LÍQUENS COMO BIOINDICADORES DA QUALIDADE DO AR NO MUNICÍPIO DE BARBACENA-MG

Vanessa de Souza Vieira Dutra^{1*}, Leonardo Mendes da Silva^{2*}, Ana Letícia Borgo^{3*},
José Emílio Zanzirolani de Oliveira⁴

¹Licencianda em Ciências Biológicas – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais – Campus Barbacena, MG, Brasil
E-mail: vanessasvdutra@gmail.com

²Licenciando em Ciências Biológicas – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais – Campus Barbacena, MG, Brasil

³Licencianda em Ciências Biológicas – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais – Campus Barbacena, MG, Brasil

⁴Orientador e Coordenador do Laboratório Interdisciplinar de Formação de Educadores (LIFE) no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais – Campus Barbacena, MG, Brasil, Licenciado em Ciências Biológicas pela Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF), MG, Brasil, Doutor em Genética e Melhoramento pela Universidade Federal de Viçosa (UFV), MG, Brasil

* * * Todos os autores contribuíram de forma igual para o estudo e para a elaboração do artigo.

Recebido em: 15/11/2020 – Aprovado em: 15/12/2020 – Publicado em: 30/12/2020
DOI: 10.18677/EnciBio_2020D23

RESUMO

O desenvolvimento tecnológico e industrial do século XVIII trouxe benefícios. Entretanto, problemas ambientais foram causados devido à liberação excessiva de gás carbônico na atmosfera, além de outros gases e material particulado. Nota-se que o Brasil é um País carente em centrais de controle de qualidade do ar, tornando-se necessária a busca por métodos alternativos para esse controle. Um método muito utilizado é o biomonitoramento através de líquens, organismos muito sensíveis à poluição, podendo indicar a poluição ambiental quando presentes ou ausentes em um local. O objetivo desse estudo foi verificar a qualidade do ar em diferentes pontos da cidade de Barbacena/MG em áreas com perfis distintos de ocupação utilizando líquens como bioindicadores para monitoramento, apresentando os resultados da comparação da presença de líquens em três áreas do município através da quantidade e diversidade das espécies encontradas em cada área. Foram selecionados três locais, com diferentes perfis de ocupação, sendo analisados 10 forófitos em cada área amostral. A flora liquênica encontrada foi identificada por intermédio de chaves dicotômicas. Foram registrados 13 táxons, sendo nove citados na literatura como bioindicadores da qualidade do ar. A área três apresentou maior diversidade liquênica, sendo encontrados 10 táxons, seguido pela área dois, com dois táxons, e por último, a área um, apresentando somente um táxon. Foi observada que nas áreas com maior incidência de atividades poluidoras houve menor diversidade de espécies. Portanto, o presente trabalho pode servir de subsídio para programas de gestão ambiental da localidade e para o controle da emissão de poluentes.

PALAVRAS-CHAVE: Ecologia, Liquenologia, Poluição atmosférica.

LICHENS AS BIOINDICATORS OF AIR QUALITY IN THE CITY OF BARBACENA-MG

ABSTRACT

The technological and industrial development of the 18th century brought benefits. However, environmental problems were caused by the excessive release of carbon dioxide into the atmosphere, in addition to other gases and particulate matter. It is noted that Brazil is a country in need of air quality control centers, making it necessary to search for alternative methods for this control. A widely used method is biomonitoring through lichens, organisms very sensitive to pollution, which may indicate environmental pollution when present or absent in a location. The objective of this study was to verify the air quality in different points of the city of Barbacena/MG in areas with different occupation profiles using lichens as bioindicators for monitoring, presenting the results of comparing the presence of lichens in three areas through the quantity and diversity of species found in each area. Three locations were selected, with different occupation profiles, and ten forophytes were analyzed in each sample area. The lichen flora found was identified using dichotomous keys. 13 taxons were registered, 9 of which are cited in the literature as bioindicators of air quality. Area three showed greater lichenic diversity, with 10 taxons found, followed by area two, with 02 taxons, and finally, area one, presenting only 01 taxons. It was observed that in the areas with the highest incidence of polluting activities there was less diversity of species. Therefore, the present work can serve as a subsidy for environmental management programs in the locality and for controlling the emission of pollutants.

KEYWORDS: Atmospheric pollution, Ecology, Lichenology.

INTRODUÇÃO

No último século, com o desenvolvimento de motores a combustão, uso de combustíveis fósseis, surgimento das indústrias siderúrgicas e produtos químicos, a intervenção do homem no planeta começou a acelerar de uma forma exorbitante. Esses processos não foram acompanhados de análises que pudessem indicar impactos, toxicidade ou prováveis danos para a saúde da população durante aquele período, por serem visadas apenas vantagens econômicas do surgimento destes. Como consequência, nos últimos 70 anos a ciência luta para entender e encontrar melhores formas de quantificar esses poluentes, para que medidas de controle possam ser incluídas para garantir o bem estar da população (GUIMARÃES, 2016).

Para esse fim, no Brasil em 15 de junho de 1989, o Programa Nacional de Controle de Qualidade do Ar (PRONAR) foi criado a fim de limitar, estabelecer padrões e assegurar a qualidade do ar de áreas consideradas não degradadas (BIZAWU; MOREIRA, 2017). Uma das metas desse programa, a médio prazo, seria a da implementação da Rede Nacional de Monitoramento da Qualidade do Ar. Apesar disso, apenas 11 das 27 unidades federativas (Distrito Federal, Mato Grosso, Minas Gerais, Paraná, Rio de Janeiro, Rio Grande do Sul, São Paulo e Sergipe) apresentam centrais de monitoramento da qualidade do ar, sendo a região norte a que sofre com a menor quantidade desses locais (ISS, 2019).

Em razão dessa problemática, torna-se cada vez mais necessária a presença de outras maneiras de monitoramento da qualidade do ar. Estudos têm sido feitos mundialmente para avaliar a capacidade dos bioindicadores de fazer esse tipo de monitoramento (PRESTES; VINCENCI, 2019). Bioindicadores transparecem a

condição de uma determinada área, consequências ou a variedade biológica do meio em razão de serem os primeiros a apresentarem modificações em sua estrutura quando há o surgimento de poluentes ou instabilidade no ambiente. Logo, o biomonitoramento é uma maneira de observação e acompanhamento do avanço da poluição. Entretanto, o uso de bioindicadores não substitui a avaliação de concentração de poluentes pelo emprego de procedimentos físico-químicos, apenas concede informações complementares. O acompanhamento da poluição atmosférica pode ser exercido sem a exigência da utilização de ferramentas de alto custo com a contribuição dos bioindicadores (CALISTO et al., 2018).

Um dos principais organismos utilizados para esse fim são os líquens, caracterizados por serem uma associação simbiótica entre fungos e algas unicelulares filamentosas ou de cianobactérias. Estes fazem parte do Reino Fungi e sua classificação ocorre de acordo com seu parceiro fúngico, geralmente um ascomiceto. Ambos organismos se beneficiam vivendo uma relação mutualística. Os líquens são sensíveis à poluição atmosférica, dispõem-se como bioindicadores da qualidade ambiental, sendo essa sensibilidade precisamente relacionada a sua biologia (TORTORA et al., 2017). Estes organismos são capazes de viver em ambientes inóspitos e, dessa forma, estão extensamente difundidos. Recolhem nutrientes essenciais constantemente da atmosfera, visto que estes denotam pouca capacidade de regulação na perda e ganho de água (RAVEN et al., 2014).

Em vista disso, o objetivo desse estudo foi verificar a qualidade do ar em diferentes pontos da cidade de Barbacena/MG em áreas com perfis distintos de ocupação utilizando líquens como bioindicadores para monitoramento, apresentando os resultados da comparação da presença de líquens em três áreas do município de Barbacena, Minas Gerais, através da quantidade e diversidade das espécies encontradas em cada área.

MATERIAIS E MÉTODOS

Localização e caracterização da área de estudo

O município de Barbacena, estado de Minas Gerais, localiza-se numa latitude 21°13'33" sul e longitude 43°46'25" oeste (Figura 1). A área territorial do município é de 759,86 km², contando com uma população de 137.313 mil habitantes. Quanto aos aspectos climáticos, o clima da região é tropical de altitude, segundo a classificação de Koppen, com temperatura média anual de 19°C e pluviosidade anual de 1400 mm, caracterizando-se por um período chuvoso de seis meses (de outubro a março). A vegetação do município é caracterizada por Floresta Estacional Semidecidual, bioma Mata Atlântica (IBGE, 2019).

FIGURA 1: Localização da Área de Estudo

Fonte: DIAS et al. (2020), IBGE (2020), Prefeitura Municipal de Barbacena (2015).

Amostragem e identificação dos líquens

O estudo foi realizado durante cinco meses, entre julho de 2020 a novembro de 2020 durante a pandemia e isolamento social da população. A amostragem dos líquens ocorreu no mês de agosto em três locais distintos do município de Barbacena/MG. Os critérios para escolha dos locais foram: 1) local com intensa atividade industrial ou mineradora; 2) local com intenso fluxo automotivo; 3) local sem nenhum fluxo automobilístico ou atividade industrial. O último critério visou comparar a diversidade da flora liquênica encontrada em um ambiente com grande poluição atmosférica com outro de poluição quase nula. Os locais selecionados foram: Área 1: Resquício de Mata Atlântica (figura 2) localizada entre duas empresas mineradoras; Área 2: Praça dos Andradas (figura 3) localizada na região central da cidade e Área 3: Floresta Estacional Semidecidual (figura 4) localizada dentro do Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais – *Campus Barbacena*.

FIGURA 2: Resquício de Mata Atlântica (Área 01), município de Barbacena – MG, 2020

Fonte: GOOGLE EARTH, (2020)

FIGURA 3: Praça dos Andradas, Município de Barbacena – MG

Fonte: GOOGLE EARTH, (2020)

FIGURA 4: Floresta Estacional Semidecidual, Município de Barbacena – MG

Fonte: GOOGLE EARTH, (2020)

Em cada uma dessas áreas foram analisados 10 forófitos, utilizando como referência a altura máxima de 2,0 metros para coleta e identificação dos indivíduos e líquens maiores que três centímetros. Para identificação e coleta dos espécimes seguiram-se técnicas botânicas de Rezende et al. (2017). Aqueles que não foram possíveis identificar no local foram coletados com auxílio de uma lâmina inox, acomodados em sacos plásticos e levados para serem identificados no Laboratório Interdisciplinar de Formação de Educadores (LIFE) do Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais – *Campus Barbacena*. Os espécimes foram observados sob lupa estereoscópica, e foram observados: a morfologia externa, coloração e características macroscópicas e microscópicas de valor taxonômico. Caso a identificação ainda não fosse possível, a anatomia de tecidos era observada com auxílio de microscópio óptico.

A identificação dos espécimes foi feita utilizando chaves dicotômicas e através de comparações bibliográficas utilizando-se os trabalhos de Bennatti e Marcelli (2017), Brodo et al. (2016), Lehnert et al. (2017), Lucheta e Martins (2014), Martins et al. (2011), Rubio (2010), Bennatti e Marcelli (2008), Rodríguez e Ortega (2003), consultas em herbários virtuais também foram feitas CINALH (2020), INCT – Herbário Virtual da Flora e dos Fungos (2020), GBIF: *The Global Biodiversity Information Facility* (2020), *IRISH LICHENS* (2020), Nimis (2016), *Mitra-Nature* (2014).

Análise dos dados

Em cada área amostral, a ocorrência foi considerada como o número total de indivíduos de cada espécie de líquens presentes nos 10 forófitos analisados. Vale salientar que só foi feita uma amostragem em cada área de estudo. Ao final, o número de indivíduos de cada espécie foi somado, representando o total de espécies encontradas na região. A diversidade foi analisada em cada área amostrada utilizando o índice de diversidade de Shannon-Weaver ($H' = -\ln \sum p_i \times p_i$). A frequência relativa é definida como a relação entre a frequência absoluta de determinada espécie com a soma das frequências absolutas de todas as espécies. Utilizou-se a fórmula $FR = FA_i / FA \times 100$, onde FA_i = frequência absoluta de uma determinada espécie, FA = somatório das frequências absolutas de todas as espécies amostradas (PAGANO; GAUVREAU, 2004).

Para a confecção das tabelas, interpretação dos dados e realização dos cálculos o programa *Microsoft Excel* (2019) foi utilizado. A diversidade de espécies foi determinada utilizando o índice de *Shannon-Weaver*, um dos principais índices utilizados para mensurar a diversidade de espécies.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Foram identificados 13 táxons liquênicos distribuídos em oito gêneros e seis famílias, sendo 23,08% representados pelos líquens crostosos, 46,15% ao grupo dos foliosos e 30,77% dos fruticosos. Dos táxons identificados, nove são citados como bioindicadores da qualidade do ar, sendo: *Herpothallon rubrocinctum*, *Leptogium cyanescens*, *Leptogium* sp.1, *Parmotrema tinctorum*, *Parmotrema tinctorum*, *Parmotrema wrightii*, *Ramalina celastri*, *Ramalina fastigiata*, *Usnea rubicunda*, *Usnea* sp. 1.

QUADRO 1: Táxons ocorrentes no município de Barbacena, Minas Gerais, Brasil. A1 = Resquício de Mata Atlântica; A2 = Praça dos Andradas; A3 = Floresta Estacional Semidecidual

Família	Táxons	Ocorrência			FR (%)*	Hábito
		A1	A2	A3		
Caliciaceae	<i>Buellia disciformis</i>	0	0	04	0,69	Crostoso
Arthoniaceae	<i>Cryptothecia striata</i> Thor	84	37	108	39,83	Crostoso
Arthoniaceae	<i>Herpothallon rubrocinctum</i> (Ehrenb.) Aptroot, Lücking & G. Thor	0	0	80	13,91	Crostoso
Parmeliaceae	<i>Hypotrachyna lívida</i> (Taylor) Hale	0	0	43	7,48	Folioso
Collemataceae	<i>Leptogium cyanescens</i> (Ach.) Körb	0	0	03	0,52	Folioso
Collemataceae	<i>Leptogium sp. 1</i>	0	0	10	1,74	Folioso
Parmeliaceae	<i>Parmotrema melanothrix</i> (Mont.) Hale	0	0	40	6,96	Folioso
Parmeliaceae	<i>Parmotrema tinctorum</i> (Despr. Ex Nyl.) Hale	0	0	23	4,00	Folioso
Parmeliaceae	<i>Parmotrema wrightii</i> L. I. Ferraro & Elix	0	69	0	12,00	Folioso
Ramalinaceae	<i>Ramalina celastri</i>	0	02	0	0,35	Fruticoso
Ramalinaceae	<i>Ramalina fastigiata</i> (Pers.) Ach.	0	02	0	0,35	Fruticoso
Parmeliaceae	<i>Usnea rubicunda</i> stirt	0	0	26	4,52	Fruticoso
Parmeliaceae	<i>Usnea sp. 1</i>	0	0	44	7,65	Fruticoso
Total		84	110	381	100%	

*** Frequência Relativa

Fonte: Autores, (2020)

O primeiro ponto de coleta (A1) do presente estudo, Resquício de Mata Atlântica, próximo à duas mineradoras, demonstrou pouca diversidade de líquens, totalizando apenas um táxon em grande quantidade (*Cryptothecia striata*) nas imediações observadas. Apesar da grande quantidade de árvores, o local exibiu vasta presença de resíduos de minério emitido pelas fábricas próximas, perceptível a olho nu em folhas espalhadas pelo local, acarretando até dificuldades respiratórias durante a execução da coleta. Vale ressaltar que essa área selecionada para pesquisa se localiza próxima a uma rodovia, ou seja, possui um intenso fluxo automobilístico.

Na área de coleta dois (A2) esperava-se uma pequena variedade liquênica de espécies bioindicadoras por ser uma área central da cidade e com grande movimento de carros diariamente. Mas, foi encontrada uma quantidade superior à esperada, como demonstrado no quadro 1. No local, quatro táxons foram

identificados. Dos identificados, três foram constatados como bioindicadores: *Parmotrema wrightii*; *Ramalina celastri*; *Ramalina fastigiata*.

A área três (A3) apresentou maior diversidade liquênica, sendo encontrados 10 táxons. Destes, seis foram relatados como bioindicadores da qualidade do ar, sendo: *Herpothallon rubrocinctum*; *Leptogium cyanescens*; *Leptogium* sp. 1, *Parmotrema tinctorum*, *Usnea rubicunda*, *Usnea* sp. 1. Segundo Pereira et al. (2006), a ocorrência da espécie *Herpothallon rubrocinctum* é comum em áreas de preservação ambiental, podendo inferir que esta espécie se adequa melhor onde a poluição atmosférica seja quase nula ou onde há pouca interferência da ação humana.

O gênero *Leptogium* sp. é encontrado somente em áreas com boa qualidade do ar e de poluição atmosférica baixa, indicando que a área três possui baixos níveis de poluentes atmosféricos. *Parmotrema tinctorum* e o gênero *Usnea* sp podem ser utilizados no biomonitoramento, pois líquens desses gêneros são capazes de acumular elementos traços no seu corpo liquênico (COCARRO, 2011; SAFRITI et al. 2020).

Outro líquen que pode ser utilizado para o biomonitoramento é o *Parmotrema tinctorum*, a identificação deste espécime é fácil, e este é capaz de acumular metais pesados como: cobre, chumbo, manganês, zinco, cádmio, em seu corpo liquênico, e através de análises histoquímicas é possível identificar se o local apresenta poluentes atmosféricos (SAFRITI et al. 2020). Conforme Cocarro (2011) o gênero *Usnea* sp. pode ser utilizado no biomonitoramento, pois líquens desse gênero são capazes de acumular elementos traços no seu corpo liquênico.

A diversidade é definida pela variedade de espécies e o número de indivíduos dentro de cada comunidade. Os cálculos de diversidade de famílias e espécies (tabela 1) foram feitos segundo o índice de Shannon-Weaver na base 2. As resoluções dos cálculos foram feitas utilizando o programa Microsoft Excel (2019).

TABELA 1: Diversidade de famílias e de espécies de líquens, segundo Índice de Shannon-Weaver na base 2.

Local	Diversidade de Famílias	Diversidade de Espécies
Resquíio de Mata Atlântica (A1)	0	0
Praça dos Andradas (A2)	1,099	0,805
Floresta Estacional Semidecidual (A3)	1,221	1,951

Fonte: Autores, (2020).

Como já esperado, o local que apresentou maior diversidade de espécies e famílias foi a área três (A3), seguido pela área dois (A2). Já na área um (A1) notou-se um declínio na diversidade liquênica. Apesar de ter sido encontrada uma única espécie, o cálculo de *Shannon-Weaver* demonstrou diversidade nula. Isso pode ser explicado pelo fato de que este ponto de coleta se localiza em uma região com intensas atividades potencialmente poluidoras, como a presença de duas mineradoras bem como enorme tráfego de caminhões movidos a óleo diesel, tendo em vista que é próximo de uma rodovia.

Discussões acerca da qualidade do ar no município de Barbacena, MG

Os líquens demonstram alta sensibilidade a poluentes atmosféricos, elementos como: metais pesados, gás carbônico, enxofre, cobre, que podem alterar a estrutura da comunidade líquênica (MARTINS et al., 2008). Através destes organismos é possível fazer uma avaliação da qualidade do ar, além disso, mensurar e estimar riscos ambientais de áreas poluídas. Esses organismos fornecem informações que contribuirão para o desenvolvimento de projetos visando a saúde da população. Por isso, nas avaliações dos impactos ambientais de uma localidade são considerados os seguintes fatores: a existência de espécies, quantidade e distribuição de líquens (MOREIRA et al., 2017).

O setor de transportes é o que mais acarreta efeitos negativos sobre a qualidade do ar, sendo responsável por 90% das emissões de gases poluentes. Segundo o DENATRAN (2016), a frota veicular do município de Barbacena, MG, neste mesmo ano era de 127.628 mil veículos (automóveis, caminhões, motocicletas, ônibus, dentre outros). No ano de 2020 a frota veicular registrada até o mês de junho foi de 140.178 mil veículos (DENATRAN, 2020). No ano de 2020, a frota de veículos ultrapassou o número de habitantes do município. Desse modo, devido ao uso excessivo de automóveis movidos a combustíveis fósseis relacionados à grande expansão das cidades e a precariedade do transporte público, torna-se necessário o uso destes, prejudicando a qualidade do ar (BRASIL, 2017).

A população barbacenense alega desconfortos relacionados aos fortes odores provenientes da área de estudo um, onde localizam-se as empresas mineradoras. Entretanto, não há evidências que realmente liguem as empresas ao odor presente no ar. Uma das companhias alega ter conhecimento dos fatos, mas que cumpre os parâmetros de emissão dentro dos padrões ambientais legais, conforme as licenças (VERTENTES DAS GERAIS, 2017; FOLHA DE BARBACENA, 2020). Segundo a Câmara Municipal de Barbacena (2019), outra empresa presente no município também pode estar influenciando na qualidade do ar, acarretando fortes odores a diversos pontos da cidade.

Apesar dos problemas apresentados, as tais empresas contribuem economicamente para o município, fornecendo emprego e subsistência para a população, sendo que na economia do município destaca-se o setor agropecuário, principalmente o plantio de rosas. A cidade carece de indústrias, sendo que no ano de 2017 contava com 195 indústrias, sendo seis de extração e 189 de transformação (IBGE, 2017).

Além dos fatos já expostos, outro problema recorrente no município que está relacionado com a qualidade do ar é a falta de cobertura vegetal. Segundo Guaderetto et al. (2019) os benefícios que a cobertura vegetal traz para o meio urbano são: redução de gases poluentes e consequentemente diminuição da poluição atmosférica, diminuição da temperatura local, estabilização do solo pelas raízes das plantas, abrigo para animais e redução no escoamento superficial da água da chuva, sendo que esses locais ainda permitem práticas de lazer, bem estar e interação social da população. Os autores Dias et al. (2020) e Silva et al. (2020) em seus estudos demonstraram que o município de Barbacena-MG apresenta baixa cobertura vegetal devido às transformações ocorridas nos últimos 60 anos na cidade. Essa redução indica uma diminuição da qualidade de vida e do ar, podendo causar também diversos problemas socioambientais como desabamentos de terras em áreas de risco e alagamentos.

CONCLUSÕES

O presente estudo, tendo como finalidade a análise da diversidade líquênica do município de Barbacena – Minas Gerais, concluiu que a área três (A3) apresentou maior diversidade de líquens, encontrando espécimes consideradas bioindicadoras da qualidade do ar, indicando que possivelmente este local possui o menor nível de poluentes atmosféricos. A área dois (A2), apesar de apresentar menor diversidade comparada a A3, demonstrou também a presença de táxons bioindicadores. Já a unidade amostral um (A1) foi a que apresentou a diversidade líquênica quase nula, demonstrando que provavelmente possui o maior nível de poluição do ar.

Portanto, como já exposto, o biomonitoramento com o emprego de líquens é uma forma de baixo custo de análise da poluição atmosférica, tendo em vista que o Brasil carece de centrais de monitoramento da qualidade do ar. Contudo, vale ressaltar que o uso de bioindicadores não substitui a avaliação de concentração de poluentes pelo emprego de procedimentos físico-químicos, apenas concede informações complementares.

Este trabalho, além de ser pioneiro para a cidade de Barbacena – MG, pode servir de subsídio para programas de gestão ambiental da localidade, assim como para o controle da emissão de poluentes, princípio que pode ser seguido pela macrorregião.

REFERÊNCIAS

BENNATTI, M. N.; MARCELLI, M. P. Physciaceae foliosas do Parque Estadual da Cantareira, Estado de São Paulo, Brasil. II. **Gêneros Heterodermia e Polyblastidium. Iheringia, Série Botânica**, Porto Alegre, 72(2) p. 255-266, 2017. Disponível em: <<https://bit.ly/3fINjEz>> DOI: <doi.org/10.1590/2175-7860201970061> Acesso em 22 de julho de 2020.

BIZAWU, S. K.; MOREIRA, R. L. Relação entre os princípios do mínimo existencial e a reserva do possível e os instrumentos de controle de qualidade do ar. **Revista Brasileira De Direitos e Garantias Fundamentais Brasília** | v. 3 | n. 1 | p. 136 – 149, 2017 Disponível em: DOI: <[10.26668/IndexLawJournals/2526-0111/2017.v3i1.3863](https://doi.org/10.26668/IndexLawJournals/2526-0111/2017.v3i1.3863)> Acesso em: 22 de julho de 2020.

BRASIL. Setor de transporte é o que causa mais impactos na qualidade do ar. **Ministério do Meio Ambiente**, Brasília, DF, 2010. Disponível em: <<https://bit.ly/37WNDPI>> Acesso em 08 de Outubro de 2020.

BRODO, I. M.; SHARNOFF, S. D.; SHARNOFF, S.; BOURQUE, S. L. **Lichens of North America: Updated and Expanded Keys**, Yale University Press, 2016

CALISTO, M.; GONÇALVES, J. F.; MORENO, P. **Invertebrados Aquáticos como Bioindicadores**. Universidade Federal de Minas Gerais, 2019. Disponível em: <<https://bit.ly/31PtNI9>>. Acesso em: 24 de julho de 2020.

CÂMARA MUNICIPAL DE BARBACENA, 2019. Diretores da Rivelli Comparecem em Plenário. Disponível em: <<http://www.camarabarbacena.mg.gov.br/noticias-camara.php?id=343>>. Acesso em 08 de Outubro de 2020

CNALH, **Consortium of North American Lichen Herbário**, 2020. Disponível em:<<http://lichenportal.org/cnalh/index.php>> Acesso em: 22 julho de 2020.

DENATRAN. Ministério da Infraestrutura. **Frota de Veículos - 2020**, 2020. Disponível em: < <https://bit.ly/2CdT9jN>> Acesso em: 20 de julho de 2020.

DENATRAN. Ministério da Infraestrutura. **Frota de Veículos - 2016**, 2016. Disponível em: <<https://bit.ly/30F6rzc>> Acesso em: 20 de julho de 2020.

DIAS, N. O.; FRANCELINO, D. M.; ALMEIDA, L. J. Análise da cobertura vegetal como indicador de qualidade de vida no município de Barbacena-MG, **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer, Goiânia, v.17 n.32; p. 57, 2020 Disponível em: <<http://www.conhecer.org.br/enciclop/2020b.htm>> DOI: <10.18677/EnciBio_2020B4> Acesso em 20 de julho de 2020.

GAUDERETO, G.L; GALLARDO, A.F; FERREIRA, M.L; NASCIMENTO, A.B; MANTOVANI, W. Avaliação de serviços ecossistêmicos na gestão de áreas verdes urbanas: promovendo cidades saudáveis e sustentáveis. **Ambiente & Sociedade**. São Paulo, v. 21, 2018. Disponível em . Acesso: 08 de outubro de 2020.

GBIF: **The Global Biodiversity Information Facility**, 2020. Disponível em: <<https://bit.ly/3ioeAhl>> Acesso em 22 de julho de 2020.

GUIMARÃES, C. S. **Controle e monitoramento de poluentes atmosféricos** - 1.ed- Rio de Janeiro: Elsevier, 2016.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Diretoria de Pesquisas, Coordenação de População e Indicadores Sociais, Estimativas da população residente**, 2019. Disponível em:<<https://bit.ly/3gLNmB4>> Acesso em: 20 de julho de 2020.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) – 2020**, 2020. Disponível em <<https://bit.ly/3fHBXAW>> Acesso: 20 de julho de 2020.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Monografias Municipais Sudeste/Minas Gerais Barbacena**, 2017. Disponível em <<https://bit.ly/3gVIWrr>> Acesso: 20 de julho de 2020.

INCT – **Herbário Virtual da Flora e dos Fungos**, 2020. Disponível em <<http://inct.splink.org.br>> Acesso em: 22 de julho de 2020.

IRISH LICHENS, 2020. Disponível em: < <https://bit.ly/2DEtS2T>> Acesso em 20 de julho de 2020.

FOLHA DE BARBACENA. **Fiven se posiciona sobre reclamações de mau cheiro em Barbacena, 2020**. Disponível em: <<https://folhadebarbacena.com.br/regiao/fiven-se-posiciona-sobre-reclamacoes-de-mau-cheiro-em-barbacena>> Acesso em: 08 de Outubro de 2020.

LEHNEN, P. G.; KAFFER, M. I.; LUCHETA, F.; SCHMITT, J. L. Estrutura da comunidade de líquens corticícolas em área urbana e rural no município de Novo Hamburgo, Rio Grande do Sul, Brasil. **Iheringia, Série Botânica**, Porto Alegre, 72(1) p.66-74, 2017. Disponível em: <<https://bit.ly/2DEsPzZ>> DOI: <10.21826/2446-8231201772107> Acesso em 22 de julho de 2020.

LUCHETA, F. & MARTINS, S.M. Líquens foliosos e fruticulosos corticícolas do Jardim Botânico de Porto Alegre, RS, Brasil. **Iheringia, Série Botânica**, Porto Alegre, v. 69, n. 1, p. 29-35, 2014. Disponível em: <<https://bit.ly/3ktn20J>> Acesso em: 22 de julho de 2020.

MARTINS, S.M. A.; KAFFER, M.I.; LEMOS, A. Líquens como bioindicadores da qualidade do ar numa área de termoeletrônica, Rio Grande do Sul, Brasil. **Hoehnea** 35(3): 425-433, 2008 Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/310750371_Liquens_como_bioindicadores_da_qualidade_do_ar_numa_area_de_termoeletrica_Rio_Grande_do_Sul_Brasil> Acesso em: 04 de dezembro de 2020.

MARTINS, S. M. A.; KAFFER, M. I.; ALVES, C. R.; PEREIRA, V. C. Fungos liquenizados da Mata Atlântica, no sul do Brasil. **Acta Botânica Brasilica** 25(2): p. 286-292, 2011. Disponível em: <<https://bit.ly/2DM1tYj>> DOI: <[dx.doi.org/10.1590/S0102-33062011000200004](https://doi.org/10.1590/S0102-33062011000200004)> Acesso em 22 de julho de 2020.

MITRA-NATURE: Biodiversidade da Herdade da Mitra. Instituto de Ciências Agrárias e Ambientais Mediterrâneas-**Ecosystem Functioning and Conservation Group, Universidade de Évora**, 2014. Disponível em: <www.mitra-nature.uevora.pt> Acesso em 22 de julho de 2020.

NIMIS, P.L. ITALIC - **The Information System on Italian Lichens. Version 6.0**, 2016. Disponível em: <<https://bit.ly/3kqDbnv>> Acesso em: 20 de julho de 2020.

MARTINS, A. C.; MARTINS, C. S. A. Organização da coleção de fungos liquenizados (líquens) das Florestas com Araucária, São Francisco de Paula e Cambará do Sul, RS, do Herbário MPUC. **X Salão de Iniciação Científica – PUCRS**, p. 198-203, 2009. Disponível em: <<https://bit.ly/2PCC9a3>> Acesso em: 22 de julho de 2020.

MOREIRA, F. D. FONSECA, M. M. FERREIRA, L. AGUIAR, R. A. SANTOS, S. C. CARPENEZ, T. G. SANTIAGO, I. F. Uso de líquens como bioindicadores da qualidade do ar em centro urbano, Juiz de Fora, MG. **6º Simpósio de Gestão Ambiental e Biodiversidade**, 2017. Disponível em: <<https://bit.ly/3gJlrl1>> Acesso: 04 de dezembro de 2020.

PAGANO, M.; GAUVREAU, K. **Princípios de Bioestatística**. 2. ed. São Paulo: Pioneira Thompson Learning, 2004.

PREFEITURA MUNICIPAL DE BARBACENA. **Lei nº 4676/2015**. Dispõe sobre adivisão territorial urbana de Barbacena. Diário Oficial de Barbacena, 2015. Disponível em: <<https://bit.ly/3gJlrl1>> Acesso em: 20 de julho de 2020.

PRESTES, R. M.; VINCENCI, K. L. Bioindicadores como avaliação de impacto ambiental. **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research.**, Curitiba, v. 2, n. 4, p. 1473-1493, 2019. Disponível em: <<https://bit.ly/2DQzG92>> Acesso em 23 de julho de 2020.

RAVEN, P.H., EVERT, R.F. & EICHHORN. **Biologia Vegetal**, 8ª ed. Guanabara Koogan S.A., Rio de Janeiro, 2014

REZENDE, A.; GROppo, M.; TEIXEIRA, S. **Coleta, Herborização e Identificação de Espécies Vegetais**, 2017. Disponível em: <<https://bit.ly/2DuH22u>> Acesso em: 21 de julho de 2020.

RUBIO, G. A. **Guía para Identificar Macrolíquenes Epífitos en el Centro de España**, p. 01-76, 2010. Disponível em: <<https://bit.ly/2DKVGCv>> Acesso em: 22 de julho de 2020.

SILVA, L. M.; DUTRA, V.S. V; FRANCELINO, D. M.; DIAS, N. O. Mapeamento de espaços urbanos vazios para possível elaboração de hortas comunitárias em Barbacena/MG: desafios e proposições. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer, Goiânia, v.17 n.32; p. 372-381, 2020 Disponível em: <<http://www.conhecer.org.br/enciclop/2020B/mapeamento%20de.pdf>> DOI: 10.18677/EnciBio_2020B33 Acesso em: 08 de outubro de 2020

TORTORA, G. J.; FUNKE, B. R.; CASE, C. L. **Microbiologia**. 12. ed. – Porto Alegre: Artmed p. 331-332, 2017.

VERTENTES DAS GERAIS. **Parlamentares conferiam de perto os investimentos em Meio Ambiente, segurança dos funcionários e a responsabilidade social**, 2017. Disponível em: <<https://vertentesdasgerais.com.br/vereadores-de-barbacena-visitam-empresa-multinacional-saint-gobain/>> Acesso em: 08 de Outubro de 2020.