



Análise dos grupos morfológicos líquênicos e da vitalidade do fotobionte de *Parmotrema tinctorum* (Despr. ex Nyl.) Hale em área urbana, RS, Brasil

Jordana Tres dos Santos¹, Lauren Machado Gayeski², Márcia Lourenço³, Ângelo Martins Muganiua Francisco⁴, Márcia Isabel Käffer⁵.

¹ Universidade Feevale (jordana.tres@gmail.com)

² Universidade Feevale (laurenmg@feevale.br)

³ Universidade Feevale (marcialourenco@feevale.br)

⁴ Universidade Feevale (angelommf@hotmail.com)

⁵ Universidade Feevale (mkaffer9617@gmail.com)

Resumo

Os líquens são reconhecidos como bioindicadores e empregados no monitoramento ambiental. Este trabalho objetiva identificar os principais morfotipos e a cobertura líquênica, em uma área urbana de Novo Hamburgo e analisar o Índice de Vitalidade do Fotobionte (IVF) de *Parmotrema tinctorum* (Despr. ex Nyl.) Hale. O mapeamento dos líquens foi realizado pelo método do acetato, analisando os tipos morfológicos e parâmetros estruturais. Amostras de *P. tinctorum* foram analisadas para calcular o IVF. Foram identificados 18 espécimes distribuídos em sete morfotipos. Os líquens foliosos apresentaram a maior riqueza, cobertura e VI. Para a vitalidade do fotobionte foi registrado 60% células vivas e IVF=1,62. Este estudo proporcionou reconhecer e verificar os diferentes morfotipos da comunidade líquênica, bem como detectar a presença de espécies características de ambientes urbanos. O emprego do IVF foi importante para verificar a possibilidade de dano no talo líquênico.

Palavras-chave: Bioindicação. Fungos liquenizados. Poluição atmosférica.

Área Temática: Impactos Ambientais

Analysis of the morphological groups and the vitality of the photobiont of *Parmotrema tinctorum* (Despr. ex Nyl.) Hale in urban area, RS, Brazil

Abstract

Lichens are recognized as bioindicators and employed in environmental monitoring. The work aims was to identify the main morphotypes and lichen cover in an urban area of Novo Hamburgo and to analyze the Photobionte Vitality Index (IVF) of *Parmotrema tinctorum* (Despr. ex Nyl.) Hale. Lichen mapping was performed using the acetate method, with morphological types and structural parameters. Samples of the *Parmotrema tinctorum* were analyzed to calculate the IVF. Eighteen specimens distributed in seven morphotypes were identified. Foliose lichens presented the greatest richness, coverage and IV. For the vitality of the photobiont was recorded 60% live cells and IVF=1.62. This study allowed to recognize and verify the different morphotypes of the lichen community, as well as to detect the presence of species characteristic of urban environments. The use of IVF was important to verify the possibility of damage to the lichen thallus.

Key words: Bioindication. Lichenized fungi. Atmospheric pollution.

Theme Area: Environmental Impacts



1 Introdução

Os fungos liquenizados, ou líquens são organismos simbiotes, constituídos por um fotobionte e micobionte (um ou mais fungos) resultando em um talo (VALENCIA & CEBALLOS, 2002; SPRIBILLE et al., 2016). Os fotobiontes que participam da associação podem ser do grupo das clorofíceas (algas verdes unicelulares) ou cianobactérias (de cor verde azulada) (VALENCIA & CEBALLOS, 2002).

Aproximadamente 20% de todas as espécies de fungos atualmente conhecidas são encontradas na natureza sempre associadas simbioticamente a algas ou a cianobactérias (MARCELLI, 2006). Estima-se que existam de 18.000 a 20.000 espécies conhecidas de líquens no mundo (LÜCKING et al., 2017), amplamente distribuídas, embora representem apenas 8% da vegetação dominante na superfície terrestre (HALE, 1983). De acordo com Marcelli (2004), para o Brasil há o registro de 2.784 espécies de líquens, enquanto, para o estado do Rio Grande do Sul foram descritas 912 espécies (SPIELMANN, 2006).

Os líquens constituem um grupo altamente diversificado e com distintas funções nos ecossistemas, sendo considerados pioneiros na colonização de ambientes (HAWKSWORTH et al., 2005; LEMOS et al., 2007). Variam em sua complexidade, sendo separados em formas ou tipos morfológicos como crostosos, foliosos, fruticosos, esquamulosos e filamentosos. Podem ser encontrados em diversos substratos: em rochas, cascas de árvores, no solo, sobre musgos ou folhas e, em ambientes variados, climas, altitudes e latitudes (BRODO et al., 2001; MARCELLI, 2006). Sua extrema sensibilidade a alterações ambientais os torna os melhores bioindicadores de poluição aérea (HAWKSWORTH et al., 2005).

A poluição atmosférica em áreas urbano-industrial é um problema existente nos últimos séculos, provocada principalmente pela queima de combustíveis fósseis, atividades industriais, processos de combustão, entre outros e que aumentam consideravelmente a concentração de poluentes (ILLI et al., 2016). O aumento cada vez maior da ação destes compostos, principalmente nos grandes centros urbanos torna necessária a implantação de ações de controle e/ou avaliação da qualidade do ar. Neste sentido, nos últimos anos, o emprego de métodos físicos, químicos e biológicos para monitorar a qualidade do ar tem se intensificado (MARTINS et al., 2008).

As condições ambientais podem ser avaliadas por métodos diretos, por meio de equipamentos adequados, ou por métodos biológicos, entre estes o emprego de vegetais, briófitas e líquens (MARTINS-MAZZITELLI et al., 2006; DOMINGOS et al., 2015). Das diferentes metodologias empregadas para monitorar a qualidade do ar, o monitoramento passivo consiste na análise das alterações nas espécies bioindicadoras ou na comunidade diretamente na área a ser avaliada. Para tanto, se verifica parâmetros de estrutura da comunidade. No ativo são utilizadas determinadas espécies padronizadas como indicadoras, sendo estas retiradas de um local sem influência das áreas urbanas ou industriais e transplantadas para o local a ser avaliado (MARTINS-MAZZITELLI et al., 2006). Neste caso são analisados parâmetros morfofisiológicos da espécie e/ou presença de poluentes no talo.

Estudos empregando líquens para avaliar a qualidade do ar, em áreas urbano-industriais vêm sendo realizados com frequência por diversos pesquisadores, utilizando determinadas espécies ou com a comunidade líquênica (BAJPAI et al., 2010; MALASPINA et al., 2014). No Brasil, os estudos abrangem o emprego de determinadas espécies para analisar a presença de alguns poluentes no talo e na avaliação da estrutura de comunidades, tanto em áreas urbanas quanto florestais (FUGA et al., 2008; MARTINS et al., 2008; KÄFFER et al., 2011a, 2012, 2016; KOCH et al., 2012, 2016; LEHNEN et al., 2017). Deste modo, o objetivo deste trabalho foi (i) identificar os principais morfotipos e cobertura dos talos líquênicos e (ii) analisar o índice de vitalidade do fotobionte de *Parmotrema tinctorum* (in situ) visando a realização de um diagnóstico preliminar das condições ambientais, em uma área urbana, no sul do Brasil.



2 Material e métodos

2.1 Área de estudo

O município de Novo Hamburgo, Rio Grande do Sul, possui uma área de 223,821 km², com densidade demográfica de aproximadamente 1,07 hab/km², inserido na região Metropolitana de Porto Alegre. Juntamente com outros 14 municípios compõem o Vale do Rio do Sinos concentrando entorno de 12% da população do Estado. O perfil econômico é voltado às atividades industriais (ramo calçadista, metalurgia, móveis, alimentos), de média e alta tecnologia e com pouca participação da agropecuária (BERTÊ et al., 2016).

O estudo foi realizado no primeiro semestre de 2017, em uma área do Campus II da Universidade Feevale (29°39'49.11"S; 51° 7'10.43"O). Neste local a vegetação predominante é composta por indivíduos arbóreos (forófitos), constituídos por espécies nativas e exóticas, distribuídas esparsamente pela área (Fig. 1). A área do Campus dista cerca de 150 metros da rodovia ERS 239 e a aproximadamente 2,5 km da rodovia BR 116, ambas as vias com grande fluxo de veículos.

Figura 1 – Área do Campus II da Universidade Feevale, RS. Os retângulos indicam a localização dos forófitos selecionados para amostragem dos líquens.



Fonte: Elaborado pelos autores.

2.2 Mapeamento dos líquens

Para realização da amostragem dos grupos morfológicos e mapeamento dos talos líquênicos foram selecionados cinco forófitos dispostos isoladamente, com tronco reto, circunferência à altura do peito (CAP) ≥ 20 cm e sem ramificações abaixo de 150 cm (Figura 1). Em cada forófito foram dispostos ao longo do tronco, três folhas de acetato 20x20 cm para amostragem da cobertura líquênica (KÄFFER et al., 2015). Em cada folha de acetato foi delineado o contorno do talo dos líquens, sendo estes identificados por morfotipos: Foliosos



de Lobos Largos (FLL); Foliosos de Lobos Estreitos (FLE); Foliosos com Cianobactéria (FCI); Crostoso (CRT) e Fruticoso (FR).

2.3. Índice de vitalidade do fotobionte

Para realização Índice de Vitalidade do Fotobionte (IVF), nos mesmos forófitos selecionados para amostragem, se coletou amostras de *Parmotrema tinctorum* (Despr. ex Nyl.), líquen folioso, de ampla distribuição e abundância no estado do Rio Grande do Sul (SPIELMANN, 2006) e empregada em estudos de monitoramento da qualidade do ar (MARTINS- MAZZITELLI et al., 2006; KÄFFER et al., 2012; KOCH et al. 2016).

Amostras do talo foram limpas para remover o substrato, macerado com água destilada e posteriormente adicionado o corante vermelho neutro a 5% (LE BLANC, 1971; MÉNDEZ & FOURNIER, 1980). A visualização e contagem das células do fotobionte foi realizada com auxílio de microscópio estereoscópico. Para o cálculo do IVF se considerou o percentual de células vivas, mortas e palmoisadas conforme descrito em Käffer et al. 2012.

2.4. Análise de dados

A análise da riqueza foi considerada como o número total de morfotipos ocorrentes nos cinco forófitos. A frequência baseou-se na presença dos morfotipos nos troncos dos cinco forófitos. A estimativa da cobertura dos morfotipos foi empregada à soma total da cobertura de todos os talos, em cada folha de acetato, em todos os forófitos amostrados. O valor de importância (VI) de cada morfotipo foi calculado em relação à comunidade como um todo, somando-se os dados de frequência e cobertura relativa.

3 Resultados e discussão

Foram identificados 18 espécimes distribuídos em sete morfotipos liquênicos, classificados nos cinco grupos morfológicos: FLL, FLE, FR, CRT e FCI. O grupo dos fruticosos foi o mais diverso, com três morfotipos representando 42,8% (Tabela 1).

Os morfotipos foliosos de lobos largos e estreitos (FLL e FLE) foram os mais frequentes, apresentaram maior cobertura absoluta (84,8 e 32,8) e relativa ocupando mais de 90% da área analisada, garantindo a estes morfotipos os maiores valores de importância (93,0 e 52,9). Mesmo sendo o mais diverso, o grupo dos fruticosos apresentou baixa cobertura, com pouco mais de 7% da área, quando comparado com o grupo dos foliosos. O morfotipo FR1 foi o que apresentou maior cobertura do grupo dos fruticosos, seguido pelo FR3 e FR2. Os morfotipos fruticoso (FR2), crostoso (CRT) e folioso com cianobactéria (FCI) foram os menos frequentes encontrados em apenas um forófito, dos cinco analisados (Tabela 1).

**Tabela 1** – Parâmetros estruturais dos grupos morfológicos na área analisada, sul do Brasil.

| MORFOTIPO | R | CA | CR (%) | FA | FR (%) | VI |
|---------------------------------|-----------|---------------|------------|------------|------------|------------|
| Foliosos Lobos Largos (FLL) | 5 | 84,8 | 65,2 | 1 | 27,8 | 93,0 |
| Foliosos Lobos Estreitos (FLE) | 5 | 32,8 | 25,2 | 1 | 27,8 | 52,9 |
| Fruticoso 1 (FR1) | 3 | 6,5 | 5,0 | 0,6 | 16,7 | 21,7 |
| Fruticoso 3 (FR3) | 2 | 2,6 | 2,0 | 0,4 | 11,1 | 13,1 |
| Fruticoso 2 (FR2) | 1 | 2,0 | 1,5 | 0,2 | 5,6 | 7,1 |
| Crostoso (CRT) | 1 | 1,1 | 0,6 | 0,2 | 5,6 | 6,4 |
| Folioso com Cianobactéria (FCI) | 1 | 0,3 | 0,3 | 0,2 | 5,6 | 5,8 |
| | 18 | 130,14 | 100 | 3,6 | 100 | 200 |

Riqueza (R), cobertura absoluta (CA), cobertura relativa (CR), frequência absoluta (FA), frequência relativa (FR) e valor de importância (VI).

Embora os líquens tenham sido caracterizados por morfotipos foram registrados a ocorrência de gêneros *Dirinaria* e *Heterodermia* que predominaram o grupo morfológico de lobos estreitos, com ocorrência de *Dirinaria picta* (Sw.) Clem. & Shear e *Heterodermia obscurata* (Nyl.) Trevis. Para o grupo morfológico de lobos largos, a maior incidência foi dos gêneros *Parmotrema* e *Canoparmelia*, com destaque para *Canoparmelia texana* (Tuck.) Elix & Hale e *Parmotrema tinctorum* (Despr. ex Nyl.). Os líquens do grupo fruticoso pertenciam aos gêneros *Ramalina* e *Usnea*, enquanto que o grupo folioso com cianobactéria ao gênero *Leptogium*.

Na análise da vitalidade do fotobionte de *P. tinctorum* foi registrado maior percentual de células vivas (60%), 34,5% se encontravam plasmolisadas e 5,5% mortas resultando no Índice de Vitalidade do Fotobionte de 1,62.

Estudos realizados em áreas urbano/industriais da Região Metropolitana de Porto Alegre registraram o predomínio do grupo morfológico folioso, de talos largos e estreitos, assim como a presença de espécies dos gêneros *Dirinaria*, *Canoparmelia* e *Parmotrema* (KÄFFER et al., 2011b, 2012; LUCHETA & MARTINS, 2014). Lehnert et al., 2017 em trabalho realizado comparando a comunidade líquênica em ambiente urbano e rural no município de Novo Hamburgo constatou resultados similares ao nosso estudo.

As maiores alterações na estrutura da comunidade líquênica como nos índices de cobertura, e diversidade, assim como na composição de espécies em áreas urbano/industriais estão relacionadas com as ações antrópicas como a emissão de poluentes associado ao intenso tráfego veicular e/ou atividades industriais, a urbanização e cobertura do solo (VAN HERK & VAN HALUWYN, 2002; BRANQUINHO et al., 2011; KÄFFER et al., 2011a, 2012; MALASPINA et al., 2014; KOCH et al., 2016). Adicionalmente, as variáveis climáticas, especialmente radiação solar, precipitação e temperatura, assim como a estrutura do substrato também são fatores que podem influenciar a comunidade líquênica (ELLIS, 2012; GIORDANI et al., 2013).

No que se referem à vitalidade do fotobionte, os maiores percentuais de células vivas e de IVF foram registrados em amostras transplantadas de *P. tinctorum*, após dois meses de exposição em diferentes áreas de Porto Alegre (KÄFFER et al., 2012). Koch et al. 2016



verificou a diminuição na vitalidade do fotobionte em áreas urbano/industriais, sendo estas relacionadas com a urbanização e número de habitantes. Alguns estudos apontam que modificações na vitalidade do fotobionte estão associadas a alterações climáticas (MALASPINA et al., 2014).

4 Considerações finais

Os resultados desta análise prévia proporcionou conhecer e verificar os diferentes morfotipos que fazem parte da comunidade líquênica na área analisada. O reconhecimento de espécies características de ambientes urbanos, como *D. picta*, *C. texana* e *P. tinctorum* corroboram com estudos realizados nestes mesmos ambientes. A ocorrência de espécies de talos de lobos largos e/ou estreitos está relacionada fatores como luminosidade e umidade (GIORDANI et al., 2013). A presença de morfotipos do grupo morfológico fruticoso, embora considerado sensíveis à poluição ambiental também esteja associado às condições climáticas da região e disposição dos forófitos na área. O emprego do IVF se mostrou importante, pois estudos apontam como uma variável relevante para estimar os danos do talo líquênico. A fim de obter uma caracterização e análise mais concisa em relação a possíveis influências da ação de poluentes à comunidade líquênica na área seria necessário maior esforço amostral e análises complementares, como por exemplo, da presença de poluentes no talo de *P. tinctorum*. Deste qualquer modo, este trabalho contribui para futuros estudos de monitoramento ambiental e para o conhecimento de parte da micota liquenizada da região.

Referências

- BAJPAI, R. et al. Biodiversity, bioaccumulation and physiological changes in lichens growing in the vicinity of coal-based thermal power plant of Raebareli district, north India. **Journal of Hazardous Materials**, v. 174, n. 1-3, p. 429-436, feb, 2010.
- BERTÊ, A.M.A. et al. Perfil Socioeconômico - COREDE Vale do Rio dos Sinos. **Boletim Geográfico do Rio Grande do Sul**, Porto Alegre, n. 26, p. 942-983, fev. 2016.
- BRANQUINHO C. et al. The relative impact of lichen symbiotic partners to repeated copper uptake. **Environmental and Experimental Botany**, v. 72, p. 84–92, 2011.
- BRODO, I.M. Substratum ecology. **Lichens of North America**. New Haven: Yale University Press, 2001. 795 p.
- DOMINGOS, M. et al. Searching for native tree species and respective potential biomarkers for future assessment of pollution effects on the highly diverse Atlantic Forest in SE-Brazil. **Environmental Pollution**, v. 202, p. 85-95, jul. 2015.
- ELLIS, C.J. Lichen epiphyte diversity: A species, community and trait-based review. **Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics**, v. 14, p. 131-152, 2012.
- FUGA, A. et al. Atmospheric pollutants monitoring by analysis of epiphytic lichens. **Environmental Pollution**, v. 151, p. 334-340, 2008.
- GIORDANI, P. et al. Functional traits of cryptogams in Mediterranean ecosystems are driven by water, light and substrate interactions. **Journal of Vegetation Science**, v. 25, p. 778-792, 2013.



HALE, M.E. **The Biology of lichens**. 3.ed. London: Edward Arnold, 1983. 176 p.

HAWKSWORTH, D.L. et al. Líquenes como bioindicadores inmediatos de contaminación y cambios medio-ambientales en los trópicos. **Revista Iberoamericana de Micología**, .. 22, p. 71–82, 2005.

ILLI, J.C. et al. Integrated assessment of air pollution by metals and source pportionment using ryegrass (*Lolium multiflorum* Lam.) in southern Brazil. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 24, n.3, p. 2790–2803, 2017.

KÄFFER, M.I. et al. Corticolous lichens as environmental indicators in urban areas in southern Brazil. **Ecological Indicators**, v. 11, n.5, p. 1319-1332, 2011 a.

KÄFFER, M.I. et al. Caracterização da comunidade liquênica corticícola de Porto Alegre e áreas adjacentes RS, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 25, n. 4, p. 832-844. 2011b.

KÄFFER, M. I. et al. Use of bioindicators to evaluate air quality and genotoxic compounds in an urban environment in Southern Brazil. **Environmental pollution**, v. 163, p. 24-31. 2012.

KÄFFER, M.I. et al. Lichen community versus host tree bark texture in an urban environment in southern Brazil. **Iheringia, Série Botânica**, Porto Alegre, v. 71, n.1, p. 49-54, 2016.

KÄFFER, M.I. et al. Composição da comunidade liquênica em floresta ribeirinha na APA do Ibirapuitã, RS, Brasil. **Hoehnea**, São Paulo, v. 42, n. 2, p. 273-288, 2015.

KOCH, N.M. et al. Comunidade de liquens foliosos em *Piptocarpha angustifolia* Dusén ex Malme (Asteraceae) em área de Floresta Ombrófila Mista no estado do Rio Grande do Sul, Brasil. **Iheringia. Série Botânica**, Porto Alegre, v. 67, n. 1, p. 47-57, jun. 2012.

KOCH, N. M. et al. The application of lichens as ecological surrogates of air pollution in the subtropics: a case study in South Brazil. **Environmental Science and Pollution Research International**, v. 23, n. 20, p. 20819-20834, oct. 2016.

LE BLANC, F.S.C. Possibilitéis and methods for mapping air pollution on the basis of lichen sensivity. **Mitt. Forstl. BundVersAnst.**, v. 92, p. 103-126, 1971.

LEHNEN, P.G. et al. Estrutura da comunidade de liquens corticícolas em área urbana e rural no município de Novo Hamburgo, Rio Grande do Sul, Brasil. **Iheringia, Série Botânica**, Porto Alegre, v. 72, n. 1, p. 66-74, abr. 2017.

LEMONS, A. et al. Composição e diversidade de liquens corticícolas em três diferentes ambientes: Florestal, Urbano e Industrial. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, supl. 2, p. 228-230, jul. 2007

LUCHETA, F., MARTINS, S.M.A. Liquens foliosos e fruticosos corticícolas do Jardim Botânico de Porto Alegre, RS, Brasil. **Iheringia. Série Botânica**, Porto Alegre, v. 69, n. 1, p. 29-35, jul. 2014.



LÜCKING, R. et al. The 2016 classification of lichenized fungi in the Ascomycota and Basidiomycota – Approaching one thousand genera. **The Bryologist**, v. 119, n. 4, p. 361-416. jan. 2017.

MALASPINA, P. et al. Biomonitoring urban air pollution using transplanted lichens: element concentrations across seasons. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 21, p. 12836–12842, jun. 2014

MARTINS, S.M. de A. et al. Líquens como bioindicadores da qualidade do ar numa área de termoeletrônica, Rio Grande do Sul, Brasil. **Hoehnea**, São Paulo, v.35, n. 3, p. 425-433, 2008.

MARCELLI, M.P. **Checklist of lichens and lichenicolous fungi of Brazil**. Versão 1. 2004. Disponível em: <http://www.biologie.uni-hamburg.de/checklists/brazil_1.htm> Acessado em 03.11.2017.

MARCELLI, M. P. Fungos liquenizados. In: XAVIER, F.L. et al. **Biologia de Líquens**. Rio de Janeiro: Âmbito Cultural, 2006, p. 25-74.

MARTINS-MAZZITELLI, S.M.A. et al. In: XAVIER, F.L. et al. **Biologia de Líquens**. Rio de Janeiro: Âmbito Cultural, 2006, p. 101-133.

MÉNDEZ, A.O.I.; FOURNIER, O.L.A. Los líquenes como indicadores de la contaminación atmosférica en el área metropolitana de San José, Costa Rica. **Revista de Biología Tropical**, v. 28, n. 1, p. 31-39, 1980.

SPIELMANN, A.A. Checklist of lichens and lichenicolous fungi of Rio Grande do Sul (Brazil). **Caderno de Pesquisa. Série Biologia**, Santa Cruz do Sul, v. 18, n. 2, p. 7–25, mai./ago. 2006.

SPRIBILLE, T., et al. Basidiomycete yeasts in the cortex of ascomycete macrolichens. **Science**, v. 353, n. 6298, p. 488-492, jul. 2016.

VALENCIA, M. C. DE, CEBALLOS, J.A. **Hongos liquenizados**. Bogotá: Universidade Nacional de Colombia, 2002. 220 p.

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