



IX- 25 - QUALIDADE DA ÁGUA PLUVIAL NO CAMPUS ALTO PARAOPEBA – UFSJ: ANÁLISE DE PARÂMETROS FÍSICOS E QUÍMICOS

Ana Luíza Prazeres Breginski⁽¹⁾

Graduanda em Engenharia Civil pela Universidade Federal de São João del-Rei, *campus* Alto Paraopeba.

Emmanuel Kennedy da Costa Teixeira⁽²⁾

Engenheiro Ambiental e mestre em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Viçosa. Doutorando em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos pela Universidade Federal de Minas Gerais. Professor do curso de Engenharia Civil da Universidade Federal de São João del-Rei.

Paula Moreno Batista da Rocha Coelho⁽³⁾

Graduanda em Engenharia Civil pela Universidade Federal de São João del-Rei, *campus* Alto Paraopeba.

Endereço⁽¹⁾: Rodovia MG 443, km 07 - Fazenda do Cadete - Ouro Branco - MG - CEP: 36420-000 - Brasil - Tel: (33) 99106-8980 - e-mail: anabreginski@gmail.com

RESUMO

A água pluvial é aquela resultante das precipitações atmosféricas, que pode ser coletada com a finalidade de usos não potáveis, como por exemplo, irrigação, em descargas sanitárias, lavagens de pisos, entre outros. No *Campus* Alto Paraopeba há um reservatório de água pluvial, a qual é utilizada nas descargas sanitárias. Assim, este trabalho tem como objetivo a análise dos parâmetros físico-químicos de qualidade da água de chuva no *campus* e verificar se eles atendem à NBR 15527/2007, a qual orienta sobre o aproveitamento de água pluvial. As amostras para análise foram coletadas em oito eventos chuvosos. Coletaram-se amostras de água precipitada diretamente nos coletores e amostras de água na caixa de passagem, a qual liga o telhado do prédio principal do *campus* ao reservatório de acumulação de água pluvial existente. Os parâmetros analisados foram: pH, turbidez e cor aparente. Para o pH, a maioria das amostras estão de acordo com o recomendado pela NBR 15527/2007, apenas no coletor com proximidade a uma empresa siderúrgica se obteve um pH caracterizado como levemente ácido. Para os valores de turbidez, muitos valores atendem à norma, entretanto, tem-se que as atividades da empresa siderúrgica novamente podem ter influenciado nos resultados, pois nos dois coletores mais próximos à empresa foram encontrados os maiores valores. Com relação ao parâmetro cor aparente, todos os valores atenderam à NBR 15527/2007. Portanto, como existem valores de pH e turbidez que não atendem a norma, deve-se propor um tratamento para a água pluvial ser utilizada no *campus*.

PALAVRAS-CHAVE: Qualidade da Água Pluvial, NBR 15527/2007, Crise Hídrica.

INTRODUÇÃO

Nos dias atuais, cerca de 40% da população do planeta já sofre com as consequências da falta de água (SEGALA, 2012). A preocupação com os recursos hídricos vem ganhando maiores proporções devido à recente crise hídrica que a região sudeste enfrenta, região esta que apresenta o maior desenvolvimento e diversificação dos setores da economia, além de ser a região mais populosa do Brasil. Logo, a importância da preservação da água se afirma ainda mais neste contexto, o recurso hídrico essencial a vida, passa a ser escasso e assim começa a ser valorizado.

Segundo a Rede de Saneamento e Abastecimento de água (2013) – RESAG – no decorrer do último século, o consumo de água dobrou em relação à população e ainda há estimativas que em até 2030, dois terços da população mundial vão viver em cidades, o que causará um dramático aumento na demanda por água nas regiões urbanas. Assim, como consequência dessa maior demanda hídrica, deve haver ampliação das redes de abastecimento, as quais contam com altos índices de perdas, podendo chegar a 60%, o que pode obrigar as empresas de saneamento a buscarem novos mananciais.

Diante deste cenário, devem-se buscar soluções que não agridam o meio ambiente e que preservem os mananciais, nascentes e lençóis freáticos, não só quantitativamente, mas também qualitativamente, para a garantia do recurso nas gerações futuras, e façam com que o uso da água seja mais consciente. Uma possível solução é o aproveitamento da água pluvial.

Países como Cingapura usam a água de chuva para aumentar os seus recursos limitados de água doce e na Europa Ocidental, em particular na Alemanha, a gestão de água da chuva e seu uso doméstico é promovida para reduzir os fluxos máximos em descargas de drenagem e aperfeiçoar a gestão local de recursos hídricos. (HEIJNEN, 2012). O relatório mais recente da OMS/UNICEF - Programa Conjunto de Monitoramento de Abastecimento de Água e Saneamento - mostra que 1,3% da população mundial fazem uso da água de chuva como sua principal fonte de água para uso doméstico (HEIJNEN, 2012). Essa água pode ser usada para fins não potáveis e, mesmo assim, é preciso analisar a sua qualidade e segurança sanitária, que pode variar em relação ao grau de poluição em que o local em análise se encontra. No Brasil, a NBR 15527/2007 orienta quanto ao aproveitamento da água pluvial em áreas urbanas para fins não potáveis. Ela estabelece valores para parâmetros físico-químicos, os quais devem ser obedecidos para o aproveitamento da água.

No *Campus* Alto Paraopeba da Universidade Federal de São João del-Rei, localizado em Ouro Branco – MG, a água pluvial é utilizada em descargas dos vasos sanitários do prédio principal, entretanto, ela não passa por nenhuma técnica de tratamento e não se tem nenhum controle sobre sua qualidade. O *campus* fica situado em uma região próxima a empresas mineradoras, siderúrgicas e pedreiras, o que pode afetar a qualidade da água da chuva. Assim, este trabalho tem como intuito a análise de parâmetros da água pluvial no *Campus* Alto Paraopeba, de forma a se estabelecer se a sua qualidade atende à NBR 15527/2007, a qual apresenta os parâmetros de qualidade para o aproveitamento da água pluvial para fins não potáveis. Com a elaboração deste trabalho, almejam-se alcançar os seguintes objetivos específicos: Conhecer os parâmetros pH, turbidez e cor aparente da água pluvial precipitada no *campus*; Comparar os valores obtidos em ensaios laboratoriais com os sugeridos da NBR 15527/2007; Averiguar se as indústrias no entorno do *campus* afetam a qualidade da água pluvial.

MATERIAIS E MÉTODOS

O desenvolvimento do trabalho de pesquisa ocorreu no *Campus* Alto do Paraopeba – UFSJ, município de Ouro Branco, Minas Gerais. Visando alcançar os objetivos, foram instalados coletores de água pluvial ao redor do *campus*, assim, para cada chuva, foram coletadas amostras para a caracterização dos parâmetros físico-químicos de qualidade.

As amostras foram coletadas conforme recomendações do Programa de Pesquisa em Saneamento Básico, PROSAB (2009). Os coletores foram feitos utilizando um recipiente de plástico com o volume de 5 litros. Na parte superior foram colocadas redes para evitar a entrada de sólidos proveniente da vegetação, de animais e de partículas do solo que são carregados pelo vento. Os coletores foram amarrados a blocos de concreto para impedir sua movimentação, como mostrado na Figura 1.



Figura 1: Recipiente coletor de água pluvial vinda da atmosfera.

Esse tipo de coletor foi utilizado para coleta de água direta (água vinda da atmosfera) e também para coletar amostras na caixa de passagem, a qual liga o telhado do prédio principal do *campus* ao reservatório de acumulação de água pluvial, a única diferença é que no segundo caso não se necessitou de blocos de concreto, devido ao fato da caixa de passagem ser pequena e não possibilitar grandes movimentações do coletor. O coletor foi posicionado dentro da caixa de passagem, debaixo da canalização que escoar a água pluvial proveniente do telhado, desta forma foi possível coletar essa água, conforme a Figura 2.



Figura 2: Coletor utilizado na coleta dentro da caixa de passagem.

Foram feitos sete recipientes de coleta, seis destes foram usados na coleta direta e um para coletar a água na caixa de passagem. A Figura 3 apresenta a disposição dos coletores no *campus* e a numeração atribuída a eles.



Figura 3: Vista área do *Campus* Alto Paropeba. Nela estão representados os pontos de coleta da água pluvial.

Cada coletor foi posicionado de forma que todas as partes do território da universidade fossem englobadas, mas tomando o cuidado de não deixá-los próximos a locais de aglomerações de alunos, para que as amostras não fossem danificadas. Na Tabela 1, têm-se um resumo com a localidade e objetivo de cada coletor.

Tabela 1: Localidade e objetivo de cada coletor.

Coletor	Localidade	Objetivo
1	Próximo à obra de construção do prédio de Engenharia Civil e da MG-443	Averiguar se as obras e o tráfego influenciam as análises
2	Próximo ao bloco 4	Analisar as variações dos parâmetros no entorno do <i>campus</i>
3	Próximo ao bloco 6	Analisar as variações dos parâmetros no entorno do <i>campus</i>
4	Próximo ao bloco 2	Analisar as variações dos parâmetros no entorno do <i>campus</i>

5	Próximo a uma empresa siderúrgica	Averiguar se os poluentes expelidos pela empresa afetam os parâmetros
6	Próximo a uma empresa de argamassa	Averiguar se a poeira proveniente da empresa afetam os parâmetros
7	Dentro da caixa de passagem	Analisar os parâmetros da água proveniente do telhado

O período de coleta ocorreu entre os meses de outubro e novembro de 2015. As datas das coletas e as alturas precipitadas estão apresentadas na Tabela 2. Na caixa de passagem, coletaram-se amostras apenas nos dias 20 e 23 de novembro.

Tabela 2: Datas dos eventos chuvosos nos quais houve coletas.

Data da chuva	Índice pluviométrico (mm)	Data da chuva	Índice pluviométrico (mm)
01/10/15	22,8	07/11/15	109,2
22/10/15	16,0	17/11 - 18/11//15	30,0
27/10/15	58,4	19/11//15	53,2
05/11/15	15,8	20/11 - 23/11/15	13,4

Os parâmetros analisados foram: pH, turbidez e cor aparente. Eles foram escolhidos de acordo com a NBR 15527/2007, a qual, além desses parâmetros, recomenda a análise de coliformes totais e termotolerantes e cloro residual. Entretanto, por falta de aparelhos no laboratório, estes não foram analisados. As análises seguiram o Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION, 2005).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

RESULTADOS DO PARÂMETRO pH

Na Figura 4 estão apresentados os valores do pH encontrados nas amostras coletadas. Para esse parâmetro a NBR15527/2007 recomenda pH entre 6,0 e 8,0.

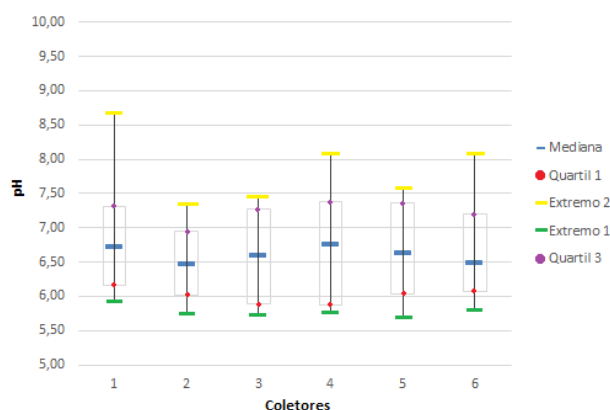


Figura 4: Valores de pH mediano, máximo, mínimo e quartis 1 e 3 para os seis coletores diretos durante todo o período analisado.

Como mostrado na Figura 4, há valores de pH menores que 6,00, o que permite caracterizar a chuva como levemente ácida. Essa leve acidez pode estar relacionada devido à presença de gases no ar, os quais podem reagir com a água, formando, assim, ácidos. Alguns valores superaram o valor de 8,00, o que significa que a água apresenta um caráter alcalino. Ressalta-se que o pH da maioria das amostras atendeu à NBR 15527/2007.

O maior valor de pH, 8,69, foi encontrado no coletor 1, na chuva entre os dias 20 e 23/11. Próximo a este coletor encontra-se uma rodovia e uma obra e acredita-se que o alto valor esteja relacionado com a poeira no entorno e tenha deixado o coletor sujo e as partículas depositadas possam ter elevado o pH.

Já o valor mínimo de 5,68 foi obtido no coletor 5 na proximidade da empresa siderúrgica, na amostra da chuva que ocorreu entre os dias 20 e 23/11. Logo, pode se apresentar como hipótese que a chuva assumiu um caráter levemente ácido devido à poluição local provocada pela empresa. Ressalta-se que apenas uma única amostra apresentou valor ácido. Isso pode ser devido à direção dos ventos, pois se observa que normalmente eles tendem a não trazer para o *campus* a fumaça das chaminés da empresa.

A mediana dos coletores 1, próximo às obras, e 4, próximo ao bloco 2, o qual não há nenhuma característica específica que pode influenciar a água pluvial, foram as que apresentaram maior valor, respectivamente, 6,730 e 6,765, os quais atendem à NBR 15527/2007.

Para as duas amostras coletadas na caixa de passagem, o menor pH encontrado foi 6,84 e o maior 8,03, sendo esse último acima do recomendado. Para o maior valor, uma possível explicação é o fato que, ao coletar a água, perceberam-se grandes quantidades de partículas, as quais são carregadas do telhado para a caixa de passagem e posteriormente são conduzidas ao reservatório. Estas partículas podem ter influenciado no alto valor de pH. Recomenda-se que as caixas de passagem sejam sempre limpas, para que as partículas sólidas depositadas não sejam carregadas para o reservatório, como ocorre atualmente.

RESULTADOS DO PARÂMETRO TURBIDEZ

A Figura 5 apresenta os valores das medianas encontradas ao longo de todo o período de análise para os seis coletores diretos, são apresentados também os valores máximo, mínimos e os quartis 1 e 3. Para turbidez a NBR 15527/2007 sugere um valor máximo de 5,00 uT. Percebe-se pela Figura 5 que há valores superiores ao proposto pela norma.

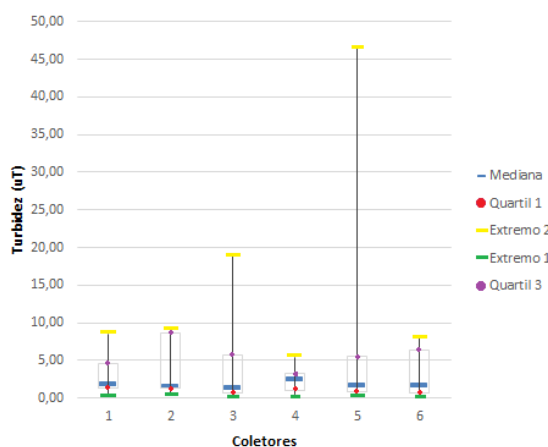


Figura 5: Valores de turbidez mediana, máxima, mínima e quartis 1 e 3 para os seis coletores diretos durante todo o período analisado.

Os valores máximos de turbidez apresentados na Figura 5 indicam presença mais expressiva de materiais finos em suspensão. A chuva do dia 05/11 apresentou grandes valores de turbidez em todos os coletores, em especial o coletor de número 5, o qual é o mais próximo da empresa siderúrgica, apresentando o valor de 46,40 uT.

Outro alto valor de turbidez foi encontrado no coletor 3, sendo o valor de 18,82 uT. Este coletor está mais próximo à empresa de argamassa. Acredita-se que tal valor se deve aos lançamentos de partículas sólidas na atmosfera, por parte da empresa.

Ainda na Figura 5, observa-se uma constância nas medianas encontradas. Os valores apresentados na maioria dos coletores são próximos, sendo a única exceção a mediana do coletor 4, próximo ao bloco 2, que apresenta valor igual a 2,65 uT.

Nas coletas na caixa de passagem, os resultados para a turbidez corresponderam a um intervalo de 0,86 uT como mínimo e 1,20 uT, como máximo, atendendo ao recomendado.

RESULTADOS DO PARÂMETRO COR APARENTE

Na Figura 6 são apresentadas as dispersões dos valores do parâmetro cor aparente para os seis coletores diretos. A NBR 15527/2007 sugere que os resultados sejam inferiores a 15 uH. Como apresentado na Figura 6, todas as amostras coletadas se enquadraram no recomendado para o padrão de qualidade de água pluvial.

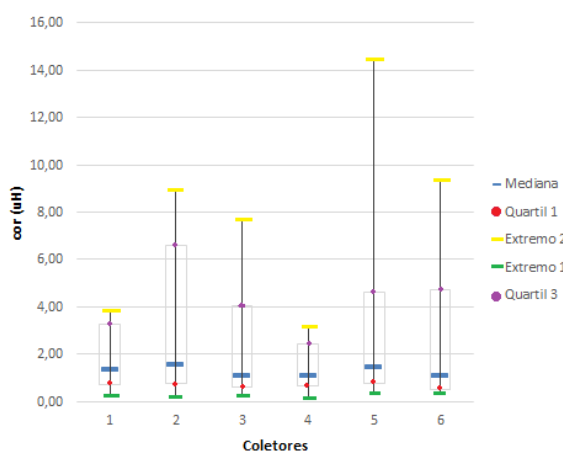


Figura 6: Valores de cor aparente mediana, máxima, mínima e quartis 1 e 3 para os seis coletores diretos durante todo o período analisado.

Pela Figura 6, tem-se que o valor máximo obtido foi 14,4762 uH no coletor 5, que estava próximo à empresa siderúrgica. Nesta mesma amostra, como relatado no item anterior, a turbidez apresentou o valor de 46,40 uT, um valor relativamente alto. Esse valor máximo de cor aparente foi observado na chuva do dia 05/11.

Já o valor mínimo, apresentado na Figura 6, foi de 0,0714 uH na chuva do dia 19/11. Ainda observando a Figura 7, percebe-se que as medianas não apresentaram valores com grandes diferenças entre si.

Para as coletas na caixa de passagem a cor mínima foi 0,6667 uH e a máxima 1,0238 uH, valores que também atendem a NBR 15527/2007.

CONCLUSÕES

A partir dos valores dos parâmetros obtidos através das análises foi possível caracterizar a água pluvial do *Campus* Alto Paraopeba, relacionando-a com alguns fatores externos.

O pH das amostras não apresentou valores muito diferentes ao longo das análises, a maioria pode ser classificado como aceitável, considerando os limites da NBR 15527/2007. Apenas três amostras apresentaram pH alcalino e uma levemente ácido. Acredita-se que a acidez da amostra no coletor 5 seja devido a emissão de gases das chaminés da empresa siderúrgica. Esse valor só foi encontrado em uma chuva, o que leva a crer que, apesar do *campus* ser próximo da empresa, os ventos não deixam que os gases lançados cheguem até a universidade.

Alguns valores encontrados para turbidez estão acima de 5,0 uT, que é recomendado pela NBR 15527/2007. Sendo que foram encontrados dois altos valores para os coletores 3 e 5. Os dois coletores em questão são



próximos da empresa de argamassa e da siderúrgica, respectivamente. Acredita-se que tais valores possam ter sido influenciados pelas empresas devido aos lançamentos de partículas sólidas na atmosfera.

Percebeu-se que o parâmetro cor se enquadrou no intervalo de qualidade da água pluvial, proposto pela NBR 15527/2007, os demais, pH e turbidez apresentaram amostras fora dos limites estipulados. Assim, tem-se que é necessário o tratamento da água pluvial utilizada no *campus*, por mais que seja para um uso menos restritivo. Em trabalho futuro, este tratamento será indicado, além de se ampliar o período de coleta de amostras de água de chuva para se conhecer melhor a qualidade da água pluvial do *campus*. Ressalta-se que os maiores valores de pH e turbidez encontrados em coletores próximos à empresa de argamassa e a siderúrgica não pode ser afirmado com certeza que são devido a elas, pois neste trabalho foram coletadas poucas amostras, além de haver outros fatores que podem influenciar nos resultados das amostras, como o vento, por exemplo. Por isso, em trabalhos futuros se analisará amostras por maior período.

AGRADECIMENTO

Os autores agradecem ao apoio financeiro da FAPEMIG através do auxílio de participação coletiva em eventos e à Universidade Federal de São João del-Rei pelo suporte dado no desenvolvimento deste trabalho e pelo auxílio financeiro a 3ª autora desse trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. HEIJNEN, H. (2012). A Captação de Água da Chuva: Aspectos de Qualidade da Água, Saúde e Higiene. In: 8º Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água de Chuva. Goiânia.
2. NBR 15527. (2007). Água de chuva - Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis - Requisitos. Rio de Janeiro: ABNT NBR.
3. PROSAB. (2009). Manejo de Águas Pluviais Urbanas. Rio de Janeiro.
4. REDE DE SANEAMENTO E ABASTECIMENTO DE ÁGUA. (2013). Disponível em: <<http://www.resag.org.br/informacoes-e-estatisticas/saneamento-abastecimento>>. Acesso em 03 de 10 de 2015.
5. SEGALA. (2012). Revista Abril. Disponível em: <<http://exame.abril.com.br/brasil/zoom/o-que-voce-precisa-saber-sobre-a-crise-da-agua/>>. Acesso em 5 de outubro de 2015.
6. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. (2005). AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION.