



USO DO LÍQUEN *HETERODERMIA OBSCURATA* COMO BIOACUMULADOR ATIVO DAS EMISSÕES ATMOSFÉRICAS DO COMPLEXO TERMELÉTRICO DE CANDIOTA, RIO GRANDE DO SUL.

Darski, B.S.*

Divan Junior, A. M.*; Oliveira, P. L.*; Atz, V. L.*; Raya - Rodrigues, M. T.*

* Centro de Ecologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 91540 - 000, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil.
Pós - graduação em Ecologia. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 91540 - 000, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil. biadarski@yahoo.com.br

INTRODUÇÃO

A utilização de carvão, como combustível primário, na geração de energia, tem motivado uma gama pesquisas e monitoramentos, a fim de se avaliar os possíveis impactos ambientais do complexo termelétrico de Candiota, o maior do sul do país.

Durante a combustão do carvão, são liberados elementos - traço nas cinzas volantes, as quais podem ser dispersas no ambiente, juntamente com os gases, pelas emissões da chaminé (Sawidis *et al.*, 001). As cinzas volantes, contendo metais pesados, podem ser transportadas a grandes distâncias pelo ar e finalmente depositadas sobre a vegetação e o solo. Uma vez incorporados aos vegetais, alguns metais pesados, particularmente o cádmio, podem apresentar mobilidade na cadeia trófica, podendo ocorrer o fenômeno da biomagnificação.

Os líquens são considerados bons indicadores ambientais por apresentarem elevada sensibilidade à poluição atmosférica (Martins *et al.*, 008) e por sua nutrição depender inteiramente das substâncias transportadas pela atmosfera. A ausência de cutícula e estômatos permite aos líquens a absorção dos gases e aerossóis diretamente pelo talo e, conseqüentemente, a passagem para o tecido onde se encontra o fotobionte, sem que haja excreção ou seleção destas substâncias (Martins *et al.*, 008). A acumulação, de elementos advindos do ar, pelos líquens, pode ser feita pela deposição seca ou úmida (St. Clair *et al.*, 2002). O uso de líquens como bioindicadores ativos permite uma avaliação diferencial, visto que se pode analisar a absorção feita pela via área, sem que haja influência direta do solo. Por esse motivo, o líquen *Heterodermia obscurata* tem sido usado no biomonitoramento das emissões atmosféricas de uma termelétrica na região carbonífera de Candiota pelo Centro de Ecologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

OBJETIVOS

O objetivo deste trabalho foi verificar a qualidade do ar na região sob influência do complexo termelétrico de Candiota, com o uso de *Heterodermia obscurata* como organismo indicador.

MATERIAL E MÉTODOS

O município de Candiota situa - se na metade sul do estado do Rio Grande do Sul, na denominada região da Campanha, a qual ostenta melhor o caráter do campo sulbrasileiro (Rambo, 1956).

O clima da região do tipo *Cfa*, segundo a classificação de Köppen, apresenta precipitação média anual de 1.465 mm, bem distribuída ao longo do ano, e temperatura média anual de 18°C (Guerra & Ferraro, 2004). Neste município, está localizada a Usina Termelétrica Presidente Médici (UTPM), com uma potência instalada de 446 MW e consumo aproximado de 100.000 t mês⁻¹ de carvão. A direção predominante dos ventos, em qualquer época do ano, é do quadrante nordeste, com velocidade média de 4 m s⁻¹ (Migliavacca *et al.*, 004). Com um consumo diário da ordem de 3,02 x 10³ t de carvão e uma taxa de emissão estimada de cerca de 0,7 kg s⁻¹ de SO₂ e 0,9 kg s⁻¹ de PM₁₀ lançados por uma chaminé de 150 m de altura (Braga *et al.*, 004), o complexo termelétrico de Candiota constitui - se na maior fonte de emissão atmosférica da região. Além da termelétrica, há também na região duas fábricas de cimento que utilizam a cinza do carvão na sua produção, e uma mina de extração de calcário.

Na região do entorno da termelétrica foram distribuídas nove estações de exposição (EE), em diferentes orientações em relação à usina. Na direção sudoeste, na área sob influência das emissões da usina, foi situado um gradiente de estações de exposição a 2,5 km (EE 8), 5,0 km (EE 2), e 10,0 km (EE 7) a partir da usina. Na direção do quadrante leste

- noroeste a partir da usina foram instaladas duas estações, a 2,5 km (EE 6) e 5,0 km (EE 3). A 10,0 km ao norte da usina foi instalada a EE 9 e na direção sudeste a 2,5 km (EE 5) e 17 km (EE 1). A EE 1, localizada a montante da direção do vento em relação à usina, foi considerada como estação de referência.

Os líquens utilizados foram transplantados de uma área, sem fontes conhecidas de impactos por poluição de metais, para suportes padronizados de madeira a 1,5 m da superfície do solo, instalados em casa local de exposição. Foram realizadas duas campanhas de exposição, com duração de 4 meses cada, no período de julho de 2008 a março de 2009. Após cada campanha, foram quantificados nos talos os teores de Cádmio (Cd) e Chumbo (Pb), mediante espectrometria de absorção atômica em forno de grafite, e de Zinco (Zn), em chama de ar - acetileno, no Centro de Ecologia da UFRGS.

Os dados foram submetidos à análise de variância, após aleatorização com o software Multiv (Laboratório de Ecologia Quantitativa da UFRGS). Para efeito da comparação múltipla das médias, considerou-se um $\alpha = 0,050$.

RESULTADOS

Na primeira exposição, o teor de Cd apresentou uma tendência ($P = 0,007$) de maiores valores nos indivíduos expostos na EE 2 em relação àqueles da EE 1. O teor de Pb foi maior na EE 5 ($P = 0,047$), e apresentou uma tendência ($P = 0,064$) de ser maior na EE 7 em relação à estação de referência. O teor de Zinco foi maior na EE 7 ($P = 0,008$) em relação à EE 1. Na segunda exposição, apenas o Cd apresentou valores significativamente maiores ($P = 0,037$) na EE 5 em relação à EE 1. Houve uma correlação significativa ($r = 0,915$, $P < 0,001$) entre os teores de Cd e Zn de *H. obscurata* na primeira exposição, já na segunda exposição, houve uma tendência de correlação ($r = 0,700$, $P = 0,0802$). O acúmulo de metais em *H. obscurata* nas estações de exposição no entorno do complexo termelétrico demonstrou um padrão de dispersão dos teores de metais, no qual as estações situadas na área sob influência das emissões da usina foram as que apresentaram valores significativamente diferentes daqueles apresentados pelos indivíduos de *H. obscurata* expostos na estação de referência (EE 1), distante a 17 km do complexo termelétrico.

Devido ao seu comportamento cumulativo, os metais pesados podem ser divididos em três classes, segundo Cicek e Koparal (2004): o primeiro grupo contendo elementos não voláteis, como o Mn e Fe, um segundo grupo com elementos semi-voláteis, como o Cd, Pb e Zn, e o terceiro grupo contendo elementos altamente voláteis, como o Hg. A tendência de distribuição dos teores de elementos semi-voláteis, onde os valores foram menores em locais próximos a fonte de emissão e maiores em locais intermediários, corroboram com o padrão encontrado por esses autores.

As estações de exposição, nas quais foram encontradas diferenças significativas nos teores de metais de *H. obscurata* em relação àqueles dos indivíduos expostos na estação de referência, estavam situadas a sudoeste da usina, nas distâncias de 5,0 km e 10,0 km, portanto na área sob influência das emissões atmosféricas da usina. A EE 5, emb-

ora situada a sudeste da termelétrica, localiza-se a cerca de 1,0 km, a sudoeste da mina de calcário, portanto sujeita à deposição do material particulado proveniente dessa atividade de mineração.

A elevada correlação significativa entre os teores de Cd e Zn parecem indicar que a contaminação dos mesmos tem origem comum, ou seja, pela deposição de material particulado proveniente das cinzas volantes.

Embora tenham sido encontradas diferenças significativas nos teores de Cd e Pb em relação à estação de referência, esses teores não são considerados tóxicos para líquens (Conti e Cecchetti, 2001).

Os valores encontrados para o acúmulo de Cd, Zn e Pb em *H. obscurata* compõem o monitoramento ativo da qualidade do ar feito na área de influência da usina termelétrica. Esses resultados corroboram o padrão de dispersão dos teores de metais, encontrado em monitoramento passivo com espécies de plantas herbáceas, realizado em locais de exposição semelhantes aos dos líquens (Divan Junior *et al.*, 2009).

CONCLUSÃO

O líquen *H. obscurata* demonstrou ser um eficiente acumulador de metais, apresentando como vantagens em relação a outros organismos frequentemente utilizados em monitoramento ativo de poluentes atmosféricos: a facilidade de padronização das condições de exposição e a independência em relação ao sistema de irrigação.

A abordagem concomitante do monitoramento passivo e ativo complementa os resultados obtidos isoladamente.

Apoio financeiro: CGTEE

REFERÊNCIAS

- Braga, C.F., Alves, R., Teixeira, E.C. Utilização do modelo de dispersão ISCST no estudo de aerossóis atmosféricos. In: Teixeira, E.C.; Pires, M.J.R. (Coord.). *Estudos ambientais em Candiota: carvão e seus impactos*. FINEP / PADCT / CIAMB / FAPERGS / FEPAM, Porto Alegre, 2004, p.97 - 106.
- Cicek, A, Koparal, A. S. Accumulation of sulfur and heavy metals in soil and tree leaves sampled from the surroundings of Tunçbilek Thermal Power Plant. *Chemosphere*, 57: 1031 - 1036, 2004.
- Conti, M.E., Cecchetti, G. Biological monitoring: lichens as bioindicators of air pollution assessment - a review. *Environ. Pollut.*, 114: 471 - 492, 2001.
- Divan Junior, A.M., Oliveira, P.L., Perry, C.T., Atz, V.L., Azzarini - Rostirola, L.N., Raya - Rodriguez, M.T. Using wild plant species as indicators for the accumulation of emissions from a thermal power plant, Candiota, South Brazil. *Ecol. Indic.*, 9: 1156 - 1162, 2009.
- Guerra, T., Ferraro, L.W. Caracterização geral da região de Candiota In: Teixeira, E.C.; Pires, M.J.R. (Coord.). *Estudos ambientais em Candiota: carvão e seus impactos*. FINEP / PADCT / CIAMB / FAPERGS / FEPAM, Porto Alegre, 2004, p.17 - 21.

Martins, S.M. A., Käffer, M. I., Lemos. A. Lichens como bioindicadores da qualidade do ar numa área de termelétrica, Rio Grande do Sul, Brasil. *Hoehnea*, 35: 425 - 433, 2008.

Migliavacca, D., Teixeira, E.C., Pires, M., Fachel, J., Machado, A.C.M., Porto, F. Estudo da precipitação total e úmida da região de Candiota-RS, Brasil. In: Teixeira E. C.; Pires, M. J. R. (Coord.). *Estudos ambientais em Candiota: carvão e seus impactos*, FINEP / PADCT / CIAMB / FAPERGS / FEPAM, Porto Alegre, 2004, p.69 - 80.

Rambo, B. *A fisionomia do Rio Grande do Sul*. Ed. UNISINOS, São Leopoldo, 3^a ed. 1956.

Sawidis, T., Chettri, M.K., Papaioannou, A., Zachariadis G., Stratis, J. A study of metal distribution from lignite fuels using trees as biological monitors, *Ecotox. Environ. Safe.*, 48: 27 - 35, 2001.

St. Clair, S. B., St. Clair L. L., Mangelson, N.F., Weber, D. J. Influence of growth form on the accumulation of airborne copper by lichens. *Atmos Environ*, 36: 5637 - 5644, 2002.