

Avaliação do potencial da *Tillandsia* spp. como bioindicadora de poluição atmosférica

Potential evaluation of *Tillandsia* spp. as a bioindicator of air pollution

RESUMO

O biomonitoramento se configura como uma ferramenta complementar aos métodos de monitoramento convencionais e o emprego de plantas têm se destacado nesse processo. As epífitas são consideradas eficientes no monitoramento da poluição atmosférica, pois retiram nutrientes e água diretamente da atmosfera. As bromélias epífitas como as do gênero *Tillandsia* tem sido empregadas no monitoramento da qualidade do ar. Nesse contexto, o presente estudo objetivou avaliar o potencial da bromélia epífita *Tillandsia* spp. presente em áreas urbanas do município de Céu Azul, PR, como bioindicadora da poluição atmosférica. Foram avaliados os teores dos metais Cu, Pb, Zn e Fe nas espécies *Tillandsia recurvata* e *Tillandsia tricholepis* por meio da técnica de espectrometria de absorção atômica em chama (Fe) e forno de grafite (Cu, Zn e Pb). Os resultados indicaram que as concentrações mais elevadas de Pb e Cu ocorreram em pontos com maior tráfego de veículos e o Zn se fez mais presente em áreas de influência industrial. Ambas as espécies estudadas apresentaram tendência como biomonitoras passivas da poluição atmosférica urbana.

PALAVRAS-CHAVE: Biomonitoramento. Metais. *Tillandsia*.

ABSTRACT

Biomonitoring is a complementary tool to conventional monitoring methods and the use of plants has been highlighted in this process. Epiphytes are considered efficient in monitoring air pollution because they draw nutrients and water directly from the atmosphere. Epiphytic bromeliads such as those of the genus *Tillandsia* has been employed in monitoring air quality. In this context, the present study aimed to evaluate the potential of epiphyte bromeliad *Tillandsia* spp. present in urban areas of the city of Céu Azul, PR, as a bioindicator of atmospheric pollution. The contents of Cu, Pb, Zn and Fe metals *Tillandsia recurvata* and *Tillandsia tricholepis* species were evaluated by flame atomic absorption spectrometry (Fe) and graphite furnace (Cu, Zn and Pb). The results indicated that the highest concentrations of Pb and Cu occurred at points with higher vehicle traffic and Zn was more present in areas of industrial influence. Both species showed tendency as passive biomonitors of urban air pollution.

KEYWORDS: Biomonitoring. Metals. *Tillandsia*.

Daiane Caroline Engel Dahmer
daiane_dahmer@hotmail.com
Autor
Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Medianeira, PR, Brasil

Oldair Donizeti Leite
oldair.leite@gmail.com
Orientador
Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Medianeira, PR, Brasil

Larissa de Bortolli Chiamolera Sabbi
laridbc@gmail.com
Co-orientador
Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Medianeira, PR, Brasil

Recebido: 19 ago. 2019.

Aprovado: 01 out. 2019.

Direito autorial: Este trabalho está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.



INTRODUÇÃO

A poluição atmosférica é na atualidade, um dos problemas ambientais enfrentados pela humanidade (MAKI et al., 2013). O desenvolvimento urbano e industrial, o crescimento da frota de veículos automotores e os padrões de consumo atuais, atrelados a outros fatores têm contribuído com o aumento da emissão de poluentes na atmosfera. As concentrações elevadas de contaminantes no ar, sua deposição no solo e nos vegetais é responsável por danos à saúde e de maneira geral, gera desequilíbrios nos ecossistemas (MMA, 2009).

Em grandes centros urbanos, a qualidade do ar sofre influência direta da distribuição e da intensidade das emissões de poluentes de origem veicular e industrial, sendo a frota veicular a grande responsável pela emissão de elevados teores de diversos contaminantes (CETESB, 2018).

O controle da qualidade do ar pode ser realizado por meio de estimativas das emissões, modelos matemáticos e medidas das concentrações dos principais poluentes no meio com o uso de métodos físico-químicos. Essas avaliações permitem verificar se os limites para diversos poluentes, estabelecidos por governos nacionais ou internacionais estão sendo respeitados (KLUMPP et al., 2001). O biomonitoramento se configura como uma ferramenta complementar aos métodos de monitoramento convencionais, pois permite avaliar as respostas dos organismos vivos à poluição (CARNEIRO, 2004).

Plantas biondicadoras tem se destacado no monitoramento da qualidade do ar uma vez que seu emprego demonstra os efeitos negativos da poluição em organismos vivos de uma maneira facilmente identificável (KLUMPP et al., 2001). Dentre elas, plantas epífitas são consideradas eficientes no biomonitoramento da poluição do ar, pois retiram nutrientes e água diretamente da atmosfera, sem manter contato com o solo (FIGUEIREDO et al., 2007). Algumas espécies podem se desenvolver em substratos artificiais como cabos de energia elétrica, dispensando o suporte de seres vivos, como é o caso das bromélias (WESTER; ZOTZ, 2010).

As bromélias epífitas como as do gênero *Tillandsia* tem sido empregadas no monitoramento da qualidade do ar (DRAGUNSKI et al., 2009). Essas espécies utilizam as raízes apenas para fixação, absorvendo água e nutrientes por meio das folhas (WESTER; ZOTZ, 2010). Nesse contexto, o presente estudo teve por objetivo avaliar o potencial da bromélia epífita *Tillandsia* spp. presente em áreas urbanas do município de Céu Azul, PR, como bioindicadora da poluição atmosférica.

MATERIAIS E MÉTODOS

As espécies *Tillandsia recurvata* e *Tillandsia tricholepis* foram coletadas em diferentes pontos da área urbana do município de Céu Azul, Paraná, no mês de fevereiro de 2018. Para definição dos pontos de amostragem foram considerados os seguintes critérios: presença de bromélias epífitas sobre as redes de eletricidade, intensidade de incidência das espécies (em fiações, árvores, postes e muros) na mesma rua e proximidade com possíveis fontes poluidoras.

As epífitas foram coletadas somente de forófitos (árvores), muros e postes. Não foram coletadas amostras presentes nas redes de energia elétrica. Após coleta, o material foi acondicionado em sacos plásticos identificados e armazenados em câmara fria até a execução das análises. As espécies foram identificadas pela especialista na família Bromeliaceae, Greta Dettke, do Herbário HCF, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Campo Mourão.

As amostras foram secas previamente em estufa em temperatura constante de 60°C por 72h. O material foi triturado com auxílio de almofariz e pistilo e passado por uma peneira de 60 mesh. Cerca de 0,3 g de amostra foram colocados em tubos de TEFLON com 10 mL de HNO₃ (Ácido Nítrico) e levados para digerir por via úmida em sistema fechado no Microondas (Antom paar®, modelo multiwave GO) onde ficaram por 10 minutos em temperatura de 100°C, e logo em seguida mais 10 minutos em temperatura de 180°C. Após a reação no microondas foram adicionados 5 mL de H₂O, totalizando 15 mL de solução. Foram adicionados 2 mL de H₂O₂ (peróxido de hidrogênio) à solução e em seguida, esta foi colocada em banho-maria para reação até total quebra da matéria orgânica e abertura das amostras para análise de metais. Após reação, adicionou-se água destilada até completar 50 mL de amostra, em cada ponto. Esse volume foi utilizado para os cálculos de concentração de metais.

Os metais (Cu, Pb, Zn e Fe) foram determinados empregando-se a técnica de espectrometria de absorção atômica em chama (Fe) e forno de grafite (Cu, Zn e Pb). As análises foram realizadas em duplicata em um Espectrômetro de Absorção Atômica (EAA) multi-elementar sequencial (VARIAN, modelo AA 240FS) com lâmpada de deutério como corretor de sinais de fundo. As quantidades de metais encontrados nas amostras foram obtidas a partir da construção de curvas de calibração.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As concentrações dos metais Cobre (Cu), Chumbo (Pb), Zinco (Zn) e Ferro (Fe) obtidos para cada espécie nos diferentes pontos de amostragem encontram-se detalhados nas tabelas 1 e 2.

Tabela 1 – Concentrações de metais em mg.kg⁻¹ para *Tillandsia recurvata*

Ponto de Coleta	Cobre	Chumbo	Zinco	Ferro
1	10,85	18,98	13,26	4.415,57
2	14,91	20,70	18,78	2.651,50
3	12,41	15,62	20,90	3.008,92
4	17,32	0,00	14,32	13.982,26
5	22,88	33,59	22,42	4.958,79
6	13,10	15,70	22,57	4.900,80
7	0,00	15,47	23,43	3.938,68
8	0,00	0,00	11,30	3.613,52

Fonte: Autoria Própria (2019)

Tabela 2 – Concentração de metais em mg.kg⁻¹ para *Tillandsia tricholepis*

Ponto de Coleta	Cobre	Chumbo	Zinco	Ferro
1	13,81	2,64	4,12	6.282,21
2	17,98	34,20	55,98	4.830,33
3	12,56	11,45	49,13	13.678,28
4	12,60	7,18	4,10	3.839,88
5	12,47	33,42	4,14	7.867,74
6	14,03	18,59	4,11	2.935,38
7	14,53	43,97	170,29	6.841,54
8	10,87	15,82	27,76	9.202,29

Fonte: Autoria Própria (2019)

Para os elementos cobre e chumbo, os pontos que apresentaram as maiores concentrações dos metais por peso de planta para *T. recurvata* e para *T. tricholepis* estavam localizados em áreas com maior movimentação de veículos. O ponto 2 e o 5 estão entre os pontos que se destacaram para ambas as espécies. O ponto 2 está localizado em um canteiro da BR-277 que divide o tráfego da via e apresenta movimento significativo de veículos e o ponto 5 se encontra próximo ao centro comercial da cidade, área com maior movimentação de veículos, quando comparado com os demais pontos da cidade de Céu Azul.

No ponto 7 também verificou-se uma elevada concentração de chumbo para a espécie *T. tricholepis*. Próximo a este ponto, localiza-se um empreendimento de processamento de trigo e seus derivados, onde verifica-se atividades intensas de transporte cargas, bem como aquelas decorrentes do processamento do trigo, tais como queima de biomassa e emissão de material particulado do processo, que podem estar corroborando com o valor observado.

Santos et al. (2013) e Piazzetta et al. (2015), ao avaliarem exemplares de *Tillandsia recurvata* como bioindicadoras da poluição atmosférica, na região metropolitana de Recife, PB e na cidade de Curitiba, PR, respectivamente, também verificaram que as maiores concentrações dos elementos cobre e chumbo foram obtidas nos pontos localizados próximos a avenidas com tráfego de veículos mais intenso. Esses resultados indicam que a frota veicular pode ser a principal origem do metal presente nas amostras vegetais avaliadas.

Sabe-se que no Brasil o emprego de chumbo na gasolina foi totalmente eliminado em 1992, o que contribuiu com a diminuição da concentração do metal na atmosfera em áreas urbanas, contudo, o problema da contaminação pelo metal não desapareceu (CETESB, 2009). Embora tenha ocorrido essa redução, o chumbo permanece imóvel no solo, e sua contaminação é duradoura (PAOLIELO; CHASIN, 2001). Assim, a ressuspensão da poeira solo pode contribuir com a presença de chumbo na atmosfera (CETESB, 2015).

A presença de cobre na atmosfera pode estar relacionada com o desgaste de freios ou a composição óleos, lubrificantes automotivos e da gasolina (LOYOLA et al., 2012). A agricultura pode ser outra fonte antropogênica de cobre por meio do emprego de fertilizantes e suplemento alimentar (PELOZATO, 2008). Esse também pode ser um fator de influência nas concentrações do metal

encontradas nesse estudo, uma vez que o principal uso do solo no município é a atividade agrícola (CHAVES et al., 2015).

Para o elemento zinco, as maiores concentrações do elemento para ambas as espécies ocorreram no ponto 7. O ponto 2 também apresentou concentração elevada de zinco para a espécie *T. tricholepis*. Silva (2013) ao avaliar o potencial da *Tillandsia recurvata* como biomonitora de Zinco (Zn) atmosférico na área urbana de Londrina, PR, encontrou maiores teores do elemento na região central da cidade, com tráfego acentuado de veículos e nas áreas industriais do município. Esses resultados podem indicar que o zinco presente na atmosfera pode ter origem industrial ou veicular.

Os elevados teores de ferro encontrados para ambas as espécies nos pontos analisados podem ser decorrentes de processos pedológicos. O município está localizado no Terceiro Planalto Paranaense e nessa região, os solos são formados pelo intemperismo das rochas pertencentes à formação Serra Geral como o basalto (MINEROPAR, 2001). Esses materiais possuem elevado teor de Fe em sua constituição (SILVA et al., 2009).

CONCLUSÃO

Por meio da análise dos resultados obtidos nesse estudo pode-se observar uma tendência de ambas as espécies estudadas como biomonitoras passivas da poluição atmosférica urbana.

Analisando os resultados obtidos das concentrações dos metais em *Tillandsia* spp., os locais de maior influência de tráfego veicular, apresentaram maiores concentrações de metais, com destaque para chumbo e cobre. O zinco se fez mais presente em áreas de influência industrial (ponto 7) para ambas as espécies.

Sugere-se a realização de novas medições para comprovar os dados obtidos, bem como obter maiores informações sobre as condições que estão influenciando a alta incidência de *Tillandsia* spp. no município de Céu Azul-PR.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a UTFPR – MD, ao LAITEC - Laboratório de Análises Instrumentais e Tecnologia Química da UTFPR – MD e ao LAQIA – Laboratório de Análises Químicas, Industriais e Ambientais da Universidade Federal de Santa Maria – UFSM pela colaboração para o desenvolvimento e realização desta pesquisa.

REFERÊNCIAS

CARNEIRO, Regina Maria Alves. **Bioindicadores vegetais de poluição atmosférica: uma contribuição para a saúde da comunidade**. 2004. Dissertação (Mestrado) - Curso de Enfermagem e Saúde Pública, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2004. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/22/22133/tde-19102004-170613/pt-br.php>>. Acesso em: 10 ago. 2019.

CETESB. **Evolução das Concentrações de Níquel, Cádmiu, Arsênio e Chumbo no Material Particulado na Atmosfera de São Paulo (Estação Cerqueira César)**. São Paulo, 2015. Disponível em: < <https://cetesb.sp.gov.br/ar/wp-content/uploads/sites/28/2013/12/relatorio-evolucao-metals.pdf>. Acesso em: 10 AGO. 2019.

CHAVES, T. A.; JÚNIOR O. A. C.; GOMES R. A. T.; GUIMARÃES R. F.; MARTINS É. S. Padrões de fragmentação da paisagem no município de Céu Azul (Paraná). **Geografia Ensino & Pesquisa**, vol. 19, n. 1, jan./abr. 2015. Disponível em: < <https://periodicos.ufsm.br/geografia/article/view/15639>>. Acesso em: 14 ago. 2019.

FIGUEIREDO, A.m.g. et al. Assessment of atmospheric metallic pollution in the metropolitan region of São Paulo, Brazil, employing *Tillandsia usneoides* L. as biomonitor. **Environmental Pollution**, [s.l.], v. 145, n. 1, p.279-292, jan. 2007. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.envpol.2006.03.010>.

KLUMPP, Andreas et al. Um novo conceito de monitoramento e comunicação ambiental: a rede européia para a avaliação da qualidade do ar usando plantas bioindicadoras (EuroBionet). **Revista Brasileira de Botânica**, [s.l.], v. 24, n. 4, p.511-518, dez. 2001. FapUNIFESP (SciELO). Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-84042001000500005&script=sci_abstract&lng=pt>. Acesso em: 10 ago. 2019.

LOYOLA, J.; ARBILLA, G.; QUITERIO, S. L.; ESCALEIRA, V.; MINHO, A. S. Trace metals in the urban aerosol of Rio de Janeiro city. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, v. 23, n. 4, p. 628-638. 2012.

MINEROPAR. **Atlas Geológico do Estado do Paraná**. Curitiba, Minerais do Paraná, 2001. Disponível em: <<http://www.mineropar.pr.gov.br/arquivos/File/MapasPDF/atlasgeo.pdf>>. Acesso em: 16 ago. 2019.

MMA. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Compromisso pela Qualidade do Ar e Saúde Ambiental**. Brasília, 2009. Disponível em: <https://www.mma.gov.br/estruturas/163/_arquivos/compromisso2_163.pdf>. Acesso em: 15 ago. 2019.

PIAZZETTA, K. D. Avaliação do potencial de *Tillandsia recurvata* (L.) L., Bromeliaceae, como bioindicadora da poluição atmosférica urbana. 2015. 130 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia Ambiental) – Programa de Pós Graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental, Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

SANTOS, T. O. et al. Quantificação de elementos químicos associados ao tráfego de veículos em bromélias atmosféricas transplantadas na Região Metropolitana do Recife. **Scientia Plena**, Pernambuco, v. 9, n. 8, p.1-8, jul. 2013. Disponível em: <<https://www.scientiaplenu.org.br/sp/article/view/1570>>. Acesso em: 16 ago. 2019.

SILVA, Matheus Henrique da. **O uso de *Tillandsia recurvata* (L.) L. como biomonitora de zinco (Zn) atmosférico na área urbana de Londrina, PR**. 2013. 46 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Ambiental, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, 2013.