

COBERTURA DE LIQUENS EM ÁRVORES NATIVAS SEGUINDO UM GRADIENTE DE URBANIZAÇÃO NA CIDADE DE ESTRELA, RS

Rafael Luiz Meneghini¹
Eduardo Périco²
Emerson Luis Musskopf³

RESUMO

A poluição atmosférica é uma realidade crescente em todo mundo, devido à grande quantidade de resíduos que são diariamente lançados, principalmente pela queima de combustíveis fósseis e resíduos industriais. O presente trabalho apresenta a distribuição de líquens ao longo de um gradiente de urbanização na cidade de Estrela, RS. Como transecto, foi escolhida uma rua que atravessa o centro da cidade até chegar em uma área com características rurais. A rua foi dividida em seis pontos, na qual três encontram-se em local completamente urbanizado, dois pontos encontram-se em área com poucas residências e características rurais, inclusive com estrada de chão e um ponto de transição, entre o urbanizado e o não urbanizado. A metodologia utilizou o programa *CorelDraw* 12 para cálculo do percentual de cobertura de líquens nas árvores. Os resultados indicam uma redução no percentual de líquens em relação ao gradiente de urbanização e ao gradiente de ruralização. Os pontos localizados próximos à área de transição rural/urbana apresentaram maiores percentuais de presença de líquens.

Palavras-chave: poluição atmosférica, bioindicadores, qualidade do ar, ambiente rural

ABSTRACT

Lichens coverage on native trees following a gradient of urbanization in the municipality of Estrela, RS. Air pollution is a growing reality around the world due to large amount of released daily waste, mainly from burning fossil fuels and industrial waste. This work shows the distribution of lichens along an urbanization gradient in the city of Estrela, RS. The analysis was done along a street that was considered a transect, through the center of the town until reach an area with rural characteristics. The street was divided into six points, in which three are near downtown; two points are in an area with few homes and rural features, including

¹ Biólogo, Prefeitura Municipal de Estrela, RS.

² Docente do Programa de Pós-Graduação em Ambiente e Desenvolvimento (PPGAD), Centro Universitário UNIVATES, Lajeado, RS. E-mail para correspondência: perico@univates.br

³ Biólogo, Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Saneamento Básico de Estrela, RS.

an unpaved road and a point of transition between the urbanized and rural area. The methodology uses the CorelDraw 12 software to calculate the lichens coverage over the trees. The results indicate a reduction in the percentage of lichens in relation to the urban and rural gradient. The points located near the transition rural / urban areas presented higher percentage of lichens presence.

Key words: air pollution, bioindicators, air quality, rural environment

INTRODUÇÃO

O ambiente urbano e a poluição atmosférica crescem juntos, e com isso os problemas de saúde da população se agravam devido à presença de gases tóxicos que são liberados diariamente, principalmente com a queima de combustíveis fósseis e resíduos industriais.

A maioria dos artigos publicados referente à utilização de líquens como bioindicadores da qualidade do ar indicam que onde há maior urbanização, maior índice de movimentação de veículos automotores e aumento da emissão de gases tóxicos, ocorre uma redução na frequência de líquens em função da presença desses gases. Já em um ambiente menos urbanizado, onde, por consequência, o fluxo de veículos diminui bastante, ocorre uma maior presença de líquens nos troncos das árvores (Silva *et al.* 1999).

Os líquens são associações simbióticas entre algas e fungos que resultam em um talo. O talo de um líquen pode ter milhões de fotobiontes vivendo em simbiose com um microbionte e, portanto, pode até ser encarado como uma mini comunidade, onde vivem indivíduos de espécies e reinos diferentes. As algas podem ser cianobactérias, ou algas verdes. Já os fungos pertencem, em sua grande maioria, ao filo Ascomycota (98% dos líquens), com poucos representantes no filo Basidiomycota (Martins Martins, 2009).

Por serem conhecidos como muito sensíveis à poluição atmosférica, os líquens são utilizados como instrumento para medição da qualidade do ar, pois sua alta sensibilidade a determinados compostos presentes no ar diminui sua vitalidade. Por não apresentarem estomas e nem cutícula em sua anatomia, os gases presentes no ar podem ser absorvidos pelo talo e difundirem-se com o tecido, local onde encontra-se o fotobionte, que é responsável pela produção de energia através da fotossíntese, por essa condição, os líquens são bastante utilizados como bioindicadores de poluição atmosférica. Dentre os poluentes atmosféricos, destacam-se principalmente o dióxido de enxofre (SO₂), monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrogênio (NO_x), material particulado, hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPAs), metais pesados, oxidantes fotoquímicos como o ozônio (O₃) e o nitrato de peroxiacetila (PAN) (Martins *et al.*, 2008).

Silva *et al.* (1999) afirmam que uma grande concentração de líquens num tronco de árvore exposta à poluição aérea é um indicativo de que nesse local o nível de poluição atmosférica é baixo e a qualidade deste está adequada para as plantas e ser humano.

A presença e concentração da poluição atmosférica estão relacionadas com alterações na cobertura, frequência, vitalidade e diversidade das espécies em uma comunidade liquênica. (Hawksworth *et al.*, 1973; Van Haluwyn, Van Herk, 2002).

Para Lindahl (1972), em áreas próximas a intenso tráfego de veículos a motor, os líquens podem ser exterminados, e também esses gases venenosos são prejudiciais ao ciclo metabólico das plantas.

De acordo com Lima (2000), o mapeamento e exposição de líquens, podem comprovar claramente a influência de poluentes atmosféricos, porém não fornecem informações sobre qual é o poluente presente nesse ambiente. Portanto, esse tipo de metodologia é utilizado para indicar a presença de poluição atmosférica e seus efeitos, fornecendo assim informações gerais sobre a qualidade do ar no local de estudo.

Duchiade (1992) afirma que existem fatores que influenciam na concentração de partículas presentes no ar como, por exemplo, as condições meteorológicas que, por sua vez, podem dispersar esses materiais através do vento, também as chuvas que acabam “lavando” esse ar, portanto se houver estabilidade atmosférica com ausência de chuvas, essas partículas tendem a permanecer mais concentradas e próximas ao local de origem. Também a umidade relativa e a luz solar interferem nas reações químicas que envolvem os poluentes, como, por exemplo, o dióxido de enxofre e os óxidos de nitrogênio que, emitidos sob a forma gasosa, podem ser convertidos em sulfatos ou nitratos, respectivamente, aumentando assim a carga total de partículas em suspensão.

A Poluição gerada por veículos automotores que são responsáveis pelas emissões de gases como o óxido de nitrogênio, monóxido e dióxido de carbono, dióxido de enxofre, derivados de hidrocarbonetos e chumbo são responsáveis por 40% da poluição nas grandes cidades. Quanto mais escura for a fumaça emitida pelo veículo, maior sua emissão de poluentes, individualmente, a emissão de um veículo é considerada pequena, porém em uma grande cidade onde a presença de automóveis é extremamente alta, por dia, são lançadas várias toneladas desses produtos, o restante da poluição é proveniente de atividades industriais e de queima e incineração de lixo doméstico e industrial (Assumpção *et al.*, 1999).

No entender de Silva *et al.* (1999), os líquens são sensíveis à poluição do ar, principalmente ao dióxido de enxofre, fluoretos, ozônio e outros componentes do *smog* fotoquímico.

O monitoramento do ar atmosférico na América Latina e Central é realizado através da utilização de complexos equipamentos eletrônicos que apresentam um alto custo de aquisição e manutenção o que implica na não aquisição de tais aparelhos por parte de entidades interessadas em estudar a qualidade do ar que se respira por falta de verbas.

Na Europa, onde essas limitações econômicas não são tão graves, esses aparelhos são utilizados como complemento na avaliação da qualidade do ar, pois apresentam resultados puramente químicos e não o que realmente ocorre no ecossistema e com a saúde de seus habitantes, por isso, na Europa, prefere-se utilizar os bioindicadores, pois os mesmos são baratos e amplamente disponíveis para utilização, mostrando a situação real da poluição presente (Monge-Nájera *et al.*, 2010).

Mesmo em municípios que contam com sistemas de monitoramento da qualidade do ar, a utilização de bioindicadores pode ser uma complementação que não demanda um alto custo. No caso da cidade de Estrela, RS, não há estudos com a utilização de líquens como bioindicadores de poluição atmosférica, bem como, não existe qualquer mecanismo de monitoramento da qualidade do ar. Também é importante testar se a poluição atmosférica, causada pelos gases, é um indicativo mais claro de presença/ausência de líquens, do que a poeira levantada pelos carros nas áreas rurais, situação típica de municípios que não são totalmente urbanizados.

Este trabalho tem por objetivo analisar a frequência de líquens em troncos de árvores nativas no município de Estrela-RS, com o intuito de verificar se em um ambiente menos urbanizado da cidade há maior percentagem de líquens do que em um ambiente mais urbanizado.

MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo está localizada entre as Coordenadas UTM 405856,80 E 6732916,15 N e 406246,38 E 6736200,39 N, no município de Estrela, RS (Figura 1), distante 113 km de Porto Alegre, o município possui uma área de 184 km² e uma população de 29.071 habitantes, conforme dados do IBGE (2007). O local de trabalho foi a principal rua da cidade, considerada um transecto, a Rua Júlio de Castilhos, em uma extensão de 3,3 Km. A rua, que segue do centro da cidade até os bairros mais afastados, foi dividida em seis pontos, sendo que os Pontos 4, 5 e 6 estão localizados na parte central da cidade, onde existe uma grande quantidade de residências, ruas asfaltadas e maior fluxo de veículos, os Pontos 1 e 2 estão localizados em direção a localidade de Arroio do Ouro, onde a estrada é de chão batido, a quantidade de residências e o fluxo de veículos é menor, apresentando características de zona rural e o Ponto 3 que situa-se entre o ambiente urbanizado e o menos urbanizado.

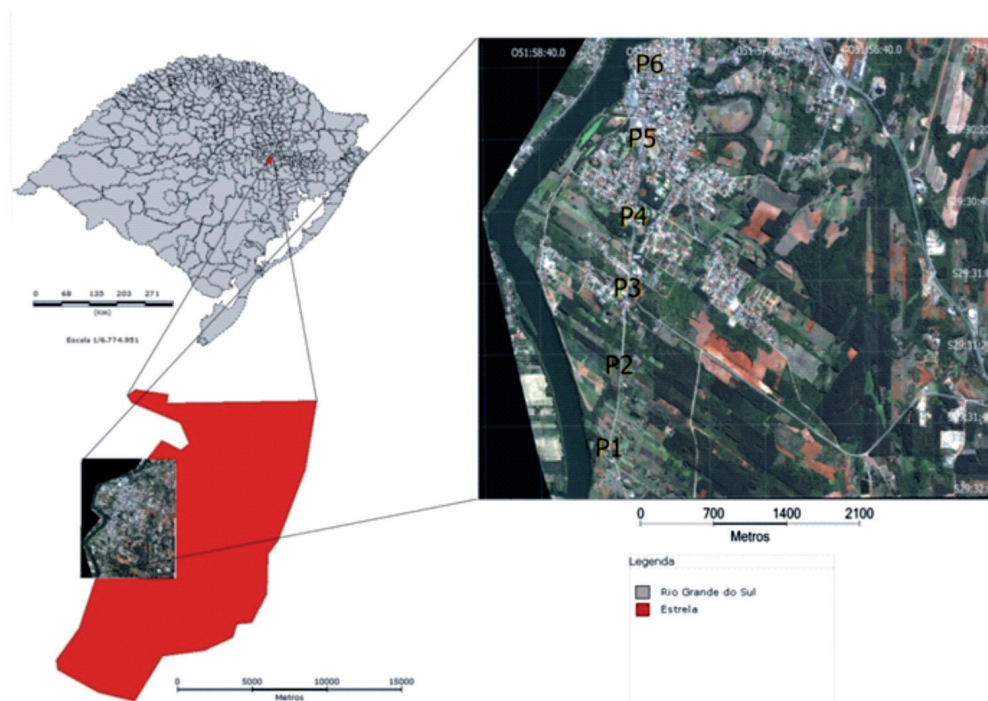


Figura 1. Localização dos pontos de amostragem no município de Estrela – RS (fonte: adaptado de Imagem RGB Quickbird-II – Digital Globe Inc., de 28 de fevereiro de 2006, cedida pela Prefeitura Municipal de Estrela, RS).

Em cada ponto, foram analisadas cinco árvores nativas com Diâmetro a Altura do Peito (DAP) igual ou superior a 12 cm, mais próximas do referido transecto (aqui considerado a rua).

Foram realizadas seis saídas a campo, a partir do mês de maio até o mês de outubro de 2010, sendo que, em cada saída, foi realizada a análise dos seis pontos e das cinco árvores de cada um.

Para mensuração da área do caule ocupada pelos líquens, foi utilizada a seguinte metodologia:

Foram feitas duas fotos do caule de cada árvore em alta resolução (10.1 megapixels) a uma distância e altura de 1 metro, com a utilização de uma régua de madeira com tal medida, onde a máquina fotográfica foi apoiada. As fotos tiradas foram sempre na mesma direção em dois ângulos do caule onde, com auxílio de uma bússola, uma foto na direção Norte/Sul e uma na direção Sul/Norte. Em todas as fotos, foi utilizada como escala uma madeira com uma fita métrica colada, a qual

foi escorada no caule. A área de abrangência das fotografias com essa metodologia, nos caules, ficou entre 60 e 70 cm do chão, até 1,20 e 1,40 m de altura. As fotografias foram analisadas no computador com a utilização do *Software Corel Draw 12*, as mesmas foram colocadas em escala, tendo como base a escala que aparece nas fotos. Após, foi calculado a percentagem da cobertura de líquens de cada ângulo do caule, dividindo a imagem em quadrantes de 10 x 8 cm (Figura 2).

Foram tiradas seis fotografias de cada lado do caule de cada árvore (S/N e N/S), de cada ponto de amostragem, por saída a campo, totalizando 60 fotografias por saída, somando-se as seis saídas realizadas, foram tiradas e analisadas 360 fotografias.

Juntando-se, os dados obtidos de cada ângulo das árvores, foram calculados as médias de cada ponto ao longo do período de análise. A média por ponto e por mês foi testada pelo teste de Kruskal-Wallis.

Em cada saída a campo, foi registrado a temperatura e umidade do ar de cada ponto, com a utilização de um Termo-higrômetro digital da marca Incoterm modelo – 7429 (as medições foram realizadas sempre entre as 12h e 15h).

Os dados de altitude de cada Ponto foram fornecidos pela Secretaria de Meio Ambiente da cidade de Estrela – RS.

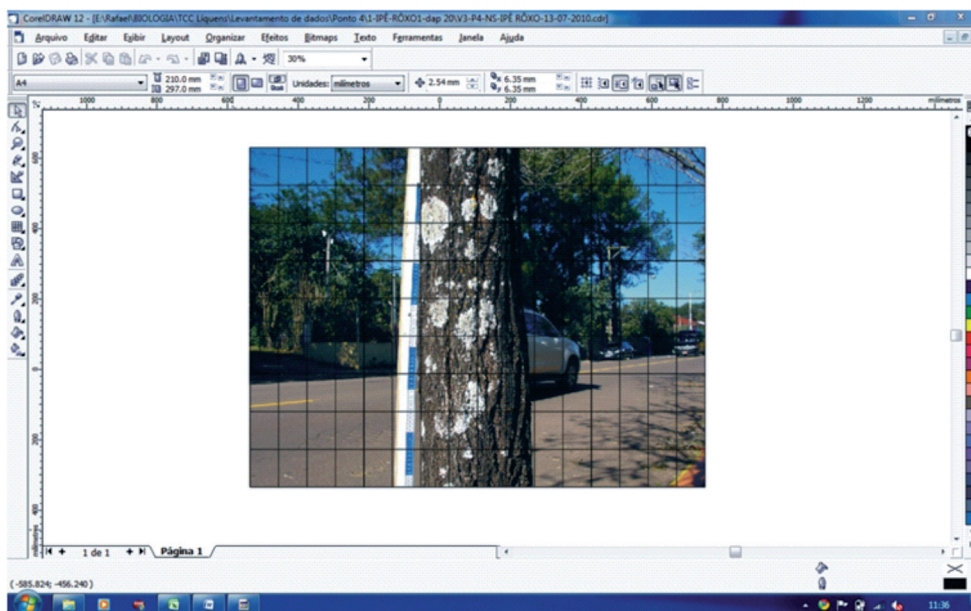


Figura2. Metodologia utilizada para verificara percentagem de líquens presente no caule, através de fotografia, com a utilização do software Corel Draw 12.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram analisadas 30 (trinta) árvores nativas de 13 (treze) espécies diferentes, apenas três espécies são comuns em mais pontos: *Ingamarginata* Wild., *Handroanthus heptaphyllus* Vellozzo e *Handroanthus umbellatus* (Sand.) Mattos, as demais se apresentaram ou no mesmo ponto com mais indivíduos ou só apresentaram um indivíduo.

Na análise realizada nos seis pontos, entre os meses de maio e outubro constatou-se que a menor média de cobertura por líquens encontra-se no Ponto 6 (4,8%), e a maior no Ponto 4 (28,4%). O Ponto 3 apresentou (24,5%), enquanto o Ponto 1, 2 e 5 alcançaram médias muito próximas (12,1%), (15,4%) e (16,2%) respectivamente (Figura3). Apesar das diferenças não ocorreu significância entre as médias ($p = 0,9992$).

Analisando a figura 3, observa-se a formação de uma curva similar a uma curva normal, onde a maior frequência da presença de líquens encontra-se nos Pontos 3 e 4, decrescendo gradativamente em direção aos Pontos 1 e 6, que se localizam nas extremidades da área de amostragem.

Os Pontos 1, 2 e 5 apresentaram porcentagens de líquens próximas, essa similaridade pode-se confrontar com a altitude destes, na qual também se assemelham, sendo de 22, 21,4 e 22,7 metros respectivamente. Esse resultado pode ser explicado pelo fato de que alguns poluentes são mais ou menos retidos nos locais mais baixos, pois há a deposição de névoas “acidificadas”, que acabam escorrendo pelos caules prejudicando os líquens (Vila *et al.*, 1997; Gonçalves *et al.*, 2007). O Ponto 5 encontra-se em um local bastante urbanizado com grande fluxo de veículos automotores. Já os Pontos 1 e 2 encontram-se em local com estrada de chão batido e características rurais, onde a poeira pode influenciar direta ou indiretamente sobre as espécies epífitas, nesse caso, os líquens (Ferreira, 2008). Teixeira e Amaral (2009) constataram em estudo realizado na cidade de Patos de Minas, MG que o ponto que apresentou maior índice de poluição também apresentou a maior quantidade de poeira e/ou fuligem. Também pela característica rural da área presume-se que há a utilização de agrotóxicos que, na sua maioria, são organofosforados e podem ser transportados pelo vento e pela chuva. Esses produtos em sua composição química apresentam enxofre, a qual é prejudicial aos líquens (Freitas e Muller, 2006).

Após a análise quantitativa da percentagem de superfície de troncos coberta por líquens, constatou-se que, entre os seis pontos estudados, 16,9% da área dos forófitos encontram-se recobertos com talos de associações simbióticas entre algas e fungos.

O Ponto 6 pode ter apresentado percentagem baixa de líquens devido a sua localização, a menos de 200 metros de distância de uma fábrica de sabões que emite diariamente fumaça proveniente de queima de lenha para aquecimento de caldeira.

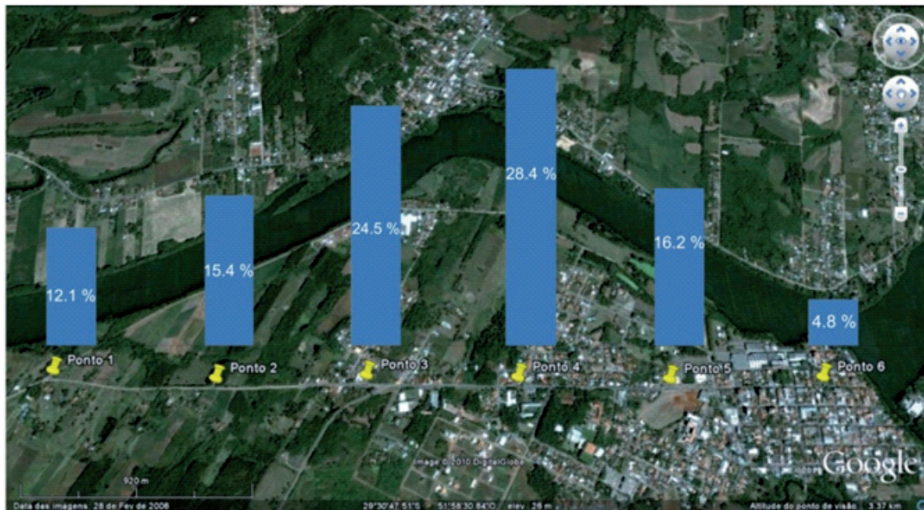


Figura 3. Gradiente de urbanização e o percentual de líquens apresentado em cada um dos pontos analisados ao longo do transecto (fonte: adaptado de Imagem de satélite Google Earth, de 28 de fevereiro de 2006).

As árvores de uma mesma espécie, localizadas no mesmo ponto, não apresentaram necessariamente médias próximas de percentagem de líquens, da mesma forma que as espécies ocorrentes em mais de um ponto também não apresentaram dados semelhantes. Isso pode ser um indicativo de que outros fatores devem influenciar a frequência de líquens. Possivelmente, fatores associados, como a quantidade de poluição, a umidade relativa, a luminosidade, a localização e a direção dos ventos. (Vila *et al.*, 1997; Lakatos *et al.*, 2006 ; Lijteroff *et al.*, 2009).

Com a análise das mesmas 30 árvores distribuídas nos seis pontos, constatou-se que a média de líquens não sofreu alteração significativa entre os meses estudados (maio a outubro). Conforme Marcelli (1997), os líquens crescem à razão de milímetro por ano (Figura 4).

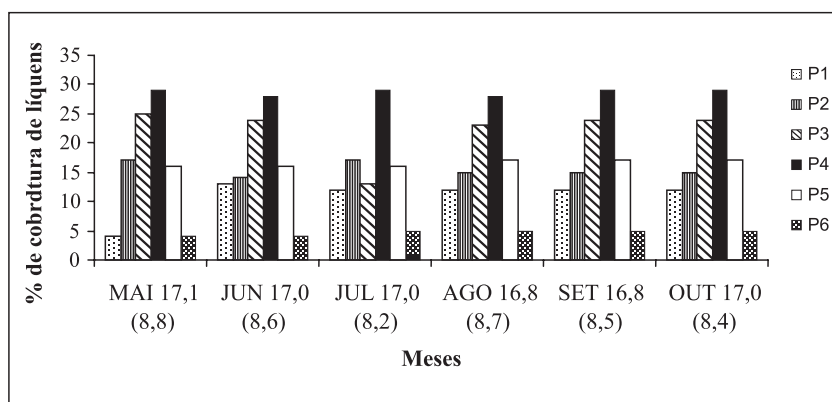


Figura 4. Alteração da porcentagem de líquens nos pontos durante os meses de maio a outubro. Valores ao lado dos meses correspondem à média e desvio padrão dos meses.

A média das temperaturas registradas variou de 24.1 °C (Ponto 4) a 19.7 °C (Ponto 1), e a umidade relativa do ar variou de 50% (Ponto 1) a 43% (Ponto 4). O Ponto 1 apresentou a menor média de temperatura dos pontos e a maior umidade, e o Ponto 4 apresentou a maior temperatura e menor umidade.

Unindo-se as médias de temperatura e umidade dos Pontos 1, 2 e 3 (20,3 – 49%) registra-se menor temperatura e maior umidade, a média da união dos Pontos 4, 5 e 6 (23,7 – 44%) apresenta menor umidade (44%) e um aumento de 3,4°C na temperatura, concordando com Gilbert (1973), que afirma que a temperatura nas cidades é alguns graus mais alta e a umidade do ar é menor. Ferreira (2008) explica que é a poluição que aumenta a temperatura do ar.

Destaca-se que o Ponto 4, o qual apresentou a maior porcentagem de líquens, apresentou a menor umidade, a maior temperatura, e também a maior altitude, 43m acima do nível do mar. Essa frequência não é necessariamente um indicativo da qualidade do ar, mas, talvez, das características abióticas do local.

Monge-Nágera *et al.* (2010) utilizaram uma escala relacionando a porcentagem de líquens e qualidade do ar. Segundo os autores, em trabalho realizado na cidade de San Jose, na Argentina, a cobertura maior de 30% consideraria a atmosfera aceitável; de 20 a 29%, contaminação leve; de 10 a 19%, contaminação alta e menos de 10%, contaminação grave. Na comparação deste com o presente trabalho, os Pontos 3 e 4 apresentariam contaminação leve, os Pontos 1, 2 e 5 contaminação alta e o Ponto 6 contaminação grave.

CONCLUSÕES

A partir do estudo quantitativo de líquens realizado em seis pontos na cidade de Estrela-RS, percebe-se a influência negativa da urbanização e da ruralização na distribuição líquênica nos troncos das árvores, pois os pontos que mais apresentaram percentagem foram os de transição entre os dois ambientes.

Mesmo em pontos com maior frequência de líquens não é possível afirmar que a qualidade do ar está aceitável e que a poluição atmosférica é inexistente, e sim, de que é um local com características, como altitude, temperatura e umidade do ar, que definem um ambiente onde conseqüentemente há uma maior dispersão e menor acúmulo de poluentes tornando-se o ponto mais favorável ao desenvolvimento dos líquens em relação aos outros.

REFERÊNCIAS

- ASSUMPÇÃO, J. L. A. *et al.* 1999. **Poluição do ar por veículos automotores.** Monografia (Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho) – Universidade Federal Fluminense, 128p.
- DUCHIADE, M. P. 1992. Poluição do ar e doenças respiratórias: uma revisão. **Cadernos de Saúde Pública**, 8(3):311-330.
- FERREIRA, E. J. P. 2008. Biomonitoração da qualidade do ar. Caso-estudo na envolvente da fábrica de celulose da Caima. Faculdade de Ciências e Tecnologia Universidade Nova de Lisboa. 2008. Disponível em: <http://run.unl.pt/bitstream/10362/1909/1/Jofre_2008.pdf>. Acesso em: 18 maio 2010.
- FREITAS, N. C. W.; MULLER, N. G. 2006. Líquens como bioindicadores na cidade de Santo Ângelo – RS. In: FÓRUM INTERNACIONAL INTEGRADO DE CIDADANIA, 2006, Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, Campus Santo Ângelo-RS.
- GONÇALVES, V. F. *et al.* 2007. Utilização de líquens como bioindicadores da qualidade atmosférica na cidade de Uberlândia, MG. In: VIII CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL, 2007, Caxambu-MG.
- GILBERT, O. L. 1973. Lichens and air pollution. In: O.L. Gilbert (Org.). **The Lichens.** New York: Academic Press, p. 443-469.
- HAWKSWORTH, D.L. *et al.* 1973. Changes in the lichens flora of England and Wales attributable to pollution of the air by sulphur dioxide. In: B.W. Ferry; M.S.

- Baddeley; D. L. Hawksworth (Org.). **Air pollution and lichens**. London: The Athlone Press, p. 330-367.
- IBGE. 2007. Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo (RBMC). Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 6nov.2010.
- LAKATOS, M. *et al.* 2006. Functional characteristics of corticolous lichens in the understory of a tropical lowland rain forest. **New Phytologist**, **172**:679-695.
- LIJTEROFF, R. *et al.* 2009. Uso de Liqueus como bioindicadores de contaminación atmosférica em la ciudad de San Luis, Argentina. **Revista Internacional de Contaminación Ambiental**, **25**(2):111-120.
- LIMA, J. S. O. 2000. Biomonitoramento como ferramenta complementar na avaliação de impactos ambientais - Discutindo Conceitos. Belo Horizonte: Tec hoje. Disponível em: <http://www.ietec.com.br/site/techoje/categoria/detalhe_artigo/174>. Acesso em: 10 maio 2010.
- LINDAHL, K. C. 1972. **Ecologia**: conservar para sobreviver. São Paulo: Cultrix, 389 p.
- MARCELLI, M. P. 1997. **Estudo da diversidade de espécies de fungos liquenizados do Estado de São Paulo**. Dissertação (Mestrado em Botânica) – Universidade de São Paulo.
- MARTINS, A. C.; MARTINS, C. S. A. 2009. Organização da coleção de fungos liquenizados (liquens) das florestas com araucária, São Francisco de Paula e Cambará do Sul, RS, do herbário MPUC. In: X SALÃO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA PUCRS, 2009, Porto Alegre-RS.
- MARTINS, S. M. de A.; KÄFER, M. I.; LEMOS, A. 2008. Liqueus como bioindicadores da qualidade do ar numa área de termoelétrica, Rio Grande do Sul, Brasil. **Hoehnea**, **35**(3):425-433.
- MONGE-NÁGERA, J. *et al.* Aplicación de um método sencillo para medir la contaminación atmosférica: una experiencia comunitaria hecha en Costa Rica. Pedro MO, San José, Costa Rica s/d. Disponível em: <<http://www.tropinature.com/cvitijmn/publications/educdist/liquenes/metodo.pdf>>. Acesso em: 5 maio 2010.
- SILVA, L. B. *et al.* 1999. Monitoramento da qualidade do ar através de bioindicadores. In: XV SNPTEE SEMINÁRIO NACIONAL DE PRODUÇÃO E TRANSMISSÃO DE ENERGIA ELÉTRICA, 1999, Paraná.
- TEIXEIRA, W. F.; AMARAL, A. F. 2009. Avaliação da poluição do ar, através de bioindicadores e fluxo de veículos automotivo, em Patos de Minas-MG. In: IX CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL, 2009, São Lourenço-MG.

VAN HALUWYN, C.; VAN HERK, C.M. 2002. Bioindication: the community approach. In: P. L. Nimis; C. Scheidegger; P. A. Wolseley (Org.). **Monitoring with Lichens-Monitoring Lichens**. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, p. 39-64.

VILA, X. A. *et al.* 1997. Els líquens com a bioindicadors de la qualitat atmosfèrica: el cas de l'avall de Fumanya (Cercs, Barcelona). **Boletim Instituto Catalano História Natural**, 65(5):13-28.