

IX-085 – AVALIAÇÃO DO POTENCIAL DE REUSO DE ÁGUAS PLUVIAIS NA UNIVERSIDADE DE RIBEIRÃO PRETO (UNAERP)

Lacyr João Suerzut⁽¹⁾

Mestre em Tecnologia Ambiental pela Universidade de Ribeirão Preto (UNAERP).

Wagner Luis Massarotto⁽²⁾

Mestre em Tecnologia Ambiental pela Universidade de Ribeirão Preto (UNAERP).

Thiago Oliveira de Souza⁽³⁾

Aluno de Iniciação Científica do curso de Engenharia Química da Universidade de Ribeirão Preto (UNAERP).

Cristina Filomena P. Rosa Paschoalato⁽⁴⁾

Professora Pesquisadora da Universidade de Ribeirão Preto (UNAERP).

Luciano Farias de Novaes⁽⁵⁾

Professor Pesquisador da Universidade de Ribeirão Preto (UNAERP).

Endereço⁽⁵⁾: Unaerp Campus Ribeirão Preto - Av. Costábile Romano, 2.201 Ribeirânia - Ribeirão Preto-SP - CEP 14096-900 (16) 3603-7000 - e-mail: luciano@thesis.eng.br

RESUMO

Uma das fontes de reuso usualmente difundida nos últimos anos é a armazenagem da água de chuva com a finalidade de proceder a sua reutilização. No entanto para realizar esta reutilização não basta simplificar e atribuir parâmetros menos exigentes sob a ótica de que a mesma será utilizada para aplicações “menos” nobres. Nem tampouco analisar o reuso sob o ponto de vista puramente econômico em relação à obtenção de água mais facilmente e gratuitamente. Desta forma deve-se levar em consideração que a qualidade da água será muito importante devido aos problemas e doenças que a mesma poderá acarretar se esta for reutilizada fora dos parâmetros propostos por órgãos reguladores ou normas. Os aspectos econômicos são aqueles que mais se sobressaem pois seria natural um leigo imaginar que, se a captação da água proveniente de precipitação é praticamente gratuita, sua utilização será plenamente viável dentro de qualquer análise econômica. Por outro lado, a análise do reuso de águas residuárias ou de precipitação, sob a ótica do binômio qualidade/aplicação, será muito importante para se evitar danos à saúde pública. Desta forma o presente estudo tem por finalidade analisar o reaproveitamento da água de chuva nos estabelecimentos da Universidade de Ribeirão Preto (UNAERP), situada no município de Ribeirão Preto, Brasil, visando demonstrar a real potencialidade de reuso das referidas águas em atividades menos nobres que aquele destinado à água potável, tendo como meta a redução dos custos e conscientização ambiental. Os resultados obtidos permitiram concluir que a qualidade da água de chuva, quanto à turbidez e ao pH, possuem padrões dentro da faixa proposta pela SABESP. Tais valores já indicam a viabilidade da água de precipitação pluviométrica para a utilização em lavagem de pisos, rega de plantas e descarga sanitária. Porém, serão necessários estudos para a verificação das amostras com referência à microbiologia presente na mesma para a otimização de processos com vistas a adequar o recurso para a utilização.

PALAVRAS-CHAVE: água de chuva, reuso, uso da água.

INTRODUÇÃO

O agravamento da escassez de água, devido ao crescimento populacional e às atividades industriais, pressiona para elaboração de leis e normas que restringem o uso da água, elevam os custos para sua obtenção e impõem maiores controles sobre o tratamento e lançamento de efluentes. Assim, as técnicas de conservação e reuso de água passam a ser elementos diferenciados nos resultados das empresas que as utilizam, além, é claro, do evidente benefício para a sociedade e meio ambiente.

Toda atividade humana é permeada pelo uso da água, quer seja em processos produtivos (agricultura e industrial) ou consumo humano, sendo portanto indiscutível a importância dos recursos hídricos para o desenvolvimento de uma determinada região. Desta forma a proposição de novas técnicas que visam a redução do desperdício e reutilização deste bem finito torna-se cada vez mais em pauta nas discussões ambientais atuais. É óbvio que qualquer projeto necessita de um estudo de viabilidade, sendo esta baseada no início na viabilidade econômica vislumbrada, quando da possibilidade de racionalização do uso e economia de recursos.

Uma das fontes de reuso usualmente difundida nos últimos anos é a armazenamento da água de chuva com a finalidade de proceder a sua reutilização, bem como o reuso de águas residuárias de processos indústrias. No entanto para realizar esta reutilização não basta simplificar e atribuir parâmetros menos exigentes sob a ótica de que a mesma será utilizada para aplicações “menos” nobres. Nem tampouco analisar o reuso sob o ponto de vista puramente econômico em relação à obtenção de água mais facilmente e gratuitamente. Desta forma deve-se levar em consideração que a qualidade da água será muito importante devido aos problemas e doenças que a mesma poderá acarretar se esta for reutilizada fora dos parâmetros propostos por órgãos reguladores ou normas. Sabe-se que a qualidade da água está intrinsecamente relacionada ao tipo de utilização ao qual o uso da mesma estará dirigido.

Os aspectos econômicos são aqueles que mais se sobressaem pois seria natural um leigo imaginar que, se a captação da água proveniente de precipitação é praticamente gratuita, sua utilização será plenamente viável dentro de qualquer análise econômica.

Por outro lado, a análise do reuso de águas residuárias ou de precipitação, sob a ótica do binômio qualidade/aplicação, será muito importante para se evitar danos à saúde pública. Além do fato de que tais danos poderão ser motivos de ações judiciais, seja por parte do Ministério Público (MP) ou de indivíduos ou comunidades eventualmente prejudicadas; e que tais ações poderão causar perdas muito maiores que os ganhos propiciados pelo reuso da água residuária ou de precipitação.

Desta forma o presente estudo tem por finalidade analisar o reaproveitamento da água de chuva nos estabelecimentos da Universidade de Ribeirão Preto (UNAERP), situada no município de Ribeirão Preto, Brasil, visando demonstrar a real potencialidade de reuso das referidas águas em atividades menos nobres que aquele destinado à água potável, tendo como meta a redução dos custos e conscientização ambiental.

MATERIAIS E MÉTODOS

A água residuária analisada no presente estudo é a proveniente das precipitações ocorridas sobre as coberturas dos estabelecimentos da Universidade de Ribeirão Preto (UNAERP), situada no município de Ribeirão Preto – SP, Brasil. Para a coleta desta água foram realizados duas (02) armadilhas em dois (02) prédios distintos. Ressalta-se que estes prédios foram escolhidos propositalmente em virtude das suas coberturas serem de matérias diferentes. Estes blocos são: bloco D (Engenharia Química) e bloco da manutenção da universidade. A cobertura do bloco D é de telha cerâmica e do bloco da manutenção é de telha metálica. Estas armadilhas consistem de caixas d’água de PVC de volume 2000 litros, conectada diretamente na saída das calhas das coberturas. Nas Figuras 1 e 2 são apresentados as fotografias das armadilhas montadas para coletar as águas proveniente das precipitações.

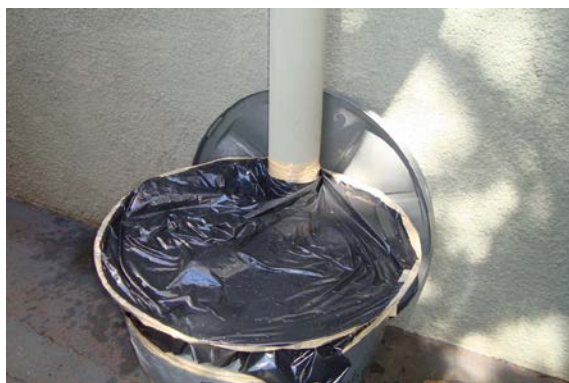


Figura 1. Armadilha montada para a coleta de água pluvial.



Figura 1. Armadilha montada para a coleta de água pluvial.

Foram realizados análises físico químicas nas águas provenientes das precipitações ocorridas sobre os estabelecimentos UNAERP . Desta forma foram realizadas as seguintes análises: concentrações de matéria orgânica nas formas não filtrada como demanda química de oxigênio (DQO) e Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), nitrogênio amoniacal (N_{amon}), nitrogênio orgânico (N_{org}), fósforo (P) sólidos totais (ST), sólidos totais voláteis (STV), sólidos suspensos totais (SST) e sólidos suspensos voláteis (SSV), além da

medida do pH e coliformes fecais. As análises foram realizadas segundo o *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (1998). Todas as análises foram feitas em duplicatas.

De acordo com os dados de normais climatológicas, período de 1937 a 2009, do Instituto Agrônomo (IAC) e da Estação Climatológica da UNAERP a precipitação média anual na cidade de Ribeirão Preto é igual a 1.460,6 mm.

Para o cálculo da área coberta de todos os prédios da UNAERP utilizou-se imagem de satélite e o programa de geoprocessamento SPRING (software gratuito e de autoria do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Na Tabela 1 são apresentados os resultados da caracterização físico-química da água pertinente a precipitação ocorrida nas coberturas do bloco da manutenção e do bloco D (Engenharia Química).

Tabela 1. Caracterização físico química da água pertinente as precipitações ocorridas na UNAERP.

Parâmetro	Unidade	Cobertura do prédio da manutenção		Cobertura do prédio da Engenharia Química	
		Resultado	Duplicata	Resultado	Duplicata
Cor Real	uH	10	9	13	14
Cor Aparente	uH	16	18	60	57
Turbidez	uT	2,59	2,67	9,4	12,3
Dureza	mg/L	29,01	29,7	6,54	6,63
pH		6,38	6,4	5,88	5,76
DQO	mg/L	<5	<5	<5	<5
DBO 5 dias a 20°C	mg/L	15	-	7	-
Condutividade	□S/cm	68	68,1	28,9	28,8
Alcalinidade Bicarbonatos	mg/L	33,9	32,94	11,34	11,98
Cloretos	mg/L	0,32	0,33	0,8	0,8
Fósforo	mg/L	0,000358	0,000391	0,00107	0,000862
Amônia	mg/L	0,273	0,27	0,753	0,752
Nitrato	mg/L	0,402	0,403	0,562	0,565
Nitrito	mg/L	0,009	0,009	0,008	0,007
Ferro	mg/L	0,46	2,13	3,8	2,69
Manganês	mg/L	0,063	0,072	0,087	0,089
Cádmio	mg/L	0,07	0,08	0,08	0,08
Cálcio	mg/L	8,164	8,144	4,302	4,32
Magnésio	mg/L	0,91	0,912	1,036	1,038
Níquel	mg/L	0,214	0,28	0,324	0,257
Prata	mg/L	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Zinco	mg/L	0,274	0,282	0,445	0,463

Analisando as características físico-químicas da água de chuva constata-se que o seu pH é próximo da neutralidade e que a concentração de matéria orgânica presente é muito baixa, mostrando ser uma água de grande potencial de reuso. Também não foram observadas concentrações significativas de metais pesados.

Ressalta-se que para ambas as amostras coletadas das águas pertinentes as precipitações ocorridas nas coberturas dos prédios da UNAERP não correspondem aquela água do escoamento ocorrido no início da

chuva, pois foi evidenciado que o escoamento ocorrido no início das precipitações apresentam uma turbidez mais elevada, em virtude da retirada (lavagem) da sujeira existente na cobertura devido a poeira e fezes de animais (pássaros) existentes.

Tais resultados mostram uma potencialidade de reuso das águas pertinentes as precipitações ocorridas nas coberturas dos prédios da UNAERP, sendo portanto aconselhável a reutilização desta água em algum uso dentro da Universidade. Segundo Morelli (2005) a SABESP (Companhia de Saneamento do Estado de São Paulo) padronizou valores inferiores a 10uT para o reuso de água com finalidade para lavagem de pisos, pátios e logradouros; desobstrução de tubulações de águas pluviais e de esgotos, compactação de solos, controle de pó em vias públicas e lavagem de carros.

Através de uma análise preliminar nestes dados pode-se notar que o critério proposto pela SABESP já estão sendo satisfeitos em termos de turbidez e pH. Por este motivo a utilização da água de chuva já se mostra mais apropriada para a possível utilização devido ao provável diferencial de custos em relação à água de lavagem de pisos, pois não necessita de custos de produtos químicos para o seu tratamento. Na Tabela 2 são apresentados os limites propostos pela SABESP para reutilização de água em algumas atividades, bem como os valores obtidos para as amostras coletadas pertinentes as precipitações ocorridas no bloco de manutenção e bloco D (Engenharia Química) da UNAERP. Desta forma, verifica-se que quanto aos parâmetros turbidez e pH as águas pertinentes as precipitações ocorridas são recomendadas pela SABESP para o reuso para lavagem de pisos, pátios e logradouros; desobstrução de tubulações de águas pluviais e de esgotos, compactação de solos, controle de pó em vias públicas e lavagem de carros.

Tabela 2. Limites propostos pela SABESP para reutilização de água em algumas atividades, bem como os valores obtidos para as amostras coletadas pertinentes as precipitações ocorridas no bloco de manutenção e bloco D (Engenharia Química) da UNAERP.

Amostra	Turbidez (uT)	pH
Recomendação SABESP	<15	6 a 9
Amostra – Bloco Manutenção	2,59	6,38
Bloco D (Engenharia Química)	9,4	5,88

De acordo com os dados de normais climatológicas, período de 1937 a 2009, do Instituto Agrônomo (IAC) e da Estação Climatológica da UNAERP a precipitação média anual na cidade de Ribeirão Preto é igual a 1.460,6 mm. Considerando que a área coberta pelos prédios da UNAERP é igual a 27.478,00m², conclui-se que existe a potencialidade de reutilizar um volume anual igual a 35.752,6 m³. Desta forma, considerando que o custo do metro cúbico de água fornecida pelo DAERP (Departamento de Água e Esgoto de Ribeirão Preto) é igual a R\$8,43, verifica-se a potencialidade de economia de R\$ 301.394,4 por ano, além do fato de preservação ambiental, uma vez que esta água não será mais retirada dos aquíferos subterrâneos, o qual é o procedimento de captação de água para o abastecimento de Ribeirão Preto realizado pelo DAERP.

Considerando que o bloco D (Engenharia Química) possui 2.100m² de área coberta, verifica-se a potencialidade de reuso por ano de 3.067,3 m³. Para um dimensionamento de um reservatório para armazenar a água pertinente as precipitações ocorridas no bloco D foi considerado a equação de intensidade, duração e frequência de Ribeirão Preto, conforme é apresentado na equação 1.

$$i_m = \frac{4316 \cdot T^{0,25}}{(t + 41,9)^{1,014}} \quad (1)$$

em que:

- i_m = intensidade máxima média da precipitação (mm/h);
- T = período de retorno (anos);
- t = duração da chuva (min).

Desta forma foi considerado para um evento de chuva extremo (máximo) um período de retorno igual a 10 anos e duração igual a 30 minutos, obtendo uma intensidade máxima média igual a 100,54 mm/h. Desta forma o reservatório para acumular a água da chuva deverá armazenar um volume correspondente a uma hora de precipitação máxima, ou seja, uma lâmina de água precipitada igual a 100,54 mm, o que corresponde a um volume igual a 211,1 m³. Tal reservatório deverá ser do tipo semi-enterrado e cilíndrico. Considerando que o reservatório seja 3 metros enterrado e 2 metros acima do terreno, totalizando uma altura de 5 metros, o diâmetro do reservatório deverá possuir 7,3 metros. Ressalta-se que este reservatório deverá possuir um extravasor na parte superior do seu costado, devido ao transbordamento que poderá ocorrer no referido reservatório em virtude de ocorrer algum evento chuvoso mais extremo que o considerado.

CONCLUSÕES

Os resultados obtidos permitiram concluir que a qualidade da água de chuva, quanto à turbidez e ao pH, possuem padrões dentro da faixa proposta pela SABESP. Tais valores já indicam a viabilidade da água de precipitação pluviométrica para a utilização em lavagem de pisos, rega de plantas e descarga sanitária. Porém, serão necessários estudos para a verificação das amostras com referência à microbiologia presente na mesma para a otimização de processos com vistas a adequar o recurso para a utilização.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. MORELLI, E.B. **Reúso de água na lavagem de veículos**. Dissertação de mestrado apresentada à Escola Politécnica da USP-SP, 2005.
2. Standard Methods for Examination of Water and Wastewater (1998). APHA, AWAA, WPCF. Washington D.C., American Public Health Association. 20th edition