

QUALIDADE DA ÁGUA DO SISTEMA DE CAPTAÇÃO E ARMAZENAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS EM ÁREA URBANA

Rodrigo Mazza Guimarães
Alfredo Akira Ohnuma Júnior
Luciene Pimentel da Silva
Marcia Marques Gomes

1. OBJETIVOS

Analisar a qualidade das águas pluviais em diferentes volumes de captação e armazenamento, baseados na NBR 15527:2007 e a Lei Municipal nº 2.856/2011 Niterói-RJ. Propor alternativas de tratamento para diferentes formas de consumo de água.

2. INTRODUÇÃO

Com o desenvolvimento da civilização, ocorreu aumento na demanda das águas superficiais e subterrâneas para suprir as atividades humanas. O consumo urbano da água trata-se de um fator de forte impacto no ciclo hidrológico (FURUMAI, 2008). A degradação destes recursos se dá por fatores como: poluição, desperdício e falta de políticas públicas sobre a conservação dos recursos hídricos (IBGE, 2012). Buscando a implementação de estratégias para a melhor gestão dos recursos hídricos a utilização de águas pluviais como fonte hídrica alternativa, ganha importância diante desse cenário. Além de ser uma fonte hídrica de fácil acesso em muitas regiões, estudos demonstram que sua qualidade permite sua utilização em atividades não potáveis, resultando em economia nas águas de abastecimento convencional (PEIXE, 2012).

A relação com os poluentes atmosféricos é de fundamental importância na análise da qualidade das águas pluviais. Da mesma forma, o percurso em superfícies de captação, com elevada concentração de poluentes devido à deposição seca em períodos de estiagem também deve ser considerado fator de

poluição. Embora a coleta da água de chuva esteja presente em legislações de municípios brasileiros, normas específicas para especificação do seu uso ainda é escassa (OHNUMA JR et al., 2013).

Portanto, para se fazer uso deste recurso é necessário a análise de alguns fatores como: composição química dos eventos de precipitação; complexidade e dinamismo dos processos atmosféricos associado aos processos hidrológicos; emissões e imissões de gases (OHNUMA JR et al., 2013).

3. METODOLOGIA

3.1 Área de Amostragem

A área de instalação do sistema de captação e armazenamento de águas pluviais encontra-se localizada nas dependências do Instituto de Aplicação Fernando Rodrigues da Silveira ou Colégio de Aplicação (CAp-UERJ) da Universidade do Estado do Rio de Janeiro, no bairro do Rio Comprido, região norte do município do Rio de Janeiro-RJ. O CAp-UERJ encontra-se em região densamente urbanizada, com intenso tráfego de veículos, sobretudo nas proximidades do Elevado Paulo de Frontin, sentido ao Túnel Urbano Antônio Rebouças (Figura 1). A superfície de captação é o telhado metálico da quadra poliesportiva com área de 75m² e composto por calhas metálicas e condutores verticais em PVC. O sistema de armazenamento compreende sistema separador de sólidos, separador de fluxo ou first flush, filtro de entrada, reservatório de armazenamento para 2500 litros, sifão extravasor, medidor de nível e pontos de coleta (Figura 1 anterior).

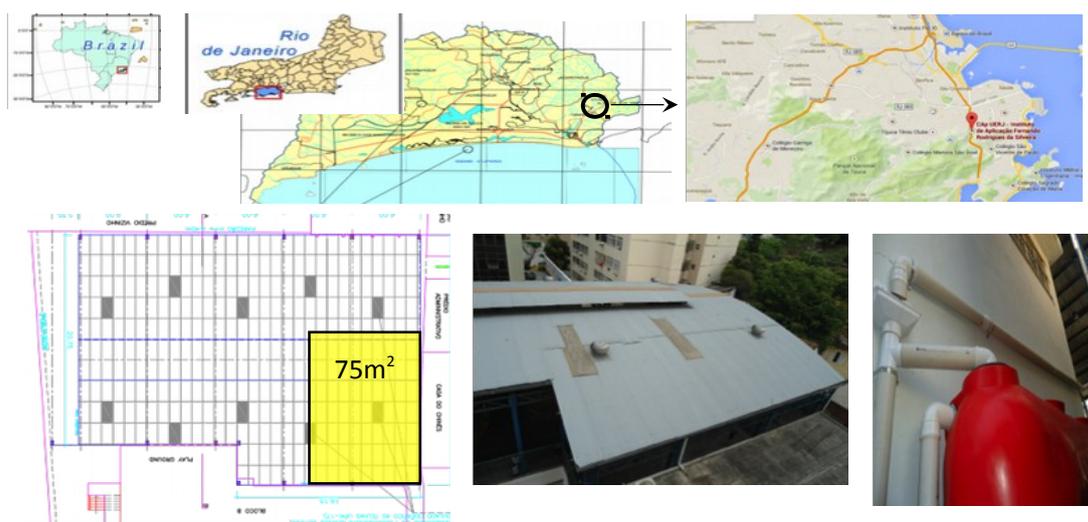


Figura 1: Localização do experimento no CAP-UERJ, no bairro Rio Comprido-RJ e planta baixa com o sistema de captação e armazenamento de águas pluviais.

3.2 Análises

As amostras são coletadas após cada evento de precipitação para análise com a sonda multiparâmetros da Horiba modelo U52. As análises consistem de parâmetros físico-químicos como: temperatura, pH, condutividade elétrica, OD, turbidez e SDT. Além disso, foram realizadas análises de colimetria ex situ de forma esporádica em laboratório especializado.

O sistema contempla quatro pontos de coleta e amostragem para diferentes volumes de armazenamento: precipitação direta (PD), first flush (FF), reservatório (R) e volume morto (VM) - Figura 2. A precipitação direta (PD) é a amostra sem a interferência do sistema de captação, com influência apenas das condições atmosféricas locais. O first flush (FF) é o volume que corresponde ao separador de fluxo, ou seja, volume inicial da chuva separado após passar pela superfície do telhado e antes de chegar ao reservatório principal. A capacidade de armazenamento do first flush é a relação do volume armazenado com a área de cobertura ou de captação das águas pluviais, sendo atualmente cerca de 0,5mm. O volume de reservação (R) é a água armazenada no reservatório principal, com volume de aproveitamento controlado pelo nível do volume morto (VM). Os resultados obtidos são comparados com NBR 15527:2007 e a Lei Municipal nº 2.856/2011 Niterói-RJ e sugerir possíveis tratamento. O período de amostragem

compreende junho 2013 a maio de 2015, com base nos eventos de precipitação observados pelo monitoramento do Sistema Alerta Rio da Prefeitura do Município do Rio de Janeiro (ALERTA RIO, 2015), a partir da Estação Tijuca4, distante 1800m do local do experimento.



Figura 2: Estações de amostragem do sistema de captação de água de chuva do Cap-UERJ.

4. RESULTADOS OBTIDOS

4.1 Turbidez

A turbidez é uma propriedade ótica da água, ela representa a atenuação da luz ao atravessar uma determinada amostra de água (CETESB, 2012). Esta atenuação é provocada pelas partículas orgânicas e inorgânicas contidas na água. A turbidez resulta do espalhamento e absorção da luz incidente pelas partículas presentes na água (orgânicas ou inorgânicas), os níveis de turbidez variam normalmente entre 1 e 1.000 UNT (Unidade Nefelométrica de Turbidez), os níveis podem ser acrescidos pela presença de poluição por matéria orgânica (CHAPMAN; KIMSTACH, 1992). É comum a turbidez apresentar boa correlação com os parâmetros, cor, sólidos dissolvidos totais e sólidos suspensos totais. No presente monitoramento a turbidez variou de 0,0 até 382,0 UNT com média geral de $29,5 \pm 69,9$ UNT (Figura 3). Vale ressaltar que o desvio padrão superior à média

representa a alta variabilidade dos resultados em relação aos pontos amostrados. Isto ocorre principalmente devido as amostras provenientes do First-Flush. A NBR 15527:2007 estipula o valor máximo de 2,0 UNT para usos mais restritivos e 5,0 UNT para usos menos restritivos assim como a Lei Municipal 2.856/2011 Niterói. Logo, todas as estações amostradas apresentaram desconformidade com a legislação adotada sendo necessário tratamento para adequação das mesmas.

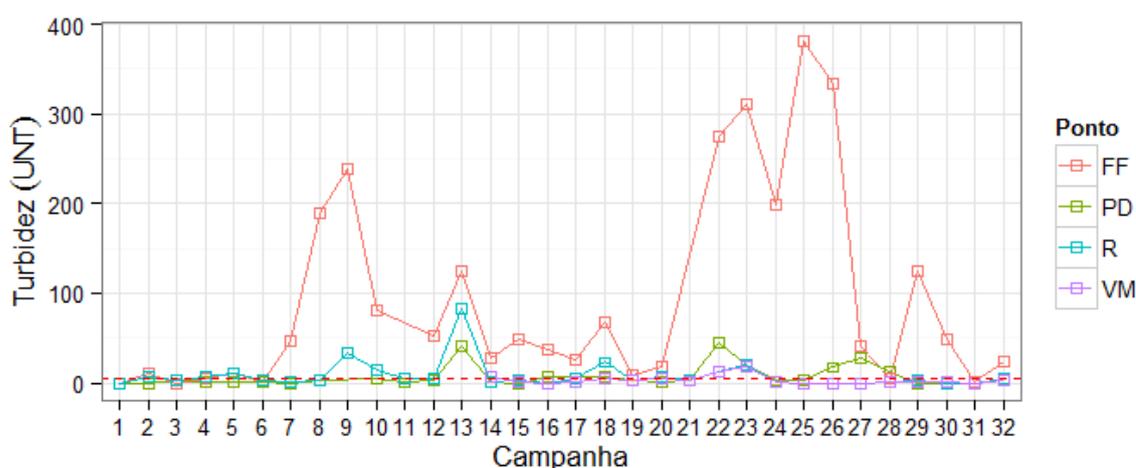


Figura 3: Variação da turbidez (UNT) nos quatro pontos de amostragem do sistema de captação de chuva do CAP-UERJ.

4.2 pH

O potencial hidrogeniônico (pH) representa a concentração de íons de hidrogênio presente na amostra dando uma indicação sobre a condição de acidez, neutralidade e alcalinidade (BAUMGARTE; POZZA, 2001). Trata-se de um parâmetro fundamental em ambientes aquáticos (ESTEVES, 2011). A água da chuva por ser naturalmente ácida é possível que seja necessário um processo de equalização para utilização da mesma (PEIXE, 2012). A área de amostragem se encontra perto de influência de poluentes químicos provocados pela queima de combustível fóssil por parte dos automóveis o que pode agravar ainda mais a condição de acidez da água captada e armazenada (OHNUMA JR et al., 2013). O pH ao longo do monitoramento oscilou entre 3,6 e 6,5 com média geral de $5,4 \pm 0,6$

(Figura 4). A NBR 15527:2007 estabelece a faixa de pH de 6,0 a 8,0 com objetivo de se evitar danificações nas tubulações de carbono e aço galvanizado. Enquanto a Lei Municipal 2.856/2011 estabelece a faixa de variação entre 6,0 e 9,0. No geral as amostras apresentaram caráter ácido e, portanto, em desconformidade com as duas legislações supracitadas.

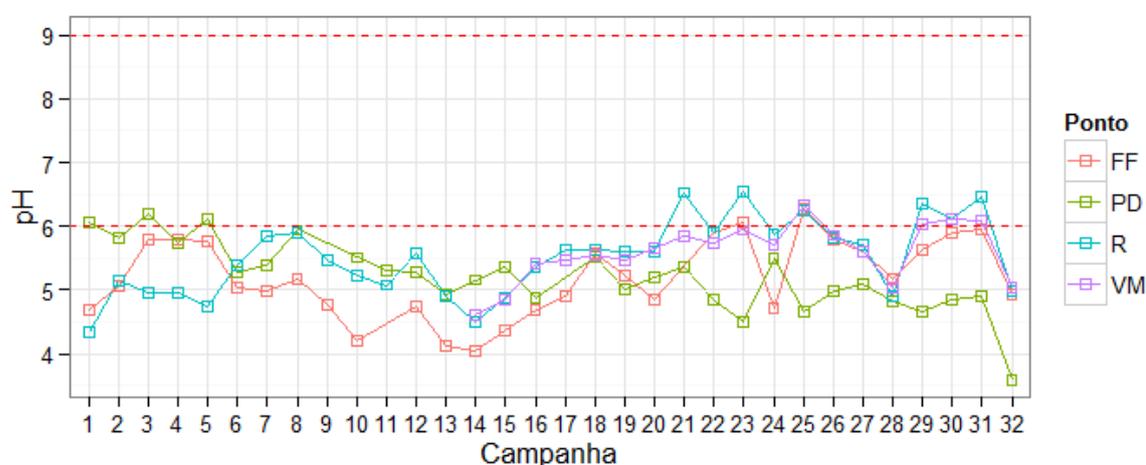


Figura 4: Variação do pH nos quatro pontos de amostragem do sistema de captação de chuva do CAP-UERJ.

4.3 Sólidos Dissolvidos Totais

Os sólidos suspensos totais representam o material que fica retido em filtro de porosidade de 0,45 μm após a etapa de filtração (APHA; AWWA; WEF, 1999). Sua importância está no transporte de matéria orgânica e diversos contaminantes entre ambientes e entre a coluna d'água e os sedimentos (GOÑI et al., 2005). Muitos metais se associam às partículas, caracterizando-as como veículos de transporte. Sólidos Dissolvidos Totais (TDS) corresponde à porção da amostra que passa através de um filtro de 0,45 μm , ou seja, resíduos filtráveis. No presente trabalho a concentração de sólidos dissolvidos totais variou de 0,1 a 758,0 mg.L^{-1} com média geral de $58,0 \pm 93,0 \text{ g.L}^{-1}$ (Figura 5). A exemplo da turbidez supracitada as amostras com maiores valores foram novamente referentes ao first-flush enquanto as demais estações apresentaram valores semelhantes. Ademais, o desvio padrão maior que a

própria média indica a alta variabilidade entre os pontos amostrados. A NBR 15527:2007 não cita quaisquer valores em relação a concentração de sólidos dissolvidos totais, contudo, a Lei Municipal nº2.586/2011 de Niteró estabelece o máximo de até 200 mg.L⁻¹. Logo, dentre as estações amostrada apenas referente ao first-flush apresentaram desconformidade.

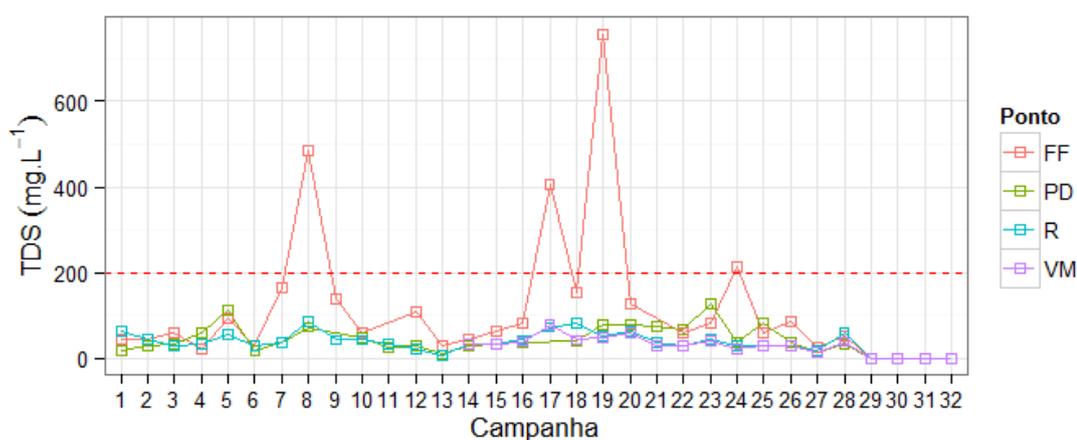


Figura 5: Variação do total de sólidos dissolvidos (mg.L⁻¹) nos quatro pontos de amostragem do sistema de captação de chuva do Cap-UERJ.

4.4 Oxigênio Dissolvido

O oxigênio dissolvido (OD) é essencial para todas as formas de vida presentes no meio aquático, inclusive aos organismos responsáveis pelos processos de autodepuração em águas naturais (bactérias) (CCME, 1999; CHAPMAN; KIMSTACH, 1992). Comumente é utilizado para a determinação do estado trófico. Além disso, a aferição do OD é uma medida indireta de avaliação de atividade microbiana no meio. No presente estudo o OD oscilou entre 1,74 e 9,74 mg.L⁻¹ com média de $6,2 \pm 1,9$ mg.L⁻¹ (Figura 6). Vale ressaltar que não foram observadas condições anóxicas em nenhuma amostra, ou seja, todas as amostras apresentaram condições de oxigenação satisfatória, sobretudo por estarem de acordo com a Lei Municipal nº2.586/2011 de Niterói/RJ que estabelece a oxigenação mínima de 2,0 mg.L⁻¹.

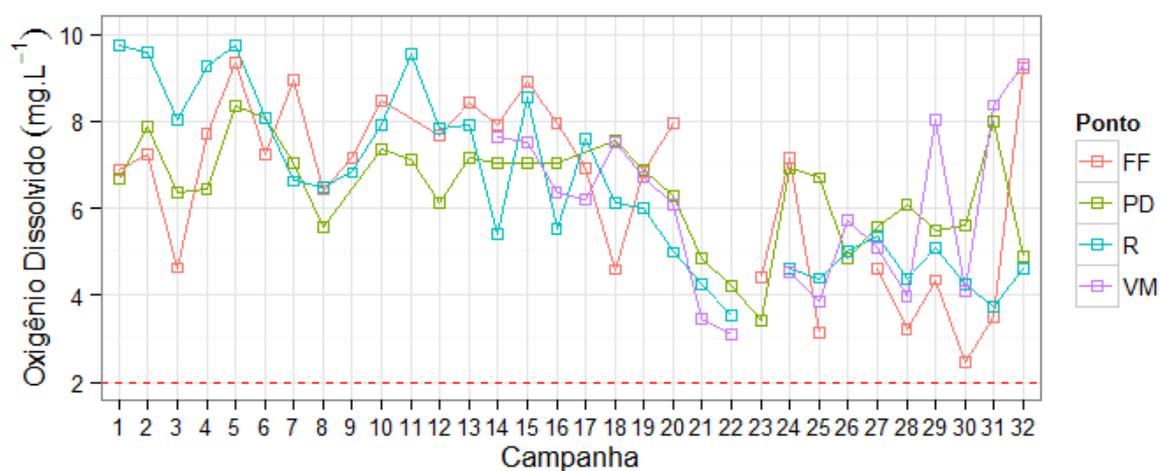


Figura 6: Variação do oxigênio dissolvido (mg.L^{-1}) nos quatro pontos de amostragem do sistema de captação de chuva do CAP-UERJ.

4.5 Colimetria

Microrganismos do grupo dos coliformes são utilizados há anos como indicadores da qualidade da água. A nomenclatura de coliformes fecais se encontra em desuso, pois estes coliformes não são de origem exclusivamente fecal, no entanto, devido à sua boa correlação com o coliforme indicador de contaminação fecal *Escherichia coli* (*E. coli*) esta nomenclatura popularizou-se. A nomenclatura mais apropriada é a de coliformes termotolerantes (BASTOS et al., 2000) que por definição, são coliformes capazes de fermentar a lactose a 44-45°C (CETESB, 2012). Apesar das limitações atribuídas a este método, ele ainda é amplamente utilizado como indicador da qualidade da água (BASTOS et al., 2000; CETESB, 2012). Além das análises com a sonda foram realizadas análises ex-situ de colimetria mediante condições de projeto, conforme Tabela 1.

Tabela 1: Resultados das análises de colimetria realizadas *exsitu* no sistema de captação do Cap-UERJ.

Campanhas	Estações	Coliformes Totais	<i>Escherischia Coli</i>
30/05/2014	<i>First-flush</i>	13,0	nd
	Precipitação	nd	nd
	Direta	nd	nd
	Reservatório	nd	nd
	Volume morto	4,6	nd
11/06/2014	<i>First-flush</i>	nd	nd
	Precipitação	6,8	nd
	Direta	nd	nd
	Reservatório	nd	nd
	Volume morto	nd	nd
12/12/2014	<i>First-flush</i>	nd	nd
	Precipitação	nd	nd
	Direta	nd	nd
	Reservatório	nd	nd
	Volume morto	nd	nd

Em cerca de 90 % das amostras não foram detectados nenhum organismo referente a coliformes. Os organismos denominados coliformes fecais podem ser oriundos de degradação de matéria orgânica como folhas e galhos, no entanto os resultados não detectaram a presença deste parâmetro. Os organismos que melhor representam contaminação fecal são da espécie *Escherischia Coli* por estar presente exclusivamente nos tratos digestivos dos animais (BAUMGARTE; POZZA, 2001). Como em todas as amostras não foram detectados organismos referentes a *Escherischia Coli*, pode-se afirmar que o sistema de captação não apresentou contaminação por fecal.

5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

A partir das análises dos dados foi possível constatar a qualidade inferior das amostras referentes ao volume captado pelo first-flush. Em contrapartida, as

amostras referentes ao reservatório (R) e volume morto (VM) apresentaram qualidade satisfatória para o uso não potável. Contudo, devido ao caráter ácido e elevada turbidez observadas torna-se necessário a equalização do pH pela adição de carbonato de cálcio e filtragem através de membranas. Recomenda-se também a necessidade de cloração para viabilizar o uso sem nenhuma restrição quanto a saúde humana.

6. REFERÊNCIAS

APHA; AWWA; WEF. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 20th. ed. [s.l: s.n.].

BASTOS, R. K. X. et al. Coliformes como indicadores da qualidade da água: Alcance e limitações. **Anais do XXVII Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental**. Porto Alegre: 2000

BAUMGARTE, M. DA G. Z.; POZZA, S. A. **Qualidade de Águas: descrição de parâmetros químicos referidos na legislação ambiental**. FURG ed. Rio Grande: [s.n.].

CCME. **Canadian Environmental Guidelines**. Hull, Quebec: [s.n.].

CETESB. **Relatório da Qualidade das Águas Superficiais no Estado de São Paulo 2011**. [s.l: s.n.].

CHAPMAN, D.; KIMSTACH, V. The selection of water quality variables. In: CHAPMAN, D. (Ed.). . **Water Quality Assessments**. 1ª. ed. London: Chapman & Hall, 1992. p. 51–120.

ESTEVES, F. A. **Fundamentos de Limnologia**. 3ª. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2011.

FURUMAI, H. Rainwater and reclaimed wastewater for sustainable urban water use. In: **Physics and Chemistry of the Earth**. [s.l: s.n.]. p. 33:340–346.

GOÑI, M. A. et al. **Fluxes and sources of suspended organic matter in an estuarine turbidity maximum region during low discharge conditions**. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, v. 63, 2005.

RIO DE JANEIRO (Estado). Decreto Lei Municipal nº 2.856/2011 de 25 de Jul da Câmara de Vereadores de Niterói, 2011.

OHNUMA JR, A. A. et al. A influência da poluição atmosférica na qualidade das águas pluviais para captação direta, descarte inicial e reservação. XXSBRH, **Anais**. Rio de Janeiro: 2013

PEIXE, C. R. DA S. **Águas Pluviais para usos não potáveis em escolas municipais: estudo de caso na região da baixada de Jacarepaguá, RJ.** [s.l.] Universidade do Estado do Rio de Janeiro, 2012.