

**IX-046 - ESTUDO ESTATÍSTICO SOBRE PARÂMETROS QUALITATIVOS DE ÁGUAS PLUVIAIS****Liane Yuri Kondo Nakada**<sup>(1)</sup>

Engenheira Ambiental pela Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, campus de Rio Claro. Mestranda em Engenharia Civil e Ambiental pela Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, intercampi Bauru, Guaratinguetá e Sorocaba.

**Rodrigo Braga Moruzzi**

Engenheiro Civil pela Universidade Federal de São Carlos. Mestre e Doutor em Engenharia Civil pela Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo.

**Endereço**<sup>(1)</sup>: Avenida 24-A, 1515 - Bela Vista - Rio Claro - SP - CEP: 13506-900 - Brasil - Tel: (19) 9135-2094 - email: lianenakada@gmail.com

**RESUMO**

O presente estudo teve como objetivo analisar estatisticamente a variação temporal da qualidade da água pluvial escoada sobre telhado cerâmico. Para o estudo foram utilizadas amostras de 25 precipitações, coletadas entre março de 2010 e janeiro de 2011, com diferentes períodos de chuva antecedente. Foi avaliada a existência de correlação entre os parâmetros cor aparente (uH), turbidez (UT), pH, coliformes totais (NMP/100mL) e *E. Coli* (NMP/100mL), e os períodos de estiagem. Foram realizados testes de hipóteses (teste-T) para avaliar a existência de diferença estatisticamente significativa entre médias, para os parâmetros cor (uH) e turbidez (UT).

**PALAVRAS-CHAVE:** Águas pluviais, parâmetros qualitativos, correlação, teste-T.

**INTRODUÇÃO**

A Comissão Mundial da Água, suportada pela ONU e pelo Banco Mundial, estima que o crescimento da população nos próximos 25 anos requererá aumento da disponibilidade de água de 17% para irrigação e de 70% para abastecimento urbano, o que associado aos demais usos, deverá representar um acréscimo de 40% na demanda total. Aquela comissão avalia também que será necessária a duplicação dos investimentos em água e saneamento, passando dos cerca de US\$70-80 bilhões anuais para US\$180 bilhões, a fim de atender à crescente demanda e reduzir o número de pessoas sem água limpa (1 bilhão) e sem saneamento (3 bilhões) em todo o mundo – para cerca de 330 milhões até 2025 (SANTOS,2002).

De acordo com Agência Nacional das Águas (2005), o uso negligente de fontes alternativas de água ou a falta de gestão dos sistemas alternativos podem colocar em risco o consumidor e as atividades nas quais a água é utilizada, pelo uso inconsciente de água com padrões de qualidade inadequados.

A Agência Nacional das Águas (2005) afirma que a água pluvial pode ser aproveitada desde que haja controle de sua qualidade e verificação da necessidade de tratamento específico, de forma que não comprometa a saúde de seus usuários, nem a vida útil dos sistemas envolvidos.

De acordo com Tomaz (2005), a composição da água de chuva varia de acordo com a localização geográfica do ponto de amostragem, com as condições meteorológicas (intensidade, duração e tipo de chuva, regime de ventos, estação do ano etc.), com a presença ou não de vegetação e também com a presença de carga poluidora. Próximo ao oceano, a água de chuva apresenta elementos como sódio, potássio, magnésio, cloro e cálcio em concentrações proporcionais às encontradas na água do mar. Distante da costa, os elementos presentes são de origem terrestre: partículas de solo que podem conter sílica, alumínio e ferro, por exemplo, e elementos cuja emissão é de origem biológica, como nitrogênio, fósforo e enxofre. Em áreas como centros urbanos e pólos industriais, passam a ser encontradas alterações nas concentrações naturais da água da chuva devido a poluentes do ar, como o dióxido de enxofre (SO<sub>2</sub>), óxidos de nitrogênio (NO<sub>x</sub>) ou ainda chumbo, zinco e outros. A reação de certos gases na atmosfera, como dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), dióxido de enxofre (SO<sub>2</sub>) e óxidos de nitrogênio (NO<sub>x</sub>), com a chuva forma ácidos que diminuem o pH da água da chuva. Pode-se dizer, portanto, que o pH da chuva é sempre ácido, e o que se verifica é que, mesmo em regiões inalteradas,

encontra-se pH ao redor de 5,0. Em regiões poluídas, pode-se chegar a valores como 3,5 quando há o fenômeno da “chuva ácida”.

A partir do exposto fica evidente que a água pluvial é uma potencial fonte alternativa de abastecimento de água e que é imprescindível avaliar a necessidade de tratamento. Ademais, a escolha da tecnologia de tratamento apropriada é fortemente dependente da qualidade da água pluvial e do uso pretendido.

Assim, esse trabalho visou investigar a variação temporal de qualidade da água pluvial, escoada em telhado, empregando ferramentas estatísticas de análise.

## OBJETIVOS

Estudar estatisticamente os parâmetros qualitativos pH, cor aparente (uH), turbidez (UT), coliformes totais e *E.Coli* (NMP/100mL) de diferentes amostras de águas pluviais escoadas em telhado em relação a diferentes períodos de estiagem (dias).

## MATERIAIS E MÉTODOS

Para coletar águas pluviais com diferentes volumes (mm) e períodos de estiagem (dias), foi utilizado um telhado constituído por telhas cerâmicas, com área projetada de aproximadamente 10m<sup>2</sup>, nas dependências do Centro de Estudos Ambientais – CEA, unidade complementar da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho - Unesp, sediado no Campus de Rio Claro, e um reservatório com capacidade para 200L, disposto de modo a receber a água coletada pela calha após escoar sobre a superfície do telhado. Desse modo, foi possível coletar precipitações com volumes iguais ou inferiores a 20mm, sendo que precipitações que ultrapassaram esse volume sofreram extravasamento, sem possibilidade de controle, não sendo possível garantir que os resultados das análises qualitativas daquelas precipitações apresentem o resultado que seria obtido se não houvesse extravasamento.

Os parâmetros analisados foram aqueles estabelecidos pela ABNT - NBR 15527/2007, como apresentado na Tabela 1.

**Tabela 1: Parâmetros de qualidade de água para uso não potável de acordo com as recomendações da norma NBR 15527 (ABNT,2007)**

Parâmetro	Valor
Coliformes totais	Ausência em 100 mL
Coliformes termotolerantes	Ausência em 100 mL
Turbidez	< 2,0 uT, para usos menos restritivos < 5,0 uT
Cor aparente (caso não seja utilizado nenhum corante, ou antes, da sua utilização)	< 15 uH
Deve prever ajuste de pH para proteção das redes de distribuição, caso necessário	pH de 6,0 a 8,0 no caso de tubulação de aço ou carbono ou galvanizado

FONTE: NBR 15527(ABNT, 2007)

Foram utilizadas amostras de 25 precipitações, as quais foram submetidas às análises de cor (uH), turbidez (UT), pH, coliformes totais e *E.Coli* (NMP/100mL), seguindo os procedimentos descritos no Standard Methods for Examination of Water & Wastewater 21st. Foi avaliada a existência de correlação entre os parâmetros qualitativos e entre cada parâmetro e os períodos de estiagem. Para os parâmetros cor (uH) e turbidez (UT) foram realizados testes de hipóteses (teste-T), para verificar a existência de diferença estatisticamente significativa entre as médias. Para as análises estatísticas foi utilizado o software Microsoft Excel (MICROSOFT, 2006).

O software Microsoft Excel utiliza a Equação 1 para o cálculo do coeficiente de correlação:

$$\rho_{x,y} = \frac{\text{Cov}(X,Y)}{\sigma_x \cdot \sigma_y}$$

Equação 1

Onde: x e y são as médias de amostra

Cov é covariância

$\sigma_x$  e  $\sigma_y$  são os desvios padrão de x e y, respectivamente

A Equação 2 é utilizada para determinar o valor de estatística t e a Equação 3 é utilizada para calcular o desvio padrão  $S_{x_1 x_2}$ .

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{S_{x_1 x_2} \cdot \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}}$$

Equação 2

Onde:  $\bar{x}_1$  e  $\bar{x}_2$  são as médias das amostras 1 e 2

$$S_{x_1 x_2} = \sqrt{\frac{(n_1 - 1)S_{x_1}^2 + (n_2 - 1)S_{x_2}^2}{n_1 + n_2 - 2}}$$

Equação 3

Onde:  $n_1$  e  $n_2$  correspondem ao número de elementos das amostras 1 e 2

$s_1$  e  $s_2$  são os desvios-padrão das amostras 1 e 2

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 2 apresenta as datas, volumes precipitados (mm), períodos de estiagem (dias), temperatura (°C) e pH das amostras das precipitações utilizadas no presente estudo.

**Tabela 2: Datas, volumes (mm), períodos de estiagem (dias), temperatura (°C) e pH das diferentes precipitações coletadas para caracterização**

<b>Data chuva</b>	<b>Volume (mm)</b>	<b>Estiagem (dias)</b>	<b>Temperatura</b>	<b>pH</b>
20/1/2011	1,4	0	24,8	6,57
19/1/2011	31	0	24,8	7,1
18/1/2011	15,2	0	24,7	7,07
16/1/2011	138,7	1	24,2	7
14/1/2011	9,4	0	24,3	6,8
11/1/2011	42,2	0	25,7	6,43
23/11/2010	9	0	23,4	6,64
22/11/2010	0,5	3	23,6	6,68
10/11/2010	5,2	0	24,6	6,46
9/11/2010	10,6	3	24,6	6,46
26/10/2010	25,3	1	22	6,59
18/10/2010	3,1	2	20,5	6,7
7/10/2010	10,2	4	19	6,53
2/10/2010	4,3	0	20,5	6,48
1/10/2010	1,2	3	21	6,67
28/9/2010	0,4	0	20,5	6,88
27/9/2010	10,3	0	20	6,8
24/9/2010	2,9	16	21	6,75
14/7/2010	26	35	21,2	6,27
10/6/2010	0,1	0	17,8	7,1
9/5/2010	15	0	19,8	7,45
8/5/2010	1,8	16	18,3	6,57
23/4/2010	11,2	16	19,8	7,45
6/4/2010	5,3	1	22,2	7,85
23/3/2010	17,7	0	22,9	5,9

Ao observar a Tabela 2 é possível verificar que apenas 5 precipitações ultrapassaram a capacidade de armazenamento total de 20mm, que o período de estiagem que precedeu a maioria das precipitações foi menor ou igual a 3 dias, e que o pH das amostras variou de levemente ácido a levemente alcalino.

A tabela 3 apresenta a estatística descritiva dos parâmetros temperatura, pH, cor aparente, turbidez, coliformes totais e *E.Coli* das diferentes precipitações coletadas para caracterização.

**Tabela 3: Estatística descritiva dos volumes (mm), períodos de estiagem (dias), temperatura (°C), pH, cor aparente, turbidez, coliformes totais e *E.Coli* das diferentes precipitações coletadas para caracterização.**

	Volume (mm)	Estiagem (dias)	Temperatura (°C)	pH	Cor (PtCo)	Turbidez (NTU)	Coliformes Totais (NPM/100mL)	<i>E.Coli</i> (NMP/100mL)
<b>Média</b>	15,920	4,040	22,048	6,768	89,573	18,187	2374,420	1317,136
<b>Erro padrão</b>	5,544	1,651	0,464	0,082	34,664	7,427	44,780	216,889
<b>Desvio padrão</b>	27,722	8,254	2,319	0,412	173,322	37,137	223,900	1084,447
<b>Variância</b>	768,533	68,123	5,376	0,170	30040,681	1379,190	50131,210	1176024,489
<b>Mínimo</b>	0,100	0,000	17,800	5,900	5,000	1,420	1299,700	19,500
<b>Máximo</b>	138,700	35,000	25,700	7,850	853,333	140,667	2419,200	2419,200
<b>Contagem</b>	25	25	25	25	25	25	25	25

A partir da observação da Tabela 3 pode-se afirmar que, em média, os parâmetros cor aparente, turbidez, coliformes totais e *E.Coli* se encontram acima dos limites estabelecidos pela norma NBR 15527, a qual recomenda valores para usos não potáveis para os parâmetros analisados. A Tabela 3 permite considerar que, em média, as águas pluviais escoadas por telhado e armazenadas para este estudo necessitam de tratamento, mesmo que para fins não potáveis.

A Tabela 4 apresenta a matriz de correlação entre os parâmetros cor (uH), turbidez (UT), pH, coliformes totais e *E.Coli* (NMP/100mL), e o período de estiagem (dias).

A partir da observação da Tabela 4 é possível verificar que, para as amostras estudadas: os parâmetros pH e coliformes totais (NPM/100mL) possuem correlações muito fracas com o período de estiagem, sendo a correlação entre pH e período de estiagem negativa e a correlação entre coliformes totais (NPM/100mL) e período de estiagem positiva; a correlação entre *E. Coli* e o período de estiagem é fraca e negativa; os parâmetros cor (uH) e turbidez (UT) possuem correlações moderadas com o período de estiagem, ambas positivas.

A Tabela 4 também permite verificar as correlações existentes entre os parâmetros qualitativos analisados. O pH apresenta correlação muito fraca com cor(uH) e turbidez (UT); correlação fraca com *E. Coli* (NPM/100mL); e correlação moderada com coliformes totais (NPM/100mL). O parâmetro cor (uH) apresenta forte correlação com turbidez (UT) e correlações muito fracas com coliformes totais (NPM/100mL) e *E. Coli* (NPM/100mL). O parâmetro turbidez (UT) apresenta correlações muito fracas com coliformes totais (NPM/100mL) e *E. Coli* (NPM/100mL). O parâmetro coliformes totais (NPM/100mL) apresenta fraca correlação com o parâmetro *E. Coli* (NPM/100mL).

**Tabela 4: matriz de correlação entre os parâmetros cor (uH), turbidez (UT), pH, coliformes totais e *E.Coli* (NMP/100mL), e o período de estiagem (dias)**

	pH	Cor (PtCo)	Turbidez (NTU)	Coliformes Totais (NPM/100mL)	<i>E.Coli</i> (NMP/100mL)	Estiagem (dias)
<b>pH</b>	1,000					
<b>Cor (PtCo)</b>	-0,076	1,000				
<b>Turbidez (NTU)</b>	0,043	0,887	1,000			
<b>Coliformes Totais (NPM/100mL)</b>	0,465	0,075	0,074	1,000		
<b><i>E.Coli</i> (NMP/100mL)</b>	0,229	-0,016	0,016	0,289	1,000	
<b>Estiagem (dias)</b>	-0,130	0,684	0,468	0,112	-0,245	1,000

Os resultados de  $P(T < t)$  do teste-T para os parâmetros cor e turbidez estão apresentados nas Tabela 5 e 6, respectivamente. Para rejeitar a hipótese nula ( $H_0$ ) de que as médias são estatisticamente iguais, com 95% de confiança, é necessário que  $P(T < t)$  seja menor ou igual a 0,05. Os valores em preto indicam que o teste-T apresentou como resultado que as médias do par de precipitações submetido ao teste para o parâmetro

estudado são estatisticamente diferentes. Os valores coloridos indicam que o teste-T apresentou como resultado que as médias do par de precipitações submetido ao teste para o parâmetro cor são estatisticamente iguais.

A Tabela 7 apresenta o cruzamento dos resultados apresentados nas Tabelas 5 e 6, sendo que: (I) as células nomeadas como 'cor' indicam que no cruzamento entre as Tabelas 5 e 6 apenas o parâmetro Cor apresentou médias estatisticamente iguais para o par de precipitações submetido ao teste; (II) as células nomeadas como 'TB' indicam que no cruzamento entre as Tabelas 5 e 6 apenas o parâmetro Turbidez apresentou médias estatisticamente iguais para o par de precipitações submetido ao teste; (III) as células nomeadas como 'ambos' indicam que no cruzamento entre as Tabelas 5 e 6 tanto o parâmetro Cor como o parâmetro turbidez apresentaram médias estatisticamente iguais para o par de precipitações submetido ao teste.

A aplicação do Teste-T apresentou resultados divergentes, de modo que as divergências apresentadas representam variação muito ampla em termos de unidades de cor (uH), colocando em questionamento a viabilidade da aplicação do teste para as águas pluviais coletadas no presente estudo. Por exemplo, para a precipitação de 19 de janeiro de 2011 (média do parâmetro cor de 15,33 uH) o teste resultou em diferença estatisticamente significativa para a comparação com a precipitação de 10 de junho de 2010 (média do parâmetro cor de 24,67 uH), e resultou não existir diferença estatisticamente significativa para a comparação com a precipitação de 26 de outubro de 2010 (média do parâmetro cor de 24,33 uH); para a precipitação de 18 de janeiro de 2011 (média do parâmetro cor de 11,67 uH) o teste resultou em diferença estatisticamente significativa para a comparação com a precipitação de 19 de janeiro de 2011 (média do parâmetro cor de 15,33 uH), e resultou não existir diferença estatisticamente significativa para a comparação com a precipitação de 26 de outubro de 2010 (média do parâmetro cor de 24,33 uH).



Tabela 5: P(T≤t) para o parâmetro Cor

	20/1/11	19/1/11	18/1/11	16/1/11	14/1/11	11/1/11	23/11/10	22/11/10	10/11/10	9/11/10	26/10/10	18/10/10	7/10/10	2/10/10	1/10/10	28/9/10	27/9/10	24/9/10	14/7/10	10/6/10	9/5/10	8/5/10	23/4/10	6/4/10	23/3/10
20/1/11	1,0000	0,0051	0,0016	-	-	-	0,0147	2,05E-05	0,0065	0,0071	0,3061	0,0619	0,0067	0,0005	0,0119	0,0024	0,0018	0,0030	0,0015	0,0041	0,0014	0,0115	0,0429	0,0161	
19/1/11		1,0000	0,0015	0,0010	0,0039	0,0021	0,0093	7,07E-09	0,0050	0,0055	0,1064	0,0357	0,0053	0,0005	0,0109	0,0019	0,0015	0,0030	0,0014	0,0174	0,0074	0,0013	0,0065	0,1679	0,0091
18/1/11			1,0000	0,0025	0,1035	0,0002	0,0069	6,55E-09	0,0041	0,0046	0,0302	0,0251	0,0045	0,0004	0,0101	0,0016	0,0013	0,0030	0,0014	0,0091	0,3910	0,0013	0,0044	0,0760	0,0349
16/1/11				1,0000	-	-	0,0012	1,11E-05	0,0030	0,0034	0,0260	0,0148	0,0033	0,0003	0,0090	0,0011	0,0011	0,0029	0,0013	0,0037	0,0091	0,0012	0,0024	0,0762	0,0351
14/1/11					1,0000	-	0,0063	1,63E-05	0,0039	0,0044	0,0524	0,0234	0,0043	0,0004	0,0100	0,0015	0,0013	0,0030	0,0014	0,0076	1,0000	0,0013	0,0039	0,0740	1,0000
11/1/11						1,0000	0,0051	1,51E-05	0,0034	0,0039	0,0359	0,0184	0,0038	0,0004	0,0095	0,0013	0,0012	0,0029	0,0013	0,0052	0,0351	0,0012	0,0030	0,2143	0,1217
23/11/10							1,0000	0,0014	0,0128	0,0091	0,0446	0,0325	0,0072	0,0007	0,0179	0,0056	0,0004	0,0032	0,0017	0,0143	0,0068	0,0018	0,1555	0,0008	0,0016
22/11/10								1,0000	0,0035	0,0051	0,0021	0,0033	0,0056	0,0032	0,1528	0,0013	0,0072	0,0036	0,0027	0,0003	1,16E-06	0,0033	0,0005	0,0005	0,0002
10/11/10									1,0000	0,5216	0,0028	0,0147	0,3552	0,0051	0,0263	1,0000	0,0033	0,0033	0,0019	0,0025	0,0041	0,0021	0,0072	0,0002	0,0007
9/11/10										1,0000	0,0023	0,0106	0,7508	0,0101	0,0288	0,1698	0,0122	0,0033	0,0020	0,0026	0,0046	0,0002	0,0065	0,0011	0,0008
26/10/10											1,0000	0,1289	0,0020	0,0008	0,0141	0,0048	0,0013	0,0031	0,0016	0,9291	0,0540	0,0002	0,1181	0,0386	0,0291
18/10/10												1,0000	0,0007	0,0091	0,0175	0,0188	0,0031	0,0031	0,0018	0,1128	0,0241	0,0002	0,0058	0,0114	0,0259
7/10/10													1,0000	0,0129	0,0300	0,3001	0,0171	0,0033	0,0020	0,0023	0,0044	0,0002	0,0057	0,0010	0,0008
2/10/10														1,0000	0,0507	0,0004	0,3482	0,0034	0,0022	1,02E-05	2,34E-05	0,0025	2,57E-05	0,0001	3,00E-06
1/10/10															1,0000	0,0254	0,0468	0,0041	0,0003	0,0133	0,0100	0,0011	0,0157	0,0104	0,0101
28/9/10																1,0000	0,0022	0,0033	0,0019	0,0002	0,0001	0,0020	0,0008	0,0001	3,10E-05
27/9/10																	1,0000	0,0034	0,0022	0,0003	0,0014	0,0025	0,0007	3,25E-05	0,0002
24/9/10																		1,0000	0,0071	0,0031	0,0030	0,0056	0,0031	0,0030	0,0030
14/7/10																			1,0000	0,0015	0,0014	0,0000	0,0016	0,0014	0,0014
10/6/10																				1,0000	0,0020	0,0015	0,0129	0,0091	0,0012
9/5/10																					1,0000	0,0013	0,0007	0,0736	1,0000
8/5/10																						1,0000	0,0016	0,0014	0,0013
23/4/10																							1,0000	0,0008	0,0003
6/4/10																								1,0000	0,0035
23/3/10																									1,0000

**Tabela 6:  $P(T \leq t)$  para o parâmetro Turbidez**

	20/1/11	19/1/11	18/1/11	16/1/11	14/1/11	11/1/11	23/11/10	22/11/10	18/11/10	9/11/10	26/10/10	18/10/10	7/10/10	2/10/10	1/10/10	28/9/10	27/9/10	24/9/10	14/7/10	10/6/10	9/5/10	8/5/10	23/4/10	6/4/10	23/3/10
20/1/11	1,000	0,829	0,801	7,21E-47	0,0001	1,14E-45	0,0246	0,0001	0,0036	0,0098	0,433	0,3655	4,33E-45	0,0012	0,0245	0,0141	0,0013	0,0335	0,0027	0,1077	0,1408	0,0018	0,0214	0,0031	0,0002
19/1/11		1,000	0,0027	3,39E-45	0,0002	3,03E-45	0,0230	0,0001	0,0033	0,0093	0,4567	0,3087	4,46E-45	0,0011	0,0240	0,0125	0,0013	0,0335	0,0027	0,4777	0,2168	0,0018	0,0191	0,0037	0,0003
18/1/11			1,000	0,0006	0,0038	1,10E-45	0,0167	0,0001	0,0020	0,0071	0,1419	0,1497	0,0003	0,0008	0,0218	0,0070	0,0009	0,0332	0,0027	0,0044	0,3956	0,0017	0,0113	0,0008	0,0000
16/1/11				1,000	0,1083	0,0421	0,0114	0,0001	0,0012	0,0032	0,4567	0,0698	6,53E-46	0,0006	0,0192	0,0039	0,0006	0,0228	0,0026	0,0001	0,0337	0,0016	0,0065	0,3958	0,0120
14/1/11					1,000	0,3620	0,0119	1,53E-46	0,0001	0,0034	0,6307	0,0749	8,50E-47	3,72E-45	0,0194	0,0043	4,23E-45	0,0229	0,0026	2,45E-45	0,0435	0,0016	0,0070	0,1660	0,0398
11/1/11						1,000	0,0118	0,0001	0,0012	0,0033	0,0495	0,0740	0,0002	0,0006	0,0194	0,0041	0,0006	0,0229	0,0026	0,0010	0,0409	0,0016	0,0068	0,1927	0,0322
23/11/10							1,000	0,0036	0,1099	0,3643	0,0097	0,0419	0,1248	0,6824	0,0409	0,0736	0,0091	0,0351	0,0029	0,0236	0,0068	0,0003	0,1049	0,0113	0,0120
22/11/10								1,000	4,04E-47	0,0028	0,0012	0,0035	3,63E-46	7,79E-47	0,6553	2,61E-45	7,37E-47	0,0302	0,0036	2,03E-46	1,46E-45	0,0003	0,0001	6,93E-40	1,65E-46
18/11/10									1,000	0,0437	0,0441	0,1816	0,2165	0,0014	0,0362	0,2088	0,0023	0,0245	0,0028	0,0036	0,0017	0,0022	0,5385	1,63E-45	0,0001
9/11/10										1,000	0,0024	0,0232	0,0336	0,2936	0,0501	0,0141	0,2128	0,0255	0,0030	0,0030	0,0021	0,0003	0,0112	0,0032	0,0038
26/10/10											1,000	0,5145	0,0506	0,0154	0,0265	0,0421	0,0171	0,0236	0,0027	0,3348	0,2007	0,0021	0,0258	0,0432	0,0643
18/10/10												1,000	0,2261	0,0531	0,0313	0,2902	0,0619	0,0239	0,0028	0,3209	0,2050	0,0003	0,2169	0,0639	0,0007
7/10/10													1,000	0,0011	0,0346	0,1906	0,0016	0,0244	0,0028	5,00E-46	0,0077	0,0021	0,9404	4,92E-45	1,24E-46
2/10/10														1,000	0,0405	0,0051	0,3763	0,0252	0,0029	0,0012	0,0005	0,0025	0,0132	4,12E-46	4,32E-45
1/10/10															1,000	0,0338	0,0466	0,0304	0,0006	0,0242	0,0229	0,0229	0,0351	0,0190	0,0201
28/9/10																1,000	0,0069	0,0244	0,0028	0,0133	0,0016	0,0022	0,6821	0,0006	0,0038
27/9/10																	1,000	0,0251	0,0029	0,0014	0,0005	0,0024	0,0108	4,32E-46	4,94E-45
24/9/10																		1,000	0,3651	0,0235	0,0233	0,0425	0,0244	0,0228	0,0230
14/7/10																			1,000	0,0027	0,0027	0,0054	0,0028	0,0026	0,0026
10/6/10																				1,000	0,1895	0,0018	0,0201	0,0068	0,0318
9/5/10																					1,000	0,0018	0,0024	0,0140	0,0653
8/5/10																						1,000	0,0023	0,0016	0,0017
23/4/10																							1,000	0,0068	0,0000
6/4/10																								1,000	0,0318
23/3/10																									1,000



Tabela 7: Médias estatisticamente semelhantes entre pares de precipitações submetidas ao Teste-T para os parâmetros cor ('cor'), turbidez ('tb') e ambos.

	20/1/11	19/1/11	18/1/11	16/1/11	14/1/11	11/1/11	23/11/10	22/11/10	10/11/10	9/11/10	26/10/10	18/10/10	7/10/10	2/10/10	1/10/10	28/9/10	27/9/10	24/9/10	14/7/10	10/6/10	9/5/10	8/5/10	23/4/10	6/4/10	23/3/10
20/1/11											Ambos	Ambos							Ambos	TB					
19/1/11											Ambos	TB							TB	TB			Cor	Cor	
18/1/11					Cor						Ambos	TB							Ambos				Cor	Cor	
16/1/11					TB							TB												Ambos	
14/1/11						TB					Ambos	TB							Cor				Ambos	Cor	
11/1/11												TB											Ambos	Ambos	
23/11/10									TB	TB		Cor	TB	TB		TB	TB						Ambos		
22/11/10																Ambos									
10/11/10										Cor		TB	Ambos			Ambos							TB		
9/11/10													Cor	TB	TB	Cor	TB								
26/10/10												Ambos	TB						Ambos	Ambos		Cor		Turbide	
18/10/10													TB	TB		TB	TB		Ambos	TB		Ambos	TB	Turbide	
7/10/10																Ambos							TB		
2/10/10															Cor		Ambos								
1/10/10																									
28/9/10																							TB		
27/9/10																									
24/9/10																							TB		
14/7/10																									
10/6/10																							TB		
9/5/10																								Cor	Ambos
8/5/10																									
23/4/10																									
6/4/10																									Cor
23/3/10																									

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A partir dos resultados obtidos para as águas pluviais coletadas para o presente estudo, é possível afirmar que os parâmetros qualitativos cor, turbidez, pH, coliformes totais e *E. Coli* apresentam correlações entre si, desde muito fraca correlação até forte correlação.

Para as águas analisadas no presente estudo, os resultados dos testes T aplicados aos parâmetros cor e turbidez permitem evidenciar que cada precipitação possui uma qualidade particular, a qual pode ser explicada por variações sazonais (relativas a temperatura, regime de ventos, período de estiagem), intensidade e duração da precipitação, presença de animais, dentre outros fatores que podem afetar a qualidade da precipitação escoada e armazenada. Dada a particularidade qualitativa das precipitações, é reforçada a idéia da necessidade de estudo de cada precipitação coletada, com o intuito de verificar a adequação de sua qualidade aos usos desejados, e a necessidade de tratamento.

Diante do exposto, fica explícito que quando verificada a necessidade de tratamento para atender aos usos pretendidos, é recomendável que cada precipitação coletada seja analisada qualitativamente de modo a indicar a melhor estratégia de tratamento a ser empregada.

## **AGRADECIMENTOS**

À FAPESP (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo), pela concessão da bolsa de mestrado relativa ao processo nº 2009/11726-7.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

1. AMERICAN WATER AND WASTEWATER ASSOCIATION (AWWA). Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 21st, Denver, CP: AWWA 2005.
2. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15527: Água de chuva -Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis - Requisitos. Rio de Janeiro, 8 p. 2007.
3. CONSERVAÇÃO E REÚSO DA ÁGUA EM EDIFICAÇÕES (2005). Volume único.MMA/ANA/SIDUSCON/FIESP/SESI/SENAI.
4. MICROSOFT CORPORATION. Microsoft Office Excel 2007, 2006.
5. SANTOS, H. R. ; CAMPOS, J. R. . Potencialidade de uso de coagulantes no afluente de reatores anaeróbios. In: III Simpósio Internacional de Qualidade Ambiental, 2002, Porto Alegre. Anais do III Simpósio Internacional de Qualidade Ambiental - Gestão Ambiental Urbana e Industrial, 2002.
6. TOMAZ, P. Aproveitamento de água de chuva. 2a edição. Navegar Editora. São Paulo. 2005.