

MONITORAMENTO DA ÁGUA DE CHUVA E MATERIAL PARTICULADO (MP) ATMOSFÉRICO NO IFC – CAMPUS CAMBORIÚ

*Amanda Geraldo Andrighi¹; Lucas Eduardo Wieth²; Victor Hugo Andrade
Schlebing³; Joeci Ricardo Godoi⁴; Rodrigo Souza Banegas⁵; Letícia Flohr⁶*

RESUMO

A água é primordial para os organismos vivos, com isso lhe é atribuído valor econômico, ambiental e social. O reúso da água da chuva é uma das formas de assegurar este recurso. O desenvolvimento em avanço da sociedade junto à intensificação da poluição atmosférica é uma ameaça iminente à qualidade das águas pluviais. Este trabalho tem como objetivo o monitoramento qualitativo da água da chuva e do ar no município de Camboriú (SC), com avaliação por meio de testes físico-químicos e fitotoxicológicos para a água precipitada, e através da análise da concentração de MP₁₀. Os resultados parciais têm demonstrado uma boa qualidade da água pluvial e do ar no município, apesar de uma tendência a chuvas com pH < 6,0. O monitoramento contínuo poderá estabelecer resultados mais precisos, e fornecer informações sobre a qualidade do ar na região e um possível reúso de águas pluviais no *Campus* Camboriú.

Palavras-chave: Chuva ácida. Poluição do ar. Monitoramento. Material particulado.

INTRODUÇÃO

A água é um recurso natural limitado, essencial à vida e de interesse coletivo, que está assegurado pela Constituição Federal vigente nos dias atuais, mais especificamente na Política Nacional de Recursos Hídricos – Lei nº 9.433 (BRASIL, 1997). Em consequência do aumento da poluição, esse recurso está ficando cada vez mais escasso, sendo que o uso global da água aumentou seis vezes no último século – o dobro do índice de crescimento populacional (MANSUR, 2018). Isso mostra a necessidade de economia da água, além da urgência da utilização de outras fontes deste bem para o consumo.

De maneira correlacionada, com o avanço da industrialização e a difusão do uso de automóveis, sobretudo no século XX, o lançamento de poluentes emitidos

1 Estudante do Curso Técnico em Controle Ambiental Integrado ao Ensino Médio; Instituto Federal Catarinense – Campus Camboriú; andrighi1@gmail.com

2 Estudante do Curso Técnico em Controle Ambiental Integrado ao Ensino Médio; Instituto Federal Catarinense – Campus Camboriú; lucasewieth@gmail.com

3 Estudante do Curso Técnico em Controle Ambiental Integrado ao Ensino Médio; Instituto Federal Catarinense – Campus Camboriú; victorschlebing@gmail.com

4 Especialista em Educação Ambiental; Instituto Federal Catarinense - Campus Camboriú; joeci.godoi@ifc.edu.br

5 Doutor em Química; Instituto Federal Catarinense – Campus Camboriú; rodrigo.banegas@ifc.edu.br

6 Doutora em Engenharia Ambiental; Instituto Federal Catarinense – Campus Camboriú; leticia.flohr@ifc.edu.br

na atmosfera foi intensificado (BRAGA et al., 2007), e, através do carregamento dessas partículas pela precipitação, amplificaram-se as chances de ocorrência do fenômeno “chuva ácida”, que afeta diretamente a qualidade da água pluvial. A chuva ácida é estipulada quando o índice de pH da água precipitada for menor que 5,6, sendo este nível atingido, principalmente, pela riqueza de óxidos ácidos (de carbono, enxofre e nitrogênio) na atmosfera que, dissolvidos na água, formam ácidos e diminuem o valor de pH (CAMPOS et al., 2006). Baixos valores de pH podem influenciar na produção agrícola e também nos materiais expostos a esta água (BRENA, 2009). Desta forma, estudos sobre qualidade de água da chuva são muito importantes para gestão ambiental em zonas rurais ou urbanas, particularmente nas suas possibilidades de reúso, além de evidenciarem a poluição atmosférica.

Poluição do ar é a presença ou lançamento de matéria ou energia na atmosfera, de forma que possa torná-lo impróprio para os seres vivos e ao meio ambiente. Os poluentes têm efeitos adversos, como a deterioração da saúde humana, animal e das plantas. Como a atmosfera não é capaz de dispersar os poluentes imediatamente, esses demoram tempo para se distribuir uniformemente na atmosfera (PHILIPPI JUNIOR, 2005; GALVÃO FILHO, 1989).

Entre os contaminantes do ar, o Material Particulado (MP) suspenso é constantemente emitido por diversas fontes e pode causar sérios danos à saúde do meio ambiente. A exposição de espécies vivas à atmosferas contaminadas por MP pode atuar tanto na alteração das condições normais do indivíduo como no aumento dos problemas já existentes. Esses efeitos podem ser tanto globais como podem ocorrer em níveis locais, uma vez que o mesmo ar é respirado por diversas pessoas (CETESB, 2004; 2008; HOINASKI, 2010).

Como complemento para avaliações qualitativas das águas pluviais, também podem ser analisados os valores de condutividade elétrica (CE) e os efeitos sobre organismos vivos. A alta CE está atrelada à presença de íons na água, possivelmente causada pela ionização dos ácidos e a absorção dos poluentes atmosféricos pela chuva (MARQUES et al., 2010). Os efeitos em organismos vivos podem ser verificados através de testes de fitotoxicidade, mediante observação da germinação de sementes. O baixo teor de germinação pode indicar, biologicamente, um desequilíbrio na acidez da água, pois o valor de pH ideal aos seres vivos está geralmente entre 6,5 e 7,5 (Werker; Hall, 1999 apud Brito-Pelegrini et al., 2007).

Assim, este projeto tem como objetivo monitorar a concentração de MP₁₀ e a qualidade da água da chuva no IFC – *Campus* Camboriú através da análise de valores de pH, condutividade elétrica e testes fitotoxicológicos das amostras

coletadas. A partir dos resultados, serão verificadas as possibilidades de reutilização das águas pluviais para fins não nobres na própria instituição.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

As amostras das precipitações pluviais foram coletadas nas dependências do Instituto Federal Catarinense – Campus Camboriú (27°00'51.7"S; 48°39'53.9"W), através da elaboração de coletores a partir de dois galões de plástico, de modo a interceptar e armazenar a água da chuva. Após a coleta, as águas pluviais foram analisadas por meio de parâmetros físico-químicos de pH e condutividade elétrica. Para a medição dos valores de pH das amostras, foi utilizado um pHmetro digital tipo caneta (ITPH2100). Os dados de CE foram estimados com o auxílio de um condutivímetro digital (AJmicronal AJX - 515). Ambos os aparelhos foram higienizados e calibrados para obtenção de melhores resultados. A realização dos testes fitotoxicológicos acontecerá mediante ensaios de germinação de sementes, utilizando da *Eruca Sativa* (rúcula), com uso da metodologia adaptada de Brito-Pelegrini et al. (2007), que consiste no acondicionamento de dez sementes em placas de Petri, revestidas com papel filtro embebido em 3,0 mL das amostras de águas pluviais. Os ensaios serão realizados em duplicata, em conjunto a dois testes de controle - A e B - negativos, embebidos em 3,0 mL de água destilada. As placas serão expostas à temperatura ambiente e luz natural por um período de 7 dias, e após isso, haverá a contagem das germinações com base nos controles.

Para realizar a coleta de material particulado será utilizado o equipamento Amostrador de Grandes Volumes (AGV) da marca Energética, instalado no Instituto Federal Catarinense – Campus Camboriú. O período de funcionamento do equipamento para a coleta de amostras será de 24 h. Os filtros do AGV utilizados serão inicialmente colocados por um período de 4 h na mufla em 400 °C e depois 24 h num dessecador para controlar a umidade e então é possível obter o peso (massa) inicial do filtro, sendo repetida então a permanência de 24 h do filtro no dessecador após o período de coleta para obter a massa final. Para calcular a concentração são necessários outros dados, como a variação do CVV (Coeficiente de variação volumétrica) que é medido por meio de um manômetro acoplado ao equipamento; o tempo de amostragem, que pode ser visualizado no horômetro do AGV; e a

temperatura e pressão atmosférica do dia de amostragem, que são obtidos no site do CPTEC – Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos (<http://www.cptec.inpe.br>). Os resultados indicados serão médias mensais, com o respectivo desvio padrão.

Para avaliar a relação existente entre MP_{10} e as variáveis físico-químicas pH e CE e os resultados de testes de fitotoxicidade (e entre os parâmetros entre si) será utilizado o coeficiente de correlação de Pearson, por se tratar de variáveis do tipo quantitativas. Será utilizada a ferramenta do *software* LibreOffice Calc.

RESULTADOS ESPERADOS OU PARCIAIS

As coletas de material particulado MP_{10} ocorreram entre os meses de março e junho de 2019, e foi observado que em nenhuma amostra a concentração atingiu ou ultrapassou o limite diário máximo estabelecido pela Organização Mundial de Saúde – OMS (WHO, 2006), que é de $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Tabela 1). Até agora, a média mensal das concentrações alcança o valor de $28,66 \mu\text{g}/\text{m}^3$, o que já ultrapassaria o limite anual estabelecido pela mesma resolução, que é de $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Os resultados parciais de pH e CE das águas pluviais coletadas podem ser visualizados na Tabela 1. Os testes de fitotoxicidade ainda não foram realizados.

Tabela 1: Resultados de MP_{10} , pH e CE analisados entre os meses de março e junho de 2019 na cidade de Camboriú/SC. Valores médios e desvio padrão.

	Março	Abril	Maio	Junho
MP_{10} ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	$28,55 \pm 0,68$	$28,95 \pm 0,07$	$28,79 \pm 0,32$	$28,34 \pm 0,43$
pH	$6,40 \pm 0,27$	$5,75 \pm 0,35$	$5,70 \pm 0,59$	$5,90 \pm 0,28$
CE ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	$1,20 \pm 0,12$	$1,62 \pm 0,18$	$1,27 \pm 0,17$	$1,31^* \pm 0,00$

*apenas uma análise da amostra.

Fonte: autoria própria

Os valores encontrados nas análises de pH indicam que apenas no mês de março o valor encontrado pode ser considerado normal. De acordo com a Portaria de Consolidação nº 05/2017 (BRASIL, 2017), o pH para águas de abastecimento deve estar entre 6,0 e 9,0. Já para os meses de abril, maio e junho a média encontrada não atenderia a legislação em relação a água para consumo.

Em relação aos valores de CE encontrados pode-se dizer que os valores são considerados normais já que as águas naturais apresentam teores de condutividade na faixa de 10 a 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (BRASIL, 2014).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através da comparação dos resultados observados com os limites diários estabelecidos pela OMS, pode-se concluir que o ar na região encontra-se em uma boa qualidade. Entretanto, existe uma prévia de média anual ultrapassando os limites estabelecidos pelo mesmo órgão.

Em relação aos dados qualitativos das águas pluviais, nota-se um possível problema em relação à acidez, que será melhor examinado pelos testes fitotoxicológicos na continuidade deste trabalho.

Assim, há uma previsão de que o monitoramento de MP_{10} , pH, CE e testes com germinações de sementes continue ocorrendo nos próximos meses, e os resultados serão importantes para verificar possibilidades de reúso da água da chuva no IFC – *Campus* Camboriú, bem como na conscientização da população em relação aos problemas causados pela poluição do ar.

REFERÊNCIAS

BRAGA, A. L. F. et al. Associação entre poluição atmosférica e doenças respiratórias e cardiovasculares na cidade de Itabira, Minas Gerais, Brasil. **Cad. Saúde Pública**, v. 23, 570 p, Rio de Janeiro, 2007.

BRASIL. Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Disponível em: <www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9433.htm>. Acesso em: 24 maio 2019.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Fundação Nacional de Saúde. Manual de controle da qualidade da água para técnicos que trabalham em ETAS**. Ministério da Saúde, Fundação Nacional de Saúde. – Brasília: Funasa, 2014. 112 p.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria de Consolidação nº 05 de 28 de setembro de 2017**. Consolidação das normas sobre as ações e os serviços de saúde do Sistema Único de Saúde. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Poder executivo, DF, 03 outubro 2017.

BRENA, N. A. **A chuva ácida e seus efeitos sobre as florestas**. 2ed. São Paulo: Brena, 2009, p. 14.

BRITO-PELEGRINI, N. N. de et al. Ensaios biológicos com sementes para avaliar a redução da toxicidade do chorume tratado por processo fotoquímico. **Minerva**, p. 219-228, 2007.

CAMPOS, M. L. A. M. et al. **Poluição atmosférica e chuva ácida**. 2006. Disponível em: <www.usp.br/qambiental/chuva_acidafront.html>. Acesso em: 14 jun. 2019.

CETESB- COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL.
Relatório da qualidade do ar de São Paulo. 2004, 142 p.

CETESB - COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL. São Paulo. Secretaria de Estado do Meio Ambiente. **Relatório material particulado inalável fino (MP 2,5) e grosso (MP2,5 – 10) na atmosfera da região metropolitana de São Paulo(2000 – 2006)**. 2008, 29p.

GALVÃO FILHO, J. B. **Poluição do ar: Aspectos técnicos e econômicos do meio ambiente**. 1989. Disponível em: <www.luzimarteixeira.com.br/wp-content/uploads/2011/03/poluicao-do-ar-aspectos-tec-e-meio-ambiente.pdf>. Acesso em: 24 abr. 2019.

HOINASKI, L. **Avaliação de métodos de identificação de fontes emissoras de material particulado inalável (PM10)**. 2010. 116 (Dissertação de Mestrado). Programa de Pós- Graduação em Engenharia Ambiental, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

MANSUR, E. Uso da água cresce duas vezes mais rápido do que população mundial. **ONU News**, 20 mar. 2018. Disponível em: <news.un.org/pt/story/2018/03/1615142>. Acesso em: 28 jun. 2019.

MARQUES, R. et al. Composição química de águas de chuva em áreas tropicais continentais, Cuiabá-MT: aplicação do sistema clima urbano (S.C.U.). **Rev. dep. Geografia**, v. 20, p. 63-75, 2010. Disponível em: <www.revistas.usp.br/rdg/article/view/47242/50978>. Acesso em: 21 jun. 2019.

PHILIPPI JUNIOR, A. **Saneamento, saúde e ambiente: Fundamentos para um desenvolvimento sustentável**. 4 ed. São Paulo: Editora Manole Ltda, 2005. 842 p.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. WHO. **Air quality guidelines for particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulfur dioxide: global update 2005: summary of risk assessment**. Geneva: World Health Organization, p. 1-22, 2006.