sólidos na amostra do dia 26/04, de 65 mg/L, verifica-se que a água pluvial do município de Medianeira apresenta pouca concentração de sólidos em sua composição, pois a média deste parâmetro foi de apenas 13,25 mg/L.

Por apresentar baixa concentração de sólidos dissolvidos, verifica-se que essa água pode ser utilizada para uso industrial, em sistemas de resfriamento e geração de vapor, pois de acordo com Crook (1996 *apud* Sautchúk *et al.*, 2004), a concentração de sólidos dissolvidos nas águas destes sistemas pode variar de 200 a 500 mg/L.

acarretar a salinidade do solo, afetar a atividade osmótica das plantas, bem como prejudicar o aproveitamento de nutrientes do solo.

5.2.4 Condutividade Elétrica

Os valores encontrados de condutividade tiveram pouca diferença entre a maioria das amostras analisadas, porém os resultados variaram de 1 (amostra 3) a 130mScm⁻¹ (amostra 8). Como observado anteriormente no gráfico de salinidade (Figura 4), a alta concentração de sais na amostra 8 contribuiu com o aumento da

condutividade elétrica desse dia. Tendo em vista que para Mota (1995), quanto maior for a concentração de sais,

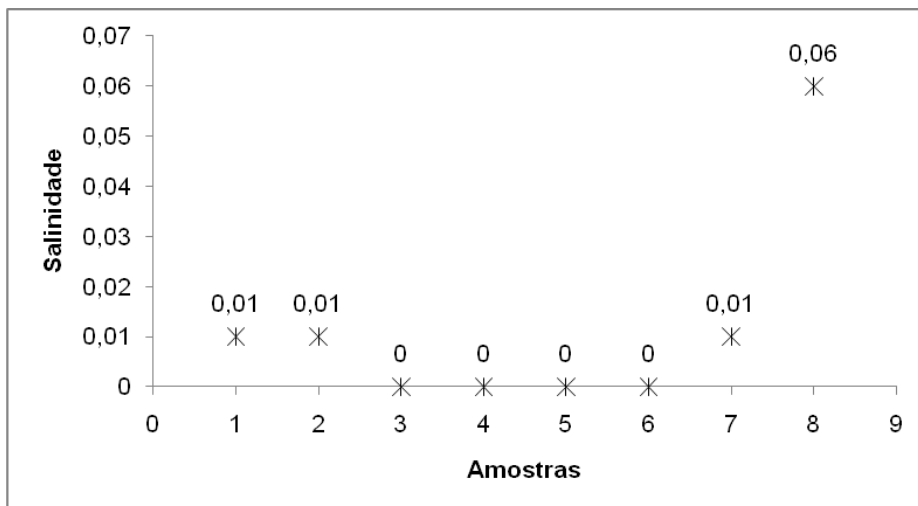


Figura 4 – Concentração de sais nas amostras

5.2.3 Salinidade

Os valores de salinidade encontrados na água pluvial podem ser visualizados na Figura 4, pode-se observar que a maioria dos valores ficou entre 0 e 0,01, ocorrendo apenas uma discrepância na amostra 8, a qual apresentou a salinidade de 0,06.

Como visto, a média de salinidade da água analisada é extremamente baixa, ou seja, praticamente não apresenta sais em sua composição, podendo assim ser utilizada tranquilamente para irrigação. Para Braga *et al.* (2005), a concentração de sais nas águas destinadas a irrigação é um fator de suma importância, pois o excesso de sais pode

maior será a condutividade elétrica da água. Estes resultados podem ser melhor compreendidos com a Figura 5.

Além disso, Philipi Jr *et al.* (2004), afirmam que a medida que sólidos dissolvidos são adicionados, aumenta-se a condutividade elétrica da água. Isso é possível constatar nos resultados obtidos para esse parâmetro, tendo em vista que a concentração de STD também foi maior na amostra 8.

Considerando que a média de condutividade elétrica foi baixa (27 mS cm⁻¹), segundo Mota (1995), esta água

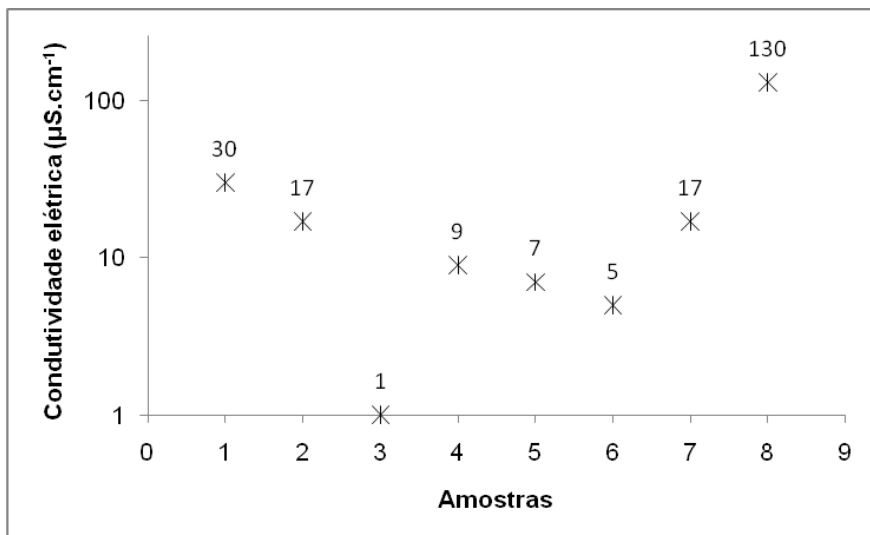


Figura 5 – Valores encontrados de condutividade elétrica

pode ser utilizada na irrigação de culturas, sem comprometer o solo e o desenvolvimento das plantas, pois valores de C.E abaixo de 750mS cm⁻¹ apresentam baixo risco de salinidade para o solo.

5.2.5 Turbidez

Os teores de turbidez encontrados na água pluvial podem ser observados na Figura 6, onde é possível constatar que os valores não sofreram grandes variações, com exceção da amostra 8, que mesmo apresentando o maior valor encontrado, ainda está bem abaixo do limite estabelecido pela CONAMA 357/05, que é de 40 Unidade Nefelométrica de Turbidez (NTU).

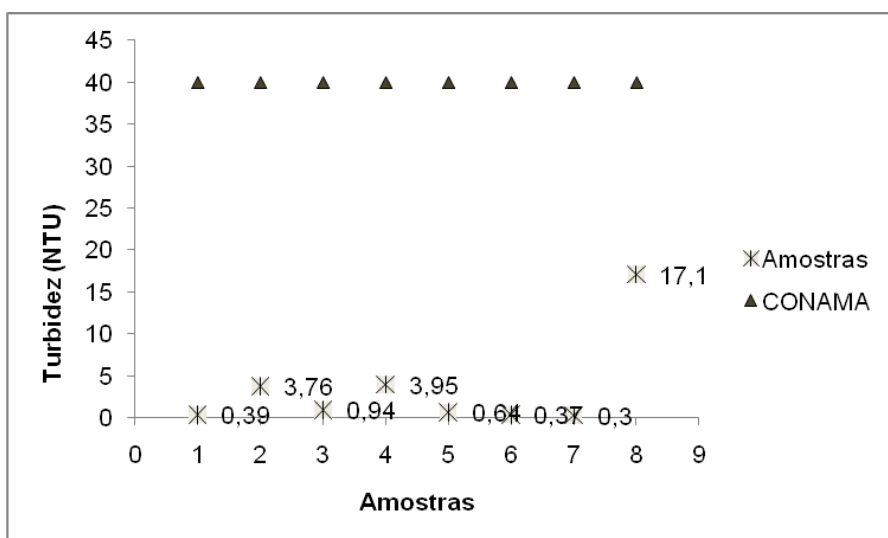


Figura 6 - Valores de turbidez nas amostras analisadas

A amostra do dia 26/04 apresenta um teor maior de turbidez, pois como visto anteriormente a concentração de sólidos dissolvidos desta mesma amostra também foi maior. Isto deve-se ao fato da turbidez estar relacionada com a presença de partículas sólidas na água (MOTA, 2006).

Jaques (2005), ao estudar a qualidade da água pluvial do município de Florianópolis – SC obteve uma média semelhante a do presente estudo, de 4,70 NTU, permanecendo também dentro dos limites estabelecidos pela resolução vigente. Já a média encontrada para

turbidez nas amostras analisadas foi de apenas 3,43 NTU.

Por meio destes resultados averigua-se que, em relação ao parâmetro turbidez, esta água encontra-se dentro dos limites estabelecidos para ser utilizada em sistemas de refrigeração, que segundo CROOK, 1996 *apud* Sautchúk *et al.*, 2004, é de 50 NTU.

5.2.6 Dureza

A água pluvial analisada não apresentou valores significativos de cálcio (Ca) e magnésio (Mg) em sua composição, sendo que nas amostras analisadas este valor foi próximo a zero. De acordo com Richter e Netto (1991) valores abaixo de 50 mg CaCO₃/ L caracterizam a água como mole.

Os valores de dureza encontrados indicam que esta água pode ser utilizada em processos industriais, como sistemas de resfriamento e geração de vapor (caldeiras), que necessitam de baixos teores de dureza. Águas com elevados teores de cálcio e magnésio no interior dos equipamentos provocam a redução da eficiência da troca de calor (PERA, 1990 *apud* VALLE *et al.*, 2007). Nas caldeiras estes íons formam incrustações, provocando entupimentos, que pode causar uma explosão do equipamento (MACÊDO, 2004).

Além disso, Crook (1996 *apud* Sautchúk *et al.*, 2004), afirma que a dureza tanto para águas de caldeiras quanto para águas de resfriamento pode variar de 0,07 a 650 mg CaCO₃ / L.

CONCLUSÕES

De maneira geral, com os resultados obtidos das análises da água pluvial pode-se concluir que os valores alcançados para todos os parâmetros analisados estavam dentro dos limites estabelecidos pela resolução CONAMA nº 357/05.

A partir dos resultados encontrados para os parâmetros dureza, sólidos dissolvidos e turbidez, verificou-se que esta água pode ser aproveitada em sistemas de refrigeração e geração de vapor, no entanto o pH foi considerado ácido para tal uso, pois ficou abaixo de 6,9. Devendo então receber um ajuste. Além disso, por apresentar uma baixa concentração de sais em sua composição e por estar em conformidade com a legislação, a utilização dessa água na irrigação se torna viável, sem risco de causar salinidade do solo.

Os resultados alcançados das análises foram bastante significativos, uma vez que os resultados mostraram a relação existente entre os parâmetros analisados. Esta relação foi confirmada na amostra 8, a qual apresentou um elevado valor em todos os parâmetros.

Neste sentido, pretendeu-se com este trabalho não só demonstrar a qualidade, mas também o potencial que a água pluvial possui para ser aproveitada em diversas finalidades que utilizam grandes volumes, mas que dispensam o uso de água potável, reservando - a apenas para fins mais nobres, visando assegurar a conservação dos recursos hídricos.

REFERÊNCIAS

- BAIRD, C. **Química Ambiental**. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2002.
- BRAGA, B *et al.* **Introdução à Engenharia Ambiental**. 2. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005.
- DERISIO, J. C. **Introdução ao controle de poluição ambiental**. 2. ed. São Paulo: Signus, 2000.
- FIORI, S *et al.* **Avaliação qualitativa e quantitativa do reuso de águas cinzas em edificações**. Porto Alegre, n. 1, v. 6., p. 19-30, 2006.
- GONÇALVES, R. F; JORDÃO, E. P. **Uso racional da água em edificações**. Rio de Janeiro: ABES, 2006. Disponível em < <http://www.finep.gov.br/prosab/produtos.htm>>, acesso em 15/04/2010.
- JAQUES, R. C. **Qualidade da água pluvial no município de Florianópolis para aproveitamento em edificações**. 2005. 102p. Dissertação de Mestrado – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.
- MACÊDO, J. A. B de. **Águas e Águas**. 2. ed. Belo Horizonte: CRO-MG, 2004.
- MANO, R. S. **A captação residencial de água pluvial para fins não potáveis em Porto Alegre: aspectos básicos da viabilidade e benefícios do sistema**. 2004. 177p. Dissertação de Mestrado – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.
- MAY, S. **Estudo da viabilidade do aproveitamento de água pluvial para consumo não potável em edificações**. 2004. 189p. Dissertação de Mestrado - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.
- MOTA, S. **Introdução à Engenharia Ambiental**. 4. ed. Rio de Janeiro: ABES, 2006.
- MOTA, S. **Preservação e Conservação de Recursos Hídricos**. 2. ed. Rio de Janeiro: ABES, 1995.
- OLIVEIRA, F. M. B de. **Aproveitamento de água de chuva para fins não potáveis no Campus da Universidade Federal de Ouro Preto, Minas Gerais**. 2008. 114 p. Dissertação de Mestrado – Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2008.
- PHILIPPI JR, A *et al.* **Curso de gestão ambiental**. Barueri: Manole, 2004.
- RICHTER, C. A; NETTO, J. M. de A. **Tratamento de Água**. 1. ed. São Paulo: Blucher, 1991.
- SAUTCHÚK, C. A *et al.* **Conservação e Reúso de Água - Manual de Orientações para o Setor Industrial – FIESP/CIESP**. v.1. São Paulo, 2004. 90 p. Disponível em < <http://www.fiesp.com.br/publicacoes/meio-ambiente.aspx>>, acesso em 20/04/2010.
- VALLE, J. A. B *et al.* **Captação e avaliação da água da chuva para uso industrial**. n. 2, v. 9., p. 62-72, 2007.

Artigo enviado: 17 de junho de 2010

Artigo aceito: 20 de junho de 2011